INSTITUT IMS AD
BEOGRAD

ECOLOGICAL CONSULTING

# СТУДИЈА

## ИЗВОДЉИВОСТИ ТЕХНИЧКИХ МЕРА СМАЊЕЊА ШТЕТНОГ УТИЦАЈА БУКЕ ОД ДРУМСКОГ САОБРАЋАЈА НА ОДАБРАНИМ ДЕОНИЦАМА ДРЖАВНИХ ПУТЕВА

**Бр. 4154/10**

Институт ИМС а.д.
Генерални директор,

др Венцислав Грабулов, дипл.инж.

Београд
Јун 2010. године

**Институт за испитивање материјала а.д. Београд**
**Центар за материјале**
**Лабораторија за акустику и вибрације**
Београд, Булевар војводе Мишића 43
тел: (011) 26 50 322 факс: (011) 3692 772, 3692 782
www.institutims.rs

| | |
|---|---|
| **Предмет:** | СТУДИЈА ИЗВОДЉИВОСТИ ТЕХНИЧКИХ МЕРА СМАЊЕЊА ШТЕТНОГ УТИЦАЈА БУКЕ ОД ДРУМСКОГ САОБРАЋАЈА НА ОДАБРАНИМ ДЕОНИЦАМА ДРЖАВНИХ ПУТЕВА |
| **Наручилац:** | ЈАВНО ПРЕДУЗЕЋЕ „ПУТЕВИ СРБИЈЕ“, Булевар краља Александра 282, Београд |
| **Уговор:** | ЈППС VIII br. 454-843 од 13.10.2009.г. / ИМС бр. 41-12445 od 09.10.2009.г. |
| **Руководилац стручног тима:** | Ecological Consulting a.s.<br><br>Mgr. Milan Bussinow, Ph.D. |
| **Руководилац пројекта:** | Институт ИМС а.д.<br>Центар за материјале<br>Лабораторија за акустику и вибрације<br><br>мр Борислав Б. Будисављевић, дипл.инж. |

Београд
Јун 2010. године

## САДРЖАЈ

А. Општа документација А.1–А.20

Б. Пројектни задатак Б.1–Б.9

В. Текстуални део В.1

1. Уводне аналитичке и истраживачке активности пројекта 1.1.–1.101
   - 1.1. Основни подаци о инвеститору 1.3
   - 1.2. Основни подаци о обрађивачима 1.4
     - 1.2.1. Институт ИМС а.д. 1.4
       - 1.2.1.1. Подаци о Институту ИМС а.д. 1.5
       - 1.2.1.2. Лабораторија за акустику и вибрације 1.7
       - 1.2.1.3. Референце 1.8
     - 1.2.2. Ecological Consulting a.s. 1.11
       - 1.2.2.1. Подаци о Ecological Consulting a.s. 1.12
       - 1.2.2.2. Акустичка лабораторија 1.13
       - 1.2.2.3. Референце 1.14
     - 1.2.3. Пројектантски тим 1.16
   - 1.3. Проблематика буке саобраћаја са друштвеног и здравственог аспекта 1.17
     - 1.3.1. Бука као фактор који утиче на животну средину 1.18
     - 1.3.2. Бука као фактор стреса 1.18
       - 1.3.2.1. Негативно деловање буке на људско здравље 1.19
       - 1.3.2.2. Квалитативна анализа ефеката изложености буци 1.24
       - 1.3.2.3. Радна књига европске комисије WGH (Working group health) 1.26
     - 1.3.3. Образложење потребе заштите од буке 1.29
       - 1.3.3.1. Ситуација у Европској унији 1.29
       - 1.3.3.2. Ситуација у Републици Србији 1.31
       - 1.3.3.3. Ситуација у Чешкој Републици 1.34
   - 1.4. Дефинисање циљева инвестирања 1.37
     - 1.4.1. Друштвени циљеви 1.37
     - 1.4.2. Економски циљеви 1.38
     - 1.4.3. Остали циљеви 1.39

1.5. Методолошки приступи 1.41
1.5.1. Општа разматрања и теорија 1.41
1.5.2. Приказ метода прорачуна 1.49
1.5.3. Методологија израде анализа и прорачуна за процену буке саобраћаја која се стандардно користи у Чешкој Републици 1.56
1.5.3.1. Методологија прорачуна буке у Чешкој Републици 1.56
1.5.3.2. Методологија мерења буке у Чешкој Републици 1.57
1.5.3.3. Методологија бројања саобраћаја у Чешкој Републици 1.58
1.5.4. Методологија израде анализа и прорачуна за процену буке од саобраћаја која се стандардно користи у државама ЕУ 1.59
1.5.5. Образложење коришћеног модела и софтверског алата у Студији 1.60
1.5.6. Методологија мерења буке у условима када преовлађује бука друмског саобраћаја 1.61
1.5.7. Методологија бројања саобраћаја 1.64
1.5.7.1. Саобраћајни аспекти 1.68
1.5.7.2. Аспекти за потребе акустике 1.71
1.6. О пројектном задатку и подлогама за Студију 1.73
1.7. Стандардна терминологија, дефиниције и појмови у области акустике 1.74

2. Утврђивање и опис потенцијално угрожених садржаја дуж одабраних деоница државне путне мреже и објеката 2.1–2.29
2.1. Просторна локација одабраних деоница главних путева 2.1
2.1.1. Категоризација саобраћајних површина 2.2
2.1.2. Критеријуми за избор локација 2.7
2.2. Релевантне деонице и зоне изложености у систему ванградске и градске путне мреже 2.10
2.3. Процена броја становника по зонама дуж одабраних деоница 2.14
2.3.1. Генерална типологија објеката за потребе Студије 2.14
2.3.2. Примена типологије на конкретне локације 2.17

3. Дефинисање садашњих и будућих вредности емисија саобраћајне буке 3.1–3.5.55
3.1. Подручје утицаја и ниво угрожености 3.1
3.2. Обим и структура постојећег и прогнозираног саобраћаја на одабраним деоницама 3.4
3.2.1. Плански период 3.5

3.2.2. Положај конгломерација у односу на Референтни систем државних путева Републике Србије 3.6
3.2.3. Расположива информациона основа за дефинисање обима и структуре постојећег и прогнозираног саобраћаја 3.7
3.2.4. Просечне стопе раста примењене при прогнози саобраћаја 3.10
3.2.5. Аналитички поступак прорачуна просечног годишњег дневног саобраћаја 3.11
3.2.6. Обим и структура постојећег саобраћаја 3.12
3.2.7. Обим и структура прогнозираног саобраћаја 3.13
3.3. Оцена услова одвијања саобраћаја на одабраним деоницама 3.22
3.3.1. Ниво услуге одабраних деоница 3.23
3.3.2. Техничко-експлоатационе карактеристике одабраних деоница 3.23
3.3.3. Анализа практичног капацитета одабраних деоница 3.25
3.3.4. Анализа брзина на одабраним деоницама 3.28
3.3.5. Оцена услова одвијања саобраћаја 3.39
3.4. Мерење буке и бројање саобраћаја 3.55
3.4.1. Извештаји о мерењу буке 3.57
3.4.2. Прорачуни буке 3.69
3.4.3. Емисија буке прогнозираног саобраћаја 3.79
3.5. Карте буке 3.5.1-3.5.55

4. Утврђивање могућих, планираних и пројектованих техничко-технолошких решења 4.1–4.46
4.1. Општи приказ могућих решења заштите од буке 4.1
4.1.1. Звучна изолација *R* и слабљење звука *D* 4.3
4.1.2. Фасада: прозори, врата и фасадни елемент 4.6
4.1.3. Звучне баријере 4.9
4.1.4. Тунели 4.14
4.1.5. Коловозни застори 4.14
4.2. Приказ израде студија о процени утицаја на животну средину и стратешких процена утицаја 4.20
4.3 Приказ техничко-технолошких решења 4.24
4.3.1. Решење звучном изолацијом фасаде и фасадних елемената 4.25
4.3.2. Решење звучним баријерама 4.25

4.3.3. Решење тунелом 4.26
4.3.4. Решење избором коловозног застора 4.26
4.4. Приказ могућих решења 4.26
4.4.1. Фасада и фасадни елементи 4.26
4.4.2. Звучне баријере 4.29
4.4.3. Тунел 4.35
4.4.4. Коловозни застори 4.36
4.5. Графички приказ варијантних решења 4.37
4.6. Планирани век објеката 4.40
4.6.1. Фасадни елементи 4.40
4.6.2. Звучне баријере 4.40
4.6.3. Коловозни застори 4.41
4.7. Структура и динамика потребних улагања 4.43
4.7.1. Фасадни елементи 4.43
4.7.2. Звучне баријере 4.44
4.7.3. Коловозни застори 4.45

5. Утврђивање потребних инпута за примену звучне заштите 5.1–5.20
5.1. Спецификација и опис потребних инпута за примену звучне заштите 5.4
5.1.1. Захтеви за фасаде и фасадне елементе 5.4
5.1.2. Захтеви за звучне баријере 5.5
5.1.3. Захтеви за коловозне засторе 5.15
5.2. Процена могућности набавке потребних инпута 5.16
5.3. Прогноза набавних цена 5.16
5.3.1. Фасадни елементи 5.16
5.3.2. Звучне баријере 5.17
5.3.3. Коловозни застор 5.20

6. Утврђивање просторних аспеката пројектоване заштите 6.1–6.14
6.1. Анализа одабраних локација 6.2
6.2. Оцена и избор приоритетних локација 6.7
6.3. Усаглашеност усвојене варијанте са мерама које су већ предузете или планиране за смањење буке, као и са свим пројектима техничких мера заштите од буке у припреми 6.7

6.4.1. Просторне последице заузимања површина на јавном путу, односно на другом земљишту које користи управљач јавног пута и раздвајања целина 6.8
6.4.2. Утицај на локални просторни развој 6.8
6.4.3. Претходна оцена просторне подобности 6.9
6.4.4. Безбедносни захтеви 6.9

7. Идентификација еколошких аспеката – ефекти техничких мера заштите од буке 7.1–7.7
7.1. Досадашње процене утицаја и предлози техничких мера заштите од буке 7.1
7.2. Подаци о прекораченим граничним вредностима 7.1
7.3. Оквирна процена броја становника изложених буци и угрожених буком, идентификација проблема и ситуације које треба побољшати 7.3
7.4. Анализа могућих утицаја на животну средину и претходна оцена еколошке подобности планираних мера заштите од буке 7.5
7.4.1. Фасадни елементи 7.5
7.4.2. Звучне баријере 7.6
7.4.3. Специјални коловозни застори 7.7
7.5. Предлог будућих мера заштите од буке 7.7
7.6. Однос према природним и културно-историјским добрима 7.7

8. Утврђивање финансијске ефикасности са оценом рентабилности мера 8.1–8.32
8.1. Прорачун потребних улагања 8.1
8.2. Извори финансирања – средства из буџета и друга финансијска средства 8.14
8.3. Оцена ефикасности и очекиване користи у односу на трошкове 8.16
8.4. Претходна финансијска оцена рентабилности пројекта 8.32

9. Утврђивање друштвено-економске ефикасности 9.1–9.36
9.1. Економски трошкови и корист по варијантама у периоду експлоатације 9.1
9.2. Примењени метод економског вредновања 9.32
9.3. Директни и индиректни (екстерни) друштвено-економски ефекти 9.33
9.4. Предлог оптималне варијанте 9.34

9.5. Етапе и фазе реализације техничких мера смањења штетног утицаја буке 9.34
9.6. Претходна друштвено-економска оцена рентабилности пројекта 9.36

10. Анализа осетљивости и ризика инвестирања 10.1–10.10
10.1. Осетљивост на промене улазних параметара 10.2
10.2. Анализа осетљивости 10.3
10.3. Извори и размере ризика 10.3
10.4. Финансијски, техничко-технолошки и друштвени ризици 10.4

11. Анализа извора финансирања, финансијских обавеза и динамике 11.1–11.7
11.1. Сопствена средства инвеститора 11.1
11.2. Домаћи извори 11.2
11.3. Инострани и међународни извори 11.3
11.4. Гаранције и обавезе 11.7
11.5. Претходна оцена извора и динамике финансирања 11.7

12. Анализа организационих и кадровских могућности за примену техничких мера заштите од буке 12.1–12.6
12.1. Организација 12.1
12.2. Кадровски потенцијал 12.5
12.3. Претходна оцена организационе и кадровске подобности 12.6

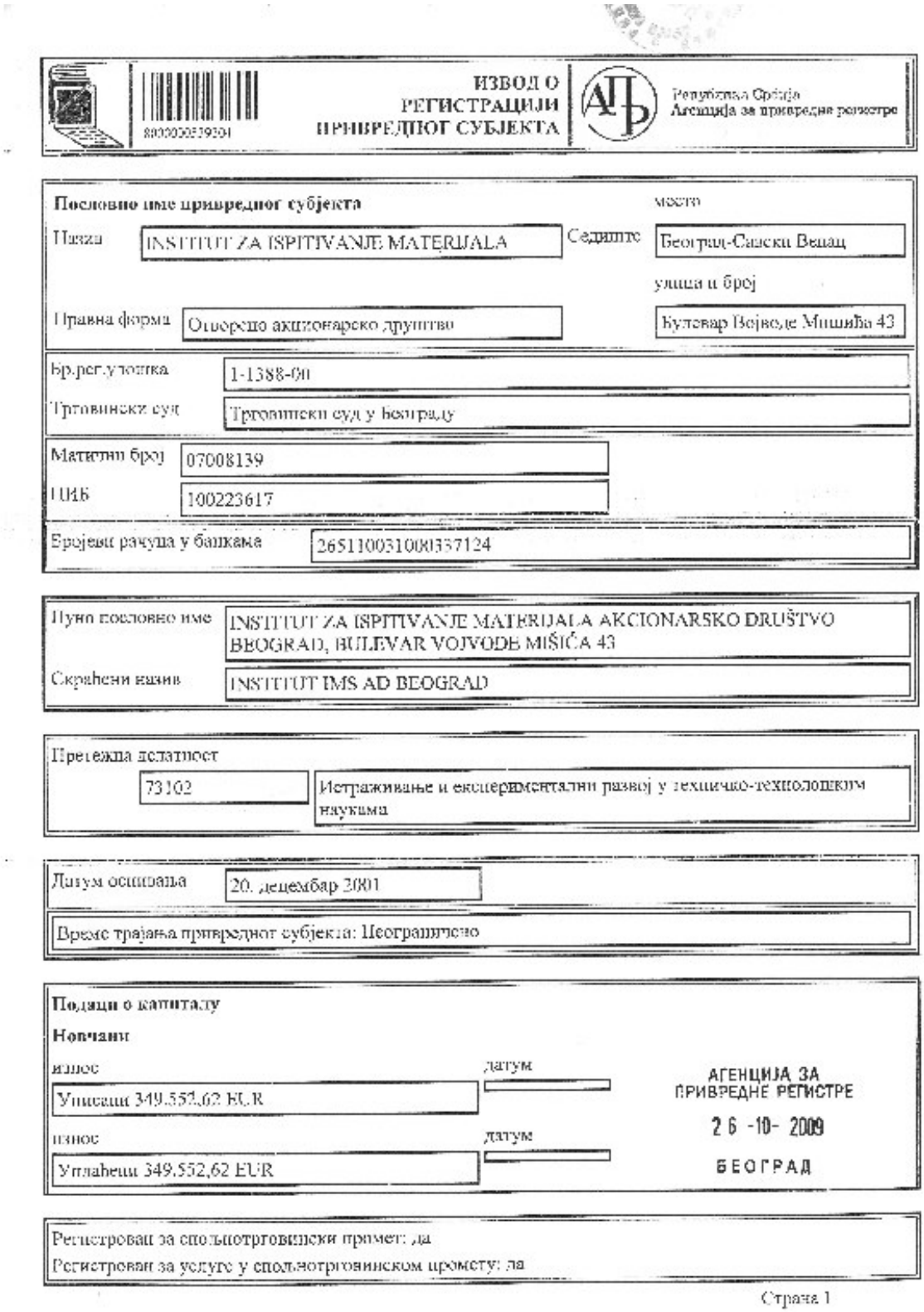
13. Закључак о изводљивости и оправданости инвестиције 13.1–13.13

14. Литература 14.1–14.10
14.1. Књиге, часописи и чланци – А 14.1
14.2. Књиге, часописи и чланци (ЕС) – Б 14.3
14.3. Књиге, часописи и чланци – Е 14.3
14.4. Регулатива – Р 14.4
14.5. Регулатива (ЕС) – С 14.7
14.6. Извештаји, пројекти и сл. – П 14.8
14.7. Извештаји, пројекти и сл. (ЕС) – J 14.10

УКУПНО СТРАНА: 505

# A. ОПШТА ДОКУМЕНТАЦИЈА

- Извод о регистрацији привредног субјекта – Институт ИМС а.д.
- Решење којим се утврђује да Институт ИМС а.д. испуњава услове за добијање лиценце за израду техничке документације
- Решење о именовању руководиоца пројекта
- Решење о одређивању пројектантског тима
- Лиценце / потврде за пројектанте
    - мр Боривоје Алексић, дипл.инж.саоб.
    - Бојан Ћосић, дипл.инж.
    - Миодраг Траиловић, дипл.инж.
    - Мирољуб Тодоровић, дипл.инж.
    - Жељко Флајс, дипл.инж.
    - Ing. Pavel Šudřich



ИЗВОД О РЕГИСТРАЦИЈИ ПРИВРЕДНОГ СУБЈЕКТА

Република Србија
Агенција за привредне регистре

**Пословно име привредног субјекта**

Пуно: INSTITUT ZA ISPITIVANJE MATERIJALA
Седиште: Београд-Савски Венац
Скраћено: INSTITUT IMS AD BEOGRAD
Правна форма: Отворено акционарско друштво
Седиште: Београд-Савски Венац
улица и број: Булевар Војводе Мишића 43
Бр.рег.уложка: 1-1388-00
Трговински суд: Трговински суд у Београду
Матични број: 07008139
ПИБ: 100223617
Бројеви рачуна у банкама: 265110031008337124

Пуно пословно име: INSTITUT ZA ISPITIVANJE MATERIJALA AKCIONARSKO DRUŠTVO BEOGRAD, BULEVAR VOJVODE MIŠIĆA 43
Скраћени назив: INSTITUT IMS AD BEOGRAD

Претежна делатност
73102 Истраживање и експериментални развој у техничко-технолошким наукама

Датум оснивања: 20. децембар 2001
Време трајања привредног субјекта: Неограничено

**Подаци о капиталу**

**Новчани**

износ: Уписани 349.552,62 EUR
датум:
износ: Уплаћени 349.552,62 EUR
датум:

АГЕНЦИЈА ЗА ПРИВРЕДНЕ РЕГИСТРЕ
26 -10- 2009
БЕОГРАД

Регистрован за спољнотрговински промет: да
Регистрован за услуге у спољнотрговинском промету: да

Страна 1



ДАНИ О АКЦИОНАРИМА

**Подаци о акционару**

Пословно име: AKCIJSKI KAPITAL IZ EMISIJE PO ZAKONU O DK

Адреса: место и држава: Београд (град), Србија; улица и број: / /

Регистарски (матични) број: **-/

**Подаци о капиталу**

**Новчани**

износ: Уписани 74.955,26 EUR; датум:

износ: Уплаћени 74.955,26 EUR; датум:

**Подаци о акционару**

Пословно име: AKCIJSKI KAPITAL IZ OGRANIČENJA I.D

Адреса: место и држава: Београд (град), Србија; улица и број: / /

**Подаци о капиталу**

**Новчани**

износ: Уписани 22.905,84 EUR; датум:

износ: Уплаћени 22.905,84 EUR; датум:

**Подаци о акционару**

Назив: Државни капитал

Адреса: место и држава: ,; улица и број:

**Подаци о капиталу**

**Новчани**

износ: Уписани 251.691,52 EUR; датум:

износ: Уплаћени 251.691,52 EUR; датум:

АГЕНЦИЈА ЗА ПРИВРЕДНЕ РЕГИСТРЕ
26 -10- 2009
БЕОГРАД

Страна 2

**ЊЕНО И/ИЛИ ПОСЛОВНО ИМЕ НА СТРАНОМ ЈЕЗИКУ**

| | | | |
|---|---|---|---|
| раћено пословно име привредног субјекта: | | место | |
| Назив | INSTITUT IMS AD BEOGRAD | | Београд-Савски Венац |
| Облик | Отворено акционарско друштво | | |

**ПОДАЦИ О ЗАСТУПНИЦИМА**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Заступник | | место и држава | |
| Име и презиме | Вениислав Грабулов | Адреса | , |
| | | улица и број | |
| ЈМБГ | 1205953710042 | | |

Функција у привредном субјекту

Генерални директор

Овлашћења у промету

Овлашћења у унутрашњем промету ограничена: До износа од 500.000,00 ЕУР у динарској противвредности, за закључење уговора и друге правне радње у оквиру уписане делатности. До износа од 150.000,00 ЕУР у динарској противвредности, за краткорочне финансијске кредите. До износа од 10.000,00 ЕУР у динарској противвредности, за инвестициона улагања.

Овлашћења у спољнотрговинском промету ограничена: До износа од 500.000,00 ЕУР у динарској противвредности, за закључење уговора и друге правне радње у оквиру уписане делатности. До износа од 150.000,00 ЕУР у динарској противвредности, за краткорочне финансијске кредите. До износа од 10.000,00 ЕУР у динарској противвредности, за инвестициона улагања.

**ПОДАЦИ О ПРОКУРИСТИМА**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Подаци о прокуристи | | место и држава | |
| Име и презиме | Паша Стетњајић-Ђикановић | Адреса | Београд (град), Србија |
| | | улица и број | |
| ЈМБГ | 1411955719046 | | Ћуструдилска 62 |
| Подаци о прокуристи | | место и држава | |
| Име и презиме | Мирољуб Тодоровић | Адреса | Београд-Нови Београд, Србија |
| | | улица и број | |
| ЈМБГ | 1709954710257 | | Магеланова 24/5 |

АГЕНЦИЈА ЗА ПРИВРЕДНЕ РЕГИСТРЕ
26 -10- 2009
БЕОГРАД

Страна 3

Република Србија
**МИНИСТАРСТВО ЗА ИНФРАСТРУКТУРУ**
Број: 351-02-01217/2005-07
Датум: 30.05.2007. године
**Београд**
мп

Министар, решавајући по захтеву "ИНСТИТУТА ЗА ИСПИТИВАЊЕ МАТЕРИЈАЛА", акционарског друштва - Београд, Булевар војводе Мишића бр. 43, за издавање лиценце за израду техничке документације за објекте за које одобрење за изградњу издаје министарство надлежно за послове грађевинарства, односно аутономне покрајина на основу члана 12. Закона о министарствима ("Службени гласник РС", бр. 43/07), члана 107. став 4. Закона о планирању и изградњи ("Службени гласник РС", бр. 47/03), члана 29. Закона о изменама и допунама закона о планирању и изградњи ("Службени гласник РС", бр. 34/06) и члана 192. Закона о општем управном поступку ("Службени лист СРЈ", бр. 33/97 и 31/01), а по овлашћењу министра број: 031-05-00006/2007-01 од 22.05.2007. године, доноси

# Р Е Ш Е Њ Е

1. Утврђује се да **"ИНСТИТУТ ЗА ИСПИТИВАЊЕ МАТЕРИЈАЛА", акционарско друштво - Београд, Булевар војводе Мишића бр. 43, ИСПУЊАВА УСЛОВЕ** за добијање лиценце за израду техничке документације за објекте за које одобрење за изградњу издаје министарство надлежно за послове грађевинарства, односно аутономна покрајина и то:

***П131Г2 – пројеката саобраћајница за аутопутеве, магистралне и регионалне путеве и саобраћајне прикључке на аутопутеве, магистрале и регионалне путеве***
***П132Г1 – пројеката грађевинских конструкција за путне објекте (мостове и тунеле) на аутопутевима, магистралним и регионалним путевима и саобраћајним прикључцима на аутопутеве, магистрале и регионалне путеве***
***П142Г1 – пројеката грађевинских конструкција за објекте на железничким пругама (мостове и тунеле)***

2. Овим решењем замењује се решење број: 351-02-01217/2005-07 од 26.10.2006. године.

## О б р а з л о ж е њ е

"ИНСТИТУТ ЗА ИСПИТИВАЊЕ МАТЕРИЈАЛА", акционарско друштво - Београд, Булевар војводе Мишића бр. 43, поднело је овом министарству 18.05.2007. године захтев број: 351-02-01217/2005-07 за издавање лиценце за израду техничке документације за објекте за које одобрење за изградњу издаје министарство надлежно за послове грађевинарства, односно аутономне покрајина.

Уз захтев за издавање лиценце достављена је сва потребна документација прописана чланом 107. Закона о планирању и изградњи и чланом 4. и чланом 5. Правилника о начину, поступку и садржини података за утврђивање испуњености услова за издавање лиценце за израду техничке документације и лиценце за грађење објеката за које одобрење за изградњу издаје министарство, односно аутономна покрајина, као и о условима за одузимање тих лиценци ("Службени гласник РС", бр. 114/04).

На седници стручне комисије образоване од стране министра, одржаној дана 30.05.2007. године утврђено је да подносилац захтева испуњава услове за добијање наведене лиценце, сходно одредби чл. 107. Закона о планирању и изградњи и чл. 7. и чл. 8. Правилника о начину, поступку и садржини података за утврђивање испуњености услова за издавање лиценце за израду техничке документације и лиценце за грађење објеката за које одобрење за изградњу издаје министарство, односно аутономна покрајина, као и о условима за одузимање тих лиценци.

На основу изнетог, на предлог стручне комисије и члана 192. Закона о општем управном поступку, одлучено је као у диспозитиву решења.

Такса за ово решење наплаћена је у износу од 8.170,00 (осамхиљадастоседамдесет) динара.

Упутство о правном средству: Ово решење је коначно у управном поступку и против њега се не може изјавити жалба, али се може покренути управни спор тужбом код Врховног суда Србије у року од 30 дана од дана достављања.

Решење доставити: подносиоцу захтева, надлежној инспекцији и архиви овог министарства.

**ПОМОЋНИК МИНИСТРА**

**Александра Дамњановић Петровић, дипл.правник**

INSTITUT IMS AD
26 JAN 2010
41-665

Na osnovu čl. 192 i 193 Zakona o radu, a u vezi sa odredbama člana 61. Statuta Instituta IMS, donosim

## REŠENJE

Za rukovodioca projekta za izradu Studije izvodljivosti tehničkih mera smanjenja štetnog uticaja buke od drumskog saobraćaja na odabranim deonicama državnih puteva imenuje se Mr Budisavljević Borislav po zanimanju dipl. inž.elektrotehnike, zaposlen u Institutu za ispitivanje materijala a.d Beograd , na radnom mestu Rukovodilac laboratorije.

Za zamenika rukovodioca projekta imenuju se Danica Boljević diplomirani inženjer elektrotehnike.

*Obrazloženje*

Shodno konkursnoj dokumentaciji javne nabavke u otvorenom postupku i Ugovora zaključenog između Javnog preduzeća "Putevi Srbije", Beograd, VII br.454 – 843 od 13.10.2009 (IMS br. 41-12445 od 09.10.2009 godine ) , a u vezi izrade Studije izvodljivosti tehničkih mera smanjenja štetnog uticaja buke od drumskog saobraćaja na odobrenim deonicama državnih puteva i potrebe imenovanja rukovodioca projekta i zamenika odlučeno je kao u dispozitivu ovog rešenja.

Dostaviti:
- Budisavljević Borisavu
- Boljević Danici
- Referentu za kadrovske poslove

Institut za ispitivanje materijala a.d.
Generalni direktor
Dr Vencislav Grabulov, dipl.inž.

INSTITUT IMS AD
Generalni direktor
Br. 42/16
Datum 26 JAN 2010
Beograd, Bul.vojvode Mišića 43

Na osnovu člana 61. Statuta Instituta IMS a.d. i članova 111. i 112. Zakona o planiranju i izgradnji ("Službeni glasnik RS" br. 72/2009), donosim

**REŠENJE**
**O ODREĐIVANJU PROJEKTANTSKOG TIMA**

Za potrebe Investitora JP "PUTEVI SRBIJE" na objektu odabrane deonice državnih puteva na projektu Studije izvodljivosti tehničkih mera smanjenja štetnog uticaja buke od drumskog saobraćaja na odabranim deonicama državnih puteva, imenuje se projektantski tim u sledećem sastavu:

1. mr Borislav Đudjurđević, dipl.inž.el., Rukovodilac projekta
2. Miodrag Trailović, dipl.građ.inž., projektant, Lbr. 315527203
3. Bojan Ćosić, dipl.građ.inž., projektant, Lbr. 315Q14905
4. Miroljub Todorović, dipl.građ.inž., projektant, L.BR. 3100622203
5. Željko Bajs, dipl.građ.inž., projektant, L.BR. 310F83908
6. dr Biserka Perović, dipl.inž.teh., saradnik
7. dr Dragoljub Orešković, dipl.inž.teh., saradnik
8. mr Aleksandar Milenković, dipl.inž.el., saradnik
9. Danica Boljević, dipl.inž.el.,saradnik
10. Goran Petrović, dipl.inž.arh., saradnik
11. Minja Savić, dipl.mat.z.z.su., saradnik
12. Tea Stanojević, saradnik
13. Nada Stojnjaić-Bikarović, dipl.oec. saradnik
14. Vera Đurić, dipl.ecc. saradnik
15. Slavka Baralić, inž., saradnik
16. Damir Savković, inž., saradnik
17. dr Dejan Petrović, vanr.prof.-saradnik
18. dr Marko Mitić,docent-saradnik
19. Vladimir Obradović,dipl.i.-saradnik
20. Marija Todorović,dipl.inž. master-saradnik
21. Danijela Toljaga, dipl.inž-master-saradnik
22. Tijana Obradović,dipl.inž.-saradnik
23. Dragan Bjelica, dipl.inž.-saradnik
24. mr Borivoje Aleksić, dipl.inž-saradnik

Imenovani mogu izrađivati tehničku dokumentaciju posle ispunjavanja uslova koji su utvrđeni članom 128. Zakona o planiranju i izgradnji ("Službeni glasnik RS" br. 72/2009).

*Obrazloženje*

Zbog potrebe izvršenja posla po Ugovoru sa Investitorom JP "PUTEVI SRBIJE" JUPS VIII br.454-843 od 13.10.2009 g. (IMS br. 41-12445 od 09.10.2009.g.), a na projektu Studije izvodljivosti tehničkih mera smanjenja štetnog uticaja buke od drumskog saobraćaja na odabranim deonicama državnih puteva, donosim rešenje kao u dispozitivu.

Dostaviti:
- Imenovanom
- Poslovodstvu
- Kadrovskoj službi

Generalni direktor
Instituta IMS a.d.
dr Vencislav Grabulovski, dipl.inž.

ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА СРБИЈЕ

# ЛИЦЕНЦА

## ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу Закона о планирању и изградњи и
Статута Инжењерске коморе Србије

УПРАВНИ ОДБОР ИНЖЕЊЕРСКЕ КОМОРЕ СРБИЈЕ
утврђује да је

Боривоје Љ. Алексић

дипломирани инжењер саобраћаја
ЈМБ 3005954710222

одговорни пројектант

саобраћаја и саобраћајне сигнализације

Број лиценце
370 2715 03

У Београду,
23. октобра 2003. године

ПРЕДСЕДНИК КОМОРЕ
Милош Лазовић
Проф. др Милош Лазовић
дипл. грађ. инж.

Број: 1122/ 6/ 370271503
Београд, 10.11.2009. године

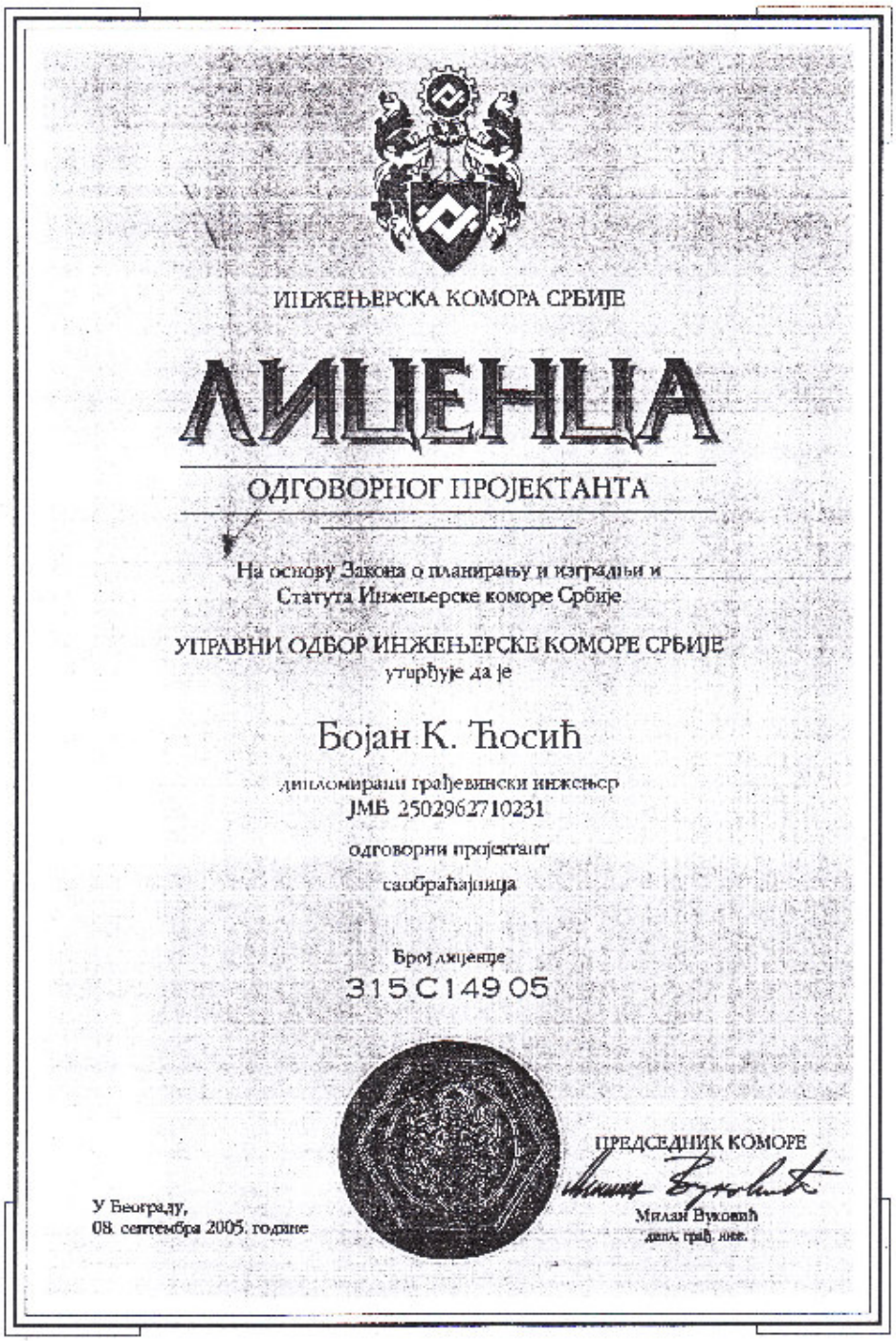
На основу члана 75. Статута Инжењерске коморе Србије ("СГ РС", бр. 88/05 и 16/09), а на лични захтев члана Коморе, Инжењерска комора Србије издаје

# ПОТВРДУ

Којом се потврђује да је Боривоје Љ. Алексић, дипл.инж.саоб.
лиценца број
**370 2715 03**
за
**одговорног пројектанта саобраћаја и саобраћајне сигнализације**

на дан издавања ове потврде члан Инжењерске коморе Србије, да је измирио обавезу плаћања чланарине Комори закључно са 23.10.2010. године, као и да му одлуком Суда части издата лиценца није одузета.

Председник Инжењерске коморе Србије
Проф. др Драгослав Шумарац, дипл.грађ.инж.



ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА СРБИЈЕ

# ЛИЦЕНЦА

ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу Закона о планирању и изградњи и
Статута Инжењерске коморе Србије

УПРАВНИ ОДБОР ИНЖЕЊЕРСКЕ КОМОРЕ СРБИЈЕ
утврђује да је

Бојан К. Ћосић

дипломирани грађевински инжењер
ЈМБ 2502962710231

одговорни пројектант

саобраћајница

Број лиценце
315 C149 05

ПРЕДСЕДНИК КОМОРЕ

Милан Вуковић
дипл. грађ. инж.

У Београду,
08. септембра 2005. године



Број: 1122/ 315С14905
Београд, 14.08.2009. године

На основу члана 75. Статута Инжењерске коморе Србије ("СГРС", бр. 83/05), а на лични захтев члана Коморе, Инжењерска комора Србије издаје

**ПОТВРДУ**

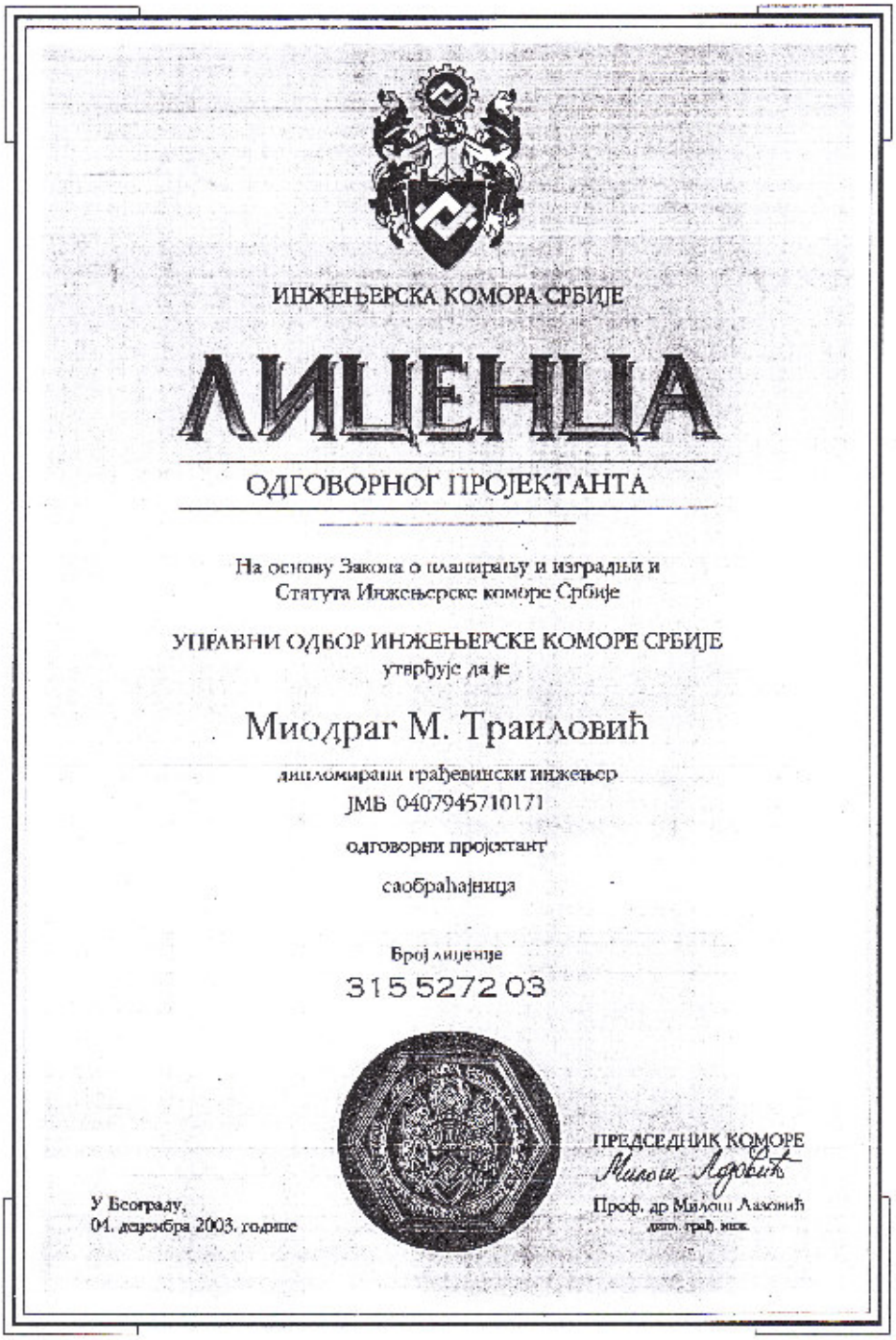
Којомсе потврђује да је Бојан К. Тасић, дипл.грађ.инж.
лиценца број
**315 С149 05**
за
**одговорног пројектанта саобраћајница**

на дан издавања ове потврде члан Инжењерске коморе Србије, дање измирио обавезу плаћања чланарине Комори закључно са 08.09.2009. године, као и да му одлуком Суда части издата лиценца није одузета.

М.П.

Председник Инжењерске коморе Србије

Проф. др Драгослав Шумарац, дипл.грађ.инж.



ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА СРБИЈЕ

# ЛИЦЕНЦА

ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу Закона о планирању и изградњи и
Статута Инжењерске коморе Србије

УПРАВНИ ОДБОР ИНЖЕЊЕРСКЕ КОМОРЕ СРБИЈЕ
утврђује да је

Миодраг М. Траиловић

дипломирани грађевински инжењер
ЈМБ 0407945710171

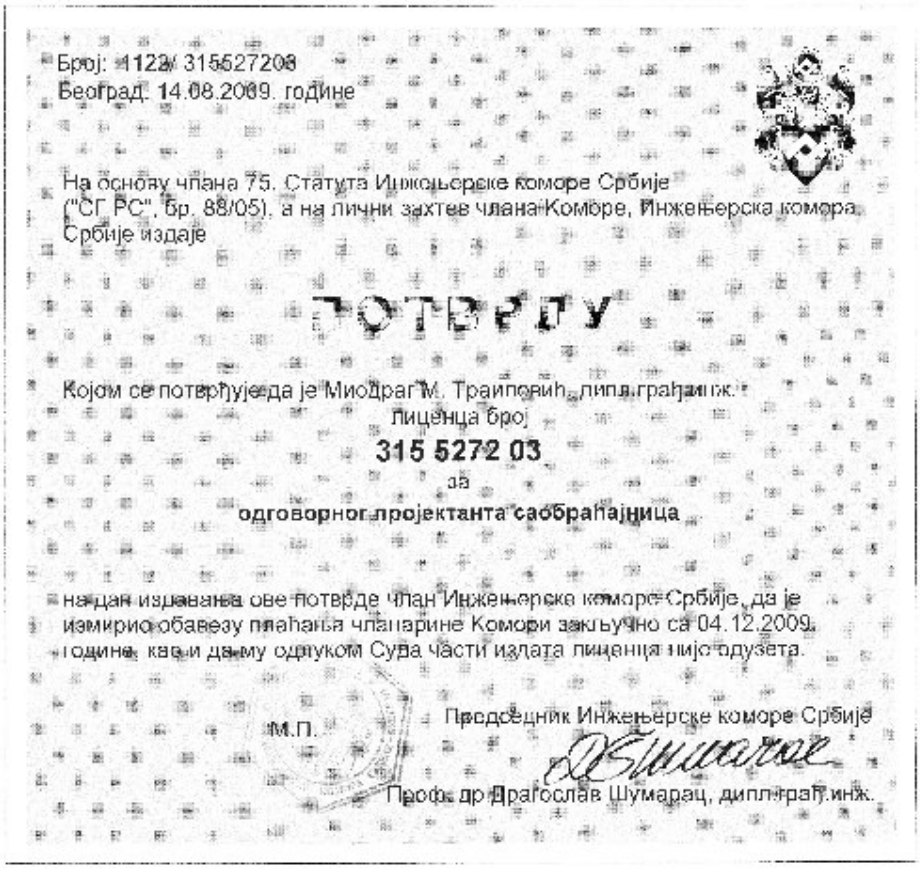
одговорни пројектант

саобраћајница

Број лиценце
315 5272 03

У Београду,
01. децембра 2003. године

ПРЕДСЕДНИК КОМОРЕ
Милош Ладовић
Проф. др Милош Ладовић
дипл. грађ. инж.



Број: 1123/ 315527208
Београд, 14.08.2009. године

На основу члана 75. Статута Инжењерске коморе Србије ("СГ РС", бр. 88/05), а на лични захтев члана Коморе, Инжењерска комора Србије издаје

# ПОТВРДУ

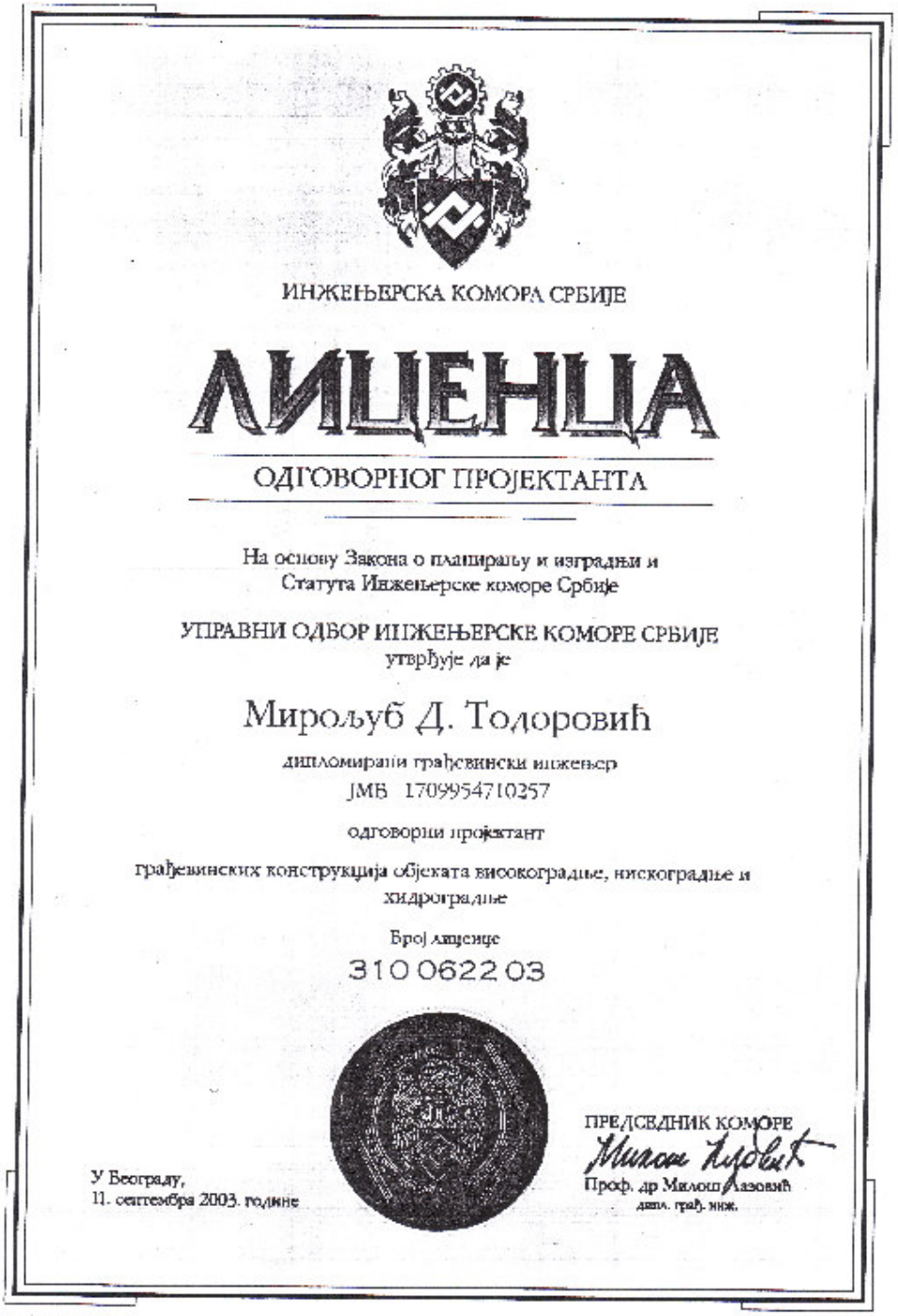
Којом се потврђује да је Миодраг М. Траиловић, дипл.грађ.инж.
лиценца број
**315 5272 03**
за
**одговорног пројектанта саобраћајница**

на дан издавања ове потврде члан Инжењерске коморе Србије, да је измирио обавезу плаћања чланарине Комори закључно са 04.12.2009. годину, као и да му одлуком Суда части издата лиценца није одузета.

М.П.

Председник Инжењерске коморе Србије

Проф. др Драгослав Шумарац, дипл.грађ.инж.



ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА СРБИЈЕ

# ЛИЦЕНЦА

ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу Закона о планирању и изградњи и
Статута Инжењерске коморе Србије

УПРАВНИ ОДБОР ИНЖЕЊЕРСКЕ КОМОРЕ СРБИЈЕ
утврђује да је

Мирољуб Д. Тодоровић

дипломирани грађевински инжењер
ЈМБ 1709954710257

одговорни пројектант

грађевинских конструкција објеката високоградње, нискоградње и
хидроградње

Број лиценце
310 0622 03

У Београду,
11. септембра 2003. године

ПРЕДСЕДНИК КОМОРЕ
Проф. др Милош Лазовић
дипл. грађ. инж.



Број: 1122/ 310062203
Београд, 14.08.2009. године

На основу члана 75. Статута Инжењерске коморе Србије ("СГ РС", бр. 88/05), а на лични захтев члана Коморе, Инжењерска комора Србије издаје

# ПОТВРДУ

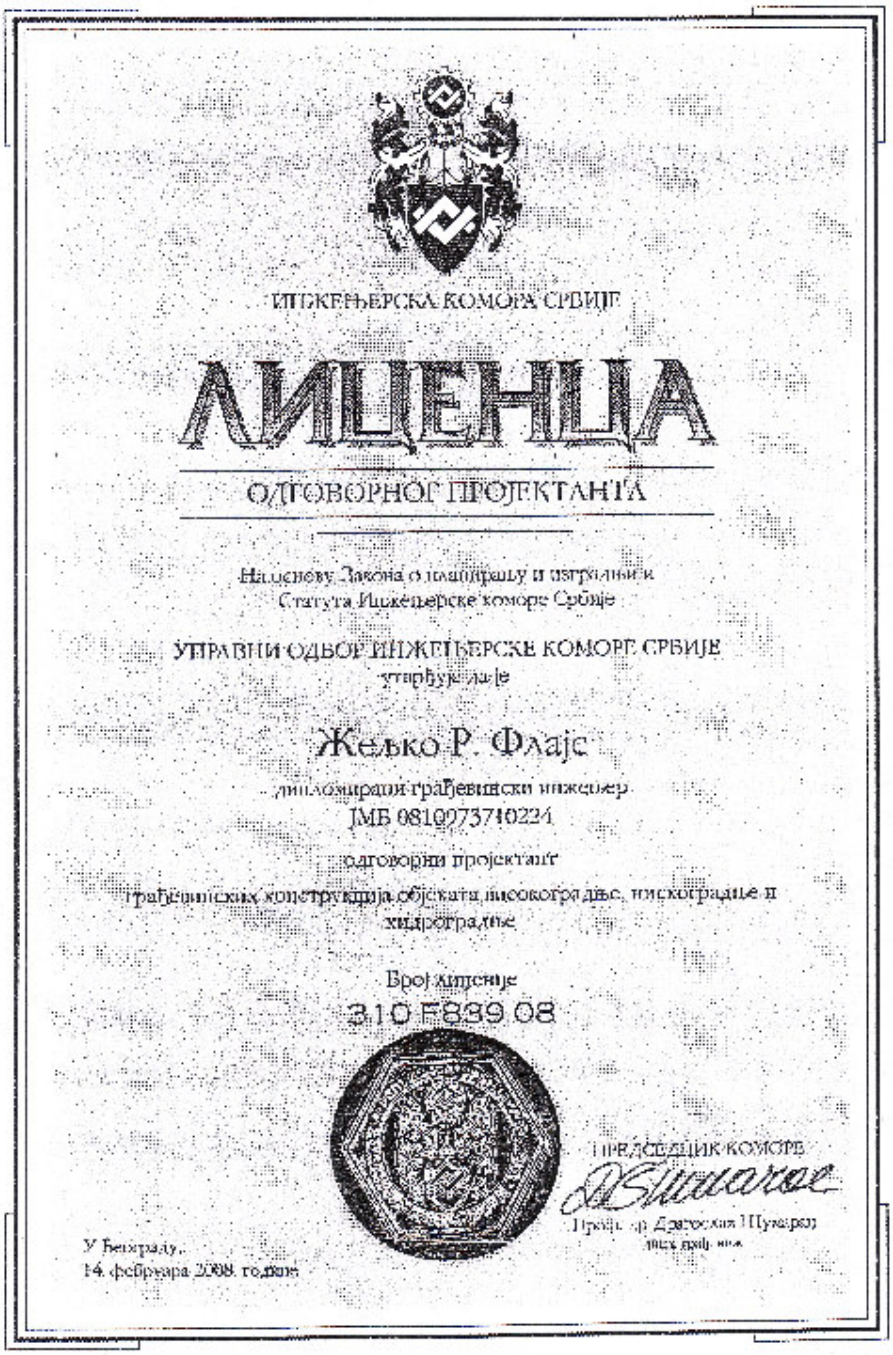
Којом се потврђује да је Мирољуб Д. Тодоровић, дипл.грађ.инж.
лиценца број
**310 0622 03**
за
**одговорног пројектанта грађевинских конструкција објеката високоградње, нискоградње и хидроградње**

на дан издавања ове потврде члан Инжењерске коморе Србије, да је измирио обавезу плаћања чланарине Комори закључно са 11.09.2009. године, као и да му одлуком Суда части издата лиценца није одузета.

М.П.

Председник Инжењерске коморе Србије

Проф. др Драгослав Шумарац, дипл.грађ.инж.



ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА СРБИЈЕ

# ЛИЦЕНЦА

## ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу Закона о планирању и изградњи
Статута Инжењерске коморе Србије

УПРАВНИ ОДБОР ИНЖЕЊЕРСКЕ КОМОРЕ СРБИЈЕ
утврђује да је

**Жељко Р. Флајс**

дипломирани грађевински инжењер
ЈМБ 0810973740224

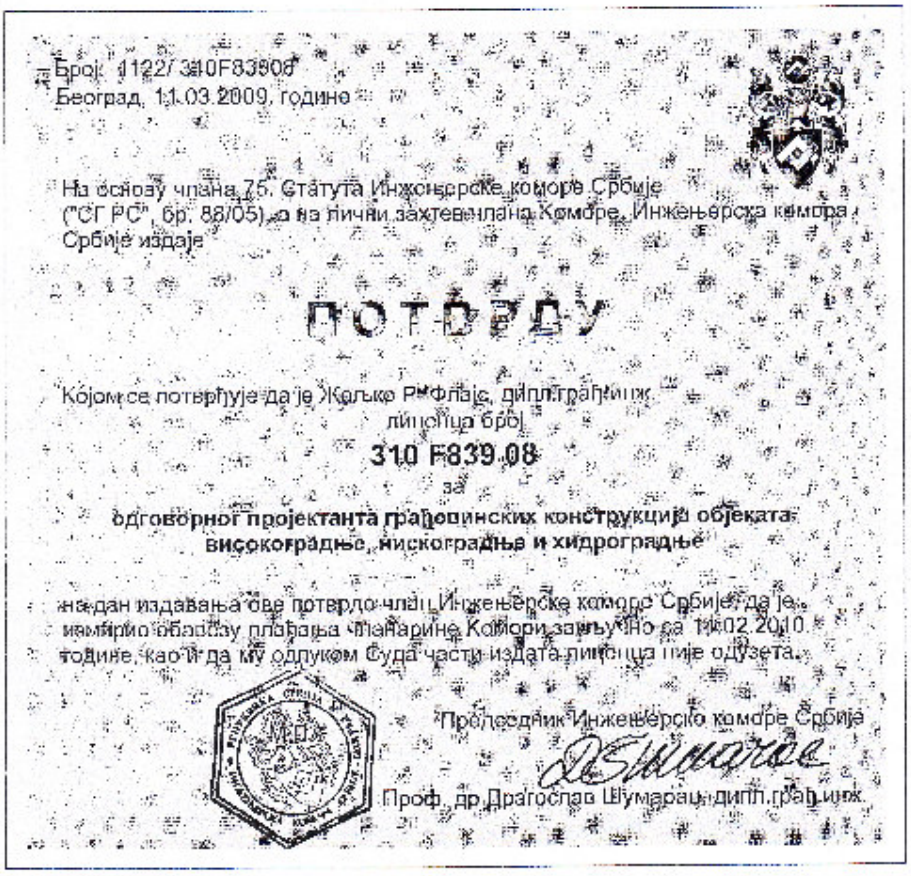
одговорни пројектант

грађевинских конструкција објеката високоградње, нискоградње и хидроградње

Број лиценце
310 F839 08

ПРЕДСЕДНИК КОМОРЕ
Проф. др Драгослав Шумарац
дипл. грађ. инж.

У Београду,
14. фебруара 2008. године



Број: 1122/ 310F83908
Београд, 11.03.2009. године

На основу члана 75. Статута Инжењерске коморе Србије ("СГ РС", бр. 88/05), а на лични захтев члана Коморе, Инжењерска комора Србије издаје

# ПОТВРДУ

Којом се потврђује да је Жељко Р. Флајс, дипл.грађ.инж.
линенца број

**310 F839.08**

за

**одговорног пројектанта грађевинских конструкција објеката: високоградње, нискоградње и хидроградње**

на дан издавања ове потврде члан Инжењерске коморе Србије, да је измирио обавезу плаћања чланарине Комори закључно са 11.02.2010. године, као и да му одлуком Суда части издата линенца није одузета.

Председник Инжењерско коморе Србије

Проф. др Драгослав Шумарац, дипл.грађ.инж.

# OSVĚDČENÍ O AUTORIZACI

**číslo 29012**

vydané

Českou komorou autorizovaných inženýrů a techniků
činných ve výstavbě
podle zákona ČNR č. 360/1992 Sb.

**Ing. Pavel Šudřich**
jméno a příjmení

750424/5705
rodné číslo

je

**autorizovaným inženýrem**

v oboru

**pozemní stavby**

V seznamu autorizovaných osob vedeném ČKAIT je veden pod číslem

1201560

a je oprávněn užívat autorizační razítko, jehož kontrolní otisk
je uveden zde:

ČESKÁ KOMORA AUTORIZOVANÝCH INŽENÝRŮ A TECHNIKŮ ČKAIT

Ing. PAVEL ŠUDŘICH autorizovaný inženýr pro pozemní stavby ČKAIT - 1201560

Autorizace je udělena ke dni 8. 12. 2006

Ing. Václav Mach
předseda ČKAIT

----------Prevod sa češkog na srpski jezik ----------

# СВЕДОЧАНСТВО О АУТОРИЗАЦИЈИ

**број 29012**

које је испоставила

Чешка комора ауторизираних инжењера и техничара у грађевинарству
према Закону ЧНР бр. 360/1992 Сб.

**Dipl. Ing. Pavel Šudřich**
име и презиме

750424/5705
ЈМБГ

је
**ауторизираним инжењером**

у струци

**поземне грађевине**

У списку ауторизираних лица, који води ЧКАИТ се води са бројем

**1201560**

и овлаштен је да користи ауторизачни печат којег контролни отисак се налази овде:

(округли печат са грбом)
ЧКАИТ
ЧЕШКА КОМОРА
АУТОРИЗИРАНИХ
ИНЖЕЊЕРА И ТЕХНИЧАРА

(округли печат са државним грбом)
Dipl. Ing. Pavel Šudřich
ауторизирани инжењер за
поземне грађевине
ЧКАИТ - 1201560

Ауторизација је додељена на дан 08.12.2006

(потпис нечитљив)
Dipl. Ing. Václav Mach
Председник ЧКАИТ

**Овера – видимација**

Оверавам да овај препис који се састоји од ..1.. листа дословце одговара оригиналу од којега је направљен, и који састоји од .. 1.. листа

У Оломоуцу, дана 21.12.2006.

(потпис нечитљив)
Eva Vychodilová
нотарски секретар

(округли печат са државним грбом):
JUDr. Jana Eliášková

---

**Tlumočnická doložka**

Jako tlumočník jazyků srbského, chorvatského, bosenského a černohorského jmenovaný rozhodnutím předsedy Krajského soudu v Ostravě ze dne 2. září 2005, č.j. 3031/2005 stvrzuji, že překlad souhlasí s textem připojené listiny. Tlumočnický úkon je zapsán pod poř. č. 488 deníku. Odměnu účtuji za jednu stranu podle vyhl. č. 37/1967 Sb. ve znění vyhl. č. 432/2002 Sb., §§ 17, 20 a 24, částkou 500,- Kč. Náhradu hotových výloh neúčtuji.

Ing. Dušan Fürst

# Б. ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК

# ПРОЈЕКТНИ ЗАДАТАК

**за израду Студије изводљивости техничких мера смањења штетног утицаја буке од друмског саобраћаја на одабраним деоницама државних путева**

## 1. Општи

На основу Закона о заштити од буке у животној средини („Службени Гласник РС" 36/2009) и Закона о јавним путевима („Службени Гласник РС" 101/2005), при пројектовању, грађењу и реконструкцији објеката саобраћајне инфраструктуре инвеститор пројекта дужан је да спроведе мере звучне заштите, односно изградњи објекте и опрему за заштиту од буке у складу са овим законима и другим прописима.

Такође, чланом 38. Закона о заштити од буке у животној средини прецизиран је рок за израду стратешких карата буке и акционих планова и то: за главне путеве са просечним годишњим протоком саобраћаја већим од 6.000.000 возила, најкасније до 30. јуна 2012. године, а за главне путеве са просечним годишњим протоком саобраћаја већим од 3.000.000 возила, најкасније до 31. децембра 2017. године. Акциони планови заштите од буке у животној средини донеће се у року од годину дана од дана израде стратешких карата буке.

Проблем саобраћајне буке је локални проблем директно повезан са просторним и урбанистичким планирањем. Република Србија планира нову транспортну инфраструктурну мрежу поштујући овај аспект. Међутим, утицај саобраћајне буке на затечене стамбене објекте дуж постојећих путева је битно погоршан током последњих десет година услед енормног пораста саобраћаја. Техничке мере заштите од буке које нижеће нови Закон о заштити од буке у животној средини представљају начин да се одстране или умање негативни утицаји буке на здравље становништва.

Ј.П. "Путеви Србије" је одговорно за реализацију овог пројекта и тражи обрађивача који ће преузети извршење услуга израде Студије изводљивости техничких мера смањења штетног утицаја буке од друмског саобраћаја на одабраним деоницама државних путева.

## 2. Циљ услуга

Општи циљеви су:

- Смањење негативног утицаја транспорта на животну средину у складу са принципима одрживог развоја;
- Смањење штетног утицаја друмског саобраћаја на животну средину
- Остварење путне инфраструктуре која је прилагођена природном и културном окружењу, на начин да се природни ресурси чувају, а утицаји саобраћаја имају подношљиви/прихватљив утицај на здравље и добробит људи.
- Успостављање дугорочне контроле буке на најфреквентнијим саобраћајницама
- Заштита од саобраћајне буке,
- Смањивање емисије буке у најугроженијим локацијама и очување квалитетне амбијенталне буке тамо где је он добар.

Студију изводљивости неопходно је израдити због високих трошкова имплементације техничких решења и због претпостављеног дефинисања приоритетних локација за примену одговарајућих мера заштите од буке. Крој Студију ће бити

потврђене конкретне локације на постојећој мрежи државних путева где је потребно и економски оправдано етапно решавање проблема буке од друмског саобраћаја. За те локације ће се, на бази ове Студије, по доношењу подзаконске регулативе, израдити стратешке карте буке и акциони планови и припремити одговарајући пројекти за извођење техничких мера заштите од буке, праћени процесом континуираног мониторинга буке на пројектом дефинисаним локацијама.

Услуге имају следеће специфичне циљеве:

- Утврђивање просторне, еколошке, друштвене, финансијске, тржишне и економске оправданости инвестиције за извођење техничких мера смањења штетног утицаја буке од друмског саобраћаја на одабраним деоницама постојећих државних путева
- Стварање стручне основе за доношење одлуке о оправданости улагања и покретању поступка за издавање одобрења за уградњу техничких мера заштите од буке на постојећим путевима.

Обрађивач ће проценити изводљивост техничких мера смањења штетног утицаја буке од друмског саобраћаја на одабраним деоницама државних путева и дати јасне ставове о:

- најугроженијим локацијама дуж одабраних деоница државних путева,
- врсти, обиму, динамици и оправданости улагања,
- потреби за допунском студијом о процени утицаја изведеног стања и
- неопходној инвестиционо техничкој документацији за предвиђене радове.

### 3. Постојећа документација

Обрађивачу ће бити омогућен увид у документацију. Следећа документација је од значаја за обављање услуга:

„Стратегија развоја железничког, друмског, водног, ваздушног и интермодалног транспорта у Републици Србији, 2008-2015". („Службени гласник Републике Србије, бр. 4/2008), 14.01.2008. са Акционим планом у области путне инфраструктуре;

- "Национални план изградње путне и железничке инфраструктуре Републике Србије у периоду од 2008-2015 године", Националног савета за инфраструктуру Владе Републике Србије, из октобра 2008.;
- Приказ постојеће мреже државних путева у Републици Србији, планова, мапа и система за управљање, База података о путевима, ЈПИС, 2009.;
- Уредба о критеријумима за категоризацију државних путева ("Сл. гласник РС", бр. 37/2009)
- "Праћење саобраћаја на путевима Републике Србије у 2008. години", ЈПИС, Београд, 2009.;
- Студијско-аналитичка основа просторног развоја Републике Србије (Стратегија израде новог Просторног плана Републике Србије), сепарат: Саобраћај и саобраћајна инфраструктура, ИАУС, Београд, 2009.;
- Програм радова на одржавању, заштити, изградњи и реконструкцији магистралних и регионалних путева на територији Републике Србије за 2009. годину. Јавно предузеће "Путеви Србије", Београд, 2009.

**4. Предмет услуга**

Израда студије изводљивости техничких мера смањења штетног утицаја буке од друмског саобраћаја на одабраним деопицама државних путева ће се обављати кроз проучавање постојеће документације, консултације са надлежним и стручним институцијама и јавношћу, као и идентификацију и квантификацију постојећег стања и могућих утицаја, обрађивач мора све време користити најекономичније, најделотворније и опште прихватљиве инжењерске концепције.
обрађивач ће извршавати следеће задатке:

| | |
|---|---|
| Задатак 1: | Уводне аналитичке и истраживачке активности пројекта (сакупљање релевантне документације која ће послужити у изради студије изводљивости и то: бројања саобраћаја, базе података о путевима, топографских подлога, тематских карти подручја, претходно урађених студија и анализа, планске и пројектне документације за предметно подручје, стратешких студија и др); методологија, избор модела /софтверског апата; |
| Задатак 2: | Утврђивање и опис потенцијално угрожених садржаја дуж одабраних деопица државне путне мреже и објеката (приказ изложених зона са објектима.); |
| Задатак 3: | Дефинисање садашњих и будућих вредности емисија саобраћајне буке, приказ угрожених зона, провера улазних података, прорачун/мерења имисије, обрада резултата; |
| Задатак 4: | Утврђивање планираних, пројектованих и могућих техничко-технолошких решења у пројектовању, извођењу и експлоатацији |
| Задатак 5: | Утврђивање потребних инпута за примену звучне заштите (анализа и процена врсте и количина материјала, опреме и радова, могућност набавке, прогноза набавних цена); |
| Задатак 6: | Утврђивање просторних аспеката – утврђивање усаглашености и последица; |
| Задатак 7: | Идентификација еколошких аспеката – ефекти техничких мера заштите од буке |
| Задатак 8: | Утврђивање финансијске ефикасности са оценом рентабилности мера |
| Задатак 9: | Утврђивање друштвено-економске ефикасности ( анализа трошкови – користи (C/B), анализа друштвених екстерних трошкова "загађивач плаћа") |
| Задатак 10: | Анализа осетљивости и ризика инвестирања |
| Задатак 11: | Анализа извора финансирања, финансијских обавеза и динамике |
| Задатак 12: | Анализа организационих и кадровских могућности за примену техничких мера заштите од буке |
| Задатак 13: | Израда закључка о изводљивости и оправданости инвестиције |
| Задатак 14: | Припрема Извештаја о студији изводљивости са предлогом Акционог плана |

**5. Регулатива**

Извршење услуга мора пратити одговарајуће одредбе законске регулативе и других прописа и стандарда који се односе на путеве и заштиту животне средине, и то:

1. Закон о јавним путевима. („Службени Гласник РС" 101/2005)
2. Закон о планирању и изградњи, („Службени Гласник РС" 47/2003, 34/2006)

1

3. Закон о заштити животне средине, („Службени Гласник РС" 135/2004)
4. Закон о изменама и допунама Закона о заштити животне средине, („Службени Гласник РС" 36/2009)
5. Закон о заштити од буке у животној средини, („Службени Гласник РС" 36/2009)
6. Правилник о дозвољеном нивоу буке у животној средини („Службени Гласник РС" 54/92)
7. Закон о процени утицаја на животну средину, („Службени Гласник РС" 135/2004)
8. Закон о изменама и допунама Закона о процени утицаја на животну средину („Службени Гласник РС" 36/2009)
9. Закон о стратешкој процени утицаја на животну средину, („Службени Гласник РС" 135/2004)
10. Закон о заштити природе, („Службени Гласник РС" 36/2009)
11. Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине, („Службени Гласник РС" 135/2004)
12. Важећи стандарди и препоруке из наведене области

У случају неусклађења одговарајуће регулативе Републике Србије користиће се одговарајуће одредбе из регулативе Европске уније (END 2002/49/ЕС).

**6. Локација и временски оквир**

Локација пројекта је мрежа државних путева I и II реда на целокупној територији Републике Србије. Студија изводљивости техничких мера смањења штетног утицаја буке од друмског саобраћаја израђује се на нивоу целе мреже за одабране деонице државних путева са просечним годишњим протоком саобраћаја већим од три милиона возила односно са другим индикаторима угрожености садржаја буком.

Активности на изради студије изводљивости ће бити спроведене током припреме подзаконске регулативе која произилази из Закона о заштити од буке у животној средини у циљу благовременог обезбеђења средстава за примену мера звучне заштите у складу са овим законом и другим прописима Републике Србије. Предвиђено је да фаза припреме и доношења подзаконске регулативе траје до поласка 2010. година.

Активности обрађивача ће се одвијати паралелно са активностима надлежног органа на припреми подзаконске регулативе, али се морају завршити пре окончања израде подзаконских аката, како би се обезбедио изводљив и оправдан приступ изради стратешких карата буке и акционих планова заштите од буке на државним путевима.

Пројектним задатком захтева се и довољно ангажовање обрађивача у току јавне расправе, као и у периоду од 30 (тридесет) дана од завршетка јавне расправе када треба доставити коначну верзију студије изводљивости.

**7. Стручни тим**

Од обрађивача се очекује да поседује одговарајуће искуство у извршењу услуга израде студија изводљивости (студија оправданости и претходних студија оправданости) на сличним пројектима и нивоима детаљности.

Обрађивач ће обезбедити стручни тим са одговарајућим вештинама и искуством. У оквиру стручног тима предвиђа се следеће особље:

- Вођа тима одговоран за целокупно вођење услуга. Вођа тима треба да има најмање 10 (десет) година искуства, укључујући и најмање 5 (пет) година искуства на сличним пројектима и услугама.
- Заменик вође тима помаже вођи тима у руковођењу услугама и одговоран је за сарадњу са стручним тимом, под обрађивачима и руководиоцима надлежног сектора/одељења у Ј.П. "Путеви Србије". Заменик вође тима мора имати најмање 5 (пет) година искуства, укључујући и најмање 3 (три) године искуства на сличним пројектима и услугама.
- Стручни тим извршава послове у оквиру специфичних области које су предмет разматрања (просторно планирање, планирање система саобраћаја, праћење нивоа буке, пројектовање путева и техничких мера звучне заштите, захтеване економске и друге анализе, примена софтверских пакета и др.). Чланови стручног тима морају појединачно имати најмање 3 (три) године искуства, укључујући и најмање 2 (две) године искуства на сличним пројектима и услугама и у пројектовању техничких мера заштите животне средине. У оквиру своје понуде за извршење услуга обрађивач ће доставити скраћене биографије (CV) за предложено особље.

**8. Обавезе уговорних страна**

За реализацију услуга је одговорно Ј.П. "Путеви Србије". Руководилац надлежног сектора/одељења ће пратити и предлагати рад обрађивача.

Ј.П. "Путеви Србије" ће обрађивачу омогућити приступ постојећој документацији која се односи на пројекат, а ко је обрађивач у потпуности одговоран за верификацију, интерпретацију и употребу тих материјала. Ј.П. "Путеви Србије" ће обрађивачу помоћи у остваривању контакта са планерима и пројектантима, као и надлежним институцијама - Агенцијом за заштиту животне средине и надлежним органима и другим субјектима у области заштите животне средине, здравља, планирања и изградње, односно саобраћаја.

Обрађивач је обавезан да у свом раду користи постојећу техничку документацију, претходне радове и варијантна решења у вези са предметним пројектом, до сада израђене стратешке студије и студије о проблему улица за предметно подручја, Стратегију просторног развоја Републике Србије, шеме просторног развоја и др., као и законе, прописе, правилнике и упутства која регулишу активности у вези планирања, пројектовања, изградње, експлоатације и одржавања саобраћајница и саобраћајних објеката и активности на заштити животне средине, посебно на заштити од буке.

**9. Извештавање**

Студија изводљивости ће бити обрађена у два документа, и то:

- Студија изводљивости на нивоу претходне студије оправданости са детаљном квалитативно-квантитативном обрадом постојећег стања и утврђеном просторном, еколошком, друштвеном, финансијском, тржишном и економском оправданошћу инвестиције за техничке мере смањења штетног утицаја буке од друмског саобраћаја на одабраним деоницама државних путева и
- Извештај о студији изводљивости са предлогом Акционог плана (ЛАПС), који би био презентован доносиоцима одлука, заинтересованим организацијама и институцијама и јавности.

Студија изводљивости треба да садржи:

**1. Увод** (циљеви инвестирања - друштвени, економски, остали циљеви; основни подаци о инвеститору и ауторима студије; задатак за израду студије; плански период и информациона основа; методолошки приступ - образложење примењеног модела /софтверског алата);

**2. Анализу постојећег стања** (просторна локација одабраних деоница *главних путева* - државних путева I и II реда са просечним годишњим протоком саобраћаја већим од три милиона возила, односно са другим индикаторима угрожености садржаја буком дуж државних путева: функција и степен заштите од буке; релевантне деонице и зоне изложености у систему ванградске /градске путне мреже; број становника по зонама изложености; нетакнуте локације рецептора);

**3. Експлоатациони аспект - анализа и пројекција** (подручја утицаја; обим и структура садашњег и прогнозираног саобраћаја; оцена услова одвијања саобраћаја; раскрепице регулисане светлосном сигнализацијом; извршена мерења/прорачуни буке; низови угрожености);

**4. Приказ планираних, пројектованих и могућих техничко-технолошких решења у пројектовању, извођењу и експлоатацији** (приказ израде студија о процени утицаја на животну средину и стратешких процена утицаја, приказ техничко-технолошких решења из генералних и плејних пројеката - техничке мере заштите и др.; графички приказ варијантних решења; планирани век објеката; структура и динамика потребних улагања);

**5. Анализу набавног тржишта** (спецификација и опис потребних инпута за примену звучне заштите путем одговарајуће звучне изолације и звучних баријера; анализа и процена могућности набавке потребних инпута - за материјал, опрему и радове; прогноза набавних цена),

**6. Просторни аспект** (анализа одабраних локација; оцена и избор приоритетних локација; усаглашеност усвојене варијанте са мерама које су већ предузете или планиране за смањење буке, као и са свим пројектима техничких мера заштите од буке у припреми; просторне последице заузимања површина на јавном путу, односно на другом земљишту које користи управљач јавног пута и раздвајања целина; утицаји на локални просторни развој; претходна оцена просторне подобности; безбедност);

**7. Претходну анализу утицаја на животну средину** (досадашње процене утицаја и предлози техничких мера заштите од буке; подаци о прекораченим граничним вредностима; оквирна процена броја становника изложених буци и угрожених буком, идентификација проблема и ситуације које треба побољшати; анализа могућих позитивних утицаја на животну средину; предлог будућих мера заштите од буке; однос према природним и културно-историјским добрима; претходна оцена еколошке подобности планираних мера заштите од буке);

**8. Финансијску анализу и оцену** (прорачун потребних улагања; извори финансирања - средства буџета и друга финансијска средства, оцена ефикасности и очекиване користи у односу на трошкове; претходна финансијска оцена рентабилности пројекта);

**9. Друштвено-економску анализу и оцену** (економски трошкови и користи по варијантама у периоду експлоатације; примењени метод економског вредновања; директни и индиректни (екстерни) друштвено-економски ефекти; предлог оптимадне варијанте; етапе и фазе реализације техничких мера смањења штетног утицаја буке; претходна друштвено-економска оцена рентабилности пројекта);

**10. Анализу осетљивости и ризика инвестирања** (осетљивост на промене полазних параметара; осетљивост пројекта на повећање/смањење расхода и прихода; извори и

6

размере ризика: финансијски и техничко-технолошки ризици, ризици природе, организациони ризици);
**11. Претходну анализу извора финансирања и финансијских обавеза** (сопствена средства инвеститора; домаћи извори; иностранни и међународни извори; гаранције и обавезе; претходна оцена извора и динамике финансирања);
**12. Претходну анализу организационих и кадровских могућности** (организација; кадровски потенцијал; претходна оцена организационе и кадровске подобности);
**13. Закључак о студији изводљивости.**

Извештај о студији изводљивости са предлогом Акционог плана треба да садржи:
- резиме студије изводљивости
- предлог основе за израду стратешких карата буке (деонице за које је обавезна и оквирно потребна израда стратешких карата буке);
- предлог Акционог плана заштите од буке у животној средини за државне путеве Републике Србије (опис релевантних деоница главних државних путева, надлежност органа и основе за израду предлога акционог плана; подаци о измереним и оцењеним прекорачењима граничних вредности; оквирна процена броја становника и кућних буди дуж одабраних деоница државних путева; идентификација проблема и ситуације које треба побољшати; све предузете мере и пројекти у припреми; средњорочне и дугорочне мере и активности које треба предузети за период од пет година; резултати учешћа јавности у поступку припреме студије изводљивости; извори финансирања - средства буџета и други финансијски средства; оцена ефикасности и очекиване користи у односу на трошкове; начин вредновања акционог плана у погледу примене и резултата).

Нацрти студије изводљивости и Извештаја о студији изводљивости са предлогом Акционог плана ће бити достављени у року од највише 120 (сто двадесет) дана од дана закључења уговора. Обрађивач ће доставити нацрте у писаној форми и то у 8 (осам) примерака, као и 8 (осам) примерака у електронском облику.

Ј.П. "Путеви Србије" ће организовати јавну расправу о нацрту студије изводљивости техничких мера смањења штетног утицаја буке од друмског саобраћаја на одабраним деоницама државних путева, уз учешће представника Министарства животне средине и просторног планирања, Агенције за животну средину и Министарства за инфраструктуру, после чега ће све коментаре, примедбе и предлоге доставити обрађивачу, који ће бити обавезан да исте у реалној и разумној мери угради у коначну верзију студије изводљивости. Коначне верзије студије изводљивости и Извештаја о студији изводљивости са предлогом Акционог плана (ЈПИС) ће бити достављене у року од 30 (тридесет) дана од окончања јавне расправе.

Обрађивач ће доставити коначне верзије и то 8 (осам) примерака у писаној форми и 8 (осам) примерака у електронском облику на српском језику. Поред тога, обрађивач ће доставити и 8 (осам) примерака коначне верзије Извештаја о студији изводљивости са предлогом Акционог плана у штампаном и електронском облику на енглеском језику.

Ако се у изради студије изводљивости користе софтверски алати за прорачун и вредновање, коначни резултати морају да садрже резиме и рекапитулацију разматраних решења, као и јасно изабране технологије за израду студије изводљивости, обрађивач ће

обезбедити и електронске копије свих радних белешки и техничких материјала који су израђени у току пројекта, у њиховом оригиналном електронском формату (нпр. карте, текстуалне датотеке, радне табеле, базе података и др).

Ј.П. "Путеви Србије" ће задржати сва права над свим радним белешкама, прикупљеним и обрађеним подацима, техничким материјалима израђеним у току пројекта, предлогима и коначним документима и др. Подаци и документација ће моћи да се дистрибуирају и објављују у јавности, штампаним и електронским медијима након одобрења од стране посиена права.

ИНВЕСТИТОР

5

# В. ТЕКСТУАЛНИ ДЕО

1. Уводне аналитичке и истраживачке активности пројекта
2. Утврђивање и опис потенцијално угрожених садржаја дуж одабраних деоница државне путне мреже и објеката
3. Дефинисање садашњих и будућих вредности емисија саобраћајне буке
4. Утврђивање могућих, планираних и пројектованих техничко-технолошких решења
5. Утврђивање потребних инпута за примену звучне заштите
6. Утврђивање просторних аспеката – утврђивање усаглашености и последица
7. Идентификација еколошких аспеката – ефекти техничких мера заштите од буке
8. Утврђивање финансијске ефикасности са оценом рентабилности мера
9. Утврђивање друштвено-економске ефикасности
10. Анализа осетљивости и ризика инвестирања
11. Анализа извора финансирања, финансијских обавеза и динамике
12. Анализа организационих и кадровских могућности за примену техничких мера заштите од буке
13. Закључак о изводљивости и оправданости инвестиције
14. Литература

# 1. УВОДНЕ АНАЛИТИЧКЕ И ИСТРАЖИВАЧКЕ АКТИВНОСТИ ПРОЈЕКТА

Јавно предузеће "Путеви Србије" је као Инвеститор Уговором ЈППС VIII бр. 454-843 од 13.10.2009.г. (ИМС бр. 41-12445 од 09.10.2009.г.) поверило Институту ИМС а.д. израду Студије изводљивости техничких мера смањења штетног утицаја буке од друмског саобраћаја на одабраним деоницама државних путева (у даљем тексту: Студија).

Ова Студија усклађена је у потпуности са регулативом датом у поглављу 14. Домаћа законска регулатива представља основу за израду ове Студије. Све дефиниције и правила преузети су на основу ових докумената. Поред тога, бројни стандарди из области акустике како домаћи текст тако и страни узети су у обзир и имплементирани у основни текст Студије. Посебна пажња обрађена је на терминологију и дефиниције. Такође сви методолошки принципи за прорачун мерења, мониторинг и сл. су у пуној мери поштовани и усклађени са стандардима. Поједине процедуре су детаљније разрађене како би представљале основ за будући рад.

Ова Студија се ради у периоду непосредно после усвајања Закона о заштити од буке у животној средини, [P5], а у време док нису израђена сва подзаконска акта, нити су исправљене значајне грешке које у поменутом Закону постоје.

Такође, у време израде ове Студије нису добијена ни релевантна тумачења надлежних институција којима би једнозначно биле разрешене све недоумице на које је обрађивач наишао током њене израде, па је један број оваквих ситуација разрешаван на основу става Института ИМС као обрађивача.

На основу Закона о заштити од буке у животној средини, [P5], и Закона о јавним путевима, [P1], при пројектовању, грађењу и реконструкцији објеката саобраћајне инфраструктуре Инвеститор као управљач јавним путевима, треба да спроведе мере звучне заштите, односно изгради објекте и опрему за заштиту од буке, што је Инвеститор и навео у конкурсној документацији.

Проблем буке саобраћаја је локални проблем само изоловано ако би се проблематика свела на величину зоне утицаја и на растојање од самог извора. Локализујући проблем на овакав начин зона утицаја је мања од 10 km. Под овим се подразумева растојање на коме би бука у идеалним условима простирања могла да се чује. Зона утицаја је по правилу знатно мања у односу на друге аспекте заштите где загађење животне средине може да се прошири и на више стотина километара. Са друге стране број појединачних загађивача, посебно када је у питању друмски саобраћај, јако је велики тако да је и зона утицаја буке коју он ствара врло велика, нарочито када се узме у обзир да је бука саобраћаја уско повезана са урбаним агломерацијама са великом густином насељености. На овај начин проблем буке саобраћаја је глобалног карактера и у директној вези са просторним и урбанистичким планирањем.

Техничке мере заштите од буке које налаже Закон [P5] представљају начин да се одстране или умање негативни утицаји буке на здравље становништва.

Општи циљеви израде ове Студије, како је то Инвеститор навео у конкурсној документацији, су:

- Смањење негативног утицаја транспорта на животну средину у складу са принципима одрживог развоја,
- Смањење штетног утицаја друмског саобраћаја на животну средину,
- Остварење путне инфраструктуре која је прилагођена природном и културном окружењу, на начин да се природни ресурси чувају, а утицаји саобраћаја имају подношљив / прихватљив утицај на здравље и добробит људи,
- Успостављење циљане контроле буке на најфреквентнијим саобраћајницама,
- Заштита од саобраћајне буке и
- Смањивање емисије буке у најугроженијим локацијама и очување квалитета амбијенталне буке тамо где је он добар.

Студију је, према конкурсној документацији, неопходно израдити због високих трошкова имплементације техничких решења и због прелиминарног дефинисања приоритетних локација за примену одговарајућих мера заштите од буке.

Кроз Студију ће бити потврђене конкретне локације на постојећој мрежи државних путева где је потребно и економски оправдано етапно решавање проблема буке друмског саобраћаја. За те локације ће се, на бази ове Студије, по доношењу подзаконске регулативе, израдити стратешке карте буке и акциони планови и припремити одговарајући пројекти за извођење техничких мера заштите од буке, праћени процесом континуираног мониторинга буке на пројектом дефинисаним локацијама.

Специфични циљеви израде Студије су, према конкурсној документацији:

- Утврђивање просторне, еколошке, друштвене, финансијске, тржишне и економске оправданости инвестиције за извођење техничких мера смањења штетног утицаја буке од друмског саобраћаја на одабраним деоницама постојећих државних путева, и
- Стварање стручног основа за доношење одлуке о оправданости улагања и покретању поступка за издавање одобрења за уградњу техничких мера заштите од буке на постојећим путевима.

Обрађивач ће проценити изводљивост техничких мера смањења штетног утицаја буке од друмског саобраћаја на одабраним деоницама државних путева и дати јасне ставове о:

- најугроженијим локацијама дуж одабраних деоница државних путева,
- врсти, обиму, динамици и оправданости улагања и
- неопходној инвестиционо-техничкој документацији за предвиђене радове.

# 1.1. ОСНОВНИ ПОДАЦИ О ИНВЕСТИТОРУ




| | |
|---|---|
| **Наручилац:** | ЈАВНО ПРЕДУЗЕЋЕ “ПУТЕВИ СРБИЈЕ”<br>Булевар краља Александра 282, Београд, Србија |
| **ЈАВНО ПРЕДУЗЕЋЕ “ПУТЕВИ СРБИЈЕ”**<br>**Генерални директор:** | Зоран Дробњак, дипл.грађ.инж. |
| **Сектор за стратегију, пројектовање и развој**<br>**Директор:** | Биљана Вуксановић, дипл.грађ.инж. |
| **Контакт:** | тел: 011 / 3040 700<br>факс: 011 / 3040 614<br>e-mail: office@putevi-srbije.rs |

## 1.2. ОСНОВНИ ПОДАЦИ О ОБРАЂИВАЧИМА

### 1.2.1. Институт ИМС а.д.

ИМС IMS INSTITUT IMS AD BEOGRAD

| | |
|---|---|
| **Извршилац:** | ИНСТИТУТ ИМС а.д.<br>Булевар војводе Мишића 43, Београд, Србија |
| **Генерални директор:** | др Венцислав Грабулов, дипл.инж. |
| **Руководилац пројекта:** | мр Борислав Б. Будисављевић, дипл.инж. |
| **Контакт:** | тел: +381 (011) 2650-322; 3691-559<br>факс: +381 (011) 3692-772; 3692-782<br>e-mail: office@institutims.rs<br>url: www.institutims.rs<br>МБ: 7008139<br>ПИБ: 100223617 |

### 1.2.1.1. Подаци о Институту ИМС а.д.

Институт за испитивање материјала први пут је основан 1929.г. и представља најстарију научно-истраживачку институцију у Србији. Основна идеја приликом оснивања била је потреба за јединственом институцијом која би се, поред истраживања и развоја, бавила и редовном контролом сировина, полупроизвода и производа хемијске, грађевинске и металске индустрије. Институт за испитивање материјала је поново основан Уредбом о Савезном институту за грађевинарство из 1952.г. Решењем владе ФНРЈ из 1953.г. пренесен је у надлежност Владе Народне Републике Србије. Решењем Владе Републике Србије 1953.г. престаје са радом као буџетска установа и проглашава се привредном установом под називом Институт за испитивање материјала Народне Републике Србије. Одлуком савета за научни рад из 1958.г. Институту за испитивање материјала НР Србије признат је статус научне установе. Решењем Републичког Секретаријата за образовање, науку и спорт 1971.г. Институт за испитивање материјала се уписује у регистар научних организација. Решењем Републичког комитета за науку и информатику СР Србије 1985.г. утврђује се да Институт за испитивање материјала испуњава услове за обављање научно-истраживачке делатности као основне делатности. Решењем Министарства за науку и технологију из 1991.г. утврђује се да је ДП Институт за испитивање материјала испуњава услове да као истраживачки институт обавља научно-истраживачки рад. Одлуком Института из 1991.г. Институт се организује као деоничарско друштво. Решењем Министраства за науку и технологију утврђује се да Институт ИМС дд испуњава услове да обавља научно-истраживачку делатност ради остваривања општег интереса. Одлуком о организовању Института за испитивање материјала из 2001.г. постаје акционарско друштво које је приватизовано у складу са Законом о приватизацији и преведено је у Агенцији за привредне регистре 2001.г.

Међународну репутацију Институт ИМС је стекао кроз развој и примену технологије грађења и система преднапрезања, као и кроз бројна истраживања у области заштите објеката од воде, звучне и топлотне заштите, заштите од пожара; развоја, испитивања и санације конструкција и бројне изведене пројекте у области архитектуре, грађевинских и машинских конструкција, технологије, геотехнике и саобраћаја.

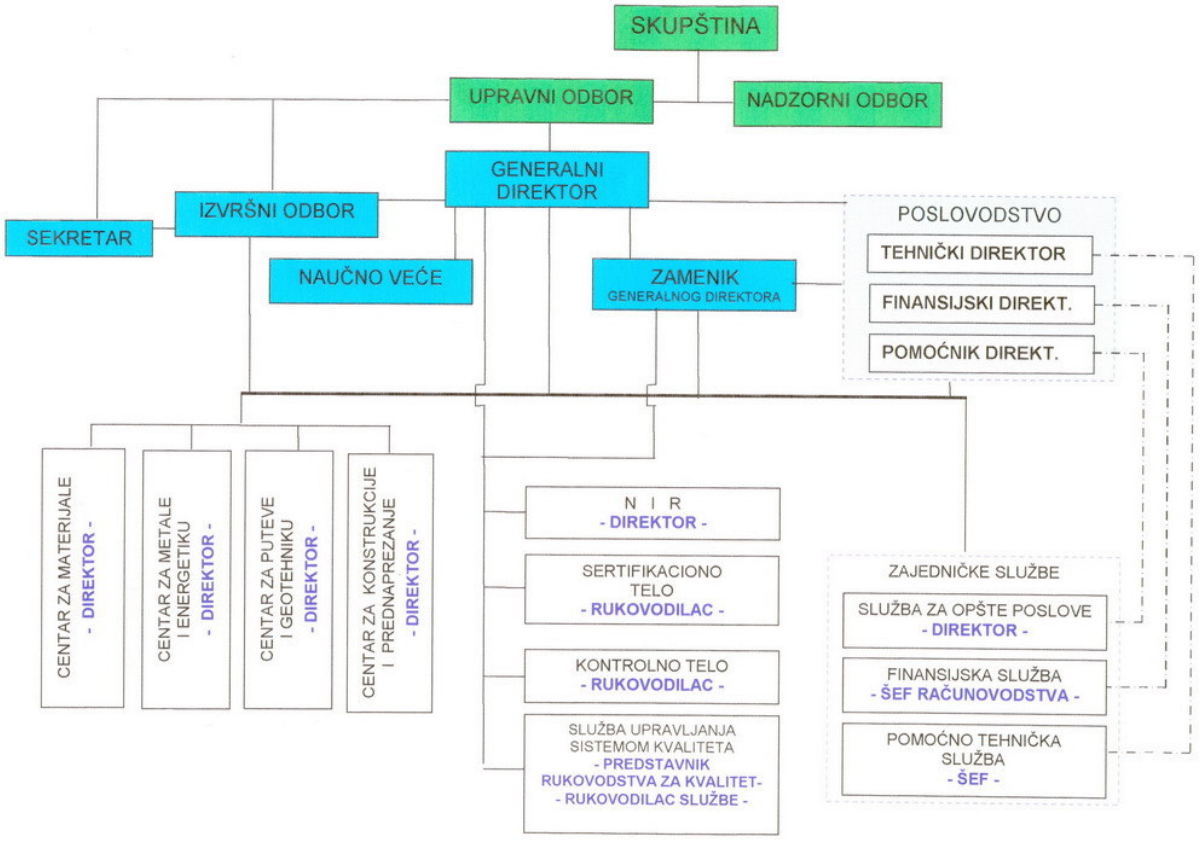
Делатност Института ИМС обухвата лабораторијска испитивања грађевинских конструкција и материјала, сертификацију производа, израду пројектне документације, научно-истраживачки рад у свим областима грађевинарства, развој и примену технологија преднапрезања, надзор над извођењем радова у грађевинарству, испитивање различитих типова конструкција и контролисање машинске опреме.

Руководство Института ИМС определило се за систем менаџмента квалитетом који је базиран на управљању процесима, а према захтевима стандарда СРПС ИСО 9001:2008. Своју компетентност Институт ИМС је потврдио највећим обимом акредитација код Акредитационог тела Србије (АТС), акредитовањем испитних и метролошких лабораторија и Сертификационог тела. Институт ИМС сертификовао је систем квалитета према СРПС ИСО 9001:2008.

Институт ИМС, такође, интензивно ради на иновирању прописа у области грађевинарства и усклађивању са директивама Европске Уније и савременим научним достигнућима и њихово увођење у инжењерску праксу.

Институт ИМС је као циљеве поставио одржавање водеће иновативне, истраживачко-развојне и експерименталне улоге у процесу транзиције, односно приближавања грађевинске и металске индустрије и енергетике Србије захтевима и стандардима присутним у европским земљама.

Правилником о организацији Института за испитивање материјала из 2009.г. Институт је организован према организационој шеми приказаној на сл.1.1. Према овој шеми Лабораторија за акустику и вибрације се налази у оквиру Центра за материјале.




*Сл.1.1: Организациона шема Института ИМС а.д.*

### 1.2.1.2. Лабораторија за акустику и вибрације

Према организационој шеми Института ИМС Лабораторија за акустику и вибрације (ЛАВ) се налази у оквиру Центра за материјале.

Делатност Лабораторије за акустику и вибрације обухвата област акустичких испитивања, и то:

1) Пројектовање архитектонске акустике и звучне заштите,
2) Научно-истраживачка делатност у области акустике и вибрација, где се:
   - израђују студије и техничка документација и
   - врше експертизе, санације и обавља надзор из области звучне заштите, грађевинске и архитектонске акустике, као и заштите од буке и вибрација,
3) Испитивање материјала, конструкција и елемената зграда у погледу звучне заштите, које обухвата:
   - Испитивање и оцењивање звучне заштите зграда,
   - Лабораторијска и теренска мерења звучне изолације грађевинских елемената од ваздушног звука,
   - Лабораторијска и теренска мерења звучне изолације грађевинских елемената од звука удара,
   - Развој апсорбера звука и специјалних конструкција,
   - Мерења времена реверберације и коефицијента звучне апсорпције и
   - Мерење буке у животној и радној средини.

Лабораторија за акустику и вибрације интензивно ради и на развоју рачунарских програма, инструмената и специјалних мерних система за потребе пројектовања, испитивања и примене у области грађевинске физике, акустике и вибрација.

### 1.2.1.3. Референце

#### 1.2.1.3.1. Референце Института ИМС

- Мостови и јавни објекти светског значаја
  - мостови преко Тисе код Тителa,
  - мост преко Дунава код Новог Сада,
  - мост преко Дунава код Бешке,
  - хангар у Задру,
  - хала I Београдског сајма,
  - хангар 2 JAT,
  - Београдска арена.
- ИМС – систем преднапрезања;
- СРВ систем преднапрезања;
- Технологија преднапрезања на стазама (прихваћена од стране више од 20 произвођача бетонских префабриката);
- ИМС систем изградње стамбених и јавних објеката (пласиран у 20 предузећа у бившој Југославији и седам земаља на четири континента);
- Систем грађења индустријских хала НИМС 88;
- Изузетно велики број пројеката санације објеката;
- Инвестициони надзор при изградњи значајних објеката;
- Признати патенти техничка унапређења;
- Више хиљада објављених научних и стручних радова у стручним гласилима и на стручним скуповима у земљи и иностранству;
- Више десетина објављених монографија.

Сарадња са стручним асоцијацијама у земљи и иностранству:

- **ЈДГК** (Југословенско друштво грађевинских конструктера);
- **ЈДМТФ** (Југословенско друштво за механику тла и фундирање);
- **СГИС** (Савез грађевинских инжењера Србије);
- **ЈУДИМК** (Југословенско друштво за испитивање и истраживање материјала и конструкција);
- **ЈДП** (Југословенско друштво за преднапрезање);
- **FIB** (Међународно друштво за бетон);
- **RILEM, CIB, CERLABC** (Europian Network of national Ceramic Laboratories).

## 1.2.1.3.2. Референце Лабораторије за акустику и вибрације (ЛАВ)

- Преко 100 пројеката звучне заштите објеката,
- Преко 50 пројеката акустике јавних простора, амфитеатара, позоришта, студија и сл, међу којима су:
  - Московска опера,
  - Српско народно позориште,
  - Хусеинова палата у Багдаду,
  - Културни центар у Сургуту,
  - ТВ дом у Хантиманциску,
  - Југословенско драмско позориште,
  - Аеродроми: Кемерово, Новосибирск, Београд и др,
- Преко 1000 мерења звучне заштите објеката,
- Преко 1000 мерења буке и вибрација.



*Југословенско драмско позориште, Београд.*




*Српско народно позориште, Нови Сад.*



*Светосавски дом, Панчево.*



*Војно-медицинска академија, Београд.*



*Клинички центар Србије, Београд.*



*EXPO центар, Београд.*



*GRAWE осигурање, Напред-ова зграда, Београд.*



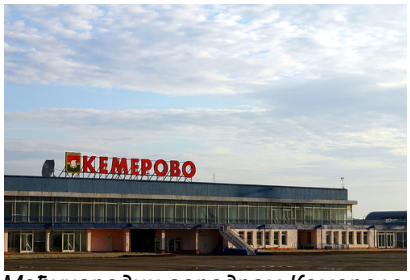
*Савоград, Београд.*



*Председничка палата, Багдад, Ирак.*




*Аеродром Никола Тесла, Београд.*




*Међународни аеродром Кемерово, Русија.*



*Међународни аеродром Архангелск, Русија.*

## 1.2.2. Ecological Consulting a.s.

ECOLOGICAL CONSULTING

| | |
|---|---|
| **Подизвођач:** | ECOLOGICAL CONCULTING a.s.<br>Na Střelnici 48, 779 00 Olomouc, Czech Republic |
| **Директор:** | RNDr. Bc. Jaroslav Bosák, MBA |
| **Руководилац стручног тима:** | Mgr. Milan Bussinow, Ph.D |
| **Контакт:** | tel: +420 585 203 166<br>fax: +420 585 203 169<br>e-mail: zp@ecological.cz<br>url: www.ecological.cz<br>IČ: 258 73 962<br>DIČ: CZ 258 73 962 |

### 1.2.2.1. Подаци о Ecological Consulting a.s.

Ecological Consulting a.s. послује на тржишту од 2006.г. Њен оснивач Јарослав Босáк је као физичко лице половином 1996.г. утемељио фирму "Jaroslav Bosák – Ecological Consulting". У току постојања је сарађивао с низом инвеститора, пројектних бироа, као и са грађевинским фирмама, које су реализовале поред осталог и његове пројекте и тако је настала сарадња између теорије и праксе. У 2001.г. се фирма трансформисала у друштво с ограниченом одговорношћу. Након пет година променила је облик у акционарско друштво.

Ecological Consulting a.s. има уведен систем квалитета у сагласности са стандардом ISO 9001:2000. Систем менаџмента квалитета је проверен и сертификован од стране британског друштва National Quality Assurance Limited за област процене утицаја на животну средину и за област саветовања и пружања услуга у области интегрисаних система управљања – управљање системом квалитета у сагласности са међународним стандардима из серије ISO 9000.

Ecological Consulting a.s. има уведен систем квалитета у животној средини у сагласности са стандардом ISO 14001:2004. Систем управљања животном средином је проверен и сертификован од стране британског друштва National Quality Assurance Limited за област саветовања и пружања услуга у области заштите и стварања животне средине, процене утицаја на животну средину, саветовања и пружања услуга у области безбедности и заштите здравља на раду и противпожарне заштите и за област саветовања и пружања услуга у области интегрисаних система управљања.

Ecological Consulting a.s., такође, има уведен систем менаџмента безбедности и заштите здравља на раду у сагласности са стандардом ČSN OHSAS 18001:2008. Систем управљања безбедности и заштите здравља на раду је проверен и сертификован од стране британског друштва NICEIC Group Ltd. (са трговинским именом NQA) за област саветовања и пружања услуга у области заштите и стварања животне средине, процене утицаја на животну средину, саветовања и пружања услуга у области безбедности и заштите здравља на раду и противпожарне заштите и саветовања и пружања услуга у области интегрисаних система управљања.

Ecological Consulting a.s. има закључен уговор са заводом за осигурање "Kooperativa pojišťovna, a.s." за случај опште одговорности с лимитом до 20.000.000,--CZK (чешких круна).

Пословање Ecological Consaulting a.s. је усмерено пре свега за инвеститора Управу железничких превозних пруга (Správa železniční dopravní cesty, s.o.) са којом уско сарађује од 1997.г. на проблематици модернизације и оптимализације железничких коридора. За Управу железничких превозних пруга стручњаци Ecological Consulting-a су израдили низ студија усмерених на област питања из заштите и стварања животне средине које су захтевале стручна знања из регулативе (студије буке и њеног простирања, испитивања природних наука и сл.).

Други од битних инвеститора је Управа путева Оломоуцке покрајине (Správa silnic Olomouckého kraje p.o.,) за коју је 2006/2007.г. израђена Карта буке Оломоуцке покрајине, која процењује оптерећење стамбених зона саобраћајном буком на путевима II. и III. реда укључујући предлоге техничких мера од којих се очекује смањење буке у спољашњим заштићеним просторима зграда.

За инвеститора Оломоуцку покрајину (Olomoucký kraj) такође је израђена у 2008/2009.г. Просторна студија ветрених електрана на подручју Оломоуцке покрајине (Větrné elektrárny na území Olomouckého kraje).

Услуге Ecological Consulting-а користи и низ реномираних пројектних бироа. За њих се обезбеђује у оквиру просторно-техничких студија документација за поступак просторног упоређења или добијања грађевинске дозволе, предлози мера за санацију буке и техничку заштиту од буке путем елиминације негативних утицаја који су у вези са реализацијом и накнадним радом инвестиционих задатака (предлог мера заштите од буке, манипулисање и ликвидација отпада, решење проблема кад је биокоридор пресечен саобраћајницом и сл.).

### 1.2.2.2. Акустичка лабораторија

Ecological Consulting је основао 2007.г. у Брну акустичку лабораторију која је специјализована за саветовања и пружање услуга у области акустике и вибрација.

Делатност акустичке лабораторије обухвата:
- Мерење буке у спољашњем и унутрашњем простору,
- Мерење вибрација и
- Израду акустичких студија.

Акустичка лабораторија врши мерење буке у спољашњем и унутрашњем простору и од 2009.г. ауторизована је у сагласности са Законом [C2] за мерење:
- буке у спољашњем штићеном простору (SET G1) и
- буке у спољашњем и унутрашњем штићеном простору зграда (SET G2).

### 1.2.2.3. Референце

Дирекција путева и аутопутева ЧР, Управа Брно, Шумавска, Брно, Чешка Република
Ředitelství silnic a dálnic ČR

Ing. Pavel Renč, тел. +420 549 133 223

Оломоуцка покрајина, Одсек стратешког развоја, Јеременкова 40а, 772 00 Оломоуц, Чешка Република
Olomoucký kraj

Ing. Pavel GREMLICA, Одељење грађевинског реда, тел. +420 585 508 111

Управа путева Оломоуцке покрајине, Липенска 753/120, 772 11 Оломоуц, Чешка Република
Správa silnic Olomouckého kraje p.o.

Ing. Drahomír BABNIČ, директор ССОК, тел. +420 585 170 318
Ing. Petr FOLTÝNEK, технички заменик директора, тел. +420 585 170 336

Управа железничких превозних пруга, Грађевинска управа Плзен, Пуркинова 22, 304 88 Плзен, Чешка Република
Správa železniční dopravní cesty, s.o.

Ing. Martin ŠESTÁK, тел. +420 972 522 708
Ing. Karel KALA, тел. +420 972 524 131

Управа железничких превозних пруга, Грађевинска управа Оломоуц, Нерудова 1, 772 58 Оломоуц, Чешка Република
Správa železniční dopravní cesty, s.o.

Ing. Jiří MLYNÁŘ, директор Грађевинске управе, тел. +420 584 725 189
Ing. Miroslav BOCÁK, технички заменик директора, тел. +420 606 780 184

SUDOP, Коуницова 26, 611 36 Брно, Чешка Република
SUDOP Brno, spol. s r.o.

Ing. František MRÁZ, директор, тел. +420 972 625 804

IKP Consulting Engineers, Јирсикова 5, 186 00 Праг 8, Чешка Република
IKP Consulting Engineers, s.r.o.

Ing. Miroslav HALAMA, шеф пројекта, тел. +420 281 015 111

MORAVIA CONSULT, Легионаржска 8, 772 00 Оломоуц, Чешка Република
MORAVIA CONSULT Olomouc a.s.

Ing. Pavel KUČERA, директор друштва, тел. +420 58 55 70 417

Pridos, Na Potoce 648/6b, 500 11 Храдец Кралове-Тржебеш, Чешка
Pridos spol. s r.o.

Ing. Radko VONDRA, заступник друштва, тел. +420 608 070 090

STAVOPROJEKT, Холицка 31, Оломоуц, Чешка
STAVOPROJEKT Olomouc, a.s.

RNDr. Luděk ŠŤASTNÝ, директор друштва, председник управног одбора, тел. +420 585 531 303

ALFA PROJEKT, Тилова 4, Оломоуц, Чешка
ALFA PROJEKT Olomouc, a.s.

Ing. arch. Pavel VRBA, директор друштва, председник управног одбора, тел. +420 585 227 175

SKANSKA

Ing. Petr HOMOLKA, директор дирекције ЖС тел. +420 737 257 099

Ing. Jan ZEMÁNEK, заменик директора за производњу дирекције ЖС, тел. +420 737 257 619

Ing. Alexander HALIMOVIČ, директор изградње модернизоване пруге Червенка – Забржех, тел. +420 583 430 652

## 1.2.3. Пројектантски тим

**Руководилац пројекта:** мр Борислав Б. Будисављевић, дипл.инж.

**Руководилац стручног тима:** Mgr. Milan BUSSINOW, Ph.D.

**Путеви и саобраћајнице / пројектанти**

Бојан Ћосић, дипл.инж.

Миодраг Траиловић, дипл.инж.

Ing. Pavel ŠUDŘICH

**Грађевинске конструкције / пројектанти**

Мирољуб Тодоровић, дипл.инж.

Жељко Флајс, дипл.инж.

**Заштита од буке**

мр Александар Миленковић, дипл.инж.

Даница Бољевић, дипл.инж.

Дамир Савковић, инж.

Стевка Баралић, инж.

**Урбанизам**

Горан Петровић, дипл.инж.

**Саобраћај / пројектанти**

мр Боривоје Алексић, дипл.инж.

**Заштита животне средине**

Ing. Jaromír CÁPAL

Ing. Zdeněk BENÍČEK

Ing. Pavel KREUZIGER

Ing. Eliška BUREŠOVÁ

др Драгољуб Урошевић, дипл.инж.

др Бисенија Петровић, дипл.инж.

Миња Савић, дипл.анал.з.ж.ср.

Теа Спасојевић, сар.прир.нау.

**Економија и финансије**

Нада Стегњајић – Ђикановић, дипл.ек.

Вера Ђурић, дипл.ек.

др Дејан Петровић, ванр.проф.

др Марко Михић, доцент

Владимир Обрадовић, дипл.инж.

Марија Тодоровић, дипл.инж.-мастер

Данијела Толјага, дипл.инж.-мастер

Тијана Обрадовић, дипл.инж.

Драган Бјелица, дипл.инж.

## 1.3. ПРОБЛЕМАТИКА БУКЕ САОБРАЋАЈА СА ДРУШТВЕНОГ И ЗДРАВСТВЕНОГ АСПЕКТА

Постоји велики број међународних и домаћих докумената који се баве проблематиком буке уопште, а посебно буком саобраћаја која је примарна категорија у оквиру ове Студије.

На самом почетку анализе ове проблематике треба поћи од дефиниције буке. Ова дефиниција је дата у [P17] и гласи: "Бука је нежељен и штетан звук".

Сваки звук у комуналној средини може у једном тренутку постати бука (community noise). Када ће звук постати бука зависи од чињенице да човек треба да препозна тај звук као буку, или другачије, сваки звук када је "нежељен" постаје бука. Такође, овај звук може бити и "штетан", па се под појмом бука може подразумевати и сваки звук који може штетно (негативно) утицати на људски организам. Овде се првенствено подразумевају аудитивни и соматски ефекти. Ниво буке при којима се човек изјашњава да је неки звук бука је у врло широком опсегу понекад почев већ од 15 dBA, а понекад тек од врло високих нивоа чак преко 60 dBA. Штетни ефекти настају по правилу тек када ниво пређе вредности од 60 – 65 dBA.

Бука представља веома важан проблем у животној средини са којом се човек суочава и тежи да на њу утиче и да је контролише. Буком у животној средини се подразумева бука коју стварају сви извори буке: саобраћај (81%), грађевинске машине (извођење јавних радова), комуналне службе, индустрија, спортске активности, концерти, забавни паркови, аларми, као и машине за кућну употребу и кућне инсталације.

Бука утиче на човека физички, психички као и на измену социјалног понашања, па може изазвати: оштећење слуха и друге здравствене проблеме, сметње при комуникацији, узнемиравање, умор, слабији рад, поремећај сна, раздражљивост и арогантан однос према окружењу.

Аудитивни ефекти обухватају поремећаје слуха, зујање, бол, и др.

Екстра-аудитивни ефекти могу да буду психогени или соматски. Као психогене ефекте треба поменути ометање пажње, сна, памћење, социјалне комуникације, затим стварање неуроза и других менталних поремећаја. Соматски ефекти се исказују као неуровегетативни, кардиоваскуларни, ендокрине сметње, смањење имунитета, као и други утицаји на органе и системе.

Болести које изазивају ефекти буке могу да буду реверзибилног или иреверзибилног карактера.

### 1.3.1. Бука као фактор који утиче на животну средину

Звук је природан и важан део човекове животне средине. Он је основа говора и примања информација и као такав може позитивно да делује на човека. Међутим, веома јаки звуци, који могу бити и врло чести, или они који делују у незгодној ситуацији или у незгодно време могу да делују на човека негативно. Овакви звуци који су нежељени, наметљиви или који штетно делују на човека сматрају се буком.

На тај начин се буком може сматрати сваки акустички сигнал, чије деловање на човека је нежељено и штетно. Прекомерна бука је штетна појава, на коју се човек не може адаптирати. Зато се морају предузети како у радној тако и у животној средини специфичне мере заштите човека од ње.

Иако није увек главни узрок жалби грађана, саобраћај је доминантни извор буке у животној средини, укључујући све облике саобраћаја. Бука друмског саобраћаја је најраспрострањенији извор буке у свим земљама и примарни је узрок који изазива ометање људских активности.

### 1.3.2. Бука као фактор стреса

Бука је свеприсутан штетни чинилац у животној и радној средини у савременом свету. Процењује се да је око 25% европског становништва изложено еквивалентном 24-часовном нивоу буке изнад 65 dBA. У акустичким зонама где су нивои буке изнад ове вредности значајно се повећава ризик ометања спавања, субјективног ометања и појаве свих пратећих психосоматских симптома акустичког стреса код становништва. При томе доминира саобраћај (81%), првенствено друмски саобраћај (50%), а затим и железнички и авионски саобраћај (31%). У индустрији савременог света бука представља најзначајнији штетни физички чинилац (50% радних места), а оштећење слуха проузроковано буком најчешће је професионално обољење.

Проблем представљају и извори умереног нивоа буке (вентилациони системи, комјутери, спољна саобраћајна бука у канцеларијама), јер посебно код особа са високом осетљивошћу на буку ово може знатно да отежа рад.

Из тог разлога је неопходна здравствена и техничка заштита људи који живе и раде у бучној средини, да би се првенствено смањиле здравствене последице акустичког загађења средине које технолошка и информативна револуција неминовно доноси.

У вези са дефиницијом буке може се закључити да је бука нешто што човеку смета и што може негативно да делује на његово здравље. Ово негативно деловање може се манифестовати у виду:

- аудитивних ефеката (оштећења слушног система),
- ометања говорног споразумевања,
- ометање спавања,

- психосоматских ефеката (кардиоваскуларни, ендокрини идр.),
- поремећаја менталног здравља,
- утицај на физички и умни рад,
- осећај узнемиравања буком и промене у понашању,
- субјективне осетљивости на буку и
- других неакустичких фактора социјалне, психолошке или економске природе.

### 1.3.2.1. Негативно деловање буке на људско здравље

Штетно деловање буке на људско здравље је опште дефинисано као морфолошка или функционална промена у телу која доводи до погоршања телесних функција, до смањења компензационог капацитета против стреса или до повећања осетљивости на друге штетне утицаје средине.

Ефекти који настају дуговременим деловањем буке на човека могу се, у првом тренутку, поделити на:

a) специфичне – који су видљиви на основу оштећеног функционисања слуха и
b) неспецифичне – који се препознају независно од утицаја на слух када су различити системи тела под утицајем буке.

Неспецифични ефекти се испољавају практично у целом опсегу вредности нивоа буке, често је са њима у спрези и стресна реакција која укључује утицај на централни и аутономни нервни систем, биохемијске процесе, сан, више нервне функције, као што су способност учења и памћења, чулно-моторичне функције и координације. У свеобухватној форми неспецифични ефекти буке могу се посматрати у форми поремећаја емоционалне равнотеже, социјалних интеракција, као и у форми болести, код којих деловање буке може допринети иницирању или убрзању сопственог патогеног догађаја.

За довољно доказане негативне здравствене ефекте буке у данашње време се сматра оштећење слушног система (чула слуха), деловање на кардиоваскуларни и имунолошки систем, а негативно утиче и на спавање. Деловање буке у средини се мора процењивати и са аспекта ометања комуницирања говором, као и са аспекта малтретирања, осећања незадовољства, мрзовоље и негативног деловања на благостање људи.

Најважнија савремена знања о основним негативним ефектима буке на људско здравље и осећања расположености код људи су принципијелно приказани у наставку.

***Оштећење слушног система.*** Способност човека да чује звуке у фреквенцијском опсегу од 20 Hz до 20 kHz је нормалан слух. Познато је да осетљивост чула слуха опада са животном доби. Ова појава се мора узети у обзир при процени оштећења слуха, према [A17].

Боравак у веома бучној средини може код човека довести до смањења осетљивости чула слуха, које се може опоравити после враћања у тиху средину. Ова појава се назива привремени померај прага слуха. Уколико до поновног излагања буци дође пре потпуног

опоравка, привремени померај прага слуха може прерасти у трајни померај прага слуха. Трајни померај прага слуха настаје после вишегодишнег излагања буци, мада постоје случајеви и код краткотрајног излагања буци, нарочито код осетљивих особа (око 10% популације).

Када трајни померај прага слуха достигне 25 dBA на фреквенцијама (500, 1k, 2k и 4k) Hz, онда појаву називамо трајним оштећењем слуха. Тада човек почиње да осећа сметње при разумевању говора.

Патофизиолошко објашњење за оштећење слуха буком засновано је на теорији механичког оштећења неурорецепторних ћелија Кортијевог органа у кохлеи, као и ефекту вазоконстрикције и хипоксије која је посебно опасна за ове ћелије.

Статистичке анализе аудиограма у бучној индустрији указују на значајну корелацију између нивоа буке, времена излагања и степена оштећења слуха.

Значајно повећање ризика од трајног оштећења слуха настаје при професионалном излагању буци изнад 85 dBA. Тако, после 20 година излагања буци без личне заштите, процењује се да при нивоу 85 dBA има 10% радника са оштећењем слуха, при нивоу 90 dBA има их 30%, а при нивоу 95 dBA чак 45% радника са оштећењем слуха. Уколико је човек изложен импулсној буци са нивоом преко 140 dBA и трајања 5 ms (пуцањ из ватреног оружја у непосредној близини), трајна оштећења слуха могу настати тренутно.

Постоји и непрофесионално излагање буци у свакодневним активностима које може имати штетне последице по слух. Ту спадају извори као што су вокмен, рок-концерти, дискотеке, мотоцикли високе кубикаже. Ипак, ови извори немају ни изблиза значај индустријских извора буке, што указује на релативно ретка оштећења слуха проузрокована овим изворима буке.

Постоје докази да и излагање буци уз истовремено узимање неких врста лекова или уз присуство неких штетних хемијских једињења, при иначе нешкодљивим нивоима звука, може довести до оштећења слуха. Тако су рецимо возачи пушачи под повећаним ризиком оштећења слуха при вожњи у бучним условима.

***Ометање говорног споразумевања.*** Говор је научена моторна активност – основни вид споразумевања међу људима. За развој говора неопходан је очуван слух, централни и аутономни нервни систем, као и говорна мускулатура, према [A17]. Опсег фреквенција звука коју чини говор је између 80 Hz и 6 kHz, при чему је за разумевање говора посебно важан опсег од 300 Hz до 3 kHz.

Ометање говорног споразумевања буком заснива се на ефекту маскирања, односно покривања гласа звучном енергијом буке или музике. То може довести до прекривања и до маскирања важних сигнала, као је што је нпр. сирена, звоно на вратима, телефон или аларм. Највише осетљива група су старији људи, особе са губитком слуха, као и мала деца у раздобљу када уче да говоре.

***Ометање спавања.*** Међу бројним негативним психолошким последицама које постоје код становништва изложеног деловању буке, ремећење спавања се сматра основном и најважнијом, према [A17]. Бука омета спавање у свим његовим фазама, што неповољно утиче на опште психофизичко стање људи.

У погледу нивоа буке, гранична вредност установљена у највећем броју земаља која омогућава неометаног спавање је 35 dBA, јер се прве ЕЕГ промене стадијума спавања уочавају већ при нивоу од 40 dBA.

За ефекте буђења из ноћног сна значајнији је максимални ниво буке од еквивалентног нивоа. Поред тога, битну улогу игра и повећање броја звучнух стимулуса у току ноћи, као и скраћење интервала између два узастопна звучна стимулуса. Интермитентна бука има негативније ефекте на спавање од континуиране, посебно у периоду дубоког сна.

У погледу извора буке посебно неповољно деловање на спавање има бука тешких возила и возова, јер је карактерише доминација ниских фреквенција и појава вибрација.

Бука продужава време неопходно да се заспи. При отвореним прозорима спаваће собе према бучној улици време потребно да се заспи је 10-так минута дуже него при затвореним прозорима.

Показано је да, према [A17], континуирана бука има најизразитији ефекат на REM фазу спавања, док испрекидана буке скраћује период дубоког спавања, чинећи сан површним или доводећи до буђења. Минимални ниво буке који доводи до буђења је 45 – 55 dB, а вероватноћа буђења расте са повећањем нивоа буке.

Излагање буци током спавања доводи до промена у фреквенцији срчаног рада и дисања као и јачине пулса. Деца су осетљивија од одраслих на излагање буци током сна у погледу физиолошких реакција.

Ефекти буке након буђења испољавају се у виду умора, промена у расположењу, слабијем субјективно процењеном квалитету сна, паду радне способности и дугорочним психосоцијалним и здравственим ефектима, што се испољава симптомима у виду главобоље, изразитог умора у току дана и појачаном нервозом.

У вези са ометањем спавања, а према препорукама WHO (World Health Organization – Светска здравствена организација), не би требало да еквивалентни ниво буке током ноћи прелази 45 dB у спољашњем простору у околини куће, претпостављајући смањење нивоа буке приликом прелаза у унутрашњи простор до 15 dB у случају делимично отвореног прозора, односно 30 dB употребом прозора са добром звучном изолацијом у унутрашњем простору.

Такође, максималне вредности појединих бучних догађаја не би требало да прекораче 45 dB у унутрашњем боравишном простору, односно 60 dB у спољашњем простору у околини куће. Број појединих бучних догађаја од свих извора у току ноћи не сме да доведе до повећања еквивалентног нивоа за 10 – 15 dB. За осетљива лица ове вредности су ипак превелике и требало би их смањити. Важна је чињеница да ни у ком случају не

долази до адаптирања људи на узнемиравање буком током сна на бучним локацијама ни после више година.

***Психосоматски ефекти буке.*** Психофизиолошки ефекти се испољавају у виду стресног одговора организма на буку, што доводи до психоендокриних и имунолошких ефеката. Нарочито су значајни ***кардиоваскуларни ефекти***. При акутном излагању људи нивоу буке изнад 90 dBA, према [A17], долази до повишења артеријског крвног притиска и систолног волумена срца, повишења концентрације масти у крви, као и повећања броја елемената за згрушавање крви.

Према WHO, кардиоваскуларни ефекти који настају као последица авионске или саобраћајне буке су у вези са дуготрајном изложености буци, односно еквивалентном нивоу буке $L_{Aeq,24h}$ у опсегу од 65 – 70 dB и више. При томе је већа корелација за срчану исхемичку болест него за хипертензију.

Код буке од друмског саобраћаја се на основу великог броја студија претпоставља да она може допринети преваленцији кардиоваскуларних болести, али се ова претпоставка мора узети са резервом, јер до сада није довољно доказана.

***Поремећај душевног и менталног здравља.*** Није доказано да бука може да буде директан узрок менталних болести, али је познато да може учествовати код погоршавања њихових симптома или да може да убрза развој латентних менталних поремећаја. Односи између изложености буци и деловања на ментално здравље су примећени у смислу повећане потрошње лекова, појаве неуроза.

***Утицај буке на физички и умни рад.*** Бука има мали ефекат на рад у коме доминирају моторне активности. Продуктивност се при овоме не мења, али бука може негативно да утиче на тачност у раду, према [A17].

При менталном раду постоји неколико нивоа на којима се могу испољити штетни ефекти буке: сензорни процеси, перцепција и пажња, краткорочно меморисање, дугорочно меморисање, централни и специфични процесори. Жалбе људи који станују у областима угроженим високим нивоима авионске буке показале су да се њихове свакодневне грешке у пажњи, памћењу и редовном послу јављају чешће у поређењу са становницима тиших области. Деца из бучних делова градова су изгледа нарочито подложна испољавању слабијег успеха у менталном раду, укључујући и ментално учење и визуелно памћење, као и читање.

***Осећај узнемиравања буком и промене у понашању.*** У поређењу са другим штетним факторима у животној средини, показано је да бука доминира као узрок незадовољства становништва својом животном средином, према [A17]. Три примарна фактора су од значаја да би нека особа негативно реаговала на буку: непријатне физичке карактеристике звука, нежељеност звука, ометање тренутних активности (комуницирање, ментална концентрација, одмор, рекреација, спавање и др).

Бучна животна средина може негативно да утиче на разне аспекте понашања становништва и то на: свакодневне активности (комуницирање, коришћење радио и ТВ

уређаја, коришћење прозора и балкона), социјално понашање (агресивност, непријатељство, ангажованост), социјалне индикаторе (мењање места становања, пријеми на болничко лечење, коришћење лекова, несрећни случајеви).

У погледу ометања свакодневних активности буком, посебно велики значај придаје се прозорима спаваћих соба, јер их највећи број људи ноћу држи отвореним (80 – 90% лети и 60 – 65% зими). Разлози за избегавање принудног затварања прозора спаваћих соба су, рецимо, потреба за свежим ваздухом током спавања, висока температура (нарочито лети), осећање губитка слободе ако се мора понашати против своје воље.

Иако се може претпоставити да се људи могу адаптирати на буку у животној средини, епидемиолошке студије код становника који живе у околини бучних саобраћајница указују на супротно.

***Субјективна осетљивост на буку.*** Познато је да људи различито делују на буку. Ове разлике, како у краткорочним реаговањима на буку, тако и на могућности адаптације на звуке високог нивоа у дужем временском периоду, најчешће се објашњавају постојањем мање или више осетљивости на буку карактеристичну за сваког појединца, према [А17].

Постоји корелација између субјективне осетљивоси на буку и поремећаја спавања, у виду продужења периода потребног да се заспи, повећања броја буђења и изразитијег умора после ноћног сна.

Такође, показано је да при менталном раду особе осетљивије на буку показују значајно лошије резултате док су изложени буци, од особа толерантних на буку, посебно у задацима где је потребна дубока концентарција и дугорочно памћење.

У погледу животне доби, сматра се да су посебно осетљиве категорије деца до 6 година и особе старије од 65 година. Код особа средње животне доби показано је да су жене осетљивије на буку од мушкараца.

Особе са неуротским тенденцијама подложније су негативним ефектима буке у односу на релативно стабилне личности.

Увођење граничних вредности за ниво буке у животној средини које одговарају захтевима високоосетљивих особа представља значајну превентивну меру у спречавању штетног деловања буке на целу популацију.

Нормална популација подразумева 10 – 20% високо сензитивних особа. Сличан је и број веома толерантних особа. Међутим, код остале популације 60 – 80% важи однос величине узнемиравања буком у зависности од нивоа буке.

Приликом разматрања свих ових последица негативног деловања буке треба водити рачуна и о томе да је, осим сензитивитета, физиолошких и физикалних својстава, веома битан и ***низ других неакустичких фактора социјалне, психолошке или економске природе***. Овакав приступ може довести и до различитих резултата у сличним студијама, који показују да код истих вредности нивоа буке али различитог порекла постоје разлике у

смислу реакције на буку, као и да исти извори дају различите реакције и ометање на различитим локацијама.

Важну улогу у односу на извор буке има и осећање колико човек може да на њега утиче, као и да ли бука за човека има неки економски значај, односно ко је власник извора буке (ако нпр. притискање папучице гаса користи власник извора онда овакав извор за њега није бука, али за његовог комшију ће врло вероватно бити бука).

Такође, мање узнемирава бука за коју је унапред познато да ће трајати само током дефинисаног временског периода. Позитивно може да утиче нпр. понуђено решење, као што је могућност пресељења по потреби у хотел, за време вршења најбучнијих операција или радова.

Постоји и зависност између негативног осећања буке и дужине боравка у истом стану или средини. Љутња може настати након вишегодишње латенције и ако конфликтна ситуација траје сувишно дуго, она се може продубити и постати нерешива. Поред тога, на њу може значајно утицати и здравствено стање.

Поред директних негативних емоција може се сметња буком оцењивати и према индиректним симптомима, као што су затварање прозора, неупотребљавање тераса и балкона, пресељење, жалбе и петиције. Високе вредности нивоа буке доводе до негативних реакција у социјалном понашању, као нпр. код предиспонираних појединаца могу повећавати агресију и ограничавати пријатељско понашање и спремност да помогну. Своју улогу игра и поремећај комуницирања говором. Резултати студија показују да је више смањена жеља за вербалном помоћи (савети у оријентацији, упозорење на несрећу) него за физичку помоћ.

Пораст у укупном броју болести је доказан у низу епидемиолошких студија које су рађене у оквиру великих група људи који су изложени високим нивоима буке изван радног места (изван професије). Највероватније објашњење за овај феномен је резултат хроничног деловања стреса.

Треба још поменути и чињеницу да бука која потиче од стационарних извора, као што су нпр. индустријска постројења, више смета него бука која потиче од саобраћаја. Када се ради о комбинованом дејству више извора буке њихов нежељени ефекат се сабира.

### 1.3.2.2. Квалитативна анализа ефеката изложености буци

Квалитативна анализа ефеката укупних нивоа буке на здравље људи произлази из граничних вредности које су идентификоване и доказане у оквиру великог броја епидемиолошких студија које су рађене у Чешкој Републици. Ове граничне вредности доказаних ефеката излагања буци за дневни и ноћни период приказане су у табелама Табела 1.3.1. и Табела 1.3.2. Оне се могу применити на већи део популације, односно на онај део популације који је просечно осетљив на буку. Наравно, постоје групе људи које су више осетљиве на буку и за њих су граничне вредности буке ниже од оних које су назначене у приказаним табелама.

*Табела 1.3.1: Граничне вредности доказаних ефеката излагања буци за дневни период*

| Нежељено дејство | Граничне вредности доказаних ефеката излагања буци за дневни период ($L_{Aeq,\ 6\text{-}22h}$) [dB] | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | <50 | 50 – 55 | 55 – 60 | 60 – 65 | 65 – 70 | 70 + |
| Оштећење слуха* | | | | | | |
| Погоршано усвајање говора и читања код деце | | | | | | |
| Исхемијска болест срца | | | | | | |
| Погоршано комуницирање говором | | | | | | |
| Јако оптерећење буком | | | | | | |
| Слабо оптерећење буком | | | | | | |

** Директна изложеност буци у унутрашњем простору*

*Табела 1.3.2: Граничне вредности доказаних ефеката излагања буци за ноћни период*

| Нежељено дејство | Граничне вредности доказаних ефеката излагања буци за ноћни период ($L_{Aeq,\ 22\text{-}6h}$) [dB] | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 35 – 40 | 40 – 45 | 45 – 50 | 50 – 55 | 55 – 60 | 60 + |
| Лоше расположење и снага за следећи дан | | | | | | |
| Субјективно осећање нижег квалитета сна | | | | | | |
| Повећана употреба седатива | | | | | | |
| Узнемиравање буком | | | | | | |

Квантитативна анализа ефеката узнемиравања буком одређена је Упутством [C12], и изражава као степен узнемиравања буком, поремећаја сна и ризика од кардиоваскуларних болести.

Имајући у виду природу и намене ове Студије анализа је урађена за буку друмског саобраћаја.

## Узнемиравање буком

Према [C12] за израчунавање узнемиравања буком за дате нивое буке посматрају се три нивоа узнемиравања и за сваки од њих следећи обрасци:

– Први ниво LA (Little Annoyed) укључује „слабо узнемирене“ особе:

$$LA = -6{,}188.10^{-4}\cdot(L_{dn}-32)^3+5{,}379.10^{-2}\cdot(L_{dn}-32)^2+0{,}723\cdot(L_{dn}-32), \quad (1.3.1)$$

– Други ниво A (Annoyed) се односи на просечно узнемирене особе:

$$A = 1{,}732.10^{-4}\cdot(L_{dn}-37)^3+2{,}079.10^{-2}\cdot(L_{dn}-37)^2+0{,}566\cdot(L_{dn}-37), \quad (1.3.2)$$

– Трећи ниво HA (Highly Annoyed) укључује „јако узнемирене“ особе:

$$HA = 9{,}994.10^{-4}\cdot(L_{dn}-42)^3-1{,}523.10^{-2}\cdot(L_{dn}-42)^2+0{,}538\cdot(L_{dn}-42), \quad (1.3.3)$$

где је
$L_{dn}$ ($L_{day\text{-}night}$) – индикатор буке који се израчунава према обрасцу:

$$L_{dn} = 10 \times \log\left[\frac{1}{24} \times \left(16 \times 10^{\frac{L_{6-22h}}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_{22-6h}+10}{10}}\right)\right]. \quad (1.3.4)$$

## Поремећај сна

Према [C12] слично као за узнемирење буком и за поремећај сна као последица буке посматрају се три нивоа поремећаја сна и за сваки од њих следећи обрасци:

- Први ниво LSD (Lowly Sleep Disturbed) се односи на „слаб поремећај сна“:

$$\text{LSD} = -8{,}4 - 0{,}16 \cdot L_{night} + 0{,}0108 \cdot (L_{night})^2, \quad (1.3.5)$$

- Други ниво SD (Sleep Disturbed) се односи на просечан поремећај сна:

$$\text{SD} = 13{,}8 - 0{,}85 \cdot L_{night} + 0{,}01670 \cdot (L_{night})^2, \quad (1.3.6)$$

- Трећи ниво HSD (Highly Sleep Disturbed) се односи на „јак поремећај сна“:

$$\text{HSD} = 20{,}8 - 1{,}05 \cdot L_{night} + 0{,}01486 \cdot (L_{night})^2, \quad (1.3.7)$$

где је
$L_{night}$ - индикатор буке који представља еквивалентни ниво у временском периоду од 8 сати ноћу на фасади највише изложеној буци.

## 1.3.2.3. Радна књига европске комисије WGH (Working Group Health)

У радној књизи [P49] дате су опште смернице радне групе (Working Group Health) за анализу и процену утицаја буке на животну средину. Такође су приказани и процентни подаци о утицају буке у три европске државе, који деле загађиваче у 5 група:

- друмски саобраћај,
- ваздушни саобраћај,
- индустрија,
- железница,
- комшилук.

Ови извори буке окарактерисани су као „удар на европску популацију“ и као „озбиљни узроци сметњи које су изазване буком у три ЕУ земље“ а на дијаграму који је приказан у радној књизи [P49] неравномерно су заступљени нивои загађења по групама загађивача у ове 3 државе. Тако нпр. у Великој Британији као највећи загађивач за 2002. год.. представљен је друмски саобраћај, док је у Холандији у 2003. год. то била група комшилук. Исто тако Немачка је трпела највеће загађење буком друмског саобраћаја, а интересантно је да је бука ваздушног саобраћаја у 2002.год. у Немачкој била јако висока и чак јача од буке из комшилука.

Забележено је и да је преко 20% популације пријављивало узнемиравања буком током ноћног периода. Прорачуни холандског Института за животну средину и здравље показују да је та бука један од највећих узрочника губитка здравља данашњице, друга по реду после аеро загађења.

У Радној књизи говори се о *DALY* (Disability Adjusted Life Year) методи. Њу је поставила WHO (World Health Organisation – Светска здравствена организација), а објашњење методе је следеће: ради се по принципу додељивања различитих фактора који утичу на здравствена оштећења. Фактори су кориговани по времену трајања сметње. Високо рангирани су фактори који изазивају тешка обољења (рак, инвалидитет) или чије је време трајања дуго. Метода *DALY* се користи и за и факторе буке који утичу на здравље људи.

Радна књига даје претпоставке о ефектима мера за смањење буке. Дат је предлог о мерама за смањење буке као дизајн студије. Генерално, студија би требало да се састоји од 2 дела: а) преглед постојећих ЕУ и националних регулатива и постојећих метода познатих из праксе и б) модел студије у којој може бити тестирана ефикасност одређених мера заштите.

Представљени су модели за прорачуне мере заштита од буке која потиче од друмског саобраћаја, буке која потиче од железничког саобраћаја и буке која потиче од авио саобраћаја. За сва 3 загађивача постављени су модели са по 3 карактеристична сценарија: а) сценарио који описује актуелну праксу, б) сценарио који описује тренутну политику и ц) сценарио за најбоља техничка решења.

Модел за друмски саобраћај обрађује посебно следеће групе:

- агломерације и рурална подручја,
- групе возила карактеристична за централну европу и медитеран (мопеди, мотоцикли),
- три различита односа приватних аутомобила према јавном саобраћају у агломерацијама,
- односи локални саобраћај/отворени саобраћај у руралним подручјима.

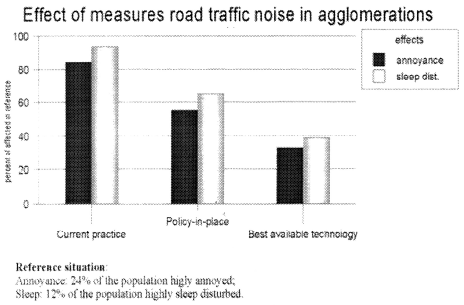
Представљене су главне карактеристике модела за друмски саобраћај за сваки сценарио посебно као што су унос ограничења брзине за поједина подручја, затим унос нивоа буке која потиче од контакта пнеуматика са коловозним застором, унос интензитета саобраћаја карактеристичног за поједина подручја, унос врсте коловозног застора и тако даље. Прорачуни су спроведени у 30 модела (плус референтне ситуације).

Модел за буку која потиче од железничког саобраћаја прорачунава се посебно за путничке возове, теретне возове, комбинацију претходна два и за трамваје. Посебно се обраћа пажња на интензивном праћењу трошења кочионих блокова у циљу бољег квалитета истих, затим на ниске баријере и на апсорбере за точкове на неким возовима, на нове кочионе блокове и сл. Прорачуни су спроведени на 21 моделу. Дакле, главна карактеристика модела је да се мере заштите углавном оријентишу према извору буке.

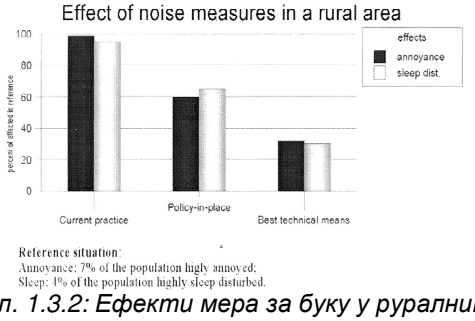
Модел за буку која потиче од ваздушног саобраћаја прорачунава се за саобраћај мале и велике густине. Тај начин је одабран како би се показале разлике у оперативним мерама: претпоставка је да су области са мањом густином лакше за оптимизацију коридора

летења као и за приступ процедурама заштите него у областима веће густине. Поново 3 сценарија са следећим елементима који их карактеришу: забрана за све неусаглашене авионе по *DALY* методи, унапређивање писти, изолација, релокација становништва, додатна ограничења по *DALY* методи, подстицање спровођења процедура за смањење буке и др.

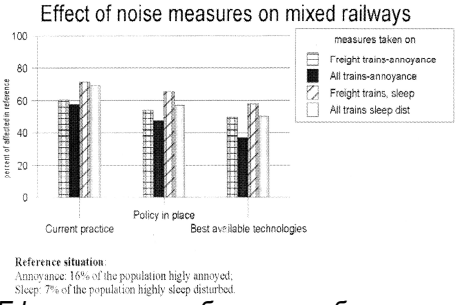
Резултати свих сценарија за сва три модела представљени су на дијаграмима на сл.1.3.1.–1.3.5. зависности процента узнемиравања становништва и поремећаја сна становништва од примене датог сценарија. Дијаграми су названи као Ефекти мера за буку. Углавном се најбоље показују сценарија за најбоља техничка решења, тј. најбољу доступну технологију, где се ови проценти узнемиравања повољно разликују у односу на остала сценарија. Највеће разлике показују се за модел за друмски саобраћај, док су скоро уједначене вредности за модел за железнички саобраћај. Код модела за авиосаобраћај најлошије су мере које се јављају у тренутној пракси.



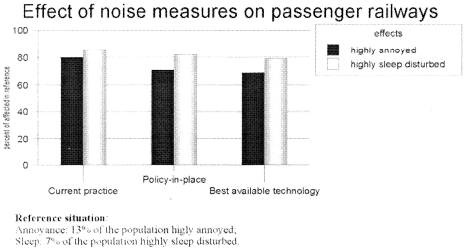

*Сл. 1.3.1: Ефекти мера за буку у агломерацијама, према [P49]*



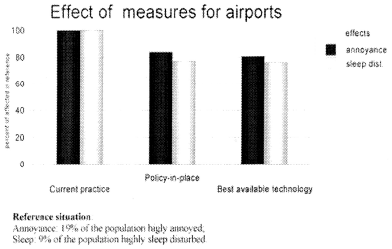

*Сл. 1.3.2: Ефекти мера за буку у руралним подручјима, према [P49]*




*Сл. 1.3.3: Ефекти мера за буку за комбиноване железнице, према [P49]*




*Сл. 1.3.4: Ефекти мера за буку за путничке железнице, према [P49]*




*Сл. 1.3.5: Ефекти мера за буку за аеродроме, према [P49]*

У поглављу 5 ове књиге дате су анализе и дискусија на тему заштите од буке на основу постављених модела а који су горе наведени.

## 1.3.3. Образложење потребе заштите од буке

### 1.3.3.1. Ситуација у Европској унији

У оквиру ЕУ Европска комисија већ неколико деценија посвећује велику пажњу буци у животној средини. Међутим, тек у последњих десет година Европска комисија посвећује већу пажњу буци у спољашњој средини.

Основни приказ решавања проблема буке у спољашњој средини у ЕУ није дат само елиминацијом буке која настаје као последица неке активности, него пре свега смањењем или елиминисањем утицаја свих извора буке.

То директно подразумева два типа деловања на буку у животној средини, и то:

1) Деловањем на месту извора буке (регулатива у области емисија) – овај део управљања буке покрива граничне или бар информативне захтеве за емисију буке возила, машина, производа и опреме.
2) Деловањем на месту пријема буке (регулатива у области имисија) – у овом случају се ради о стратешкој намери да се у оквиру ЕУ смањи број становништва који је током дневног режима угрожен буком чије су вредности веће од одређене границе (у овом случају $L_{Aeq}$ = 65 dB), и то за 10% у 2010.г. и за 20% у 2020.г. у поређењу са ситуацијом у 2000.г. Процењени број особа у оквиру ЕУ угрожених буком $L_{Aeq}$ од преко 65 dB у 2000.г. био је 100 милиона особа.

Конкретни проблеми заштите животне средине од буке деведесетих година прошлог века су били декларисани у V-акционом програму ЕУ, по коме проблематика буке у спољашњој средини укључује буку авиосаобраћаја, железничког саобраћаја, друмског саобраћаја, коришћење карата буке, као и буку у затвореном простору.

Реакција на идентификацију проблема буке у животној средини у ЕУ је настанак Директиве 2002/49/EC [P26], која се бави проценом и управљањем буке у животној средини. Са временског аспекта Директива [P26] покрива период до 2013.г.

Разлози и последице настанка Директиве [P26] дати су следећим смерницама:

- Она даје јединствени оквир за процену и управљање изложености становништва буци у животној средини. Тај оквир је за земље чланице обавезан.
- Јединствен приступ у решавању проблематике буке у животној средини је омогућен хармонизованим индикаторима и методама процене буке. Бука различитих извора има различите ефекте (релација "доза–утицај"), а ове чињенице су укључене у нацрт индикатора и метода процене.
- За коришћење хармонизованих индикатора буке и метода процене буке дефинисане су процедуре за прикупљање података о дејству буке на становништво што се изказује у картама буке.
- Информације о излагању становништва буци морају бити доступне јавности и представљају основу за локалне акционе планове за заштиту од буке. Ове

информације су основа како за постављање циљева у области буке на нивоу ЕУ тако и за израду других мера стратегије за заштиту од буке и њихове примене на нивоу ЕУ.

– Поједине државе чланице треба да успоставе националне граничне вредности буке у животној средини користећи хармонизоване индикаторе буке. Ове граничне вредности не морају нужно бити јединствене за све државе чланице. На основу објављених граничних вредности, као и карат буке и акционих планова за заштиту од буке појединачне државе чланице могу да и даље прате ситуацију која је у вези са буком и приступе конкретним решењима што ипак доводи до напретка.

Бука у животној средини дефинисана је према Директиви [P26] као бука која потиче од људских активности (друмски, железнички, ваздушни саобраћај, индустријске активности, рекреативне активности) што се углавном манифестује у насељеној средини. При томе насељена средина не подразумева само стамбену средину, већ и јавне паркове, школе и др.

Директива [P26] се експлицитно бави само буком од друмског саобраћаја, железничког саобраћаја, ваздушног саобраћаја и индустријском буком. Не бави се буком од фауне (дивљачи), од природе, буком из комшилука, буком коју генерише само изложено лице, не бави се буком на радном месту, у транспортним средствима нити буком од војних активности.

Директива [P26] се заснива на чињеници да се последице буке у животној средини на здравље људи могу поделити у неколико врста. Да ли ће се те последице код одређених људи појавити или не доста зависи од њихове индивидуалне осетљивости према буци. Политика буке треба да се заснива и на таквим резултатима који узимају у обзир индивидуалне варијације у перцепцији.

Очигледно је да код људи који се жале на буку долази до смањења квалитета живота. Ово смањење квалитета живота односи се на минимално 25% становништва Европске уније. Проценат популације ЕУ који показују на озбиљан поремећај спавања узрокован буком је 5 – 15%.

Поред тога важне су економске процене штете од буке на годишњем нивоу. Ове процене су се у време израде Директиве [P26] кретале од око 13 до чак 38 милијарди евра. Годишње процене штете од буке су у виду смањења цена кућа (опште снижење цена за становање), повећања медицинских трошкова, смањења могућности коришћења простора и губитак производње као резултат неодрађеног радног времена.

Не предузимати мере за заштиту од буке би значило да се ефикасност заштите од буке на нивоу ЕУ не повећава и да ће проблем буке са свима последицама наставити да расте. Даље би због пораста броја становништва и повећања његове мобилности, енормно порасли и трошкови за мере заштите од буке у будућности, а то би опет значило да се и онако смањен квалитет живота за око 100 милиона становника ЕУ и даље погоршава.

Важан документ ЕУ у заштити од буке постала је "Зелена књига о будућој политици буке у ЕУ" (Green Paper on Future EU Noise Policy), објављена 4.11.1996.г. У Зеленој књизи Европска комисија је идентификовала буку као један од главних еколошких проблема у Европи. Европски парламент дао је подршку овој књизи и нагласио потребу одређивања посебних мера и иницијатива у оквиру директиве о смањењу буке у животној средини и приметио недостатак поузданих и упоредивих података о ситуацији са различитим изворима буке.

Циљ Директиве [P26] је и дефинисање одређених приоритета као што је заједнички приступ спречавању или смањењу штетних и узнемиравајућих утицаја буке у спољашној средини, као и да се обезбеди основа за припрему мера ЕУ за смањење буке емитоване од главних извора. У вези са тим постепено се спроводе следеће мере:

1) Одређивање изложености буци у животној средини посредством израде мапа буке и методама процене заједничким за све државе чланице;
2) Објављивање информација о заштити од буке и њеном утицају на јавност;
3) На темељу резултата мапирања буке усвајање акционих планова од стране држава чланица у циљу спречавања и смањења буке у животној средини.

## 1.3.3.2. Ситуација у Републици Србији

Проблематика буке саобраћаја у Републици Србији решава се европском Директивом 2002/49/EC, [P26]. Ова Директива у својим уводним поглављима експлицитно зацртава:

1) То је део политике ЕУ за постизање високог нивоа здравља и заштите животне средине, а један од циљева је да се спроводи заштита од буке. У Зеленој књизи (Green paper) о будућој политици буке Европска комисија је представила буку у животној средини као један од главних проблема животне средине у Европи.
2) У својој Резолуцији од 10. јуна 1997.г. у "Commission Green Paper" Европски парламент је изразио своју подршку за Green Paper, позивајући на одређене мере и иницијативе које би требало да се допуне у Директиви за смењење буке у животној средини и истакао на недостатак поузданих, упоредивих података који представљају ситуацију различитих извора буке.
3) Заједнички индикатори буке и заједничка методологија за прорачун и мерење буке у околини аеродрома дефинисани су у "Commission Communication" од 1. децембра 1999.г. на "Air Transport and the Environment". Овај однос узет је у обзир у одредбама ове Директиве.

Општи утисак је да у српском језику није одабран адекватан термин за "environmental noise" који се за сада преводи као бука у животној средини. Паралелни термин комунална бука такође није у потпуности адекватан. У првом реду комунална бука односи се на појаву нежељеног звука у условима заједничког живљења и рада па под термином "community noise" треба подразумевати буку која је последица делатности у заједници.

Овим се жели рећи да и термин комунална бука није сасвим адекватан, али се можемо сложити да је ефикасан. Са друге стране, термин бука у животној средини настао на

основу оригиналног *environmental noise* треба да обухвати и нешто шири аспект буке, дакле аспект буке изван (високо) урбаног живљења.

Врло је индикативно, али и интересантно да у Директиви [P26] у уводном делу тачке 8 стоји "да је неопходно да се установе заједничке методе за оцену метода за буку у животној средини, као и дефиниције за граничне вредности, а имајући у виду хармонизоване индикаторе за одређивање нивоа буке". Одавде произилази да методе и дефиниција граничних вредности за оцену буке тек треба да се утврде, што значи да оне у доба доношења Директиве [P26] 18.07.2002.г. још увек нису биле установљене.

Директивом [P26] се у члану 1 уводи појам "штетних ефеката укључујући и ометање (annoyance)" услед буке у животној средини. Под одредницом ометање могло би се подразумевати оно што је у ранијој дефиницији било означено као нежељен. Одредница ометање је шира категорија од одреднице нежељен. Чини се да доносиоци Директиве [P26] свесно или несвесно желе да прошире дефиницију. По старој дефиницији буке звук је требао да поред тога што је ометао и узнемиравао буде и нежељен, па је тек тада постао објективно бука. Оваквом дефиницијом довољно је да он омета, па није потребно да се субјекат експлицитно изрази да је појава нежељена да би се појава дефинисала као бука.

Циљ и смисао Директиве [P26] дат је у члану 1 под тачкама a), b) и c) и своди се на: a) Израду карата буке, b) Информисање јавности и c) Усвајање акционих планова, а све у циљу смањења буке од главних извора које Директива [P26] препознаје као друмски, железнички и ваздушни саобраћај, индустријску опрему и мобилну машинерију. Истина, у Директиви [P26] се каже „outdoor and industrial equipment" са нејасном одредницом outdoor. Просто је невероватно да као главне изворе треба сматрати све спољашње уређаје, нпр. и неки кухињски вентилатор снаге 150 W. Но, без обзира на ову мању нејасноћу, Директива [P26] се, што је за ову Студију важно, очигледно односи на мапирање буке саобраћаја и великих индустријских постројења. Директива [P26] имплиците предпоставља да су у држави разрешена питања која решава закон о буци, а одређују се само аспекти у вези са главним изворима како их Директива [P26] препознаје.

Ова Директива [P26] подразумева да су и аспекти дефинисани у директивама:

1) Council Directive 70/157/EEC of 6 February 1970,
2) Council Directive 77/311/EEC of 29 March 1977,
3) Council Directive 80/51/EEC of 20 December 1979,
4) Council Directive 92/61/EEC of 30 June 1992 i
5) Directive 2000/14/EC of the European Parliament and of the Council of 8 May 2000

већ законски обрађени.

Основни проблем нашег новог Закона [P5] је што се он првенствено бави само проблематиком Директиве [P26], а не и осталим аспектима буке.

Овом Директивом [P26] у чл. 2 став 1 експлицитно је изречено да заштиту од буке треба примењивати (само) на човека, а не и на флору, по некима и фауну, како су неки склони да у својој ревности уопштавају. Са друге стране, такође у члану 2 Директива експлицитно искључује проблематику буке од активности у домаћинству и уопште буке

која настаје у суседству. Наш нови Закон [P5] такође предузима овакву формулацију али са нејасним разлогом. Ове две категорије нису нормативно регулисане ни једним другим прописом, па ако их Закон о буци не обради нејасно је где ће оне бити нормиране. Такође, Директива [P26] се не односи на буку на радном месту, нити на буку коју чује особа која је производи и коначно што је врло прихватљиво не односи се на војне активности на војним полигонима.

У чл. 3 Директиве [P26] експлицитно се дефинише бука у животној средини (environmental noise) као нежељен или штетан звук у спољашњој средини настао од људских активности укључујући и буку од саобраћаја и индустрије. Под штетним ефектима подразумевају се и ефекти на људско здравље. Оваквим дефиницијама Директива [P26] јасно опредељује да се њена важност односи на звук у спољашњем простору. При овоме треба имати у виду да се у највећем броју случајева човек, као заштићени субјект, налази у затвореном простору, дакле кући или стану, радном месту или пак у неким јавним просторијама.

Овакве односе треба тумачити једнозначном корелацијом између спољашњег нивоа звука $L_1$, звучне изолационе моћи $R$ фасаде и нивоа звука у унутрашњем простору $L_2$. Ниво звука у унутрашњем простору $L_2$ је за дати простор и геометријске односе сасвим дефинисан и може се исказати релацијом:

$$L_2 = L_1 - R + 10\log\frac{S}{A} \qquad (1.3.8)$$

где је:
$S$ – површина кроз коју звучна енергија улази у унутрашњи простор,
$A$ – укупна апсорпција унутрашњег простора.

У чл. 3 Директиве [P26], важни су и следећи ставови:

а) $L_{den}$ (дан-вече-ноћ индикатор буке) подразумева индикатор буке за укупна узнемиравања, као што је даље дефинисано Анексом I.
б) $L_{day}$ (дневни индикатор буке) подразумева индикатор буке за узнемиравања у току дана, као што је даље дефинисано Анексом I.
в) $L_{evening}$ (вечерњи индикатор буке) подразумева индикатор буке за узнемиравања у вечерњем периоду, као што је даље дефинисано Анексом I.
г) $L_{night}$ (ноћни индикатор буке) подразумева индикатор буке за узнемиравања у току сна, као што је даље дефинисано Анексом I.
д) „релација доза–утицај“ подразумева однос између вредности индикатора буке и штетног деловања.

Штетан ефекат на људско здравље су и сви психофизички ефекти па и само узнемиравање треба сматрати као ефекте на психофизичко здравље. Узнемиравање се дефинише као степен узнемиравања узрокован комуналном буком. Оваква дефиниција је крајње непрецизна, јер се сада уводи појам комуналне буке, а узнемиравање дефинише као степен. На овај начин сугерише се да се ради о некој физичкој величини што свакако није случај.

Директива [P26] описује значење термина индикатори буке, али их не дефинише, остављајући ово питање отвореним. Коначно, питање буке која настаје од главних извора као што Директива види може се сматрати у већем делу решеним. Уведени су параметри $L_{den}$, $L_{day}$, $L_{night}$, $L_{evening}$, али је остављена могућност да се уведу и неки допунски индикатори. Свакако треба обратити пажњу на неке од физичких величина које су дефинисане у [P21], односно [P22] али и другим сличним стандардима, нпр [P30].

Под оценом се подразумева свака метода која се користи за мерење, прорачун, предикцију и прогнозу или процену неке од вредности индикатора буке или одговарајућег штетног ефекта.

Такође, недовољно јасна је дефиниција тихих зона у слободном простору које имају значење неког предела или области коју је ограничио надлежни (државни) орган и која није загађена буком саобраћаја, индустријске или рекреативне активности људи. Са друге стране, у првом ставу чл. 2 Директиве [P26] говори се о буци у животној средини (environmental noise) у оваквом слободном простору, али само уколико су људи у њој изложени. Дакле, ако нема људи не бу се могло говорити о буци у животној средини, али остаје отворено питање да ли људи морају да буду стално у овој области или и њихово сасвим повремено и често краткотрајно битисање довољан услов према чл. 2.

Са друге стране врло интересантно је да се овде имплицитно помињу рекреативне активности као могући извор буке. За обрађиваче ове Студије остаје отворено питање да ли се под отвореним простором подразумевају и мале урбане средине или простори у малим урбаним срединама.

Оно што се поуздано може рећи је да Директива [P26], недвосмислено дефинише преко којег параметра треба исказати граничне вредности, али истина само за саобраћај и индустрију. То су у првом реду параметри $L_{den}$ или $L_{night}$ , али допушта и увођење још два допунска $L_{day}$ и $L_{evening}$. Међутим, Директива [P26] не нормира граничне вредности.

И на крају, под термином акустичко планирање подразумевају се мере просторног планирања системских саобраћајних решења, планирања али и мера спроведених звучном изолацијом и контролом буке извора.

### 1.3.3.3. Ситуација у Чешкој Републици

У Чешкој Републици је однос између буке и појаве здравствених индикатора код становништва екстензивно праћен низ година у оквиру "Система мониторинга здравља људи у односу на животну средину". Добијени резултати потврђују блиску везу. Праћени су показатељи као што су број лица која су погођена буком у спољашњој средини, проценат људи са слабим сном и тешким почињањем спавања или број лица која свакодневно узимају седативе посебно за ноћни еквивалентни ниво звука ($L_{Aeq,ноћ}$). Током мониторинга био је неколико пута тестиран и статистички значајан однос између ноћног еквивалентног нивоа звука и укупне оболелости цивилизацијским болестима. Резултати овог пројекта омогућују предвиђање повећања процента особа које пате у односу на

повећане буке на датој локацији. Ово важи такође и обрнуто – према смањењу ноћног еквивалентног нивоа звука може се предвидети колико се смањи број оболелих.

Тренутно у Чешкој Републици анализа ризика од буке у спољашњој средини се врши на основу резултата мониторинга и то представља "алат" који ће из положаја тренутне спорадичне процедуре примењене углавном у области документације и процена EIA, доспети до позиције регулативом тражене стандардне процедуре. Вреди нагласити чињеницу да ова анализа ризика од буке пре свега обухвата проблематику здравственог ризика од буке.

У решавању проблема буке у животној средини, укључујући проблематику старих извора сметњи, неопходно је имати у виду следеће чињенице:

1) Акустичка ситуација на локацији настала је постепено и резултат је развоја. Слично томе, постепено би требало доћи и до побољшања. Другим речима, садашња бука у некој средини је последица процеса и њено побољшање такође треба да се деси у оквиру неког процеса.
2) Приоритетне мере за побољшање стања акустичких услова у спољашњој средини треба да буду усмерене на проблем смањења емисија буке као активна регулација изложености буци.
3) Мере заштите на путу између извора буке и њеног примаоца као и мере за заштиту унутрашњег окружења су пасивне мере. Међутим, у оквиру насеља често су једина мера.
4) У оквиру насеља доступан је ограничен број могућности за смањење неповољне ситуације са буком.

Поступак за побољшање услова у акустичкој ситуацији у некој средини, укључујући и смањење или уклањање старих извора буке, треба да узме у обзир горе наведене принципе, а то значи да треба поштовати не само материјални аспект решавања проблема побољшања акустичких услова у средини и смањење и уклањање старих извора буке, него и његову временску везу и могућности у односу на очекиване (претпостављане) промене ситуације у саобраћају и развоју простора.

Принципи заштите од буке су наведени у Закону [C2]. Максимално дозвољене граничне вредности буке одређује Уредба [C4]. Највише дозвољене вредности буке су одређене за:

а) радно место – место одређено за вршење обичне односно редовне активности запослених,
б) заштићену унутрашњост зграда – стамбене просторије и боравишне просторије, осим просторија у објектима за индивидуалну рекреацију и објеката за производњу и складиштење,
в) заштићени отворени простор – незаграђена земљишта, која се користе за рекреацију, спорт, лечење и настави, са изузетком пољопривредних земљишта, шума и радних места на пољу,
г) заштићен спољни простор објеката – до 2 m око стамбених зграда, породичних кућа, зграда за предшколско и школско образовање и за здравствене и социјалне сврхе, као и функционално сличних зграда

Према Уредби [С4] се гранична вредност еквивалентног А пондерисаног нивоа звучног притиска одређује као сума основног нивоа звучног притиска $L_{Aeq,T}$ = 50 dB и корекције која узима у обзир врсту заштићеног простора, као и доба дана и ноћи дате у Табели 1.3.3. Корекције наведене у табели се не сабирају.

*Tabela 1.3.3: Корекције за врсту заштићеног простора*

| **Врста заштићеног простора** | **Корекција [dB]** | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1) | 2) | 3) | 4) |
| Заштићени отворени простор зграда здравствених установа, укључујући бање | -5 | 0 | +5 | +15 |
| Заштићени отворени простор здравствених установа, укључујући бање | 0 | 0 | +5 | +15 |
| Заштићени отворени простор осталих зграда и заштићени остали ванјски простор | 0 | +5 | +10 | +20 |

За ноћни режим, на отвореном простору заштићених објеката постоји додатна корекција –10 dB, са изузетком буке од железничког саобраћаја на који се односи корекција –5 dB. Ова корекција се објашњава на следећи начин:

1) Користи се за буку која потиче од јавних репродукција музике, буку од објеката где се врше услуге и буку других извора буке, осим аеродрома, путева (ако се не ради о саобраћајницама локалног значаја), железнице (уколико се не ради о железничким станицама где је врше радови на возовима, пре свега на распајању и спајању теретних возова, инспекција возова и поправка вагона).
2) Примењује се за буку од друмског саобраћаја, са изузетком путева и пруга најнижег реда.
3) Примењује се за буку од друмског саобраћаја на главним путевима у области где је бука од саобраћаја на овим путевима битнија у односу на буку од саобраћаја на другим путевима. Примењује се за буку од саобраћаја на прузи у заштитној зони пруге.
4) Примењује се у случају старих оптерећивања буком од саобраћаја на путевима и пругама. Старим оптерећивањем буком се подразумева стање постојања буке од друмског и железничког саобраћаја у штићеним спољашњим зонама зграда и у спољашњем простору, које је настало до 31. децембра 2000.г. Ова корекција се задржава такође након полагања нових површина пута, након замене железничког лежаја или проширење путева, са задржавањем висинских кота и правца пута или пруге, у чему не може да дође до погоршања постојећег нивоа буке у заштићеном спољашњем простору зграда и у заштићеном отвореном простору и за краткорочне обилазнице.

## 1.4. Дефинисање циљева инвестирања

### 1.4.1. Друштвени циљеви

Поред доприноса који један пројекат има за односног инвеститора, неопходно је, при укупној оцени пројекта, утврдити и анализирати и допринос пројекта националној економији, односно допринос пројекта земљи у целини.

Друштвени циљеви обухватају све економске циљеве али и читав низ других циљева који су од значаја за ширу друштвену заједницу. Приликом оцене оправданости реализације једног инвестиционог пројекта треба увек имати у виду и ефекте које пројекат доноси другим организацијама или широкој заједници. Треба имати у виду да су поједине инвестиције по својој природи такве да се морају посматрати и оцењивати пре свега са ширег друштвеног аспекта због свог великог доприноса који дају земљи у целини.

Друштвени циљеви који би били додатак претходно дефинисаним економским циљевима су:

- **Повећан степен запослености (ангажовање домаћих предузећа на пословима везаним за смањење утицаја буке)**
  Различите инвестиционе варијанте доприносе у различитој мери повећању запослености у националној привреди. Јасно је да она варијанта која ангажује већи домаћи привредни и кадровски потенцијал има предност у односу на оне које то чине у мањој мери.
- **Побољшана безбедност саобраћајница**
  Различите инвестиционе варијанте могу различито утицати на безбедност саобраћајница. Морају се фаворизовати оне које немају негативан утицај.
- **Повећан број страних туриста**
  Заштитом животне средине у зонама где се налазе културно-истопријски споменици, паркови природе и друге туристичке локације, позитивно се утиче на привлачење туриста. Приликом избора између више поредложених решења треба имати у виду и овај аспект.
- **Повећан девизни прилив**
  Избор одређене варијанте носи са собом одређене могуће девизне приливе и одливе. Треба већи значај дати оној варијанти која обезбеђује већи девизни прилив него одлив.
- **Смањена емисија издувних гасова**
  Поред буке, један од најбитнијих штетних утицаја на животну средину јесте који потиче од друмског саобраћаја је емисија штетних гасова. Одређене варијанте могу бити у корелацији са овом емисијом и на тај начин јој допринети у одређеном смеру.

- **Побољшана енергетска ефикасност**
  Одређена техничка решења носе са собом и одређени утицај на уштеду енергије. Енергетска ефикасност увек, а нарочито у временима лимитираних енергетских извора, пердставља један од примарних циљева у сваком друштву. Јасно је да предложена решења која значајније доприносе уштеди енергије морају имати примат у односу на друга решења.
- **Побољшан визуелни идентитет угрожених зона**
  Саобраћајнице саме по себи могу у значајној мери утицати на визуелни идентитет околине кроз коју прлазе. Приликом избора решења које би штитило од буке треба водити рачуна и о томе да та решења додатно не ремете изглед крајолика, тј. да не мењају пејсаж и на тај начин знатно ремете и утичу на животну средину.
- **Поспешен привредни раст у заштићеним зонама**
  Полазећи од чињенице да су у незагађеним срединама бољи услови за живот и рад треба бирати решења која не носе одређене негативен ефекте на привредну активност у штићеним зонама.
- **Утицај на биодиверезитет**
  Имплементација одређених техничких решења може имати мањи или већи утицај на биљни и животињски свет у ужој или широј околини штићених зона. Приликом селекције инвестиционих варијанти ово се мора узети у обзир.

Наведена листа представља најбитније идентификоване друштвене циљеве, али свакако није коначна. Такође, можемо закључити да је степен остварења ових циљева јако тешко мерљив. Међутим, јасно је да се свако од решења које буде анализирано у овој студији може довести у везу са сваким појединачним циљем.

## 1.4.2. Економски циљеви

Економски циљеви инвестирања односе се, по дефиницији, на економске користи које стиче инвеститор одређеним пројектом. Уско посматрано, у основи пројеката јавног сектора не налази се економска мотивација јер су најчешће непрофитног карактера и немају за циљ стицање економске користи. Како је инвеститор у овом случају део јавног, а не профитног сектора, циљеви за инвестирање нису приоритетног економског карактера.

Шире посматрано, може се узети да је заправо инвеститор овог пројекта Република Србија. У том контексту можемо говорити о економској оправданости, тј. о економским циљевима на један посредан начин. Ако се пође од претпоставке да је економска добробит државе, заправо, збир појединачних економских добробити свих њених грађана, онда економски аспекти овог пројекта добијају један други контекст.

Студија [E2] је показала да цена индивидуалних боравишних некретнина у подручјима угроженим буком пада за 0,26 процената за сваки проценат раста *NEF*-а (*Noise Exposure Forecast*), детаље види у поглављу 1.7. У том контексту, а у складу са методологијом Европске уније [P48], економски циљ инвестирања у смањење штетног утицаја буке

друмског саобраћаја је повећана вредност комерцијалних, боравишних и других некретнина у зонама угроженим штетним утицајем буке од друмског саобраћаја.

Овај циљ има јасно дефинисану економску компоненту за све оне чије се некретнине налазе у непосредној близини саобраћајница које ће бити обухваћене овим инвестиционим пројектом, самим тим и за државу у целини.

Поред овог директног економског циља може се дефинисати још одређени број индиректних циљева који проистичу из елиминисања штетног дејства буке. Ти циљеви су:

- Повећана радна способност становништва које живи у зонама угроженим штетним утицајем буке од друмског саобраћаја.
- Повећан учинак запослених који раде у комерцијалним објектима смештеним у зонама угроженим штетним утицајем буке од друмског саобраћаја.
- Повећан профит привредних друштава које обављају своје пословне процесе у зонама угроженим штетним утицајем буке од друмског саобраћаја.
- Смањени издаци за лечење обољења изазваних штетним утицајем буке.
- Унапређен систем заштите животне средине.

Сви наведени циљеви имају економску добробит за становништво које живи или ради у зонама које су угрожене штетним утицајем буке од друмског саобраћаја, а биће обухваћене овим пројектом.

### 1.4.3. Остали циљеви

На мрежу путева као потенцијалног загађивача са аспекта буке треба посебно показати следећих пет начела. Законом [P6] дата су начела заштите животне средине и циљевима инвестирања треба поштовати ова начела:

**Начело интегралности** – државни органи, органи аутономне покрајине и органи јединице локалне самоуправе обезбеђују интеграцију заштите и унапређивања животне средине у све секторске политике спровођењем међусобно усаглашених планова и програма и применом прописа кроз систем дозвола, техничких и других стандарда и норматива, финансирањем, подстицајним и другим мерама заштите животне средине.

**Начело превенције и предострожности** – свака активност мора бити планирана и спроведена на начин да: проузрокује најмању могућу промену у животној средини; представља најмањи ризик по животну средину и здравље људи; смањи оптерећење простора и потрошњу сировина и енергије у изградњи, производњи, дистрибуцији и употреби; укључи могућност рециклаже; спречи или ограничи утицај на животну средину на самом извору загађивања.

Начело предострожности остварује се проценом утицаја на животну средину и коришћењем најбољих расположивих и доступних технологија, техника и опреме. Непостојање пуне научне поузданости не може бити разлог за непредузимање мера

спречавања деградације животне средине у случају могућих или постојећих значајних утицаја на животну средину.

**Начело очувања природних вредности** – природне вредности користе се под условима и на начин којима се обезбеђује очување вредности геодиверзитета, биодиверзитета, заштићених природних добара и предела.

Обновљиви природни ресурси користе се под условима који обезбеђују њихову трајну и ефикасну обнову и стално унапређивање квалитета.

Необновљиви природни ресурси користе се под условима који обезбеђују њихово дугорочно економично и разумно коришћење, укључујући ограничавање коришћења стратешких или ретких природних ресурса и супституцију другим расположивим ресурсима, композитним или вештачким материјалима.

**Начело одговорности загађивача и његовог правног следбеника** – правно или физичко лице које својим незаконитим или неисправним активностима доводи до загађења животне средине одговорно је у складу са законом.

Загађивач је одговоран за загађивање животне средине и у случају ликвидације или стечаја предузећа или других правних лица, у складу са законом.

Загађивач или његов правни следбеник обавезан је да отклони узрок загађења и последице директног или индиректног загађења животне средине.

Промене власништва предузећа и других правних лица или други облици промене својине обавезно укључују процену стања животне средине и одређивање одговорности за загађење животне средине, као и намирење дугова (терета) претходног власника за извршено загађивање и/или штету нанету животној средини.

**Начело "загађивач плаћа"** – загађивач плаћа накнаду за загађивање животне средине када својим активностима проузрокује или може проузроковати оптерећење животне средине, односно ако производи, користи или ставља у промет сировину, полупроизвод или производ који садржи штетне материје по животну средину.

Загађивач, у складу са прописима, сноси укупне трошкове мера за спречавање и смањивање загађивања који укључују трошкове ризика по животну средину и трошкове уклањања штете нанете животној средини.

## 1.5. МЕТОДОЛОШКИ ПРИСТУПИ

### 1.5.1. Општа разматрања и теорија

Строго узевши термином бука дефинише се „нежељени звук“. У обичном говору и нарочито општој терминологији, али такође и у оквиру стручних кругова, када се говори о звуку који настаје од друмског саобраћаја углавном се користи термин бука друмског саобраћаја. Гледајући са аспекта струке, а посебно дефиниције буке, једино би исправно било да се говори о звуку друмског саобраћаја или акустичкој (звучној) енергији који емитује друмски саобраћај. Први није у широкој употреби као последица језичких поједностављења и језичке оптимизације и уместо два напред наведена коректна термина користи се синтагма бука друмског саобраћаја, при чему израз бука није усклађен са постојећом дефиницијом. За кориснике возила звук мотора његовог аутомобила сигурно није нежељен, па стога тај звук није бука.

Да је акустичка енергија коју емитује друмски саобраћај заиста озбиљан проблем показују истраживања спроведена у земљама Европске уније. Она су показала да око 25% становника Европске уније, дакле око 100 милиона људи, живи и ради у зонама у којима је ниво звучне енергије виши од 65 dB. Ове нивое акустичке енергије научни и здравствени стручњаци сматрају неприхватљивим будући да узнемиравају људе, ремете сан и тако имају негативан утицај на здравље, [A1]. Од свих звучних извора највећи проценат отпада управо на звучну енергију саобраћаја, око 81%, док на остале изворе (индустрија, градитељске делатности и активности у слободно време) отпада око 19 %. Од укупно 81%, што се односи на акустичку енергију коју производи саобраћај у већим урбаним срединама, 50% је друмски, 18% железнички и 13% авиосаобраћај. Друмски саобраћај је највећи извор звучне енергије па му са становишта заштите треба посветити и највећу пажњу. По свему наведеном, активности које су у вези са смањењем акустичке енергије у већини случајева су мањег приоритета и опсега од оних које се спроводе како би се решили проблеми ваздуха и воде. Такво стање би требало нужно мењати и активности бар изједначити, будући да се акустичка енергија друмског саобраћаја сматра једним од главних узрока смањења квалитета живота, [P38].

Карактеристика буке друмског саобраћаја је врло сложен скуп резултата, првенствено због великог броја утицајних параметара. Они су приказани на више места у овој Студији. Са једне стране, постоји група параметара који су у вези са извором звука (примарни параметри), а са друге стране, постоји група секундарних параметара који обухватају врло широку лепезу услова простирања звука до места имисије. Као последица овако чињеничног стања карактеристика буке друмског саобраћаја се не може дати детерминистички него треба користити статистичке податке. Ова Студија се ослања на постојеће моделе и опште принципе акустике и на постојеће моделе прорачуна.

Као основне карактеристике буке, у овом тексту биће дати подаци о нивоима буке, фреквенцијским карактеристикама и временском току. У Студији ће бити размотрени и

могући индикатори уобичајени за проблематику друмског саобраћаја. Ови подаци дају се за специфичне домаће услове и резултат су дугорочних и вишеструких мерења обављених у лабораторији обрађивача, а један број је преузет као литературни податак. Вредност ових разматрања огледа се у њиховом обиму, методологији спровођења и евидентирању релевантних утицаја.

Емисија акустичке енергије друмског саобраћаја зависи од:

1) акустичке емисије самог возила у условима вожње,
2) акустичке емисије услед интеракције пнеуматик – коловозни застор и
3) аеродинамичке буке.

Упркос томе што је ниво звучне енергије новопроизведених путничких возила све нижи и нижи, повећање њиховог укупног броја знатно доприноси повећају укупног нивоа акустичке енергије саобраћаја. У општим условима саобраћаја путнички аутомобили чине 80% укупног броја возила.

Теретна возила и аутобуси углавном имају погон на дизел мотор, мада је код лакших камиона заступљен и бензински мотор. Важна разлика код ова два процеса сагоревања горива у погледу нивоа акустичке енергије коју емитују настаје због опсега броја обртаја мотора, који је увек нижи код тешких дизел мотора и који као резултат даје повећање буке на нижим фреквенцијама. Друга карактеристика је однос компресије који је знатно већи код дизел мотора што доводи до већег притиска у цилиндру мотора и као резултат даје већи ниво акустичке енергије.

Ниво акустичке енергије мотоцикала доста варира у зависности од врсте и величине мотоцикла. Мотоцикли могу да имају двотакне и четворотактне моторе и велики распон у запремини мотора која се креће од 50 $cm^3$ до преко 1000 $cm^3$.

У табели 1.5.1 су дате вредности процентних нивоа $L_{50}$ и $L_5$ за различите категорије возила на референтној удаљености 7,5 m, [A6].

*Табела 1.5.1: Процентни нивои $L_{50}$ и $L_5$ за различите категорије возила*

| **Категорије возила** | | **$L_{50}$ [dBA]** | **$L_5$ [dBA]** |
|---|---|---|---|
| Мопеди | | 73 | 82 |
| Мали мотоцикли | | 82 | 88 |
| Мотоцикли (општа класификација) | | 78 | 87 |
| Путнички аутомобили | бензински мотор | 70,5 | 77 |
| | дизел мотор | 72 | 78 |
| „Pick-up" возила | бензински мотор | 72,5 | 79 |
| | дизел мотор | 75 | 80,5 |
| Аутобуси | | 80 | 86 |
| Камиони | ≤ 105 kW | 79,5 | 85,5 |
| | ≤ 150 kW | 82,5 | 88,5 |
| | > 150 kW | 85 | 90,5 |

Мерења су обављена на неколико различитих локација у Ахену, [А6], и покривају широк спектар разних ситуација у саобраћају. Расподеле су одређене за преко 22 000 пролазака возила. Забележени максимални А пондерисан ниво звучног притиска је у опсегу 57 – 93 dBA. Најнижи запис нивоа звука забележен је за путничке аутомобиле са бензинским мотором од којих 45% емитује акустичку енергију мању од 70 dBA, док је највиши ниво звука забележен за тешке камионе са снагом мотора већом од 150 kW. Утврђено је да путнички аутомобили и "pick-up" возила са дизел мотором зраче већу акустичку енергију од бензинских мотора за 1 – 2 dBA.

Посматрањем моторног возила намеће се констатација да постоји велики број извора буке на самом возилу који се суперпонирају и тако дефинишу укупни ниво буке возила. Да би смањење укупног нивоа буке било што ефикасније, неопходно је установити допринос сваког компонентног извора у укупном нивоу буке. Проблем се мултиплицира на основу саме концепције моторног возила (положај мотора (напред / позади), тип мотора (бензински / дизел), велики распони у снази, различита извођења трансмисије и израде зупчастих преноса, различита опрема мотора и возила, примена различитих типова пнеуматика, различита извођења носећих конструкација и др.).

Извори буке могу се поделити на моторске и ванмоторске изворе.

У моторске изворе спадају бука:
- процеса сагоревања,
- механичка побуда (вентилски развод, опрема за убризгавање горива, разводни зупчаници, промена смера клипа и др.),
- струјања ваздуха (усисни систем, издувни систем, систем за хлађење).

У ванмоторске изворе спадају бука:
- трансмисија (интеракције пнеуматик – коловозни застор, мењачки преносник и спојница, главни и диференцијални преносник, кардански вратила и др.),
- струјање ваздуха на граничним површинама и каналима – аеродинамичка бука.

Бука која настаје процесом сагоревања јесте доминатна бука мотора, односно моторног возила. Код дизел мотора нешто је вишег интезитета у поређењу са бензинским мотором.

Механичку буку мотора побуђују још вентилски развод, систем за убризгавање горива, зупчаници, промене смера кретања клипа, удари клипа о зидове цилиндра и др.

Укупан ниво буке моторног возила увећавају и бука издувног система, усисног система, система за хлађење и аеродинамичка бука.

Бука издувног система последица је струјања издувних гасова при сагоревању под притиском при отварању издувних вентила. При томе се енергија притиска и издувних гасова преноси на зидове и преграде у издувном систему. Вибрације зидова у затвореном простору издувног система преносе поремећај у виду звучних таласа. Примарна фреквенција зависи од тактности мотора, броја обртаја, броја цилиндара, конфигурације издувног система, угла паљења, подешености угла предубризгавања, оптерећења мотора и др.

Бука која настаје при усисивању ваздуха код дизел мотора је сличног карактера као и бука издувног система, с тим што су код возила нижих категорија нивои нижи због мањих промена притиска и нижих температура у систему.

Буку вентилатора карактеришу два извора: услед ротационог кретања и услед турбулентног струјања ваздуха. Тако створена бука јавља се у широком фреквенцијском спектру, али углавном одговара вишим фреквенцијама.

Аеродинамичка бука такође зависи од многобројних фактора, првенствено од облика возила (аеродинамичка линија), материјала (лим, пластичне масе, композитни материјали и др.), брзине кретања, места, начина и интезитета настајања вибрација, начина и ефикасности њиховог ублажавања и др.

Бука од трансмисије у значајној мери зависи од конфигурације саме трансмисије. Уколико се пружа читавом дужином возила, свака неправилност на њој преноси се са једног на други крај возила, што директно утиче на укупни ниво буке возила. На ниво буке у знатној мери утичу начин израде и квалитет зупчаника и вратила, преносни односи главног и дифренцијалног преносника, крутости и врсте материјала кућишта, уравнотеженост свих ротирајућих елемената, начин ослањања на носећу структуру и др.

Бука пнеуматика је значајна компонента укупне буке, нарочито при великим брзинама кретања возила. Фактори који утичу на стварање буке пнеуматика су тип пнеуматика (радијални, дијагонални и др.), врста дезена и шаре протектора (уздужна, попречна), дубина протектора, микроповршина коловозног застора (асфалт, бетон, макадам, коцка и сл.), брзина кретања, притисак и оптерећење пнеуматика и др. На пример бука, дијагоналних пнеуматика са попречном шаром на коловозном застору са крупном микроструктуром, при истој брзини и истом оптерећењу је већа од буке радијалних пнеуматика са уздужном шаром.

Из кратког приказа утицајних параметара буке моторних возила може се закључити да је проблем изузетно комплексан, па сви покушаји раздвајања појединих компонената аналитичким путем не дају адекватне резултате, које би свакако требало очекивати од експерименталних испитивања.

Код свих друмских возила два основна и независна извора акустичке енергије су погонски систем и интеракција пнеуматик – коловозни застор. На погонском систему бука углавном настаје у раду мотора, при усисавању, издувавању и хлађењу. Код теретних возила и аутобуса бука је већа због јачег погонског система и карактеристичног пријањања возила на путу, па је зато од важности њихова процентуална заступљеност у саобраћају. Код путничких и теретних возила емисија акустичке енергије је највећим делом функција рада мотора и броја обртаја и она је за различите брзине различита.

## Емисија акустичке енергије погонског мотора друмских возила

Емисија акустичке енергије погонског мотора друмских возила зависи од брзине и начина оптерећења односно типа мотора.

Све моторе друмских возила можемо поделити у три категорије:
- бензински мотори и мотори на природни гас – користе се углавном за путничке аутомобиле и лака теретна возила,
- дизел мотори са индиректним убризгавањем горива (IDI) – користе се за путничке аутомобиле и лака комерцијална возила,
- дизел мотори са директним убризгавањем горива (DI) – користе се за аутобусе и теже камионе.

Процес сагоревања је највећи узрок настанка акустичке енергије мотора.

По већини својих саставних делова дизел мотор је сличан бензинском мотору. Обе врсте мотора могу бити изведене као двотактни и као четворотактни мотори. Основна разлика је у врсти горива и његовог паљења, који се битно разликују код ова два типа мотора.

Оно што разликује бензинске и дизел моторе је то што се смеша горива и ваздуха које је компресовао клип у цилиндру код бензинског мотора пали искром свећице, док се код дизел мотора смеша сама пали услед високог степена компресије која усијава ваздух до тачке када смеша експлодира. Услед тога се емитује већи ниво акустичке енергије код дизел мотора него код бензинског мотора.

Начин оптерећења нема много утицаја у случају дизел мотора, осим у случају индиректног убризгавања који доводи до смањења нивоа емисије акустичке енергије и до 5 dB када је мотор лако оптерећен.

За фреквенције око 500 Hz ниво емисије акустичке енергије на датој фреквенцији расте према релацији, [A5]:

$$L_A = 30\log N + 17{,}5\log C \text{ [dBA]}, \qquad (1.5.1)$$

где је
$N$ – брзина мотора у обр./мин,
$C$ – капацитет мотора.

Процењујући фреквенцијски спектар емисије акустичке енергије закључује се да ниво звучног притиска опада брзином од 30 dB/декади за фреквенције изнад 2 kHz.

У случају бензинског мотора ефекат оптерећења се може проценити на 5 – 6 dBA у односу на укупан ниво и процењује се да ниво звучног притиска расте веома брзо са повећањем брзине мотора односно према релацији, [A5]:

$$L_A = 50 \log N + 17{,}5 \log C \quad [\text{dBA}]. \qquad (1.5.2)$$

Код ових мотора ниво звучног притиска опада брзином од 50 dB/декади за фреквенције изнад 2 kHz.

На основу претходно изложеног закључити да ниво емисије акустичке енергије не расте тако брзо са повећањем капацитета мотора.

У табели 1.5.2 дат је преглед нивоа буке који настају код различитих врста моторних возила према испитивању OECD-а, [А6].

*Табела 1.5.2: Нивои буке за различите врсте моторних возила*

| **Моторна возила** | | **Средњи ниво буке [dBA]** | **Интервал нивоа буке [dBA]** |
|---|---|---|---|
| Путничко возило | Испод 1100 $cm^3$ | 70 | 67 – 75 |
| | од 1100 $cm^3$ до 1100 $cm^3$ | 71 | 67 – 75 |
| | преко 1600 $cm^3$ | 72 | 68 – 77 |
| Доставно возило | | 73 | 68 – 77 |
| Теретна возила и аутобуси | | 81 | 76 – 86 |

Сам извор емисије акустичке енергије није предмет разматрања ове Студије. Акустичка емисија самог возила и аеродинамичка бука могли би да постану предмет неке друге анализе.Када се говори о емисији акустичке енергије друмског саобраћаја поред горе наведене поделе треба имати у виду да постоји и група параметара који утичу на ову емисију. Због велике разноликости саобраћајног фонда као и разноликости услова одвијања саобраћаја прорачуни се не базирају у потпуности на егзактним физичким моделима већ углавном сва разматрања узимају у обзир неку меродавну статистику са већим бројем утицајних параметара.

Као утицајне параметре на генерисани ниво звучне енергије која потиче од друмског саобраћаја на овом месту треба набројати следеће:

- обим саобраћајног оптерећења,
- удео тешких возила и евентуално мотоцикала,
- брзина кретања возила,
- тип звучног извора коју формира саобраћајни ток – тачкасти или линијски,
- врста коловозног застора,
- нагиб пута,
- начин одвијања саобраћаја (континуални или регулисан семафором).

Прорачунски модели нивоа буке углавном узимају у обзир наведене параметре али се ипак показује да је неопходно прорачунски модел калибрисати реалним подацима за дате услове. Са друге стране, калибрација прорачунског модела неопходна је због потребе да се обухвате националне и локалне карактеристике и корелација између саобраћаја и генерисане буке. Као битне факторе овде треба поменути старост саобраћајног фонда, начин вожње, стање коловоза и др.

## Емисије акустичке енергије услед интеракције пнеуматик–коловозни застор

Ниво акустичке енергије је такође функција брзине кретања возила, где је укључен и однос интеракције пнеуматика и коловозног застора. Како је максимални ниво акустичке енергије погонског система константан за дату брзину возила, то са већом брзином долази до знатног повећања буке која је последица инеракције пнеуматика са коловозним застором. Критична граница брзине за тешка возила је око 50 km/h. За брзине изнад ове границе доминирајући су извори буке са интеракцијом пнеуматик - коловозні застор га, а за спорије брзине доминирају извори буке погонског система. Према Hayden-овој формули, [A36], за прорачун нивоа буке у зависности од брзине возила фигуришу и величине као што су услови пута, ширина газећег слоја, број удубљења и сл. али је још једном потребно истаћи да са порастом брзине расте и бука по закону

$$40 \log v ,$$

односно двоструко смањење брзине кретања возила доводи до смањења буке за 12 dBA.

Овај извор буке зависи и од типа микро и макро површине застора, притиска и оптерећења пнеуматика, дубине, врсте дезена и шаре протектора, типа пнеуматика и др.

Постоје три механизма који емитују акустичку енергију пнеуматика:

- вибрације пнеуматика,
- пумпање ваздуха и
- ударање рамена пнеуматика у коловозни застор.

Вибрације пнеуматика настају услед радијалних и тангецијалних вибрација пнеуматика и „stick and slip“ феномена, односно клизања између дезена протектора и застора које је узрок посебне врсте вибрација које емитује буку пнеуматика.

Радијалне вибрације пнеуматика добијају побуду или услед неравнина на коловозној површини (бука индукована текстуром коловоза) или од елемената газеће површине пнеуматика. Најчешће се ради о садејству оба екситатора.

Тангенцијалне вибрације пнеуматика настају услед константног процеса пријањања и проклизавања, односно клизања пнеуматика по коловозној површини.

Ефект ваздушног јастука (air pumping) које се јавља као последица истискивања ваздуха из шупљина дезена (профила) протектора при ступању у контакт са коловозним застором

и истовременог враћања ваздуха у шупљине при подизању дезена протектора са застором, сматра се изузетно важним фактором за настајање ове врсте буке.

Ударање рамена пнеуматика у коловозни застор приликом котрљања пнеуматика такође има одређену улогу код генерисања буке на контакту коловоза и пнеуматика. Емисија буке која настаје на контакту пнеуматика и коловозне површине јавља се као последица сложених процеса на контактној површини. Међутим, ни након обимних и комплексних истраживања ова појава није у потпуности испитана.

Према испитивању Hayden-a, [A36], ниво звучног притиска који настаје на додиру пнеуматика и коловозног застора може се приближно дефинисати једначином:

$$L_A = 68{,}5 + 20\log\frac{g \cdot W}{S} + 10\log n + 20\log fg + 40\log v - 10\log r \ \ [\text{dB}], \qquad (1.5.3)$$

где је:
$L_A$ – ниво звучног притиска,
$g$ – дубина протектора,
$W$ – ширина газећег дела протектора,
$n$ – број удубљења протектора,
$fg$ – делимична промена запреминског удубљења протектора,
$v$ – брзина возила,
$r$ – растојање до тачке посматрања.

Независно од групе возила и њихове поделе, бука коју генерише појединачно возило зависи од обртаја мотора и његовог оптерећења. На ове параметре утиче одабран степен трансмисије и да ли возило убрзава или успорава или се креће константном брзином, што зависи и од начина (стила) вожње самог возача.

Пасивном вожњом може се постићи смањење буке за око 5 dB за путничка и теретна возила, а 7 dB за мотоцикле. Мотоцикли представљају посебан проблем јер је могуће повећање буке и до 20 dB. Зато се уводе забране вожње нпр. ноћу или забране вожње без уграђених пригушивача.

## 1.5.2. Приказ метода прорачуна

За прорачун нивоа буке друмског саобраћаја као извора (дефинисаног местом емисије) на месту имисије познато је више метода.

Ширење звучног таласа од места емисије према месту имисије зависи од низа параметара: удаљености између места емисије и места имисије, конфигурације терена, апсорпције ваздуха, апсорпције тла, метеоролошких услова, вегетације, изграђености подручја, постојања баријера, рефлексије, утицаја ветра, температурног градијента и др.

Прорачуни се односе на простирање звука у слободном пољу.

Баријере за заштиту од буке друмског саобраћаја постављају се између места емисије и места имисије ради смањења нивоа буке на прописан и допуштен ниво на месту имисије.

Методе које се користе за прорачун буке различите су у различитим земљама ЕУ.

Одређивање нивоа буке на месту имисије разликује се од методе до методе у приступу или у обухватању већег или мањег броја утицајних параметара. Приступи у појединим методама су различити. Описане методе већином узимају у обзир сличне утицајне параметре за прорачун нивоа буке емисије (брзина возила, удео теретних возила у саобраћајном оптерећењу, уздужни нагиб пута, врста површине коловозне конструкције).

Вредности корекционих фактора (топографске карактеристике неког подручја, временске прилике, карактеристике тла, вегетација, постојање баријера) који се користе при прорачуну утицаја на ширење звучног таласа од извора према месту имисије такође су код свих описаних метода сличне.

Модел ширења буке од места емисије до места имисије приказује међународни стандард ISO 9613, [P51]. Овај стандард се већим делом заснива на методологији немачког стандарда VDI 2714, [P52], (који је укључен у [P33]) и норвешког стандарда NORDFORSK. Најзначајнији модели су уз претходна два споменута још британски CONCAWE и аустралијски ENM модел.

Смањење нивоа буке због ширења звучног таласа од места емисије до места имисије у приказаним моделима у оперативном се смислу разликује, међутим теоријска основа има исти основни концепт. Разлике у методама постоје у одређивању референтне (почетне) вредности нивоа буке која се манифестује у одабиру референтне тачке за њено одређивање. У описаним методама, такође, постоје разлике у прорачунском моделу ширења буке и то у начину укључивања у прорачун релевантних елемената за одређивање нивоа буке на месту имисије. Због наведених разлика, директно упоређивање ових метода није могуће.

Такође се уочава да је присутан широки спектар различитих показатеља нивоа буке који се тренутно користе у појединим европским земљама. Научни или технички разлози за то не постоје, разлог томе је што су земље независно једна од друге развијале своје

сопствене методе. Анализа показује да је већина разлика ''козметичке'' природе, међутим постоји и неколико значајних разлика због чега се и кренуло на развијање јединствене европске методе. Већина земаља које имају своје методе прорачуна, као показатељ за ниво буке употребљава еквивалентни ниво буке $L_{Aeq}$, који представља просечну вредност нивоа буке за посматран временски период. Неке земље примењују статистички опис нивоа буке $L_{A10}$ као нпр. Велика Британија, Ирска, Грчка или $L_{A50}$ као нпр. Португал.

Различито су дефинисани временски периоди дана и ноћи који се узимају у појединим земљама. Неке земље узимају један период од 24 сата, већина узима два периода (дан и ноћ), а неколико држава је увело и трећи период (вече). Постоје разлике и у почетку и на крају сваког од наведених временских периода. Наведене разлике подстакле су израду јединствене европске методе за прорачун нивоа буке, чиме би се ускладили параметри за њену оцену и временске периоде за који се одређују.

### 1.5.2.1. Немачка

Прорачун нивоа буке у Немачкој изводи се применом прорачуна [P33] који је настао из прорачуна RLS 81, и одређује се према изразу:

$$L_{m,i} = L_m^{(25)} + D_V + D_{StrO} + D_{Stg} + D_E + D_S + D_{BM} + D_B \text{ [dBA]}. \qquad (1.5.4)$$

Референтна вредност нивоа буке $L_m^{(25)}$ одређује се на удаљености од 25 m, при чему се усваја да је површина коловозне конструкције од ливеног асфалта, брзина возила 100 km/h за подужни нагиб нивелете коловоза 5%, а у зависности од меродавног сатног оптерећења саобраћаја (број возила/сат) и меродавног удела теретних возила масе веће од 2 800 kg. Последња два параметра прописана су у зависности од врсте пута.

Ниво буке $L_{m,i}$ се одређује корекцијом референтног нивоа буке следећим параметрима:

$D_V$ – корекциони фактор за различите брзине кретања возила – најмања допуштена брзина за путничка и теретна возила је $v_{min}$ = 30 km/h, док је највећа брзина за путничка возила $v_{max}$ = 130 km/h, а за теретна возила $v_{max}$ = 80 km/h,

$D_{StrO}$ – корекциони фактор за различите типове површине коловоза – зависи од типа застора, али и од брзине кретања возила и приказан је у табели 1.5.3.

*Tabela 1.5.3 Различити типови површине коловоза*

| **Тип површине коловоза** | **$D_{StrO}$ при максималној дозвољеној брзини [dBA]** | | |
|---|---|---|---|
| | 30 km/h | 40 km/h | >50 km/h |
| асфалт-бетон, ливен асфалт | 0 | 0 | 0 |
| бетон или „gerif-felte“ ливен асфалт | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| калдрма са равном површином | 2,0 | 2,5 | 3,0 |
| различите врсте калдрме | 3,0 | 4,5 | 6,0 |

$D_{Stg}$ – корекциони фактор подужног нагиба коловоза

$$D_{Stg} = 0{,}06 \cdot |g| - 3 \quad , \quad g > 5\% \qquad D_{Stg} = 0 \quad , \quad g \le 5\% \qquad (1.5.5)$$

где је:
$g$ – уздужни нагиб пута у %,
$D_E$ – корекциони фактор због рефлексије звука,
$D_S$ – корекциони фактор због апсорпције у ваздуху и удаљености места емисије и места имисије

$$D_S = 15{,}8 - 10\log(S_\perp) - 0{,}0142 \cdot (S_\perp)^{0{,}9} \qquad (1.5.6)$$

где је:
$S_\perp$ – растојање између места емисије и места имисије,
$D_{BM}$ – корекциони фактор због утицаја терена и метеорологије,
$D_B$ – корекциони фактор због утицаја земљишта и изградње објеката.

Ниво буке према овој методи одређује се 24-часовни период који се дели на два дела: период дана од 6:00 до 22:00 и период ноћи од 22:00 до 6:00.

### 1.5.2.2. Велика Британија

Британском методом “CoRTN” (Calcylation of Road Traffic Noise), [P37], ниво буке саобраћаја се процењује на основу статистичког параметра $L_{A10}$ који представља емисијски и имисијски ниво буке који је прекорачен у 10% времена. Стандардом је усвојен посматрани временски период од 1 сата или 18 сати.

Ниво буке на месту имисије одређује се према изразу:

$$L_{A10m} = L_{A10} + L_V + L_{TV} + L_G + L_D + L_T + L_W + L_B + L_R \text{ [dBA].} \qquad (1.5.7)$$

Основни ниво буке $L_{A10}$ одређује се на удаљености 10 m од крајње ивице најближе траке коловоза и на висини извора од 0,5 m изнад површине коловоза, за саобраћајни ток брзине 75 km/h, без удела теретних возила и за хоризонталну нивелету коловоза.

Основни ниво буке коригује се параметрима:
$L_V$ – корекција у зависности од брзине возила, удела теретних возила и уздужног нагиба,
$L_{TV}$ – корекција у зависности од стања тока саобраћаја,
$L_G$ – корекција због уздужног нагиба коловоза,
$L_D$ – корекција због удаљености,
$L_T$ – корекција због апсорпције терена,
$L_W$ – корекција због угла распростирања,
$L_B$ – корекција у зависности од положаја баријера,
$L_R$ – корекција због утицај рефлексије.

Ниво буке према овој методи одређује се за период од 6:00 до 24:00.

### 1.5.2.3. Скандинавске земље

Имисија нивоа буке саобраћаја у скандинавским земљама (Данска, Финска, Норвешка и Шведска) одређује се методом (Statens Planverk 48), [P37], према изразу:

$$L_{Aeq} = L_{Aeq}(10) + \Delta L_V + \Delta L_N + \Delta L_{TF} + \Delta L_{AV} + \Delta L_{MS} + \Delta L_O + \Delta L_F \text{ [dBA]} \qquad (1.5.8)$$

Основна вредност нивоа буке $L_{Aeq}(10)$ која износи 68 dB дата је за следеће услове: оптерећење саобраћаја од 24 000 возила за 24 сата, брзину возила $v = 50$ km/h, удаљеност места имисије од средине путање возила 10 m, висина места имисије $h_m = 1{,}5$m, површину коловоза од уобичајеног асфалта.

Наведена основна вредност нивоа буке коригује се са неколико параметара:
$\Delta L_V$ – корекција због брзине возила,
$\Delta L_N$ – корекција због саобраћајног оптерећења,
$\Delta L_{TF}$ – корекција због удла теретних возила у саобраћајном току,
$\Delta L_{AV}$ – корекција због удаљености и распростирања,
$\Delta L_{MS}$ – корекција због утицаја терена,
$\Delta L_O$ – корекција због величине уздужних нагиба, угла распростирања и рефлексије,
$\Delta L_F$ – корекција у зависности од звучне изолације фасада објеката.

Ова метода узима јединствен период од 24 сата с тим да се ноћне вредности повећавају за 10 dB како би се израчунао дневни просек нивоа буке.

### 1.5.2.4. Швајцарска

Имисија нивоа буке по швајцарској методи StL-86, рачуна се према изразу:

$$L = A + 10\log\left\{\left[1+\left(\frac{v}{50}\right)^3\right]\left[1+B\cdot\eta\left(1-\frac{v}{150}\right)\right]\right\} + 10\log M + K + \Delta L + D_L + D_B + H \text{ [dBA]} \qquad (1.5.9)$$

где је:
$A$, $B$ – емпиријске константе ($A = 42$, $B = 20$),
$v$ – брзина возила,
$\eta$ – удео теретних возила у укупном броју возила,
$M$ – саобраћајно оптерећење [број возила/сат].

Вредност нивоа буке добијену помоћу горе наведених параметара потребно је кориговати и следећим параметрима:
$K$ – корекција у зависности од подужног нагиба,
$\Delta L$ – корекција у зависности од удаљености и угла распростирања,

$D_L$ – корекција у зависности од апсорпције у ваздуху,
$D_B$ – корекција у зависности од апсорпције тла,
$H$ – корекција у зависности од висине баријере.

### 1.5.2.5. Аустрија

Еквивалентни ниво буке на месту имисије према аустријском прорачуну ÖAL 23, дат је изразом:

$$L_{Aeq} = L_g + 10\log MSV_L + K_R + K_S + K_F + K_L + K_G + K_K - K_E - K_W + K_H \text{ [dBA]} \qquad (1.5.10)$$

Референтна вредност нивоа буке $L_g$ одређује се на удаљености 25 m од осе коловоза и износи 32 dBA и на месту емисије на висини 0,5 m од коловозне површине. Важну улогу има величина $MSV_L$ која представља меродавно сатно оптерећење саобраћаја [број возила/сат].

При одређивању $L_{Aeq}$ користе се следећи корекциони фактори:
$K_R$ – корекција због вишеструких рефлексија,
$K_S$ – корекција због удела теретних возила масе веће од 3 500 kg,
$K_F$ – корекција због врсте површине коловозне конструкције,
$K_L$ – корекција због уздужног нагиба коловоза,
$K_G$ – корекција због брзине возила,
$K_K$ – корекција због близине раскрснице,
$K_E$ – корекција због удаљености од тачке емисије,
$K_W$ – корекција због угла распростирања,
$K_H$ – корекција због утицаја баријера.

Ниво буке се прорачунава за два периода: период дана од 6:00 до 22:00 и период ноћи од 22:00 до 6:00.

### 1.5.2.6. Француска

Надлежно тело ЕУ предложило је да се до усвајања јединствене методе користи француска метода за прорачун нивоа буке друмског саобраћаја.

Француска метода строго разликује одређивање нивоа буке у градском подручју (U–shaped roads) од отвореног пута (open shaped roads). Одређивање нивоа буке подељено је у два основна дела: одређивање нивоа буке емисије и одређивање нивоа буке имисије. Одређивање нивоа буке емисије битно се не разликује у односу на претходно описане методе док је ниво буке имисије условљен параметрима ширења звучног таласа од места емисије до места имисије и одређује се искључиво из графикона.

Поставка методе заснива се на замени линијског извора буке серијом еквивалентних тачкастих извора. Ниво буке емисије (место емисије је на висини 0,8 m) одређује се за

период дана од 8:00 до 20:00 на удаљености 30 m од извора и на висини 10 m од тла према изразу:

$$E_{30} = 10\log\sum_{m} 10^{\frac{E_{30,m}}{10}} \text{ [dBA]} \qquad (1.5.11)$$

Ниво буке емисије $E_{30,m}$ саобраћајног тока $m$ за отворен пут дат је изразом:

$$E_{30,m} = L_W - 10\log v - 50 + 10\log Q \text{ [dBA]}, \qquad (1.5.12)$$

док је у близинама раскрсница дат изразом:

$$E_{30,m} = E(d_i)_m + 10\log Q \text{ [dBA]} \qquad (1.5.13)$$

где је:
$Q$ –саобраћајно оптерећење [број возила/сат],
$v$ – просечна брзина којом вози више од 50% возила, а одређује се посебно за сваки тип возила,
$L_W$ – ниво буке у зависности од типа возила, брзине возила, типа саобраћајног тока и уздужног нагиба,
$E(d_i)$ – ниво буке емисије у зависности од типа возила, типа саобраћајног тока и удаљености од раскрснице $d_i$.

При одређивању нивоа буке емисије утицај коловозне површине се не узима у обзир.

Ниво буке имисије одређује се тако што се изврши корекција нивоа буке емисије параметрима који описују ширење звучног таласа од извора до места имисије. Утицај ширења условљен је удаљеношћу места имисије од извора, апсорцијом у ваздуху и тлу, као и утицајем баријера и рефлексије.

### 1.5.2.7. Остале европске земље

За државе које немају сопствене методе за прорачун нивоа буке, израда новог модела била би веома скупа и захтевала би године интензивног рада. Осим тога, с обзиром на то да би се тада радило о новој методи, била би потребна и њена верификација како би могла да се користи у свакодневној инжењерској пракси. Поступак верификације код овакве методе би могао потрајати и неколико година. Из наведених разлога усвајање неке од наведених националних метода прорачуна нивоа буке, чини се, поготово за мале земље, потпуно исправним начином.

Према словеначким препорукама ниво саобраћајне буке треба одредити према некој од познатих метода. У Словенији се највише употребљава немачка метода, [Р33]. Прорачун нивоа буке израчунава се за период дана од 6:00 до 22:00 и период ноћи од 22:00 до 6:00.

Према извршеним истраживањима на Техничком факултету у Лоцу, Пољска, установљено је да се француска метода, [P27], за прорачун нивоа буке најбоља и да се може применити за услове у Пољској.

У Хрватској су пројектанти најбоље упознати са немачком методом прорачуна, па се до усвајања јединствене европске методе за прорачун нивоа буке препоручује употреба немачке методе, [P33].

### 1.5.2.8. Препоруке ЕУ

Код постојећих метода прорачуна нивоа буке, најчешће се разматрају два периода: дан и ноћ, иако се трајање временских периода дана и ноћи у европским земљама разликују. Најчешћа дефиниција дана је од 6:00 – 22:00, а ноћи од 22:00 – 6:00. Европски парламент и Веће Европске заједнице препоручују увођење трећег периода – вече, јер је то изузетно осетљиво време за локално становништво. Периоди дан, вече и ноћ су дефинисани на следећи начин: дан 7:00 – 19:00, вече 19:00 – 23:00 и ноћ 23:00 – 7:00. Ово су препоручене вредности које треба ускладити са условима карактеристичним за поједину земљу чланицу. На основу дан–вече–ноћ (day–evening–night) периода дефинише се ниво буке $L_{den}$ према изразу:

$$L_{den} = 10\log\frac{1}{24}\left(12\cdot 10^{L_{dan}/10} + 4\cdot 10^{(L_{veče}+5)/10} + 8\cdot 10^{(L_{noć}+10)/10}\right) \quad \text{[dBA]}. \qquad (1.5.14)$$

Време када почиње период дан може се одабрати различито у зависности од услова примереним свакој земљи чланици ЕУ (референтна вредност је од 7:00 до 19:00). Исто важи за остала два периода, вече (референтна вредност је од 19:00 до 23:00) и ноћ (референтна вредност је од 23:00 до 7:00). Релевантно временско раздобље за оцену нивоа буке је годину дана, тј. њених емисијских вредности уважавајући и метеоролошке прилике. Висина места имисије је 4,0 m. Само изузетно висина места емисије може да има неку другу вредност, али не мању од 1,5 m. Место имисије мора се налазити на делу зграде који је највише угрожен буком.

Поједине земље ЕУ (Холандија, Шведска, Данска, Белгија) већ су почеле са увођењем три периода дана. Законом о заштити од буке Хрватска се такође сврстала у малобројну групу држава које су увеле период дан–вече–ноћ. Поједине земље као нпр. Словенија, поред увођења три периода увеле су и два прелазна периода: прелаз између периода дан у период ноћ и прелаз између периода ноћ у период дан.

Препоруке ЕУ дале су полазиште за усклађивање метода, тј. њихово прилагођење према јединственом методолошком принципу за процену и ширење буке друмског саобраћаја. Директива [P26] за земље чланице ЕУ које немају сопствену методу прорачуна, упућује на примену француске методе ''NMPB Roytes-96'' за прорачун имисијских вредности нивоа буке. Земље које имају развијене сопствене методе могу их наставити да их примењују или могу евентуално да користе француску методу. И једне и друге се у обавези, међутим, да израчунавају еквивалентни ниво буке $L_{den}$ према изразу (1.5.14).

У складу са Директивом [P26], неке земље чланице кренуле су са прилагођавањем сопствених метода за прорачун нивоа буке (Немачка, Велика Британија). Истраживања у тим земљама показала су да ће прилагођења сопствених метода у складу с препорукама Директиве изазвати мање тешкоћа за кориснике, него да се израде или усвоје потпуно нове методе. Следећи је разлог и у томе што већ постоји одређена база података у вези са постојећој методи, која би била изгубљена усвајањем нове методе. За земље које се одлуче на прилагођење сопствених метода у складу са Директивом, прилагођење се би се најчешће састојало у увођењу индикатора нивоа буке прописаног Директивом и увођењу трећег периода – вече као посебног периода дана. Ради усклађивања регулативе, а ради будућег развоја уједињене Европе, Велика Британија усклађује своју регулативу за предвиђање и смањење нивоа буке. Адаптацију методе за потребе Велике Британије урадио је Transport Research Laboratory. Поједине земље (Данска, Финска, Норвешка, Шведска), које су имале сопствену методу за прорачун, кренуле су у израду потпуно новог модела прорачуна нивоа буке Nopd2000, такође у складу са препорукама Директиве.

### 1.5.3. Методологија израде анализа и прорачуна за процену буке од саобраћаја која се стандардно користи у Чешкој Републици

У оквиру израде акустичких студија, могуће је за модел израчунавања у оквиру доступности разних софтверских алата користити заједно и различите методологије за израчунавање буке. За сваки тип извора буке тада постоји или међународна или национална процедура прорачуна, као и стандарди прорачуна и методологије.

У Чешкој Републици се најчешће за оцену буке друмског саобраћаја користе:

- чешка методологија прорачуна,
- француска методологија прорачуна и
- немачка методологија прорачуна.

#### 1.5.3.1. Методологија прорачуна буке у Чешкој Републици

На основу свих расположивих подлога врши се прорачун.

Подешавање модела прорачуна се врши помоћу резултата директних мерења, ако се мерења могу урадити. Подешавање се врши поређењем буке добијене мерењем са прорачунатим вредностима на основу програма. Ако се у поређењу пронађе неусаглашеност мора се пронаћи узрок и извршити корекција за оптимизацију модела.

У оптимизованом моделу се спроводе подешавања узимајући у обзир изворе буке намењене за процену. Прорачун се ради на основу изабране методологије прорачуна која је део софтвера.

Процена се обавља упоређивањем израчунатих вредности са максимално дозвољеним вредностима прописаним регулативом.

У случају ако се утврди премашење дозвољених граница, израђује се предлог мера за заштиту од буке, који се помоћу прорачуна оптимизује.

Након одабира заштитне мере врши се прорачун за приказивање статуса након имплементације свих мера заштите од буке.

### 1.5.3.2. Методологија мерења буке у Чешкој Републици

Методологија мерења дефинисана је методолошким упутством [C5]. Овим упутством дефинисани су основни услови под којима је могуће извршити мерење буке и дати су у наредном тексту.

***Мерење емисије.*** При мерењу буке саобраћаја (а тиме и при изради карата буке) микрофон се поставља на растојању најмање 3,5 m испред рефлектујуће површине и на висини 3 m изнад тла, посебно тамо где се утврђује утицај буке на зграде. Микрофон се поставља према најважнијем извору буке.

***Мерење имисије.*** При мерењу буке у спољашњем простору зграде, микрофон се поставља по могућству на растојању 2 m (али најмање 1 m) од фасаде и на висини 1,2 – 1,5 m изнад нивоа пода мереног спрата. Приоритетно се мери испред средине затвореног прозора на фасади, односно у соби.

***Метеоролошки услови.*** Метеоролошки услови морају бити погодни за мерење буке и њену процену и то:

- Површина пута мора бити сува,
- Површина земље не сме бити прекривена снегом или ледом, не сме бити ни смрзнута нити натопљена великом количином воде,
- Мерење се не сме вршити у условима топлотне инверзије (нпр. рано ујутро), осим ако ови услови нису предмет мерења,

Брзина струјања ваздуха / ветра се мора мерити и наводити у извештају о мерењу. Ако је брзина већа од 5 m/s мерење се не сме вршити.

***Индикатори буке.*** Вредност нивоа буке се у свим случајевима изражава као ниво звучног притиска у [dB] при употреби фреквенцијске A-пондерације и динамичке карактеристике Fast. Као индикатор буке се користи еквивалентни ниво звучног притиска $L_{Aeq,T}$.

***Време мерења.*** Време мерења се бира тако да одговара усвојеној вредности за мерење буке саобраћаја. При мерењу саобраћајне буке на јавним саобраћајницама, одређује се еквивалентни ниво за дневни режим (16 часова), односно за ноћни режим (8 часова).

***Дужина интервала мерења.*** За одређивање конкретне дужине интервала мерења се може користити методологија мерења саобраћајне буке CEU. Дужина интервала мерења у дневном и ноћном режиму зависи од интензитета саобраћаја, а ова зависност је приказана у Табели 1.5.4.

*Табела 1.5.4: Дужина интервала мерења у дневном и ноћном режиму у зависности од интензитета саобраћаја*

| Интензитет саобраћаја [возила/h] | Дневни режим | | | | Ноћни режим | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ***T* [h]** | ***t* [min]** | ***T* [h]** | ***t* [min]** | ***T* [h]** | ***t* [min]** | ***T* [h]** | ***t* [min]** |
| < 720 | 06:00 – 14:00 | 480 | 14:00 – 22:00 | 480 | 22:00 – 24:00 | 120 | 00:00 – 06:00 | 360 |
| 720 – 2400 | 08:00 – 12:00 | 120 | 13:00 – 17:00 | 120 | 22:00 – 24:00 | 120 | 00:00 – 06:00 | 360 |
| 2401 – 12000 | 08:00 – 12:00 | 60 | 13:00 – 18:00 | 60 | 22:00 – 24:00 | 120 | 00:00 – 06:00 | 120 |
| > 12001 | 08:00 – 12:00 | 30 | 12:30 – 19:00 | 30 | 22:00 – 06:00 | | | 120 |

*Напомена: У току дана се мери или преподне или поподне, у току ноћи у оба интервала.*

***Доба мерења.*** Најбоље је мерење вршити радним данима од уторка до четвртка, као и месецима од априла до јуна, септембар и октобар.

***Извештај о мерењу буке.*** Најважнији делови извештаја о мерењу буке су:

- датум и време мерења,
- коришћена метода мерења и прорачуна,
- коришћена опрема, детаљи о њеној калибрацији и врстама извршених анализа (фреквенцијска анализа, статистика, временски ток),
- идентификација и опис мереног (мерених) извора буке,
- опис мерног места (фотодокументација),
- резултати свих акустичких мерења или прорачуна буке, укључујући и несигурности, које се односе на мерени извор буке и буке у позадини (основни ниво буке).

## 1.5.3.3. Методологија бројања саобраћаја у Чешкој Републици

Мерење интензитета саобраћаја се спроводи истраживањима односно прикупљањем података из аутоматског бројања саобраћаја или, код саобраћаја тешких камиона, читањем из места плаћања путарине.

Дирекција путева и аутопутева обавља сваких пет година државни попис саобраћаја на мрежи путева и аутопутева ЧР. Током овог пописа се на основу саобраћајних истраживања (у току 4 h, 8 h и 16 h) у погодно одабраним данима у току целе године на ручни начин утврђује годишњи просечан дневни обим саобраћаја. Овај попис је јединствен по томе што прати 12 категорија возила.

Основну методологију за процедуру обрачунавања интензитета саобраћаја одређује Национални програм истраживања Министарства саобраћаја бр. 1Ф45А/061/120 “Начин и прецизност одређивања целодневних интензитета аутомобилског саобраћаја на основу краткорочних мерења”. Ова методологија је настала у периоду 2004. до 2007.г.

Методологија је заснована на прерачунавању интензитета саобраћаја утврђених током истраживања помоћу коефицијената који карактеришу дневне, недељне и годишње варијације интензитета саобраћаја.

При одређивању интензитета саобраћаја се такође полази од поделе по категоријама возила и класи саобраћајнице, као и подели по типу саобраћаја (економски, рекреацијски и мешовити).

Ове карактеристике су од кључног значаја за одређивање интензитета саобраћаја неопходног за правилно подешавање акустичких модела и прорачун заштитних мера против буке.

### 1.5.4. Методологија израде анализа и прорачуна за процену буке саобраћаја која се стандардно користи у државама ЕУ

За државе чланице ЕУ које немају сопствени (стандардизован) начин прорачуна за процену буке, односно за државе чланице које желе да промене начин прорачуна, препоручују се следеће методе:

1) За индустријску буку:

   ISO 9613-2: „Acoustics — Abatement of sound propagation oudoors, Part 2: General method of calculation“,

2) За буку од друмског саобраћаја:

   Француска метода „NMPB-Rute-96 (SETRA-CERTU- LCPC-CSTB)“, наведена у „Arreté du 5 Mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routieres, Journal Officiel du 10 mai 1995, Article 6“ дата у француском стандарду „XPS 31-133“.

   За унос података о емисијама ови документи упућују на „Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prévision niveaux sonores, CETUR 1980“.

3) За буку од железничког саобраћаја:

   Холандска метода објављена у „Reken- en Meetvoorschrift Railverkeerslawaai, 96, Ministerie Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, 20 November 1996“.

4) За буку од авионског саобраћаја:

   „Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports“.

   Из различитих приступа у моделовању ваздуха користи се техника сегментације наведена у делу 7.5 ECAC. CEAC Doc. 29.

Ако држава чланица жели да користи своју официјелну методу мерења, ова метода мора бити прилагођена дефиницијама индикатора и мора бити у складу са принципима које регулишу дугорочна мерења просечних вредности у сагласности са [P24, P25].

Ако држава чланица нема сопствену методу мерења или радије користи неку другу методу, та метода мора бити у сагласности са дефиницијама индикатора и према принципима наведеним у [P24, P25].

Вредности измерене испред фасаде или неког другог рефлектујућег елемента морају се кориговати тако да се изузме утицај рефлексије од те фасаде или рефлектујућег елемента и обично се примењује корекција од 3 dB.

Као индикатори буке изабрани су:

- $L_{day}$ – за процену узнемиравања буком и
- $L_{night}$ – за процену поремећаја спавања.

До тренутка када буде обавезно коришћење заједничких метода процене за одређивање $L_{day}$ и $L_{night}$ земље чланице за ову сврху користе постојеће националне индикаторе буке и прилагођавају податке који су у вези са наведеним показатељима (индикаторима).

Вредност индикатора буке за дан-вече-ноћ $L_{day}$ у децибелима, [dB], дефинисана је:

$$L_{day} = 10\log\frac{1}{24}\left(12\cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 12\cdot 10^{\frac{L_{evening}}{10}} + 12\cdot 10^{\frac{L_{day}\cdot L_{evening}}{10}}\right) \qquad (1.5.15)$$

где је:

$L_{day}$ – је дугорочни просечни ниво звучног притиска са А пондеризацијом у складу са [P25], одређен за сва дневна раздобља током једне године,

$L_{evening}$ – је дугорочни просечни ниво звучног притиска са А пондеризацијом у складу са [P25], одређен за сва вечерња раздобља током једне године,

$L_{night}$ – је дугорочни просечни ниво звучног притиска са А пондеризацијом у складу са [P25], одређен за сва ноћна раздобља током једне године.

## 1.5.5. Образложење коришћеног модела и софтверског алата у Студији

За прорачун буке друмског саобраћаја је коришћен француски стандард, [C5], имплементован у рачунарском софтверу LimA. Овај софтвер Ecological Consulting успешно користити око шест година и са њим је обрадио много студија. Сва подешавања су тестирана много пута у пракси и у садашњем тренутку је Ecological Consulting способан помоћу софтвера LimA да прогнозира буку у будућности са релативно великом тачношћу.

За прорачуне буке постоји низ различитих програма и зависи од купца који софтвер преферира. Веома софистицирани је и софтвер Cadna, који је способан исто као и LimA да узме у обзир ширење звучног таласа у тродимензионалном простору. Такође је могуће користити и софтвере као што су SoundPlan, Mithra, IMMI и др. Сви наведени софтвери прорачун врше према већини основних стандарда за прорачун буке.

У Чешкој Републици се такође много користи и програм Hluk+ (Бука+), који је изграђен на основу чешког стандарда за прорачун буке. У чешким условима даје доста тачне резултате, али не може да врши прорачун у тродимензионалном простору.

Процедура подразумева мерење нивоа звучног притиска који репродукују линијски извори (путеви и пруге) и стационарни извори (техничка опрема зграда, производни погони)

помоћу прецизног фонометра. Извршена мерења служе за израду акустичких студија, а затим и предлога мера за заштиту од буке. Акустичке студије се израђују на основу прецизних улазних података који су добијени директним акустичким мерењем и испитивањем терена.

Излазни фајлови модела буке су ниво звучног притиска у одређеним тачкама за задату ситуацију, за дневни и ноћни режим, и при томе се даје и графички приказ расподеле нивоа буке површинама у боји са резолуцијом од 5 dB и изофонама у боји са резолуцијом од 1 dB, такође за дневни и ноћни режим.

### 1.5.6. Методологија мерења буке у условима када преовлађује бука друмског саобраћаја

Мерење буке је једини технички меродаван и дефинитиван поступак за оцену стања животне средине и доношења стратешке одлуке о потреби заштите животне средине. Погрешна одлука је увек са несагледивим последицама. Прецењени нивои буке доводе до значајних, а непотребних финансијских издатака. Са друге стране, потцењени нивои угрожавају становништво и доводе до бројних нежељених и неповољних здравствених ефеката што се посредно опет исказује као значајан издатак.

Прорачунске методе процене нивоа буке на којима се базирају карте буке могу евентуално да представљају полазни основ, али никако озбиљан основ за предузимање мера. Карте буке израђују се на основу недовољно сигурних полазних података, а ни сам прорачунски поступак због сложености појаве не обезбеђује поуздан критеријум за оцену стања. Картама буке може да се добије груба процена неког ширег подручја, али без поузданих критеријума за оцену угрожености.

Тек систематска мерења по методологији према стандардима и овде резимираном поступку треба да буде основа за доношење стратешке одлуке. Поступак се ради у складу са стандардима [P20-P26].

Мерење буке саобраћаја је сложен метролошки поступак који подразумева поштовање општих правила мерења и избора мерних величина. Ова општа правила дата су низом стандарда [P18, P20, P21, P22, P23, P24, P25] и она се овде неће посебно разматрати. На овом месту биће посебно обрађена пажња на процедуре методологије формулисане у Институту ИМС и поступак који је усклађен са важећом домаћом регулативом, а разрешава процедурална питања. Овакву методологију Инвеститор треба да прогласи као стандардизовану процедуру.

Инвеститор мора да уједначи процедуру и методологију мерења буке друмског саобраћаја. Установљена процедура мора да буде усаглашена са важећом регулативом и да у детаљима одабере и специфицира појединачне поступке. Регулатива даје општа начела, а понекад са варијантом, па ће на овај начин бити унифициран поступак.

Следећа процедура мерења буке у случају да на мерном месту преовлађује бука саобраћаја, као допунска процедура и комплемент наведеним стандардима, доприноси

општем побољшању и стандардизацији мерног поступка. Ова процедура само допунски објашњава и прецизира поступак дат у наведеним стандардима.

Бука се мери континуално током периода од бар 24 сата. Појединачни мерни интервал износи 15 минута, [P20]. За сваки појединачни мерни интервал мере се следећи параметри: $L_{Aeq,\,15min}$, $L_{5,\,15min}$, $L_{10,\,15min}$, $L_{90,\,15min}$, $L_{95,\,15min}$. Мерења могу да обухвате и параметре $L_{1,\,15min}$, $L_{50,\,15min}$ и $L_{99,\,15min}$. Еквивалентни ниво дефинисан је, [P24]:

$$L_{Aeq,T} = 10\log\left[\frac{1}{T}\int_T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2}\mathrm{d}t\right], \tag{1.5.16}$$

где је:

$L_{Aeq,T}$ – еквивалентни непрекидни A-пондерисани ниво звучног притиска, у dB, одређен у временском интервалу $T$ или краће еквивалентни ниво,

$T = t_2 – t_1 = 15$ min. – појединачни мерни интервал у коме се одређује $L_{Aeq,t}$,

$p_A(t)$ – тренутна вредност A-пондерисаног звучног притиска, у Pa,

$p_0$ – референтна вредност звучног притиска која износи 20 μPa.

На основу еквивалентног нивоа за појединачне мерне интервале $T = 15$ min током периода од 24 сата израчунавају се $L_{Aeq\ day}$ и $L_{Aeq\ night}$ према релацији

$$L_{Aeq,T} = 10\log\left[\frac{1}{T}\sum_{i=1}^{N} 10^{L_{Aeq,T_i}/10} T_i\right], \tag{1.5.17}$$

где је:

$L_{Aeq,T}$ – еквивалентни непрекидни A-пондерисани ниво звучног притиска, [dB], одређен за референтно $T$,

$T = \sum_{i=1}^{N} T_i$ – временски интервал у коме се одређује $L_{Aeq,T}$, референтно време

$T_i$ – временски интервал за који је измерен односно познат ниво $L_{Aeq,i}$.

усвајајући да је период за дан од 6–22 часа, а за ноћ 22–6 часова. На основу ових вредности израчунава се $L_{dn}$ према формули

$$L_{dn} = 10\log\frac{1}{24}\left(16\cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 8\cdot 10^{\frac{L_{night}+10}{10}}\right) \tag{1.5.18}$$

где је:

$L_{day}$ – A-пондерисан еквивалентни ниво за дневни режим у временском интервалу од 16 h,

$L_{night}$ – A-пондерисан еквивалентни ниво за ноћни режим у временском интервалу од 8 h са корекцијом нивоа за 10 dB.

Поступак може да обавља само организација овлашћена за мерење буке ако има прописно еталонирану мерну опрему (фонометар и калибратор). Организација која извршава мерење мора, јер се ради о мерењу у спољашњој средини, да обезбеди и

евидентиране неакустичких параметара на сваки сат и то: температуре, влажности ваздуха, брзине ветра и евентуално правца.

Мерење се ради ако је брзина ветра мања од 3 m/s (5 m/s) и по сувом времену (без падавина). Мерења код којих нису испуњени напред наведени метеоролошки услови морају се искључити из обраде.

При мерењу обавезна је употреба заштитника од ветра и опреме за обезбеђивање од утицаја кише и влаге.

Мерења се обављају радним данима, почев од понедељка у 6:00 до петка у 22:00. Мерења могу, ако за то постоји потреба, да се обављају и у дане викенда. Мерења треба обавити за месеце који се сматрају типични, по могућности бар два пута годишње.

Нешто строжија процедура искључује део понедељка и део петка као нетипичне радне дане. Одлуку о овоме треба донети за сваки појединачни случај.

Мерења треба чувати у таквом формату да је могуће једноставно поређење временског тока праћеног параметра током вишегодишњег циклуса.

*Мерна места*: избор мерних места зависи од циља мерења. Мерења могу да се обављају у спољашњој средини и унутар објекта. Мерења у спољашњем простору могу да се обављају на отвореном простору без утицаја рефлексије или у близини зграда (са рефлексијама). Када се мерења обављају без рефлексија микрофон треба да буде бар 3,5 m од било које рефлектујуће површине осим тла. Када није другачије специфицирано, пожељно је да мерна висина буде 1,2-1,5 m изнад тла.

*Микрофон директно на фасади*: фасада у близини микрофона треба да буде равна (рељефност мања од ± 0,5 m). Растојање микрофона до ивице треба да буде веће од 1 m. Микрофон се може уградити у складу са сл. б1 према [P25].

*Микрофон у близини рефлектујуће површине*: избор мерних тачака у складу са [P25], анекс Б.

Микрофон се поставља на висини од барем 4 m од тла. За велике висине потребно је дати корекцију због повећане дужине пута простирања. Корекцију дефинисати било мерењем било прорачуном тако да буде тачности ± 1 dB.

Када се мерења раде за потребе констатовања нултог стања или доношења одлуке о предузимању мера звучне заштите мерења је потребно урадити током више дана, барем шест. Пожељно је да се оваква мерења раде као миниторинг у периоду од неколико месеци тако да се формира статистички узорак више 24-часовних мерења. Мерна места треба да буду одабрана тако да њихов положај, по могућству, може да буде на исти начин поновљен и после изградње.

Мерења за потребе формирање подлога за пројектовање (нпр. новог стамбеног објекта или пута, измене саобраћаног режима и сл.) поред статистичке анализе, по процедури

треба да садржи и фреквенцијску (октавну или по потреби и терцну) анализу. Фреквенцијска анализа треба да буде урађена по процедури [П30].

Мониторинг због жалбе и инспекцијског поступка треба прилагодити датој ситуацији и спровести као мониторинг трајања бар 24 сата.

Мерења за потребе калибрације прорачунског модела спроводе се у трајању од барем 1 сата (односно 4 појединачна интервала од по 15 min.). Пожељно је да овај интервал буде и дужи. Истовремено са оваквим мерењем ради се и бројање саобраћаја свођењем саобраћајног обима на исте мерне интервале у којима је измерена бука.

Напомена 1: *У документу ЕУ датом у литератури [Р50] дата су додатна упутства за мерење буке саобраћаја за посебне намене калибрације прорачунског модела, па се овим на њих указује.*

## 1.5.7. Методологија бројања саобраћаја

Методологија бројања саобраћаја у Републици Србији дефинисана је процедуром коју користи инвеститор ове Студије. На основу те методологије саобраћај се броји током једне године на свим магистралним и регионалним путним правцима у РС, као и на аутопутевима.

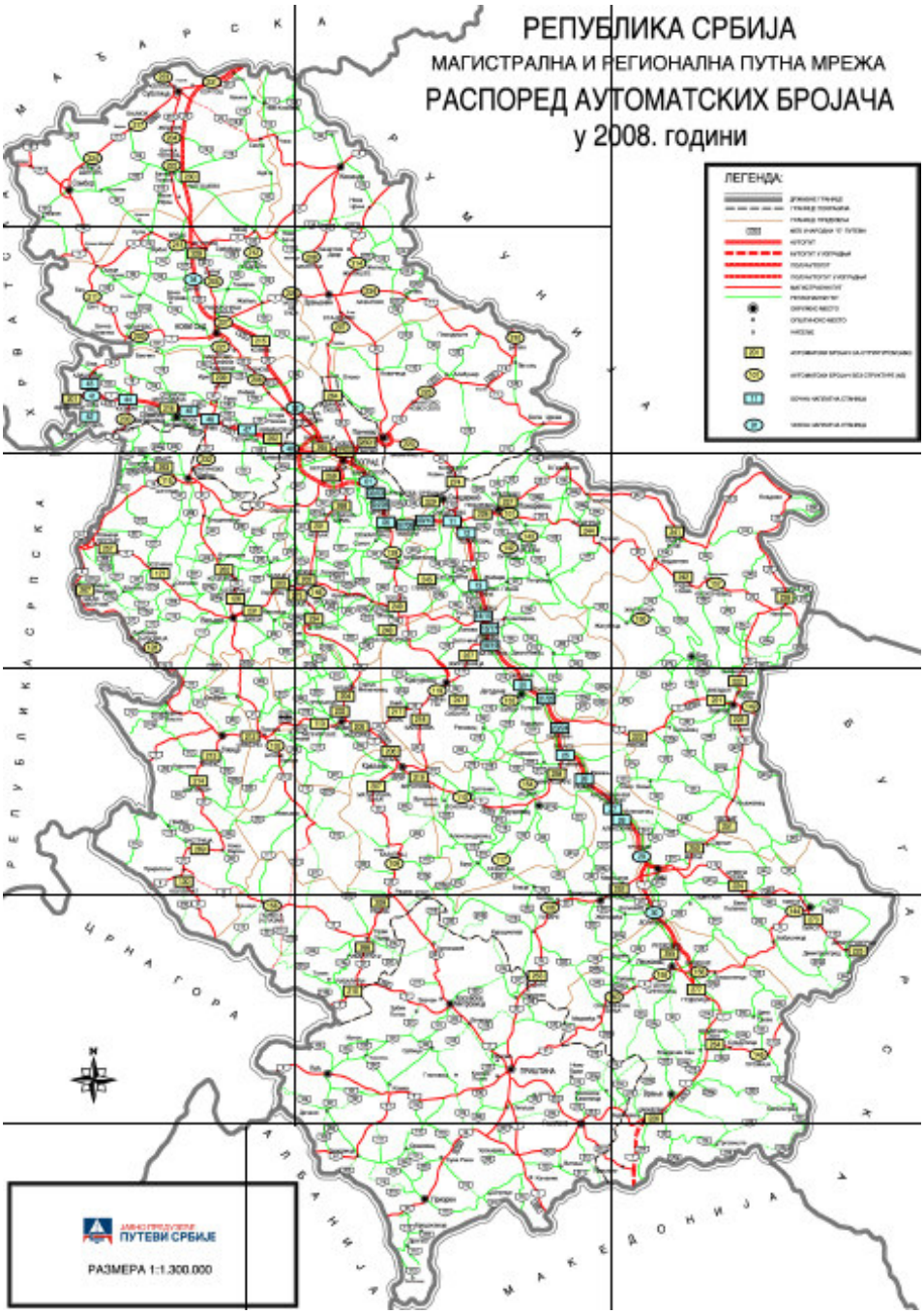
У оквиру ове Студије за анализу су коришћени подаци о бројању саобраћаја дати у публикацији [П2]. У овој публикацији дати су основни подаци о бројању саобраћаја за 2008. годину на мрежи магистралних и регионалних путева подручја Републике Србије са територијом АП Војводина и без територије АП Косово и Метохија.

На основу ових података непосредно бројање саобраћаја је извршено на два начина:

1) Аутоматским бројањима помоћу:
   - АБ (SBH) бројача који региструју укупан проток без разврставања на основне врсте возила и
   - АБС (GK-EIS) бројача који региструју укупан проток са разврставањем на основне врсте возила и то према дужини возила.

   На деоницама на којима су постављени аутоматски бројачи, сл.1.5.1., извршено је бројање саобраћаја по смеровима непрекидно свих 366 x 24 = 8784 сати током године.
2) Прикупљањем информација са наплатних станица аутопутева на којима се врши наплата путарине:
   - на територији централне Србије наплата путарине се врши на 20 деоница затвореног система на аутопуту Београд – Ниш и на једној деоници отвореног система код Дољевца.
   - на територији АП Војводина наплата се врши на 7 деоница затвореног система аутопута Шимановци – Шид (Батровци) и на 2 деонице отвореног система аутопута Београд – Нови Сад – Суботица код Старе Пазове и Сирига.

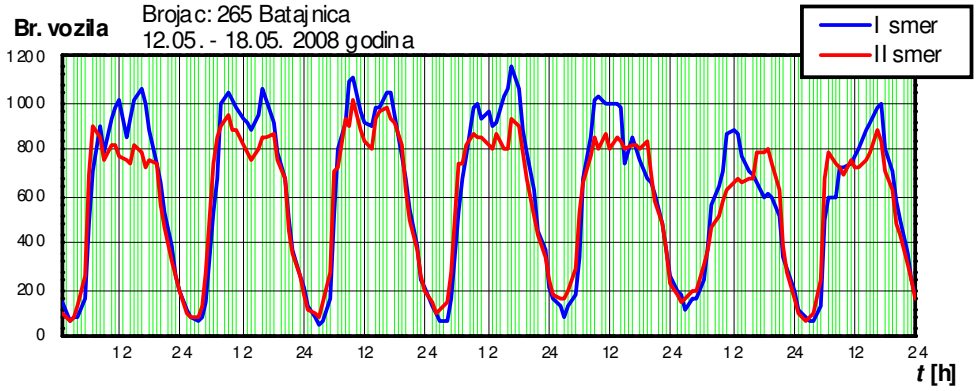
   На деоницама на којима су постављени системи наплате путарине евидентирање возила се врши на бази издатих и наплаћених картица непрекидно 8784 сати током године на свим наплатним станицама.



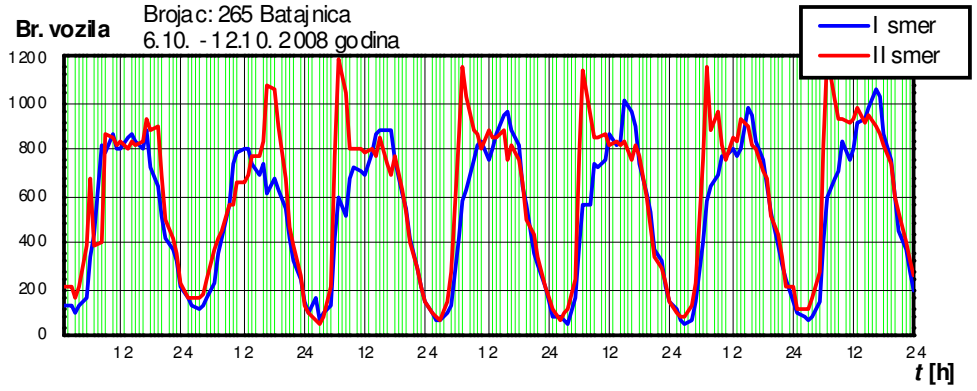

*Сл. 1.5.1: Распоред аутоматских бројача*

Како се бројање саобраћаја аутоматским бројачима по смеровима врши непрекидно 8784 сати током године на свим бројачким местима могуће је дати часовну дистрибуцију саобраћаја за било који дан у току године.

На сл.1.5.2 и сл.1.5.3 приказана је часовна дистрибуција саобраћаја на два бројачка места: 265 Батајница и 273 Пирот 1. Ова дистрибуција је дата за седмодневни период (понедељак – недеља) од 12.05. – 18.05.2008.г. и од 06.10. – 12.10.2008.г. и то у два смера.

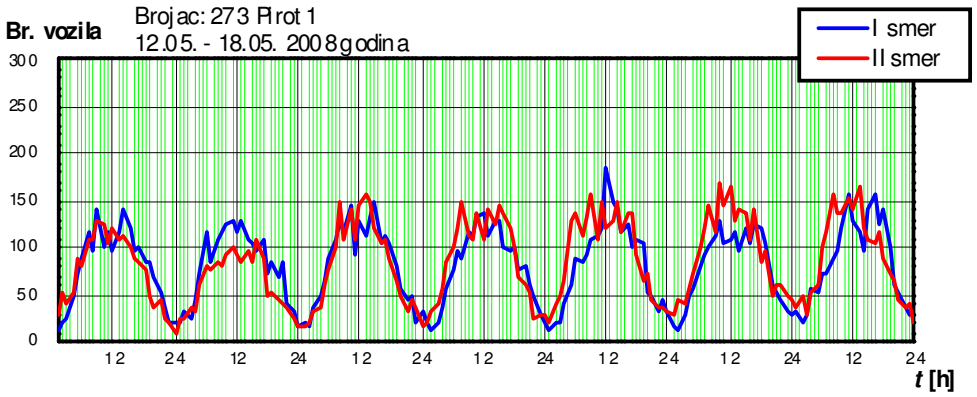



*а)*

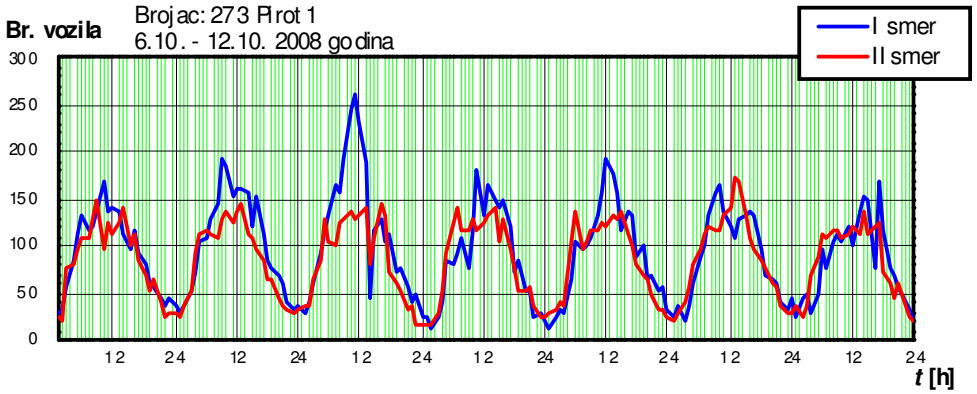



*б)*

*Сл.1.5.2: Часовна дистрибуција саобраћаја на бројачком месту 265 Батајница за седмодневни период у оба смера: а) 12.05. – 18.05.2008.г. и б) 06.10. – 12.10.2008.г.*




*а)*




*б)*

*Сл.1.5.3: Часовна дистрибуција саобраћаја на бројачком месту 273 Пирот 1 за седмодневни период у оба смера: а) 12.05. – 18.05.2008.г. и б) 06.10. – 12.10.2008.г.*

На основу оваквих часовних дистрибуција одређује се просечни месечни дневни саобраћај (ПМДС) и просечни годишњи дневни саобраћај (ПГДС) за свако бројачко место.

Даље, на основу података о саобраћајним токовима врши се разврставање ПГДС на основне врсте возила. Разврставање које се врши аутоматским бројачима (АБС) разликује од разврставања који се врши прикупљањем информација са наплатних станица аутопутева на којима се врши наплата путарине.

### 1.5.7.1. Саобраћајни аспекти

Обрадом података аутоматским бројањем и прикупљањем информација са наплатних станица добијени су подаци о свим основним и осталим карактеристикама саобраћајних токова, сл. 1.5.4., који су значајни са саобраћајног аспекта, [П2].

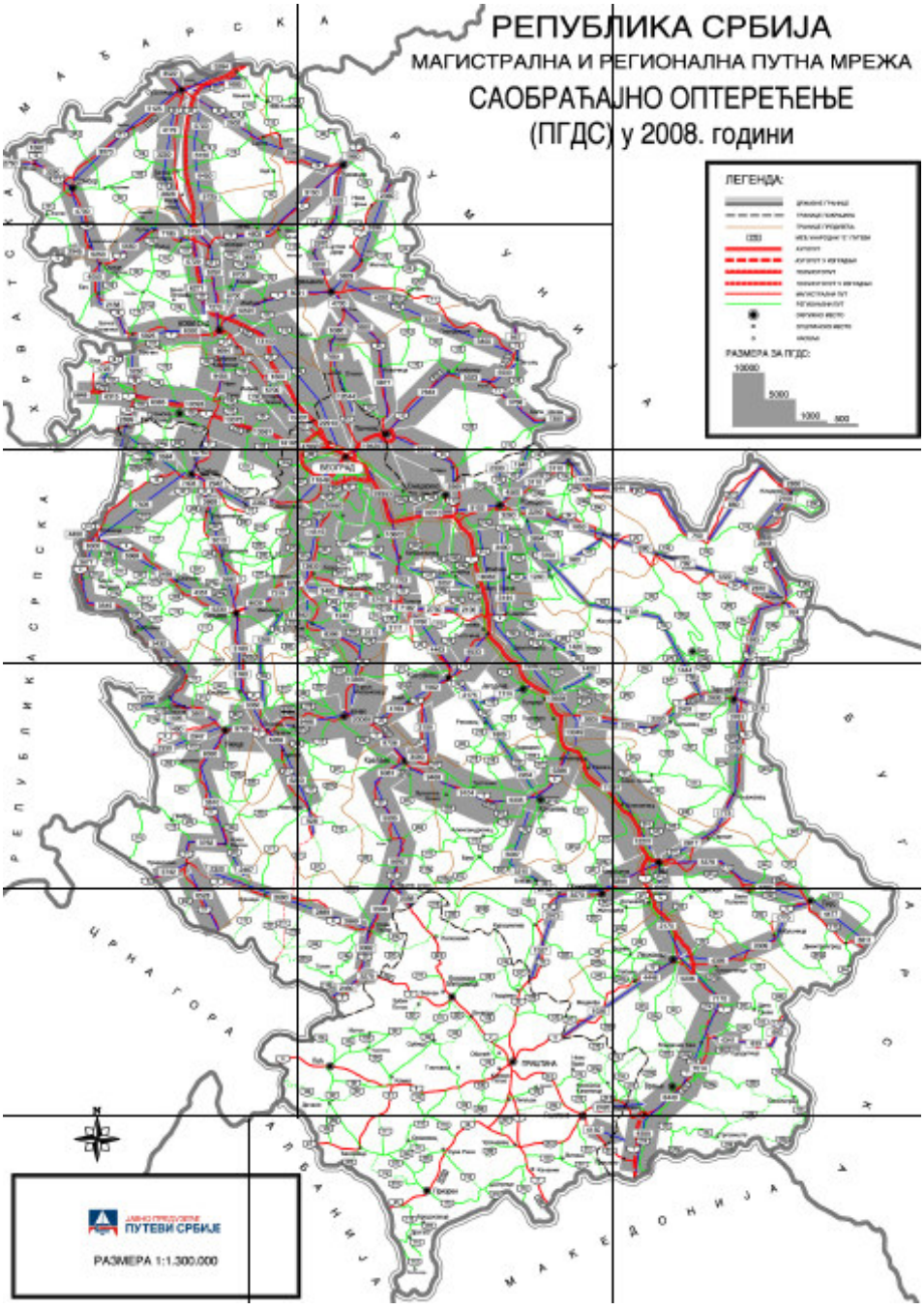
У основне карактеристике саобраћајног тока спадају:
- просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС) по основним врстама возила на саобраћајним деоницама,
- часовна дистрибуција саобраћајних токова у свих 8784 часова током године и
- расподела часовних протока по смеровима.

Остале карактеристике саобраћајног тока су:
- укупан месечни саобраћај,
- просечан месечни дневни саобраћај,
- максимални дневни саобраћај,
- минимални дневни саобраћај,
- минимални часовни саобраћај,
- укупан ноћни саобраћај и
- просечан ноћни саобраћај.

У зависности од начина на који се врши бројање саобраћаја постоје две могућности којима се може извршити класификација возила према [П2].

За саобраћајне деонице где се врши бројање саобраћаја аутоматским бројањем возила класификација је дата на следећи начин:
- ПА – путнички аутомобил,
- БУС – аутобус,
- ЛТ – лако теретно возило,
- СТ – средње теретно возило,
- ТТ – тешко теретно возило и
- АВ – аутовоз и теретно возило са приколицом.

За саобраћајне деонице где се врши бројање саобраћаја прикупљањем информација са наплатних станица аутопутева и евидентирање возила врши по тарифним категоријама, возила се класификују на:
- путнички аутомобил и мотоцикл,
- путнички аутомобил са приколицом и комби возило,
- аутобус и теретно возило и
- теретно возило са приколицом и аутовоз.




*Сл. 1.5.4: Саобраћајно оптерећење у 2008. години*

Тарифне категорије према врсти возила и пореклу регистрације су:

- I категорија – обухвата моторна возила висине до 1,3 m (код предње осовине возила) у коју спадају путнички аутомобили и мотоцикли,
- II категорија – обухвата моторна возила висине веће од 1,3 m (код предње осовине вучног возила) са 2 до 3 осовине у коју спадају путнички аутомобили са приколицом и комби возила,
- III категорија – обухвата моторна возила висине веће од 1,3 m (код предње осовине) са 2 и 3 осовине у коју спадају аутобуси и теретна возила,
- IV категорија – обухвата моторна возила висине веће од 1,3 m (код предње осовине вучног возила) са више од 3 осовине у коју спадају камиони са приколицом и аутовозови,
- V категорија – обухвата моторна возила свих категорија са посебном пропусницом (милиција, војска, хитна помоћ, инвалиди, хуманитарна помоћ и др.),
- VI категорија – обухвата моторна возила I категорије са иностраном регистрацијом,
- VII категорија – обухвата моторна возила II категорије са иностраном регистрацијом,
- VIII категорија – обухвата моторна возила III категорије са иностраном регистрацијом,
- IX категорија – обухвата моторна возила VI категорије са иностраном регистрацијом.

Међутим, евидентирање возила на наплатним станицама које се врши по тарифним категоријама не одговара акустичким категоријама, нити методи која је прописана Директивом [P26]. Ипак ови подаци могу да се користе али са ограничењем уколико не постоје квалитетнији.

На основу овако формираних тарифних категорија за потребе акустичких прорачуна треба направити јединствене категорије разврставања. Предлаже се да се у путничка возила сумирају категорије I, II, V, VI и VII, а да се у категорију теретних возила уврсте категорије III, IV, VIII и IX. Оваква тарифна категоризација користи се при акустичким прорачунима, с тим што посебну категорију чине мотоцикли.

### 1.5.7.2. Аспекти за потребе акустике

Основна подела за потребе акустичких прорачуна препознаје три класификације возила:

- путнички аутомобил,
- теретно возило и аутобус и
- мотоцикл.

Ова подела представља грубу поделу у зависности од акустичке енергије које емитују ове групе возила. Важно је напоменути да мотоцикли представљају значајан извор емисије акустичке енергије који је реда величине најтежих теретних возила.

Оваква класификација разликује се од класификације која је дата на местима где се бројање врши аутоматским бројачима односно од класификације која је дата на местима на којима се врши наплата путарине.

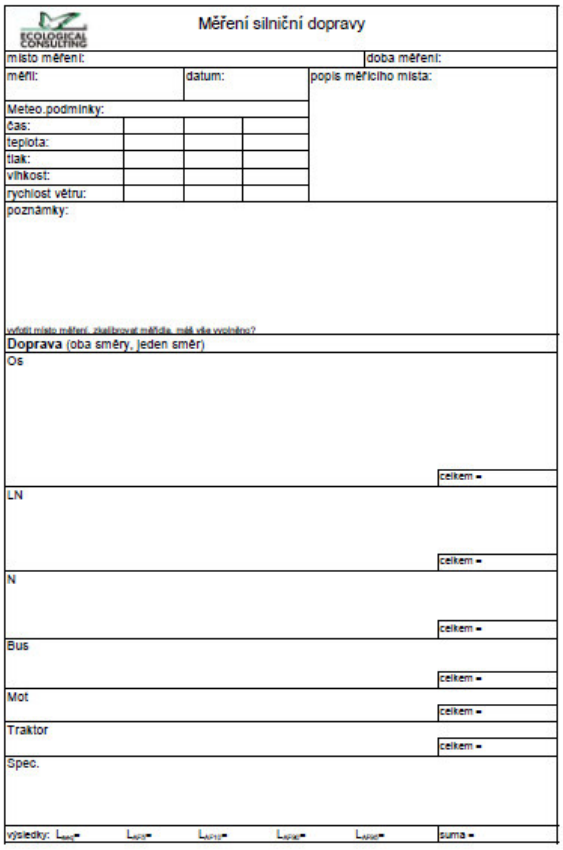
За израду карата буке у овој Студији коришћен је програмски пакет LimA. За потребе прорачуна приликом калибрације система и мерења буке на одабраним локацијама вршено је ручно бројање саобраћаја. При томе је коришћен образац приказан на сл.1.5.5. по којем се возила класификују на:

- путнички аутомобил,
- лако теретно возило,
- камион,
- аутобус,
- мотоцикл,
- трактор и
- остала возила (багер, комбајн и сл.).

У акустичким анализама и прорачунима потребни су подаци о саобраћаним токовима у 15-то минутним интервалима, [P21]. Ако се мерења вршена континуално то одговара бројању саобраћаја сврставањем у једночасовне интервале. Почетни тренутак за бројање саобраћаја треба усагласити са почетним тренутком мерења буке тако да оно пада на цео час.

Према [П2] за саобраћајне деонице на којима се врши бројање саобраћаја аутоматским бројањем могуће је добити једночасовну дистрибуцију саобраћаја али без одговарајуће класификације возила која је значајна са акустичког аспекта. За бројање саобраћаја прикупљањем информација са наплатних станица не постоји нити једночасовна дистрибуција саобраћаја нити одговарајућа класификација возила која је значајна са акустичког аспекта. Најважнији податак према [П2] представља просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС) на основу којег се добија увид у саобраћајно оптерећење саобраћајне деонице за целу годину.

Ипак, с обзиром на избор класификације возила и интервала бројања саобраћаја публикација [П2] не може да се примењује за потребе калибрације система у акустичким прорачунима.



**Měření silniční dopravy**

| | | | |
|---|---|---|---|
| místo měření: | | | doba měření: |
| měřil: | datum: | | popis měřicího místa: |
| Meteo.podmínky: | | | |
| čas: | | | |
| teplota: | | | |
| tlak: | | | |
| vlhkost: | | | |
| rychlost větru: | | | |

poznámky:

vyřešit místo měření, zkalibrovat měřidla, měř vše vyplněno?

**Doprava** (oba směry, jeden směr)

Os

celkem =

LN

celkem =

N

celkem =

Bus

celkem =

Mot

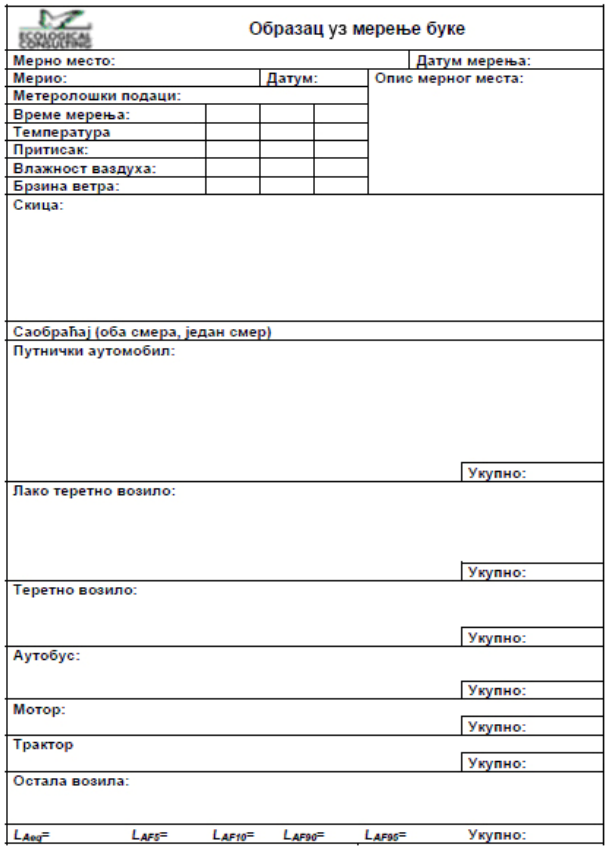
celkem =

Traktor

celkem =

Spec.

výsledky: $L_{Aeq}$= $L_{AF5}$= $L_{AF10}$= $L_{AF90}$= $L_{AF95}$= suma =



**Образац уз мерење буке**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Мерно место: | | | Датум мерења: |
| Мерио: | Датум: | | Опис мерног места: |
| Метеролошки подаци: | | | |
| Време мерења: | | | |
| Температура | | | |
| Притисак: | | | |
| Влажност ваздуха: | | | |
| Брзина ветра: | | | |

Скица:

Саобраћај (оба смера, један смер)

Путнички аутомобил:

Укупно:

Лако теретно возило:

Укупно:

Теретно возило:

Укупно:

Аутобус:

Укупно:

Мотор:

Укупно:

Трактор

Укупно:

Остала возила:

$L_{Aeq}$= $L_{AF5}$= $L_{AF10}$= $L_{AF90}$= $L_{AF95}$= Укупно:

*Сл. 1.5.4: Образац уз мерење буке за потреба програмског пакета LimA*

## 1.6. О ПРОЈЕКТНОМ ЗАДАТКУ И ПОДЛОГАМА ЗА СТУДИЈУ

Обавезе Обрађивача проистичу директно на основу пројектног задатка какав је дефинисан у Уговору ЈППС VIII br. 454-843 од 13.10.2009.г. (ИМС бр. 41-12445 од 09.10.2009.г.), а преузет је према конкурсној документацији (задаци 1–14) који је у комплетном обиму дат у поглављу Б: Пројектни задатак.

Инвеститор је, поред овако дефинисаног задатка, са конкурсном документацијом доставио и допунска објашњења о садржају и обиму сваке од тачака пројектног задатка. Показало се да је овакав приступ врло конструктиван и користан.

На основу пројектног задатка и допунских објашњења Обрађивачи су формирали садржај који је у два наврата достављен Инвеститору ради усаглашавања, примедби и допуна.

Треба сматрати да је садржај ове Студије у највећем делу произашао из задатка, а да су у другој верзији начињене техничке редакције као и касније минималне допуне до којих се дошло током разраде пројекта.

Сва допунска објашњења и тумачења која је Инвеститор дао директно су интегрисана у Студију.

Као подлоге за израду Студије послужио је материјал који је Инвеститор навео у конкурсној документацији. Део овог материјала достављен је Обрађивачима непосредно по склапању уговора. Један део наведеног материјала у конкурсној документацији израде ове Студије није био доступан. Тачан списак подлога коришћених у изради Студије дат у поглављу 14: Литература.

Обрађивачи су од Инвеститора добили и друге материјале који су корисно послужили током израде Студије. У првом реду овде се мисли на један број студија о процени утицаја на животну средину, као нпр. [П6–П10, П22, П23]. Потпун и детаљан списак свих подлога које су биле на располагању Обрађивачима дат је у поглављу 14.

Сагледавајући Студију са њеним тежиштем и централном темом која решава питање смањења буке, при изради Студије као подлоге коришћени су и материјали из архиве Обрађивача: Лабораторије за акустику и вибрације, Института ИМС а.д. као и чешког партнера Ecological Consulting a.s.

Треба сматрати да је посебно добар избор који је Инвеститор учинио увођењем у посао професионалне екипе која се бави акустиком и заштитом од буке што до сада није био случај.

Прегледом постојеће документације може се констатовати да проблематика заштите од буке није била адекватно обрађена у постојећој пројектној документацији. Ова проблематика углавном је обрађивана као споредна и највећи део приказа износи са једне стране опште ставове, а са друге стране проблематику своди на формализацију компјутерског прорачуна као једино битног резултата.

Документација Института ИМС а.д. коришћена у овој Студији дата је у Поглављу 14. Ова документација као таква може да се сврста у неколико категорија. У првом реду, овде се ради о проблематици звучне заштите објеката реализованих кроз пројекте, лабораторијска и теренска испитивања и мерења. Са друге стране, документација садржи један број резултата мониторинга и мерења буке који представљају значајно искуство које је уврштено у ову Студију. Као трећу групу документације треба поменути специфична мерења урађена за потребе ове Студије и то на два начина: као принципијелна мерења којима се потврђују ставови и дају подлоге за анализу и као наменска мерења на одабраним локацијама.

## 1.7. СТАНДАРДНА ТЕРМИНОЛОГИЈА, ДЕФИНИЦИЈЕ И ПОЈМОВИ У ОБЛАСТИ АКУСТИКЕ

За потребе израде студија која се односе на заштиту од буке треба користити стандардну терминологију из области акустике. Основа за ову терминологију садржана је у литератури – СРПС У.Ј6.001: Основни термини и дефиниције [Р17]. Овај документ израђен је пре 10-так година и не обухвата део термина о буци. Овај текст даје стандардне термине, дефиниције и описе неких појмова који нису укључени у [Р17], па се као такав предлаже инвеститору за даљу стандардну потребу. Термини и дефиниције из овог текста као такви биће коришћени и у овој Студији. Термини који су предмет напред наведеног стандарда нису дати у овом тексту.

У постојећој пројектној документацији уочава се недопустива непрецизност у примени опште прихваћених (у светским оквирима) дефиниција и термина па се у том смислу овом поглављу придаје посебна важност.

### Звук

Под звуком се подразумевају механичке осцилације честице ваздуха и таласно кретање које је изазвано тим осцилацијама, а које се преноси кроз еластичну средину, и обично се прима ухом.

### Звучни притисак

Звук може да окарактерише нека од физичких величина као нпр. звучни притисак, брзина осциловања честице (ваздуха), померај честице (ваздуха) и сл.

У акустици се за проучавање појава и законитости најчешће користи звучни притисак. Звук као физичку појаву таласне природе карактерише временска и просторна зависност звучног притиска дате таласном једначином: $p(t,x) = f(t,x)$. Често је довољно проучавање свести само на временску зависност: $p(t) = f(t)$.

Као карактеристичне величине звука су амплитуда и фреквенција осциловања честице. Фреквенција чујног звука је у опсегу 16 Hz–20 kHz. За описивање таласа и осцилације као мера елонгације користи се нека од величина: амплитуда, ефективна вредност, средња вредност или неки облик величине који описује таласни облик, односно осцилације.

Као основни облик који се проучава су простопериодичне осцилације које описује релација:

$$p(t) = p_{max} \sin 2\pi ft, \qquad (1.7.1)$$

где је:
$p_{max}$ – амплитуда звучног притиска,
$f$ – фреквенција,
$t$ – текуће време.

## Звучна заштита

Звучна заштита је скуп мера којим се обезбеђује да звук (бука) при преносу од извора до места пријема, односно, у објекту из једног у други простор, буде ослабљен. Звучна заштита дели се на: а) звучну заштиту објеката (зграде, објекти високоградње) и б) звучну заштиту у спољашњем простору.

**Звучна заштита објекта** се реализује погодним пројектованим решењем и распоредом просторија односно извођењем звучне изолације конструкција и заштитом од буке.

**Звучна заштита у спољашњем простору** обезбеђује се просторним и акустичким планирањем, урбанистичким решењем, звучним (акустичким) баријерама и др.

## Бука

Бука је нежељен или штетан звук [P5]. Оваква дефиниција је на основу [P26]. Значење штетан такође је преузето из истог извора и гласи: „штетни ефекти представљају негативне ефекте по људско здравље“.

Предходна дефиниција допуњена је дефиницијом „штетан“. Ова допуна дефиниције није довољно афирмисана у домаћим стручним круговима. Раније су се под штетан звук подразумевали штетни ефекти који утичу на здравље од буке високих нивоа. У овом тренутку по овом основу тражено је тумачење Министарства.

## Звучна изолација

Звучна изолација је својство грађевинске конструкције да у што већој мери спречи преношење звучне енергије из једног простора у други. Звучна изолација се дели на: а) звучну изолацију **од ваздушног звука** и б) звучну изолацију **од структурног звука**. Звучна изолација остварује се архитектонско–грађевинским мерама у објекту.

Звучна изолација остварује се конструкцијама као што су: зид, преграда, међуспратна конструкција (таваница), прозори, врата, пливајући под, спуштени плафон и др.

## Мере заштите од буке (аспект заштите објекта)

Мере заштите од буке односе се на: (1) смањење буке уређаја, инсталација и система из бучних простора у објекту према штићеним просторима, (2) мере смањења буке која се из објекта зрачи према суседним просторима у другом објекту или просторној целини и (3) мере заштите од буке која из спољашњег простора доспева у простор и просторије у објекту.

## Звучна изолациона моћ *R*

Звучна изолациона моћ *R* је физичка величина која карактерише грађевинску конструкцију (зид, међуспратну конструкцију, врата, прозор и сл.) у погледу звучне изолације од ваздушног звука.

Звучна изолациона моћ *R* одређује се у лабораторијским условима, а на узорку који су површине 10-так квадрата или више. Одређивање *R* прописано је стандардима [P28].

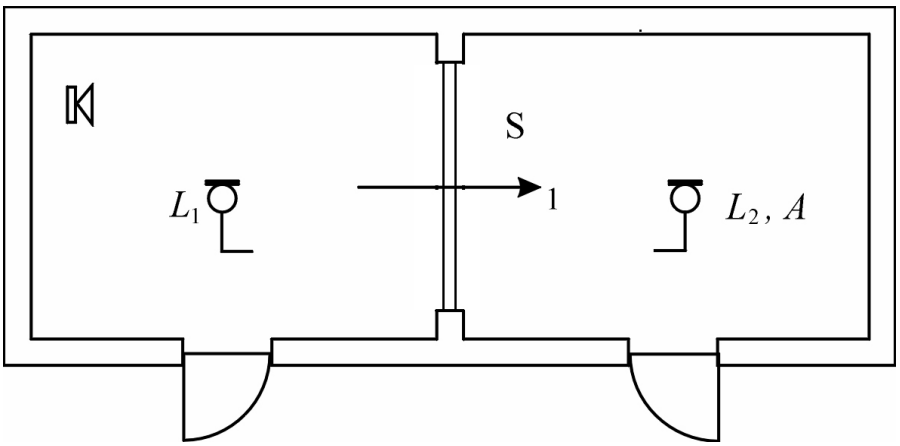
Звучна изолациона моћ дата је релацијом:

$$R = L_1 - L_2 + 10\log\frac{S}{A}, \qquad (1.7.2)$$

где је:
$L_1$ – ниво звучног притиска у предајној просторији,
$L_2$ – ниво звучног притиска у пријемној просторији,
$S$ – повшина кроз коју звучна енергија пролази,
$A$ – укупна апсорпциона површина у пријемној просторији.

Величине $L_1$, $L_2$ и $A$ одређују се у терцним опсезима.

За смисао физичке величине *R* и објашњење како се она утврђује може да послужи и скица дата на слици сл.1.7.1.

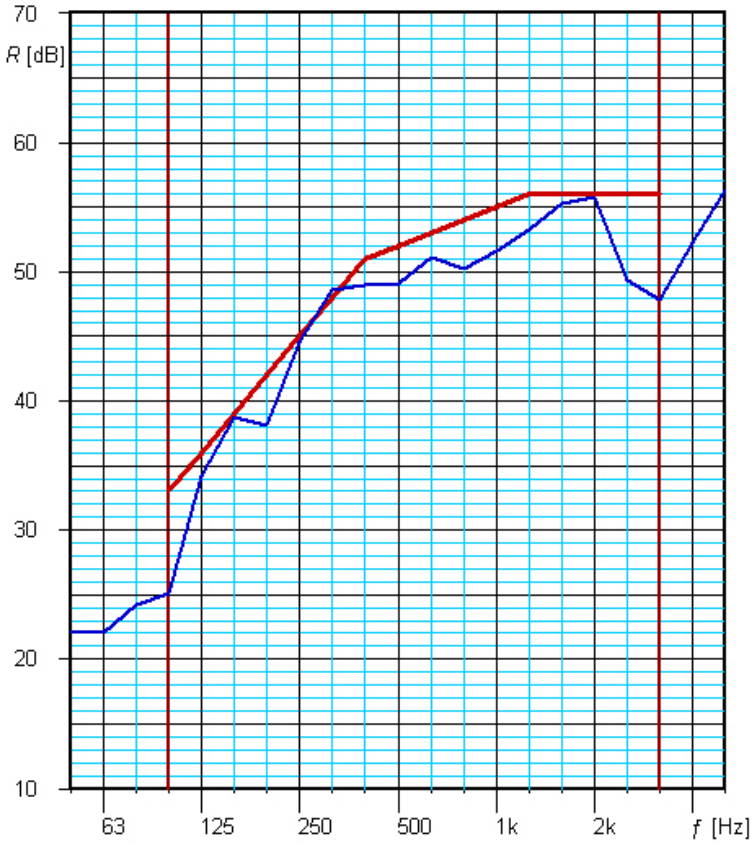



*Сл. 1.7.1: Мерење звучне изолационе моћи R.*

У предајној просторији генерише се звучна енергија која у просторији ствара ниво звучног притиска $L_1$. Део ове енергије пролази кроз преграду површине $S$ у пријемну просторију и у њој ствара ниво звучног притиска $L_2$. Очигледно је да разлика $L_1$-$L_2$ представља меру звучне изолације, а да би се добила и тачна вредност звучне изолационе моћи ова разлика коригује се чланом 10log*$S/A$ којим се узима у обзир величина површине кроз коју звучна енергија пролази као и утицај апсорпције пријемне просторије $A$.

Изолациона моћ је својство грађевинске конструкције. Она не зависи од пријемног и предајног нивоа, нити од утицаја пријемне просторије као ни од величине површине кроз коју звучна енергија доспева. Изолациона моћ је физичка величина која је изразито фреквенцијски зависна, а на сл.1.7.2. приказан је дијаграм звучне изолационе моћи по терцама. Изолациона моћ по терцама $R_i$ одређује се барем за стандардни низ терци од 100 Hz-3150 Hz (укупно 16 терци) или за проширени низ од 50 Hz-5000 Hz (укупно 21 терца). Само за звучне баријере изолациона моћ се одређује за терце од 100 Hz-5000 Hz (укупно 18 терци).

Поред фреквенцијске зависности изолационе моћи $R$ користи се и једнобројна вредност $R_W$ као репрезент дијаграма. Једнобројна вредност $R_W$ зове се **меродавна изолациона моћ**. Ова вредност се по правилу даје у техничким условима којим се обезбеђује реализација звучне изолације. Једнобројна вредност добија се сложеним поступком померања стандардне криве тако да сума негативних одступања измерених вредности од стандардне криве не буде већа од 32 dB. Са тако померене стандардне криве очитава се вредност на 500 Hz која представља тражену једнобројну вредност.




*Сл.1.7.2: Дијаграм звучне изолационе моћи по терцама*

Мада је уобичајено да се изолациона моћ изражава као једнобројна вредност, прорачуне и анализе заштите од буке могуће је спровести једино узимајући у обзир фреквенцијску зависност.

## Меродавна изолациона моћ баријере $DL_R$ према [P35]

Меродавна изолациона моћ баријере представља једнобројну вредност звучне изолационе моћи која је претходно нормализована спектром друмског саобраћаја. Звучна изолациона моћ баријере по терцама $R_i$ одређује се по стандардној процедури према ИСО 140-3 за терцне опсеге од 100 Hz-5 kHz (18 опсега). На основу овако измерених вредности $R_i$, а претходном пондеризацијом нормализованим спектром буке друмског саобраћаја израчунава се меродавна изолациона моћ баријере као једнобројна вредност на основу релације:

$$DL_R = -10\log\left|\frac{\sum_{i=1}^{18} 10^{0,1L_i} 10^{-0,1R_i}}{\sum_{i=1}^{18} 10^{0,1L_i}}\right|. \qquad (1.7.3)$$

На основу овако добијених меродавних вредности одређује се категорија изолације баријере од ваздушног звука према табели 1.7.1.

*Табела 1.7.1: Категоризација звучних баријера према звучној изолационој моћи баријере према [P35].*

| Категорија | $DL_R$ [dB] |
|---|---|
| B0 | Није детерминисано |
| B1 | <15 |
| B2 | 15 до 24 |
| B3 | >24 |

## Меродавна апсорпција баријере према [P34]

Меродавна апсорпција баријере представља једноброjну вредност коефицијентом звучне апсорпције који је претходно нормализован спектром друмског саобраћаја. Коефицијент (звучне) апсорпције по терцама $\alpha_i$ одређује се по стандардној процедури према ИСО 354 за терцне опсеге од 100 Hz-5 kHz (18 опсега). На основу овако измерених вредности $\alpha_i$, а претходном пондеризацијом нормализованим спектром буке друмског саобраћаја израчунава се коефицијент апсорпције баријере као једноброjна вредност на основу релације:

$$DL_\alpha = -10\log\left|1-\frac{\sum_{i=1}^{18} \alpha_{Si} 10^{0,1L_i}}{\sum_{i=1}^{18} 10^{0,1L_i}}\right|. \qquad (1.7.4)$$

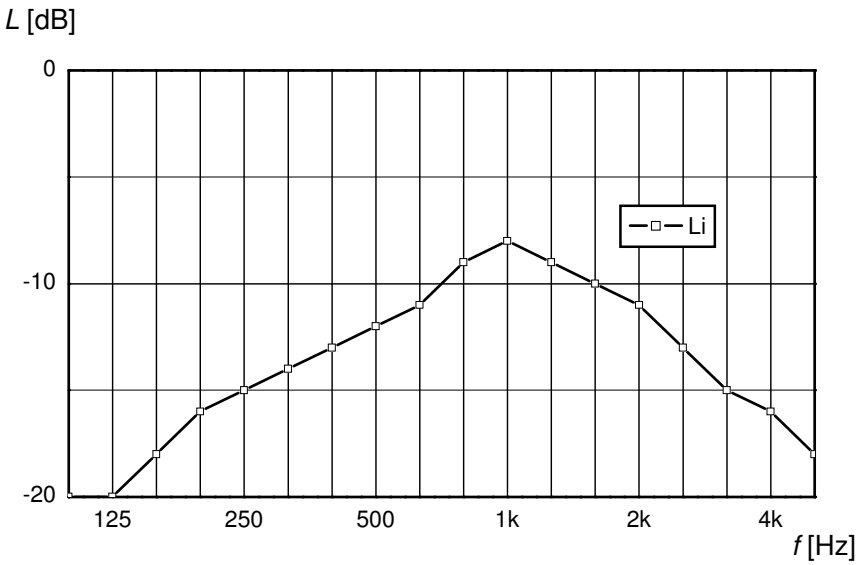
На основу овако добијених меродавних вредности одређује се категорија изолације баријере од ваздушног звука према табели 1.7.2.

*Табела 1.7.2: Категоризација звучних баријера према коефицијенту апсорпције баријере према [P35].*

| Категорија | $DL_\alpha$ [dB] |
|---|---|
| A0 | Није детерминисано |
| A1 | <4 |
| A2 | 4 до 7 |
| A3 | 8 до 11 |
| A4 | >11 |

## Нормализовани спектар саобраћајне буке према [P35]

За поребе израчунавања карактеристика баријере према [P34] користи се нормализовани спектар саобраћајне буке дат на сл. 1.7.3. и у табели 1.7.3. Овај спектар у себи садржи А пондеризацију.




*Сл. 1.7.3: Нормализовани спектар саобраћајне буке.*

*Табела 1.7.3: Нормализовани спектар саобраћајне буке.*

| ***f* [Hz]** | ***L*$_i$ [dB]** |
|---|---|
| 100 | **-20** |
| 125 | **-20** |
| 160 | **-18** |
| 200 | **-16** |
| 250 | **-15** |
| 315 | **-14** |
| 400 | **-13** |
| 500 | **-12** |
| 630 | **-11** |
| 800 | **-9** |
| 1k | **-8** |
| 1.25k | **-9** |
| 1.6k | **-10** |
| 2k | **-11** |
| 2.5k | **-13** |
| 3.15k | **-15** |
| 4k | **-16** |
| 5k | **-18** |

## Примарна и секундарна звучна заштита

Сама звучна заштита може генерално, према месту реализације у односу на извор, да се класификује у примарну или секундарну.

Под примарном заштитом подразумевају се мере које се спроводе директно на извору, а под секундарним заштитне мере које се спроводе на путу простирања. Тако на пример примарна заштита у саобраћају обухвата мере смањења нивоа израчене акустичке енергије директно са мотора и других агрегата на возилу, мере за пригушење у издувном систему, мере на смањењу аеродинамичког генерисања акустичке енергије, али и мере на контакту пнеуматик - коловозни застор. Ова последња поменута, не улазећи у могућу и другачију филозофију разматрања, може да буде сврстана и у групу секундарних мера, али обрађивачи ове Студије ипак сматрају да је адекватно груписање како је то дато овим текстом.

Примарна заштита система за климатизацију подразумева мере које се спроводе на самом извору као нпр. вентилатору, компресору, чилеру, мотору и др. Тако нпр. на неком мотору конструктивним мерама делује се на кућиште мотора, на избор материјала за осовину и лежишта, њихову обраду, толеранције и сл.

Под секундарним мерама заштите од буке која потиче од друмског саобраћаја подразумевају се све мере које се предузимају на путу простирања звучних таласа од извора до места имисије, тачније човека као основног субјекта заштите.

Секундарне мере у оквиру система за вентилацију и климатизацију могу да буду: уградња пригушивача буке у каналској мрежи, спољашња обрада канала за вентилацију, избор материјала и дебљине канала, укрућења канала и сл.

## Активна и пасивна заштита

Звучна заштита према начину деловања може да се дели на активну и пасивну заштиту. Активне мере заштите, у првом реду према стандардној акустичкој класификацији,, подразумевају поступак који се реализује на следећи начин: звучна енергија се системом микрофона снима и аквизира, затим сложеним поступком обрађује у временском и фреквенцијском домену, а затим реемитује на такав начин да у тачкама или зонама имисије, услед ефекта суперпозиције са примарно генерисаном акустичком енергијом, доводи до смањивања нивоа звука или чак његовог поништавања.

Пасивне мере заштите односе се на слабљење које се реализује на путу преноса од извора до места имисије. У првом реду, као мере заштите од буке друмског саобраћаја, овде треба поменути фасаду и фасадне елементе (прозоре, балконска врата и сл.) и затим звучне баријере.

Ове две поделе мера заштите на примарне и секундарне односно активне и пасивне често се у постојећим студијама процене утицаја на животну средину користе на погрешан и неадекватан начин, па су стога у овом документу експлицитно изнесене

дефиниције и објашњење како их треба примењивати да би исти појмови били усаглашени са релевантном регулативом, стручном терминологијом и међународним документима.

На сл.1.7.4. је из литературе [П22] приказан пример активне звучне баријере са звучницима. Активна звучна баријера постављена је на терасу стамбеног објекта, звучници су окренути благо према горе са циљем контроле буке која потиче из спољашњости (реч је о буци која потиче са аеродромске писте).



*Сл.1.7.4: Пример активне звучне баријере.*

## Децибел

Децибел је логаритамска јединица за све физичке величине када се израчунавају као нивои. Вредност нивоа у децибелима израчунава се као десетоструки логаритам за основу 10 количника снаге према референтној снази и дата је изразом:

$$L = 10 \log \frac{P_1}{P_0}, \tag{1.7.5}$$

где је:
$L$ – ниво звука, у dB,
$P_1$ – (звучна) снага, у W,
$P_0$ – референтна (звучна) снага.

У акустици се као референтна снага усваја вредност снаге $P_0 = 10^{-12}$ W.

На исти начин ниво се може израчунати и преко количника осталих величина другог реда: интензитета звука $I$ [W/m$^2$], звучне енергије $E$ [Ws] и др. Ако се уместо величине другог реда користе величине првог реда као нпр. у акустици звучни притисак $p$ [Pa], брзина осциловања честице $v$ [m/s], померај честице која осцилује $\xi$ [m], убрзање осцилација честица $a$ [m/s$^2$] и сл. или у електротехници напон или струја тада је испред логаритма фактор 20 уместо фактора 10.

$$L = 20 \log \frac{p_1}{p_0} \text{ или} \tag{1.7.6}$$

$$L = 20 \log \frac{v_1}{v_0} \text{ итд.} \tag{1.7.7}$$

Усвојено је да је референтна вредност звучог притиска $p_0 = 20$ μPa за звук у ваздуху, односно 1 μPa за звук у течностима. Ова референтна вредност звучног притиска једнака је нивоу звучног притиска на прагу чујности за $f = 1000$ Hz. Ова вредност звучног притиска $p_0$ представља ефективну вредност $p_{eff}$. Остале референтне вредности у акустици су: $\xi_0 = 1$ nm, $v_0 = 5 \cdot 10^{-8}$ m/s, $a_0 = 10^{-6}$ m/s$^2$.

## Ниво звучног притиска, у децибелима, [P21]

Ниво звучног притиска је у принципу временски промењива величина. Ако је звучни притисак простопериодична функција времена, онда је ниво звучног притиска временски константан и може да се изрази као једнобројна вредност.

Ниво звучног притиска $L_p$ за случај када је звучни притисак простопериодична функција дат је изразом:

$$L_p = 10\log\left(\frac{p}{p_0}\right)^2 \text{[dB]}, \tag{1.7.8}$$

где је:
$L_p$ – ниво звучног притиска, у dB,
$p$ – ефективна вредност звучног притиска, у Pa,
$p_0$ – референтни звучни притисак (20 μPa).

У општем случају када је звучни притисак променљива величина, што је случај за све реалне звуке, ниво звучног притиска $L_{p\tau}(t)$ је променљив у времену и израчунава се као:

$$L_{p\tau}(t) = 20\log\frac{p_\tau(t)}{p_0} \tag{1.7.9}$$

где је:
$p_\tau(t)$ – временски променљив звучни притисак настао после временске пондеризације неком од стандардних временских константи $\tau$.

## Временска константа $\tau$

Временска константа $\tau$ дефинише време потребно да сигнал по искључењу извора опадне на 1/e своје почетне вредности, при чему је $e \approx 2{,}718...$ основа природног (Неперовог) логаритма.

## Временска пондеризација, временски пондерисани звучни притисак и ниво временски пондерисаног звучног притиска

Таласна једначина која представља основни модел за описивање звука. Она даје временску и просторну зависност звучног притиска. Често је могуће звук анализирати само као временски променљиву величину. Коначно, код тонског сигнала посебно је интересантна обвојница тонског сигнала. Сваки звук снимљен једним микрофоном као тонски запис је такав пример.

У акустици се за формирање обвојнице користи поступак временске пондеризације, односно поступак формирања обвојнице тонског сигнала. Оваква обвојница у доброј мери илуструје оно што човечије ухо стварно чује.

Стандардизоване временске пондеризације дате су у [P30]. У употреби су следеће временске пондеризације: SLOW, FAST, IMPULS и $\tau = 10$ ms. Временска пондеризација подразумева експоненцијални временски прозор са временском константом $\tau$ која за

SLOW износи $\tau = 1000$ ms, за FAST $\tau = 125$ ms, а за IMPULS је различита при порасту и при опадању сигнала, и износи $\tau = 35$ ms при порасту и $\tau = 1500$ ms при опадању.

Временску пондеризацију описује несвојствени интеграл. Временски пондерисани звучни притисак дат је изразом:

$$p(t) = \left[ \left( \frac{1}{t} \right) \int_{-\infty}^{t} p^2(\xi) e^{-(t-\xi)/t} \mathrm{d}\xi \right]^{\frac{1}{2}}, \qquad (1.7.10)$$

где је:
$\tau$ – временска константа,
$\xi$ – помоћна променљива интеграције,
$p(\xi)$ – тренутна вредност звучног притиска.

На основу временски пондерисаног звучног притиска израчунава се ниво временски пондерисаног звучног притиска $L_\tau(t)$ према изразу:

$$L_\tau(t) = 20 \log \left\{ \left[ \left( \frac{1}{t} \right) \int_{-\infty}^{t} p^2(\xi) e^{-(t-\xi)/t} \mathrm{d}\xi \right]^{\frac{1}{2}} / p_0 \right\}. \qquad (1.7.11)$$

По правилу звучни притисак је и фреквенцијски пондерисан, па се онда његов ниво обележава ознаком $L_{AF}(t)$, ако је при пондеризацији коришћена фреквенцијска A пондеризација и временска FAST карактеристика. Временски пондерисан ниво звучног притиска је временски променљива физичка величина. Уместо ознаке F користе се ознаке S или I ако се ради о временској пондеризацији SLOW односно IMPULS.

Физички смисао овако уведене временске пондеризације је следећи. Ако човек чује неки звук, па он одједном нестане, осећај звучног надражаја ће још извесно време трајати иако звучни притисак физички више не постоји. Колико брзо нестаје наведени субјективни осећај постојања звука и по нестанку звучног поља предмет је био доста сложених испитивања која су урађена са великом групом људи, а као последица овог истраживања настале су прво SLOW и FAST карактеристике, а после и IMPULSE карактеристика. Временска пондеризација као експоненцијални прозор омогућава евидентирање тренутно присутног звука у пуној јачини, али при томе се узима у обзир и историја звучног догађаја. На тај начин се сва, претходно постојећа, звучна енергија прво ослаби по експоненцијалном закону, а затим као кумулатив учествују у укупном збиру.

Временска константа $\tau = 10$ ms користи се за мерење времена реверберације.

## Фреквенцијске подеризације A, B, C, D

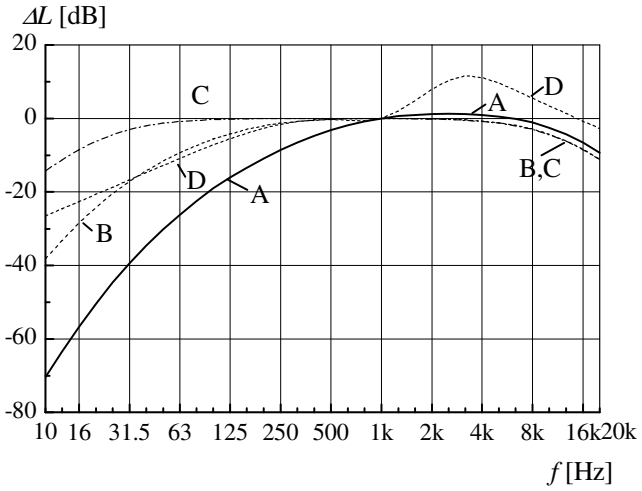
Човек неће оценити два тона који објективно имају исту јачину као да се ради о звуцима исте јачине ако су они различитих фреквенција. Тако нпр. тон ниске фреквенције $f = 63$ Hz биће оцењен знатно слабије, чак $\Delta L = 26$ dB слабије, него тон фреквенције $f = 1000$ Hz иако они имају (објективно) исту јачину. Због потребе да се одреди мера која ће објективизовати субјективан човеков осећај јачине звука уведена је фреквенцијска пондеризација. Под фреквенцијском пондеризацијом подразумева се поступак којим се зависно од фреквенције смањује амплитуда сигнала, тако да он буде исто оцењен као и сигнал учестаности $f = 1000$ Hz. На овај начин установљен је поступак којим се добија мера која омогућава да ниво звука (јачина звука, ниво звучног притиска) за два тона различитих фреквенција буду оцењени као једнаке јачине сагласно човековој перцепцији, иако они имају објективно различиту јачину односно различите амплитуде.

У почетку развоја акустике коришћена мера и јединица за јачину звука био је *фон*. Данас се користе најчешће dBA, повремено dBC и врло ретко dBB и dBD.

Показује се да није довољно увести једну фреквенцијску пондеризацију, а разлог овоме је опет осетљивост човечијег слушног система на различитим фреквенцијама, али и различита осетљивост за различите јачине звука. Ово ће бити илустровано на једном примеру. Тон фреквенције $f = 125$ Hz репродукован објективном јачином 50 dB човек ће оценити као субјективну јачину као 34 dB, дакле за $\Delta L_A = 16{,}1$ dB слабије, док ће тон исте фреквенције објективне јачине 80 dB оценити као јачину 76 dB, дакле $\Delta L_B = 4{,}2$ dB, а објективну јачину од 100 dB оценити управо исто толико за исту фреквенцију, прецизно за $\Delta L_C = 0{,}2$ dB слабије. У примеру је примењено стандардно заокруживање на целобројне вредности, а слабљења $\Delta L$ дата су без заокруживања.

На овај начин првобитно су формиране три скале фреквенцијске пондеризације A, B и C. На почетку примене фреквенцијске пондеризације коришћена је јединствена јединица *фон* која је узимала у обзир и фреквенцију и јачину сигнала, па је примена одговарајуће скале зависила и од јачине, па је овај начин мерење представљао својеврсни circulus vitiosus: мерењем је требало одредити јачину звука, а јачине утиче на поступак мерења. Из тог разлога касније је јединствено дефинисана A пондеризација, а само повремено се користи C пондеризација. Фреквенцијска D пондеризација уведена је као потреба специфичности које настају код авионске буке.

На сл. 1.7.5. дате су пондеризације по A, B, C и D карактеристици.




*Сл. 1.7.5: Пондеризација по A, B, C и D карактеристици.*

## A-пондерисани ниво звучног притиска, у децибелима, [P21]

Ниво звучног притиска А-пондерисаног звучног притиска (ако се ради о звуку сталне јачине) дат је изразом:

$$L_{pA} = 10\log\left(\frac{p_A}{p_0}\right)^2 \text{ [dBA]}, \qquad (1.7.12)$$

где је:

$p_A$ – ефективна вредност А-пондерисаног звучног притиска, у Pa,

$p_0$ – референтни звучни притисак (20 μPa).

Ако је звук промењиве јачине тада је и ниво А пондерисаног звучног притиска променљива величина и одређује се према изразу:

$$L_{p\tau A}(t) = 10\log\left(\frac{p_{A\tau}(t)}{p_0}\right)^2 \qquad (1.7.13)$$

где је:

$p_{A\tau}(t)$ – звучни притисак пондерисан фреквенцијски по А карактеристици и временски са константом $\tau$.

## Максимум временски и фреквенцијски пондерисаног нивоа звучног притиска $L_{AFmax}$

Максимум временски и фреквенцијски пондерисаног нивоа звучног притиска представља највећу вредност нивоа звучног притиска у наведеном интервалу. Пондерисани ниво звучног притиска $L_{pA\tau}(t)$ је физичка величина промењива током времена, а њена највећа вредност у посматраном интервалу за случај када је коришћена временска константа FAST и A-пондеризација обележава се са $L_{AFmax}$.

## Вршни ниво звучног притиска

Вршни ниво звучног притиска је десетоструки логаритам за основу 10 количника квадрата вршне вредности звучног притиска и квадрата референтног звучног притиска $p_0$. Вршни ниво звучног притиска израчунава се за највећу тренутну вредност звучног притиска током посматраног периода. Такође се често користи и вршна вредност звучног притиска у неком ограниченом фреквенцијском опсегу, октавном или терцном. У стандарду [P30] дефинисина је тачност само за детектор са C пондеризацијом. Ово не искључује и примену неке друге фреквенцијске пондеризације али сугерише да је најчешћа употреба управо C пондеризације.

## Фонска скала, *фон* (*phon*)

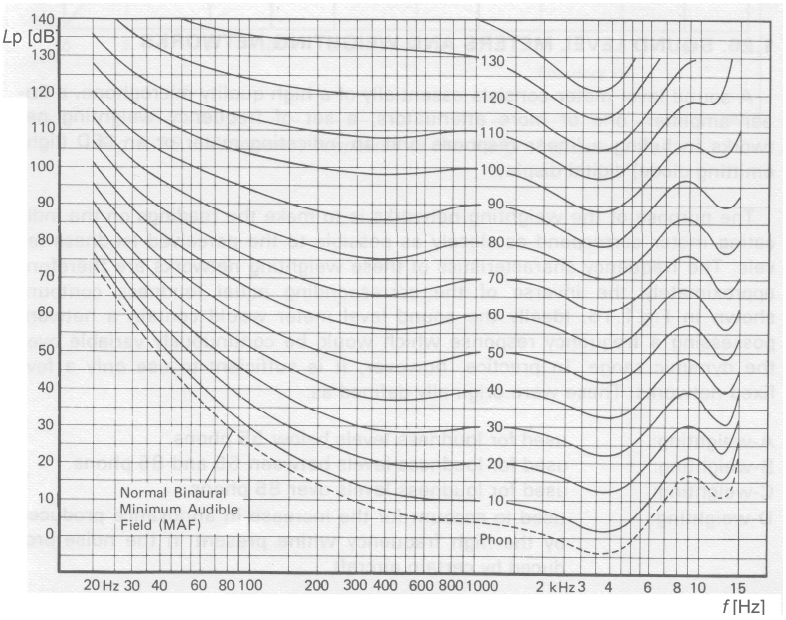
*Фон* је раније коришћена јединица за оцену субјективне јачине звука. Бројна вредност *фона* једнака је бројној вредности нивоа звука у [dB] на фреквенцији $f = 1000$ Hz. За остале фреквенције разликују се вредности нивоа израженог у [dB] као објективне мере јачине звука од субјективне јачине изражене у *фонима*. Ова разлика карактерише човечји слушни систем: звуке како ниских тако и високих фреквенција човек чује и субјективно оцењује као слабије него што они стварно јесу.

Јединица *фон* је настала као потреба да се субјективни осећај јачине звука објективизује. Јачина звука изражена у *фонима* добро и објективно репрезентује човеков осећај јачине звука.

Два звука која имају једнак број *фона*, за људско ухо изгледају као да су једнаке јачине, без обзира који ниво објективно имају.

Усвојено је да јачина звука у *фонима* на 1000 Hz буде једнака нивоу звука у децибелима, па одатле следи и да је вредност у *фонима* једнака вредности у децибелима на тој фреквенцији.

Са дијаграма на сл. 1.7.6 се може закључити да човек тон фреквенције $f = 60$ Hz који је репродукован (објективном) јачином од 60 dB (субјективно) оцени као да је јачине 40 dB. Увођењем јединице фон овај субјективни осећај се објективизује и јачина декларише као 40 *фона* (следи са дијаграма на сл.1.7.6).




*Сл. 1.7.6: Изофонске линије.*

Напомена: *Испрекидана линија на сл.1.7.6. означава минималне вредности чујног звука (поља) при нормалној бинауралној перцепцији (Minimum Audible Field – MAF).*

## Фонометар

Фонометар је инструмент за мерење нивоа звука (нивоа буке), односно прецизније инструмент за мерење нивоа звучног притиска и приказан је на сл. 1.7.7. Термин синоним који је у употреби за овај инструмент је и мерило (погрешно мерач) нивоа звука. Користи се, истина ређе, и термин звукомер. Погрешно је овај инструмент звати сонометар.

Префикс фоно је грчког порекла са значењем звук, глас и не треба га мешати са старом физичком јединицом за јачину звука – *phon* нити пак са речима: основа, суштина.




*Сл.1.7.7: Фонометар.*

Ближе описивање и спецификација фонометра даје се одредницама прецизни импулсни интеграциони фонометар, при чему је ове одреднице могуће користити било све заједно, било појединачно, или у свакој другој комбинацији. Ако је фонометар означен као прецизни, он одговара инструменту класе 1 према стандарду [P31], а одредница импулсни значи да фонометар поред уобичајених и обавезних FAST и SLOW карактеристика има и карактеристику IMPULSE, док одредница интеграциони означава да фонометар има могућност мерења $L_{eq,T}$ у складу са [P32].

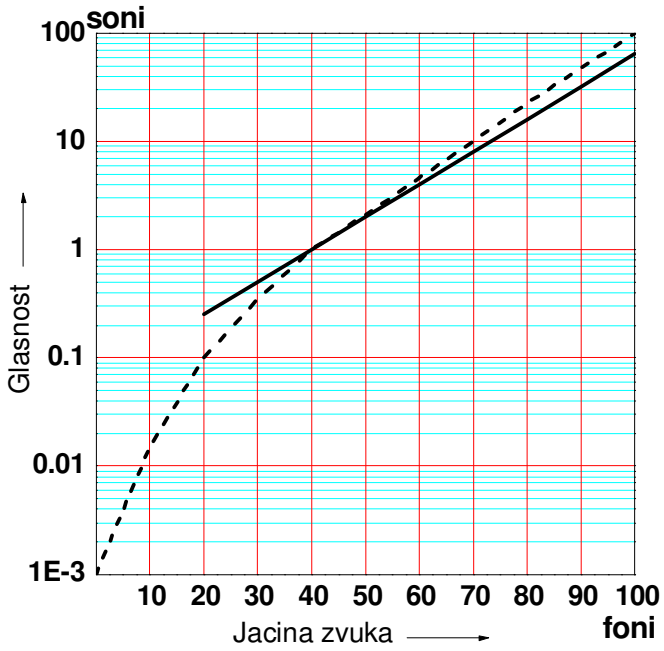
Напомена: Стандард [P30] настао је обједињавањем стандарда [P31] и [P32], који су нешто старијег датума. Инструменти старијег датума користе одреднице као на наведени начин.

## Сонометар

Сонометар је инструмент за мерење физичке величине гласност која има физичку јединицу *СОН*. Овај инструмент не треба мешати са фонометром, јер се ради о два различита инструмента.

Због недостатака *фонске* скале за потребе оцене стварног човечјег осећаја уведена је физичка величина гласност и јединица *сон* која јој одговара. Број *сона* говори колико пута неки звук човек осећа као гласнији од звука чија је гласност 1 *сон*. Јединица *сон* настала је на основу истаживања према Флечеру. Усвојено је да гласност од 1 *сона* одговара нивоу јачине звука од 40 *фона*. Јединица *сон* се данас ретко користи.

На сл. 1.7.8. приказан је дијаграм гласности у зависности од јачине звука према Флечеру (– – –) и стандардизована линија (——).




*Сл. 1.7.8: Гласност у зависности од јачине звука према Флечеру (---) и стандардизавана линија (–).*

## Еквивалентни ниво

Националном напоменом у стандарду СРПС ИСО 1996-1 (2002) уведен је термин еквивалентни ниво. Овај термин може се користити уместо термина **еквивалентни непрекидни А-пондерисани ниво звучног притиска**. Последњи наведени термин настао је директним превођењем енглеског термина **equivalent continous A-weighted sound pressure level**, а према ISO 1996-1 (1982). У стандарду СРПС ИСО 1996-1 (2008) који је настао директним преузимањем стандарда ISO 1996-1 (2003) енглески термин је

делимично измењен и гласи: **equivalent continous sound preasure level**, а у националним оквирима може и даље да се користи термин **еквивалентни ниво**.

Еквивалентни ниво дефинише се релацијом:

$$L_{Aeq,T} = 10\log\left[\frac{1}{T}\int_T \frac{p_A^2(t)}{p_0^2}\mathrm{d}t\right], \qquad (1.7.14)$$

где је:

$L_{Aeq,T}$ – еквивалентни непрекидни А-пондерисани ниво звучног притиска, у dB, одређен у временском интервалу $T$ или краће еквивалентни ниво,

$T = t_2 – t_1$ – временски интервал у коме се одређује $L_{Aeq,t}$,

$p_A(t)$ – тренутна вредност А-пондерисаног звучног притиска, у Pa,

$p_0$ – референтна вредност звучног притиска која износи 20 μPa.

Посебно треба обратити пажњу да се еквивалентни ниво добија на основу тренутне вредности звучног притиска $p_A(t)$ који је претходно фреквенцијски пондерисан карактеристиком А.

(Величина $p_A(t)$ није временски пондерисана, већ се ради о тренутној вредности звучног притиска $p_A(t) = f(t)$ која је само фреквенцијски пондерисана.)

## Приближна вредност еквивалентног нивоа $L_{eq}$

Израчунавање еквивалентног нивоа дато је дефиниционом формулом 1.7.14 што подразумева високу фреквенцију семпловања. Уколико се за израчунавање користи временски пондерисани ниво учестаност семпловања може да буде знатно нижа па се цела рачуница поједностављује, а израчунавање се врши према релацији:

$$L_{Aeq,T} = 10\log\left[\frac{1}{T}\int_T 10^{\frac{L_{AF}(t)}{10}}\mathrm{d}t\right], \qquad (1.7.15)$$

где је:

$L_{AF}(t)$ – тренутна вредност А-пондерисаног нивоа звучног притиска, временски пондерисаног динамичком карактеристиком Fast у [dB].

Добијена вредност на основу формуле 1.7.15 је приближна вредност еквивалентног нивоа.

## Израчунавање еквивалентног нивоа преко појединачних вредности $L_{eq,i}$

Уколико су познате вредности $L_{Aeq,i}$ за $i$ референтних интервала $T_i$ тада је могуће егзактно израчунати $L_{Aeq,T}$ за укупни (сумарни) временски интервал $T$ према формули:

$$L_{Aeq,T} = 10\log\left[\frac{1}{T}\sum_{i=1}^{N} 10^{L_{Aeq,T_i}/10} T_i\right], \qquad (1.7.16)$$

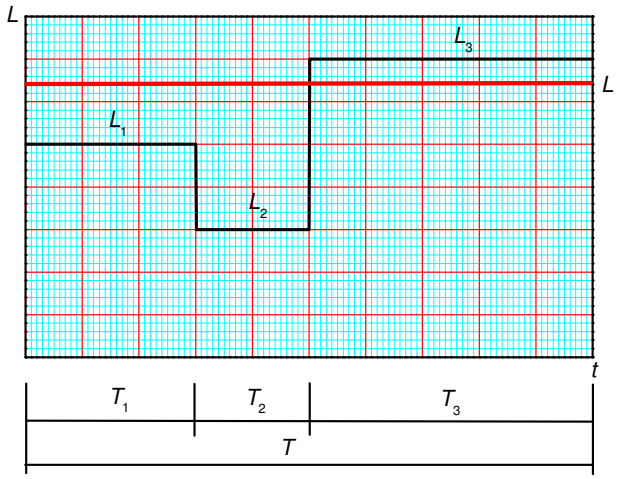
где је:

$L_{Aeq,T}$ – еквивалентни непрекидни А-пондерисани ниво звучног притиска, [dB], одређен за референтно $T$ ,

$T = \sum_{i=1}^{N} T_i$ – временски интервал у коме се одређује $L_{Aeq,T}$ , референтно време

$T_i$ – временски интервал за који је познат ниво $L_{Aeq,i}$.

На сл.1.7.9. приказана су три појединачна еквивалентна нивоа за три различита референтна интервала и на основу њих добијен укупни еквивалентни ниво.




*Сл.1.7.9: Израчунавање еквивалентног нивоа преко појединачних вредности $L_{eq\,i}$.*

Релација 1.7.17 искоришћена је за израчунавање $L_{den}$, [P26]. Еквивалентни нивои за вече и ноћ дати су као кориговани нивои корекцијама 5 dB односно 10 dB респективно.

Дефиниција нивоа $L_{den}$ , према [P26]:

$$L_{den} = 10\log\frac{1}{24}\left(12\cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4\cdot 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8\cdot 10^{\frac{L_{night}+10}{10}}\right) \qquad (1.7.17)$$

где је:

$L_{day}$ – А-пондерисани еквивалентни ниво за дневни режим у временском интервалу од 12 h,

$L_{evening}$ – А-пондерисани еквивалентни ниво за вечерњи режим у временском интервалу од 4 h са корекцијом нивоа за 5 dB,

$L_{night}$ – А-пондерисани еквивалентни ниво за ноћни режим у временском интервалу од 8 h са корекцијом нивоа за 10 dB.

## Кориговани еквивалентни ниво (adjusted equivalent continous sound pressure level)

Кориговани еквивалентни ниво добија се када се измереном еквивалентном нивоу дода корекција. Корекција је по правилу позитивна величина. Ако звучна појава садржи тонове онда се сматра да оваква појава више смета него звук исте јачине који не садржи тонове. Из тог разлога измереном нивоу додаје се корекција којом се изједначавају субјективни осећаји ометања. Корекција се користи и када звук садржи изразите импулсе или због постојања тонске информације (говор или музика). Корекција се користи и да би се кориговале вредности еквивалентног нивоа током ноћног периода. Усвојено је да измерени ниво у ноћном периоду треба повећати за 10 dB. Кориговани ниво добија се на основу релације:

$$L_{Req\,j,\,Tn} = L_{Aeq\,j,\,Tn} + K_j. \qquad (1.7.18)$$

## Меродавни ниво

Меродавни ниво добија се на основу коригованих нивоа одређиваних током више појединачних интервала мерења, у случају једног звучног извора, на основу релације:

$$L_{Req\,j,\,Tn} = 10\log\left(\frac{1}{T_n}\sum_i T_i 10^{L_{Re\,qi}/10}\right)\ [\mathrm{dB}] \qquad (1.7.19)$$

Ако се ради о комбинованом деловању више извора, меродавни ниво добија се на основу релације:

$$L_{ReqT} = 10\log\left(\frac{1}{T_n}\sum_n\sum_j T_{nj} 10^{L_{Re\,qj,T_{nj}}/10}\right)\ [\mathrm{dB}], \qquad (1.7.20)$$

где је:

$T_j = \sum_n T_{n,j}$ за сваки извор $j$.

## Сложени целодневни меродавни ниво

Када је утицај саобраћаја доминантан може се говорити о 2 карактеристична интервала: дневном у времену од 6:00–22:00 (трајање 16 h) и ноћном од 22:00–6:00 (трајање 8 h). Стандарди дефинишу сложени целодневни меродавни ниво за укупни дневно-ноћни период према релацији:

$$L_{Rdn} = 10\log\left[\frac{d}{24}x10^{(L_{Rd}+K_d)/10} + \frac{24-d}{24}x10^{(L_{Rn}+K_n)/10}\right] \text{[dB]}, \qquad (1.7.21)$$

при чему је $d$ = 16 сати трајања дана.

## Процентни ниво

Процентни ниво је ниво A пондерисаног звучног притиска и добија се коришћењем временске пондеризације F. Применом поступка временске пондеризације добија се обвојница сигнала на основу које се израчунавају процентни нивои $L_n$.

Процентни ниво $L_n$ је ниво који је премашен у току $N$ процената посматраног временског интервала. За обележавање се користи ознака $L_{AFN,t}$ , па тако $L_{AF10,1h}$ представља ниво звучног притиска добијеног фреквенцијском A пондеризацијом и временском F пондеризацијом који је у току 1 сата прекорачен у 10% времена (6 минута).

## Оцена ефеката изазваних буком

Оцена ефекта изазваних буком у досадашњој пракси била је рађена на бази више критеријума.

У првом реду овде треба споменути оцену ефеката базиране на нивоу звука што је и основна мерљива физичка величина. Овде треба поменути A пондерисани ниво звучног притиска и друге облике пондеризације B, C, N и D, као и укупни ниво звучног притиска *OASPL* (Overall Sound Pressure Level)

Другу групу чине величине које се добијају прорачуном и одређују гласност или сметњу (Loudness and Annoyance Raitings).

Трећу групу чине величине базиране на интерференцији са неким обликом комуникације: *AI* (Articulation Index), *SIL* (Speech Interference Level), *NC* (Noise Criterion).

Четврту групу чине величине базиране на статистичком процентном нивоу ($L_5$, $L_{10}$, $L_{50}$, $L_{90}$ и сл.)

Пету групу чине скале за оцену базиране на усредњеним максималним нивоима буке и број догађаја: *NNI* (Noise and Number Index) и Annoyance Index.

Следећу групу чине скале и критеријуми на бази енергетски усредњеним нивоима: индекс узнемиравања $\overline{Q}$ (Disturbance Index), ниво $\overline{L}_A$ или $L_{eq}$, еквивалентни ниво са прагом значајности.

Затим већа група критеријума за оцену базиране на величини нивоа и његовој флуктацији: *TNI* (Traffic Noise Index), *NPL* (Noise Pollution Level), *UNI* (Unified Noise Index) и *AI* (Annoyance Index). Дефиниције ових величина дате су детаљно у овом тексту.

Даље треба поменути процедуре, оцене, реакције, заједнице зависно од спектралног облика и нивоа са тангентним фитовањем, односно базиране на: нивоу флуктације и основном нивоу буке $CNR_C$ (Composite Noise Raiting for Community Noise), максималном нивоу броја догађаја и добу дана *NEF* (Noise Exposure Forecast), *WECPNL* (Weighted Equivalent Continuous Perceived Noise Level) и средњем нивоу и добу дана базиране на нивоу и брзини промене нивоа: *CNRa* (Composite Noise Raiting for Aircraft Noise), *DNL* (Day-Night Average Sound Level), *CNEL* (Community Noise Equivalent Level).

## *TNI* (Traffic Noise Index) – индекс саобраћајне буке

За израчунавање индекса саобраћајне буке користи се измерени A пондерисан ниво звука у спољашњој средини као непрекидна функција у времену, или као узорковање бројних дискретних интервала за период од 24 h. Из овако добијеног записа одређују се средња вредност статистичких индикатора $L_{10}$ и $L_{90}$. Индекс саобраћајне буке *TNI* дефинише се изразом:

$$TNI = 4(L_{10} - L_{90}) + L_{90} - 30 \qquad (1.7.22)$$

Први део израза изражава карактер и промењивост буке, други сабирак представља ниво буке околине, док је трећи сабирак корекциони члан.

## *NPL* (Noise Polution Level) – ниво ометања буком

Оцена нивоа ометања буком се заснива на два дела, први сабирак представља континуални еквивалентни ниво, док други сабирак узима у обзир флуктације нивоа звука као значајан елемент узнемиравања. Полази се од чињенице да веће узнемиравање производе повремене нагле промене нивоа него уједначени ниво.

Ниво ометања буком *NPL* израчунава се према следећој релацији:

$$L_{NP} = L_{eq} + k\sigma \qquad (1.7.23)$$

где је:

$L_{eq}$ –еквивалентни ниво звука,

σ – стандардна девијација измерених нивоа звука,

$k$ = 2,56.

Вредност за константу *к* условно је усвојена. Ова константа била је предлог анализа у више студија и она треба да повеже субјективни осећај према варијацијама нивоа буке у односу на еквивалентни ниво буке са природом буке.

## *UNI* (Unified Noise Index) – унифицирани индекс буке

Унифицирани индекс буке дефинисан је следећим изразом:

$$UNI = (1/5)L_{\bar{p}} + \frac{(L_{\bar{p}} - L_{\bar{m}})}{15}\log_{10}(N+1) \qquad (1.7.24)$$

где је:

$L_{\bar{p}}$ – измерена средња вредност максималних вршних нивоа звука коришћењем „SLOW“ карактеристике

$L_{\bar{m}}$ – средња вредност минималних вршних нивоа звука,

$N$ – број вршних нивоа звука.

## *AI* (Annoyance Index) – индекс узнемиравања

По предлогу Voigt-a, [A37], индекс узнемиравања је дефинисан формулом:

$$AI = 0{,}493L_{10} - 0{,}248L_{50} + 0{,}317L_{90} - 19{,}478 \qquad (1.7.25)$$

## Критеријум за оцењивање одзива друштва на буку у зависности од максималног нивоа, броја догађаја и периода дана

## *NEF* (Noise Exposure Forecast) – прогноза изложености буком

Прогноза изложености буком је првобитно била намењена за анализу буке авионског саобраћаја.

Основна величина је *EPNL* која представља ефективну вредност *PNL*–а. *EPNL* узима у обзир дужину трајања сигнала и присуство чистих тонова, дефинише се изразом:

$$EPNL = PNL + D + F \qquad (1.7.26)$$

где је:

*PNL* – максимални израчунати ниво буке у терцном фреквенцијском опсегу у било ком тренутку током прелета летелице,

*F* – корекција за присуство дискретних фреквенцијских компоненти. Корекција се даје у виду табеле у терцним опсезима, у којима ниво тона премашује средњи ниво суседних опсега.

Коефицијент *D* израчунава се према релацији:

$$D = 10\log {}^{t}\!/_{15} \qquad (1.7.27)$$

где је:

*t* – временски интервал изражен у секундама током кога је ниво у оквиру од 10 dB од максималне вредности *PNL*–а.

Укупан ниво изложености буком у датом тренутку посматрања се састоји од буке коју производе различите летелице које лете различитим путањама. За специфичне класе летелица *i* и на путањи *j* прогноза изложености буком *NEF* се може изразити на следећи начин:

$$NEF_{ij} = EPNL_{ij} + 10\log\left[\frac{N_{D_{ij}}}{K_D} + \frac{N_{N_{ij}}}{K_N}\right] - C \qquad (1.7.28)$$

где је:

$N_{Dij}$ – број операција за дневни период (7:00–22:00),

$N_{Nij}$ – број операција за ноћни период (22:00–7:00),

$K_D$ = 20, $K_N$ = 1,2. Избор ових константи означава да појединачни лет у ноћном периоду доприноси као 17 летова у дневном периоду.

$C$ = 75. Вредност $C$ се одређује произвољно.

Укупна прогнозирана изложеност буком *NEF* на одређеном положају је одређен сумом појединачних $NEF_{ij}$ вредности:

$$NEF = 10\log\sum_i\sum_j anti\log\left[\frac{NEF_{ij}}{10}\right] \qquad (1.7.29)$$

Ова величина, *NEF* прогноза изложености буком, касније је често коришћена за процену економског ефекта за поједине зоне.

## Појединачни (временски) интервал мерења

Одређивање еквивалентног нивоа или мерење уопште може да се у принципу спроведе у било ком временском интервалу (поштујући правила за одређивање трајања мерења). Ако се мерење спроводи континуалним семпловањем и еквивалентни ниво се одређује у складу са релацијом за одређивање $L_{eq}$ онда се такав непрекинути временски интервал зове појединачни интервал мерења. Овај временски интервал може да представља уједно и референтно време ако се еквивалентни ниво одређује баш за тако одабрано време мерења.

## Укупно време мерења

Укупно време мерења може да се састоји од више појединачних интервала мерења при чему појединачни интервали не морају да се надовезују један на други нити да буду исте дужине. Избор појединачних интервала мерења мора да задовољи општа правила за мерење еквивалентног нивоа током укупног мерног периода (време мерења). Ово укупно време може такође да се користи као референтно време за изражавање неког еквивалентног нивоа $L_{Aeq,T}$ .

## Стандардни мерни интервал

Као стандардни мерни интервал користи се временски интервал дужине 15 min. Овај интервал показао се као врло погодан за потребе мерења саобраћајне буке и користи се као прописани мерни интервал већ дужи низ година. Уведен је Правилником о дозвољеном нивоу буке из 70-тих година, а затим потврђен Правилником о дозвољеном нивоу буке (Сл. Гласник РС 54/92) и стандардима U.J6.205 (1992, 2007).

## Референтно време (референтни временски интервал)

Временски интервал који је употребљен за израчунавање $L_{eq,T}$ .

## Дуговременски интервал (long-term time interval)

Дуговременски интервал је неким стандардом или другим актом договорени временски интервал током којега се одређује еквивалентни ниво или нека њему сродна величина. Дуговременски интервал састоји се од низа референтних временских интервала. Овај интервал користи се као основа за описивање буке у животној средини.

## Мерење буке

Наредни текст садржи поделу мерења буке према намени и обиму.

Мерења буке се обавља на два начина и то као:

a) појединачно мерење или
b) мониторинг буке.

**Појединачна мерења буке** могу да се обављају из више разлога и са различитим потребама и наменом. У првом реду ова мерења се раде ради констатовања стања и оцене према прописима који регулишу питање буке. Сваки специфични извор мора да задовољи услове у погледу нивоа буке коју ствара у животној средини. Ови услови прецизно су дефинисани за категорије: стан, болнице, клинике, домове здравља, просторије у објектима за одмор деце и ученика и спаваће собе домова за боравак старих

лица и пензионера, просторије за васпитно-образовни рад (учионице, слушаонице, кабинети и сл.), биоскопске дворане и читаонице у библиотекама, позоришне и концертне дворане и хотелске собе, док су недовољно прецизно дефинисани за отворен простор. Наиме, дати су критеријуми за ниво буке у отвореном простору, међутим нејасно је на који индикатор се критеријуми односе и како треба одређивати мерену величину да би се поредила са датом граничном вредношћу.

Појединачна мерења раде се за потребе инспекцијских служби. Ова мерења се по правилу раде у референтном стану, а уколико постоји жалба онда се ради у стану и простору које наводи подносилац жалбе.

Појединачна мерења раде се за потребе калибрације модела за израду карата буке. Оваква мерења односе се на локације где је саобраћајна бука меродавни извор.

Појединачна мерења раде се као подлога за пројектовање звучне заштите и тада се при мерењу често користи фреквенцијска анализа: октавна или терцна.

## Мониторинг

Мониторинг је поступак надгледања и контолисања неке појаве. Мониторинг се реализује мерењем, прорачуном, оцењивањем или неким другим обликом надзора. Поред техничког аспекта, термин мониторинг се често корисити да опише и неке друге односе: друштвене, политичке, социјалне и сл.

Мониторинг подразумева систематски поступак који се одвија у дужем временском периоду по утврђеној и контролисаној процедури. Поступак прорачуна и израде карата буке на основу установљеног прорачуна биће премет подзаконског акта.

Овај текст обрадиће део који се односи на мониторинг (буке).

Мониторинг буке (као поступак мерења) класификује се у три групе.

***Мониторинг типа А)*** подразумева систематска мерења (углавном) комуналне буке. Оваква мерења већ су уобичајена у већим градовима у Србији. Обављају се по на налогу и ангажовањем који спроводи неки државни опрган (општина, град, округ, аутономна покрајина и република и сл.). Ова мерења обављају се годишње, једном или више пута. Карактеристично је да су ова мерења редовна, систематска, по утврђеној процедури на сталним мерним местима. Резултате ових мерења достављају се органу који их је поручио и као такви резултати су доступни јавности. Процедура достављања ових података Агенцији за сада није установљена.

Закон [P5] предвиђа да се Агенцији достављају подаци о мониторингу, међутим цела процедура треба да буде разрешена у подзаконским актима који још увек нису донесени.

Ако наручилац изда изричити налог да извршилац може да обавештава јавност о резултатима извршилац ће то радити уместо наручиоца.

***Мониторинг типа Б):*** У једном броју случајева орган државе (локални или централни), нпр. инспекцијаска служба, налази за потребно да се контролише бука неког специфичног загађивача или извора, нпр. кафића, због учесталих жалби. У том циљу сврсисходно је наложити мониторинг, који је временски ограничен, усмерен на констатовање стања које настаје као последица деловања једног специфичног извора. Поступак мора да буде објективан, поуздан, систематски, принципијелан и трајан (7, 30, 90 дана или било који други период). Поступак као такав има све елементе мониторинга, а разликује се од предходне категорије само по трајању (које је ограничено) и по поступку издавања налога за мерење.

***Мониторинг типа В):*** Власник извора, научна или стручна организација, факултет или било који други привредни субјект може да за своје потребе или за било ког наручиоца организује или спроведе мониторинг буке без икаквог посебног одобрења било ког државног органа. Савесни власник извора буке жели да предходним поступком мониторинга обезбеди квалитет животне средине и миран сан својих комшија, па у ту сврху ангажује организацију која ће за његове потреба урадити мониторинг буке. Овакав поступак има све елементе мониторинга, сем обавезе да га иницира и прописује државни орган и не постоји обавеза обавештавања Агенције.

# 2. УТВРЂИВАЊЕ И ОПИС ПОТЕНЦИЈАЛНО УГРОЖЕНИХ САДРЖАЈА ДУЖ ОДАБРАНИХ ДЕОНИЦА ДРЖАВНЕ ПУТНЕ МРЕЖЕ И ОБЈЕКАТА

## 2.1. ПРОСТОРНА ЛОКАЦИЈА ОДАБРАНИХ ДЕОНИЦА ГЛАВНИХ ПУТЕВА

Република Србија располаже, према [П11], путном мрежом у дужини од 40 845 km од чега је:

- 5 525 km државних путева I реда и
- 11 540 km државних путева II реда.

Путну мрежу државних путева I и II реда чини систем саобраћајница у дужини од 17 065 km од чега је:

- 498 km аутопутева под наплатом путарине и
- 136 km полуаутопутева под наплатом путарине.

Путна мрежа се простире на надморским висинама од 30 m (Неготин), па до 1 700 m (Голија). Процењује се да се 40% дужине путне мреже простире на висинама преко 600 m.

Асфалтни коловози државних путева I и II реда су изграђени у периоду од 1962.г. до 1985.г., при чему су многи правци задржали старе елементе трасе, тако да је асфалт положен преко постојећег туцаника. У истом периоду су најзначајнији правци изграђени према пројектима, те су те деонице добиле нове, боље елементе подужног и попречног профила. У Републици Србији је 32% путева I и II реда старо преко 20 година, а свега око 14% до 10 година. Услед дугогодишњег недовољног улагања у одржавање и реконструкцију путева, тренутно стање путне мреже није задовољавајуће.

Путна мрежа је једна од највећих капиталних вредности у Републици Србији, а друмски саобраћај представља основни вид превоза код нас, тако да се данас путевима превезе око 90% путника.

У сагласности са Законом [Р1] основано је Јавно Предузеће „Путеви Србије“ које управља државним путевима I и II реда. ЈП „Путеви Србије“ обавља послове који се односе на одржавање, заштиту, експлоатацију, развој и управљање државним путевима I и II реда у Републици Србији. Уз заштиту и експлоатацију путева ЈП „Путеви Србије“ организује и обавља стручне послове на изградњи, реконструкцији и у управљању саобраћајем на државним путевима у Републици Србији.

Локација пројекта је мрежа државних путева I и II реда на целокупној територији Републике Србије. Студија изводљивости техничких мера смањења штетног утицаја буке од друмског саобраћаја израђује се на нивоу целе мреже за одабране деонице државних путева са просечним годишњим протоком саобраћаја већим од три милиона возила односно са другим индикаторима угрожености садржаја буком.

### 2.1.1. Категоризација саобраћајних површина

Категоризација саобраћајних површина у оквиру ове Студије урађена је у сагласности са домаћом регулативом.

Као илустрација, даље у тексту дата је и категоризација путева у Чешкој Републици, с обзиром да у изради ове Студије учествује и чешки партнер Ecological Consulting.

Основа за категоризацију саобраћајних површина у Републици Србији у овој Студији у потпуности је преузета из Закона [P1] и Закона [P5], као и Уредбе [P14].

У Закону [P1] у чл. 2 у ставовима 1–5 се дефинишу различите категорије саобраћајних површина, па се на тај начин се уводе следеће категорије:

1) **Пут** јесте изграђена, односно утврђена површина коју као саобраћајну површину могу да користе сви или одређени учесници у саобраћају, под условима одређеним законом и другим прописима;
2) **Јавни пут** јесте пут који испуњава прописане критеријуме за категоризацију од стране надлежног органа;
3) **Државни пут** јесте јавни пут који саобраћајно повезује:
   - територију државе са мрежом европских путева, односно део је мреже европских путева;
   - територију државе са територијом суседних држава;
   - целокупну територију државе;
   - привредно значајна насеља на територији државе;
   - подручје два или више округа или подручје округа, као и његов део који пролази кроз насеље, у случају да није изграђен обилазни пут поред насеља;
4) **Аутопут** јесте државни пут који је намењен искључиво за саобраћај моторних возила, са физички раздвојеним коловозима по смеровима, денивелисаним раскрсницама, потпуном контролом приступа, који има најмање две саобраћајне и једну заустављну траку за сваки смер и као такав обележен прописаним саобраћајним знаком;
5) **Саобраћајна површина** јесте посебно уређена површина за одвијање свих или одређених видова саобраћаја или мировање возила;

Такође, и следеће 2 одреднице из истог Закона и члана, дефинисане у ставовима 10 и 11 су битне за ову Студију:

10) **Пут ван насеља** јесте део јавног пута ван граница насеља;
11) **Пут у насељу** јесте део јавног пута унутар граница насеља чије се карактеристике утврђују просторним, односно урбанистичким планом општине, односно града.

Овим одредницама дефинише се граница надлежности између града и републике.

Даље, у чл. 5 истог Закона [P1] јавни путеви деле и на:

1) **Државне путеве I реда** (саобраћајно повезују територију државе са мрежом европских путева, односно део су мреже европских путева, територију државе са територијом суседних држава, целокупну територију државе, као и привредно значајна насеља на територији државе);
2) **Државне путеве II реда** (саобраћајно повезују подручје два или више округа или подручје округа).

Уредбом [P14] утврђују се примарни и секундарни критеријуми за категоризацију државних путева I и II реда у чл. 4 и 5 и чл. 7 и 8 на следећи начин.

Путеви се категоришу као **државни путеви I реда** према примарним критеријумима ако:

1) су део мреже међународних Е – путева на територији Републике Србије, сходно Европском споразуму о главним међународним саобраћајним артеријама,
2) су саобраћајно повезани са путевима на територијама суседних држава који одговарају категорији државног пута I реда и
3) повезују државна, макрорегионална и/или најважнија регионална саобраћајна тежишта,

а према секундарним критеријумима ако:

1) је просечни годишњи дневни саобраћај (ПГДС) у 2007.г. већи од 5 000 возила на дан,
2) обезбеђују степен опслуживања територије и становништва уз државни пут I реда и
3) обезбеђују степен директности међусобног повезивања државних, макрорегионалних и/или најважнијих регионалних саобраћајних тежишта.

Путеви се категоришу као **државни путеви II** реда према примарним критеријумима ако:

1) међусобно повезују регионална саобраћајна тежишта или најважнија подручна саобраћајна тежишта,
2) повезују регионална саобраћајна теџишта или најваџнија подручна саобраћајна тежишта са мрежом државних путева I реда,
3) су саобраћајно повезани са путевима на територијама суседних држава који одговарају категорији државног пута II реда и
4) су паралелни са мрежом државних путева I реда на којима се захтева обезбеђење највишег нивоа контроле приступа (аутопутеви и сл.),

а према секундарним критеријумима ако:

1) је просечни годишњи дневни саобраћај (ПГДС) у 2007.г. већи од 1 500 возила на дан,
2) обезбеђују степен опслуживања територије и становништва уз државни пут II реда и
3) обезбеђују степен директности повезивања регионалних саобраћајних тежишта и/или најважнијих подручних саобраћајних тежишта међусобно или са мрежом државних путева I реда.

Закон [P5] у чл. 3 у ставу 9 уводи категорију:

6) **Главни пут** јесте државни пут I и II реда, са просечним годишњим протоком саобраћаја већим од три милиона возила.

Даље, у Закону [P5], у чл. 3 у ставовима 8 и 10–11 дефинишу се категорије:

8) **агломерација** јесте део територије са преко 100 000 становника и са таквом густином становништва да се може сматрати урбанизованим подручјем;
10) **главна пруга** јесте магистрална и регионална пруга, са просечним годишњим протоком саобраћаја већим од 30.000 возова;
11) **главни аеродром** јесте цивилни аеродром са више од 50.000 операција (полетања или слетања) годишње, изузимајући оне за потребе обуке на лаким ваздухопловима;

Агломерацију би ипак у Закону [P5] требало дефинисати као сваки део територије са таквом густином становништва да се може сматрати урбаним подручјем, а затим у чл. 20 истог закона треба прописати обавезу израде стратешких карата за агломерације са више од 100 000 становника. Дакле, агломерација је и урбанизовано подручје са 95 000 као и 105 000 становника, али обавеза израде стратешких карата односи се само на агломерације са више од 100 000 становника.

На сличан начин треба третирати и термине у ставовима 9, 10 и 11 Закона [P5], а у чл. 20 поставити границу за коју је потребно израђивати стратешке карте.

Дефиниција главни пут не треба да садржи одредницу о просечном годишњем протоку саобраћаја. Главни пут јесте сваки државни пут I и II реда, а у чл. 20, како то већ и стоји, обавеза израде стратешких карата односи се на главни пут са просечним годишњим протоком саобраћаја већим од 3 000 000 возила.

Дакле, главни пут је сваки државни пут I и II реда и када има просечни годишњи проток од 2 950 000 возила и када има 3 100 000 возила, али обавеза израде стратешких карата односи се само на главни пут када је просечни годишњи проток саобраћаја већи од 3 000 000 возила.

Овакве недоследности морале би да се формално разреше изменама и допунама Закона [P5]. Ипак оне не спречавају да се у оквиру ове Студије питање заштите од буке разрешава сматрајући да ће наведене недоследности бити разрешене и сматрајући као да су оне на наведени начин већ разрешене.

Заштиту од буке у сагласности са Законом [P1] треба сматрати у складу са чл. 4 став 10, као објекте и опрему за заштиту пута, саобраћаја и околине и као такву је треба сматрати саставним делом јавног пута.

Такође, у сагласности са Законом [P1], чл. 31, заштита од буке не сме да омета прегледност и угрожава безбедност саобраћаја, посебно на раскрсницама, што је експлицитно изречено у чл. 33.

## Категоризација путева у Чешкој Републици

У Чешкој Републици друмска саобраћајница је дефинисана као саобраћајни пут намењен друмским и другим возилима и пешацима, укључујући и стационарну опрему потребну за обезбеђење коришћења пута и безбедности.

Друмске саобраћајница се деле на категорије:

а) аутопутеви,
б) путеви,
ц) месне саобраћајнице и
д) саобраћајнице ограничене намене.

Путеви се према својој намени и саобраћајном значају расподељују у класе:

а) пут I. класе – намењен углавном за даљински и међународни саобраћај,
б) пут II. класе – намењен углавном за саобраћај између округа и
ц) пут III. класе – намењен углавном за спајање општина и њихово прикључење на остале путеве.

Месне саобраћајнице се деле према значају, намени и грађевинско-техничкој опреми у класе:

а) месне саобраћајнице I. класе – најчешће месне саобраћајнице за веће брзине,
б) месне саобраћајнице II. класе – важне саобраћајнице које скупљају саобраћај и имају ограничено присуство некретнина у суседству саобраћајница,
ц) месне саобраћајнице III. класе – саобраћајнице за опслуживање и
д) месне саобраћајнице IV. класе – саобраћајнице на које није дозвољен приступ друмским моторним возилима или на којима је комбинован промет.

Власник аутопутева и путева I. класе је држава. Она има власничка права према овим некретнинама, као и за обезбеђење управе, одржавање и поправке аутопутева и путева I. класе. Послове на изградњи и модернизацији аутопутева и путева I. класе обавља Управа путева и аутопутева (Ředitelství silnic a dálnic ČR, у скраћеници ŘSD).

Власници путева II. и III. класе су поједине покрајине. Покрајине имају власничка права према овим некретнинама и осталој имовини која је у вези са њима. Послове који су у вези са извршивањем ових власничких права обављају организације тзв. управе путева ("správy silnic"). Њихов главни задатак је пре свега:

- управљање и одржавање путева II. и III. класе, њихових делова и опреме и
- инвестиционе делатности на управљаној имовини.

Власници месних саобраћајница су поједине општине које обезбеђују сва власничка права према њима.

Саобраћајнице ограничене намене су обично саобраћајнице које нису приступне јавности (нпр. унутар предузећа и сл).

Министарство здравства Чешке Републике на основу Закона [C2] и изменама других закона који су у вези с њим, захтева израду стратешких карата буке за главне друмске саобраћајнице, главне железничке пруге, главне аеродроме и за главне агломерације дефинисане Директивом [P26].

Стратешке карте буке у ЧР се израђују за:

- одабране деонице главних путева с саобраћајним оптерећењем већим од 3 000 000 возила годишње,
- главне аеродроме са више од 50 000 полетања годишње (у ЧР аеродром Praha-Ruzyně),
- агломерације са више од 100 000 становника (у ЧР градови Праха, Брно и Острава).

Према Правилнику [C3] Министарство здравства Чешке Републике се обавезује да јавности учини доступним стратешке карте буке, и то у штампаном облику у свом седишту и у електронском облику на интернет адреси Министарства (http://hlukovemapy.mzcr.cz).

## 2.1.2. Критеријуми за избор локација

Бука је најсложенија појава о којој се води рачуна при заштити животне средине што при усвајању критеријума за избор локација прави знатне тешкоће. У првом реду овде се мисли на физичка својства буке, изузетно велики фреквенцијски опсег обима 10 октава, као и јако велики динамички опсег при чему су односи између најслабијег и најјачег звука реда величине $10^{14}$. При овоме треба имати у виду да је у већем броју случајева потребно истовремено водити рачуна о сигналима и на доњој и на горњој граници динамичког опсега.

Са друге стране сложеност се огледа и у чињеници да бука није објективна већ субјективна категорија. Тако ће се нпр. исти човек у различитим околнолстима односити према истој физичкој појави на различит начин, и то тако што ће је у једном тренутку окарактерисати као буку, а други пут ће је прихватити као звук. На исти начин ће однос према истој звучној појави имати и група људи. У том смислу можда је још једино сличан случај када је у питању однос према измени пејсажа и оцени леп или ружан.

Овакво својство буке, које произилизи директно из дефиниције, не треба мешати са сензитивношћу људи на неки физички феномен. Нпр. популација становништва различито је осетљива на концентрацију $CO_2$ у ваздуху па ће тако концентрација која изазива нежељено дејство имати стварна расипања, а расподела вероватноћа смртног исхода задовољиће Гаусову расподелу са неком мањом или већом стандардном девијацијом. Међутим, само утврђивање негативног дејства је у овом случају сасвим објективна категорија која се манифестује смрћу, док у случају буке људи, насупрот овом примеру, субјективно реагују према неком звуку који се код исте особе мења зависно од ситуације, тренутне активности, доба дана, расположења, здравственог стања и низа других фактора. По правилу капљање воде које углавном карактерише низак ниво звучног притиска биће оцењено као бука, док ће гласан плач новорођеног детета родитељима бити врло жељен звук. Из свих ових разлога не постоји јединствен физички показатељ који објективно опредељује да ли је неки звук бука или не.

Све ово отежава разлоге и избор критеријума за одабир деоница путева које би требало да буду предмет анализе у овој Студији. Полазећи од могућих варијанти које би са физичког аспекта могле да се дефинишу као типичне и карактеристичне, такође, не бисмо могли да установимо недвосмислене критеријуме о избору типичне и карактеристиче деонице. Имајући у виду да путеви I и II реда чине мрежу више од 17 000 km путева у Србији и имајући у виду да је субјект заштите према [P5] било човек појединац, било становништво, произилази да је заштиту неопходно спровести без икаквих изузетака за сваки субјект и целу мрежу путева.

Директива [P26] увођењем појма главни пут и агломерација уводи обавезу земаља чланица ЕУ да информишу јавност о угрожавању животне средине од буке друмског саобраћаја само на оваквим локацијама. На овај начин они указују на приоритете у избору критеријума за одабир критичних зона, а у вези са критичним зонама угроженим буком друмског саобраћаја.

Пројектним задатком Инвеститор ове зоне није експлицитно дефинисао, али је дао одредницу која омогућава да се у оквиру ове Студије изврши одабир. Циљ ове Студије није да обради све критичне деонице, већ да у овој фази припреме и израде одговарајућег дела техничке документације, укаже на битне карактеристике буке друмског саобраћаја и укаже на техничке мере смањења штетног утицаја буке.

Према систематизацији урађеној у овој Студији, у поглављу 4.1 сагледавају се три основне мере (ставови 1 – 3) као реалне техничке мере заштите узимајући у обзир како постојећу путну мрежу, тако и новопројектоване путеве. Тачније речено мере наведене у ставовима 4 и 9 обрађивачи су у овој Студији дали само ради принципа општости и изградње и формирања будућег односа Инвеститора и заинересоване јавности према истим. Могуће мере према тачкама 5 – 8 су мере које су у вези са ширим друштвено-политичким акцијама које су јасне саме по себи, а нису предмет обраде ове Студије.

Овом Студијом обрађено је 15 деоница. На овим деоницама су дате карактеристике и специфичности буке друмског саобраћаја које у потпуности описују ситуацију са аспекта акустике и заштите животне средине, а дајући основу за оцену друштвених, социолошких и финансијских аспеката.

Према пројектном задатку и литератури [Р5, Р6, Р26, Р38 и Р39], обрађивачи су првенствено одабрали деонице путева за које је ПГДС већи од 8 300 возила, што је просечни годишњи проток саобраћаја већи од 3 000 000 возила. Подаци о ПГДС на свим деоницама државних путева I и II реда су преузети из публикације [П2]. Податак о ПГДС је један од најважнијих критеријума за избор одсека дуж посматране деонице који ће бити анализиран као локација са аспекта проблематике од буке.

Такође, са аспекта угрожености броја становника буком може се закључити да у Републици Србији постоји само неколико градова који представљају агломерације са више од 100 000 становника, а то су Београд, Нови Сад, Ниш и Суботица. Из тог разлога, дата је предност деоницама аутопутева, односно путева I и II реда који угрожавају наведене агломерације.

На тај начин, ова два критеријума, ПГДС већи од 8 300 возила и агломерације веће од 100 000 становника, постају основни критеријуми за избор локација које ће бити обрађене у оквиру ове Студије. Ово је важно истаћи јер према Закону [Р5] постоји обавеза израде стратешких карата буке које се односе на главне путеве са просечним годишњим протоком саобраћаја већим од 3 000 000 возила и за агломерације са више од 100 000 становника.

Прегледом података о бројању саобраћаја, према [П2], констатује се да је број критичних деоница посматрајући са акустичког аспекта 31. Овде се под деоницом подразумева скуп деоница на истом путном правцу, односно истом путу, а сличних карактеристика и сличног обима саобраћаја. Тако се под једном угроженом деоницом подразумевају Појате – Ражањ – Алексиначки рудници – Алексинац – Ниш, где је ПГДС обима 11 700 ± 5%. Такође, под једном угроженом деоницом подразумевају се Мали Пожаревац – Умчари – Водањ – Колари – Раља – Велика Плана, где је ПГДС обима 19 000 ± 5%.

Оваквим принципом пребројавања деоница са обимом саобраћаја већим од 8 300 возила дневно односно већим од 3 000 000 возила годишње, укупан број критичних деоница износи поменутих 31. Саобраћај за већину деоница, према [П2], карактерише ПГДС мањи од 20 000, а само мањи број превазилази ову вредност. Овакве деонице нису узете у разматрање.

Највећи обим и најкритичнија ситуација је на путевима у близини Београда па тако на деоници БГД (Тошин бунар) – БГД (Мостарска петља) ПГДС износи 153 136, што уједно представља највећи евидентирани саобраћај. На још укупно две деонице, према [П2], ПГДС прелази вредност од 100 000 и то на деоници БГД (Нови Сад) – БГД (Тошин Бунар) и деоници БГД (Петља „Мостар“) – БГД (Аутокоманда), али се под једном угроженом деоницом подразумева БГД (Нови Сад) – БГД (Тошин Бунар) – БГД (Мостарска петља) – БГД (Аутокоманда).

Такође, обрађивачи су независно од наведених критеријума приликом избора деоница за анализу имали у виду деонице са другим индикаторима угрожености буком односно са карактеристичним типом објеката и насеља који постоје дуж деоница и које је могуће анализирати са аспекта броја становника који су изложени буци друмског саобраћаја.

На основу оваквог приступа обрађивачи су посебну пажњу обратили на специфичне локације на деоницама и баш те деонице су одабране за даљу анализу са акустичког аспекта. За мерење буке и даљу анализу одабрано је 15 локација како је наведено у поглављу 2.2., што представља око 50% укупно критичних деоница.

За овако одабране локације дуж одабраних деоница у оквиру Студије у поглављу 3 дати су:

- Конкретна мерења буке саобраћаја,
- Калибрација прорачунског модела,
- Бројање саобраћаја,
- Прорачунски модели техничких решења за одабране локације,
- Карте буке и карте буке са изведеном заштитом.

## 2.2. РЕЛЕВАНТНЕ ДЕОНИЦЕ И ЗОНЕ ИЗЛОЖЕНОСТИ У СИСТЕМУ ВАНГРАДСКЕ И ГРАДСКЕ ПУТНЕ МРЕЖЕ

За анализу у оквиру ове Студије одабране су следеће локације (зоне изложености) на одабраним деоницама:

ММ1: Е 75 / М 22; Аутопут Београд – Нови Сад; Београд, насеље Галеника,
ММ2: М 7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Футог,
ММ3: М 7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Ветерник,
ММ4: М 7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Нови Сад,
ММ5: Е 75 / М 1; Аутопут Београд – Ниш; Ћуприја,
ММ6: Е 75 / М 1; Аутопут Београд – Ниш; Бобовиште,
ММ7: Е 80 / М 1.12; Магистрални пут Пирот – Ниш; Ниш,
ММ8: Е 80 / М 1.12; Магистрални пут Ниш – Пирот; Ниш,
ММ9: Е 80 / М 1.12; Магистрални пут Пирот – Софија; Пирот,
ММ10: Е 75 / М 1; Аутопут Ниш – Београд; Ражањ,
ММ11: Е 760 / М 22; Магистрални пут Београд – Чачак; Београд,
ММ12: М 19; Магистрални пут Шабац – Лозница; Шабац,
ММ13: М 21; Обилазница око Ваљева; Ваљево,
ММ14: Е 760 / М 22; Магистрални пут Београд – Чачак; Горњи Милановац и
ММ15: Е 761 / М 5; Магистрални пут Краљево – Крушевац; Краљево.

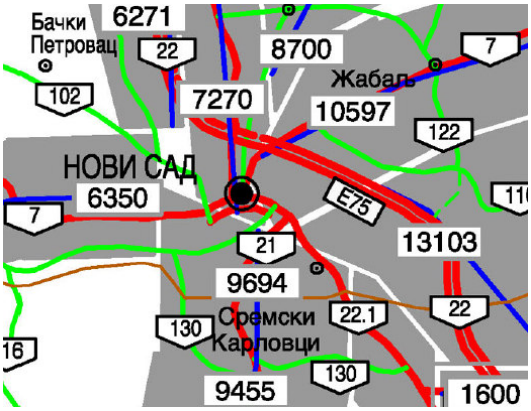
Ове локације су дате на картама на сл. 2.2.1.–2.2.10. које представљају делове карата преузете из публикације [П2].

На овим локацијама урађена је анализа модела према генералној типологији објеката датој у оквиру ове Студије.



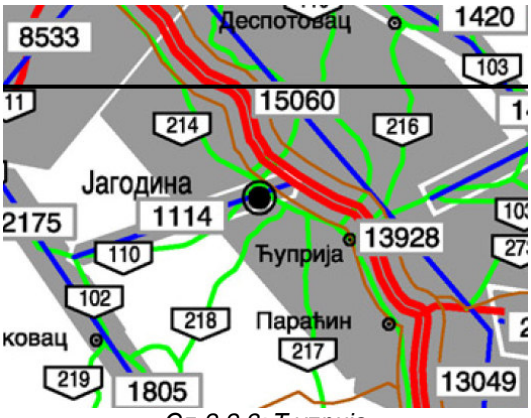

*Сл.2.2.1: Београд*

ММ1: Е75 / М22; Аутопут Београд – Нови Сад; Београд, насеље Галеника
ММ11: Е760 / М22; Магистрални пут Београд – Чачак; Београд



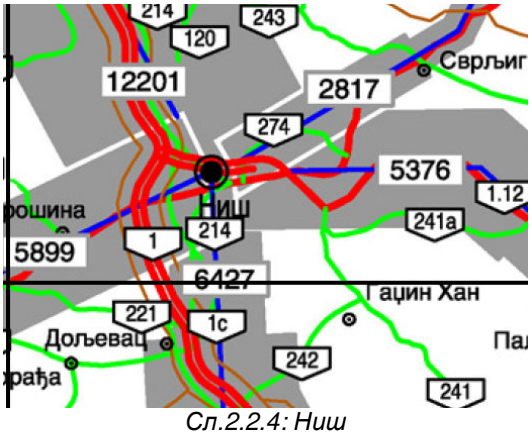

*Сл.2.2.2: Нови Сад*

ММ2: М7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Футог
ММ3: М7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Ветерник
ММ4: М7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Нови Сад




*Сл.2.2.3: Ћуприја*

ММ5: Е75 / М1; Аутопут Београд – Ниш; Ћуприја



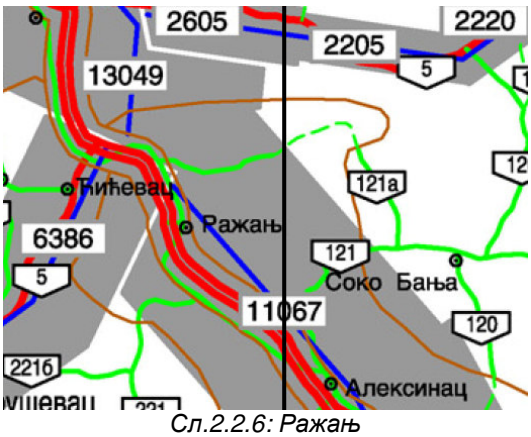
*Сл.2.2.4: Ниш*

ММ6: E75 / M1; Аутопут Београд – Ниш; Бобовиште
ММ7: E80 / M1.12; Магистрални пут Пирот – Ниш; Ниш
ММ8: E80 / M1.12; Магистрални пут Ниш – Пирот; Ниш



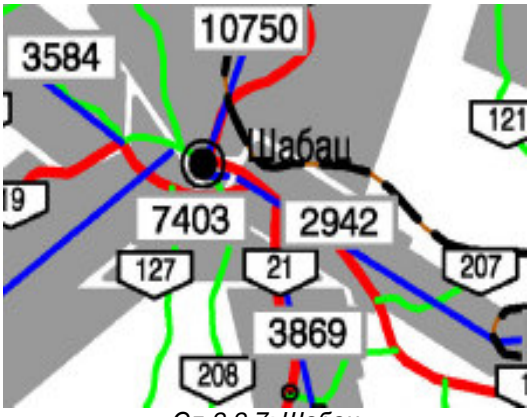
*Сл.2.2.5: Пирот*

ММ9: E80 / M1.12; Магистрални пут Пирот – Софија; Пирот



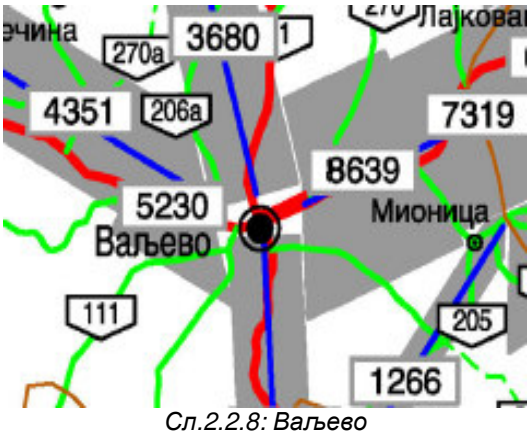
*Сл.2.2.6: Ражањ*

ММ10: E75 / M1; Аутопут Ниш – Београд; Ражањ



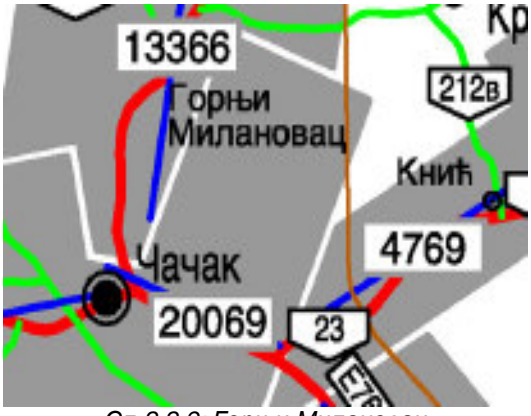

*Сл.2.2.7: Шабац*

ММ12: М19; Магистрални пут Шабац – Лозница; Шабац



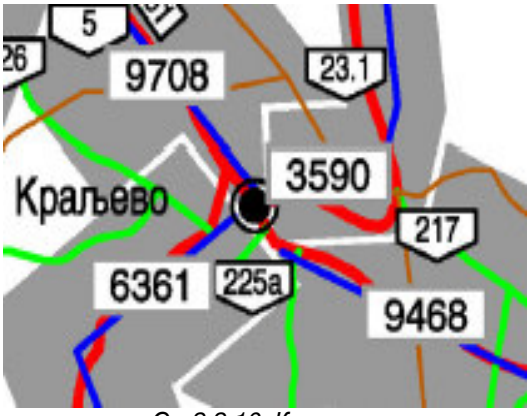

*Сл.2.2.8: Ваљево*

ММ13: М 21; Обилазница око Ваљева; Ваљево




*Сл.2.2.9: Горњи Милановац*

ММ14: Е760 / М22; Магистрални пут Београд – Чачак; Горњи Милановац




*Сл.2.2.10: Краљево*

ММ15: Е761 / М5; Магистрални пут Краљево – Крушевац; Краљево

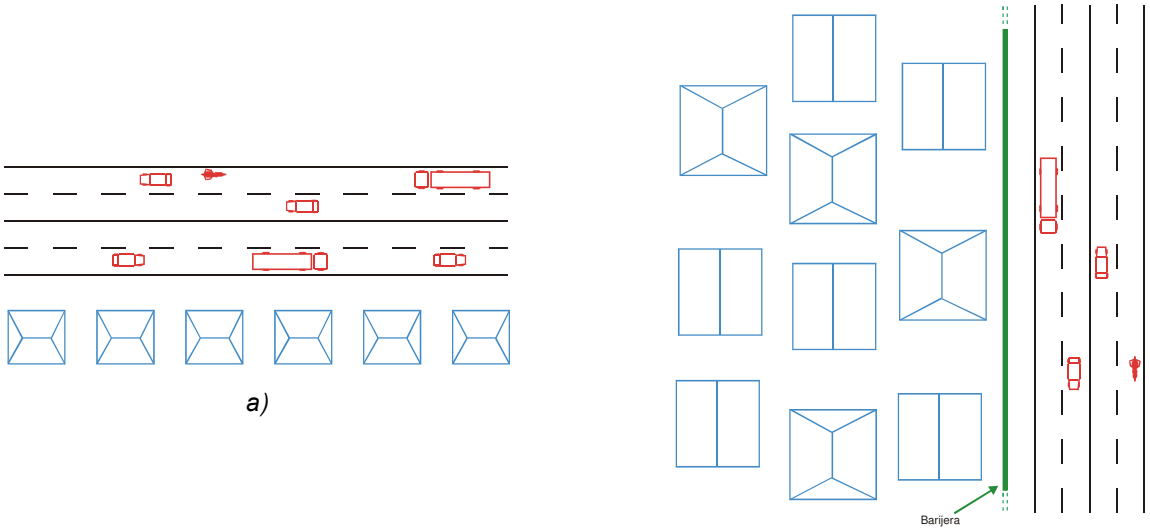
## 2.3. ПРОЦЕНА БРОЈА СТАНОВНИКА ПО ЗОНАМА ДУЖ ОДАБРАНИХ ДЕОНИЦА

### 2.3.1. ГЕНЕРАЛНА ТИПОЛОГИЈА ОБЈЕКАТА ЗА ПОТРЕБЕ СТУДИЈЕ

Генерална типолошка класификација објеката за потребе ове Студије урађена је са циљем да се издвоје елементи који су заједнички за највећи део објеката и урбаних целина који се могу наћи на локацијама угроженим од буке. На тај начин дефинисане просторне и функционалне карактеристике могуће је као моделе даље применити у акустичкој економској анализи.

Све разматране карактеристике и типологија објеката су теоријског карактера и нису засноване на стварним, конкретним објектима или локацијама. Све улазне вредности су узете као модел и нису резултат претходних пројектних или статистичких истраживања. Са друге стране, типови објеката одговарају постојећем изграђеном фонду, а не теоријским решењима, будући да је реално стање на терену сасвим неусклађено са различитим стандардима и нормативима датим у прописима или у стручној литератури.

За потребе ове Студије дато је неколико модела којима се могу приказати објекти и насеља дуж одабраних деоница путева. Ови модели базирани су на приказу датом на сл. 2.3.1.




*а)*

*б)*

*Сл.2.3.1: Модели објеката односно насеља коришћени у Студији*

У оквиру Студије размотрено је неколико карактеристичних типова објеката односно насеља:

1) Низ слободностојећих индивидуалних стамбених објеката (П+1) дуж посматране саобраћајнице и блок слободностојећих индивидуалних стамбених објеката дуж чије једне стране пролази посматрана саобраћајница (тип 1 и тип 1а),
2) Слободностојећи објекат колективног становања на сопственој парцели (П+5) и у оквиру отвореног блока уз који пролази посматрана саобраћајница (тип 2 и 2а) и
3) Слободностојећи објекат колективног становања велике спратности (П+10) на сопственој парцели уз коју пролази посматрана саобраћајница (тип 3).

### 2.3.1.1. Тип 1 – Низ слободностојећих индивидуалних стамбених објеката (П+1) дуж посматране саобраћајнице

Типични објекат овог типа има приземље и спрат, површине основе од око 100 $m^2$. За потребе ове анализе габарити основе могу да се представе као квадрат, дужине странице 10 m. Значи, према посматраној саобраћајници могу бити оријентисане по две стамбене просторије у приземљу и на спрату. У оквиру анализе претпостављено је да је површина прозора око 10% површине пода просторије (20 $m^2$). На тај начин се добија укупна површина прозора на једном зиду објекта која износи око 4 x 2 = 8 $m^2$ (нпр. за прозор димензија 120 cm x 165 cm).

Парцела (окућница) оваквог једноструког низа обично је нешто већих габарита, а објекти су више повучени од саобраћајнице. Реално је претпоставити да овакав објекат стоји на парцели од бар 5 – 6 ари, односно да је повучен од саобраћајнице за бар једну до две своје висине (око 10 m), а од граница суседне парцеле бар 3 m.

### 2.3.1.2. Тип 1а – Блок слободностојећих индивидуалних стамбених објеката (П+1) дуж чије једне стране пролази посматрана саобраћајница

Типични објекат овог типа идентичан је типу 1, с тим што се налази у оквиру блока објеката истог типа, а његова парцела је нешто мањих димензија. Тиме, удаљеност објекта од регулационе линије може бити и двоструко мања у односу на тип 1 (5 – 6 m). Дубина парцеле је такође мања, па би за исту ширину (16 m) дубина би била око 25 m, те би тако растојање до границе парцеле било 10 m, а до објекта у следећој парцели (у другом низу) око 20 m. Растојања објеката у правцу посматране саобраћајнице остају непромењена.

### 2.3.1.3. Тип 2 – Слободностојећи објекат колективног становања (П+5) на сопственој парцели уз коју пролази посматрана саобраћајница

Типични објекат има приземље и пет етажа, са по 6 станова површине од по 50 $m^2$ на свакој етажи. Апроксимативне димензије оваквог објекта у основи би биле око 15 m x 20 m (600 $m^2$), с тим да је дужа страница постављена паралелно са саобраћајницом. На страни према саобраћајници тада би била оријентисана по три стана, од којих би сваки заузимао око 7 m дужине фасаде. Сваком стану би припадала по два прозора. Претпостављено је да је површина прозора најмање 7% од површине пода просторије, односно да износи 2 x 1,75 $m^2$ (нпр. за прозор димензија 120 cm x 145 cm). На целом фасадном зиду било би 6 x 3 x 2 x 1,75 $m^2$ = 63 $m^2$, односно 6 x 3 x 2 = 36 прозора.

Парцела на којој се објекат налази је најчешће бар два или три пута веће површине у односу на површину основе објекта, односно око 600 – 900 $m^2$. Објекат би могао да буде повучен од регулационе линије за бар једну или две своје висине 20 – 40 m, а од суседних парцела такође за око 20 m.

### 2.3.1.4. Тип 2а – Слободностојећи објекат колективног становања (П+5) у оквиру отвореног блока уз који пролази посматрана саобраћајница

Овај типични објекат има исте габарите као објекат типа 2, али се налази слободно постављен у оквиру отвореног блока. Удаљеност од регулационе линије може бити мања него код типа 2, односно око једне висине објекта (20 m), а удаљеност од других објеката у оквиру истог блока једнака је бар једној до две висине објекта 20 – 40 m. Објекти у другом низу могу бити смакнути, тако да су делимично или целом површином фасаде незаклоњени, односно изложени буци од саобраћајнице.

### 2.3.1.5. Тип 3 – Слободностојећи објекат колективног становања велике спратности (П+10) на сопственој парцели уз коју пролази посматрана саобраћајница

Типични објекат овог типа (кула) истоветних је габарита у основи као тип 2, али има приземље и 10 спратова. То значи да би на једном фасадном зиду било 11 x 3 x 2 x 1,75 $m^2$ = 115,5 $m^2$, односно 11 x 3 x 2 = 66 прозора.

Парцела овог објекта је по површини једнака бар половини укупне површине објекта, односно око 1 500 $m^2$. Тада би објекат био удаљен од регулационе линије за половину сопствене висине (18 m), а од граница суседних парцела за око 10 m.

## 2.3.2. ПРИМЕНА ТИПОЛОГИЈЕ НА КОНКРЕТНЕ ЛОКАЦИЈЕ

Разврставањем постојећих објеката на конкретним локацијама, уз извесна прилагођавања основних типова, долази се до модела који се могу даље анализирати са аспекта заштите од буке. У даљем тексту дата је процена броја становника на основу генералне типологије објеката. Ова процена служи за акустичку и економску анализу.

### 2.3.2.1. Стамбени објекти на локацији ММ1: Е75 / М22; Аутопут Београд – Нови Сад; Београд, насеље Галеника

Објекти на овој локацији одговарају у највећој мери типу 2а. Овде се ради о објектима у разуђеном низу, намењеним за колективно становање (П+3+ПТК) у оквиру отвореног блока, уз који пролази посматрана саобраћајница, сл. 2.3.2. Објекти уз саобраћајницу имају приземље и још 4 етаже. Апроксимација за овај тип била би по 6 станова од по 50 $m^2$ на свакој етажи, односно 3 стана директно изложена саобраћајној буци, па би на једном целом фасадном зиду било 5 x 3 x 2 x 1,75 $m^2$ = 52,5 $m^2$, односно 5 x 3 x 2 = 30 прозора димензија 120 cm x 145 cm по једном објекту. Низ објеката је удаљен од саобраћајнице око 100 m, а други паралелни низ за још око 50 m. Низови су смакнути, тако да су три крајња објекта другог низа директно изложена утицајима саобраћајнице.

Претпоставимо да је број становника по објекту 5 x 6 x 4 становника = 120 становника. У низу уз улицу има 10 објеката, а у другом 7 објеката, што одговара броју становника од око (10 x 120 + 7 x 120) становника = (1 200 + 840) становника = 2 040 становника. У конкретном случају имамо и (2 + 1) објекат изван низа за које се процењује око 3 x 120 = 360 становника. Процена броја становника на овој локацији је 2040 + 360 = 2 400 становника. То је такође, (10 + 7 + 2 + 1) x 30 прозора = 600 прозора који су директно изложени саобраћајној буци.




*Сл. 2.3.2: Стамбени објекти на локацији ММ1: Е75 / М22; Аутопут Београд – Нови Сад; Београд, насеље Галеника*

### 2.3.2.2. Стамбени објекти на локацији ММ2: М7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Футог

Објекти одговарају типу 1, сл. 2.3.3. Ови објекти имају приземље, спрат и поткровље, површине основе од око 100 $m^2$. Карактеристике су дефинисане за генерални тип, па је укупна површина прозора на једном зиду објекта од око 6 x 2 $m^2$ = 12 $m^2$ односно 6 прозора димензија 120 cm x 165 cm, што одговара броју прозора директно изложених саобраћајној буци. Објекти стоје уз саму регулациону линију, или су повучени свега неколико метара, а од ивице саобраћајнице удаљени су око 10 – 15 m.

Процењен број становника по једном објекту је 8 становника. Ако посматрамо 50 објеката у низу, процењени број становника је 50 x 8 становника = 400 становника. То је, такође, 50 x 6 прозора = 300 прозора директно изложених саобраћајној буци.




*Сл. 2.3.3: Стамбени објекти на локацији ММ2: М7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Футог*

### 2.3.2.3. Стамбени објекти на локацији ММ3: М7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Ветерник

Објекти на овој локацији одговарају у највећој мери типу 2а. Овде се ради о објектима у низу, намењеним за колективно становање (П+2+ПТК) у оквиру отвореног блока, уз који пролази посматрана саобраћајница, сл. 2.3.4. Објекти уз саобраћајницу имају приземље и још 3 етаже. Апроксимација за овај тип била би по 6 станова од по 50 $m^2$ на свакој етажи, односно 3 стана директно изложена саобраћајној буци, па би на једном целом фасадном зиду било 4 x 3 x 2 x 1,75 $m^2$ = 42 $m^2$, односно 4 x 3 x 2 = 24 прозора димензија 120 cm x 145 cm. Објекти формирају два низа, с тим да су крајње ламеле ротиране за 90° (низ је П-облика). Објекти на крајевима низа су удаљени од саобраћајнице око 50 m, а остали за још око 30 m.

Претпоставимо да је број становника по објекту 4 x 6 x 4 становника = 96 становника што је око 100 становника. У једном низу има 4 објекта па се за оба низа процењује да одговара броју становника од око 2 x 4 x 100 = 800 становника. То је, такође, 2 x 4 x 24 прозора = 192 прозора на локацији који су директно изложени саобраћајној буци.

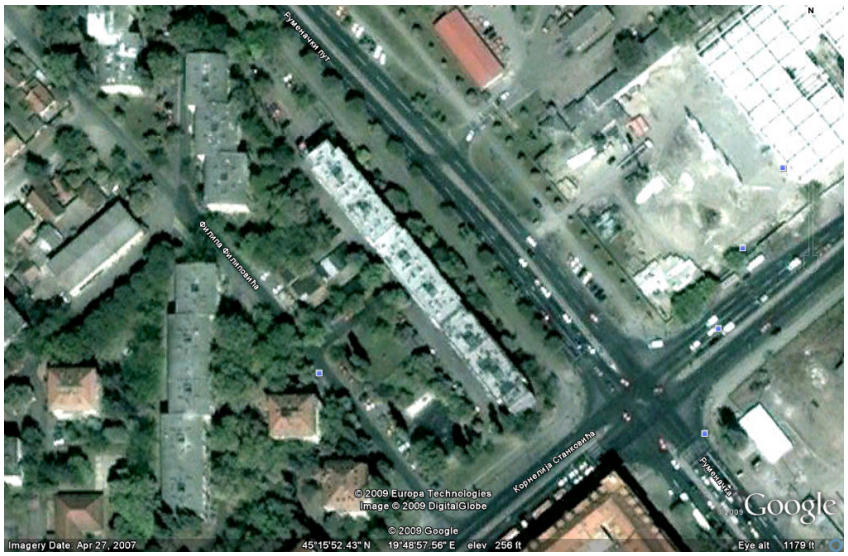


*Сл. 2.3.4: Стамбени објекти на локацији ММ3: М7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Ветерник*

## 2.3.2.4. Стамбени објекти на локацији ММ4: М7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Нови Сад

Објекти на овој локацији одговарају у највећој мери типу 2а. Овде се ради о слободностојећим објектима, намењеним за колективно становање (П+4+ПТК) у оквиру отвореног блока, уз посматране саобраћајнице, сл. 2.3.5. Објекат на самом углу уз Руменачку улицу има високо приземље и још 4 етаже. Апроксимација за овај тип била би по 8 станова од по 50 $m^2$ на свакој етажи, односно 4 стана директно изложена саобраћајној буци, па би на једном целом фасадном зиду било 5 x 4 x 2 x 1,75 $m^2$ = 70 $m^2$, односно 5 x 4 x 2 = 40 прозора димензија 120 cm x 145 cm. Објекат је удаљен од саобраћајнице око 20 m.

У низу уз улицу има 10 објеката, па је процена броја прозора изложених саобраћајној буци 10 x 40 = 400 прозора. Како је број становника по једном објекту 5 x 8 x 4 становника = 160 становника, процењује се да у овом низу станује око 10 x 160 становника = 1 600 становника.




*Сл. 2.3.5: Стамбени објекти на локацији ММ4: М7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Нови Сад*

## 2.3.2.5. Стамбени објекти на локацији ММ5: Е75 / М1; Аутопут Београд – Ниш; Ћуприја

Објекти одговарају типу 1, сл. 2.3.6. Ови објекти имају приземље и поткровље, површине основе од око 100 $m^2$. Карактеристике су дефинисане за генерални тип, па је укупна површина прозора на једном зиду објекта од око 4 x 2 $m^2$ = 8 $m^2$ односно 4 прозора димензија 120 cm x 165 cm, што одговара броју прозора директно изложених саобраћајној буци. Објекти су у низовима, а први низ је удаљен од ивице саобраћајнице око 50 m.

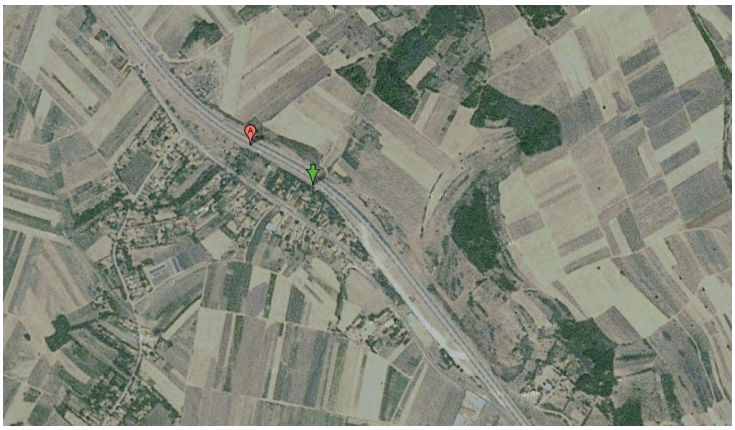



*Сл. 2.3.6: Стамбени објекти на локацији ММ5: Е75 / М1; Аутопут Београд – Ниш; Ћуприја*

Процењен број становника по једном објекту је 8 становника. Ако посматрамо 30 објеката у низу, процењени број становника је 30 x 8 становника = 240 становника. То је, такође, 30 x 4 прозора = 120 прозора директно изложених саобраћајној буци.

### 2.3.2.6. Стамбени објекти на локацији ММ6: Е75 / М1; Аутопут Београд – Ниш; Бобовиште

Објекти одговарају типу 1, сл. 2.3.7. Ови објекти имају приземље и поткровље, површине основе од око 100 $m^2$. Карактеристике су дефинисане за генерални тип, па је укупна површина прозора на једном зиду објекта од око 4 x 2 $m^2$ = 8 $m^2$ односно 4 прозора димензија 120 cm x 165 cm, што одговара броју прозора директно изложених саобраћајној буци. Објекти су удаљени од ивице саобраћајнице око 30 m.

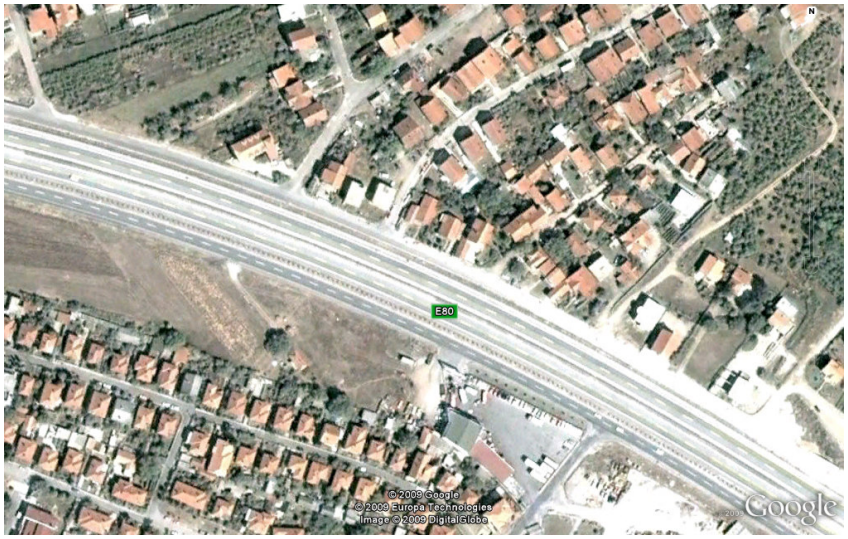


*Сл. 2.3.7: Стамбени објекти на локацији ММ6: Е75 / М1; Аутопут Београд – Ниш; Бобовиште*

Процењен број становника по једном објекту је 8 становника. Ако посматрамо 5 објеката на локацији, процењени број становника је 5 x 8 становника = 40 становника. То је, такође, 5 x 4 прозора = 20 прозора директно изложених саобраћајној буци.

### 2.3.2.7. Стамбени објекти на локацији ММ7: Е80 / М1.12; Магистрални пут Пирот – Ниш; Ниш

Објекти одговарају типу 1, сл. 2.3.8. Ови објекти имају приземље и поткровље, површине основе од око 100 $m^2$. Карактеристике су дефинисане за генерални тип, па је укупна површина прозора на једном зиду објекта од око 4 x 2 $m^2$ = 8 $m^2$ односно 4 прозора димензија 120 cm x 165 cm, што одговара броју прозора директно изложених саобраћајној буци. Објекти су у низовима, а први низ је удаљен од ивице саобраћајнице око 30 m.




*Сл. 2.3.8: Стамбени објекти на локацији ММ7: Е80 / М1.12; Магистрални пут Пирот – Ниш; Ниш*

Процењен број становника по једном објекту је 8 становника. Ако посматрамо 15 објеката у низу, процењени број становника је 15 x 8 становника = 120 становника. То је, такође, 15 x 4 прозора = 60 прозора директно изложених саобраћајној буци.

### 2.3.2.8. Стамбени објекти на локацији ММ8: Е80 / М1.12; Магистрални пут Ниш – Пирот; Ниш

Објекти одговарају типу 1, сл. 2.3.9. Ови објекти имају приземље, спрат и поткровље, површине основе од око 100 $m^2$. Карактеристике су дефинисане за генерални тип – укупна површина прозора на једном зиду објекта од око 6 x 2 $m^2$ = 12 $m^2$ односно 6 прозора димензија 120 cm x 165 cm, што одговара броју прозора директно изложених саобраћајној буци. Објекти су постављени под углом у односу на правац пута и удаљени од ивице саобраћајнице свега око 10 m.

Процењен број становника по једном објекту је 8 становника. Ако посматрамо 20 објеката у низу, процењени број становника је 20 x 8 становника = 160 становника. То је, такође, 20 x 6 прозора = 120 прозора директно изложених саобраћајној буци.



*Сл. 2.3.9: Стамбени објекти на локацији ММ8: Е80 / М1.12; Магистрални пут Ниш – Пирот; Ниш*

### 2.3.2.9. Стамбени објекти на локацији ММ9: Е80 / М1.12; Магистрални пут Пирот – Софија; Пирот

Објекти одговарају типу 1, сл. 2.3.10. Ови објекти имају приземље и поткровље, површине основе од око 100 $m^2$. Карактеристике су дефинисане за генерални тип, па је укупна површина прозора на једном зиду објекта од око 4 x 2 $m^2$ = 8 $m^2$ односно 4 прозора димензија 120 cm x 165 cm, што одговара броју прозора директно изложених саобраћајној буци по једном објекту. Објекти су у низовима. Први низ је удаљен од ивице саобраћајнице око 50 m.




*Сл. 2.3.10: Стамбени објекти на локацији ММ9: Е80 / М1.12; Магистрални пут Пирот – Софија; Пирот*

Процењен број становника по једном објекту је 8 становника. Ако посматрамо 10 објеката у низу, процењени број становника је 10 x 8 становника = 80 становника. То је, такође, 10 x 4 прозора = 40 прозора директно изложених саобраћајној буци.

### 2.3.2.10. Стамбени објекти на локацији ММ10: Е75 / М1; Аутопут Ниш – Београд; Ражањ

Објекти одговарају типу 1, сл. 2.3.11. Ови објекти имају приземље и поткровље, површине основе од око 100 $m^2$. Карактеристике су дефинисане за генерални тип, па је укупна површина прозора на једном зиду објекта од око 4 x 2 $m^2$ = 8 $m^2$ односно 4 прозора димензија 120 cm x 165 cm, што одговара броју прозора директно изложених саобраћајној буци по једном објекту. Објекти су у низовима, а први низ је удаљен од ивице саобраћајнице око 100 m.

Процењен број становника по једном објекту је 8 становника. Ако посматрамо 15 објеката у низу, процењени број становника је 15 x 8 становника = 120 становника. То је, такође, 15 x 4 прозора = 60 прозора директно изложених саобраћајној буци.




*Сл.2.3.11: Стамбени објекти на локацији ММ10: Е75 / М1; Аутопут Ниш – Београд; Ражањ*

### 2.3.2.11. Стамбени објекти на локацији ММ11: Е760 / М22; Магистрални пут Београд – Чачак; Београд

Објекти на овој локацији одговарају у највећој мери типу 2а. Овде се ради о објектима у низу, намењеним за колективно становање (П+3+ПТК) у оквиру отвореног блока, уз који пролази посматрана саобраћајница, сл. 2.3.12. Објекти уз саобраћајницу имају приземље и још 4 етаже. Апроксимација за овај тип била би по 6 станова од по 50 $m^2$ на свакој етажи, а на једном целом фасадном зиду било би 5 x 3 x 2 x 1,75 $m^2$ = 53 $m^2$, односно 5 x 3 x 2 = 30 прозора димензија 120 cm x 145 cm. Низ од 6 објеката је удаљен од

саобраћајнице око 50 m, а други паралелни низ од 4 објекта за још око 30 m. Низови су делимично смакнути, тако да објекти другог низа нису директно изложени утицајима саобраћајнице (степен изложености је 60%).

Претпоставка је да је број становника по објекту 5 x 6 x 4 становника = 120 становника. У низу уз улицу има 6 објеката, а у другом 4 објекта, што се процењује да одговара броју становника од 10 x 120 становника = 1 200 становника. То је, такође, 10 x 30 прозора = 300 прозора изложених саобраћајној буци.




*Сл.2.3.12: Стамбени објекти на локацији ММ11: Е760 / М22; Магистрални пут Београд – Чачак; Београд*

## 2.3.2.12. Стамбени објекти на локацији ММ12: М19; Магистрални пут Шабац – Лозница; Шабац

Објекти одговарају типу 1. Ови објекти имају приземље и спрат, површине основе од око 100 $m^2$, односно површине објекта од око 200 $m^2$, сл. 2.3.13. Карактеристике су дефинисане за генерални тип, па је укупна површина прозора на једном зиду објекта од око 4 x 2 $m^2$ = 8 $m^2$ односно 4 прозора димензија 120 cm x 165 cm, што одговара броју прозора директно изложених саобраћајној буци. Објекти су у низовима, а први низ је удаљен од ивице саобраћајнице око 30 m.

Процењен број становника по једном објекту је 5 становника. Ако посматрамо 35 објеката у низу, процењени број становника је 35 x 5 становника = 175 становника. То је, такође, 35 x 4 прозора = 140 прозора директно изложених саобраћајној буци.



*Сл. 2.3.13: Стамбени објекти на локацији ММ12: М19; Магистрални пут Шабац – Лозница; Шабац*

## 2.3.2.13. Стамбени објекти на локацији ММ13: М 21; Обилазница око Ваљева; Ваљево

Објекти одговарају типу 1. Ови објекти имају приземље и поткровље, површине око 100 $m^2$, сл. 2.3.14. Карактеристике су сличе дефинисаним за генерални тип, па је укупна површина прозора на једном зиду објекта од око 2 x 2 $m^2$ = 4 $m^2$ односно 2 прозора димензија 120 cm x 165 cm, што одговара броју прозора директно изложених саобраћајној буци. Објекти су од ивице саобраћајнице удаљени око 5 – 10 m. Објекти се налазе са обе стране саобраћајнице.

Процењен број становника по једном објекту је 4 становника. Ако посматрамо 30 објеката у низу, процењени број становника је 30 x 4 становника = 120 становника. То је, такође, 30 x 2 прозора = 60 прозора директно изложених саобраћајној буци.



*Сл. 2.3.14: Стамбени објекти на локацији ММ13: М 21; Обилазница око Ваљева; Ваљево*

## 2.3.2.14. Стамбени објекти на локацији ММ14: М22; Магистрални пут Београд – Чачак; Горњи Милановац

Објекти на овој локацији одговарају у највећој мери типу 1 и 2а. Овде се ради о два слободностојећа објекта, намењених за колективно становање (П+2+ПТК) и три објекта за индивидуално становање (П+1), уз посматрану саобраћајницу, сл. 2.3.15. Објекти типа 2а имају високо приземље и још 3 етаже. Апроксимација за овај тип била би по 8 станова од по 50 $m^2$ на свакој етажи, односно 4 стана директно изложена саобраћајној буци, па би на једном целом фасадном зиду било 4 x 4 x 2 x 1,75 $m^2$ = 56 $m^2$, односно 4 x 4 x 2 = 32 прозора димензија 120 cm x 145 cm. Објекти типа 1 имају приземље и поткровље, површине основе од око 100 $m^2$. Карактеристике су дефинисане за генерални тип, па је укупна површина прозора на једном зиду објекта од око 4 x 2 $m^2$ = 8 $m^2$ односно 4 прозора димензија 120 cm x 165 cm, што одговара броју прозора директно изложених саобраћајној буци по једном објекту.Објекти су удаљени од саобраћајнице око 20 m.

У низу уз улицу има 2 објекта типа 2а и три објекта типа 1, па је процена броја прозора изложених саобраћајној буци 2 x 32 + 2 x 4 = 76 прозора. Како је број становника по једном објекту типа 2а 4 x 8 x 4 становника = 128 становника и три објекта типа 1 8 становника, процењује се да у овом низу станује око 2 x 128 + 1 x 8 = 264 становника.



*Сл. 2.3.15: Стамбени објекти на локацији ММ14: М22; Магистрални пут Београд–Чачак; Горњи Милановац*

## 2.3.2.15. Стамбени објекти на локацији ММ15: М5; Магистрални пут Краљево – Крушевац; Краљево

Објекти одговарају типу 1. Ови објекти имају приземље и поткровље, површине око 100 $m^2$, сл. 2.3.16. Карактеристике су сличне дефинисаним за генерални тип, па је укупна површина прозора на једном зиду објекта од око 2 x 2 $m^2$ = 4 $m^2$ односно 2 прозора димензија 120 cm x 165 cm, што одговара броју прозора директно изложених саобраћајној буци. Објекти су повучени од ивице саобраћајнице за око 20 m.

Процењен број становника по једном објекту је 4 становника. Ако посматрамо 10 објеката у низу, процењени број становника је 10 x 4 становника = 40 становника. То је, такође, 10 x 2 прозора = 20 прозора директно изложених саобраћајној буци.



*Сл. 2.3.16: Стамбени објекти на локацији ММ15: М5; Магистрални пут Краљево – Крушевац; Краљево*

# 3. ДЕФИНИСАЊЕ САДАШЊИХ И БУДУЋИХ ВРЕДНОСТИ ЕМИСИЈА САОБРАЋАЈНЕ БУКЕ

## 3.1. ПОДРУЧЈЕ УТИЦАЈА И НИВО УГРОЖЕНОСТИ

Утицај друмског саобраћаја може да се процени на основу основних физичких принципа. Без обзира на карактеристике, место и узроке настанка акустичке енергије друмски саобраћај као извор може да се теоријски моделује на два начина: као тачкасти извор или као линијски извор. Ниво звука на растојању *r*, уколико је снага звучног извора позната, могуће је одредити на основу горе наведене, примарне, типизације звучног извора.

Акустичка снага звучног извора је физичка величина која може да се процени са једне стране на основу статистичких параметара, а са друге стране на основу начина генерисања акустичке енергије. Ниво звучне снаге у зони самога извора зависи од бројних параметара како је већ то приказано у протходном разматрању.

Због разноликости учесника у детерминистички приступ процени подручја утицаја и простирања буке није погодан, мада би он са одговарајућим улазним подацима дао егзактну прогнозу нивоа буке.

Статистичка обрада и процена самога извора звучне енергије даје довољно прецизне податке и омогућава добру предикцију појава које ће настати, а два, горе поменута, теоријска модела типа извора даће врло прецизну оцену подручја утицаја. Са друге стране подручје утицаја треба дефинисати као подручје на коме је бука у најнеповољнијим условима мања од граничне вредности у најстрожијем случају. Према стандарду [P20] најстрожији захтеви односе се на ноћни период и крећу се у интервалу од 40 – 55 dB ако је као индикатор буке усвојен дуговременски просечни ниво буке $L_{Ar,LT}$. На основу овога за зону 1: подручја за одмор и рекреацију, болничке зоне и оправилишта, културно-историјски локалитети, велики паркови гранична вредност износи $L_{Ar,LT}$ = 40 dB. Како је са друге стране приступачнији податак о нивоу звучног притиска онда ће процена бити извршена на основу оваквог податка.

На основу претходних разматрања ако се претпостави да је $L_{P25}$ = 75 dB. За линијски звучни извор ниво звука опада за 3 dB за удвостручење растојања па је

$$L_{nL} = L_{25} - 3n, \tag{3.1.1}$$

где је
$L_{25}$ – ниво звука на основном растојању од 25 m,
$n$ – број удвостручења растојања.

На основу [A8] $L_{eq25}$ при саобраћајном промету 60 000 возила на равној деоници пута на дан и учешћу теретних возила 23% ниво буке опао би испод дозвољене граничне вредности тек на растојању 6 400 m.

Овако велика растојања добијена на основу теоретског разматрања треба сматрати реалним, али са неким допунским напоменама, подручје утицаја могуће проценити као знатно мање.

Претходно разматрање узело је у обзир најнеповољнији случај линијског извора при великом саобраћајном оптерећењу. Овај услов није испуњен на највећем броју локација, већ саобраћајну ситуацију треба моделовати као тачкасти извор у покрету. У том случају ниво звука опада за 6 dB за удвостручење растојања па се критично подручје утицаја знатно смањује. За тачкасти извор ниво може да се израчуна према релацији

$$L_{nT} = L - 6n. \qquad (3.1.2)$$

На овај начин ниво буке која потиче од тачкастог извора опашће испод допушзене граничне вредности од 40 dB на растојању од 1 420 m.

Интересантни су резултати добијени на основу прописане методе прорачуна према директиви [P26], и приказани су на сл. 3.1.1.

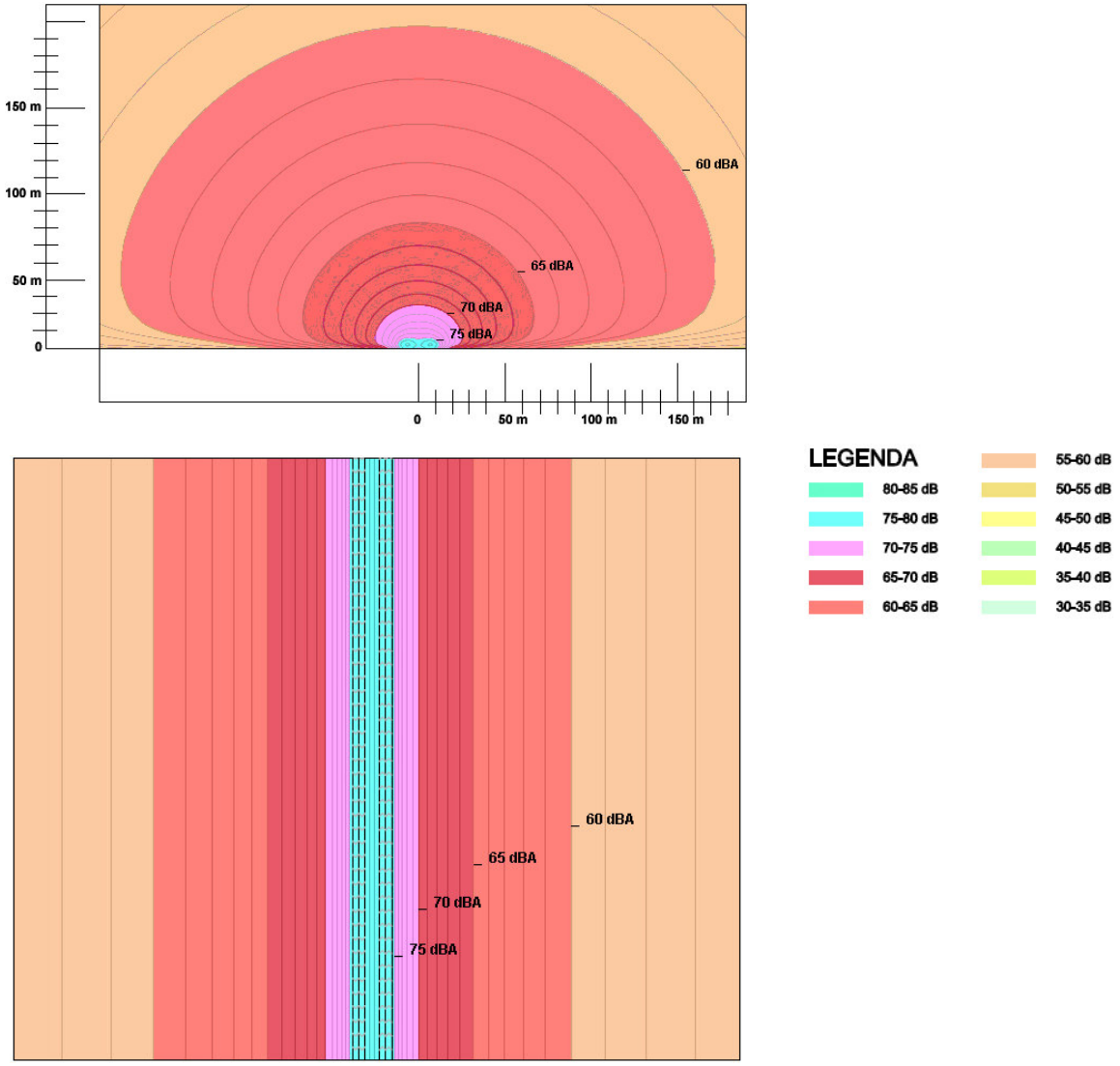
Графички приказ прорачуна нивоа буке и начин простирања на типичном моделу у основи и пресеку моделованог саобраћаја дат је на овој слици. Овај прорачуна начињен је на бази полазних параметара како следи.

Типични модел подразумева пролазак 2 000 возила/h, а прорачун је настао на основу компјутерског прорачуна.

Слика приказује расподелу нивоа буке у верикалном пресеку и у основи. Зоне буке у основи направљене су на висини од 3 m од тла и модел приказује израчунавање за линијски извор буке.

Са слике која показује расподелу звучног поља у пресеку уочава се да прорачунски модел узима у обзир повећано слабљење нивоа звука за мале висине изнад тла. Овај утицај значајан је углавном за већа растојања и није га могуће прецизно квантификовати. Из тог разлога у практичним прорачунима за мања растојања, типично до 100 m, овај утицај може да се занемари. На слабљење при простирању звука утичу и метеролошки фактори, а коначно и подужно слабљење које настаје као последица адијабатских процеса при осциловању честица ваздуха који се не одвијају идеално. Јако мали део енергије претвара се у топлоту и као неревирзибилан процес доприноси трајном губитку звучне енергије. Метеролошки утицаји, као нпр. ветар, доприносе процесу простирања звука, па тако на пример ветар у правцу простирања доводи до закривљења таласног фронта и повећању подручја утицаја и насупрот томе ветар који дува супротно од правца простирања смањиће подручје утицаја. Подручје утицаја биће такође повећано или смањено ако ветар дува под углом различитим од $90^o$ односно $180^o$. Подручје утицаја биће измењено и у случају темературских инверзија у зони тла. Познати су ефекти да се у

јутарњим сатима у летње доба звук чује са веће даљине. Ове ефекте има смисла узимати тек за растојања већа од 100 m. У техничким разматрањима и прорачунима ови утицају се, по правилу, не изимају у обзир.




*Сл. 3.1.1: Модел простирања нивоа буке за h = 3 m*

Овакве анализе показују да ниво буке опада врло споро. Усваја се да је ниво звучног притиска у зони пута 75 dB, па се преко нивоа звучне снаге израчуна растојање на коме ниво звучног притиска опадне на 40 dB за случај линијског извора. Ово растојање (теоријски) за случај линијског извора износи $r_1$ = 6 400 m, а за случај тачкастог извора ово растојање износи $r_2$ = 1 420 m. Већ узимање у обзир и ефекта у ваздуху што се види према прорачуну усклађеном са [P26], ово растојање ће бити нешто мање, а још повољније релације добијају се за деонице које могу да се апроксимирају као тачкасти извори.

Гранична вредност од 40 dB произилази на основу стандарда [P20] за најкритичнију зону у ноћном режиму. Уколико се ради о некој зони са блажим критеријумом или за дневни режим ови односи и растојања ће бити повољнији, односно мањи. У табели 3.1.1. приказани су допуштени нивои буке у зависности од зоне према [P20].

*Табела 3.1.1. Највиши дозвољени ниво спољашње буке по зонама*

| **Намена простора** | **Највиши дозвољени ниво спољашње буке $L_{Ar,LT}$ [dB]** | |
|---|---|---|
| | **дан** | **ноћ** |
| Подручја за одмор и рекреацију, болничке зоне и опоравилишта, културно–историјски локалитети, велики паркови | 50 | 40 |
| Туристичка подручја, мала и сеоска насеља, кампови и школске зоне | 50 | 45 |
| Чисто стамбена насеља | 55 | 45 |
| Пословно–стамбена подручја, трговинско–стамбена подручја, дечија игралишта | 60 | 50 |
| Градски центар, занатска, трговачка, административно–управна зона са становима, зоне дуж аутопутева, магистралних и градских саобраћајница | 65 | 55 |
| Индустријска, складишна и сервисна подручја и транспортни терминали без становања | На граници ове зоне бука не сме прелазити нивое у зони са којом се граничи | |

У току је израда подзаконских аката којима ће неки од критеријума и поступака бити замењени.

## 3.2. ОБИМ И СТРУКТУРА ПОСТОЈЕЋЕГ И ПРОГНОЗИРАНОГ САОБРАЋАЈА НА ОДАБРАНИМ ДЕОНИЦАМА

На основу спроведених анализа са аспекта буке утврђене су локације уз државне путеве Републике Србије које су предвиђене анализом у оквиру ове Студије, табела 3.2.1.

*Табела 3.2.1. Одабране локације уз државне путеве Републике Србије*

| ММ | Број пута | Насеље уз државни пут предвиђено за анализу са аспекта заштите од буке | |
|---|---|---|---|
| | | Назив насеља | Дужина [m] |
| 1 | М 22 (Е-75) | Београд, Галеника | 400 |
| 2 | М 7 | Футог | 350 |
| 3 | М 7 | Ветерник | 350 |
| 4 | М 7 | Нови Сад | 150 |
| | Р 102 | | 120 |
| 5 | М 1 (Е-75) | Ћуприја | 450 |
| 6 | М 1 (Е-75) | Бобовиште | 300 |
| 7 | М 1.12 (Е-80) | Ниш | 680 |
| 8 | М 1.12 (Е-80) | Ниш | 150 |
| 9 | М 1.12 (Е-80) | Пирот | 200 |
| 10 | М 1 (Е-75) | Ражањ | 700 |
| 11 | М 22 (Е-760) | Београд | 200 |
| 12 | М 19 | Шабац | 800 |
| 13 | М 21 | Ваљево | 500 |
| 14 | М 22 (Е-760) | Горњи Милановац | 500 |
| 15 | М 5 (Е-761) | Краљево | 400 |

## 3.2.1. Плански период

Основни подаци о планском периоду су:

- Базна година анализе саобраћајних токова је 2009. година.
- Иницијални период израде и усвајања студијско-пројектне документације и извођење радова заштите од буке је од 2009. до 2011. године.
- Иницијални плански период 20-то годишње експлоатације за који се прогнозирају саобраћајни токови и спроводи анализа услова одвијања саобраћаја, односно поступак функционалног вредновања, је од 2012. до 2031. године.

## 3.2.2. Положај конгломерација у односу на Референтни систем државних путева Републике Србије

Мрежа државних путева Републике Србије подељена је на саобраћајне деонице према усвојеној методологији формирања Референтног система државних путева. У табели 3.2.2. приказане су одабране локације у односу на Референтни систем државних путева Републике Србије.

*Табела 3.2.2: Одабране локације у односу на Референтни систем државних путева Републике Србије*

| ММ | Број пута | Насеље уз државни пут предвиђено за анализу са аспекта заштите од буке | | Саобраћајна деоница Референтног система дуж које се налази посматрано насеље | | | Положај насеља у односу на пут | Стационажа насеља у односу на Саобраћајну деоницу | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Назив насеља | Дужина [m] | Ознака | Назив | Дужина [km] | | Почетак | Крај |
| 1 | М 22 (Е-75) | Београд, Галеника | 400 | 0217 (1195) | Батајница (циглана) – Београд (Нови Сад) | 10 097 | Лево | 6+350 | 6+750 |
| 2 | М 7 | Футог | 350 | 2046 | Челарево – Нови Сад 1 (Бачка Паланка) | 29 388 | Десно и лево | 20+400 | 20+750 |
| 3 | М 7 | Ветерник | 350 | 2046 | Челарево – Нови Сад 1 (Бачка Паланка) | 29 388 | Лево | 23+450 | 23+570 |
| 4 | М 7 | Нови Сад | 150 | 2046 | Челарево – Нови Сад 1 (Бачка Паланка) | 29 388 | Лево | 29+340 | 29+360 |
| | Р 102 | | 120 | 2155 | Руменка – Нови Сад 1 (Бачки Петровац) | 7 380 | Десно | 7+230 | 7+350 |
| 5 | М 1 (Е-75) | Ћуприја | 450 | 0019 (1160) | Јагодина (петља)– Ћуприја | 12 778 | Десно | 11+400 | 11+850 |
| 6 | М 1 (Е-75) | Бобовиште | 300 | 0023 (1156) | Ражањ – Алексиначки рудници | 18 013 | Десно | 13+300 | 13+600 |
| 7 | М 1.12 (Е-80) | Ниш | 680 | 0050 (1125) | Ниш (Горња Топоница) – Ниш (улаз у Ниш) | 2 260 | Десно и лево | 1+580 | 2+260 |
| 8 | М 1.12 (Е-80) | Ниш | 150 | 0051 | Ниш (улаз у Ниш) – Ниш (Књажевац) | 7 553 | Десно | 3+130 | 3+280 |
| 9 | М 1.12 (Е-80) | Пирот | 200 | 0056 | Пирот – За Суково | 14 516 | Десно | 3+400 | 3+600 |
| 10 | М 1 (Е-75) | Ражањ | 700 | 0023 (1156) | Ражањ – Алексиначки рудници | 18 013 | Лево | 1+100 | 1+800 |
| 11 | М 22 (Е-760) | Београд | 200 | 0222 | Жарково – Кружни пут (Кнежевац) | 6 400 | Лево | 3+600 | 3+800 |
| 12 | М 19 | Шабац | 800 | 0167 | Шабац 5 – Мајур | 6 043 | Десно | 0+700 | 1+500 |
| 13 | М 21 | Ваљево | 500 | $0464_{H}$ | Ваљево 5 (обил.)– Ваљево 7 (обил.) | 1 562 | Десно Лево | 0+230 | 0+730 |
| 14 | М 22 (Е-760) | Горњи Милановац | 500 | 0241 | Г.Милановац-Прељина | 15 227 | Лево | 0+300 | 0+800 |
| 15 | М 5 (Е-761) | Краљево | 400 | 0112 | Рибница – Берановац | 1 628 | Десно Лево | 1+200 | 1+600 |

### 3.2.3. Расположива информациона основа за дефинисање обима и структуре постојећег и прогнозираног саобраћаја

Пројектним задатком нису предвиђена шира истраживања саобраћајних токова и мерење брзина по основним врстама возила у време мерења буке, као ни анализа структуре саобраћајног тока са аспекта њиховог утицаја на буку.

Сходно расположивим постојећим подацима о саобраћајним токовима, обим и структура постојећег и прогнозираног саобраћаја приказани су на нивоу просечног годишњег дневног саобраћаја укупног саобраћајног тока и по основним врстама возила. Основне врсте возила преузете су из публикације бројања саобраћаја ЈП „Путеви Србије“, [П2].

За дефинисање просечног годишњег дневног саобраћаја у базној 2009. години и у планском периоду експлоатације коришћени су следећи расположиви подаци:

- Публикација "Бројање саобраћаја на државним путевима Републике Србије у 2008. години"; ЈП „Путеви Србије“; Београд 2009, [П2].
- "Главни пројекат пута Нови Сад (Петроварадин) – Рума – Шабац – Лозница (гр.прелаз Шапак), (путеви М21 и М19), књига 1: Саобраћајна студија"; Институт за путеве а.д., Завод за коловозне конструкције; Београд октобар 2007, [П24].
- "Идејни пројекат аутопута Е-763, Београд - Љиг - Пожега, km0+000 – km146+662, књига 17: Студија оправданости"; ЈП „Путеви Србије“; Београд, октобар 2006, [П25].
- Главни пројекат рехабилитације – доградње европског пута Е 75 (магистралног пута М 1) на делу од петље Појате (km 752+391) до зоне наплатне станице Трупале (Ниш), (km 807+222); књига 4: Саобраћај, заштитне ограде, одводњавање; Институт за путеве а.д., Завод за коловозне конструкције; Београд октобар 2003, [П26].

На наредним странама приказани су:

- Просечан годишњи дневни саобраћај у 2008. години на основу публикације [П2], по саобраћајним деоницама Референтног система државних путева Републике Србије дуж којих су насеља предвиђена за анализу са аспекта заштите од буке.
- Подаци преузети за потребе ове Студије из наведене расположиве студијско-пројектне документације.

#### 3.2.3.1. Просечан годишњи дневни саобраћај у 2008. години на основу публикације [П2] по саобраћајним деоницама Референтног система државних путева Републике Србије дуж којих су насеља предвиђена за анализу са аспекта заштите од буке

У табели 3.2.3 дат је просечан годишњи дневни саобраћај у 2008. години на основу публикације [П2] по саобраћајним деоницама Референтног система државних путева Републике Србије дуж којих су насеља предвиђена за анализу са аспекта заштите од буке.

*Табела 3.2.3: Просечан годишњи дневни саобраћај у 2008. години*

| ММ | Број пута | Саобраћајна деоница Реф.система дуж које се налази насеље предвиђено за анализу са аспекта заштите од буке | | | Просечан годишњи дневни саобраћај у 2008.г. (ПГДС$_{2008.}$) | | | | | | | Напо-мена |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ознака | Назив | Дужина [m] | ПА | БУС | ЛТ | СТ | ТТ | АВ | Ток | |
| 1 | М 22 (Е-75) | 0217 (1195) | Батајница (циглана) – Београд (Нови Сад) | 10 097 | 21344 | 173 | 186 | 1096 | 1397 | 1850 | 26046 | АБС 265 |
| 2 | М 7 | 2046 | Челарево – Нови Сад 1 (Бачка Паланка) | 29 388 | 5224 | 110 | 324 | 140 | 88 | 464 | 6350 | ИНТ |
| 3 | М 7 | 2046 | Челарево – Нови Сад 1 (Бачка Паланка) | 29 388 | 5224 | 110 | 324 | 140 | 88 | 464 | 6350 | ИНТ |
| 4 | М 7 | 2046 | Челарево – Нови Сад 1 (Бачка Паланка) | 29 388 | 5224 | 110 | 324 | 140 | 88 | 464 | 6350 | ИНТ |
| | Р 102 | 2155 | Руменка – Нови Сад 1 (Бачки Петровац) | 7 380 | – | – | – | – | – | – | – | Нема података |
| 5 | М 1 (Е-75) | 0019 (1160) | Јагодина (петља) – Ћуприја | 12 778 | 10200 | 1774 | | | | 1962 | 13936 | НП |
| 6 | М 1 (Е-75) | 0023 (1156) | Ражањ – Алексиначки рудници | 18 013 | 7774 | 1453 | | | | 1765 | 10992 | НП |
| 7 | М 1.12 (Е-80) | 0050 (1125) | Ниш (Горња Топоница) – Ниш (улаз у Ниш) | 2 260 | 4710 | 70 | 90 | 180 | 290 | 1210 | 6550 | ИНТ |
| 8 | М 1.12 (Е-80) | 0051 | Ниш (улаз у Ниш) – Ниш (Књажевац) | 7 553 | 3510 | 50 | 80 | 120 | 270 | 1200 | 5230 | ИНТ |
| 9 | М 1.12 (Е-80) | 0056 | Пирот – За Суково | 14 516 | 3154 | 39 | 80 | 91 | 164 | 1033 | 4561 | АБС 273 |
| 10 | М 1 (Е-75) | 0023 (1156) | Ражањ – Алексиначки рудници | 18 013 | 7774 | 1453 | | | | 1765 | 10992 | НП |
| 11 | М 22 (Е-760) | 0222 | Жарково – Кружни пут (Кнежевац) | 6 400 | 25890 | 190 | 230 | 1350 | 1840 | 2040 | 31540 | ИНТ |
| 12 | М 19 | 0167 | Шабац 5 – Мајур | 800 | 6340 | 80 | 90 | 350 | 430 | 490 | 7780 | ИНТ |
| 13 | М 21 | 0464$_{н}$ | Ваљево 5(об)– Ваљево 7(об) | 500 | 2770 | 40 | 70 | 160 | 215 | 200 | 3455 | ИНТ |
| 14 | М 22 (Е-760) | 0241 | Г.Милановац-Прељина | 500 | 10513 | 123 | 188 | 496 | 968 | 1078 | 13366 | АБС204 |
| 15 | М 5 (Е-761) | 0112 | Рибница – Барановац | 400 | 7822 | 109 | 170 | 390 | 478 | 535 | 9504 | АБС219 |

*АБС 265, АБС 273 – Аутоматски бројачи саобраћаја са структуром, НП – Наплата путарине, ИНТ – Интерполација података*

### 3.2.3.2. Подаци преузети за потребе Студије из наведене расположиве студијско-пројектне документације

А) "Главни пројекат пута Нови Сад (Петроварадин) – Рума – Шабац – Лозница (гр.прелаз Шапак) [путеви М21 и М19], књига 1: Саобраћајна студија"; Институт за путеве а.д, Завод за коловозне конструкције; Београд октобар 2007, [П24].

Б) "Идејни пројекат аутопута Е-763, Београд – Љиг – Пожега, km0+000 – km146+662, књига 17: Студија оправданости"; ЈП „Путеви Србије“; Београд, октобар 2006, [П25].

У наведене две Студије коришћене су идентичне просечне стопе раста за прогнозу саобраћајних токова, а које су засноване на процени економског раст Бруто домаћег производа (БДП) на националном нивоу сходно границама развијености (висока, средња, ниска).

*Табела 3.2.4: Просечне стопе раста саобраћаја*

| Период | Стопе раста [%] | | |
|---|---|---|---|
| | ПА | БУС | ТВ |
| 2007. – 2009. | 6,00 | 5,50 | 5,75 |
| 2009. – 2014. | 5,40 | 4,95 | 5,18 |
| 2014. – 2024. | 3,60 | 3,30 | 3,45 |
| 2024. – 2034. | 2,40 | 2,20 | 2,30 |

Наведене просечне стопе раста саобраћаја биће употребљене као основа за прогнозу саобраћајних токова у зони насеља.

В) Главни пројекат рехабилитације – доградње европског пута Е 75 (магистралног пута М 1) на делу од петље Појате (km 752+391) до зоне наплатне станице Трупале (Ниш) (km807+222); књига 4: Саобраћај, заштитне ограде, одводњавање; Институт за путеве а.д., Завод за коловозне конструкције; Београд октобар 2003, [П26].

У наведеном елаборату, између осталог, извршена је анализа структуре саобраћајних токова комерцијалних возила дуж аутопута М 1 (Е-75) на делу од петље Појате до наплатне станице Трупале (Ниш). Процентуално учешће основних врста комерцијалних возила у укупном саобраћајном току комерцијалних возила, анализирано у наведеном елаборату дато је у табели 3.2.5.

*Табела 3.2.5. Учешће основних врста комерцијалних возила у укупном току комерцијалних возила*

| ММ | Саобраћајна деоница Референтног система | Учешће основних врста комерцијалних возила у укупном току комерцијалних возила [%] | | | | | Укупно |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | БУС | ЛТ | СТ | ТТ | АВ | |
| 10 | 0023/1156 Ражањ – Алексиначки рудници | 14 | 12 | 23 | 2 | 49 | 100 |

У публикацији бројања саобраћаја ЈП „Путеви Србије“ дате су укупне вредности ПГДС-а за аутобусе, лака теретна возила (ЛТ), средња теретна возила (СТ) и тешка теретна возила (ТТ) дуж аутопута М 1 (Е-75). При дефинисању ПГДС-а за базну 2009. годину по основним врстама возила биће употребљене процентуалне вредности учешћа комерцијалних возила у укупном саобраћајном току комерцијалних возила садржане у горњој табели за зоне следећих насеља односно локација:

*Табела 3.2.6: Саобраћајна деоница Референтног система дуж које се налази насеље предвиђено за анализу са аспекта заштите од буке*

| ММ | Пут | Насеље уз државни пут предвиђено за анализу са аспекта заштите од буке | Саобраћајна деоница Референтног система дуж које се налази насеље предвиђено за анализу са аспекта заштите од буке | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Ознака | Назив |
| 5 | М 1 (Е-75) | Ћуприја | 0019 (1160) | Јагодина (петља) – Ћуприја |
| 6 | М 1 (Е-75) | Бобовиште | 0023 1156) | Ражањ – Алексиначки рудници |
| 10 | М 1 (Е-75) | Ражањ | 0023 (1156) | Ражањ – Алексиначки рудници |

У Публикацији бројање саобраћаја ЈП „Путеви Србије“ дата је укупна величина просечног годишњег дневног саобраћаја (ПГДС) за БУС, ЛТ, СТ и ТТ.

## 3.2.4. Просечне стопе раста примењене при прогнози саобраћаја

Основа за прогнозу саобраћаја су просечне стопе раста приказане у тачки 3.2.3.2.

Услед последица Светске економске кризе прогнозиране стопе раста умањене су 15% у периоду 2008.–2009.г., док су умањене за 10% у периоду од 2009. до 2014. године.

*Табела 3.2.7: Стопе раста примењене при прогнози саобраћаја*

| Период | Стопе раста [%] | | |
|---|---|---|---|
| | ПА | БУС | ТВ |
| 2008. – 2009. | 5,10 | 4,70 | 4,90 |
| 2009. – 2014. | 4,85 | 4,45 | 4,65 |
| 2014. – 2024. | 3,60 | 3,30 | 3,45 |
| 2024. – 2031. | 2,40 | 2,20 | 2,30 |

## 3.2.5. Аналитички поступак прорачуна просечног годишњег дневног саобраћаја

У наредном тексту дати су аналитички поступци прорачуна просечног годишњег дневног саобраћаја (ПГДС) за базну 2009. годину и у планском периоду експлоатације.

Аналитички поступак прорачуна просечног годишњег дневног саобраћаја за базну 2009. годину дат је следећим изразима:

$$PGDS_{2009.} = \sum_i PGDS_{2009.(i)} \quad [\text{возила / год.}], \tag{3.2.1}$$

$$PGDS_{2009.(i)} = PGDS_{2008.(i)} \times f_1 \times f_2 \times f_{3(i)} \times f_{4(i)} \quad [\text{возила / год.}], \tag{3.2.2}$$

где је:

$PGDS_{2009.}$ – просечан годишњи дневни саобраћај 2009. године,

$PGDS_{2009.(i)}$ – просечан годишњи дневни саобраћај 2009. године за саобраћајни ток возила врсте (i),

$PGDS_{2008.(i)}$ – осечан годишњи дневни саобраћај 2008. године за саобраћајни ток возила врсте (i),

$f_1$ – корекциони фактор промене ПГДС$_{2008.}$

$f_1 = 1{,}00$,

$f_1 = 1{,}30$ за насеље Ветерник,

$f_1 = 1{,}90$ за насеље Нови Сад,

$f_1 = 0{,}90$ за Београд, Видиковац,

$f_2$ – корекциони фактор промене ПГДС$_{2009.}$

$f_2 = 1{,}00$,

$f_2 = 0{,}80$ за насеље Нови Сад дуж пута Р 102,

$f_{3(i)}$ – корекциони фактор промене структуре БУС, ЛТ, СТ и ТТ у односу на укупан саобраћајни ток БУС, ЛТ, СТ и ТТ, приказан у табели 3.2.8,

$f_{4(i)}$ – просечна годишња стопа раста за саобраћајни ток возила врсте (i) у 2008. години.

*Табела 3.2.8: Вредност фактора $f_{3(i)}$*

| Врста возила | Вредност фактора $f_{3(i)}$ | |
|---|---|---|
| | насеља: Ћуприја, Бобовиште, Ражањ | Остала насеља |
| БУС | 0,27 | 1,00 |
| ЛТ | 0,24 | 1,00 |
| СТ | 0,45 | 1,00 |
| ТТ | 0,04 | 1,00 |

Аналитички поступак прорачуна просечног годишњег дневног саобраћаја у планском периоду експлоатације дат је следећим изразима:

$$PGDS_{[j]} = \sum_{i} PGDS_{.(i)[j]} \text{ [возила / год.]}, \quad (3.2.3)$$

$$PGDS_{.(i)[j]} = PGDS_{.(i-1)} \times \frac{1 + f_{(i)[j]}}{100} \text{ [возила / год.]}, \quad (3.2.4)$$

где је:

$PGDS_{[j]}$ – просечан годишњи дневни саобраћај године (j),

$PGDS_{.(i)[j]}$ – просечан годишњи дневни саобраћај врсте возила (i) у години (j),

$f_{(i)[j]}$ – просечна годишња стопа раста за саобраћајни ток возила врсте (i) у години (j).

## 3.2.6. Обим и структура постојећег саобраћаја

У табели 3.2.9. приказани су обим и структура постојећег саобраћаја на одабраним деоницама исказани просечним годишњим дневним саобраћајем (ПГДС) основних врста возила и укупног саобраћајног тока. Величина ПГДС-а односи се на зоне насеља уз државни пут које је потребно заштитити од буке.

*Табела 3.2.9. Просечан годишњи дневни саобраћај у 2009. години у зони насеља (ПГДС$_{2009.}$)*

| ММ | Број пута | Насеље уз државни пут предвиђено за анализу са аспекта заштите од буке | Просечан годишњи дневни саобраћај 2009. у зони насеља (ПГДС$_{2009.}$) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ПА | БУС | ЛТ | СТ | ТТ | АВ | Ток |
| 1 | М 22 (Е-75) | Београд, Галеника | 22433 | 181 | 195 | 1150 | 1465 | 1941 | 27365 |
| 2 | М 7 | Футог | 5490 | 115 | 340 | 147 | 92 | 487 | 6671 |
| 3 | М 7 | Ветерник | 7138 | 150 | 442 | 191 | 120 | 633 | 8674 |
| 4 | М 7 | Нови Сад | 10432 | 219 | 646 | 279 | 175 | 925 | 12676 |
| | Р 102 | | 8345 | 175 | 517 | 223 | 140 | 740 | 10140 |
| 5 | М 1 (Е-75) | Ћуприја | 10720 | 501 | 447 | 837 | 74 | 2058 | 14637 |
| 6 | М 1 (Е-75) | Бобовиште | 8170 | 411 | 366 | 686 | 61 | 1851 | 11545 |
| 7 | М 1.12 (Е-80) | Ниш | 4950 | 73 | 94 | 189 | 304 | 1269 | 6879 |
| 8 | М 1.12 (Е-80) | Ниш | 3689 | 52 | 84 | 126 | 283 | 1259 | 5493 |
| 9 | М 1.12 (Е-80) | Пирот | 3315 | 41 | 84 | 95 | 172 | 1084 | 4791 |
| 10 | М 1 (Е-75) | Ражањ | 8170 | 411 | 366 | 686 | 61 | 1851 | 11545 |
| 11 | М 22 (Е-760) | Београд | 24489 | 179 | 217 | 1275 | 1737 | 1926 | 29823 |
| 12 | М 19 | Шабац | 6663 | 84 | 94 | 367 | 451 | 514 | 8174 |
| 13 | М 21 | Ваљево | 2911 | 42 | 73 | 168 | 226 | 210 | 3630 |
| 14 | М 22 (Е-760) | Горњи Милановац | 11049 | 129 | 197 | 520 | 1015 | 1131 | 14042 |
| 15 | М 5 (Е-761) | Краљево | 8221 | 114 | 178 | 409 | 501 | 561 | 9985 |

## 3.2.7. Обим и структура прогнозираног саобраћаја

Применом стопа раста у наредним табелама 3.2.10–3.2.25 приказана је величина прогнозираних саобраћајних токова по основним врстама возила у планском периоду експлоатације од 2012. до 2031. године, за зоне насеља уз државне путеве предвиђене за анализу са аспекта заштите од буке. Величина прогнозираног саобраћаја исказана је кроз просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС) основних врста возила и укупног саобраћајног тока.

*Табела 3.2.10: ММ1 Београд, Галеника – прогноза саобраћаја*

| Година | Просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ПА | БУС | ЛТ | СТ | ТТ | АВ | Ток |
| 2012. | 27177 | 216 | 235 | 1383 | 1761 | 2334 | 33106 |
| 2013. | 28495 | 226 | 246 | 1447 | 1843 | 2442 | 34699 |
| 2014. | 29877 | 236 | 257 | 1514 | 1929 | 2556 | 36369 |
| 2015. | 30952 | 243 | 266 | 1566 | 1995 | 2644 | 37666 |
| 2016. | 32067 | 251 | 276 | 1620 | 2064 | 2735 | 39013 |
| 2017. | 33221 | 260 | 285 | 1676 | 2136 | 2829 | 40407 |
| 2018. | 34417 | 268 | 295 | 1734 | 2209 | 2927 | 41850 |
| 2019. | 35656 | 277 | 305 | 1794 | 2285 | 3028 | 43345 |
| 2020. | 36939 | 286 | 316 | 1856 | 2364 | 3132 | 44893 |
| 2021. | 38269 | 296 | 326 | 1920 | 2446 | 3240 | 46497 |
| 2022. | 39647 | 305 | 338 | 1986 | 2530 | 3352 | 48158 |
| 2023. | 41074 | 316 | 349 | 2055 | 2617 | 3468 | 49879 |
| 2024. | 42553 | 326 | 361 | 2126 | 2708 | 3588 | 51662 |
| 2025. | 43574 | 333 | 370 | 2174 | 2770 | 3670 | 52891 |
| 2026. | 44620 | 340 | 378 | 2224 | 2834 | 3755 | 54151 |
| 2027. | 45691 | 348 | 387 | 2276 | 2899 | 3841 | 55442 |
| 2028. | 46787 | 356 | 396 | 2328 | 2966 | 3929 | 56762 |
| 2029. | 47910 | 363 | 405 | 2382 | 3034 | 4020 | 58114 |
| 2030. | 49060 | 371 | 414 | 2436 | 3104 | 4112 | 59497 |
| 2031. | 50238 | 380 | 424 | 2492 | 3175 | 4207 | 60916 |

*Табела 3.2.11: ММ2 Футог – прогноза саобраћаја*

| Година | Просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ПА | БУС | ЛТ | СТ | ТТ | АВ | Ток |
| 2012. | 6651 | 137 | 410 | 177 | 111 | 585 | 8071 |
| 2013. | 6973 | 143 | 429 | 185 | 116 | 613 | 8459 |
| 2014. | 7312 | 150 | 449 | 194 | 121 | 641 | 8867 |
| 2015. | 7575 | 155 | 464 | 200 | 125 | 663 | 9182 |
| 2016. | 7848 | 160 | 480 | 207 | 130 | 686 | 9511 |
| 2017. | 8130 | 165 | 497 | 214 | 134 | 710 | 9850 |
| 2018. | 8423 | 170 | 514 | 222 | 139 | 734 | 10202 |
| 2019. | 8726 | 176 | 532 | 229 | 144 | 760 | 10567 |
| 2020. | 9040 | 182 | 550 | 237 | 148 | 786 | 10943 |
| 2021. | 9366 | 188 | 569 | 245 | 154 | 813 | 11335 |
| 2022. | 9703 | 194 | 589 | 254 | 159 | 841 | 11740 |
| 2023. | 10052 | 200 | 609 | 263 | 164 | 870 | 12158 |
| 2024. | 10414 | 207 | 630 | 272 | 170 | 900 | 12593 |
| 2025. | 10664 | 212 | 645 | 278 | 174 | 921 | 12894 |
| 2026. | 10920 | 216 | 659 | 284 | 178 | 942 | 13199 |
| 2027. | 11182 | 221 | 675 | 291 | 182 | 964 | 13515 |
| 2028. | 11450 | 226 | 690 | 298 | 186 | 986 | 13836 |
| 2029. | 11725 | 231 | 706 | 304 | 191 | 1009 | 14166 |
| 2030. | 12006 | 236 | 722 | 311 | 195 | 1032 | 14502 |
| 2031. | 12295 | 241 | 739 | 319 | 199 | 1055 | 14848 |

*Табела 3.2.12: ММ3 Ветерник – прогноза саобраћаја*

| Година | Просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ПА | БУС | ЛТ | СТ | ТТ | АВ | Ток |
| 2012. | 8647 | 179 | 533 | 230 | 144 | 761 | 10494 |
| 2013. | 9067 | 187 | 558 | 240 | 151 | 796 | 10999 |
| 2014. | 9507 | 195 | 584 | 251 | 158 | 833 | 11528 |
| 2015. | 9849 | 202 | 604 | 260 | 163 | 862 | 11940 |
| 2016. | 10203 | 208 | 624 | 269 | 169 | 892 | 12365 |
| 2017. | 10571 | 215 | 646 | 278 | 175 | 923 | 12808 |
| 2018. | 10951 | 222 | 668 | 288 | 181 | 955 | 13265 |
| 2019. | 11345 | 230 | 691 | 298 | 187 | 987 | 13738 |
| 2020. | 11754 | 237 | 715 | 308 | 194 | 1022 | 14230 |
| 2021. | 12177 | 245 | 740 | 319 | 200 | 1057 | 14738 |
| 2022. | 12615 | 253 | 765 | 330 | 207 | 1093 | 15263 |
| 2023. | 13070 | 262 | 792 | 341 | 214 | 1131 | 15810 |
| 2024. | 13540 | 270 | 819 | 353 | 222 | 1170 | 16374 |
| 2025. | 13865 | 276 | 838 | 361 | 227 | 1197 | 16764 |
| 2026. | 14198 | 282 | 857 | 369 | 232 | 1224 | 17162 |
| 2027. | 14538 | 288 | 877 | 378 | 237 | 1253 | 17571 |
| 2028. | 14887 | 295 | 897 | 387 | 243 | 1281 | 17990 |
| 2029. | 15245 | 301 | 918 | 396 | 249 | 1311 | 18420 |
| 2030. | 15611 | 308 | 939 | 405 | 254 | 1341 | 18858 |
| 2031. | 15985 | 315 | 960 | 414 | 260 | 1372 | 19306 |

*Табела 3.2.13: ММ4 Нови Сад – М 7 – прогноза саобраћаја*

| Година | Просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ПА | БУС | ЛТ | СТ | ТТ | АВ | Ток |
| 2012. | 12638 | 261 | 779 | 335 | 210 | 1112 | 15335 |
| 2013. | 13251 | 273 | 815 | 351 | 220 | 1164 | 16074 |
| 2014. | 13894 | 285 | 853 | 367 | 230 | 1218 | 16847 |
| 2015. | 14394 | 294 | 882 | 380 | 238 | 1260 | 17448 |
| 2016. | 14912 | 304 | 913 | 393 | 247 | 1303 | 18072 |
| 2017. | 15449 | 314 | 944 | 407 | 255 | 1348 | 18717 |
| 2018. | 16005 | 325 | 977 | 421 | 264 | 1395 | 19387 |
| 2019. | 16581 | 335 | 1010 | 435 | 273 | 1443 | 20077 |
| 2020. | 17178 | 346 | 1045 | 450 | 282 | 1493 | 20794 |
| 2021. | 17796 | 358 | 1081 | 466 | 292 | 1544 | 21537 |
| 2022. | 18437 | 370 | 1119 | 482 | 302 | 1598 | 22308 |
| 2023. | 19101 | 382 | 1157 | 498 | 313 | 1653 | 23104 |
| 2024. | 19788 | 394 | 1197 | 516 | 323 | 1710 | 23928 |
| 2025. | 20263 | 403 | 1225 | 528 | 331 | 1749 | 24499 |
| 2026. | 20750 | 412 | 1253 | 540 | 339 | 1789 | 25083 |
| 2027. | 21248 | 421 | 1282 | 552 | 346 | 1830 | 25679 |
| 2028. | 21758 | 430 | 1311 | 565 | 354 | 1872 | 26290 |
| 2029. | 22280 | 440 | 1341 | 578 | 362 | 1916 | 26917 |
| 2030. | 22814 | 449 | 1372 | 591 | 371 | 1960 | 27557 |
| 2031. | 23362 | 459 | 1404 | 605 | 379 | 2005 | 28214 |

*Табела 3.2.14: ММ4 Нови Сад – Р102 – прогноза саобраћаја*

| Година | Просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ПА | БУС | ЛТ | СТ | ТТ | АВ | Ток |
| 2012. | 10110 | 209 | 623 | 268 | 168 | 890 | 12268 |
| 2013. | 10600 | 218 | 652 | 281 | 176 | 931 | 12858 |
| 2014. | 11114 | 228 | 683 | 294 | 184 | 974 | 13477 |
| 2015. | 11514 | 235 | 706 | 304 | 191 | 1008 | 13958 |
| 2016. | 11929 | 243 | 730 | 314 | 197 | 1043 | 14456 |
| 2017. | 12358 | 251 | 756 | 325 | 204 | 1079 | 14973 |
| 2018. | 12803 | 259 | 782 | 336 | 211 | 1116 | 15507 |
| 2019. | 13264 | 268 | 809 | 348 | 218 | 1154 | 16061 |
| 2020. | 13741 | 277 | 837 | 360 | 226 | 1194 | 16635 |
| 2021. | 14236 | 286 | 865 | 372 | 234 | 1235 | 17228 |
| 2022. | 14749 | 295 | 895 | 385 | 242 | 1278 | 17844 |
| 2023. | 15279 | 305 | 926 | 398 | 250 | 1322 | 18480 |
| 2024. | 15830 | 315 | 958 | 412 | 259 | 1368 | 19142 |
| 2025. | 16209 | 322 | 980 | 422 | 265 | 1399 | 19597 |
| 2026. | 16598 | 329 | 1003 | 431 | 271 | 1431 | 20063 |
| 2027. | 16997 | 336 | 1026 | 441 | 277 | 1464 | 20541 |
| 2028. | 17405 | 344 | 1049 | 451 | 283 | 1498 | 21030 |
| 2029. | 17822 | 351 | 1074 | 462 | 290 | 1532 | 21531 |
| 2030. | 18250 | 359 | 1098 | 472 | 297 | 1568 | 22044 |
| 2031. | 18688 | 367 | 1123 | 483 | 303 | 1604 | 22568 |

*Табела 3.2.15: ММ5 Ћуприја – прогноза саобраћаја*

| Година | Просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ПА | БУС | ЛТ | СТ | ТТ | АВ | Ток |
| 2012. | 12987 | 598 | 539 | 1006 | 89 | 2474 | 17693 |
| 2013. | 13617 | 624 | 564 | 1053 | 93 | 2589 | 18540 |
| 2014. | 14277 | 652 | 590 | 1102 | 97 | 2710 | 19428 |
| 2015. | 14791 | 674 | 610 | 1140 | 101 | 2803 | 20119 |
| 2016. | 15324 | 696 | 632 | 1179 | 104 | 2900 | 20835 |
| 2017. | 15875 | 719 | 653 | 1220 | 108 | 3000 | 21575 |
| 2018. | 16447 | 743 | 676 | 1262 | 112 | 3103 | 22343 |
| 2019. | 17039 | 767 | 699 | 1306 | 115 | 3210 | 23136 |
| 2020. | 17652 | 792 | 723 | 1351 | 119 | 3321 | 23958 |
| 2021. | 18288 | 819 | 748 | 1397 | 124 | 3436 | 24812 |
| 2022. | 18946 | 846 | 774 | 1446 | 128 | 3554 | 25694 |
| 2023. | 19628 | 873 | 801 | 1495 | 132 | 3677 | 26606 |
| 2024. | 20335 | 902 | 828 | 1547 | 137 | 3804 | 27553 |
| 2025. | 20823 | 922 | 847 | 1583 | 140 | 3891 | 28206 |
| 2026. | 21322 | 942 | 867 | 1619 | 143 | 3981 | 28874 |
| 2027. | 21834 | 963 | 887 | 1656 | 146 | 4072 | 29558 |
| 2028. | 22358 | 984 | 907 | 1694 | 150 | 4166 | 30259 |
| 2029. | 22895 | 1006 | 928 | 1733 | 153 | 4262 | 30977 |
| 2030. | 23444 | 1028 | 950 | 1773 | 157 | 4360 | 31712 |
| 2031. | 24007 | 1051 | 971 | 1814 | 160 | 4460 | 32463 |

*Табела 3.2.16: ММ6 Бобовиште – прогноза саобраћаја*

| Година | Просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ПА | БУС | ЛТ | СТ | ТТ | АВ | Ток |
| 2012. | 9898 | 490 | 441 | 825 | 73 | 2225 | 13952 |
| 2013. | 10378 | 512 | 462 | 863 | 77 | 2329 | 14621 |
| 2014. | 10881 | 535 | 483 | 903 | 80 | 2437 | 15319 |
| 2015. | 11273 | 553 | 500 | 934 | 83 | 2521 | 15864 |
| 2016. | 11678 | 571 | 517 | 967 | 86 | 2608 | 16427 |
| 2017. | 12099 | 590 | 535 | 1000 | 89 | 2698 | 17011 |
| 2018. | 12534 | 609 | 553 | 1034 | 92 | 2791 | 17613 |
| 2019. | 12986 | 629 | 572 | 1070 | 95 | 2888 | 18240 |
| 2020. | 13453 | 650 | 592 | 1107 | 98 | 2987 | 18887 |
| 2021. | 13938 | 671 | 613 | 1145 | 102 | 3090 | 19559 |
| 2022. | 14439 | 694 | 634 | 1185 | 105 | 3197 | 20254 |
| 2023. | 14959 | 717 | 656 | 1226 | 109 | 3307 | 20974 |
| 2024. | 15498 | 740 | 678 | 1268 | 113 | 3421 | 21718 |
| 2025. | 15870 | 756 | 694 | 1297 | 115 | 3500 | 22232 |
| 2026. | 16250 | 773 | 710 | 1327 | 118 | 3580 | 22758 |
| 2027. | 16640 | 790 | 726 | 1357 | 121 | 3663 | 23297 |
| 2028. | 17040 | 807 | 743 | 1389 | 123 | 3747 | 23849 |
| 2029. | 17449 | 825 | 760 | 1421 | 126 | 3833 | 24414 |
| 2030. | 17868 | 843 | 777 | 1453 | 129 | 3921 | 24991 |
| 2031. | 18296 | 862 | 795 | 1487 | 132 | 4012 | 25584 |

*Табела 3.2.17: ММ7 Ниш – прогноза саобраћаја*

| Година | Просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ПА | БУС | ЛТ | СТ | ТТ | АВ | Ток |
| 2012. | 5997 | 87 | 113 | 227 | 365 | 1526 | 8315 |
| 2013. | 6288 | 91 | 119 | 238 | 382 | 1597 | 8715 |
| 2014. | 6592 | 95 | 124 | 249 | 400 | 1671 | 9131 |
| 2015. | 6830 | 98 | 128 | 257 | 414 | 1728 | 9455 |
| 2016. | 7076 | 101 | 133 | 266 | 428 | 1788 | 9792 |
| 2017. | 7330 | 105 | 137 | 276 | 443 | 1850 | 10141 |
| 2018. | 7594 | 108 | 142 | 285 | 458 | 1914 | 10501 |
| 2019. | 7868 | 112 | 147 | 295 | 474 | 1980 | 10876 |
| 2020. | 8151 | 115 | 152 | 305 | 491 | 2048 | 11262 |
| 2021. | 8444 | 119 | 157 | 316 | 508 | 2119 | 11663 |
| 2022. | 8748 | 123 | 163 | 326 | 525 | 2192 | 12077 |
| 2023. | 9063 | 127 | 168 | 338 | 543 | 2267 | 12506 |
| 2024. | 9390 | 131 | 174 | 349 | 562 | 2346 | 12952 |
| 2025. | 9615 | 134 | 178 | 357 | 575 | 2399 | 13258 |
| 2026. | 9846 | 137 | 182 | 366 | 588 | 2455 | 13574 |
| 2027. | 10082 | 140 | 187 | 374 | 602 | 2511 | 13896 |
| 2028. | 10324 | 143 | 191 | 383 | 615 | 2569 | 14225 |
| 2029. | 10572 | 147 | 195 | 391 | 630 | 2628 | 14563 |
| 2030. | 10825 | 150 | 200 | 400 | 644 | 2688 | 14907 |
| 2031. | 11085 | 153 | 204 | 410 | 659 | 2750 | 15261 |

*Табела 3.2.18: ММ8 Ниш – прогноза саобраћаја*

| Година | Просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ПА | БУС | ЛТ | СТ | ТТ | АВ | Ток |
| 2012. | 4469 | 62 | 101 | 151 | 340 | 1514 | 6637 |
| 2013. | 4686 | 65 | 106 | 159 | 356 | 1584 | 6956 |
| 2014. | 4913 | 68 | 111 | 166 | 373 | 1658 | 7289 |
| 2015. | 5090 | 70 | 115 | 172 | 385 | 1715 | 7547 |
| 2016. | 5273 | 72 | 119 | 178 | 399 | 1774 | 7815 |
| 2017. | 5463 | 75 | 123 | 184 | 413 | 1835 | 8093 |
| 2018. | 5660 | 77 | 127 | 190 | 427 | 1899 | 8380 |
| 2019. | 5863 | 80 | 131 | 197 | 441 | 1964 | 8676 |
| 2020. | 6075 | 82 | 136 | 203 | 457 | 2032 | 8985 |
| 2021. | 6293 | 85 | 141 | 210 | 472 | 2102 | 9303 |
| 2022. | 6520 | 88 | 145 | 218 | 489 | 2174 | 9634 |
| 2023. | 6754 | 91 | 150 | 225 | 506 | 2249 | 9975 |
| 2024. | 6998 | 94 | 156 | 233 | 523 | 2327 | 10331 |
| 2025. | 7166 | 96 | 159 | 238 | 535 | 2381 | 10575 |
| 2026. | 7338 | 98 | 163 | 244 | 547 | 2435 | 10825 |
| 2027. | 7514 | 100 | 167 | 249 | 560 | 2491 | 11081 |
| 2028. | 7694 | 102 | 170 | 255 | 573 | 2549 | 11343 |
| 2029. | 7879 | 104 | 174 | 261 | 586 | 2607 | 11611 |
| 2030. | 8068 | 107 | 178 | 267 | 600 | 2667 | 11887 |
| 2031. | 8261 | 109 | 183 | 273 | 613 | 2729 | 12168 |

*Табела 3.2.19: ММ9 Пирот – прогноза саобраћаја*

| Година | Просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ПА | БУС | ЛТ | СТ | ТТ | АВ | Ток |
| 2012. | 4016 | 49 | 101 | 114 | 207 | 1303 | 5790 |
| 2013. | 4211 | 51 | 106 | 120 | 216 | 1364 | 6068 |
| 2014. | 4415 | 53 | 111 | 125 | 226 | 1427 | 6357 |
| 2015. | 4574 | 55 | 115 | 129 | 234 | 1476 | 6583 |
| 2016. | 4739 | 57 | 119 | 134 | 242 | 1527 | 6818 |
| 2017. | 4909 | 59 | 123 | 138 | 251 | 1580 | 7060 |
| 2018. | 5086 | 61 | 127 | 143 | 259 | 1635 | 7311 |
| 2019. | 5269 | 63 | 131 | 148 | 268 | 1691 | 7570 |
| 2020. | 5459 | 65 | 136 | 153 | 278 | 1749 | 7840 |
| 2021. | 5655 | 67 | 141 | 159 | 287 | 1810 | 8119 |
| 2022. | 5859 | 69 | 145 | 164 | 297 | 1872 | 8406 |
| 2023. | 6070 | 71 | 150 | 170 | 307 | 1937 | 8705 |
| 2024. | 6288 | 74 | 156 | 176 | 318 | 2004 | 9016 |
| 2025. | 6439 | 75 | 159 | 180 | 325 | 2050 | 9228 |
| 2026. | 6594 | 77 | 163 | 184 | 333 | 2097 | 9448 |
| 2027. | 6752 | 79 | 167 | 188 | 340 | 2145 | 9671 |
| 2028. | 6914 | 81 | 170 | 192 | 348 | 2194 | 9899 |
| 2029. | 7080 | 82 | 174 | 197 | 356 | 2245 | 10134 |
| 2030. | 7250 | 84 | 178 | 201 | 364 | 2296 | 10373 |
| 2031. | 7424 | 86 | 183 | 206 | 373 | 2349 | 10621 |

*Табела 3.2.20: ММ10 Ражањ – прогноза саобраћаја*

| Година | Просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ПА | БУС | ЛТ | СТ | ТТ | АВ | Ток |
| 2012. | 9898 | 490 | 441 | 825 | 73 | 2225 | 13952 |
| 2013. | 10378 | 512 | 462 | 863 | 77 | 2329 | 14621 |
| 2014. | 10881 | 535 | 483 | 903 | 80 | 2437 | 15319 |
| 2015. | 11273 | 553 | 500 | 934 | 83 | 2521 | 15864 |
| 2016. | 11678 | 571 | 517 | 967 | 86 | 2608 | 16427 |
| 2017. | 12099 | 590 | 535 | 1000 | 89 | 2698 | 17011 |
| 2018. | 12534 | 609 | 553 | 1034 | 92 | 2791 | 17613 |
| 2019. | 12986 | 629 | 572 | 1070 | 95 | 2888 | 18240 |
| 2020. | 13453 | 650 | 592 | 1107 | 98 | 2987 | 18887 |
| 2021. | 13938 | 671 | 613 | 1145 | 102 | 3090 | 19559 |
| 2022. | 14439 | 694 | 634 | 1185 | 105 | 3197 | 20254 |
| 2023. | 14959 | 717 | 656 | 1226 | 109 | 3307 | 20974 |
| 2024. | 15498 | 740 | 678 | 1268 | 113 | 3421 | 21718 |
| 2025. | 15870 | 756 | 694 | 1297 | 115 | 3500 | 22232 |
| 2026. | 16250 | 773 | 710 | 1327 | 118 | 3580 | 22758 |
| 2027. | 16640 | 790 | 726 | 1357 | 121 | 3663 | 23297 |
| 2028. | 17040 | 807 | 743 | 1389 | 123 | 3747 | 23849 |
| 2029. | 17449 | 825 | 760 | 1421 | 126 | 3833 | 24414 |
| 2030. | 17868 | 843 | 777 | 1453 | 129 | 3921 | 24991 |
| 2031. | 18296 | 862 | 795 | 1487 | 132 | 4012 | 25584 |

*Табела 3.2.21: ММ11 Београд – прогноза саобраћаја*

| Година | Просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ПА | БУС | ЛТ | СТ | ТТ | АВ | Ток |
| 2012. | 29667 | 214 | 262 | 1533 | 2088 | 2316 | 36080 |
| 2013. | 31106 | 223 | 274 | 1604 | 2185 | 2423 | 37815 |
| 2014. | 32615 | 233 | 286 | 1679 | 2287 | 2536 | 39636 |
| 2015. | 33789 | 241 | 296 | 1737 | 2366 | 2623 | 41052 |
| 2016. | 35005 | 249 | 307 | 1797 | 2448 | 2714 | 42520 |
| 2017. | 36266 | 257 | 317 | 1859 | 2532 | 2807 | 44038 |
| 2018. | 37571 | 265 | 328 | 1923 | 2619 | 2904 | 45610 |
| 2019. | 38924 | 274 | 339 | 1989 | 2710 | 3005 | 47241 |
| 2020. | 40325 | 283 | 351 | 2058 | 2803 | 3108 | 48928 |
| 2021. | 41777 | 292 | 363 | 2129 | 2900 | 3215 | 50676 |
| 2022. | 43281 | 302 | 376 | 2202 | 3000 | 3326 | 52487 |
| 2023. | 44839 | 312 | 389 | 2278 | 3103 | 3441 | 54362 |
| 2024. | 46453 | 322 | 402 | 2357 | 3211 | 3560 | 56305 |
| 2025. | 47568 | 329 | 411 | 2411 | 3284 | 3642 | 57645 |
| 2026. | 48709 | 337 | 421 | 2466 | 3360 | 3725 | 59018 |
| 2027. | 49878 | 344 | 431 | 2523 | 3437 | 3811 | 60424 |
| 2028. | 51076 | 352 | 440 | 2581 | 3516 | 3899 | 61864 |
| 2029. | 52301 | 359 | 451 | 2640 | 3597 | 3989 | 63337 |
| 2030. | 53557 | 367 | 461 | 2701 | 3680 | 4080 | 64846 |
| 2031. | 54842 | 375 | 472 | 2763 | 3764 | 4174 | 66390 |

*Табела 3.2.22: ММ12 Шабац – прогноза саобраћаја*

| Година | Просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ПА | БУС | ЛТ | СТ | ТТ | АВ | Ток |
| 2012. | 8072 | 100 | 113 | 441 | 542 | 618 | 9887 |
| 2013. | 8463 | 105 | 119 | 462 | 567 | 647 | 10363 |
| 2014. | 8874 | 109 | 124 | 483 | 594 | 677 | 10861 |
| 2015. | 9193 | 113 | 128 | 500 | 614 | 700 | 11249 |
| 2016. | 9524 | 117 | 133 | 517 | 635 | 724 | 11651 |
| 2017. | 9867 | 121 | 137 | 535 | 657 | 749 | 12067 |
| 2018. | 10222 | 125 | 142 | 553 | 680 | 775 | 12498 |
| 2019. | 10590 | 129 | 147 | 573 | 704 | 802 | 12944 |
| 2020. | 10972 | 133 | 152 | 592 | 728 | 830 | 13406 |
| 2021. | 11367 | 137 | 157 | 613 | 753 | 858 | 13885 |
| 2022. | 11776 | 142 | 163 | 634 | 779 | 888 | 14381 |
| 2023. | 12200 | 146 | 168 | 656 | 806 | 918 | 14894 |
| 2024. | 12639 | 151 | 174 | 678 | 834 | 950 | 15426 |
| 2025. | 12942 | 155 | 178 | 694 | 853 | 972 | 15794 |
| 2026. | 13253 | 158 | 182 | 710 | 872 | 994 | 16170 |
| 2027. | 13571 | 161 | 187 | 726 | 892 | 1017 | 16555 |
| 2028. | 13897 | 165 | 191 | 743 | 913 | 1041 | 16949 |
| 2029. | 14230 | 169 | 195 | 760 | 934 | 1064 | 17352 |
| 2030. | 14572 | 172 | 200 | 777 | 955 | 1089 | 17766 |
| 2031. | 14921 | 176 | 204 | 795 | 977 | 1114 | 18189 |

*Табела 3.2.23: ММ13 Ваљево – прогноза саобраћаја*

| Година | Просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ПА | БУС | ЛТ | СТ | ТТ | АВ | Ток |
| 2012. | 3527 | 50 | 88 | 202 | 272 | 252 | 4391 |
| 2013. | 3698 | 52 | 92 | 211 | 284 | 264 | 4602 |
| 2014. | 3877 | 55 | 96 | 221 | 298 | 276 | 4823 |
| 2015. | 4016 | 56 | 100 | 229 | 308 | 286 | 4995 |
| 2016. | 4161 | 58 | 103 | 237 | 318 | 296 | 5174 |
| 2017. | 4311 | 60 | 107 | 245 | 329 | 306 | 5358 |
| 2018. | 4466 | 62 | 110 | 253 | 341 | 317 | 5550 |
| 2019. | 4627 | 64 | 114 | 262 | 353 | 328 | 5748 |
| 2020. | 4793 | 66 | 118 | 271 | 365 | 339 | 5953 |
| 2021. | 4966 | 69 | 122 | 280 | 377 | 351 | 6165 |
| 2022. | 5145 | 71 | 126 | 290 | 390 | 363 | 6385 |
| 2023. | 5330 | 73 | 131 | 300 | 404 | 375 | 6613 |
| 2024. | 5522 | 76 | 135 | 311 | 418 | 388 | 6849 |
| 2025. | 5654 | 77 | 138 | 318 | 427 | 397 | 7012 |
| 2026. | 5790 | 79 | 142 | 325 | 437 | 406 | 7179 |
| 2027. | 5929 | 81 | 145 | 332 | 447 | 416 | 7350 |
| 2028. | 6071 | 83 | 148 | 340 | 457 | 425 | 7525 |
| 2029. | 6217 | 84 | 152 | 348 | 468 | 435 | 7704 |
| 2030. | 6366 | 86 | 155 | 356 | 479 | 445 | 7887 |
| 2031. | 6519 | 88 | 159 | 364 | 490 | 455 | 8075 |

*Табела 3.2.24: ММ14 Горњи Милановац – прогноза саобраћаја*

| Година | Просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ПА | БУС | ЛТ | СТ | ТТ | АВ | Ток |
| 2012. | 13385 | 154 | 237 | 625 | 1220 | 1360 | 16982 |
| 2013. | 14035 | 161 | 249 | 654 | 1277 | 1423 | 17798 |
| 2014. | 14715 | 168 | 260 | 685 | 1336 | 1489 | 18653 |
| 2015. | 15245 | 173 | 269 | 708 | 1383 | 1541 | 19319 |
| 2016. | 15794 | 179 | 278 | 733 | 1430 | 1594 | 20008 |
| 2017. | 16362 | 185 | 288 | 758 | 1480 | 1649 | 20722 |
| 2018. | 16951 | 191 | 298 | 784 | 1531 | 1706 | 21461 |
| 2019. | 17562 | 198 | 308 | 811 | 1583 | 1764 | 22226 |
| 2020. | 18194 | 204 | 319 | 839 | 1638 | 1825 | 23019 |
| 2021. | 18849 | 211 | 330 | 868 | 1695 | 1888 | 23840 |
| 2022. | 19527 | 218 | 341 | 898 | 1753 | 1953 | 24691 |
| 2023. | 20230 | 225 | 353 | 929 | 1813 | 2021 | 25572 |
| 2024. | 20959 | 232 | 365 | 961 | 1876 | 2090 | 26484 |
| 2025. | 21462 | 237 | 373 | 983 | 1919 | 2139 | 27114 |
| 2026. | 21977 | 243 | 382 | 1006 | 1963 | 2188 | 27758 |
| 2027. | 22504 | 248 | 391 | 1029 | 2008 | 2238 | 28419 |
| 2028. | 23044 | 253 | 400 | 1053 | 2055 | 2290 | 29095 |
| 2029. | 23597 | 259 | 409 | 1077 | 2102 | 2342 | 29786 |
| 2030. | 24164 | 265 | 418 | 1102 | 2150 | 2396 | 30495 |
| 2031. | 24744 | 271 | 428 | 1127 | 2200 | 2451 | 31220 |

*Табела 3.2.25: ММ15 Краљево – прогноза саобраћаја*

| Година | Просечан годишњи дневни саобраћај (ПГДС) | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ПА | БУС | ЛТ | СТ | ТТ | АВ | Ток |
| 2012. | 9959 | 136 | 215 | 492 | 602 | 674 | 12078 |
| 2013. | 10442 | 142 | 225 | 515 | 630 | 706 | 12660 |
| 2014. | 10949 | 148 | 235 | 539 | 660 | 739 | 13269 |
| 2015. | 11343 | 153 | 243 | 557 | 682 | 764 | 13743 |
| 2016. | 11751 | 158 | 251 | 576 | 706 | 790 | 14234 |
| 2017. | 12174 | 164 | 260 | 596 | 730 | 818 | 14742 |
| 2018. | 12613 | 169 | 269 | 617 | 755 | 846 | 15269 |
| 2019. | 13067 | 175 | 278 | 638 | 782 | 875 | 15814 |
| 2020. | 13537 | 180 | 288 | 660 | 809 | 905 | 16379 |
| 2021. | 14025 | 186 | 298 | 683 | 836 | 937 | 16965 |
| 2022. | 14529 | 192 | 308 | 706 | 865 | 969 | 17571 |
| 2023. | 15052 | 199 | 319 | 731 | 895 | 1002 | 18198 |
| 2024. | 15594 | 205 | 330 | 756 | 926 | 1037 | 18848 |
| 2025. | 15969 | 210 | 337 | 773 | 947 | 1061 | 19297 |
| 2026. | 16352 | 214 | 345 | 791 | 969 | 1085 | 19757 |
| 2027. | 16744 | 219 | 353 | 809 | 991 | 1110 | 20227 |
| 2028. | 17146 | 224 | 361 | 828 | 1014 | 1136 | 20709 |
| 2029. | 17558 | 229 | 370 | 847 | 1038 | 1162 | 21202 |
| 2030. | 17979 | 234 | 378 | 866 | 1061 | 1188 | 21707 |
| 2031. | 18411 | 239 | 387 | 886 | 1086 | 1216 | 22224 |

## 3.3. ОЦЕНА УСЛОВА ОДВИЈАЊА САОБРАЋАЈА

Циљ анализе услова одвијања саобраћаја, у стручној јавности познатој под називом функционално вредновање, је да покаже да ли се дуж одабраних деоница путева достигнути и очекивани саобраћајни токови могу кретати на одговарајућем нивоу услуге са аспекта основних показатеља услова одвијања саобраћаја. Другим речима, циљ је да се сагледа да ли су одабране деонице путева у могућности да прихвате достигнуте и очекиване саобраћајне токове на одговарајућем нивоу услуге са аспекта основних показатеља услова одвијања саобраћаја.

Основни показатељи услова одвијања саобраћаја су:

- релација саобраћајни ток/практични капацитет ($q_m/C$) и
- брзина саобраћајног тока ($v_e$).

Анализа услова одвијања саобраћаја спроведена је према [П29] применом Новокласичног поступка. У наредном тексту приказане су вредности наведених показатеља и оцена услова одвијања саобраћаја дуж сваке од разматраних траса путева.

## 3.3.1. Ниво услуге одабраних деоница

Према свом значају у мрежи путева Републике Србије одабране деонице путева треба да омогуће услове одвијања саобраћаја на нивоу услуге приказаном у табели 3.3.1.

*Табела: 3.3.1: Ниво услуге који треба да задовоље одабране деонице*

| ММ | Број пута | Насеље уз државни пут предвиђено за анализу са аспекта заштите од буке | Карактер одабране деонице | Захтевани ниво услуге | Критеријуми за ниво услуге | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | $q_m/C$ | $v_e$ [km/h] |
| 1 | М 22 (Е-75) | Београд, Галеника | Градска | Ц | – | ≥ 38 |
| 2 | М 7 | Футог | Градска | Ц | – | ≥ 38 |
| 3 | М 7 | Ветерник | Градска | Ц | – | ≥ 38 |
| 4 | М 7 | Нови Сад | Градска | Ц | – | ≥ 38 |
| | Р 102 | | Градска | Ц | – | ≥ 38 |
| 5 | М 1 (Е-75) | Ћуприја | Ванградска | Ц(Д) | ≤ 0,75 | ≥ 95 |
| 6 | М 1 (Е-75) | Бобовиште | Ванградска | Ц(Д) | ≤ 0,75 | ≥ 95 |
| 7 | М 1.12 (Е-80) | Ниш | Ванградска | Ц(Д) | ≤ 0,75 | ≥ 95 |
| 8 | М 1.12 (Е-80) | Ниш | Ванградска | Ц(Д) | ≤ 0,75 | ≥ 95 |
| 9 | М 1.12 (Е-80) | Пирот | Ванградска | Д | ≤ 0,64 | ≥ 82 |
| 10 | М 1 (Е-75) | Ражањ | Ванградска | Ц(Д) | ≤ 0,75 | ≥ 95 |
| 11 | М 22 (Е-760) | Београд | Градска | Ц | – | ≥ 38 |
| 12 | М 19 | Шабац | Ванградска | Д | ≤0,64 | ≥82 |
| 13 | М 21 | Ваљево | Градска | Ц | – | ≥38 |
| 14 | М 22 (Е-760) | Горњи Милановац | Ванградска | Д | ≤0,64 | ≥82 |
| 15 | М 5 (Е-761) | Краљево | Градска | Ц | – | ≥38 |

## 3.3.2. Техничко-експлоатационе карактеристике одабраних деоница

За анализу услова одвијања саобраћаја важни су одговарајући подаци о техничко-експлоатационим карактеристикама одабраних деоница путева. Обиласком терена утврђено је да се одабране деонице налазе на деловима путева код којих доминантан утицај на услове одвијања саобраћаја имају ширина возне траке и удаљеност бочних сметњи. У табели 3.3.2 приказане су основне техничко-експлоатационе карактеристике

одабраних деоница релевантне за спровођење поступка функционалног вредновања тј. оцене услова одвијања саобраћаја, односно за анализу практичног капацитета и експлоатационих брзина возила у планском периоду експлоатације пута.

*Табела: 3.3.2: Техничко-експлоатационе карактеристике одабраних деоница*

| ММ | Број пута | Насеље уз државни пут предвиђено за анализу са аспекта заштите од буке | Основни подаци о техничко-експлоатационим карактеристикама одабраних деоница | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Дужина [m] | Број возних трака | Ширина једне возне траке [m] | Удаље-ност бочних сметњи [m] | Врста коло-воза | Прегле-дност за безбедно претица-ње [%] |
| 1 | М 22 (Е-75) | Београд, Галеника | 400 | 2+2 | 3,50 | 2,0 | Асфалт | 100 |
| 2 | М 7 | Футог | 350 | 2 | 3,50 | 0,0 | Асфалт | 0 |
| 3 | М 7 | Ветерник | 350 | 2+2 | 3,50 | 0,0 | Асфалт | 0 |
| 4 | М 7 | Нови Сад | 150 | 2+2 | 3,50 | 0,0 | Асфалт | 0 |
| | Р 102 | | 120 | 2+2 | 3,50 | 0,0 | Асфалт | 100 |
| 5 | М 1 (Е-75) | Ћуприја | 450 | 2+2 | 3,75 | 2,0 | Асфалт | 100 |
| 6 | М 1 (Е-75) | Бобовиште | 300 | 2+2 | 3,75 | 2,0 | Асфалт | 100 |
| 7 | М 1.12 (Е-80) | Ниш | 680 | 2+2 | 3,75 | 2,0 | Асфалт | 100 |
| 8 | М 1.12 (Е-80) | Ниш | 150 | 2+2 | 3,75 | 2,0 | Асфалт | 100 |
| 9 | М 1.12 (Е-80) | Пирот | 200 | 2 | 3,50 | 1,5 | Асфалт | – |
| 10 | М 1 (Е-75) | Ражањ | 700 | 2+2 | 3,75 | 2,0 | Асфалт | 100 |
| 11 | М 22 (Е-760) | Београд | 200 | 2 | 3,50 | 1,5 | Асфалт | 0 |
| 12 | М 19 | Шабац | 800 | 2 | 3,50 | 1,5 | Асфалт | 100 |
| 13 | М 21 | Ваљево | 500 | 2 | 3,50 | 1,5 | Асфалт | 0 |
| 14 | М 22 (Е-760) | Горњи Милановац | 500 | 2 | 3,50 | 1,5 | Асфалт | 0 |
| 15 | М 5 (Е-761) | Краљево | 400 | 2 | 3,50 | 1,5 | Асфалт | 0 |

## 3.3.3. Анализа практичног капацитета одабраних деоница

Анализа капацитета спроведена је са аспекта утицаја на услове одвијања саобраћаја и то ширине возних трака и удаљености бочних сметњи. При изради ове Студије није се располагало проценом промене стања коловоза у планском периоду експлоатације.

У оквиру ове Студије приказани су:
1) анализа брзине при практичном капацитету ($v_c$), табела 3.3.3,
2) анализа густине при практичном капацитету ($g_c$), табела 3.3.4 и
3) анализа практичног капацитета ($C$), табела 3.3.5.

*Табела: 3.3.3: Анализа брзине при практичном капацитету ($v_c$)*

| **ММ** | **Број пута** | **Насеље уз државни пут предвиђено за анализу са аспекта заштите од буке** | **Дужина [m]** | **Анализа брзине при практичном капацитету са аспекта ширине возне траке (S) и удаљености бочних сметњи (BS) $v_c$ (S,BS)** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | $F_{ŠT}$ | $F_{BS}$ | $F_{Va/b}$ | $v_{c0}$ [km/h] | $v_c$ (S,BS) [km/h] |
| 1 | М 22 (Е-75) | Београд, Галеника | 400 | 1,00 | 0,90 | $F_N$=1,00 | 60 | 54,0 |
| 2 | М 7 | Футог | 350 | 1,00 | 0,90 | 1,034 | 55 | 51,2 |
| 3 | М 7 | Ветерник | 350 | 1,00 | 0,90 | 1,034 | 55 | 51,2 |
| 4 | М 7 | Нови Сад | 150 | 1,00 | 0,90 | 1,034 | 55 | 51,2 |
| | Р 102 | | 120 | 1,00 | 0,90 | 1,034 | 55 | 51,2 |
| 5 | М 1 (Е-75) | Ћуприја | 450 | 1,00 | 1,00 | $F_N$=1,00 | 85 | 85,0 |
| 6 | М 1 (Е-75) | Бобовиште | 300 | 1,00 | 1,00 | $F_N$=1,00 | 85 | 85,0 |
| 7 | М 1.12 (Е-80) | Ниш | 680 | 1,00 | 1,00 | $F_N$=1,00 | 85 | 85,0 |
| 8 | М 1.12 (Е-80) | Ниш | 150 | 1,00 | 1,00 | $F_N$=1,00 | 85 | 85,0 |
| 9 | М 1.12 (Е-80) | Пирот | 200 | 1,00 | 0,98 | 1,034 | 72,5 | 73,5 |
| 10 | М 1 (Е-75) | Ражањ | 700 | 1,00 | 1,00 | $F_N$=1,00 | 85 | 85,0 |
| 11 | М 22 (Е-760) | Београд | 200 | 1,00 | 0,98 | 1,034 | 65 | 65,9 |
| 12 | М 19 | Шабац | 800 | 1,00 | 0,98 | 1,034 | 72,5 | 73,5 |
| 13 | М 21 | Ваљево | 500 | 1,00 | 0,98 | 1,034 | 65 | 65,9 |
| 14 | М 22 (Е-760) | Горњи Милановац | 500 | 1,00 | 0,98 | 1,034 | 65 | 65,9 |
| 15 | М 5 (Е-761) | Краљево | 400 | 1,00 | 0,98 | 1,034 | 65 | 65,9 |

*Табела: 3.3.4: Анализа густине при практичном капацитету ($g_c$)*

| ММ | Број пута | Насеље уз државни пут предвиђено за анализу са аспекта заштите од буке | Дужина [m] | Анализа густине при практичном капацитету са аспекта ширине возне траке (S) и удаљености бочних сметњи (BS) $g_c$ (S,BS) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | a/b | KV [%] | gco | $F_{ga/b}$ | $F_{KV}$ | $g_c$ (S,BS) [PA/km] |
| 1 | M 22 (E-75) | Београд, Галеника | 400 | – | 18 | 35,30 | N=2 | 0,954 | 67,3* |
| 2 | M 7 | Футог | 350 | 60 | 18 | 39,50 | 0,923 | 0,954 | 34,7 |
| 3 | M 7 | Ветерник | 350 | – | 18 | 35,30 | N=2 | 0,954 | 67,4* |
| 4 | M 7 | Нови Сад | 150 | – | 18 | 35,30 | N=2 | 0,954 | 67,4* |
| | P 102 | | 120 | – | 18 | 35,30 | N=2 | 0,954 | 67,4* |
| 5 | M 1 (E-75) | Ћуприја | 450 | – | 27 | 25,88 | N=2 | 0,922 | 47,7* |
| 6 | M 1 (E-75) | Бобовиште | 300 | – | 29 | 25,88 | N=2 | 0,927 | 48,0* |
| 7 | M 1.12 (E-80) | Ниш | 680 | – | 28 | 25,88 | N=2 | 0,930 | 48,1* |
| 8 | M 1.12 (E-80) | Ниш | 150 | – | 33 | 25,88 | N=2 | 0,918 | 47,5* |
| 9 | M 1.12 (E-80) | Пирот | 200 | 60 | 31 | 39,50 | 0,923 | 0,920 | 33,5 |
| 10 | M 1 (E-75) | Ражањ | 700 | – | 29 | 25,88 | N=2 | 0,927 | 48,0* |
| 11 | M 22 (E-760) | Београд | 200 | 60 | 18 | 39,50 | 0,923 | 0,954 | 34,7 |
| 12 | M 19 | Шабац | 800 | 60 | 31 | 39,50 | 0,923 | 0,920 | 33,5 |
| 13 | M 21 | Ваљево | 500 | 60 | 18 | 39,50 | 0,923 | 0,950 | 34,6 |
| 14 | M 22 (E-760) | Горњи Милановац | 500 | 60 | 18 | 39,50 | 0,923 | 0,948 | 35,9 |
| 15 | M 5 (E-761) | Краљево | 400 | 60 | 18 | 39,50 | 0,923 | 0,954 | 34,7 |

** у једном смеру вожње*

*Табела: 3.3.5: Анализа практичног капацитета (C)*

| ММ | Број пута | Насеље уз државни пут предвиђено за анализу са аспекта заштите од буке | Дужина [m] | Брзина при практичном капацитету $v_c$ [km/h] | Густина при практичном капацитету $g_c$ [PA/km] | ПРАКТИЧНИ КАПАЦИТЕТ $C$ [возила/час] |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | M 22 (E-75) | Београд, Галеника | 400 | 54,0 | 67,3* | 3634* |
| 2 | M 7 | Футог | 350 | 51,2 | 34,7 | 1777 |
| 3 | M 7 | Ветерник | 350 | 51,2 | 67,4* | 3634* |
| 4 | M 7 | Нови Сад | 150 | 51,2 | 67,4* | 3634* |
| | P 102 | | 120 | 51,2 | 67,4* | 3634* |
| 5 | M 1 (E-75) | Ћуприја | 450 | 85,0 | 47,7* | 4055* |
| 6 | M 1 (E-75) | Бобовиште | 300 | 85,0 | 48,0* | 4080* |
| 7 | M 1.12 (E-80) | Ниш | 680 | 85,0 | 48,1* | 4088* |
| 8 | M 1.12 (E-80) | Ниш | 150 | 85,0 | 47,5* | 4038* |
| 9 | M 1.12 (E-80) | Пирот | 200 | 73,5 | 33,5 | 2462 |
| 10 | M 1 (E-75) | Ражањ | 700 | 85,0 | 48,0* | 4080* |
| 11 | M 22 (E-760) | Београд | 200 | 65,9 | 34,7 | 2287 |
| 12 | M 19 | Шабац | 800 | 73,5 | 33,5 | 2462 |
| 13 | M 21 | Ваљево | 500 | 65,9 | 34,6 | 2280 |
| 14 | M 22 (E-760) | Горњи Милановац | 500 | 65,9 | 35,9 | 2365 |
| 15 | M 5 (E-761) | Краљево | 400 | 65,9 | 34,7 | 2287 |

** у једном смеру вожње*

## 3.3.4. Анализа брзина на одабраним деоницама

У табелама 3.3.6–3.3.21 приказани су резултати анализе експлоатационих брзина ($v_e$) по основним врстама возила и укупан саобраћајни ток у базној (2009.) години и у планском периоду експлоатације од 2012. до 2031. године.

*Табела 3.3.6: ММ 1 Београд, Галеника – анализа брзина (градска деоница)*

| Година | Експлоатационе брзине возила [km/h] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $v_{eПА}$ | $v_{eБУС}$ | $v_{eЛТ}$ | $v_{eСТ}$ | $v_{eТТ}$ | $v_{eАВ}$ | $v_{eТОК}$ |
| 2009. | 66 | 58 | 58 | 54 | 51 | 46 | 64 |
| 2012. | 65 | 57 | 57 | 52 | 49 | 45 | 62 |
| 2013. | 64 | 56 | 56 | 51 | 49 | 44 | 61 |
| 2014. | 64 | 56 | 56 | 51 | 48 | 44 | 61 |
| 2015. | 63 | 55 | 55 | 51 | 48 | 43 | 60 |
| 2016. | 63 | 55 | 55 | 50 | 48 | 43 | 60 |
| 2017. | 62 | 55 | 55 | 50 | 47 | 43 | 60 |
| 2018. | 62 | 54 | 54 | 49 | 47 | 42 | 59 |
| 2019. | 61 | 54 | 54 | 49 | 46 | 42 | 59 |
| 2020. | 61 | 53 | 53 | 48 | 46 | 41 | 58 |
| 2021. | 60 | 53 | 53 | 48 | 45 | 41 | 58 |
| 2022. | 60 | 52 | 52 | 47 | 45 | 40 | 57 |
| 2023. | 59 | 52 | 52 | 47 | 44 | 40 | 57 |
| 2024. | 59 | 51 | 51 | 46 | 44 | 39 | 56 |
| 2025. | 58 | 51 | 51 | 46 | 44 | 39 | 56 |
| 2026. | 58 | 50 | 50 | 46 | 43 | 39 | 55 |
| 2027. | 58 | 50 | 50 | 45 | 43 | 38 | 55 |
| 2028. | 57 | 50 | 50 | 45 | 43 | 38 | 55 |
| 2029. | 57 | 49 | 49 | 45 | 42 | 38 | 54 |
| 2030. | 56 | 49 | 49 | 44 | 42 | 37 | 54 |
| 2031. | – | – | – | – | – | – | 53 |

* $1{,}0<q_m/C<1{,}5$

*Табела 3.3.7:ММ 2 Футог – анализа саобраћаја (градска деоница)*

| Година | Експлоатационе брзине возила [km/h] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $v_{eПА}$ | $v_{eБУС}$ | $v_{eЛТ}$ | $v_{eСТ}$ | $v_{eТТ}$ | $v_{eАБ}$ | $v_{eТОК}$ |
| 2009. | 65 | 57 | 57 | 52 | 50 | 45 | 63 |
| 2012. | 63 | 55 | 55 | 50 | 48 | 43 | 61 |
| 2013. | 62 | 55 | 55 | 50 | 47 | 43 | 60 |
| 2014. | 62 | 54 | 54 | 49 | 47 | 42 | 59 |
| 2015. | 61 | 54 | 54 | 49 | 46 | 42 | 59 |
| 2016. | 61 | 53 | 53 | 48 | 46 | 41 | 58 |
| 2017. | 60 | 53 | 53 | 48 | 45 | 41 | 58 |
| 2018. | 60 | 52 | 52 | 47 | 45 | 40 | 57 |
| 2019. | 59 | 52 | 52 | 47 | 44 | 40 | 57 |
| 2020. | 59 | 51 | 51 | 46 | 44 | 39 | 56 |
| 2021. | 58 | 50 | 50 | 46 | 43 | 39 | 56 |
| 2022. | 58 | 50 | 50 | 45 | 43 | 38 | 55 |
| 2023. | 57 | 49 | 49 | 45 | 42 | 38 | 55 |
| 2024. | 56 | 49 | 49 | 44 | 42 | 37 | 54 |
| 2025. | 56 | 48 | 48 | 44 | 41 | 37 | 54 |
| 2026. | 55 | 48 | 48 | 43 | 41 | 36 | 53 |
| 2027. | 55 | 47 | 47 | 43 | 40 | 36 | 53 |
| 2028. | 54 | 47 | 47 | 42 | 40 | 35 | 52 |
| 2029. | 54 | 47 | 47 | 42 | 40 | 35 | 52 |
| 2030. | 53 | 46 | 46 | 41 | 39 | 35 | 51 |
| 2031. | 53 | 46 | 46 | 41 | 39 | 34 | 51 |

*Табела 3.3.8: ММ 3 Ветерник - анализа брзина (градска деоница)*

| Година | Експлоатационе брзине возила [km/h] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $v_{eПА}$ | $v_{eБУС}$ | $v_{eЛТ}$ | $v_{eСТ}$ | $v_{eТТ}$ | $v_{eАБ}$ | $v_{eТОК}$ |
| 2009. | 72 | 64 | 64 | 59 | 56 | 52 | 70 |
| 2012. | 72 | 63 | 63 | 59 | 56 | 51 | 69 |
| 2013. | 72 | 63 | 63 | 58 | 55 | 51 | 69 |
| 2014. | 71 | 63 | 63 | 58 | 55 | 51 | 69 |
| 2015. | 71 | 63 | 63 | 58 | 55 | 51 | 69 |
| 2016. | 71 | 63 | 63 | 58 | 55 | 50 | 69 |
| 2017. | 71 | 63 | 63 | 58 | 55 | 50 | 68 |
| 2018. | 71 | 63 | 63 | 58 | 55 | 50 | 68 |
| 2019. | 71 | 62 | 62 | 58 | 55 | 50 | 68 |
| 2020. | 70 | 62 | 62 | 57 | 54 | 50 | 68 |
| 2021. | 70 | 62 | 62 | 57 | 54 | 50 | 68 |
| 2022. | 70 | 62 | 62 | 57 | 54 | 50 | 68 |
| 2023. | 70 | 62 | 62 | 57 | 54 | 49 | 67 |
| 2024. | 70 | 62 | 62 | 57 | 54 | 49 | 67 |
| 2025. | 70 | 61 | 61 | 57 | 54 | 49 | 67 |
| 2026. | 70 | 61 | 61 | 57 | 54 | 49 | 67 |
| 2027. | 69 | 61 | 61 | 56 | 53 | 49 | 67 |
| 2028. | 69 | 61 | 61 | 56 | 53 | 49 | 67 |
| 2029. | 69 | 61 | 61 | 56 | 53 | 49 | 67 |
| 2030. | 69 | 61 | 61 | 56 | 53 | 49 | 67 |
| 2031. | 69 | 61 | 61 | 56 | 53 | 48 | 66 |

*Табела 3.3.9: ММ 4 Нови Сад – М 7 – анализа брзина (градска деоница)*

| Година | Експлоатационе брзине возила [km/h] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $v_{eПА}$ | $v_{eБУС}$ | $v_{eЛТ}$ | $v_{eСТ}$ | $v_{eТТ}$ | $v_{eАВ}$ | $v_{eТОК}$ |
| 2009. | 71 | 63 | 63 | 58 | 55 | 50 | 68 |
| 2012. | 70 | 62 | 62 | 57 | 54 | 50 | 68 |
| 2013. | 70 | 62 | 62 | 57 | 54 | 49 | 67 |
| 2014. | 70 | 61 | 61 | 57 | 54 | 49 | 67 |
| 2015. | 69 | 61 | 61 | 56 | 54 | 49 | 67 |
| 2016. | 69 | 61 | 61 | 56 | 53 | 49 | 67 |
| 2017. | 69 | 61 | 61 | 56 | 53 | 49 | 67 |
| 2018. | 69 | 61 | 61 | 56 | 53 | 48 | 66 |
| 2019. | 69 | 60 | 60 | 56 | 53 | 48 | 66 |
| 2020. | 68 | 60 | 60 | 55 | 53 | 48 | 66 |
| 2021. | 68 | 60 | 60 | 55 | 52 | 48 | 66 |
| 2022. | 68 | 60 | 60 | 55 | 52 | 48 | 65 |
| 2023. | 68 | 60 | 60 | 55 | 52 | 47 | 65 |
| 2024. | 67 | 59 | 59 | 55 | 52 | 47 | 65 |
| 2025. | 67 | 59 | 59 | 54 | 52 | 47 | 65 |
| 2026. | 67 | 59 | 59 | 54 | 51 | 47 | 65 |
| 2027. | 67 | 59 | 59 | 54 | 51 | 47 | 64 |
| 2028. | 67 | 59 | 59 | 54 | 51 | 46 | 64 |
| 2029. | 66 | 58 | 58 | 54 | 51 | 46 | 64 |
| 2030. | 66 | 58 | 58 | 53 | 51 | 46 | 64 |
| 2031. | 66 | 58 | 58 | 53 | 50 | 46 | 64 |

*Напомена: У табели су дате брзине дуж деонице ван вршног саобраћајног оптерећења. С обзиром на то да се објекат који је потребно штитити од буке налази непосредно уз семафорску раскрсницу брзине нису веће од 10 – 30 km/h.*

*Табела 3.3.10: ММ 4 Нови Сад – Р 102 – анализа брзина (градска деоница)*

| Година | Експлоатационе брзине возила [km/h] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $v_{eПА}$ | $v_{eБУС}$ | $v_{eЛТ}$ | $v_{eСТ}$ | $v_{eТТ}$ | $v_{eАВ}$ | $v_{eТОК}$ |
| 2009. | 72 | 63 | 63 | 59 | 56 | 51 | 69 |
| 2012. | 71 | 63 | 63 | 58 | 55 | 50 | 69 |
| 2013. | 71 | 63 | 63 | 58 | 55 | 50 | 68 |
| 2014. | 71 | 62 | 62 | 58 | 55 | 50 | 68 |
| 2015. | 71 | 62 | 62 | 58 | 55 | 50 | 68 |
| 2016. | 70 | 62 | 62 | 57 | 54 | 50 | 68 |
| 2017. | 70 | 62 | 62 | 57 | 54 | 50 | 68 |
| 2018. | 70 | 62 | 62 | 57 | 54 | 50 | 68 |
| 2019. | 70 | 62 | 62 | 57 | 54 | 49 | 67 |
| 2020. | 70 | 61 | 61 | 57 | 54 | 49 | 67 |
| 2021. | 70 | 61 | 61 | 57 | 54 | 49 | 67 |
| 2022. | 69 | 61 | 61 | 56 | 53 | 49 | 67 |
| 2023. | 69 | 61 | 61 | 56 | 53 | 49 | 67 |
| 2024. | 69 | 61 | 61 | 56 | 53 | 49 | 66 |
| 2025. | 69 | 61 | 61 | 56 | 53 | 48 | 66 |
| 2026. | 69 | 60 | 60 | 56 | 53 | 48 | 66 |
| 2027. | 68 | 60 | 60 | 56 | 53 | 48 | 66 |
| 2028. | 68 | 60 | 60 | 55 | 52 | 48 | 66 |
| 2029. | 68 | 60 | 60 | 55 | 52 | 48 | 66 |
| 2030. | 68 | 60 | 60 | 55 | 52 | 48 | 66 |
| 2031. | 68 | 60 | 60 | 55 | 52 | 48 | 65 |

*Напомена: У табели су дате брзине дуж деонице ван вршног саобраћајног оптерећења. С обзиром на то да се објекат који је потребно штитити од буке налази непосредно уз семафорску раскрсницу брзине нису веће од 10 – 30 km/h.*

*Табела 3.3.11: ММ 5 Ћуприја – анализа брзина (вангрaдска деоница)*

| Година | Експлоатационе брзине возила [km/h] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $v_{eПА}$ | $v_{eБУС}$ | $v_{eЛТ}$ | $v_{eСТ}$ | $v_{eТТ}$ | $v_{eАВ}$ | $v_{eТОК}$ |
| 2009. | 106 | 86 | 86 | 76 | 76 | 71 | 98 |
| 2012. | 106 | 86 | 86 | 76 | 76 | 71 | 98 |
| 2013. | 105 | 85 | 85 | 75 | 75 | 70 | 97 |
| 2014. | 105 | 85 | 85 | 75 | 75 | 70 | 97 |
| 2015. | 105 | 85 | 85 | 75 | 75 | 70 | 97 |
| 2016. | 105 | 85 | 85 | 75 | 75 | 70 | 97 |
| 2017. | 105 | 85 | 85 | 75 | 75 | 70 | 97 |
| 2018. | 104 | 84 | 84 | 74 | 74 | 69 | 96 |
| 2019. | 104 | 84 | 84 | 74 | 74 | 69 | 96 |
| 2020. | 104 | 84 | 84 | 74 | 74 | 69 | 96 |
| 2021. | 104 | 84 | 84 | 74 | 74 | 69 | 96 |
| 2022. | 104 | 84 | 84 | 74 | 74 | 69 | 96 |
| 2023. | 103 | 83 | 83 | 73 | 73 | 68 | 95 |
| 2024. | 103 | 83 | 83 | 73 | 73 | 68 | 95 |
| 2025. | 103 | 83 | 83 | 73 | 73 | 68 | 95 |
| 2026. | 103 | 83 | 83 | 73 | 73 | 68 | 95 |
| 2027. | 103 | 83 | 83 | 73 | 73 | 68 | 95 |
| 2028. | 102 | 82 | 82 | 72 | 72 | 67 | 95 |
| 2029. | 102 | 82 | 82 | 72 | 72 | 67 | 95 |
| 2030. | 102 | 82 | 82 | 72 | 72 | 67 | 95 |
| 2031. | 102 | 82 | 82 | 72 | 72 | 67 | 95 |

*Табела 3.3.12: ММ 6 Бобовиште – анализа брзина (вангрaдска деоница)*

| Година | Експлоатационе брзине возила [km/h] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $v_{eПА}$ | $v_{eБУС}$ | $v_{eЛТ}$ | $v_{eСТ}$ | $v_{eТТ}$ | $v_{eАВ}$ | $v_{eТОК}$ |
| 2009. | 107 | 87 | 87 | 77 | 77 | 72 | 98 |
| 2012. | 107 | 87 | 87 | 77 | 77 | 72 | 98 |
| 2013. | 107 | 87 | 87 | 77 | 77 | 72 | 98 |
| 2014. | 106 | 86 | 86 | 76 | 76 | 71 | 98 |
| 2015. | 106 | 86 | 86 | 76 | 76 | 71 | 97 |
| 2016. | 106 | 86 | 86 | 76 | 76 | 71 | 97 |
| 2017. | 106 | 86 | 86 | 76 | 76 | 71 | 97 |
| 2018. | 106 | 86 | 86 | 76 | 76 | 71 | 97 |
| 2019. | 106 | 86 | 86 | 76 | 76 | 71 | 97 |
| 2020. | 106 | 86 | 86 | 76 | 76 | 71 | 97 |
| 2021. | 105 | 85 | 85 | 75 | 75 | 70 | 97 |
| 2022. | 105 | 85 | 85 | 75 | 75 | 70 | 96 |
| 2023. | 105 | 85 | 85 | 75 | 75 | 70 | 96 |
| 2024. | 105 | 85 | 85 | 75 | 75 | 70 | 96 |
| 2025. | 105 | 85 | 85 | 75 | 75 | 70 | 96 |
| 2026. | 105 | 85 | 85 | 75 | 75 | 70 | 96 |
| 2027. | 104 | 84 | 84 | 74 | 74 | 69 | 96 |
| 2028. | 104 | 84 | 84 | 74 | 74 | 69 | 96 |
| 2029. | 104 | 84 | 84 | 74 | 74 | 69 | 96 |
| 2030. | 104 | 84 | 84 | 74 | 74 | 69 | 95 |
| 2031. | 104 | 84 | 84 | 74 | 74 | 69 | 95 |

*Табела 3.3.13: ММ 7 Ниш – анализа брзина (ванградска деоница)*

| Година | Експлоатационе брзине возила [km/h] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $v_{eПА}$ | $v_{eБУС}$ | $v_{eЛТ}$ | $v_{eСТ}$ | $v_{eТТ}$ | $v_{eАВ}$ | $v_{eТОК}$ |
| 2009. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 99 |
| 2012. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 99 |
| 2013. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 99 |
| 2014. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 99 |
| 2015. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 99 |
| 2016. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 99 |
| 2017. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 99 |
| 2018. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 99 |
| 2019. | 107 | 87 | 87 | 77 | 77 | 72 | 98 |
| 2020. | 107 | 87 | 87 | 77 | 77 | 72 | 98 |
| 2021. | 107 | 87 | 87 | 77 | 77 | 72 | 98 |
| 2022. | 107 | 87 | 87 | 77 | 77 | 72 | 98 |
| 2023. | 107 | 87 | 87 | 77 | 77 | 72 | 98 |
| 2024. | 107 | 87 | 87 | 77 | 77 | 72 | 98 |
| 2025. | 107 | 87 | 87 | 77 | 77 | 72 | 98 |
| 2026. | 107 | 87 | 87 | 77 | 77 | 72 | 98 |
| 2027. | 107 | 87 | 87 | 77 | 77 | 72 | 98 |
| 2028. | 107 | 87 | 87 | 77 | 77 | 72 | 98 |
| 2029. | 107 | 87 | 87 | 77 | 77 | 72 | 98 |
| 2030. | 107 | 87 | 87 | 77 | 77 | 72 | 98 |
| 2031. | 106 | 86 | 86 | 76 | 76 | 71 | 98 |

*Табела 3.3.14: ММ 8 Ниш – анализа брзина (ванградска деоница)*

| Година | Експлоатационе брзине возила [km/h] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $v_{eПА}$ | $v_{eБУС}$ | $v_{eЛТ}$ | $v_{eСТ}$ | $v_{eТТ}$ | $v_{eАВ}$ | $v_{eТОК}$ |
| 2009. | 109 | 89 | 89 | 79 | 79 | 74 | 98 |
| 2012. | 109 | 89 | 89 | 79 | 79 | 74 | 98 |
| 2013. | 109 | 89 | 89 | 79 | 79 | 74 | 98 |
| 2014. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 98 |
| 2015. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 98 |
| 2016. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 98 |
| 2017. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 98 |
| 2018. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 98 |
| 2019. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 98 |
| 2020. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 97 |
| 2021. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 97 |
| 2022. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 97 |
| 2023. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 97 |
| 2024. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 97 |
| 2025. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 97 |
| 2026. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 97 |
| 2027. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 97 |
| 2028. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 97 |
| 2029. | 108 | 88 | 88 | 78 | 78 | 73 | 97 |
| 2030. | 107 | 87 | 87 | 77 | 77 | 72 | 97 |
| 2031. | 107 | 87 | 87 | 77 | 77 | 72 | 97 |

*Табела 3.3.15: ММ 9 Пирот – анализа брзина (ванградска деоница)*

| Година | Експлоатационе брзине возила [km/h] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $v_{eПА}$ | $v_{eБУС}$ | $v_{eЛТ}$ | $v_{eСТ}$ | $v_{eТТ}$ | $v_{eАВ}$ | $v_{eТОК}$ |
| 2009. | 96 | 72 | 72 | 67 | 64 | 59 | 85 |
| 2012. | 95 | 71 | 71 | 66 | 63 | 58 | 84 |
| 2013. | 94 | 71 | 71 | 66 | 62 | 58 | 84 |
| 2014. | 94 | 70 | 70 | 66 | 62 | 58 | 84 |
| 2015. | 94 | 70 | 70 | 66 | 62 | 58 | 84 |
| 2016. | 94 | 70 | 70 | 65 | 62 | 57 | 83 |
| 2017. | 94 | 70 | 70 | 65 | 62 | 57 | 83 |
| 2018. | 93 | 70 | 70 | 65 | 61 | 57 | 83 |
| 2019. | 93 | 69 | 69 | 65 | 61 | 57 | 83 |
| 2020. | 93 | 69 | 69 | 64 | 61 | 57 | 82 |
| 2021. | 93 | 69 | 69 | 64 | 61 | 56 | 82 |
| 2022. | 92 | 69 | 69 | 64 | 61 | 56 | 82 |
| 2023. | 92 | 68 | 68 | 64 | 60 | 56 | 82 |
| 2024. | 92 | 68 | 68 | 63 | 60 | 56 | 81 |
| 2025. | 92 | 68 | 68 | 63 | 60 | 55 | 81 |
| 2026. | 91 | 68 | 68 | 63 | 60 | 55 | 81 |
| 2027. | 91 | 68 | 68 | 63 | 60 | 55 | 81 |
| 2028. | 91 | 67 | 67 | 63 | 59 | 55 | 81 |
| 2029. | 91 | 67 | 67 | 62 | 59 | 55 | 80 |
| 2030. | 90 | 67 | 67 | 62 | 59 | 54 | 80 |
| 2031. | 90 | 67 | 67 | 62 | 59 | 54 | 80 |

*Табела 3.3.16: ММ 10 Ражањ – анализа брзина (ванградска деоница)*

| Година | Експлоатационе брзине возила [km/h] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $v_{eПА}$ | $v_{eБУС}$ | $v_{eЛТ}$ | $v_{eСТ}$ | $v_{eТТ}$ | $v_{eАВ}$ | $v_{eТОК}$ |
| 2009. | 107 | 87 | 87 | 77 | 77 | 72 | 98 |
| 2012. | 107 | 87 | 87 | 77 | 77 | 72 | 98 |
| 2013. | 107 | 87 | 87 | 77 | 77 | 72 | 98 |
| 2014. | 106 | 86 | 86 | 76 | 76 | 71 | 98 |
| 2015. | 106 | 86 | 86 | 76 | 76 | 71 | 97 |
| 2016. | 106 | 86 | 86 | 76 | 76 | 71 | 97 |
| 2017. | 106 | 86 | 86 | 76 | 76 | 71 | 97 |
| 2018. | 106 | 86 | 86 | 76 | 76 | 71 | 97 |
| 2019. | 106 | 86 | 86 | 76 | 76 | 71 | 97 |
| 2020. | 106 | 86 | 86 | 76 | 76 | 71 | 97 |
| 2021. | 105 | 85 | 85 | 75 | 75 | 70 | 97 |
| 2022. | 105 | 85 | 85 | 75 | 75 | 70 | 96 |
| 2023. | 105 | 85 | 85 | 75 | 75 | 70 | 96 |
| 2024. | 105 | 85 | 85 | 75 | 75 | 70 | 96 |
| 2025. | 105 | 85 | 85 | 75 | 75 | 70 | 96 |
| 2026. | 105 | 85 | 85 | 75 | 75 | 70 | 96 |
| 2027. | 104 | 84 | 84 | 74 | 74 | 69 | 96 |
| 2028. | 104 | 84 | 84 | 74 | 74 | 69 | 96 |
| 2029. | 104 | 84 | 84 | 74 | 74 | 69 | 96 |
| 2030. | 104 | 84 | 84 | 74 | 74 | 69 | 95 |
| 2031. | 104 | 84 | 84 | 74 | 74 | 69 | 95 |

*Табела 3.3.17: ММ 11 Београд – анализа брзина (градска деоница)*

| Година | Експлоатационе брзине возила [km/h] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $v_{eПА}$ | $v_{eБУС}$ | $v_{eЛТ}$ | $v_{eСТ}$ | $v_{eТТ}$ | $v_{eАВ}$ | $v_{eТОК}$ |
| 2009. | 70 | 57 | 57 | 52 | 50 | 45 | 67 |
| 2012. | – | – | – | – | – | – | 51* |
| 2013. | – | – | – | – | – | – | 42* |
| 2014. | – | – | – | – | – | – | 36* |
| 2015. | – | – | – | – | – | – | 32* |
| 2016. | – | – | – | – | – | – | 29* |
| 2017. | – | – | – | – | – | – | 26* |
| 2018. | – | – | – | – | – | – | 24* |
| 2019. | – | – | – | – | – | – | 22* |
| 2020. | – | – | – | – | – | – | 20* |
| 2021. | – | – | – | – | – | – | 18** |
| 2022. | – | – | – | – | – | – | 17** |
| 2023. | – | – | – | – | – | – | 15** |
| 2024. | – | – | – | – | – | – | 14** |
| 2025. | – | – | – | – | – | – | 14** |
| 2026. | – | – | – | – | – | – | 14** |
| 2027. | – | – | – | – | – | – | 12** |
| 2028. | – | – | – | – | – | – | 12** |
| 2029. | – | – | – | – | – | – | 12** |
| 2030. | – | – | – | – | – | – | 10** |
| 2031. | – | – | – | – | – | – | 10** |

* $1,0<q_m/C<1,5$
** $1,5<q_m/C$

*Напомена:*

*Завршетком изградње обилазнице од Београда према Бубањ Потоку и изградњом аутопута Београд – Пожега значајан део транзитних саобраћајних токова прећи ће на нове саобраћајнице. Прерасподела саобраћајних токова утицаће да однос релације ток/капацитет буде < 1, а самим тим доћи ће и до промене експлоатаицоних брзина возила на деоници М11 у зони насеља Видиковац.*

*Табела 3.3.18: ММ 12 Шабац – анализа брзина (вангрaдска деоница)*

| Година | Експлоатационе брзине возила [km/h] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $V_{eПА}$ | $V_{eБУС}$ | $V_{eЛТ}$ | $V_{eСТ}$ | $V_{eТТ}$ | $V_{eАВ}$ | $V_{eТОК}$ |
| 2009. | 91 | 67 | 67 | 63 | 59 | 55 | **85** |
| 2012. | 89 | 66 | 66 | 61 | 58 | 53 | **83** |
| 2013. | 89 | 65 | 65 | 60 | 57 | 53 | **83** |
| 2014. | 88 | 65 | 65 | 60 | 57 | 52 | **82** |
| 2015. | 88 | 64 | 64 | 59 | 56 | 52 | **82** |
| 2016. | 87 | 64 | 64 | 59 | 56 | 51 | **81** |
| 2017. | 87 | 63 | 63 | 59 | 56 | 51 | **81** |
| 2018. | 86 | 63 | 63 | 58 | 55 | 51 | **81** |
| 2019. | 86 | 62 | 62 | 58 | 55 | 50 | **80** |
| 2020. | 85 | 62 | 62 | 57 | 54 | 50 | **80** |
| 2021. | 85 | 61 | 61 | 57 | 54 | 49 | **79** |
| 2022. | 84 | 61 | 61 | 56 | 53 | 49 | **79** |
| 2023. | 84 | 60 | 60 | 56 | 53 | 48 | **78** |
| 2024. | 83 | 60 | 60 | 55 | 52 | 48 | **77** |
| 2025. | 83 | 59 | 59 | 55 | 52 | 47 | **77** |
| 2026. | 82 | 59 | 59 | 54 | 51 | 47 | **77** |
| 2027. | 82 | 59 | 59 | 54 | 51 | 47 | **76** |
| 2028. | 81 | 58 | 58 | 53 | 51 | 46 | **76** |
| 2029. | 81 | 58 | 58 | 53 | 50 | 46 | **75** |
| 2030. | 80 | 57 | 57 | 53 | 50 | 45 | **75** |
| 2031. | 80 | 57 | 57 | 52 | 49 | 45 | **74** |

*Табела 3.3.19: ММ 13 Ваљево – анализа брзина (градска деоница)*

| Година | Експлоатационе брзине возила [km/h] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $V_{eПА}$ | $V_{eБУС}$ | $V_{eЛТ}$ | $V_{eСТ}$ | $V_{eТТ}$ | $V_{eАВ}$ | $V_{eТОК}$ |
| 2009. | 74 | 66 | 66 | 61 | 58 | 53 | **71** |
| 2012. | 74 | 66 | 66 | 61 | 58 | 53 | **71** |
| 2013. | 74 | 66 | 66 | 61 | 58 | 53 | **71** |
| 2014. | 74 | 66 | 66 | 61 | 58 | 53 | **71** |
| 2015. | 74 | 65 | 65 | 61 | 58 | 53 | **71** |
| 2016. | 74 | 65 | 65 | 61 | 58 | 53 | **71** |
| 2017. | 74 | 65 | 65 | 61 | 57 | 53 | **71** |
| 2018. | 74 | 65 | 65 | 61 | 57 | 53 | **71** |
| 2019. | 74 | 65 | 65 | 61 | 57 | 53 | **71** |
| 2020. | 74 | 65 | 65 | 61 | 57 | 53 | **71** |
| 2021. | 74 | 65 | 65 | 60 | 57 | 53 | **71** |
| 2022. | 74 | 65 | 65 | 60 | 57 | 53 | **71** |
| 2023. | 74 | 65 | 65 | 60 | 57 | 53 | **71** |
| 2024. | 74 | 65 | 65 | 60 | 57 | 53 | **70** |
| 2025. | 74 | 65 | 65 | 60 | 57 | 53 | **70** |
| 2026. | 73 | 65 | 65 | 60 | 57 | 53 | **70** |
| 2027. | 73 | 65 | 65 | 60 | 57 | 53 | **70** |
| 2028. | 73 | 65 | 65 | 60 | 57 | 53 | **70** |
| 2029. | 73 | 65 | 65 | 60 | 57 | 53 | **70** |
| 2030. | 73 | 65 | 65 | 60 | 57 | 52 | **70** |
| 2031. | 74 | 66 | 66 | 61 | 58 | 53 | **71** |

*Табела 3.3.20: ММ 14 Горњи Милановац – анализа брзина (вангрaдска деоница)*

| Година | Експлоатационе брзине возила [km/h] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $v_{eПА}$ | $v_{eБУС}$ | $v_{eЛТ}$ | $v_{eСТ}$ | $v_{eТТ}$ | $v_{eАВ}$ | $v_{eТОК}$ |
| 2009. | 85 | 62 | 62 | 57 | 54 | 50 | **78** |
| 2012. | 82 | 59 | 59 | 54 | 51 | 47 | **75** |
| 2013. | 81 | 58 | 58 | 53 | 50 | 46 | **74** |
| 2014. | 80 | 57 | 57 | 52 | 50 | 45 | **74** |
| 2015. | 79 | 56 | 56 | 52 | 49 | 44 | **73** |
| 2016. | 79 | 56 | 56 | 51 | 48 | 44 | **72** |
| 2017. | – | – | – | – | – | – | **36*** |
| 2018. | – | – | – | – | – | – | **35*** |
| 2019. | – | – | – | – | – | – | **35*** |
| 2020. | – | – | – | – | – | – | **34*** |
| 2021. | – | – | – | – | – | – | **34*** |
| 2022. | – | – | – | – | – | – | **33*** |
| 2023. | – | – | – | – | – | – | **32*** |
| 2024. | – | – | – | – | – | – | **32*** |
| 2025. | – | – | – | – | – | – | **31*** |
| 2026. | – | – | – | – | – | – | **31*** |
| 2027. | – | – | – | – | – | – | **30*** |
| 2028. | – | – | – | – | – | – | **30*** |
| 2029. | – | – | – | – | – | – | **30*** |
| 2030. | – | – | – | – | – | – | **29*** |
| 2031. | – | – | – | – | – | – | **47**** |

* $1,0<q_m/C<1,5$
** $1,5<q_m/C$

*Табела 3.3.21: ММ 15 Краљево – анализа брзина (градска деоница)*

| Година | Експлоатационе брзине возила [km/h] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $v_{eПА}$ | $v_{eБУС}$ | $v_{eЛТ}$ | $v_{eСТ}$ | $v_{eТТ}$ | $v_{eАВ}$ | $v_{eТОК}$ |
| 2009. | 73 | 64 | 64 | 60 | 57 | 52 | **70** |
| 2012. | 72 | 64 | 64 | 59 | 56 | 52 | **70** |
| 2013. | 72 | 64 | 64 | 59 | 56 | 51 | **69** |
| 2014. | 72 | 64 | 64 | 59 | 56 | 51 | **69** |
| 2015. | 72 | 64 | 64 | 59 | 56 | 51 | **69** |
| 2016. | 72 | 64 | 64 | 59 | 56 | 51 | **69** |
| 2017. | 72 | 63 | 63 | 59 | 56 | 51 | **69** |
| 2018. | 72 | 63 | 63 | 59 | 55 | 51 | **69** |
| 2019. | 72 | 63 | 63 | 58 | 55 | 51 | **69** |
| 2020. | 71 | 63 | 63 | 58 | 55 | 51 | **69** |
| 2021. | 71 | 63 | 63 | 58 | 55 | 51 | **69** |
| 2022. | 71 | 63 | 63 | 58 | 55 | 51 | **68** |
| 2023. | 71 | 63 | 63 | 58 | 55 | 50 | **68** |
| 2024. | 71 | 63 | 63 | 58 | 55 | 50 | **68** |
| 2025. | 71 | 62 | 62 | 58 | 55 | 50 | **68** |
| 2026. | 71 | 62 | 62 | 58 | 55 | 50 | **68** |
| 2027. | 71 | 62 | 62 | 58 | 54 | 50 | **68** |
| 2028. | 70 | 62 | 62 | 57 | 54 | 50 | **68** |
| 2029. | 70 | 62 | 62 | 57 | 54 | 50 | **68** |
| 2030. | 70 | 62 | 62 | 57 | 54 | 50 | **68** |
| 2031. | 70 | 62 | 62 | 57 | 54 | 50 | **67** |

## 3.3.5. Оцена услова одвијања саобраћаја

У табелама 3.3.22–3.3.37 за одабране деонице у планском периоду експлоатације, приказани су:

- сумарни резултати основних показатеља услова одвијања саобраћаја за ванградске деонице (релација ток/капацитет и експлоатациона брзина) и градске деонице (експлоатациона брзина) и
- оцена услова одвијања саобраћаја.

*Табела 3.3.22: ММ 1 Београд, Галеника – оцена услова одвијања саобраћаја (градска деоница)*

| Година | Сумарни резултати основних показатеља услова одвијања саобраћаја | Оцена услова одвијања саобраћаја |
|---|---|---|
| | Експлоатациона брзина саобраћајног тока $v_e$ [km/h] | |
| 2009. | 64 | Задовољава |
| 2012. | 62 | Задовољава |
| 2013. | 61 | Задовољава |
| 2014. | 61 | Задовољава |
| 2015. | 60 | Задовољава |
| 2016. | 60 | Задовољава |
| 2017. | 60 | Задовољава |
| 2018. | 59 | Задовољава |
| 2019. | 59 | Задовољава |
| 2020. | 58 | Задовољава |
| 2021. | 58 | Задовољава |
| 2022. | 57 | Задовољава |
| 2023. | 57 | Задовољава |
| 2024. | 56 | Задовољава |
| 2025. | 56 | Задовољава |
| 2026. | 55 | Задовољава |
| 2027. | 55 | Задовољава |
| 2028. | 55 | Задовољава |
| 2029. | 54 | Задовољава |
| 2030. | 54 | Задовољава |
| 2031. | 53 | Задовољава |

* $1{,}0<q_m/C<1{,}5$

*Табела 3.3.23: ММ 2 Футог – оцена услова одвијања саобраћаја (градска деоница)*

| Година | Сумарни резултати основних показатеља услова одвијања саобраћаја | Оцена услова одвијања саобраћаја |
|---|---|---|
| | Експлоатациона брзина саобраћајног тока $v_e$ [km/h] | |
| 2009. | 63 | Задовољава |
| 2012. | 61 | Задовољава |
| 2013. | 60 | Задовољава |
| 2014. | 59 | Задовољава |
| 2015. | 59 | Задовољава |
| 2016. | 58 | Задовољава |
| 2017. | 58 | Задовољава |
| 2018. | 57 | Задовољава |
| 2019. | 57 | Задовољава |
| 2020. | 56 | Задовољава |
| 2021. | 56 | Задовољава |
| 2022. | 55 | Задовољава |
| 2023. | 55 | Задовољава |
| 2024. | 54 | Задовољава |
| 2025. | 54 | Задовољава |
| 2026. | 53 | Задовољава |
| 2027. | 53 | Задовољава |
| 2028. | 52 | Задовољава |
| 2029. | 52 | Задовољава |
| 2030. | 51 | Задовољава |
| 2031. | 51 | Задовољава |

*Табела 3.3.24: ММ 3 Ветерник – оцена услова одвијања саобраћаја (градска деоница)*

| Година | Сумарни резултати основних показатеља услова одвијања саобраћаја | Оцена услова одвијања саобраћаја |
|---|---|---|
| | Експлоатациона брзина саобраћајног тока $v_e$ [km/h] | |
| 2009. | 70 | Задовољава |
| 2012. | 69 | Задовољава |
| 2013. | 69 | Задовољава |
| 2014. | 69 | Задовољава |
| 2015. | 69 | Задовољава |
| 2016. | 69 | Задовољава |
| 2017. | 68 | Задовољава |
| 2018. | 68 | Задовољава |
| 2019. | 68 | Задовољава |
| 2020. | 68 | Задовољава |
| 2021. | 68 | Задовољава |
| 2022. | 68 | Задовољава |
| 2023. | 67 | Задовољава |
| 2024. | 67 | Задовољава |
| 2025. | 67 | Задовољава |
| 2026. | 67 | Задовољава |
| 2027. | 67 | Задовољава |
| 2028. | 67 | Задовољава |
| 2029. | 67 | Задовољава |
| 2030. | 67 | Задовољава |
| 2031. | 66 | Задовољава |

*Табела 3.3.25: ММ 4 Нови Сад – М 7 – оцена услова одвијања саобраћаја (градска деоница)*

| Година | Сумарни резултати основних показатеља услова одвијања саобраћаја | Оцена услова одвијања саобраћаја |
|---|---|---|
| | Експлоатациона брзина саобраћајног тока $v_e$ [km/h] | |
| 2009. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2012. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2013. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2014. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2015. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2016. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2017. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2018. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2019. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2020. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2021. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2022. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2023. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2024. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2025. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2026. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2027. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2028. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2029. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2030. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2031. | 10 – 30 | Не задовољава |

*Табела 3.3.26: ММ 4 Нови Сад – Р 102 – оцена услова одвијања саобраћаја (градска деоница)*

| Година | Сумарни резултати основних показатеља услова одвијања саобраћаја | Оцена услова одвијања саобраћаја |
|---|---|---|
| | Експлоатациона брзина саобраћајног тока $v_e$ [km/h] | |
| 2009. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2012. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2013. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2014. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2015. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2016. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2017. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2018. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2019. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2020. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2021. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2022. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2023. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2024. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2025. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2026. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2027. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2028. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2029. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2030. | 10 – 30 | Не задовољава |
| 2031. | 10 – 30 | Не задовољава |

*Табела 3.3.27: ММ 5 Ћуприја – оцена услова одвијања саобраћаја (вангрaдска деоница)*

| Година | Сумарни резултати основних показатеља услова одвијања саобраћаја | | Оцена услова одвијања саобраћаја | |
|---|---|---|---|---|
| | Релација Ток/Капацитет $q_m/C$ | Експлоатациона брзина саобраћајног тока $v_e$ [km/h] | Релација Ток/Капацитет $q_m/C$ | Експлоатациона брзина саобраћајног тока $v_e$ [km/h] |
| 2009. | 0,22 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2012. | 0,26 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2013. | 0,27 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2014. | 0,29 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2015. | 0,30 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2016. | 0,31 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2017. | 0,32 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2018. | 0,33 | 96 | Задовољава | Задовољава |
| 2019. | 0,34 | 96 | Задовољава | Задовољава |
| 2020. | 0,35 | 96 | Задовољава | Задовољава |
| 2021. | 0,37 | 96 | Задовољава | Задовољава |
| 2022. | 0,38 | 96 | Задовољава | Задовољава |
| 2023. | 0,39 | 95 | Задовољава | Задовољава |
| 2024. | 0,41 | 95 | Задовољава | Задовољава |
| 2025. | 0,42 | 95 | Задовољава | Задовољава |
| 2026. | 0,43 | 95 | Задовољава | Задовољава |
| 2027. | 0,44 | 95 | Задовољава | Задовољава |
| 2028. | 0,45 | 95 | Задовољава | Задовољава |
| 2029. | 0,46 | 95 | Задовољава | Задовољава |
| 2030. | 0,47 | 95 | Задовољава | Задовољава |
| 2031. | 0,48 | 95 | Задовољава | Задовољава |

*Табела 3.3.28: ММ 6 Бобовиште – оцена услова одвијања саобраћаја (вангрaдска деоница)*

| Година | Сумарни резултати основних показатељи услова одвијања саобраћаја | | Оцена услова одвијања саобраћаја | |
|---|---|---|---|---|
| | Релација Ток/Капацитет $q_m/C$ | Експлоатациона брзина саобраћајног тока $v_e$ [km/h] | Релација Ток/Капацитет $q_m/C$ | Експлоатациона брзина саобраћајног тока $v_e$ [km/h] |
| 2009. | 0,17 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2012. | 0,21 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2013. | 0,22 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2014. | 0,23 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2015. | 0,23 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2016. | 0,24 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2017. | 0,25 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2018. | 0,26 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2019. | 0,27 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2020. | 0,28 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2021. | 0,29 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2022. | 0,30 | 96 | Задовољава | Задовољава |
| 2023. | 0,31 | 96 | Задовољава | Задовољава |
| 2024. | 0,32 | 96 | Задовољава | Задовољава |
| 2025. | 0,33 | 96 | Задовољава | Задовољава |
| 2026. | 0,33 | 96 | Задовољава | Задовољава |
| 2027. | 0,34 | 96 | Задовољава | Задовољава |
| 2028. | 0,35 | 96 | Задовољава | Задовољава |
| 2029. | 0,36 | 96 | Задовољава | Задовољава |
| 2030. | 0,37 | 95 | Задовољава | Задовољава |
| 2031. | 0,38 | 95 | Задовољава | Задовољава |

*Табела 3.3.29: ММ 7 Ниш – оцена услова одвијања саобраћаја (вангрaдска деоница)*

| Година | Сумарни резултати основних показатељи услова одвијања саобраћаја | | Оцена услова одвијања саобраћаја | |
|---|---|---|---|---|
| | Релација Ток/Капацитет $q_m/C$ | Експлоатациона брзина саобраћајног тока $v_e$ [km/h] | Релација Ток/Капацитет $q_m/C$ | Експлоатациона брзина саобраћајног тока $v_e$ [km/h] |
| 2009. | 0,10 | 99 | Задовољава | Задовољава |
| 2012. | 0,12 | 99 | Задовољава | Задовољава |
| 2013. | 0,13 | 99 | Задовољава | Задовољава |
| 2014. | 0,13 | 99 | Задовољава | Задовољава |
| 2015. | 0,14 | 99 | Задовољава | Задовољава |
| 2016. | 0,14 | 99 | Задовољава | Задовољава |
| 2017. | 0,15 | 99 | Задовољава | Задовољава |
| 2018. | 0,15 | 99 | Задовољава | Задовољава |
| 2019. | 0,16 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2020. | 0,17 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2021. | 0,17 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2022. | 0,18 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2023. | 0,18 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2024. | 0,19 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2025. | 0,19 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2026. | 0,20 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2027. | 0,20 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2028. | 0,21 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2029. | 0,21 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2030. | 0,22 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2031. | 0,22 | 98 | Задовољава | Задовољава |

*Табела 3.3.30: ММ 8 Ниш – оцена услова одвијања саобраћаја (вангрaдска деоница)*

| Година | Сумарни резултати основних показатељи услова одвијања саобраћаја | | Оцена услова одвијања саобраћаја | |
|---|---|---|---|---|
| | Релација Ток/Капацитет $q_m/C$ | Експлоатациона брзина саобраћајног тока $v_e$ [km/h] | Релација Ток/Капацитет $q_m/C$ | Експлоатациона брзина саобраћајног тока $v_e$ [km/h] |
| 2009. | 0,08 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2012. | 0,10 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2013. | 0,10 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2014. | 0,11 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2015. | 0,11 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2016. | 0,12 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2017. | 0,12 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2018. | 0,12 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2019. | 0,13 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2020. | 0,13 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2021. | 0,14 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2022. | 0,14 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2023. | 0,15 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2024. | 0,15 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2025. | 0,16 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2026. | 0,16 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2027. | 0,16 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2028. | 0,17 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2029. | 0,17 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2030. | 0,18 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2031. | 0,18 | 97 | Задовољава | Задовољава |

*Табела 3.3.31: ММ 9 Пирот – оцена услова одвијања саобраћаја (ванградска деоница)*

| Година | Сумарни резултати основних показатеља услова одвијања саобраћаја | | Оцена услова одвијања саобраћаја | |
|---|---|---|---|---|
| | Релација Ток/Капацитет $q_m/C$ | Експлоатациона брзина саобраћајног тока $v_e$ [km/h] | Релација Ток/Капацитет $q_m/C$ | Експлоатациона брзина саобраћајног тока $v_e$ [km/h] |
| 2009. | 0,23 | 85 | Задовољава | Задовољава |
| 2012. | 0,28 | 84 | Задовољава | Задовољава |
| 2013. | 0,30 | 84 | Задовољава | Задовољава |
| 2014. | 0,31 | 84 | Задовољава | Задовољава |
| 2015. | 0,32 | 84 | Задовољава | Задовољава |
| 2016. | 0,33 | 83 | Задовољава | Задовољава |
| 2017. | 0,34 | 83 | Задовољава | Задовољава |
| 2018. | 0,36 | 83 | Задовољава | Задовољава |
| 2019. | 0,37 | 83 | Задовољава | Задовољава |
| 2020. | 0,38 | 82 | Задовољава | Задовољава |
| 2021. | 0,40 | 82 | Задовољава | Задовољава |
| 2022. | 0,41 | 82 | Задовољава | Задовољава |
| 2023. | 0,42 | 82 | Задовољава | Задовољава |
| 2024. | 0,44 | 81 | Задовољава | Подношљиво |
| 2025. | 0,45 | 81 | Задовољава | Подношљиво |
| 2026. | 0,46 | 81 | Задовољава | Подношљиво |
| 2027. | 0,47 | 81 | Задовољава | Подношљиво |
| 2028. | 0,48 | 81 | Задовољава | Подношљиво |
| 2029. | 0,49 | 80 | Задовољава | Подношљиво |
| 2030. | 0,51 | 80 | Задовољава | Подношљиво |
| 2031. | 0,52 | 80 | Задовољава | Подношљиво |

*Табела 3.3.32: ММ 10 Ражањ – оцена услова одвијања саобраћаја (вангрaдска деоница)*

| Година | Сумарни резултати основних показатеља услова одвијања саобраћаја | | Оцена услова одвијања саобраћаја | |
|---|---|---|---|---|
| | Релација Ток/Капацитет $q_m/C$ | Експлоатациона брзина саобраћајног тока $v_e$ [km/h] | Релација Ток/Капацитет $q_m/C$ | Експлоатациона брзина саобраћајног тока $v_e$ [km/h] |
| 2009. | 0,17 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2012. | 0,21 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2013. | 0,22 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2014. | 0,23 | 98 | Задовољава | Задовољава |
| 2015. | 0,23 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2016. | 0,24 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2017. | 0,25 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2018. | 0,26 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2019. | 0,27 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2020. | 0,28 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2021. | 0,29 | 97 | Задовољава | Задовољава |
| 2022. | 0,30 | 96 | Задовољава | Задовољава |
| 2023. | 0,31 | 96 | Задовољава | Задовољава |
| 2024. | 0,32 | 96 | Задовољава | Задовољава |
| 2025. | 0,33 | 96 | Задовољава | Задовољава |
| 2026. | 0,33 | 96 | Задовољава | Задовољава |
| 2027. | 0,34 | 96 | Задовољава | Задовољава |
| 2028. | 0,35 | 96 | Задовољава | Задовољава |
| 2029. | 0,36 | 96 | Задовољава | Задовољава |
| 2030. | 0,37 | 95 | Задовољава | Задовољава |
| 2031. | 0,38 | 95 | Задовољава | Задовољава |

*Табела 3.3.33: ММ 11 Београд – оцена услова одвијања саобраћаја (градска деоница)*

| Година | Сумарни резултати основних показатеља услова одвијања саобраћаја<br>Експлоатациона брзина саобраћајног тока $v_e$ [km/h] | Оцена услова одвијања саобраћаја |
|---|---|---|
| 2009. | 67 | Задовољава |
| 2012. | 51* | Задовољава |
| 2013. | 42* | Задовољава |
| 2014. | 36* | Подношљиво |
| 2015. | 32* | Не задовољава |
| 2016. | 29* | Не задовољава |
| 2017. | 26* | Не задовољава |
| 2018. | 24* | Не задовољава |
| 2019. | 22* | Не задовољава |
| 2020. | 20* | Не задовољава |
| 2021. | 18** | Не задовољава |
| 2022. | 17** | Не задовољава |
| 2023. | 15** | Не задовољава |
| 2024. | 14** | Не задовољава |
| 2025. | 14** | Не задовољава |
| 2026. | 14** | Не задовољава |
| 2027. | 12** | Не задовољава |
| 2028. | 12** | Не задовољава |
| 2029. | 12** | Не задовољава |
| 2030. | 10** | Не задовољава |
| 2031. | 10** | Не задовољава |

* $1,0<q_m/C<1,5$
** $1,5<q_m/C$

*Напомена:*

*Завршетком изградње обилазнице од Београда према Бубањ Потоку и изградњом аутопута Београд – Пожега значајан део транзитних саобраћајних токова прећи ће на нове саобраћајнице. Прерасподела саобраћајних токова утицаће да однос релације ток/капацитет буде < 1, а самим тим доћи ће и до промене експлоатаицоних брзина возила на деоници М11 у зони насеља Видиковац.*

*Табела 3.3.34: ММ 12 Шабац – оцена услова одвијања саобраћаја (ванградска деоница)*

| Година | Сумарни резултати основних показатеља услова одвијања саобраћаја | | Оцена услова одвијања саобраћаја | |
|---|---|---|---|---|
| | **Релација Ток/Капацитет** $q_m/C$ | **Експлоатациона брзина саобраћајног тока** $v_e$ **[km/h]** | **Релација Ток/Капацитет** $q_m/C$ | **Експлоатациона брзина саобраћајног тока** $v_e$ **[km/h]** |
| 2009. | **0,40** | **85** | Задовољава | Задовољава |
| 2012. | **0,48** | **83** | Задовољава | Задовољава |
| 2013. | **0,51** | **83** | Задовољава | Задовољава |
| 2014. | **0,53** | **82** | Задовољава | Задовољава |
| 2015. | **0,55** | **82** | Задовољава | Задовољава |
| 2016. | **0,57** | **81** | Задовољава | Подношљиво |
| 2017. | **0,59** | **81** | Задовољава | Подношљиво |
| 2018. | **0,61** | **81** | Задовољава | Подношљиво |
| 2019. | **0,63** | **80** | Подношљиво | Подношљиво |
| 2020. | **0,65** | **80** | Подношљиво | Подношљиво |
| 2021. | **0,68** | **79** | Подношљиво | Подношљиво |
| 2022. | **0,70** | **79** | Подношљиво | Подношљиво |
| 2023. | **0,73** | **78** | Не задовољава | Подношљиво |
| 2024. | **0,75** | **77** | Не задовољава | Подношљиво |
| 2025. | **0,77** | **77** | Не задовољава | Подношљиво |
| 2026. | **0,79** | **77** | Не задовољава | Подношљиво |
| 2027. | **0,81** | **76** | Не задовољава | Подношљиво |
| 2028. | **0,83** | **76** | Не задовољава | Подношљиво |
| 2029. | **0,85** | **75** | Не задовољава | Подношљиво |
| 2030. | **0,87** | **75** | Не задовољава | Подношљиво |
| 2031. | **0,89** | **74** | Не задовољава | Подношљиво |

*Табела 3.3.35: ММ 13 Ваљево – оцена услова одвијања саобраћаја (градска деоница)*

| Година | Сумарни резултати основних показатеља услова одвијања саобраћаја | Оцена услова одвијања саобраћаја |
|---|---|---|
| | Експлоатациона брзина саобраћајног тока $v_e$ [km/h] | |
| 2009. | **71** | Задовољава |
| 2012. | **71** | Задовољава |
| 2013. | **71** | Задовољава |
| 2014. | **71** | Задовољава |
| 2015. | **71** | Задовољава |
| 2016. | **71** | Задовољава |
| 2017. | **71** | Задовољава |
| 2018. | **71** | Задовољава |
| 2019. | **71** | Задовољава |
| 2020. | **71** | Задовољава |
| 2021. | **71** | Задовољава |
| 2022. | **71** | Задовољава |
| 2023. | **71** | Задовољава |
| 2024. | **70** | Задовољава |
| 2025. | **70** | Задовољава |
| 2026. | **70** | Задовољава |
| 2027. | **70** | Задовољава |
| 2028. | **70** | Задовољава |
| 2029. | **70** | Задовољава |
| 2030. | **70** | Задовољава |
| 2031. | **70** | Задовољава |

*Табела 3.3.36: ММ 14 Горњи Милановац – оцена услова одвијања саобраћаја (ванградска деоница)*

| Година | Сумарни резултати основних показатеља услова одвијања саобраћаја | | Оцена услова одвијања саобраћаја | |
|---|---|---|---|---|
| | Релација Ток/Капацитет $q_m/C$ | Експлоатациона брзина саобраћајног тока $v_e$ [km/h] | Релација Ток/Капацитет $q_m/C$ | Експлоатациона брзина саобраћајног тока $v_e$ [km/h] |
| 2009. | **0,68** | **78** | Не задовољава | Не задовољава |
| 2012. | **0,83** | **75** | Не задовољава | Не задовољава |
| 2013. | **0,87** | **74** | Не задовољава | Не задовољава |
| 2014. | **0,91** | **74** | Не задовољава | Не задовољава |
| 2015. | **0,94** | **73** | Не задовољава | Не задовољава |
| 2016. | **0,98** | **72** | Не задовољава | Не задовољава |
| 2017. | **1,01** | **36*** | Не задовољава | Не задовољава |
| 2018. | **1,05** | **35*** | Не задовољава | Не задовољава |
| 2019. | **1,08** | **35*** | Не задовољава | Не задовољава |
| 2020. | **1,12** | **34*** | Не задовољава | Не задовољава |
| 2021. | **1,16** | **34*** | Не задовољава | Не задовољава |
| 2022. | **1,20** | **33*** | Не задовољава | Не задовољава |
| 2023. | **1,25** | **32*** | Не задовољава | Не задовољава |
| 2024. | **1,29** | **32*** | Не задовољава | Не задовољава |
| 2025. | **1,32** | **31*** | Не задовољава | Не задовољава |
| 2026. | **1,35** | **31*** | Не задовољава | Не задовољава |
| 2027. | **1,39** | **30*** | Не задовољава | Не задовољава |
| 2028. | **1,42** | **30*** | Не задовољава | Не задовољава |
| 2029. | **1,45** | **30*** | Не задовољава | Не задовољава |
| 2030. | **1,49** | **29*** | Не задовољава | Не задовољава |
| 2031. | **1,52** | **47**** | Не задовољава | Не задовољава |

* $1,0<q_m/C<1,5$
** $1,5<q_m/C$

*Табела 3.3.37: ММ 15 Краљево – оцена услова одвијања саобраћаја (градска деоница)*

| Година | Сумарни резултати основних показатеља услова одвијања саобраћаја | Оцена услова одвијања саобраћаја |
|---|---|---|
| | Експлоатациона брзина саобраћајног тока $v_e$ [km/h] | |
| 2009. | **70** | Задовољава |
| 2012. | **70** | Задовољава |
| 2013. | **69** | Задовољава |
| 2014. | **69** | Задовољава |
| 2015. | **69** | Задовољава |
| 2016. | **69** | Задовољава |
| 2017. | **69** | Задовољава |
| 2018. | **69** | Задовољава |
| 2019. | **69** | Задовољава |
| 2020. | **69** | Задовољава |
| 2021. | **69** | Задовољава |
| 2022. | **68** | Задовољава |
| 2023. | **68** | Задовољава |
| 2024. | **68** | Задовољава |
| 2025. | **68** | Задовољава |
| 2026. | **68** | Задовољава |
| 2027. | **68** | Задовољава |
| 2028. | **68** | Задовољава |
| 2029. | **68** | Задовољава |
| 2030. | **68** | Задовољава |
| 2031. | **67** | Задовољава |

## 3.4. МЕРЕЊЕ БУКЕ И БРОЈАЊЕ САОБРАЋАЈА

За сваку локацију у оквиру ове Студије дата је упоредна анализа за сва три предложена решења којима се бука друмског саобраћаја може смањити. За све локације осим ММ4, ММ13 и ММ15 дато је решење заштите од буке звучном баријером. За све локације је дато решење са заменом прозора, као и решење заменом коловозног застора. Звучном баријером се штити и спољашњи и унутрашњи простор, а прозором само унутрашњи. Прозоре треба применити на свим локацијама где и након примене решења са звучним баријерама једна од вредности буке за дан или ноћ прелази допуштене граничне вредности.

За сваку од одабраних деоница може се посматрати акустичка зона којој та локација припада, према [Р20]. Сагледавајући поделу на зоне са стварним стањем на терену, одабране локације припадају различитим зонама. Подела локација по зонама приказана је у табели 3.4.1. У истој табели су дате и граничне вредности за највише дозвољене нивое буке за дневни и ноћни режим по зонама.

*Табела 3.4.1: Подела одабраних локација по зонама према [P20] и граничне вредности за дневни и ноћни режим.*

| ММ | Број пута | Насеље уз државни пут предвиђено за анализу | Зона | Опис | Највиши дозвољени нивои буке по зонама $L_{Ar,LT}$ [dB] | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Дан | Ноћ |
| 1 | М 22 (Е-75) | Београд, Галеника | 3 | Чисто стамбена подручја | 55 | 45 |
| 2 | М 7 | Футог | 2 | Мала и сеоска насеља | 50 | 45 |
| 3 | М 7 | Ветерник | 2 | Мала и сеоска насеља | 50 | 45 |
| 4 | М 7 | Нови Сад | 3 | Чисто стамбена подручја | 55 | 45 |
| 5 | М 1 (Е-75) | Ћуприја | 5 | Зона дуж аутопута | 65 | 55 |
| 6 | М 1 (Е-75) | Бобовиште | 5 | Зона дуж аутопута | 65 | 55 |
| 7 | М 1.12 (Е-80) | Ниш | 5 | Зона дуж аутопута | 65 | 55 |
| 8 | М 1.12 (Е-80) | Ниш | 5 | Зона дуж аутопута | 65 | 55 |
| 9 | М 1.12 (Е-80) | Пирот | 5 | Зона дуж магистралног пута | 65 | 55 |
| 10 | М 1 (Е-75) | Ражањ | 5 | Зона дуж аутопута | 65 | 55 |
| 11 | М 22 (Е-760) | Београд | 3 | Чисто стамбена подручја | 55 | 45 |
| 12 | М 19 | Шабац | 5 | Зона дуж магистралног пута | 65 | 55 |
| 13 | М 21 | Ваљево | 5 | Зона дуж магистралног пута | 65 | 55 |
| 14 | М 22 (Е-760) | Горњи Милановац | 5 | Зона дуж магистралног пута | 65 | 55 |
| 15 | М 5 (Е-761) | Краљево | 5 | Зона дуж магистралног пута | 65 | 55 |

### 3.4.1. Извештаји о мерењу буке

У оквиру ове Студије дати су резултати мерења буке на одабраним локацијама. На свакој локацији урађена су мерења буке у зони пута и у зони стамбеног објекта као и бројање саобраћаја. Ова мерења су урађена према методологији датој у поглављу 1.5, а резултати су приказани у извештајима о мерењу буке који су саставни део ове Студије.

Овакви извештаји директно су послужили за прорачуне буке дате у наставку и начињени су за сваку од 15 одбараних локација. У оквиру ове свеске дат је само један извештај као пример и то извештај о мерењу на мерном месту ММ1 Београд, Галеника. Овај и остали извештаји налазе у посебној свесци која се води под бројем 4114/10.

Овај извештај представља превод оригиналног чешког извештаја и даје се по форми и облику у ауторизованој верзији без измена. Извештај је без хедера и футера стандардног у овој Студији. Стране извештаја немају континуалну пагинацију као у Студији, а приложени извештај садржи укупно 11 страна. Пагинација у наставку узима у обзир тих уметнутих 11 страна.

Ecological Consulting a.d.
Na Střelnici 48
779 00 Olomouc

Odeljenje zaštite i stvaranja životne sredine u Brnu
Laboratorija za merenje buke
Šumavská 524/31
602 00 Brno

tel: 549 131 210, 549 131 206; e-mail: zp@ecological.cz

# *Izveštaj*
## *o merenju buke br.:* 09/34/01



*Naručilac:*

**Institut IMS a.d, Bulevar vojvode Mišića 43, Beograd**

*Mesto merenja:*

**MM1: E75 / M22; Autoput Beograd – Novi Sad; Beograd, naselje Galenika**

*Predmet merenja:*

**Merenje buke drumskog saobraćaja**

*Datum merenja:*

*17.11.2009*

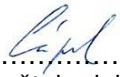
*Datum izdavanja izveštaja:*

*21.01.2010*

*Merenje izvršili: Ing. Jaromír Cápal*
*Ing. Zdeněk Beníček*
*Mgr. Milan Bussinow*
*mr Aleksandar Milenković dipl.inž*



……..
Izveštaj izradio
Ing. Zdeněk Beníček



……..
*I*zveštaj odobrio
Ing. Jaromír Cápal

Rezultat merenja se odnosi isključivo na mesto i vreme merenja opisanim u ovom izveštaju.

Izveštaj o merenju buke se može kopirati samo u celini
i sa pismenom saglasnošću njegovog autora.

## Sadržaj:

1. Merni lanac
2. Metoda i uslovi merenja
3. Korišćeni propisi
4. Opis merenja
5. Opis mernog mesta
6. Rezultati merenja
7. Zaključak
8. Primedbe i objašnjenja

## 1. Merni lanac

1. Precizni analizator zvuka B&K 2250, s.b. 2600467
2. Modul PULSE B&K typ 3050-A-060, s.b. 100121
3. Notebook Toshiba U400 (prateći softver Labshop 12), s.n. 48315510W
4. Mikrofon B&K 4189-A, s.n. 2618684 i 2591375 (sa štitnikom od vetra i spoljnim senzorom)
5. Mikrofon B&K 4189, s.n. 2603615 (sa štitnikom od vetra)
6. Kalibrator B&K 4231, s.n. 2594667
7. Mikrofonski kabl B&K AO 0441(10 m)
8. Mikrofonski kabl B&K AO 0087 D (5 m i 25 m)

Pomoćna oprema: Digitalna meteorološka stanica CONRAD FK-WS-444 s.n. WQ1316-002 i metalni metar (20 m).

Merni lanac je etaloniran u Češkom institutu za metrologiju u Brnu i ima važeća uverenja o etaloniranju br. 6035-OL-Z011-08, br. 6035-OL-M089-07, br. 6035-KL-K057-07, br. 8012-Kl-519209, br. 6035-OL-M042-09, br. 6035-OL-M043-09.

Analizator zvuka sa mikrofonom je pre i posle merenja kalibrisan pomoću navedenog akustičnog kalibratora.

## 2. Metoda i uslovi merenja

| | |
|---|---|
| **Metoda merenja:** | Merenje i obrada rezultata merenja su izvršena u saglasnosti sa standardom ČSN ISO 1996: Opis i merenje buke: Deo 1 i Deo 2, i Metodološko uputstvo za proračun buke od drumskog saobraćaja (Vesnik MŽP 3/1996) |
| **Opis buke:** | Promenjiva. |
| **Vreme merenja:** | 8:25 – 10:05 |
| **Uslovi merenja:** | *Merna tačka 1:*<br>8:45: vedro, temperatura 16,9°C, relativna vlažnost 64%, vetar 0,1 m/s, atmosferski pritisak 1008 hPa<br>9:40: vedro, temperatura 18,0°C, relativna vlažnost 60%, vetar 0,2 m/s, atmosferski pritisak 1008hPa<br>*Merna tačka 2:*<br>8:45: vedro, temperatura 16,9°C, relativna vlažnost 64%, vetar 0,1 m/s, atmosferski pritisak 1008 hPa<br>9:40: vedro, temperatura 18,0°C, relativna vlažnost 60%, vetar 0,2 m/s, atmosferski pritisak 1008 hPa |
| **Napomena:** | - |

## 3. Korišćeni propisi

- Zakon br. 258/2000 Sb. o zaštiti javnog zdravlja i izmenama zakona koji su u vezi sa njim
- Uredba Vlade br. 148/2006 Sb. o zaštiti javnog zdravlja od negativnog delovanja buke i vibracija
- Metodološko uputstvo MZ ČR za merenje i ocenjivanje buke izvan radne sredine

## 4. Opis merenja

Merenja su urađena u dve merne tačke pored deonice puta E-75 / M22. Merenja su obavljena u spoljašnjoj sredini u blizini navedene saobraćajne deonice. Na osnovu merenja je preciziran matematički model i sproveden predlog mera zaštite od buke. Snimak mernog mesta sa mernim tačkama prikazan je na sl. 1.

Mereni su ekvivalentni nivoi zvučnog pritiska u intervalima 1 s. Iz izmerenih nivoa su isključeni nivoi buke izvora koji nisu u vezi sa bukom drumskog saobraćaja (vazdušni saobraćaj, lajanje pasa, građevinske delatnosti i sl.). Za vreme merenja vršeno je brojanje saobraćaja. Vozila su podeljena u sedam grupa:

- putnički automobili,
- laka teretna vozila,
- teška teretna vozila,
- traktori,
- motocikli i
- autobusi.




*Sl. 1. Merno mesto MM1 sa mernim tačkama M1 i M2*

## 5. Opis mernog mesta

Merna tačka M1 je odabrana pored jednog od niza postojećih objekata. Svi objekti su udaljeni oko 100 m od krajne saobraćajne trake puta (sl. 2.). Merni mikrofon je smešten 94 m od ose bliže saobraćajne trake puta E75 / M22, udaljen 2 m od fasade objekta, 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice E75 / M22.

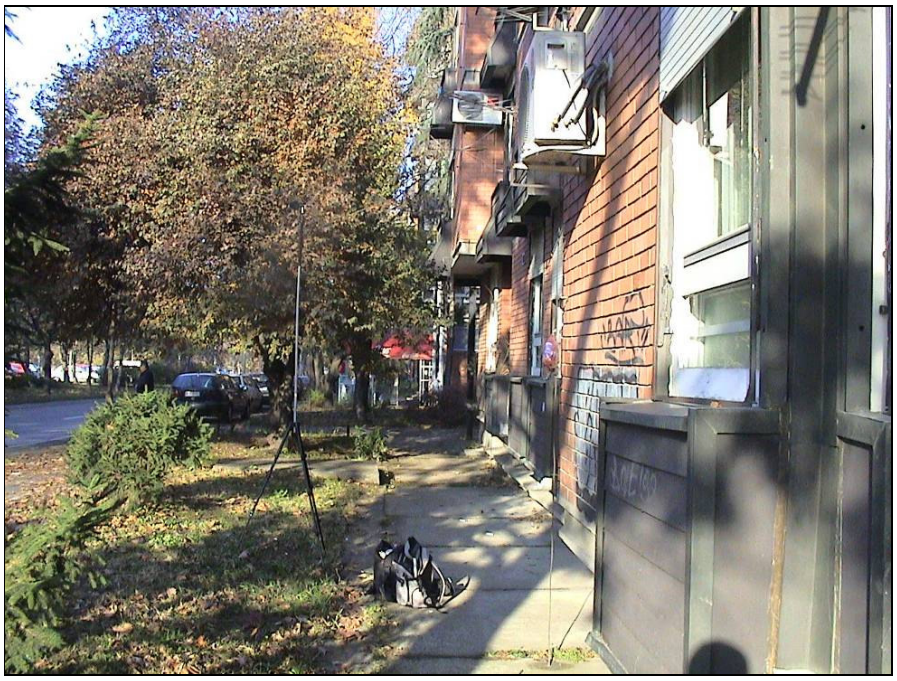
Kolovoz ispred mernog mesta je prava deonica puta sa četiri trake širine 13 m. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 50 km/h.

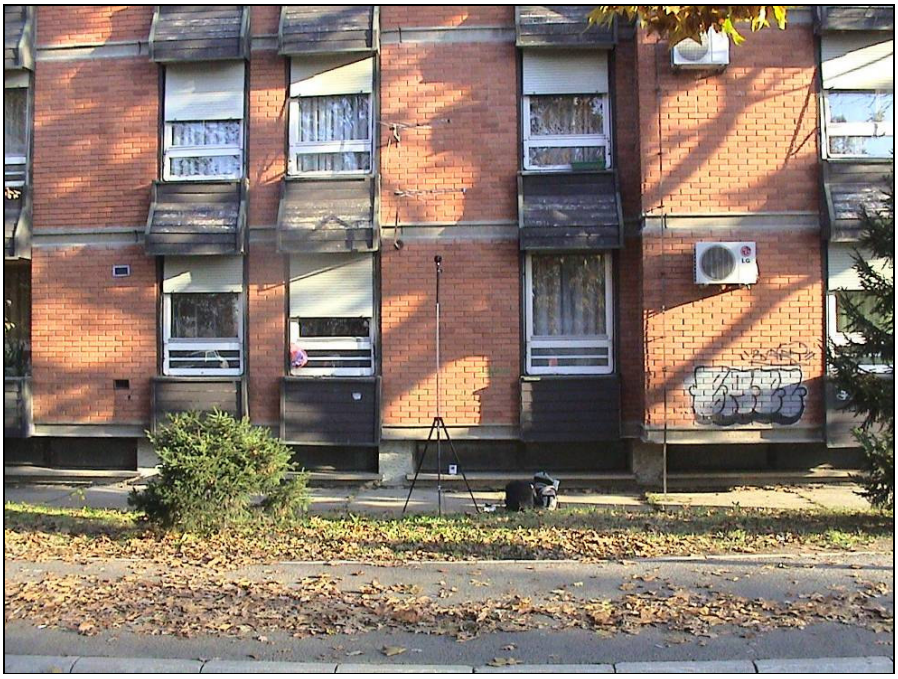
Dominantnim izvorom buke je saobraćaj na putu E75 / M22. Nema drugih izvora u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM1 dat je na sl. 2, gde je obeležena merna tačka M1, a fotografije merne tačke M1 su date na sl. 3.




*Sl. 2. Merno mesto MM1 sa oznakom merne tačke M1*





*Sl. 3. Fotografije merne tačke M1*

Merna tačka M2 se nalazi u blizini puta (sl. 4). Merni mikrofon je postavljen na udaljenosti od 26 m od ose krajnje saobraćajne trake saobraćajnice E-75 / M22, 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice E-75 / M22.

Kolovoz ispred merne tačke je prava deonica puta sa četiri trake širine 13 m. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 50 km/h.

Dominantni izvor buke je drumski saobraćaj na putu E75 / M22. Nema drugih izvora buke u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u Poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM1 dat je na sl. 4, gde je obeležena merna tačka M2, fotografije merne tačke su date na sl. 5.




*Sl. 4. Snimak mernog mesta MM1 sa oznakom merne tačke M2*






*Sl. 5. Fotografije merne tačke M2*

## 6. Rezultati merenja

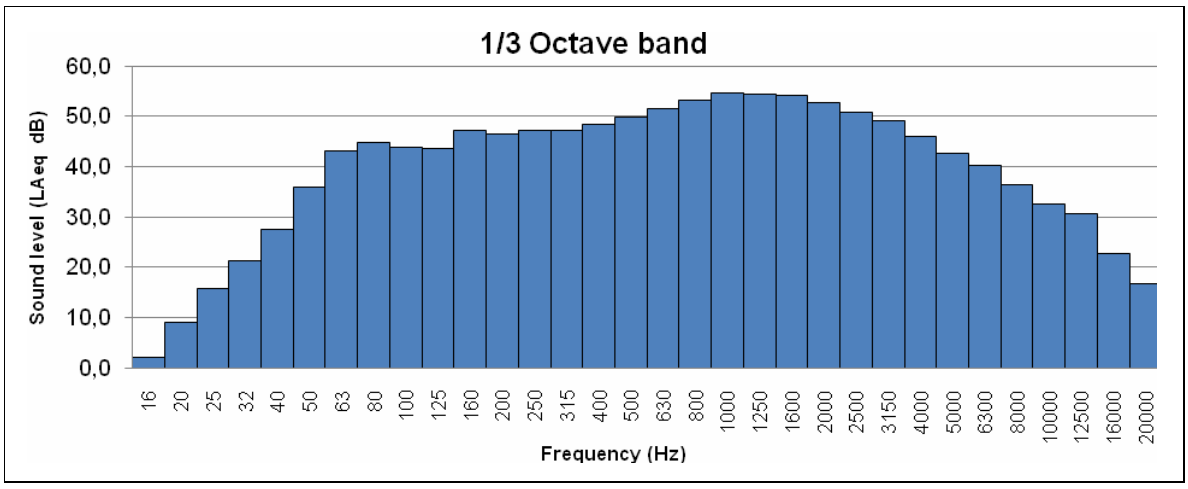
### Nivo buke u mernoj tački M1

*Tabela 1. Rezultati merenja u mernoj tački M1.*

| Vreme i datum merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Mot | Trakt | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 17.11.2009 | 08:42 - 09:42 | 185 | 35 | 4 | 2 | 1 | **63,2** | 68,7 | 66,7 | 53,9 | 52,8 |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 53,9 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 62,7\ dB \pm 1,7\ dB$$




*Sl. 6. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M1*

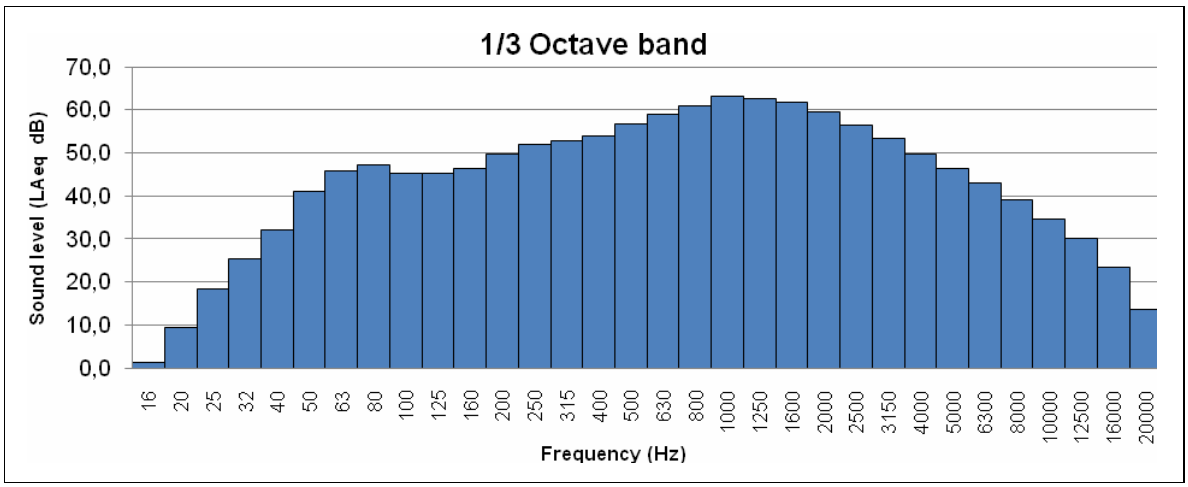
**Nivo buke u mernoj tački M2**

*Tabela 2. Rezultati merenja u mernoj tački M2.*

| Vreme i datum merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 17.11.2009 | 08:42 - 09:42 | 2105 | 264 | 261 | 25 | 0 | **70,2** | 74,8 | 74,1 | 60,2 | 58,9 |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 60,2 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 69{,}7\ dB \pm 1{,}7\ dB$$




*Sl. 7. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M2*

## 7. Zaključak

Izvršena merenja služe kao osnova za predlog mera zaštite od buke u spoljašnjoj sredini za merno mesto MM1: E75 / M22; Autoput Beograd – Novi Sad; Beograd, naselje Galenika.

## 8. Primedbe i objašnjenja

Oznake merenih veličina:
$L_{Aeq,T}$ – ekvivalentni nivo zvučnog pritiska u intervalu merenja *T*, dat u Tabeli 1 u koloni "vreme merenja", $L_N$ – procentni nivo koji pokazuje nivo zvučnog pritiska prekoračen za *N* procenata vremena tokom intervala merenja *T*, nivo $L_{90}$ se može smatrati kao nivo osnovne buke, nivo $L_5$ se može smatrati prosečnom vrednošću maksimalnih nivoa zvučnog pritiska.

Skraćenice korišćene u tabeli 1 i tabeli 2:

OA – putnički automobili mase do 3,5 t,
LN – laki teretni automobili mase do 6,5 t,
TN – teški teretni automobili mase iznad 6,5 t uključujući kola sa prikolicom i šlepere
Bus – autobusi
Mot – motocikli
Trakt – traktor

### 3.4.2. Прорачуни буке

За сваку од одабраних локација урађени су прорачуни буке. Резултати добијени прорачуном приказани су у табелама 3.4.2–3.4.16. У табелама су дати положаји прорачунских равни, спрат објекта и вредности нивоа буке за дан и ноћ и то за постојеће стање и за стање са примењеном звучном баријером, ако постоје. У истим табелама су дати критеријуми према зонама, као и оцене да ли бука задовољава (+) или не задовољава (–) задати критеријум. Вредности нивоа дате у табелама дате су изузетно са једном децималом с обзиром на резолуцију коришћеног прорачунског модела.

Сви прорачуни су урађени уз претпоставку да буду задовољени минимални услови са најблажим критеријумима за граничне вредности односно зонирање, а оцена је дата за реално зонирање. На основу овога у табелама са пројектованом звучном баријером показује се да је у највећем броју случајева овако предвиђена баријера недовољна.

Прорачуни су поновљени за локације ММ1, ММ2 и ММ3 и то за две висине баријере (5 m и 4 m) и резултати су приказани у табелама 3.4.17–3.4.19. Висина баријере $h = 5$ m је највећа реална висина како се то сагледава у овом пројекту. Овим накнадним прорачунима за висине баријере 4 m и 5 m показано је да баријера самостално не може да задовољи захтевану звучну заштиту чак ни у случају критеријума изражених преко усредњених индикатора.

Пошто на локацијама ММ1, ММ2, ММ3, ММ4, ММ13 и ММ15 није могуће реализовати потребну заштиту баријером као јединственом мером исту је потребно реализовати комбинацијом са другим мерама или адекватним избором прозора.

*Табела 3.4.2. ММ 1 Београд, Галеника – прорачун буке*

| Положај прорачунске равни | Критеријум Зона – Дан/Ноћ | Спрат | Постојеће стање | | | Са звучном баријером | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ |
| | | | Дан | Ноћ | | Дан | Ноћ | |
| P1 | 3 – 55 / 45 | 1. | 58,6 | 54,7 | – / – | 57,7 | 53,9 | – / – |
| | | 2. | 61,1 | 56,3 | – / – | 59,3 | 54,8 | – / – |
| | | 3. | 61,9 | 57,0 | – / – | 59,7 | 54,7 | – / – |
| | | 4. | 63,0 | 57,8 | – / – | 60,6 | 55,1 | – / – |
| | | 5. | 63,1 | 57,7 | – / – | 61,1 | 55,5 | – / – |
| P2 | | 1. | 54,4 | 50,7 | + / – | 54,2 | 50,5 | + / – |
| | | 2. | 54,5 | 50,5 | + / – | 54,2 | 50,2 | + / – |
| | | 3. | 55,1 | 51,0 | – / – | 54,8 | 50,9 | + / – |
| | | 4. | 55,8 | 51,7 | – / – | 55,4 | 51,3 | – / – |
| | | 5. | 56,6 | 52,2 | – / – | 55,6 | 51,2 | – / – |
| P3 | | 1. | 50,6 | 46,5 | + / – | 50,0 | 46,0 | + / – |
| | | 2. | 52,7 | 48,3 | + / – | 52,3 | 48,0 | + / – |
| | | 3. | 53,8 | 49,2 | + / – | 53,6 | 48,9 | + / – |
| | | 4. | 55,0 | 50,1 | + / – | 54,3 | 49,5 | + / – |
| | | 5. | 55,8 | 50,9 | – / – | 54,5 | 49,6 | + / – |
| | | 6. | 56,5 | 51,4 | – / – | 55,4 | 50,2 | – / – |
| | | 7. | 57,5 | 52,3 | – / – | 56,3 | 51,1 | – / – |
| | | 8. | 58,1 | 52,9 | – / – | 57,0 | 51,8 | – / – |
| | | 9. | 58,8 | 53,5 | – / – | 57,6 | 52,2 | – / – |
| | | 10. | 59,3 | 53,8 | – / – | 58,1 | 52,4 | – / – |

*Напомена: Оцена + задовољава, – не задовољава*

*Табела 3.4.3. ММ 2 Футог – прорачун буке*

| Положај прорачунске равни | Критеријум Зона – Дан/Ноћ | Спрат | Постојеће стање | | | Са звучном баријером | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ |
| | | | Дан | Ноћ | | Дан | Ноћ | |
| **P1** | 2 – 50 / 45 | 1. | 63,9 | 55,8 | – / – | 58,1 | 49,6 | – / – |
| | | 2. | 65,0 | 56,2 | – / – | 59,4 | 50,7 | – / – |
| **P2** | | 1. | 63,8 | 55,4 | – / – | 59,4 | 51,2 | – / – |
| | | 2. | 65,2 | 56,5 | – / – | 61,1 | 52,5 | – / – |
| **P3** | | 1. | 65,0 | 56,6 | – / – | 59,4 | 51,2 | – / – |
| | | 2. | 65,7 | 56,9 | – / – | 60,3 | 51,7 | – / – |
| **P4** | | 1. | 66,0 | 57,4 | – / – | 59,7 | 51,0 | – / – |
| | | 2. | 66,7 | 57,8 | – / – | 61,4 | 52,6 | – / – |

*Табела 3.4.4. ММ 3 Ветерник – прорачун буке*

| Положај прорачунске равни | Критеријум Зона – Дан/Ноћ | Спрат | Постојеће стање | | | Са звучном баријером | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ |
| | | | Дан | Ноћ | | Дан | Ноћ | |
| **P1** | 2 – 50 / 45 | 1. | 65,2 | 55,3 | – / – | 62,2 | 52,1 | – / – |
| | | 2. | 66,0 | 55,7 | – / – | 63,0 | 52,9 | – / – |
| **P2** | | 1. | 67,3 | 57,4 | – / – | 61,1 | 51,4 | – / – |
| | | 2. | 68,1 | 57,7 | – / – | 63,1 | 53,1 | – / – |
| | | 3. | 67,2 | 56,7 | – / – | 63,9 | 53,2 | – / – |
| | | 4. | 67,0 | 56,5 | – / – | 64,3 | 53,6 | – / – |
| **P3** | | 1. | 67,4 | 57,4 | – / – | 63,4 | 53,5 | – / – |
| | | 2. | 68,1 | 57,8 | – / – | 64,4 | 54,4 | – / – |
| | | 3. | 67,1 | 56,7 | – / – | 64,5 | 54,0 | – / – |
| | | 4. | 67,0 | 56,5 | – / – | 65,0 | 54,3 | – / – |
| **P4** | | 1. | 64,1 | 54,5 | – / – | 58,2 | 48,5 | – / – |
| | | 2. | 65,8 | 55,7 | – / – | 61,2 | 51,7 | – / – |
| | | 3. | 64,7 | 54,6 | – / – | 61,0 | 51,3 | – / – |
| | | 4. | 65,1 | 54,6 | – / – | 62,5 | 51,9 | – / – |
| **P5** | | 1. | 67,9 | 58,0 | – / – | 62,6 | 53,0 | – / – |
| | | 2. | 68,6 | 58,3 | – / – | 64,3 | 54,2 | – / – |
| | | 3. | 67,5 | 57,1 | – / – | 64,6 | 54,1 | – / – |
| | | 4. | 67,4 | 57,0 | – / – | 65,1 | 54,4 | – / – |
| **P6** | | 1. | 61,2 | 52,2 | – / – | 60,0 | 50,9 | – / – |
| | | 2. | 62,9 | 53,0 | – / – | 61,6 | 51,8 | – / – |
| **P7** | | 1. | 71,4 | 60,9 | – / – | 71,6 | 61,1 | – / – |
| | | 2. | 71,3 | 60,8 | – / – | 71,5 | 61,0 | – / – |

*Табела 3.4.5. ММ 4 Нови Сад – прорачун буке*

| Положај прорачунске равни | Критеријум Зона – Дан/Ноћ | Спрат | Постојеће стање | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ |
| | | | Дан | Ноћ | |
| P1 | 3 – 55 / 45 | 1. | 69,6 | 62,5 | – / – |
| | | 2. | 69,5 | 62,4 | – / – |
| | | 3. | 69,4 | 62,2 | – / – |
| | | 4. | 69,2 | 62,1 | – / – |
| | | 5. | 69,1 | 61,9 | – / – |
| | | 6. | 68,9 | 61,7 | – / – |
| P2 | | 1. | 71,0 | 66,8 | – / – |
| | | 2. | 70,8 | 66,4 | – / – |
| | | 3. | 70,4 | 65,9 | – / – |
| | | 4. | 70,1 | 65,4 | – / – |
| | | 5. | 69,7 | 64,8 | – / – |
| | | 6. | 69,3 | 64,4 | – / – |
| | | 7. | 69,0 | 63,9 | – / – |
| P3 | | 1. | 71,4 | 61,5 | – / – |
| | | 2. | 71,3 | 61,4 | – / – |
| | | 3. | 71,1 | 61,3 | – / – |
| | | 4. | 70,9 | 61,1 | – / – |
| | | 5. | 70,6 | 60,9 | – / – |
| | | 6. | 70,3 | 60,7 | – / – |
| | | 7. | 70,0 | 60,4 | – / – |

*Табела 3.4.6. ММ 5 Ћуприја – прорачун буке*

| Положај прорачунске равни | Критеријум Зона – Дан/Ноћ | Спрат | Постојеће стање | | | Са звучном баријером | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ |
| | | | Дан | Ноћ | | Дан | Ноћ | |
| P1 | 5 – 65 / 55 | 1. | 66,9 | 64,0 | – / – | 55,0 | 52,9 | + / + |
| | | 2. | 66,9 | 64,0 | – / – | 57,1 | 54,9 | + / + |
| P2 | | 1. | 65,2 | 62,4 | – / – | 55,5 | 53,6 | + / + |
| | | 2. | 65,4 | 62,4 | – / – | 56,9 | 54,7 | + / + |
| P3 | | 1. | 55,4 | 54,2 | + / + | 51,0 | 49,6 | + / + |
| | | 2. | 57,0 | 55,5 | + / – | 53,6 | 52,4 | + / + |
| P4 | | 1. | 59,9 | 57,7 | + / – | 54,3 | 52,5 | + / + |
| | | 2. | 61,2 | 58,3 | + / – | 56,2 | 54,3 | + / + |

*Табела 3.4.7. ММ 6 Бобовиште – прорачун буке*

| Положај прорачунске равни | Критеријум Зона – Дан/Ноћ | Спрат | Постојеће стање | | | Са звучном баријером | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ |
| | | | Дан | Ноћ | | Дан | Ноћ | |
| **P1** | 5 – 65 / 55 | 1. | 62,4 | 58,8 | + / – | 53,8 | 50,4 | + / + |
| | | 2. | 65,7 | 62,1 | – / – | 57,5 | 54,1 | + / + |
| **P2** | | 1. | 61,1 | 57,5 | + / – | 53,9 | 50,3 | + / + |
| | | 2. | 65,3 | 61,8 | – / – | 57,1 | 54,0 | + / + |
| **P3** | | 1. | 61,1 | 57,8 | + / – | 54,8 | 51,0 | + / + |
| | | 2. | 66,5 | 62,7 | – / – | 57,5 | 54,1 | + / + |
| **P4** | | 1. | 59,2 | 56,0 | + / – | 55,4 | 52,6 | + / + |
| | | 2. | 63,0 | 59,5 | + / – | 57,5 | 54,7 | + / + |
| **P5** | | 1. | 55,3 | 52,0 | + / + | 53,8 | 50,5 | + / + |
| | | 2. | 57,4 | 54,2 | + / + | 55,6 | 52,4 | + / + |
| **P6** | | 1. | 56,3 | 53,0 | + / + | 55,2 | 51,5 | + / + |
| | | 2. | 58,2 | 55,0 | + / + | 57,2 | 53,7 | + / + |

*Табела 3.4.8. ММ 7 Ниш– прорачун буке*

| Положај прорачунске равни | Критеријум Зона – Дан/Ноћ | Спрат | Постојеће стање | | | Са звучном баријером | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ |
| | | | Дан | Ноћ | | Дан | Ноћ | |
| **P1** | 5 – 65 / 55 | 1. | 65,8 | 63,3 | – / – | 53,3 | 51,7 | + / + |
| | | 2. | 65,8 | 63,3 | – / – | 55,5 | 53,9 | + / + |
| **P2** | | 1. | 67,0 | 64,5 | – / – | 53,9 | 52,2 | + / + |
| | | 2. | 66,9 | 64,4 | – / – | 56,1 | 54,3 | + / + |
| **P3** | | 1. | 67,1 | 64,6 | – / – | 54,5 | 52,6 | + / + |
| | | 2. | 67,0 | 64,4 | – / – | 56,6 | 54,7 | + / + |
| **P4** | | 1. | 67,1 | 64,6 | – / – | 55,2 | 53,4 | + / + |
| | | 2. | 67,1 | 64,5 | – / – | 56,7 | 54,7 | + / + |
| **P5** | | 1. | 58,4 | 56,5 | + / – | 54,4 | 52,5 | + / + |
| | | 2. | 59,8 | 57,8 | + / – | 56,3 | 54,6 | + / + |
| **P6** | | 1. | 59,3 | 57,4 | + / – | 53,2 | 51,6 | + / + |
| | | 2. | 60,6 | 58,4 | + / – | 55,3 | 53,9 | + / + |

*Табела 3.4.9. ММ 8 Ниш – прорачун буке*

| Положај прорачунске равни | Критеријум Зона – Дан/Ноћ | Спрат | Постојеће стање | | | Са звучном баријером | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ |
| | | | Дан | Ноћ | | Дан | Ноћ | |
| **P1** | 5 – 65 / 55 | 1. | 60,4 | 59,6 | + / – | 51,5 | 50,6 | + / + |
| | | 2. | 65,3 | 63,6 | – / – | 54,8 | 54,1 | + / + |
| **P2** | | 1. | 66,6 | 65,1 | – / – | 52,2 | 51,7 | + / + |
| | | 2. | 66,7 | 64,6 | – / – | 55,5 | 54,9 | + / + |
| **P3** | | 1. | 59,8 | 59,3 | + / – | 52,1 | 51,5 | + / + |
| | | 2. | 60,3 | 58,8 | + / – | 53,4 | 52,9 | + / + |

*Табела 3.4.10. ММ 9 Пирот – прорачун буке*

| Положај прорачунске равни | Критеријум Зона – Дан/Ноћ | Спрат | Постојеће стање | | | Са звучном баријером | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ |
| | | | Дан | Ноћ | | Дан | Ноћ | |
| **P1** | 5 – 65 / 55 | 1. | 57,1 | 55,2 | + / – | 49,8 | 47,6 | + / + |
| | | 2. | 58,6 | 56,0 | + / – | 51,8 | 49,5 | + / + |
| **P2** | | 1. | 59,8 | 57,8 | + / – | 54,9 | 52,7 | + / + |
| | | 2. | 61,0 | 58,4 | + / – | 56,4 | 53,7 | + / + |

*Табела 3.4.11. ММ 10 Ражањ – прорачун буке*

| Положај прорачунске равни | Критеријум Зона – Дан/Ноћ | Спрат | Постојеће стање | | | Са звучном баријером | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ |
| | | | Дан | Ноћ | | Дан | Ноћ | |
| **P1** | 5 – 65 / 55 | 1. | 56,1 | 57,6 | + / – | 51,4 | 52,8 | + / + |
| | | 2. | 56,8 | 57,9 | + / – | 52,5 | 53,6 | + / + |
| **P2** | | 1. | 57,0 | 58,2 | + / – | 52,0 | 53,1 | + / + |
| | | 2. | 57,7 | 58,4 | + / – | 53,2 | 54,5 | + / + |
| **P3** | | 1. | 56,9 | 57,2 | + / – | 53,0 | 54,0 | + / + |
| | | 2. | 57,8 | 57,7 | + / – | 54,5 | 54,7 | + / + |

*Табела 3.4.12. ММ 11 Београд – прорачун буке*

| Положај прорачунске равни | Критеријум Зона – Дан/Ноћ | Спрат | Постојеће стање | | | Са звучном баријером | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ |
| | | | Дан | Ноћ | | Дан | Ноћ | |
| P1 | 3 – 55 / 45 | 1. | 69,8 | 64,1 | – / – | 58,2 | 53,2 | – / – |
| | | 2. | 70,0 | 64,2 | – / – | 59,1 | 53,6 | – / – |
| | | 3. | 70,0 | 64,2 | – / – | 59,7 | 54,1 | – / – |
| | | 4. | 69,9 | 64,1 | – / – | 60,1 | 54,5 | – / – |
| P2 | | 1. | 69,6 | 63,8 | – / – | 58,4 | 53,3 | – / – |
| | | 2. | 69,9 | 64,0 | – / – | 59,6 | 53,9 | – / – |
| | | 3. | 70,0 | 64,0 | – / – | 60,0 | 54,2 | – / – |
| | | 4. | 69,9 | 63,9 | – / – | 60,5 | 54,7 | – / – |

*Табела 3.4.13. ММ 12 Шабац – прорачуни буке*

| Положај прорачунске равни | Критеријум Зона – Дан/Ноћ | Спрат | Постојеће стање | | | Са звучном баријером | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ |
| | | | Дан | Ноћ | | Дан | Ноћ | |
| P1 | 5 – 65 / 55 | 1. | 65,3 | 58,5 | – / – | 58,6 | 50,9 | + / + |
| | | 2. | 65,2 | 58,4 | – / – | 60,9 | 53,9 | + / + |
| P2 | | 1. | 64,0 | 57,2 | + / – | 57,6 | 50,0 | + / + |
| | | 2. | 63,9 | 57,1 | + / – | 59,5 | 52,3 | + / + |

*Табела 3.4.14. ММ 13 Ваљево – прорачуни буке*

| Положај прорачунске равни | Критеријум Зона – Дан/Ноћ | Спрат | Постојеће стање | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ |
| | | | Дан | Ноћ | |
| P1 | 5 – 65 / 55 | 1. | 69,2 | 62,3 | – / – |
| P2 | | 1. | 70,3 | 63,5 | – / – |

*Табела 3.4.15. ММ 14 Горњи Милановац – прорачуни буке*

| Положај прорачунске равни | Критеријум Зона – Дан/Ноћ | Спрат | Постојеће стање | | | Са звучном баријером | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ |
| | | | Дан | Ноћ | | Дан | Ноћ | |
| **P1** | 5 – 65 / 55 | 1. | 61,6 | 54,0 | + / + | 61,4 | 53,8 | + / + |
| | | 2. | 61,9 | 54,5 | + / + | 61,7 | 54,2 | + / + |
| | | 3. | 62,0 | 54,6 | + / + | 61,8 | 54,3 | + / + |
| | | 4. | 62,0 | 54,7 | + / + | 61,8 | 54,4 | + / + |
| **P2** | | 1. | 66,2 | 59,0 | – / – | 59,0 | 51,5 | + / + |
| | | 2. | 66,5 | 59,5 | – / – | 61,7 | 54,7 | + / + |
| **P3** | | 1. | 61,4 | 53,8 | + / + | 60,0 | 52,3 | + / + |
| | | 2. | 62,4 | 55,3 | + / – | 60,9 | 53,8 | + / + |
| **P4** | | 1. | 57,6 | 49,1 | + / + | 57,6 | 49,1 | + / + |
| | | 2. | 59,2 | 51,8 | + / + | 59,2 | 51,8 | + / + |

*Табела 3.4.16. ММ 15 Краљево – прорачуни буке*

| Положај прорачунске равни | Критеријум Зона – Дан/Ноћ | Спрат | Постојеће стање | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ |
| | | | Дан | Ноћ | |
| **P1** | 5 – 65 / 55 | 1. | 57,8 | 48,6 | + / + |
| | | 2. | 60,5 | 51,2 | + / + |
| **P2** | | 1. | 61,3 | 52,2 | + / + |
| | | 2. | 63,4 | 55,1 | + / – |
| | | 3. | 63,6 | 55,4 | + / – |
| **P3** | | 1. | 57,8 | 48,6 | + / + |

Допунски прорачуни за локације ММ1, ММ2 и ММ3 за висине баријере $h$ = 4 m и 5 m дати су табелама 3.4.17–3.4.19.

*Табела 3.4.17. ММ 1 Београд, Галеника – прорачун буке (h = 5 m)*

| Положај прорачунске равни | Критеријум Зона – Дан/Ноћ | Спрат | Постојеће стање | | | Са звучном баријером | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ |
| | | | Дан | Ноћ | | Дан | Ноћ | |
| P1 | 3 – 55 / 45 | 1. | 58,6 | 54,7 | – / – | 54,7 | 50,3 | + / – |
| | | 2. | 61,1 | 56,3 | – / – | 56,4 | 51,9 | – / – |
| | | 3. | 61,9 | 57,0 | – / – | 58,3 | 53,8 | – / – |
| | | 4. | 63,0 | 57,8 | – / – | 59,2 | 54,6 | – / – |
| | | 5. | 63,1 | 57,7 | – / – | 60,1 | 55,0 | – / – |
| P2 | | 1. | 54,4 | 50,7 | + / – | 54,0 | 50,4 | + / – |
| | | 2. | 54,5 | 50,5 | + / – | 53,8 | 49,7 | + / – |
| | | 3. | 55,1 | 51,0 | – / – | 54,3 | 50,0 | + / – |
| | | 4. | 55,8 | 51,7 | – / – | 54,5 | 50,1 | + / – |
| | | 5. | 56,6 | 52,2 | – / – | 54,9 | 50,2 | + / – |
| P3 | | 1. | 50,6 | 46,5 | + / – | 49,7 | 45,7 | + / – |
| | | 2. | 52,7 | 48,3 | + / – | 51,7 | 47,1 | + / – |
| | | 3. | 53,8 | 49,2 | + / – | 52,8 | 47,9 | + / – |
| | | 4. | 55,0 | 50,1 | + / – | 53,6 | 48,8 | + / – |
| | | 5. | 55,8 | 50,9 | – / – | 54,5 | 49,7 | + / – |
| | | 6. | 56,5 | 51,4 | – / – | 55,2 | 50,2 | – / – |
| | | 7. | 57,5 | 52,3 | – / – | 56,0 | 50,9 | – / – |
| | | 8. | 58,1 | 52,9 | – / – | 56,7 | 51,6 | – / – |
| | | 9. | 58,8 | 53,5 | – / – | 57,5 | 52,0 | – / – |
| | | 10. | 59,3 | 53,8 | – / – | 58,1 | 52,3 | – / – |

*Табела 3.4.18. ММ 2 Футог – прорачун буке (h = 5 m)*

| Положај прорачунске равни | Критеријум Зона – Дан/Ноћ | Спрат | Постојеће стање | | | Са звучном баријером | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ |
| | | | Дан | Ноћ | | Дан | Ноћ | |
| P1 | 2 – 50 / 45 | 1. | 63,9 | 55,8 | – / – | 51,8 | 44,0 | – / + |
| | | 2. | 65,0 | 56,2 | – / – | 52,4 | 44,6 | – / + |
| P2 | | 1. | 63,8 | 55,4 | – / – | 55,6 | 47,4 | – / – |
| | | 2. | 65,2 | 56,5 | – / – | 55,8 | 47,3 | – / – |
| P3 | | 1. | 65,0 | 56,6 | – / – | 54,4 | 46,1 | – / – |
| | | 2. | 65,7 | 56,9 | – / – | 54,8 | 46,5 | – / – |
| P4 | | 1. | 66,0 | 57,4 | – / – | 53,5 | 45,0 | – / + |
| | | 2. | 66,7 | 57,8 | – / – | 54,9 | 46,5 | – / – |

*Табела 3.4.19. ММ 3 Ветерник – прорачун буке (h = 4 m)*

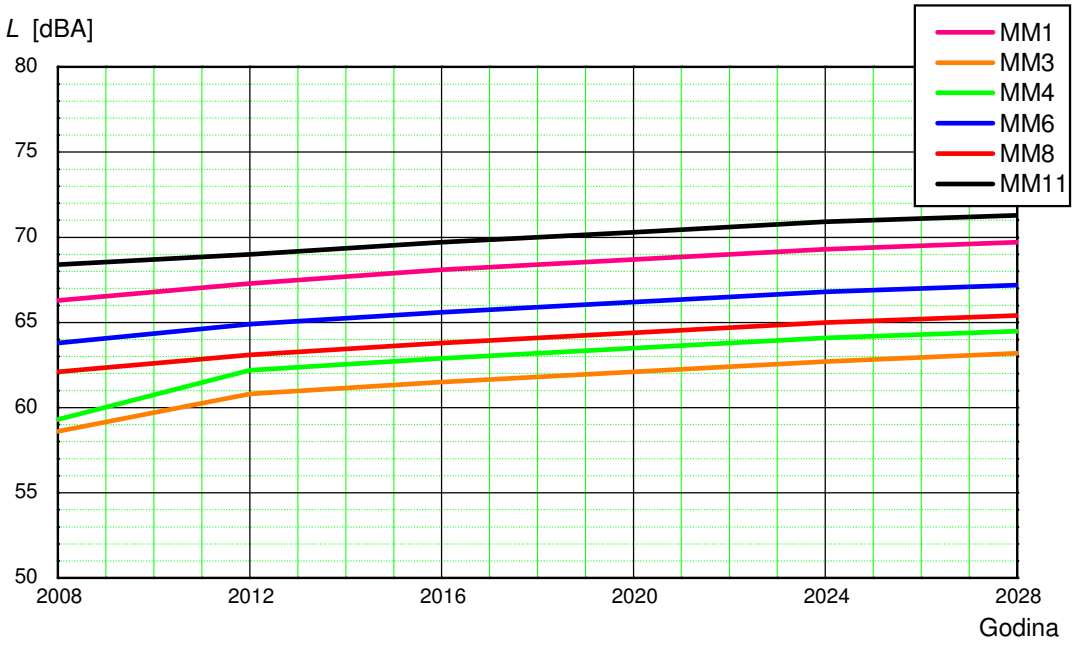
| Положај прорачунске равни | Критеријум Зона – Дан/Ноћ | Спрат | Постојеће стање | | | Са звучном баријером | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ | Ниво буке *L* [dBA] | | Оцена Дан/Ноћ |
| | | | Дан | Ноћ | | Дан | Ноћ | |
| P1 | 2 – 50 / 45 | 1. | 65,2 | 55,3 | – / – | 61,0 | 50,8 | – / – |
| | | 2. | 66,0 | 55,7 | – / – | 61,6 | 51,4 | – / – |
| P2 | | 1. | 67,3 | 57,4 | – / – | 56,9 | 47,3 | – / – |
| | | 2. | 68,1 | 57,7 | – / – | 58,9 | 49,1 | – / – |
| | | 3. | 67,2 | 56,7 | – / – | 59,8 | 49,8 | – / – |
| | | 4. | 67,0 | 56,5 | – / – | 61,1 | 51,1 | – / – |
| P3 | | 1. | 67,4 | 57,4 | – / – | 61,7 | 51,7 | – / – |
| | | 2. | 68,1 | 57,8 | – / – | 61,7 | 51,7 | – / – |
| | | 3. | 67,1 | 56,7 | – / – | 61,5 | 51,5 | – / – |
| | | 4. | 67,0 | 56,5 | – / – | 62,5 | 52,4 | – / – |
| P4 | | 1. | 64,1 | 54,5 | – / – | 54,8 | 45,2 | – / – |
| | | 2. | 65,8 | 55,7 | – / – | 58,2 | 49,1 | – / – |
| | | 3. | 64,7 | 54,6 | – / – | 58,0 | 48,4 | – / – |
| | | 4. | 65,1 | 54,6 | – / – | 59,3 | 49,2 | – / – |
| P5 | | 1. | 67,9 | 58,0 | – / – | 60,0 | 50,6 | – / – |
| | | 2. | 68,6 | 58,3 | – / – | 61,6 | 51,6 | – / – |
| | | 3. | 67,5 | 57,1 | – / – | 61,6 | 51,5 | – / – |
| | | 4. | 67,4 | 57,0 | – / – | 62,7 | 52,5 | – / – |
| P6 | | 1. | 61,2 | 52,2 | – / – | 59,7 | 50,7 | – / – |
| | | 2. | 62,9 | 53,0 | – / – | 61,1 | 51,2 | – / – |
| P7 | | 1. | 71,4 | 60,9 | – / – | 71,6 | 61,1 | – / – |
| | | 2. | 71,3 | 60,8 | – / – | 71,5 | 61,0 | – / – |

## 3.4.3. Емисија буке прогнозираног саобраћаја

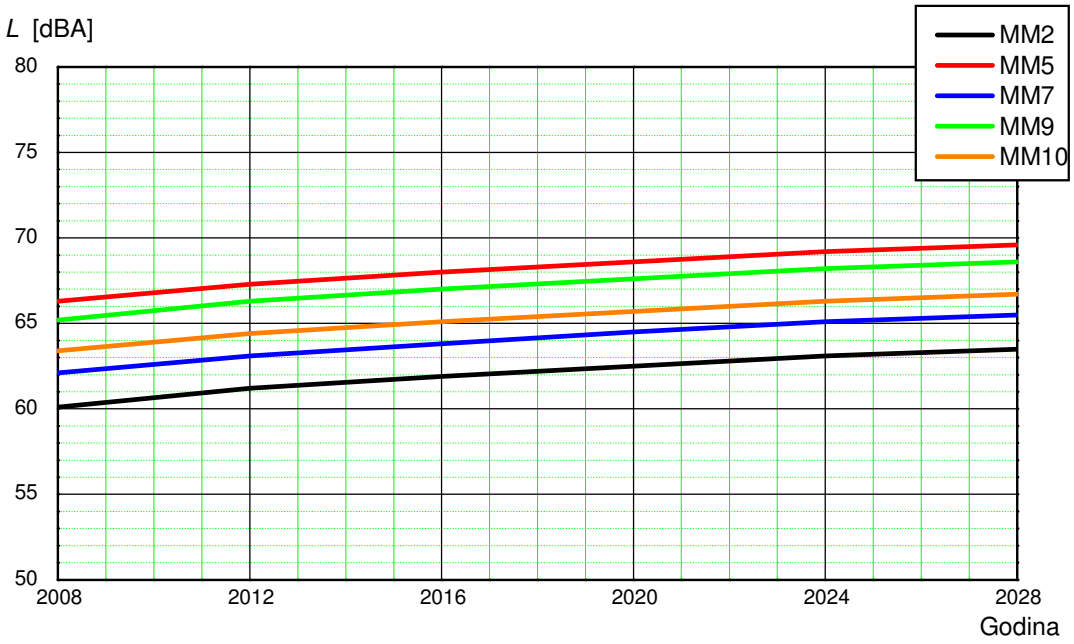
На основу обима и стуктуре прогнозираног саобраћаја датог у одељку 3.2.7 начињени су прорачуни буке. Прорачуни буке урађени су у складу са [Р33] за све одабране деонице са предикцијом на сваке четири године. Прорачунске вредности калибрисане су за сваку деоницу према затеченом стању, а према [П28]. Све израчунате вредности дате су у табели 3.4.20 и на дијаграмима на сл. 3.4.1, сл. 3.4.2 и сл. 3.4.3.

*Табела 3.4.20. Прорачунске вредности нивоа буке на основу прогнозираног саобраћаја за сва мерна места*

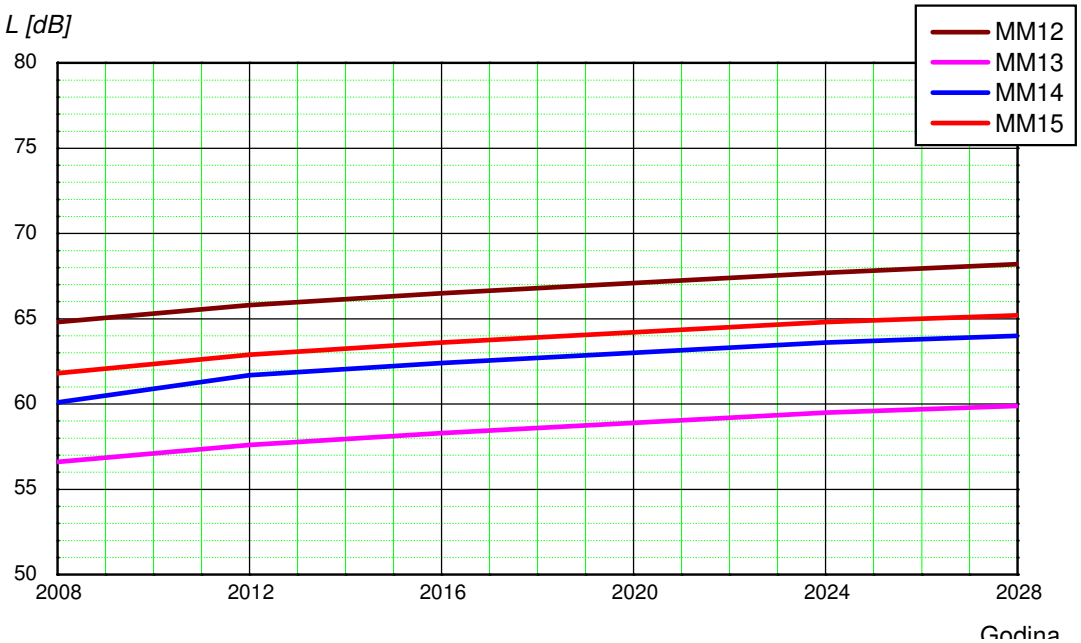
| ММ | Прорачунати ниво буке на основу прогнозираног саобраћаја [dBA] | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2008.г. | 2012.г. | 2016.г. | 2020.г. | 2024.г. | 2028.г. |
| 1 | 66,3 | 67,3 | 68,1 | 68,7 | 69,3 | 69,7 |
| 2 | 60,1 | 61,2 | 61,9 | 62,5 | 63,1 | 63,5 |
| 3 | 58,6 | 60,8 | 61,5 | 62,1 | 62,7 | 63,2 |
| 4 | 59,3 | 62,2 | 62,9 | 63,5 | 64,1 | 64,5 |
| 5 | 66,3 | 67,3 | 68,0 | 68,6 | 69,2 | 69,6 |
| 6 | 63,8 | 64,9 | 65,6 | 66,2 | 66,8 | 67,2 |
| 7 | 62,1 | 63,1 | 63,8 | 64,5 | 65,1 | 65,5 |
| 8 | 62,1 | 63,1 | 63,8 | 64,4 | 65,0 | 65,4 |
| 9 | 65,2 | 66,3 | 67,0 | 67,6 | 68,2 | 68,6 |
| 10 | 63,4 | 64,4 | 65,1 | 65,7 | 66,3 | 66,7 |
| 11 | 68,4 | 69,0 | 69,7 | 70,3 | 70,9 | 71,3 |
| 12 | 64,8 | 65,8 | 66,5 | 67,1 | 67,7 | 68,2 |
| 13 | 56,6 | 57,6 | 58,3 | 58,9 | 59,5 | 59,9 |
| 14 | 60,1 | 61,7 | 62,4 | 63 | 63,6 | 64 |
| 15 | 61,8 | 62,9 | 63,6 | 64,2 | 64,8 | 65,2 |




*Сл. 3.4.1. Прорачунске вредности нивоа буке на основу прогнозираног саобраћаја за мерна места ММ1, ММ3, ММ4, ММ6, ММ8 и ММ11*




*Сл. 3.4.2. Прорачунске вредности нивоа буке на основу прогнозираног саобраћаја за мерна места ММ2, ММ5, ММ7, ММ9 и ММ10*



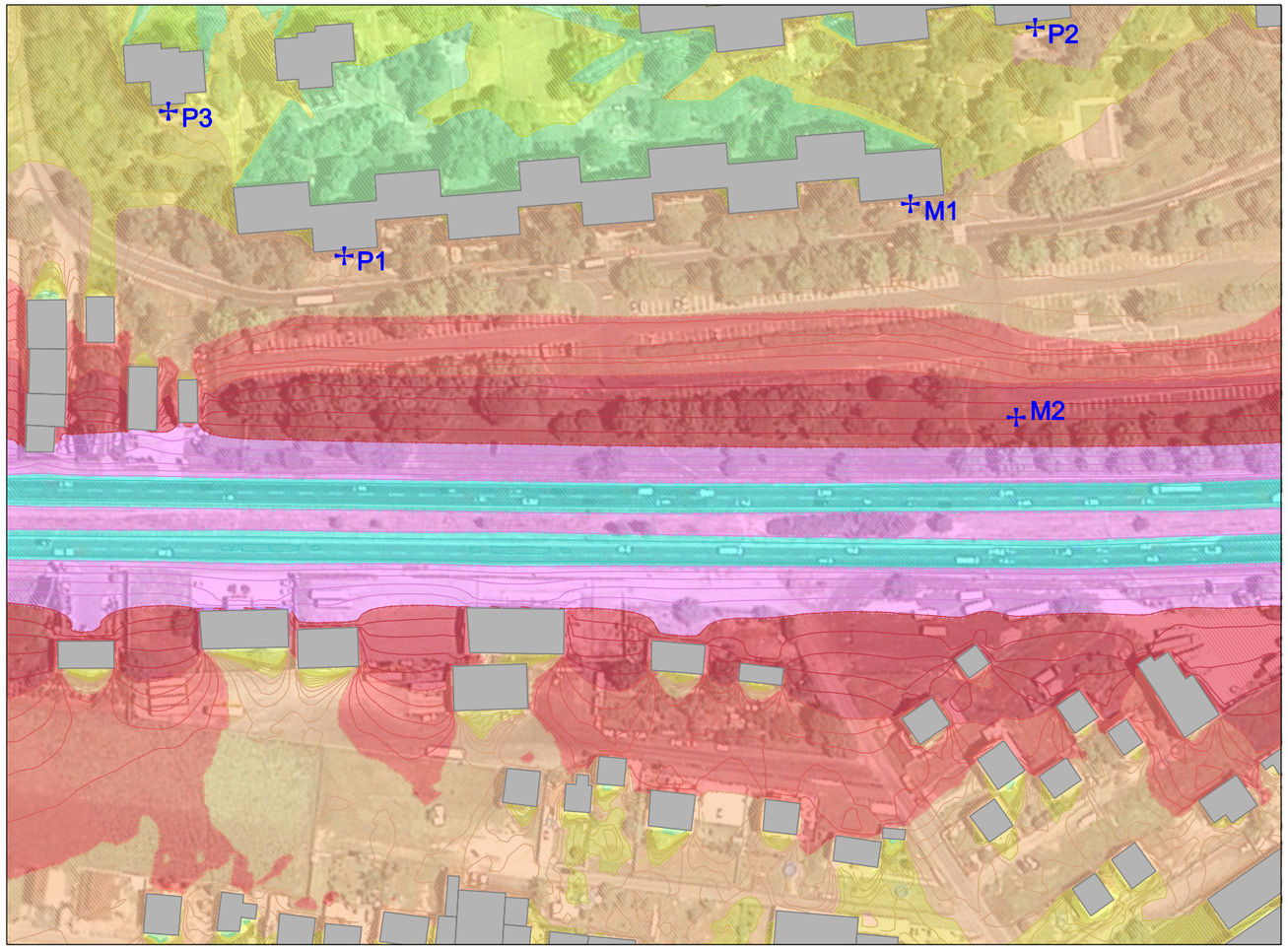

*Сл. 3.4.3. Прорачунске вредности нивоа буке на основу прогнозираног саобраћаја за мерна места ММ12, ММ13, ММ14 и ММ15*

## 3.5. КАРТЕ БУКЕ

У оквиру овог поглавља дате су карте буке за сваку од одабраних 15 локација. Карте буке за једну локацију садрже:

- ознаку и положај локације,
- одредницу: Постојеће стање / Примењена заштита,
- одредницу: Дан / Ноћ,
- размеру карте и положај страна света,
- легенду,
- за примењену звучну заштиту дате су карактеристике баријере: назив, висина, дужина и одговарајући акустички параметри.

Карте буке дате су на странама 3.5.2–3.5.55.




Karta buke: MM1

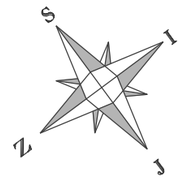
E75 / M22

Autoput Beograd - Novi Sad

Beograd, naselje Galenika

Postojeće stanje - DAN

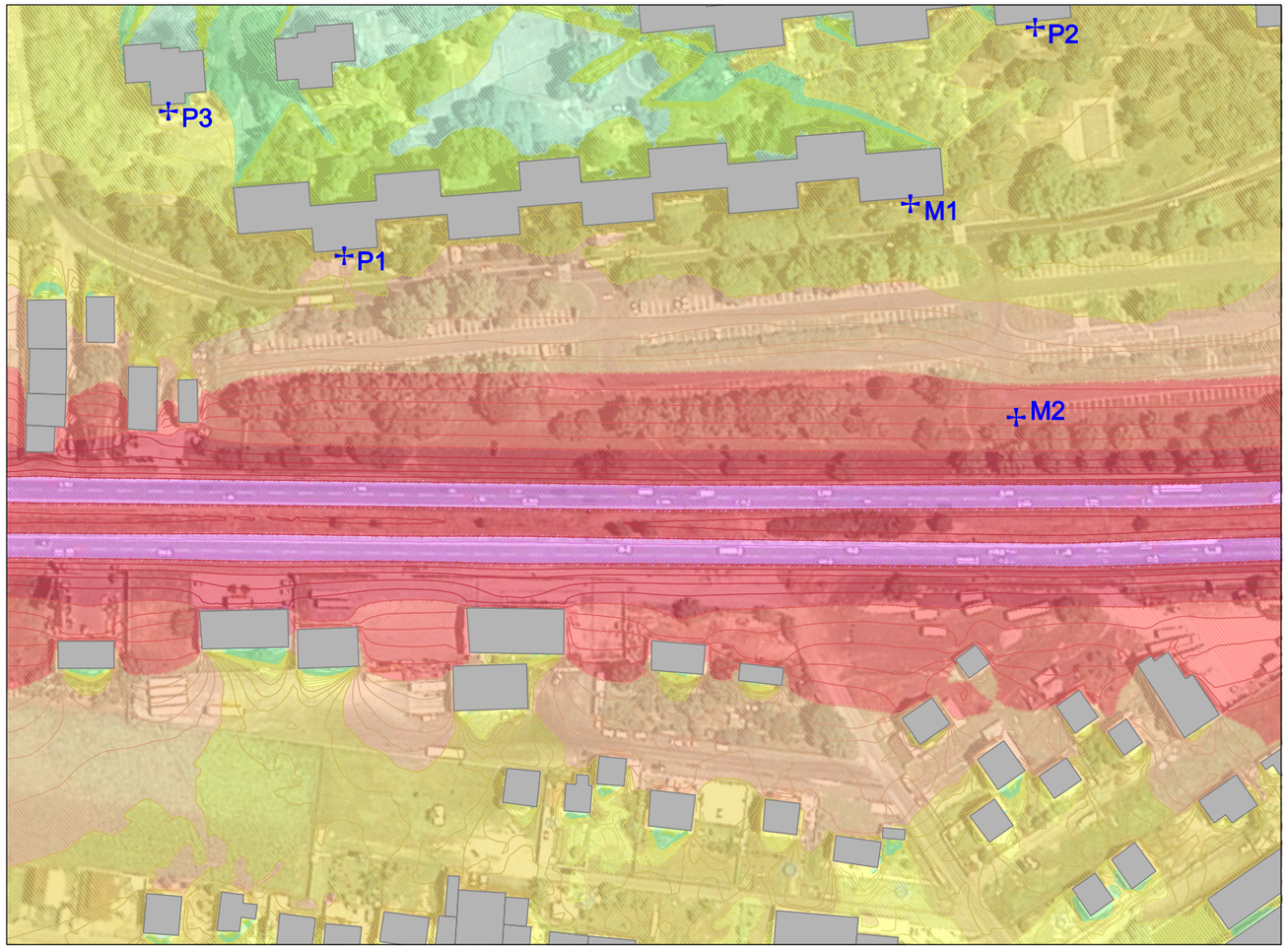
Razmera 1 : 2 000




## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |

Nivo buke na visini 3 m




Karta buke: MM1

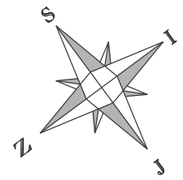
E75 / M22

Autoput Beograd - Novi Sad

Beograd, naselje Galenika

Postojeće stanje - NOĆ

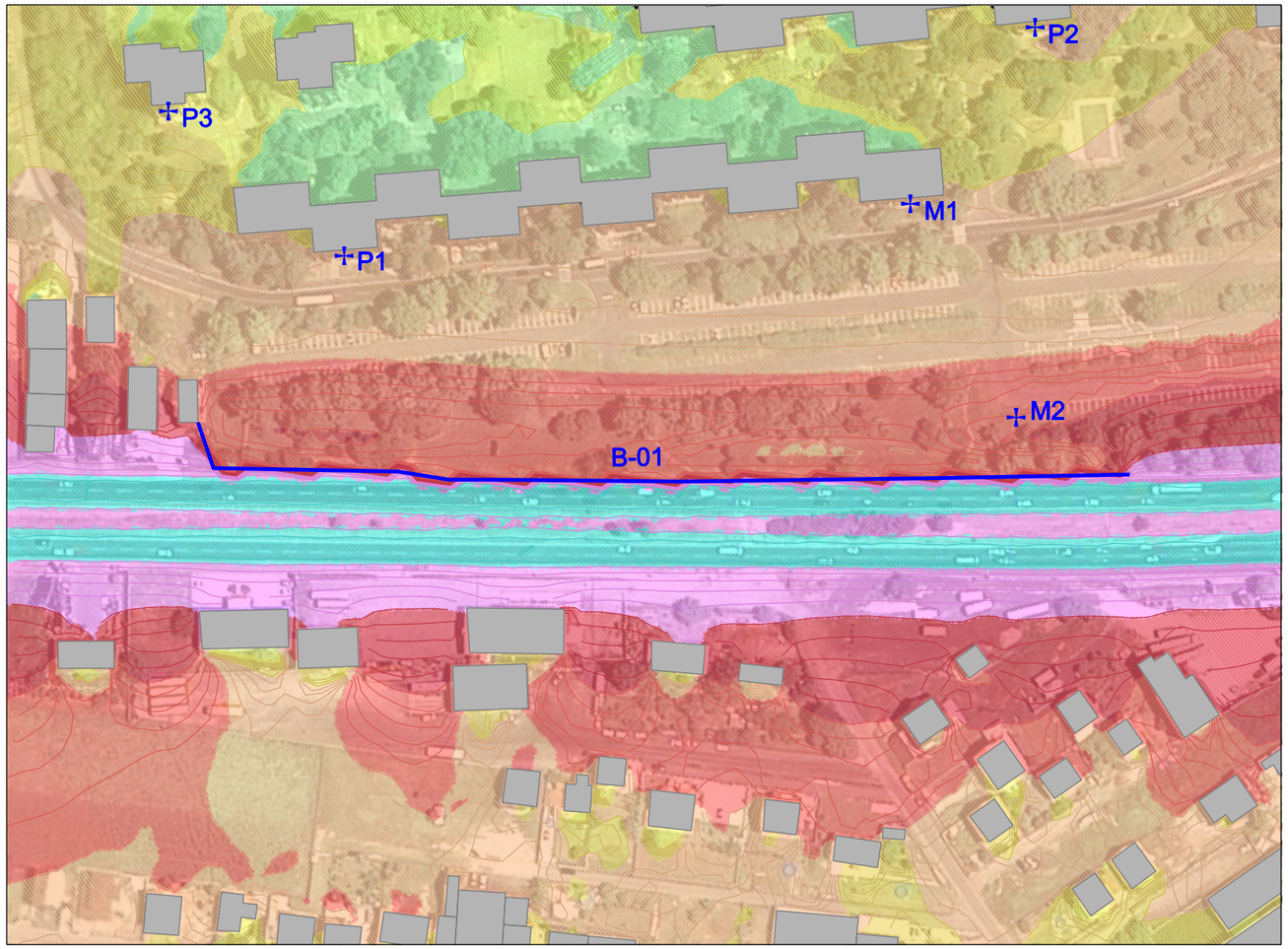
Razmera 1 : 2 000




## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |

Nivo buke na visini 3 m




Karta buke: MM1

E75 / M22

Autoput Beograd - Novi Sad

Beograd, naselje Galenika

Primenjena zaštita - DAN

Razmera 1 : 2 000

S
I
Z
J

## LEGENDA

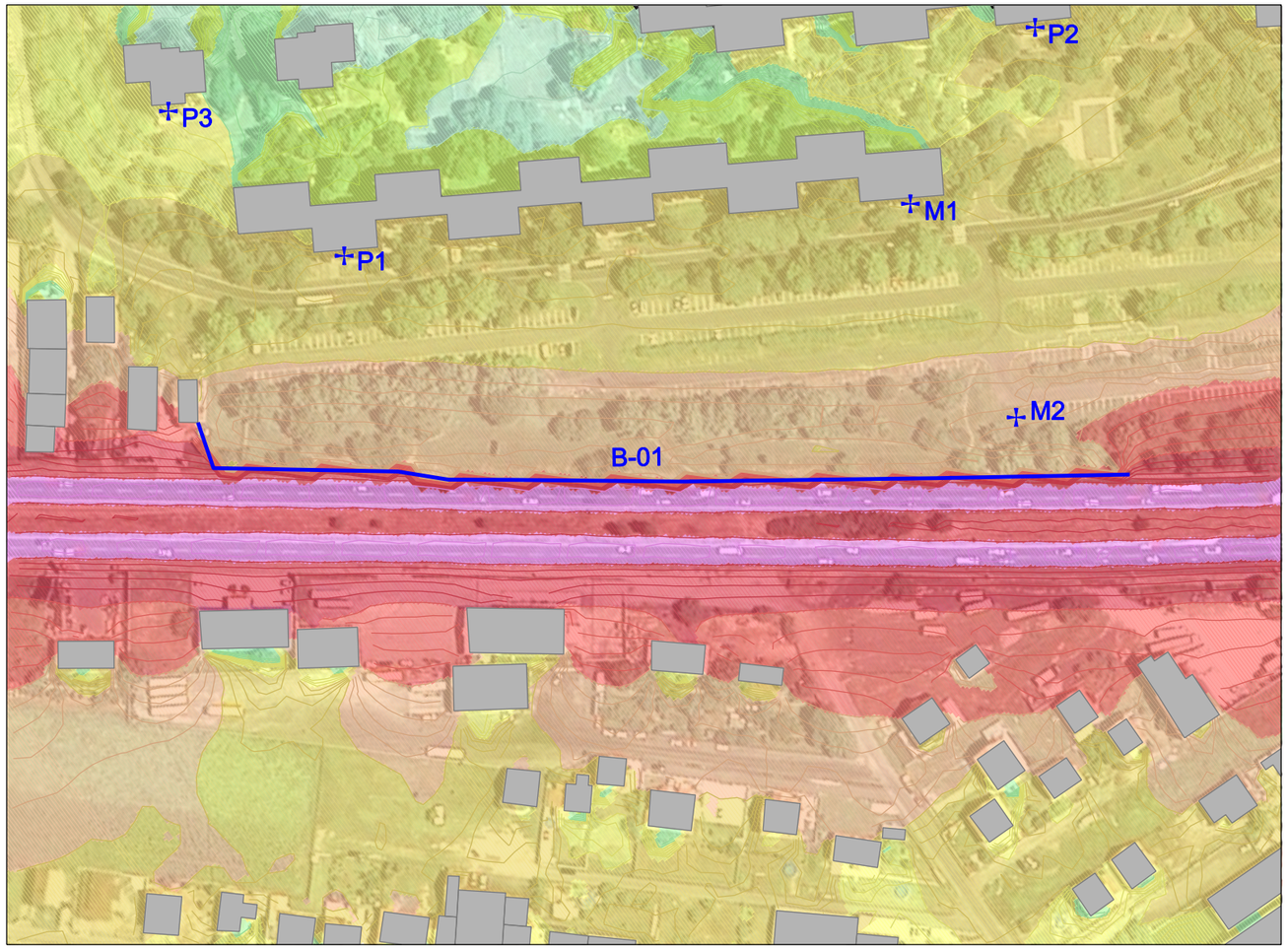
| | |
|---|---|
| 80-85 dB | 50-55 dB |
| 75-80 dB | 45-50 dB |
| 70-75 dB | 40-45 dB |
| 65-70 dB | 35-40 dB |
| 60-65 dB | 30-35 dB |
| 55-60 dB | |
| M1 | Merna tačka |
| P2 | Položaj proračunske ravni |
| | Zvučna barijera |

Nivo buke na visini 3 m

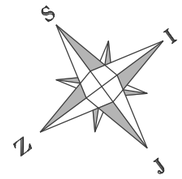
| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 3,5 m | 320 m | > 8 dB | > 25 dB |

Karta buke: MM1
E75 / M22
Autoput Beograd - Novi Sad
Beograd, naselje Galenika

Primenjena zaštita - NOĆ




Razmera 1 : 2 000

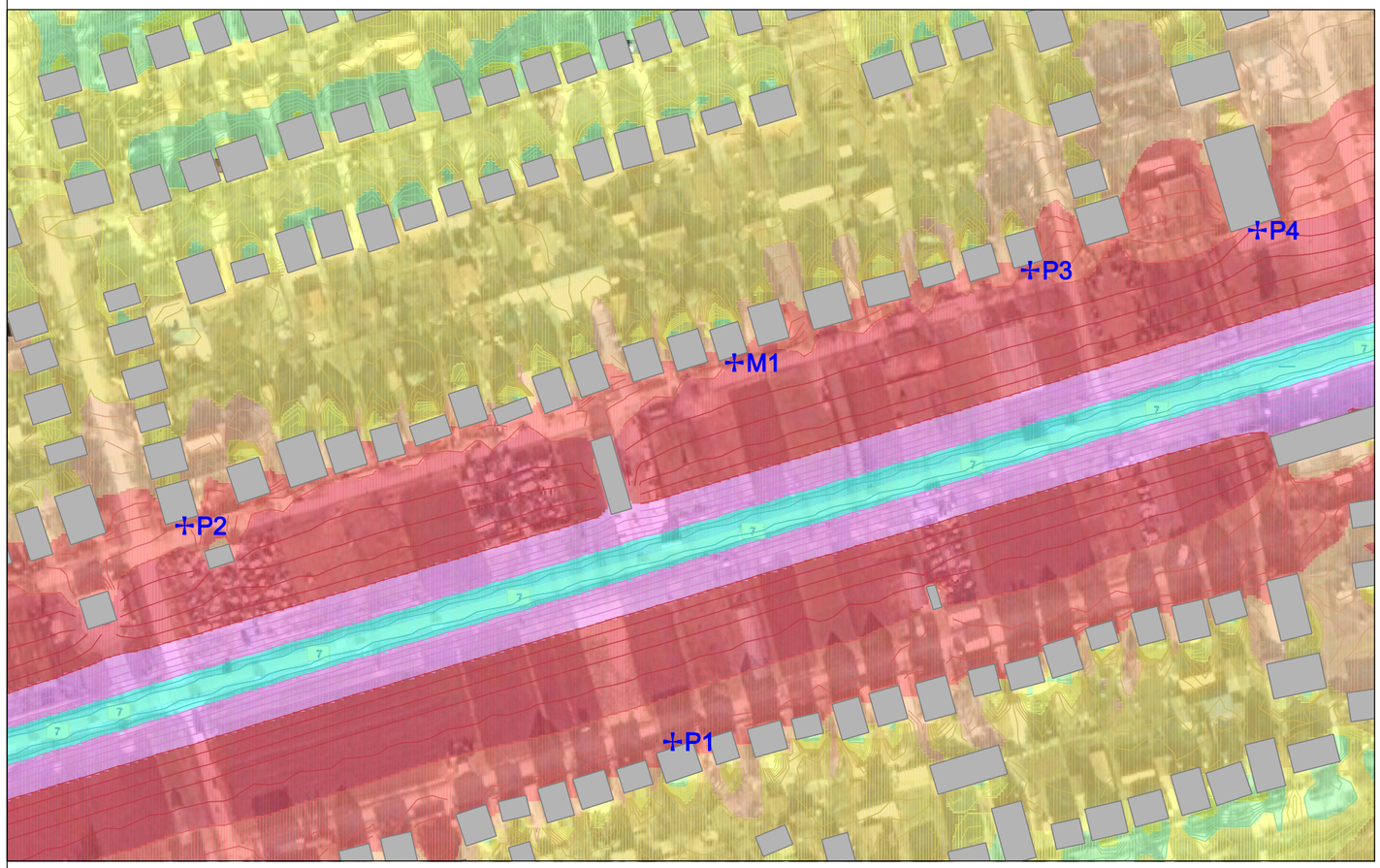



## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |
| | Zvučna barijera | | |

Nivo buke na visini 3 m

| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 3,5 m | 320 m | > 8 dB | > 25 dB |



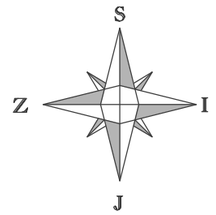

# Karta buke: MM2

## M7

## Magistralni put Novi Sad - Bačka Palanka

## Futog

### Postojeće stanje - DAN



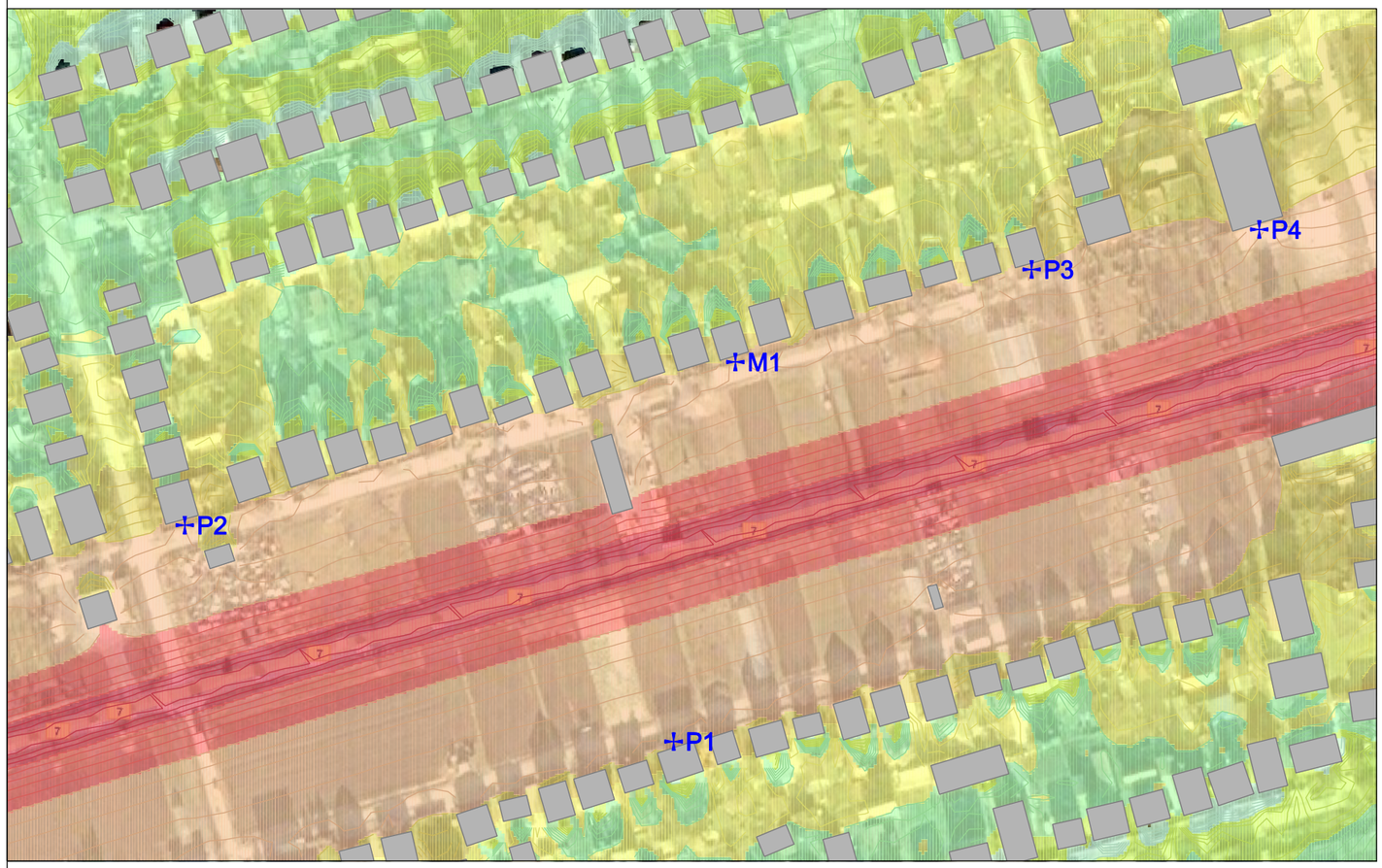

## LEGENDA

| | |
|---|---|
| 80-85 dB | 50-55 dB |
| 75-80 dB | 45-50 dB |
| 70-75 dB | 40-45 dB |
| 65-70 dB | 35-40 dB |
| 60-65 dB | 30-35 dB |
| 55-60 dB | |

M1 Merna tačka

P2 Položaj proračunske ravni

Nivo buke na visini 3 m




Karta buke: MM2

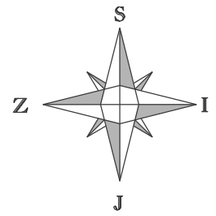
M7

Magistralni put Novi Sad - Bačka Palanka

Futog

Postojeće stanje - NOĆ

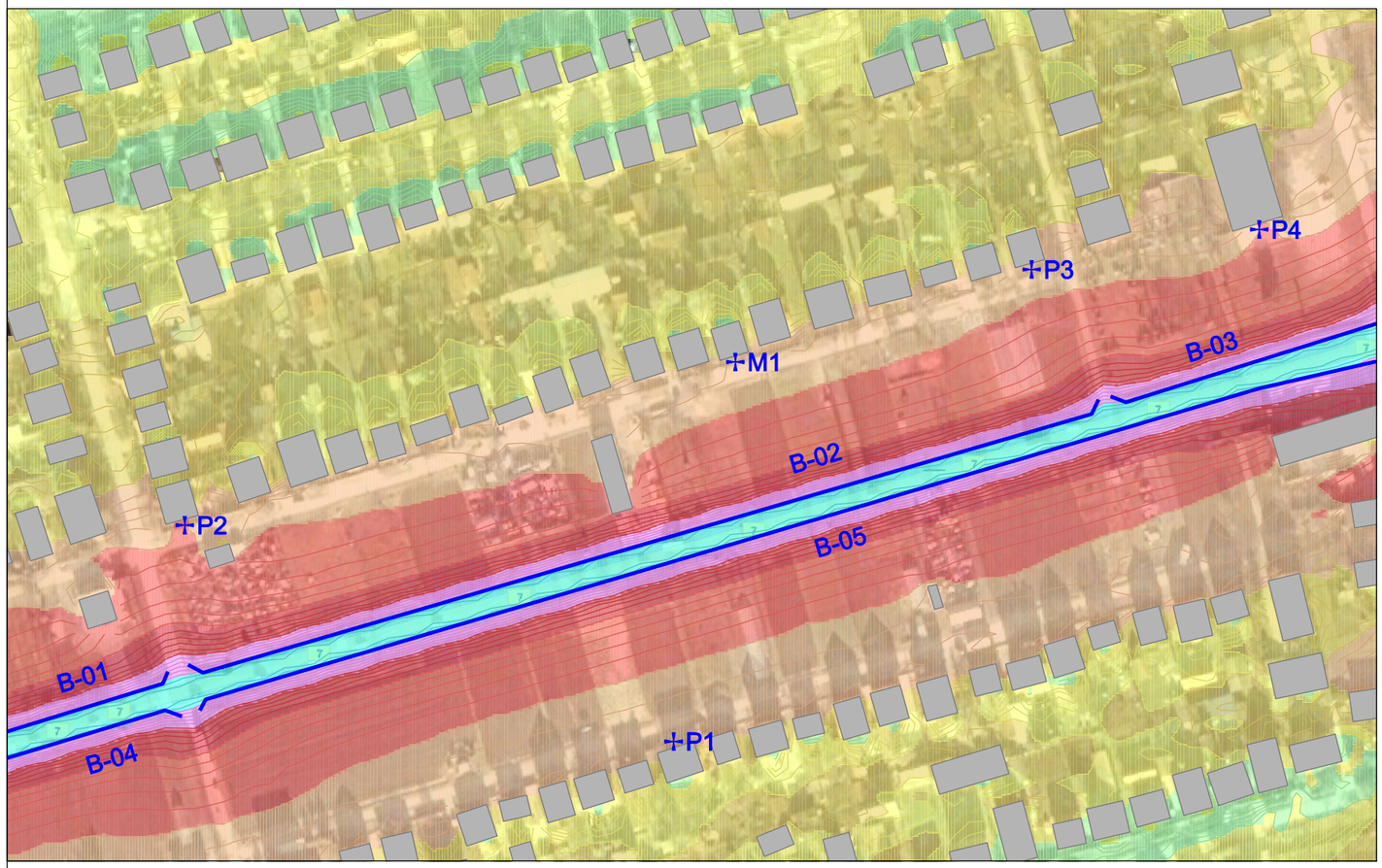
Razmera 1 : 2 000




## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |

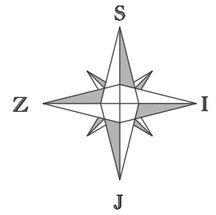
Nivo buke na visini 3 m




# Karta buke: MM2
# M7
# Magistralni put Novi Sad - Bačka Palanka
# Futog

## Primenjena zaštita - DAN

## Razmera 1 : 2 000




## LEGENDA

| | |
|---|---|
| 80-85 dB | 50-55 dB |
| 75-80 dB | 45-50 dB |
| 70-75 dB | 40-45 dB |
| 65-70 dB | 35-40 dB |
| 60-65 dB | 30-35 dB |
| 55-60 dB | |

M1 Merna tačka

P2 Položaj proračunske ravni

Zvučna barijera

## Nivo buke na visini 3 m

| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 1,5 m | >200 m | > 8 dB | > 25 dB |
| B-02 | 1,5 m | 322 m | > 8 dB | > 25 dB |
| B-03 | 1,5 m | 102 m | > 8 dB | > 25 dB |
| B-04 | 1,5 m | >200 m | > 8 dB | > 25 dB |
| B-05 | 1,5 m | 418 m | > 8 dB | > 25 dB |

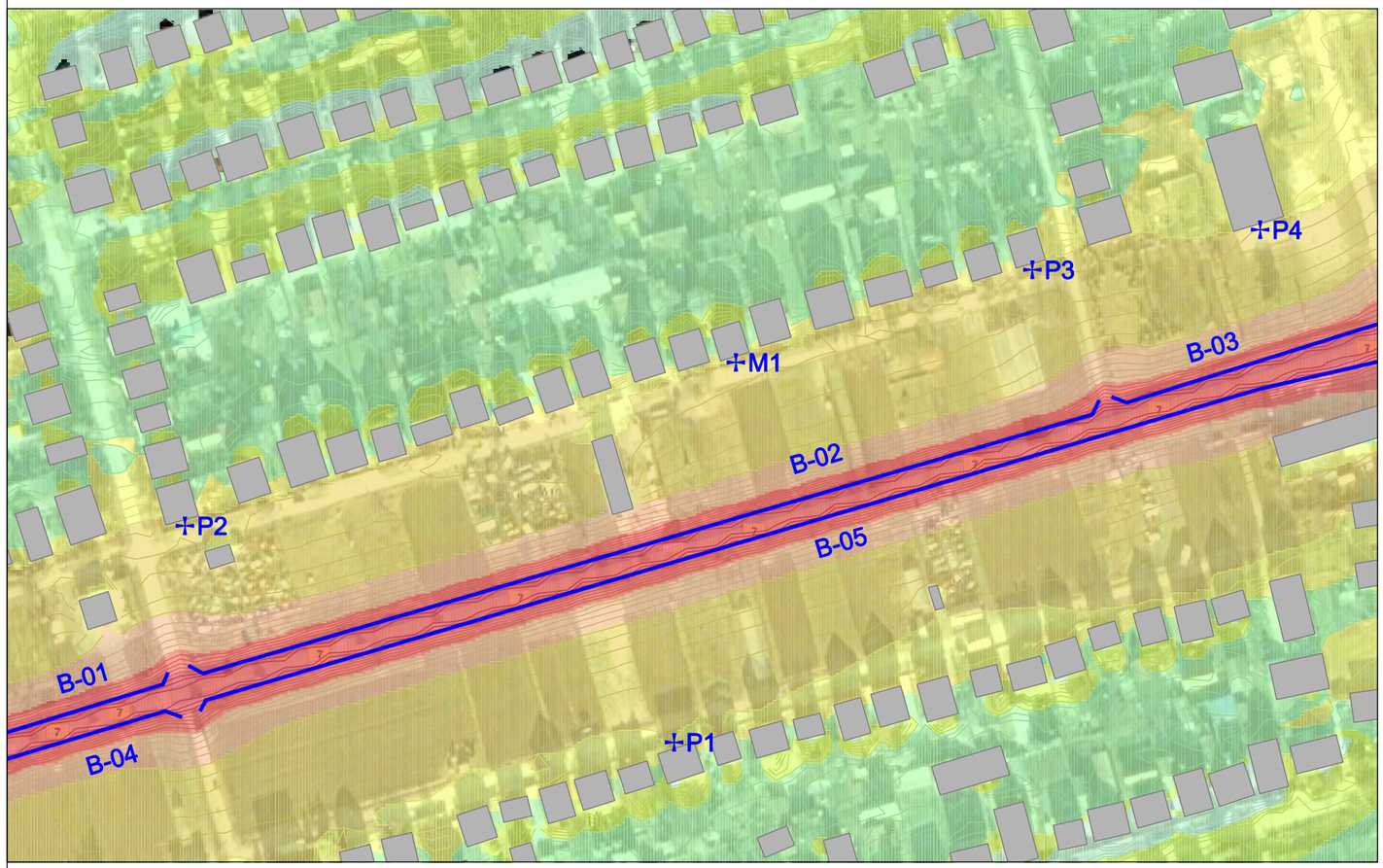
Karta buke: MM2

M7

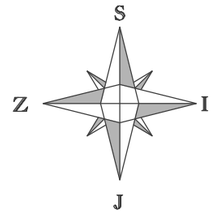
Magistralni put Novi Sad - Bačka Palanka

Futog

Primenjena zaštita - NOĆ




Razmera 1 : 2 000




## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |
| | Zvučna barijera | | |

## Nivo buke na visini 3 m

| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 1,5 m | >200 m | > 8 dB | > 25 dB |
| B-02 | 1,5 m | 322 m | > 8 dB | > 25 dB |
| B-03 | 1,5 m | 102 m | > 8 dB | > 25 dB |
| B-04 | 1,5 m | >200 m | > 8 dB | > 25 dB |
| B-05 | 1,5 m | 418 m | > 8 dB | > 25 dB |

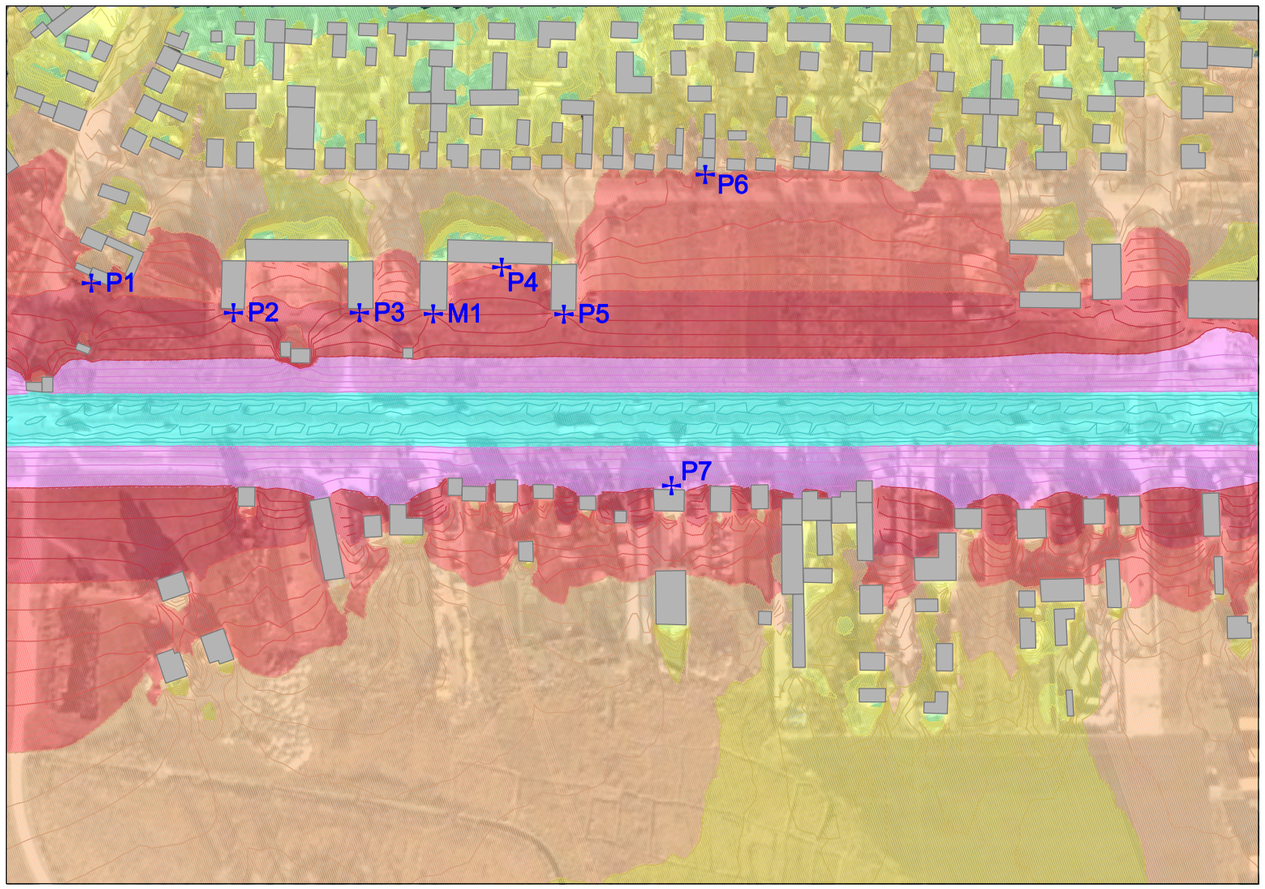
Karta buke: MM3

M7

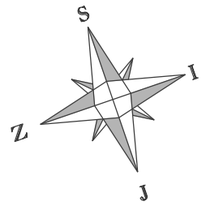
Magistralni put Novi Sad - Bačka Palanka

Veternik

Postojeće stanje - DAN




Razmera 1 : 3 000




## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |

Nivo buke na visini 3 m

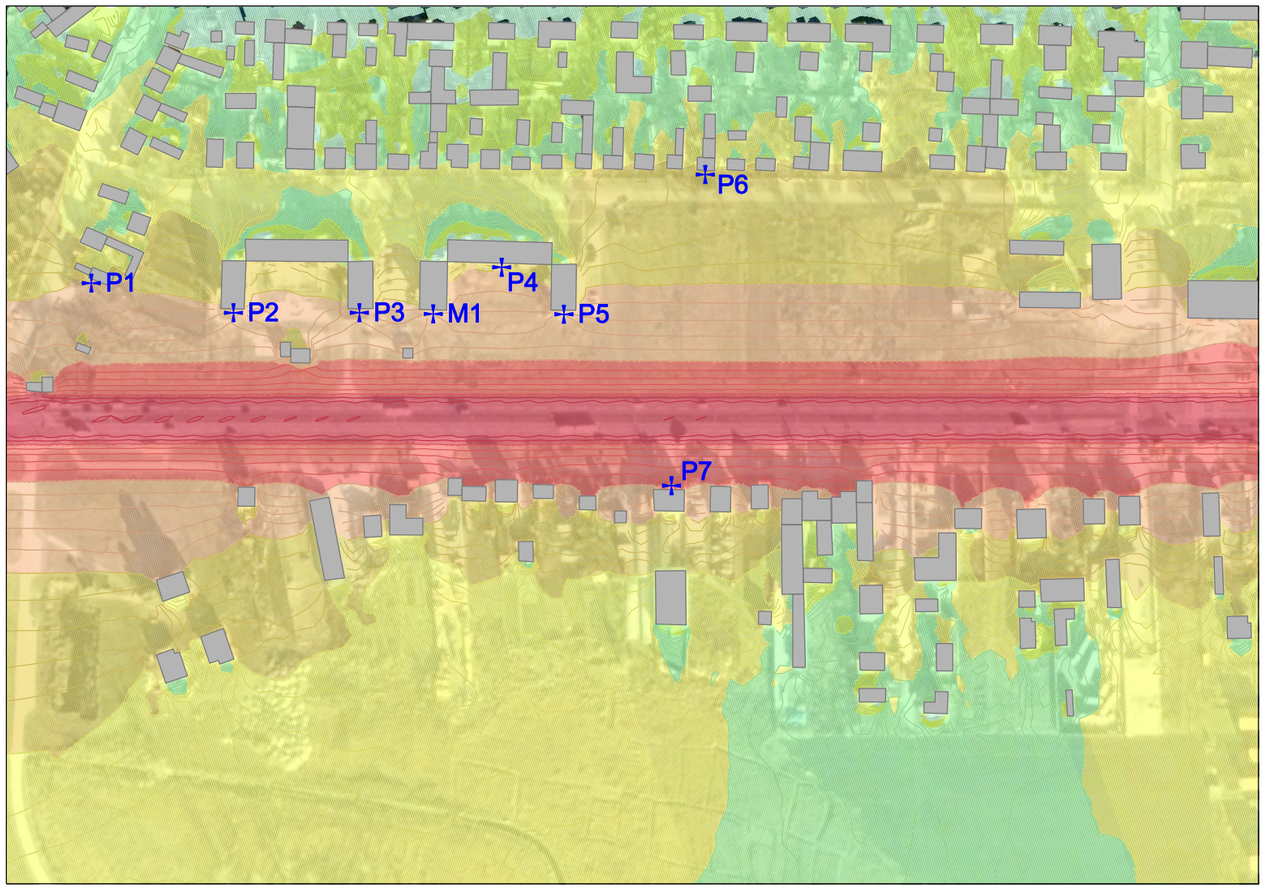
Karta buke: MM3

M7

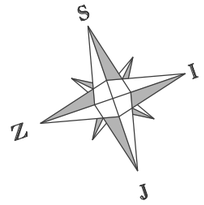
Magistralni put Novi Sad - Bačka Palanka

Veternik

Postojeće stanje - NOĆ



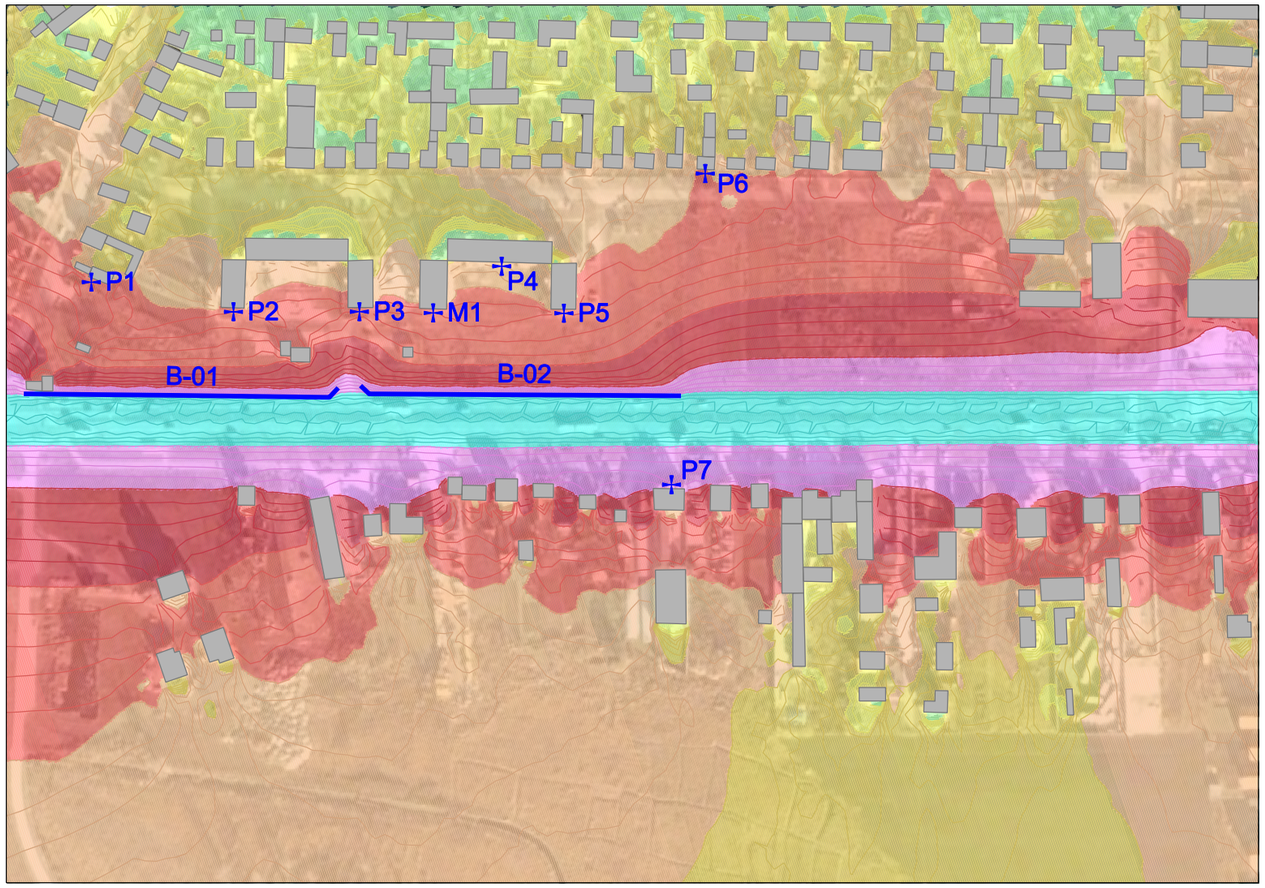

Razmera 1 : 3 000




LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |

Nivo buke na visini 3 m




Karta buke: MM3
M7
Magistralni put Novi Sad - Bačka Palanka
Veternik

Primenjena zaštita - DAN

Razmera 1 : 3 000

S
I
Z
J

## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |
| | Zvučna barijera | | |

Nivo buke na visini 3 m

| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 2,0 m | 156 m | > 8 dB | > 25 dB |
| B-02 | 2,0 m | 158 m | > 8 dB | > 25 dB |

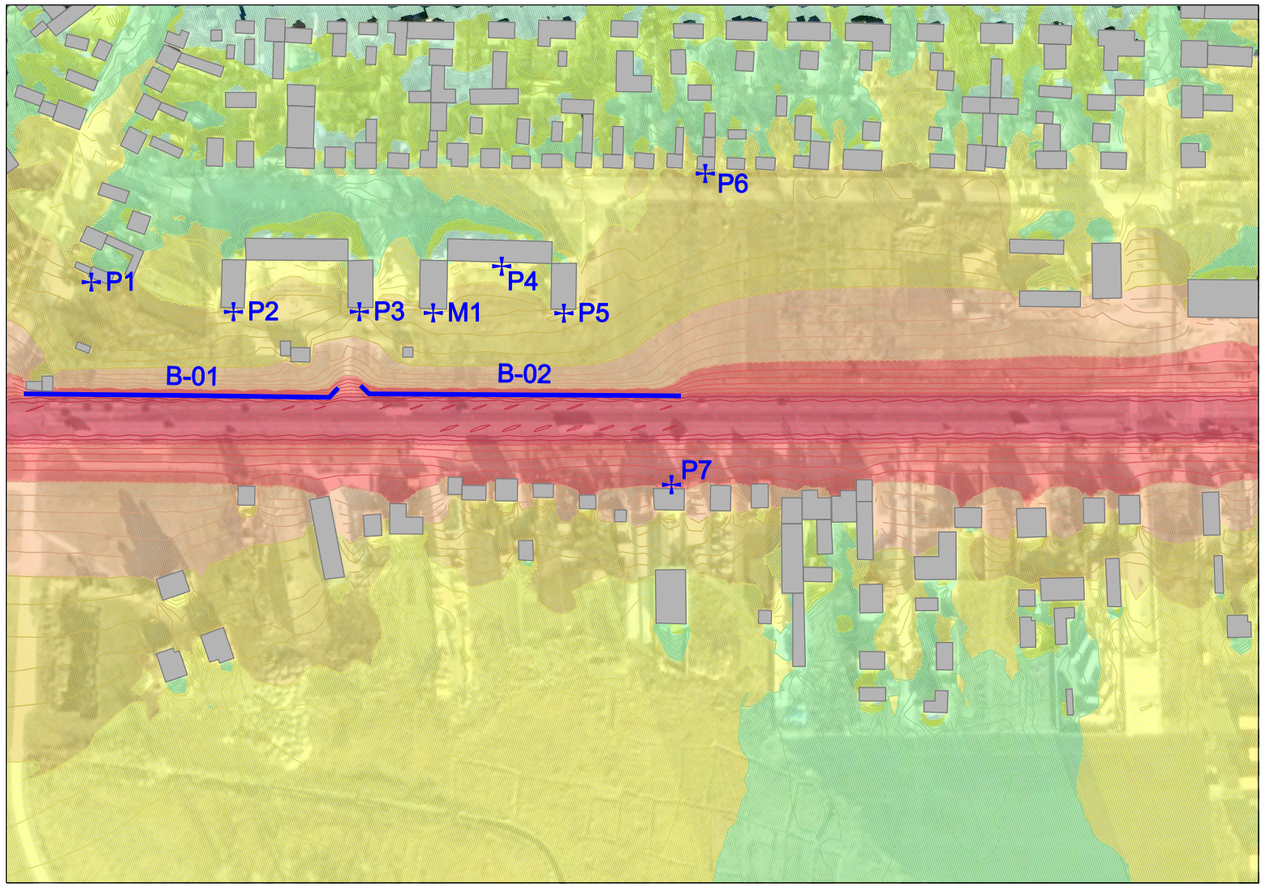
Karta buke: MM3

M7

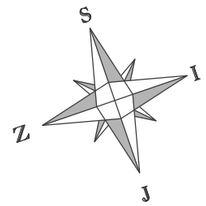
Magistralni put Novi Sad - Bačka Palanka

Veternik

Primenjena zaštita - NOĆ




Razmera 1 : 3 000




## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |

M1 Merna tačka

P2 Položaj proračunske ravni

Zvučna barijera

Nivo buke na visini 3 m

| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 2,0 m | 156 m | > 8 dB | > 25 dB |
| B-02 | 2,0 m | 158 m | > 8 dB | > 25 dB |

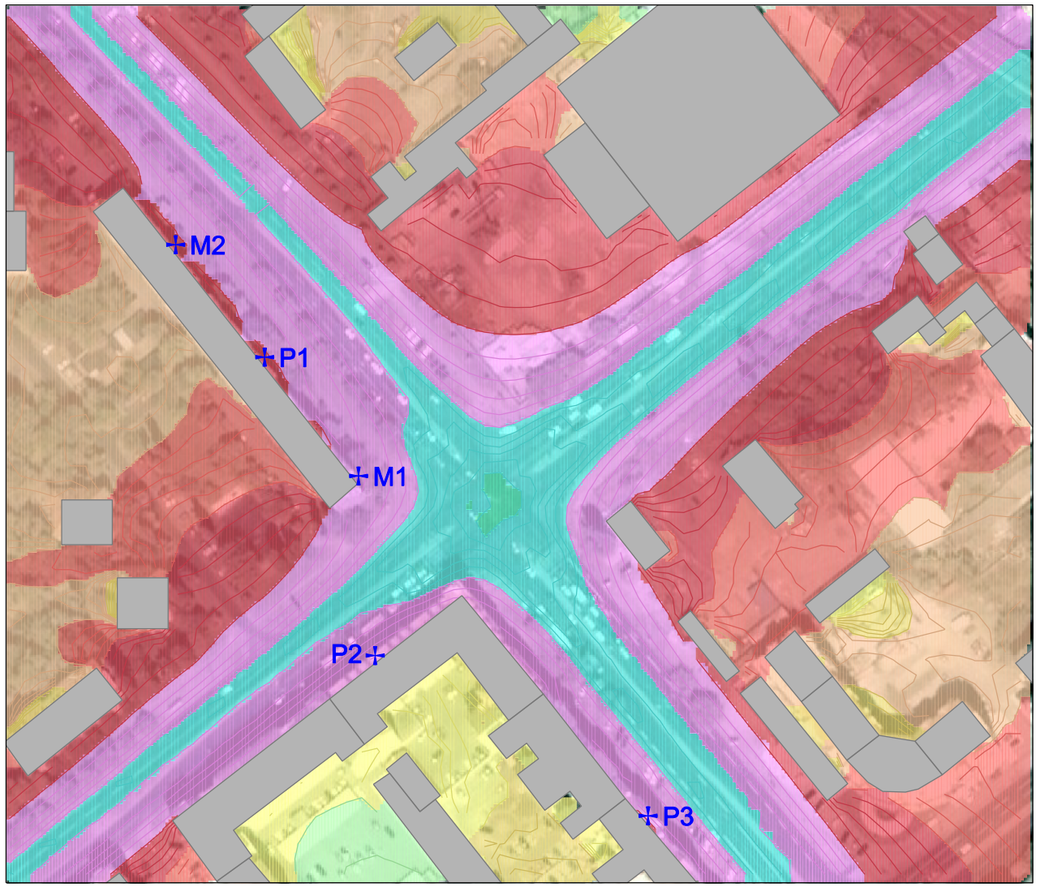
Karta buke: MM4

M7

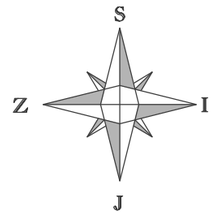
Magistralni put Novi Sad – Bačka Palanka

Novi Sad

Postojeće stanje - DAN



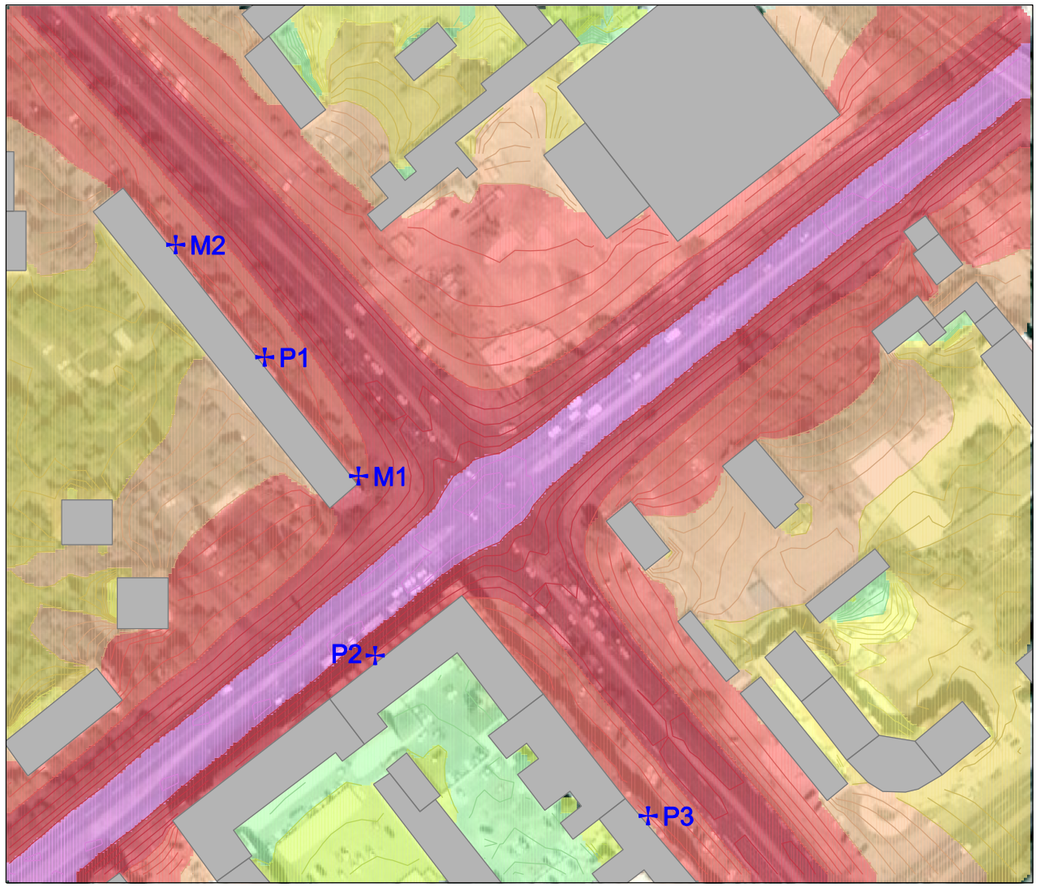

Razmera 1 : 2 000




LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |

Nivo buke na visini 3 m




Karta buke: MM4

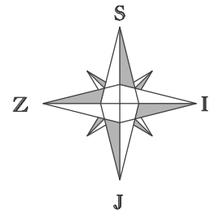
M7

Magistralni put Novi Sad – Bačka Palanka

Novi Sad

Postojeće stanje - NOĆ

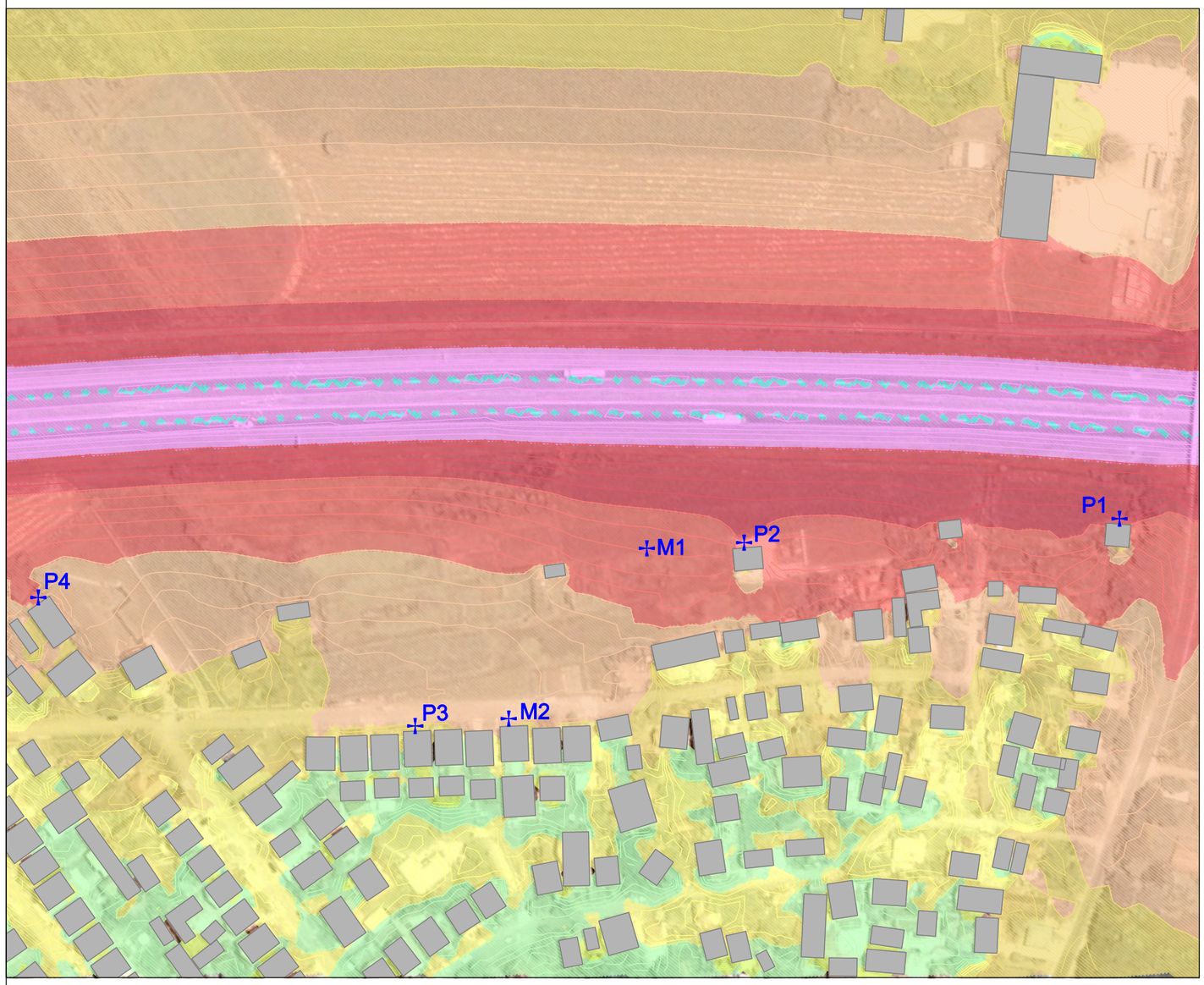
Razmera 1 : 2 000




LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |

Nivo buke na visini 3 m




Karta buke: MM5

E75 / M1

Autoput Beograd - Niš

Čuprija

Postojeće stanje - DAN

Razmera 1 : 2 000

S I Z J

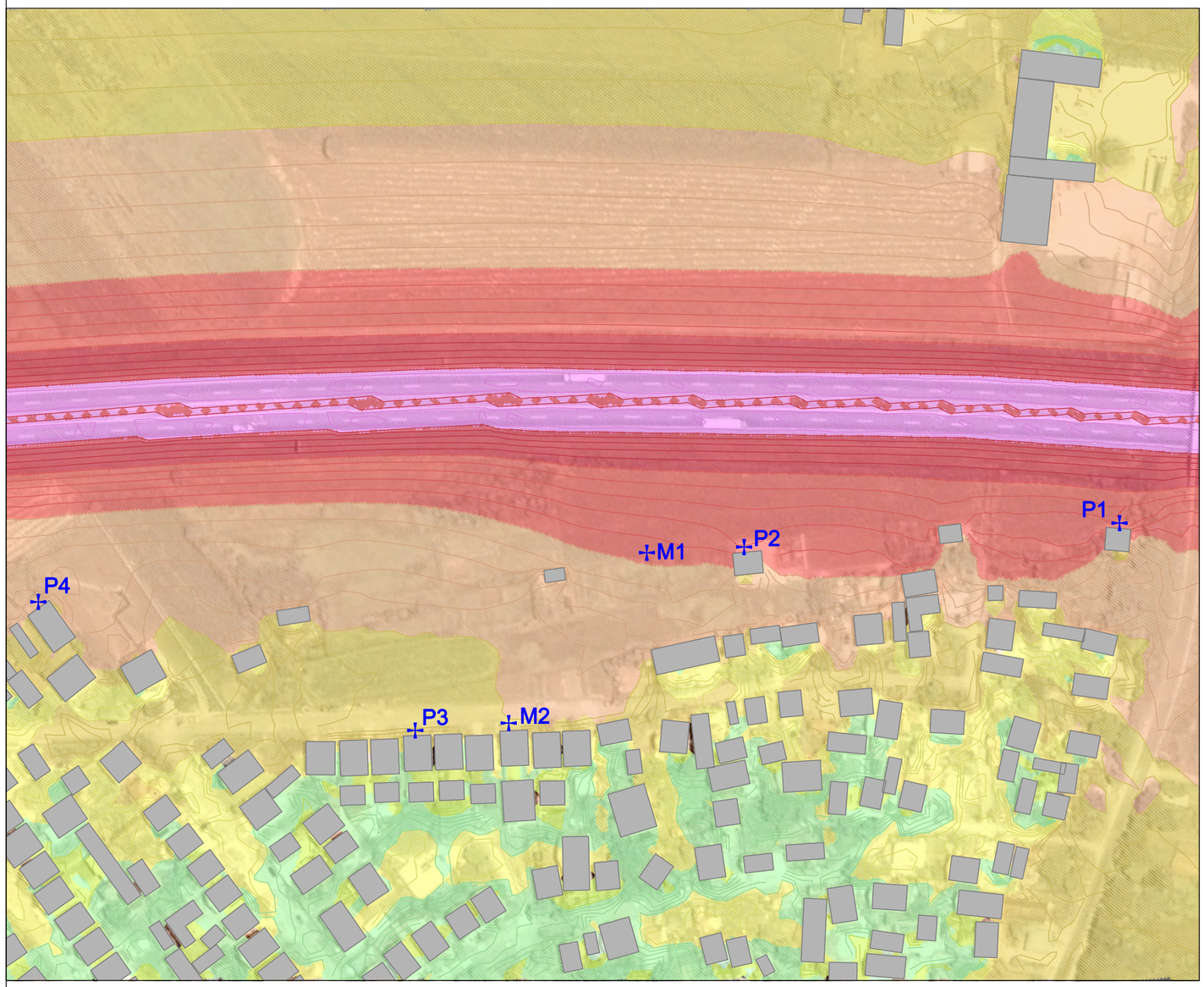
## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |

M1 Merna tačka

P2 Položaj proračunske ravni

Nivo buke na visini 3 m




Karta buke: MM5

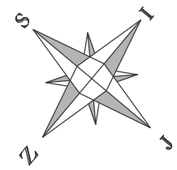
E75 / M1

Autoput Beograd - Niš

Čuprija

Postojeće stanje - NOĆ

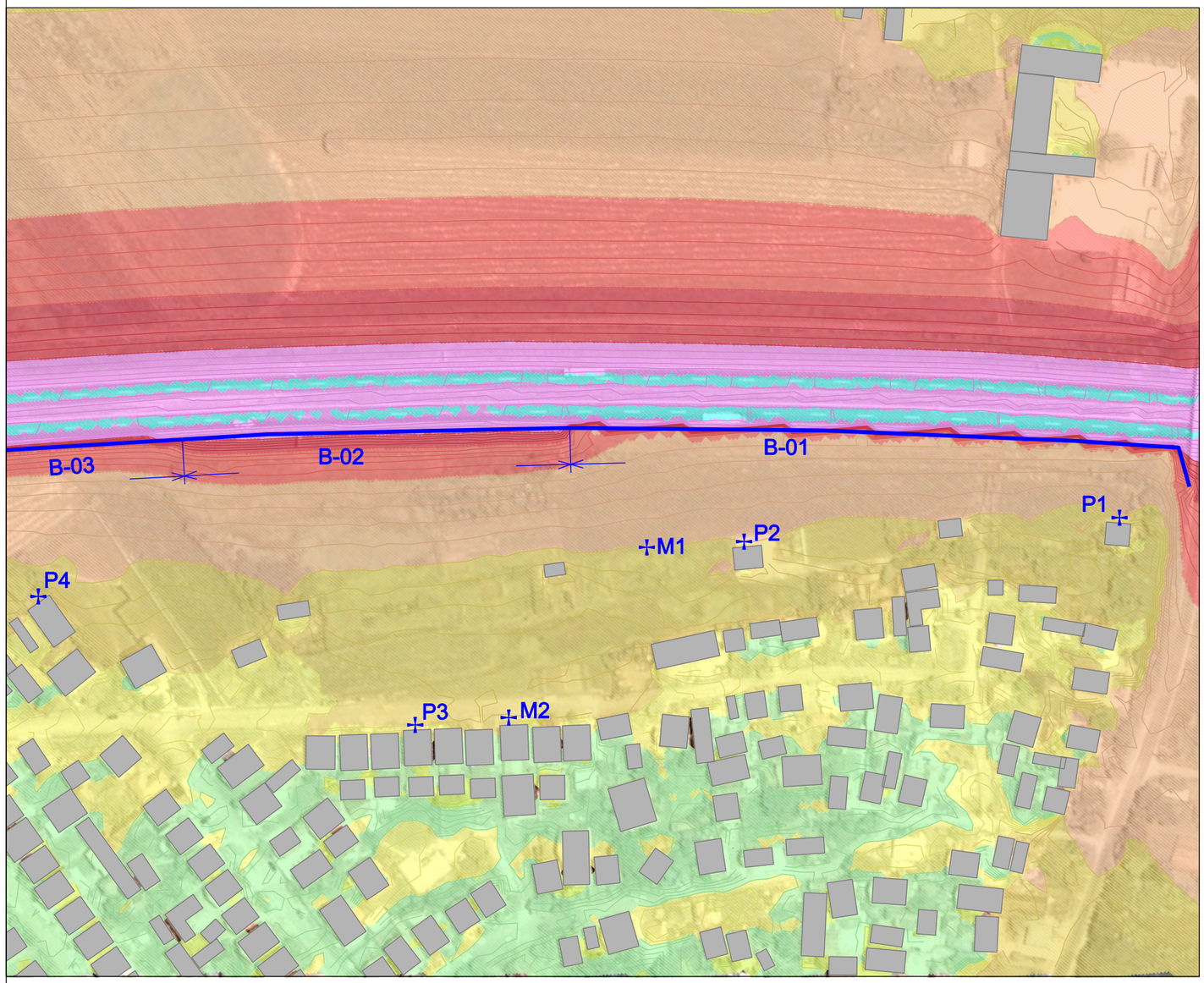
Razmera 1 : 2 000




## LEGENDA

| | |
|---|---|
| 80-85 dB | 50-55 dB |
| 75-80 dB | 45-50 dB |
| 70-75 dB | 40-45 dB |
| 65-70 dB | 35-40 dB |
| 60-65 dB | 30-35 dB |
| 55-60 dB | |
| M1 | Merna tačka |
| P2 | Položaj proračunske ravni |

Nivo buke na visini 3 m




Karta buke: MM5

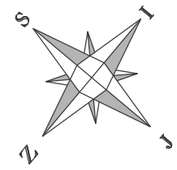
E75 / M1

Autoput Beograd - Niš

Čuprija

Primenjena zaštita - DAN

Razmera 1 : 2 000

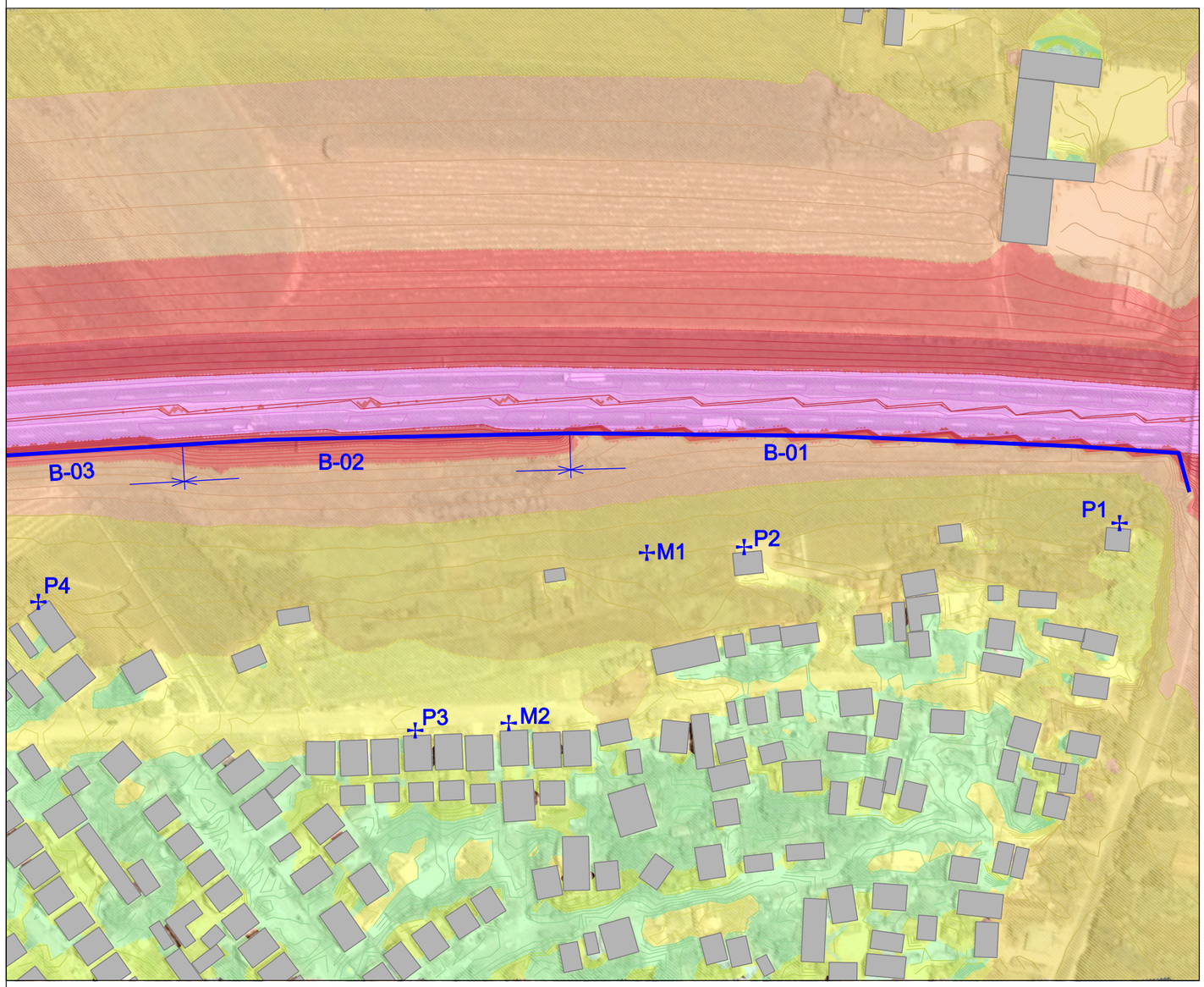



## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |
| | Zvučna barijera | | |

Nivo buke na visini 3 m

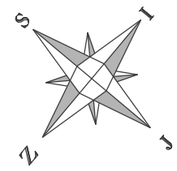
| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 4,0 m | 250 m | - | > 25 dB |
| B-02 | 2,0 m | 150 m | > 8 dB | > 25 dB |
| B-03 | 3,0 m | > 200 m | > 8 dB | > 25 dB |




# Karta buke: MM5
## E75 / M1
## Autoput Beograd - Niš
## Čuprija

Primenjena zaštita - NOĆ

Razmera 1 : 2 000




## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |

M1 Merna tačka

P2 Položaj proračunske ravni

Zvučna barijera

Nivo buke na visini 3 m

| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 4,0 m | 250 m | - | > 25 dB |
| B-02 | 2,0 m | 150 m | > 8 dB | > 25 dB |
| B-03 | 3,0 m | > 200 m | > 8 dB | > 25 dB |

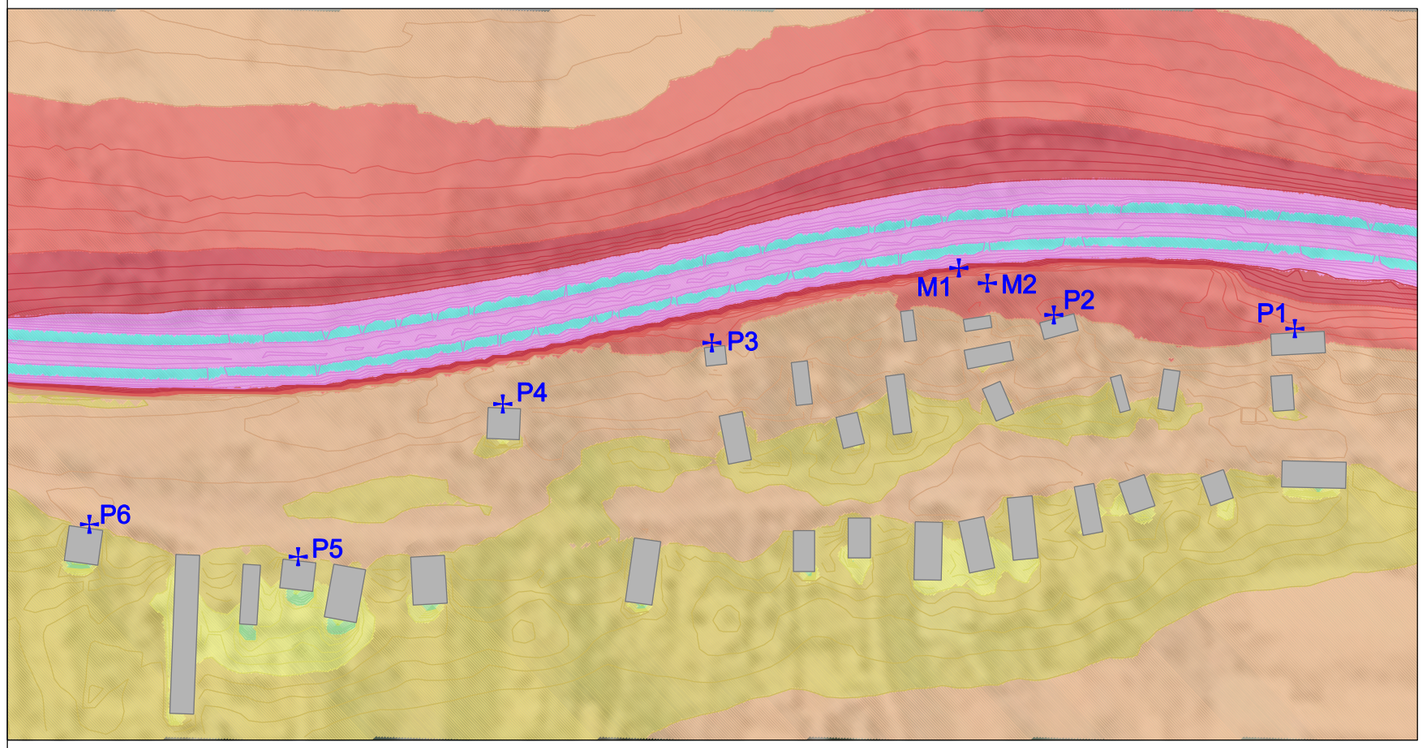
Karta buke: MM6

E75 / M1

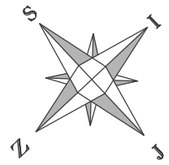
Autoput Beograd - Niš

Bobovište

Postojeće stanje - DAN




Razmera 1 : 3 000




## LEGENDA

| | |
|---|---|
| 80-85 dB | 50-55 dB |
| 75-80 dB | 45-50 dB |
| 70-75 dB | 40-45 dB |
| 65-70 dB | 35-40 dB |
| 60-65 dB | 30-35 dB |
| 55-60 dB | |
| M1 | Merna tačka |
| P2 | Položaj proračunske ravni |

Nivo buke na visini 3 m

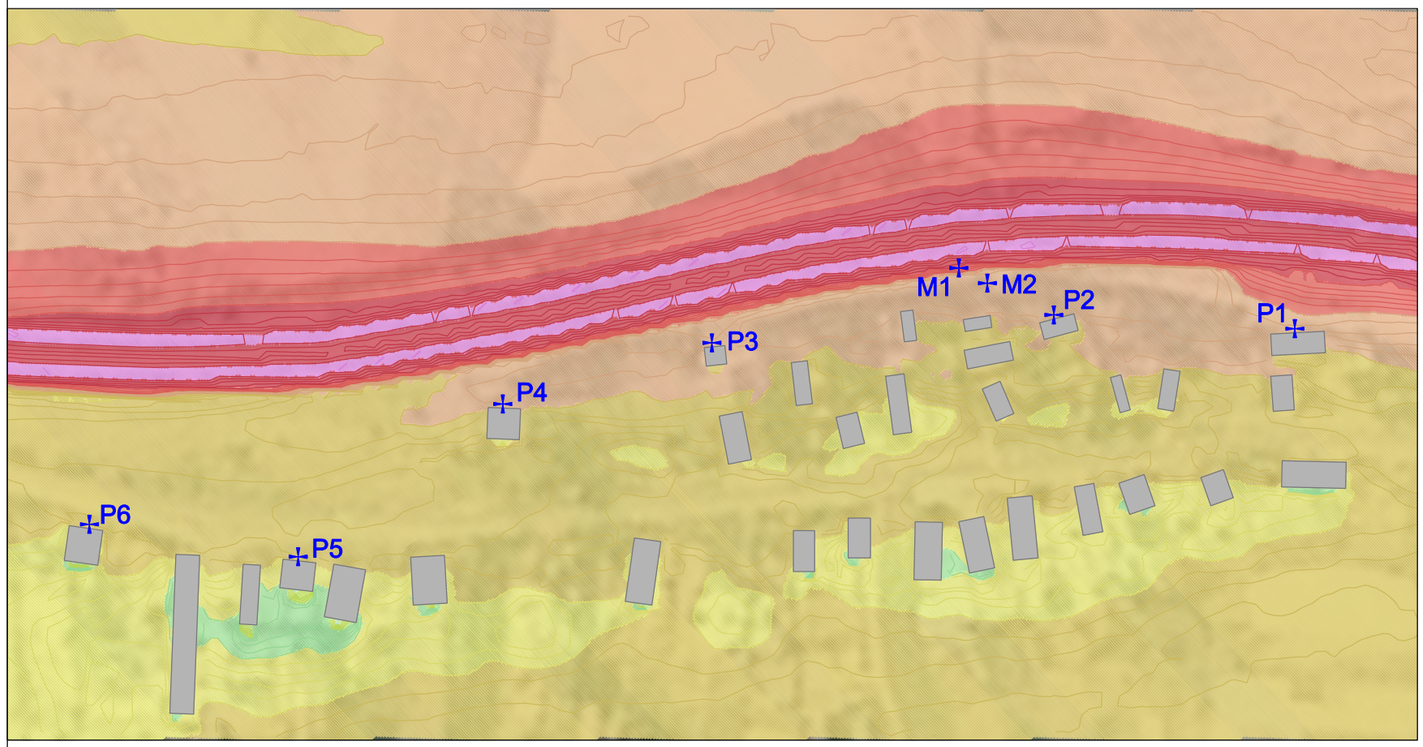
Karta buke: MM6

E75 / M1

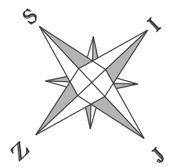
Autoput Beograd - Niš

Bobovište

Postojeće stanje - NOĆ



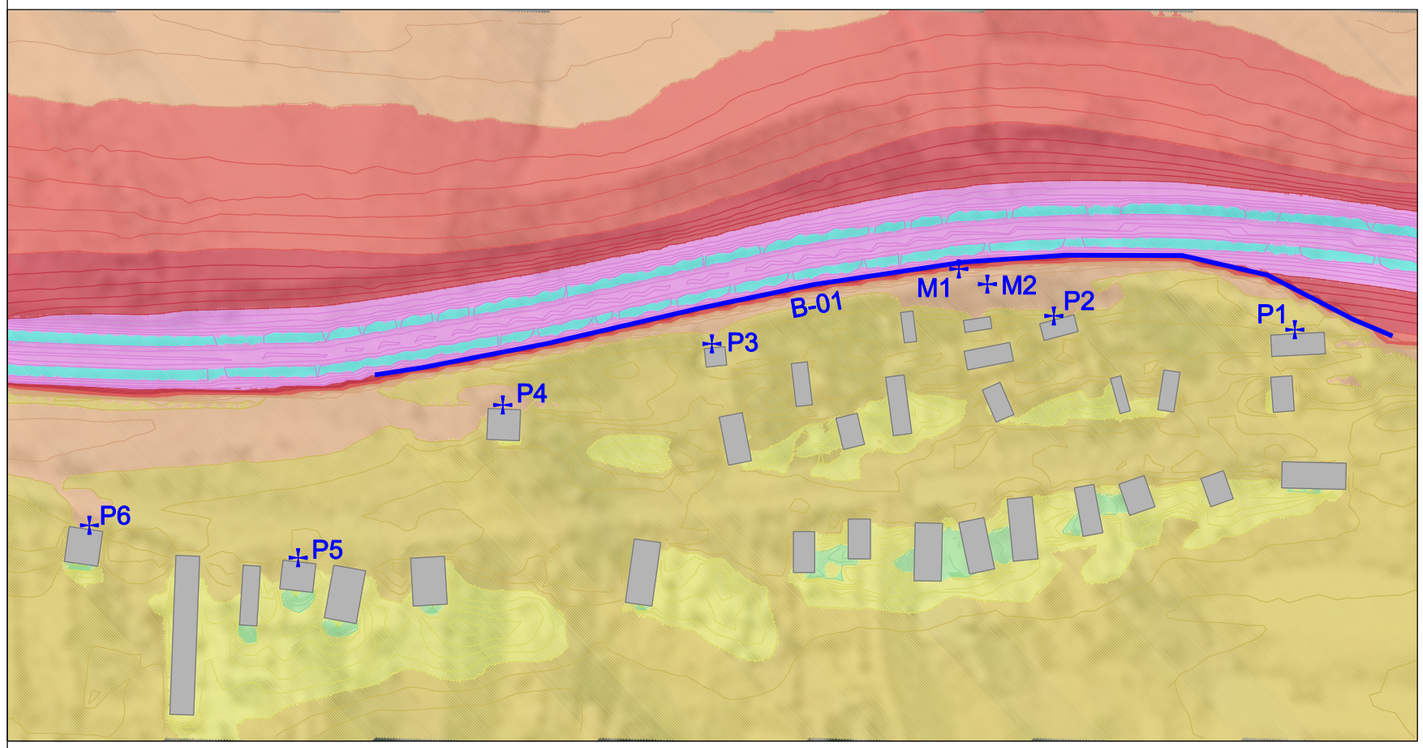

Razmera 1 : 3 000




## LEGENDA

| | |
|---|---|
| 80-85 dB | 50-55 dB |
| 75-80 dB | 45-50 dB |
| 70-75 dB | 40-45 dB |
| 65-70 dB | 35-40 dB |
| 60-65 dB | 30-35 dB |
| 55-60 dB | |
| M1 | Merna tačka |
| P2 | Položaj proračunske ravni |

Nivo buke na visini 3 m




Karta buke: MM6

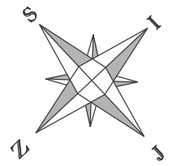
E75 / M1

Autoput Beograd - Niš

Bobovište

Primenjena zaštita - DAN

Razmera 1 : 3 000

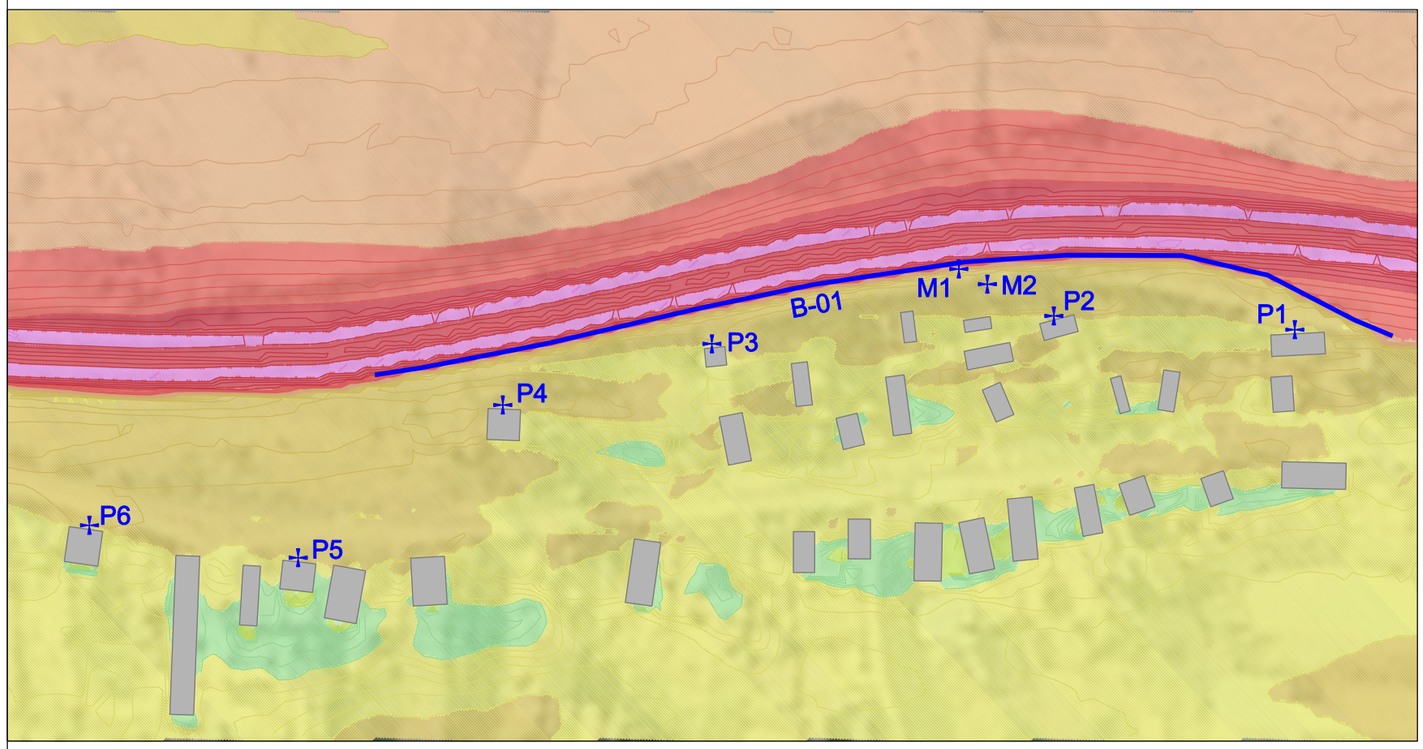



## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| + M1 | Merna tačka | | |
| + P2 | Položaj proračunske ravni | | |
| | Zvučna barijera | | |

Nivo buke na visini 3 m

| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 2,5 m | 512 m | - | > 25 dB |




Karta buke: MM6

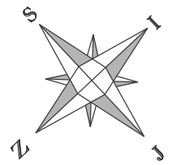
E75 / M1

Autoput Beograd - Niš

Bobovište

Primenjena zaštita - NOĆ

Razmera 1 : 3 000




## LEGENDA

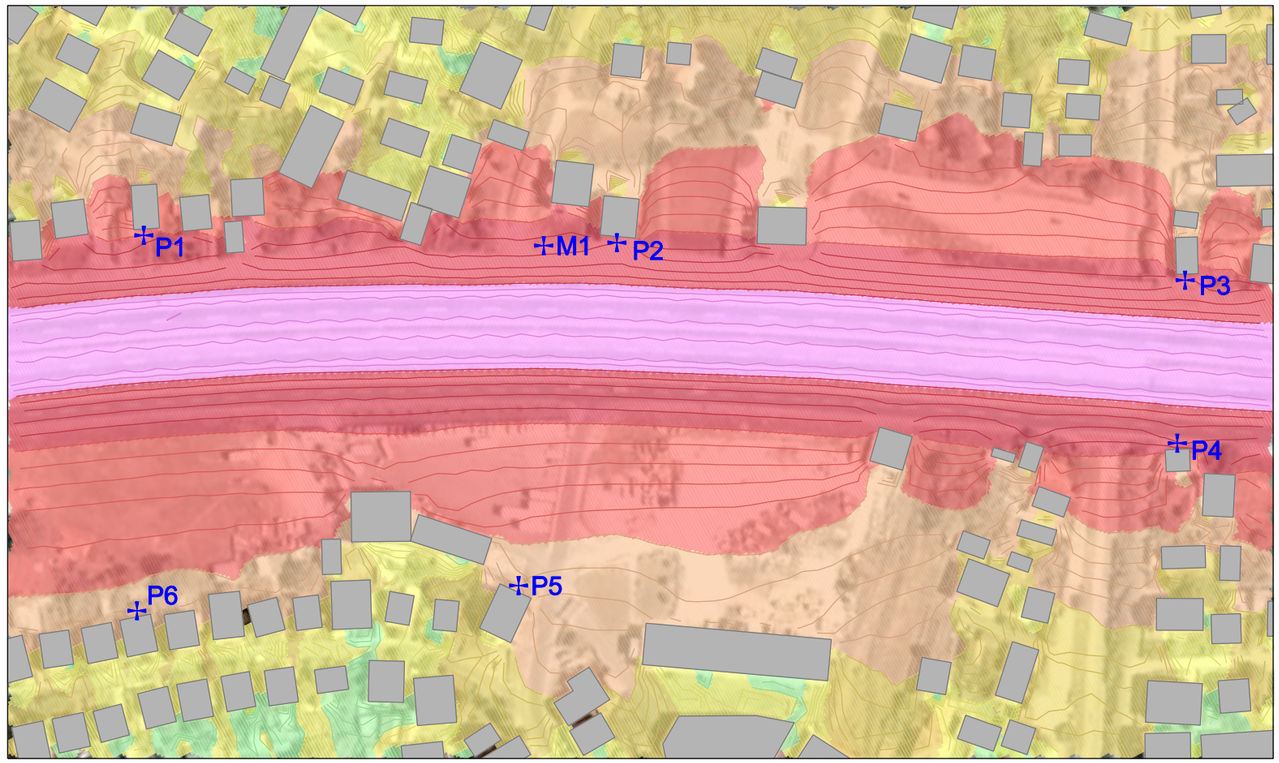
| | |
|---|---|
| 80-85 dB | 50-55 dB |
| 75-80 dB | 45-50 dB |
| 70-75 dB | 40-45 dB |
| 65-70 dB | 35-40 dB |
| 60-65 dB | 30-35 dB |
| 55-60 dB | |
| M1 Merna tačka | |
| P2 Položaj proračunske ravni | |
| Zvučna barijera | |

Nivo buke na visini 3 m

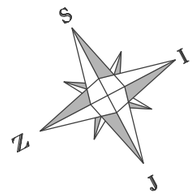
| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 2,5 m | 512 m | - | > 25 dB |

Karta buke: MM7
E80 / M1.12
Magistralni put Pirot - Niš
Niš

Postojeće stanje - DAN




Razmera 1 : 2 000



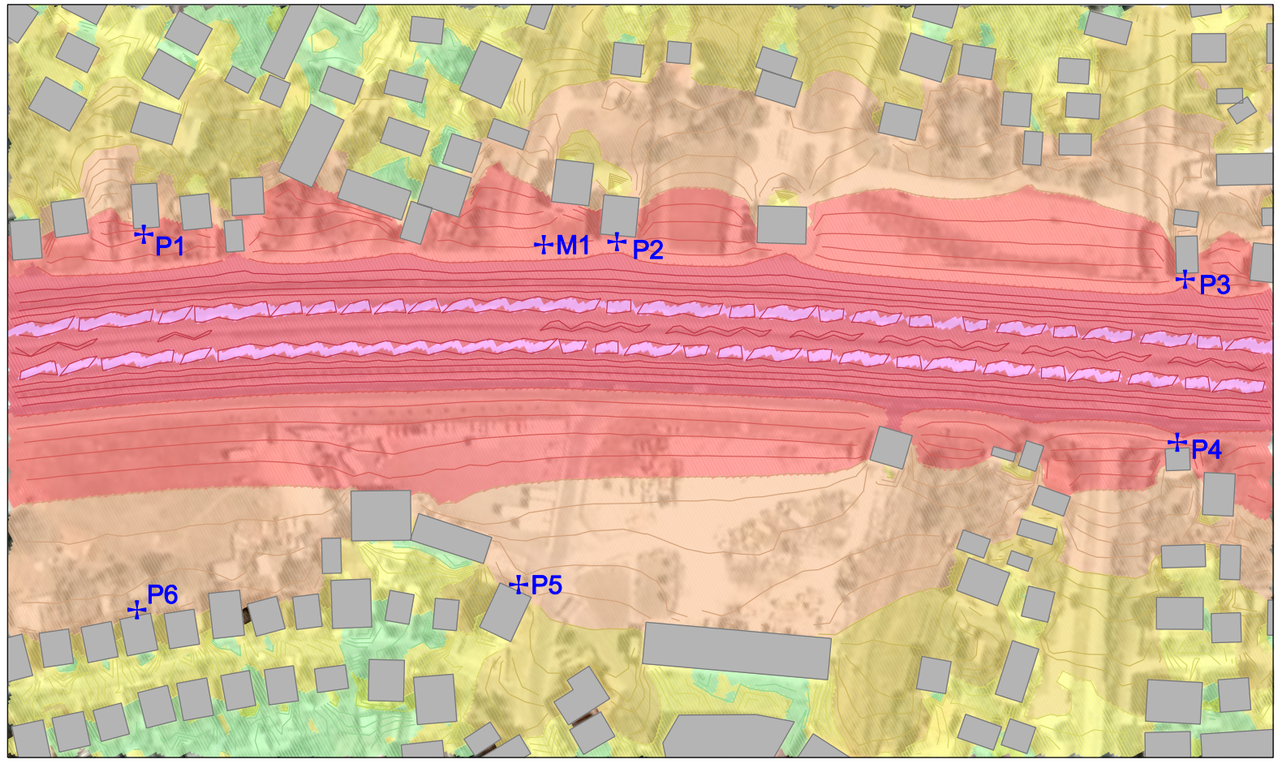

## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |

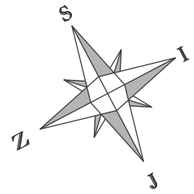
Nivo buke na visini 3 m

Karta buke: MM7
E80 / M1.12
Magistralni put Pirot - Niš
Niš

Postojeće stanje - NOĆ



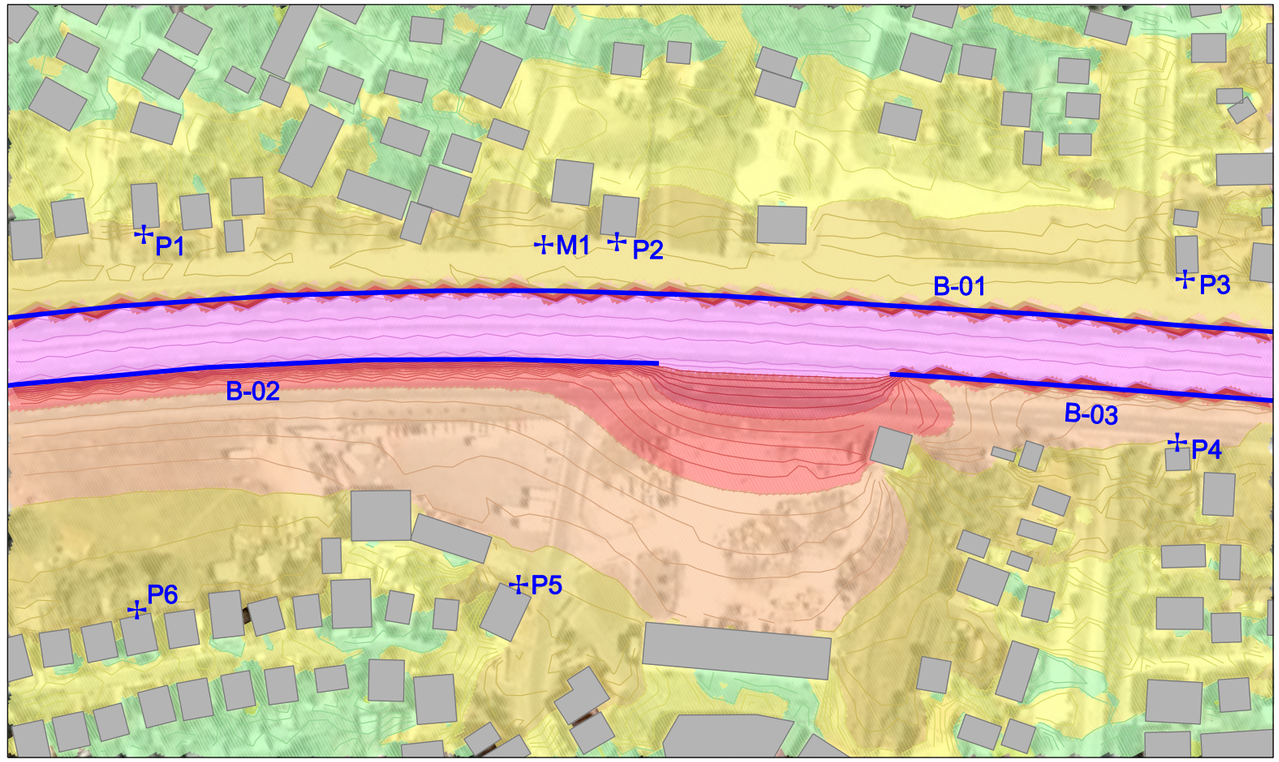

Razmera 1 : 2 000




## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |

Nivo buke na visini 3 m




Karta buke: MM7

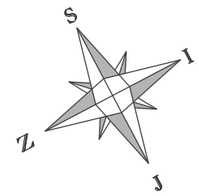
E80 / M1.12

Magistralni put Pirot - Niš

Niš

Primenjena zaštita - DAN

Razmera 1 : 2 000

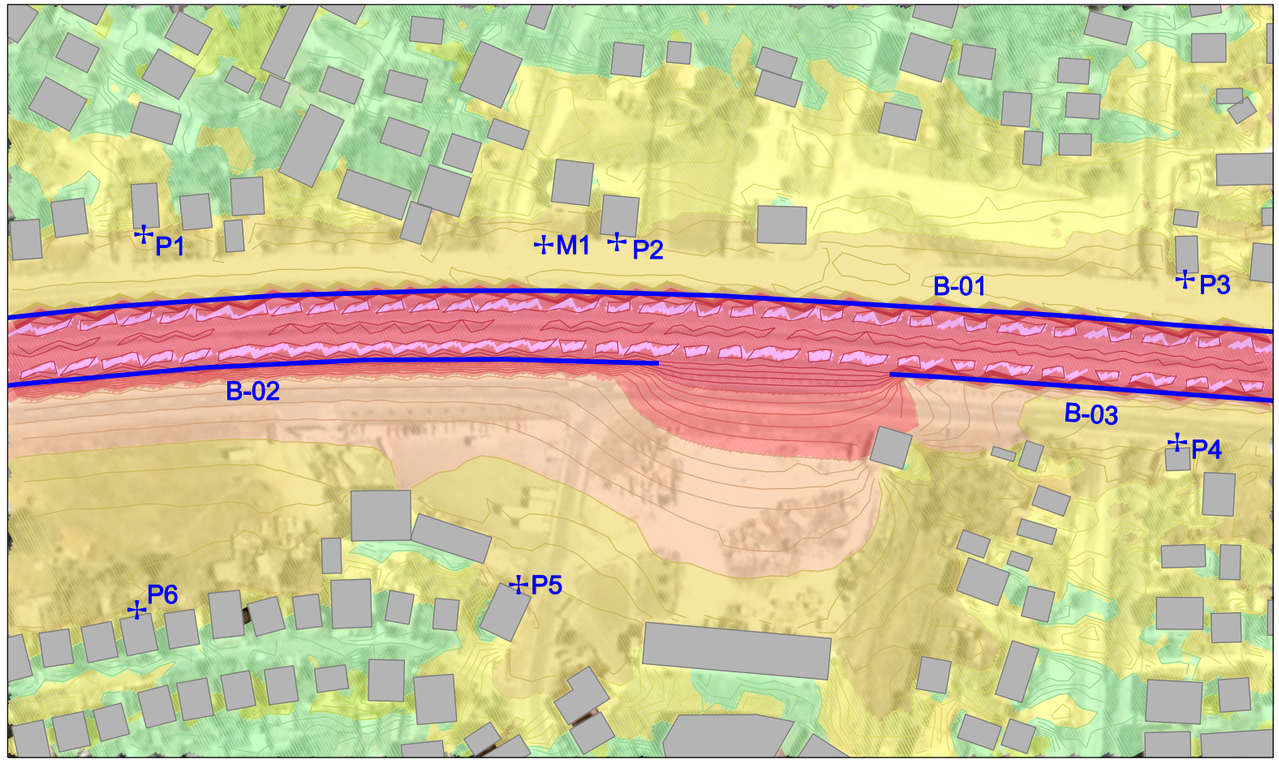



## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |
| | Zvučna barijera | | |

Nivo buke na visini 3 m

| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 4,5 m | 658 m | > 8 dB | > 25 dB |
| B-02 | 1,5 m | 400 m | > 8 dB | > 25 dB |
| B-03 | 3,5 m | 245 m | > 8 dB | > 25 dB |




Karta buke: MM7

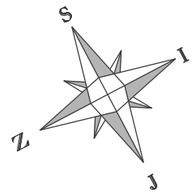
E80 / M1.12

Magistralni put Pirot - Niš

Niš

Primenjena zaštita - NOĆ

Razmera 1 : 2 000




## LEGENDA

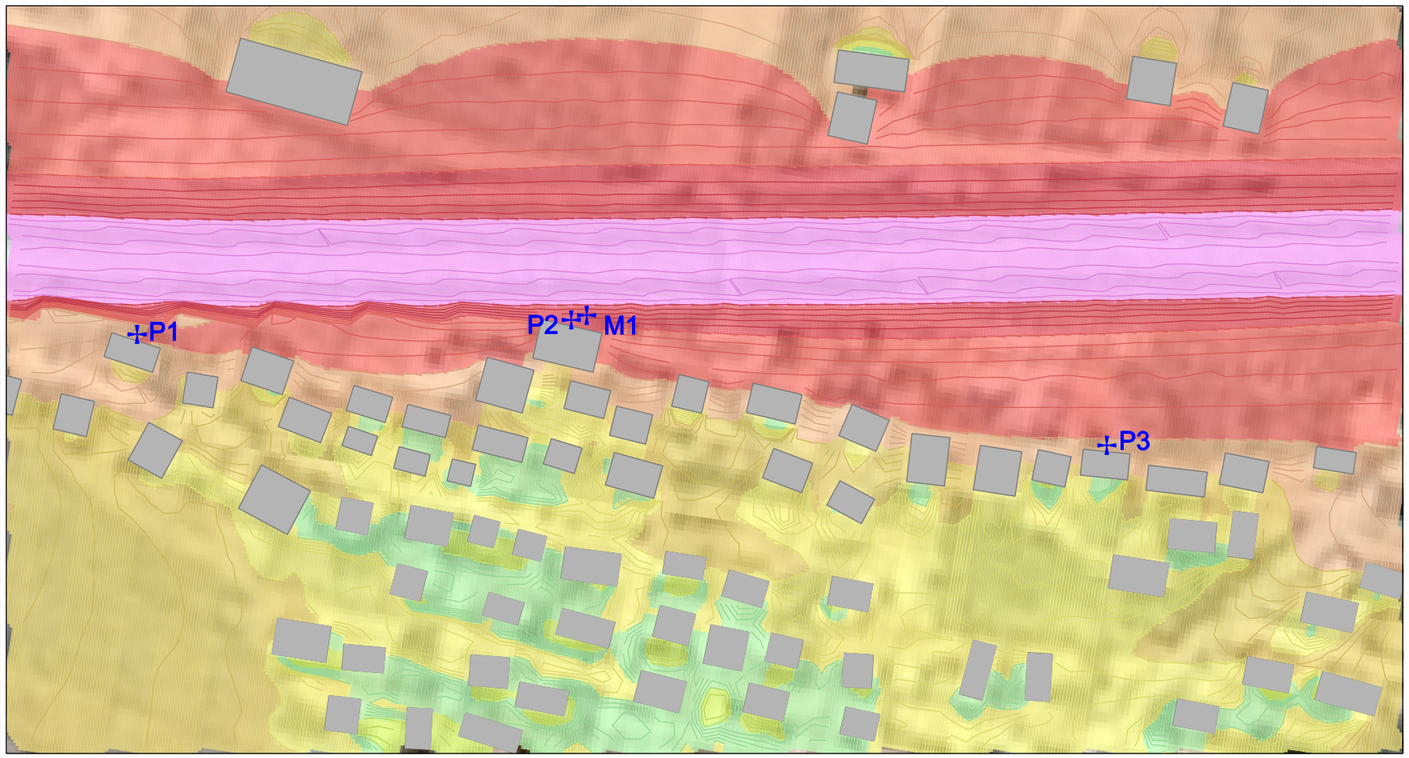
| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |
| | Zvučna barijera | | |

Nivo buke na visini 3 m

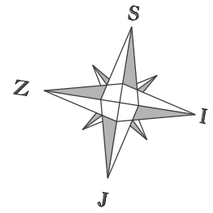
| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 4,5 m | 658 m | > 8 dB | > 25 dB |
| B-02 | 1,5 m | 400 m | > 8 dB | > 25 dB |
| B-03 | 3,5 m | 245 m | > 8 dB | > 25 dB |

Karta buke: MM8
E80 / M1.12
Magistralni put Niš - Pirot
Niš

Postojeće stanje - DAN



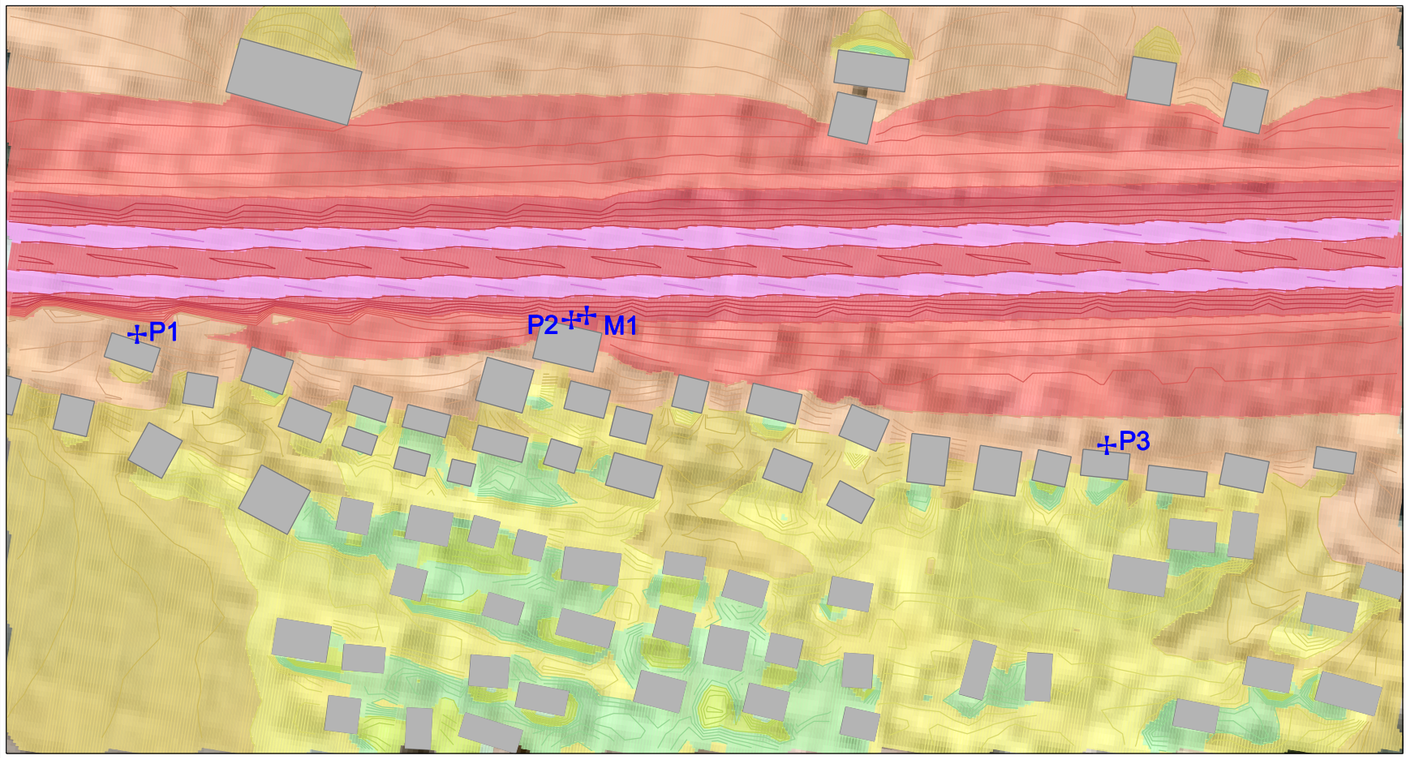

Razmera 1 : 2 000




LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |

Nivo buke na visini 3 m




Karta buke: MM8

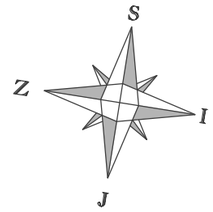
E80 / M1.12

Magistralni put Niš - Pirot

Niš

Postojeće stanje - NOĆ

Razmera 1 : 2 000



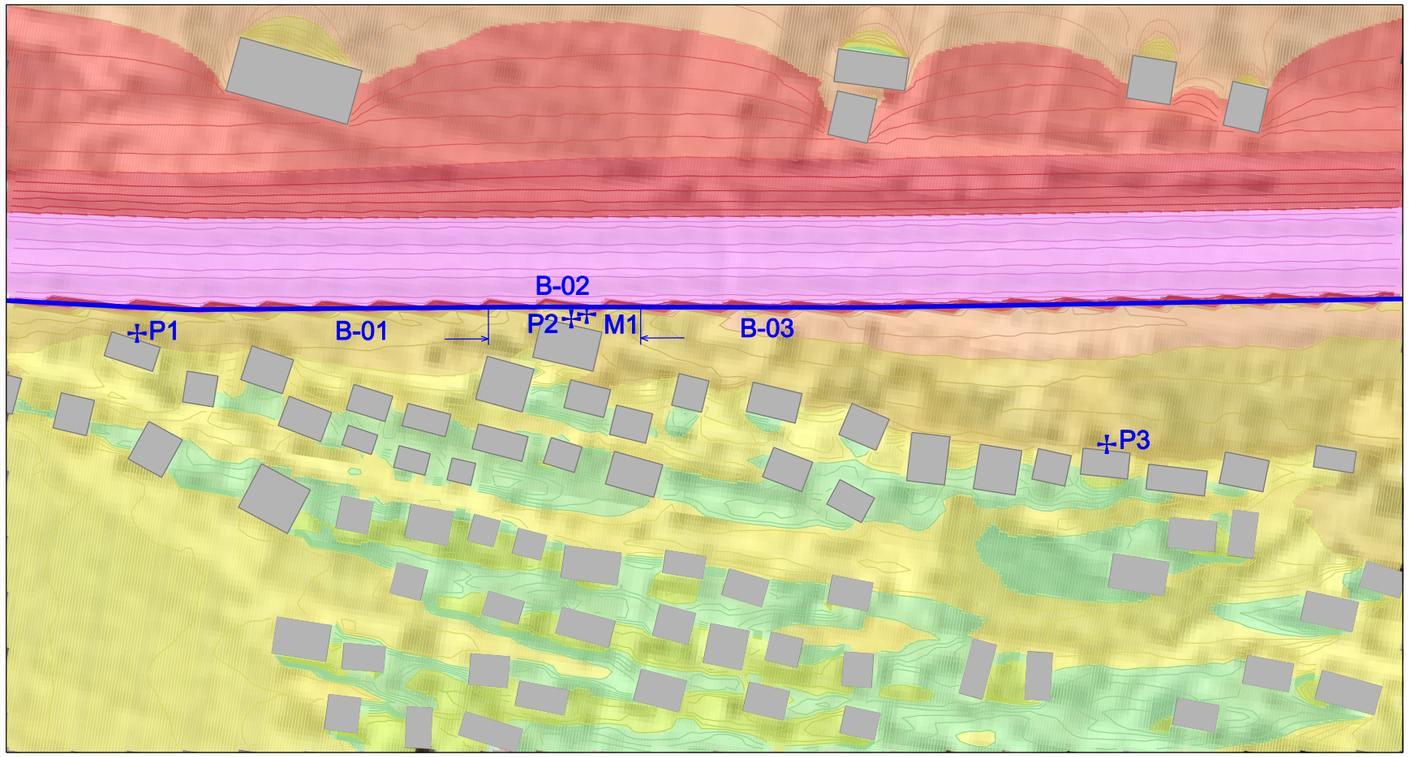

LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |

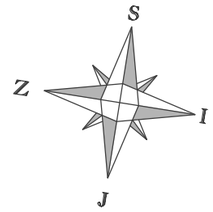
Nivo buke na visini 3 m

# Karta buke: MM8
# E80 / M1.12
# Magistralni put Niš - Pirot
# Niš

## Primenjena zaštita - DAN




Razmera 1 : 2 000




## LEGENDA

| | |
|---|---|
| 80-85 dB | 50-55 dB |
| 75-80 dB | 45-50 dB |
| 70-75 dB | 40-45 dB |
| 65-70 dB | 35-40 dB |
| 60-65 dB | 30-35 dB |
| 55-60 dB | |

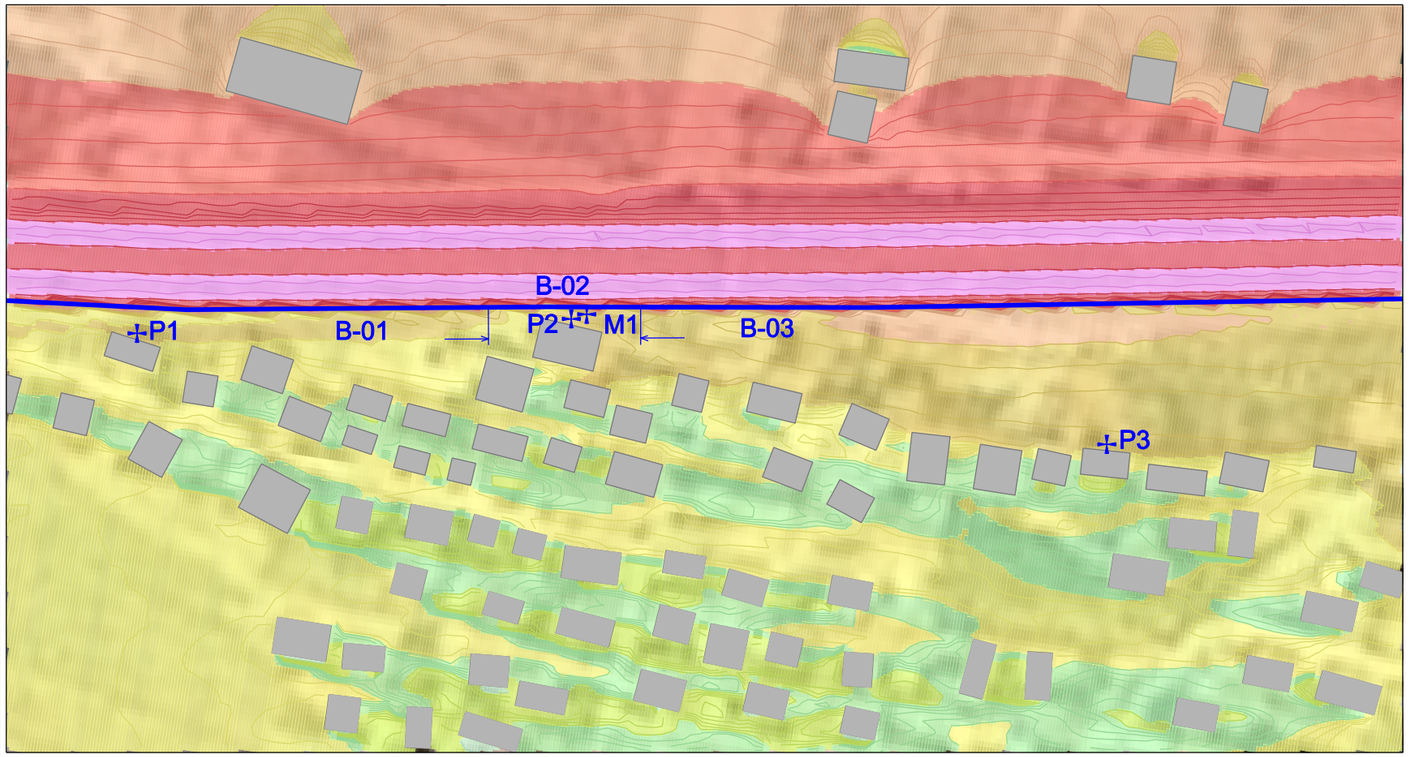
M1 Merna tačka

P2 Položaj proračunske ravni

Zvučna barijera

## Nivo buke na visini 3 m

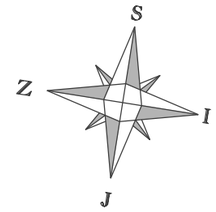
| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 3,0 m | >200 m | > 8 dB | > 25 dB |
| B-02 | 0-3,0 m | 50 m | > 8 dB | > 25 dB |
| | 3,0-5,5 m | 50 m | Acrylic glass | > 25 dB |
| B-03 | 2,5 m | >250 m | > 8 dB | > 25 dB |




# Karta buke: MM8
## E80 / M1.12
## Magistralni put Niš - Pirot
## Niš

Primenjena zaštita - NOĆ

Razmera 1 : 2 000




## LEGENDA

| | |
|---|---|
| 80-85 dB | 50-55 dB |
| 75-80 dB | 45-50 dB |
| 70-75 dB | 40-45 dB |
| 65-70 dB | 35-40 dB |
| 60-65 dB | 30-35 dB |
| 55-60 dB | |

M1 Merna tačka

P2 Položaj proračunske ravni

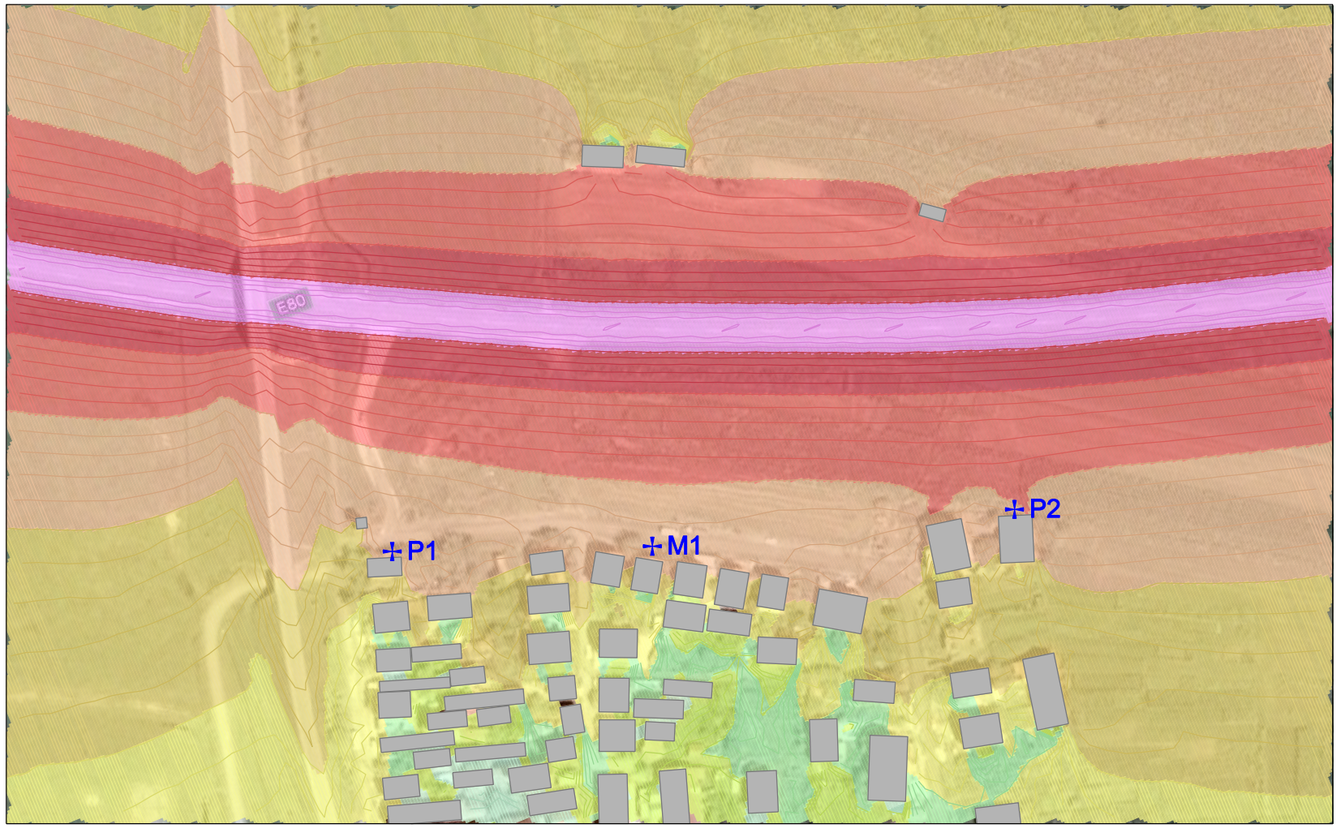
Zvučna barijera

Nivo buke na visini 3 m

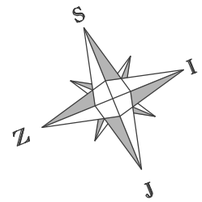
| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 3,0 m | >200 m | > 8 dB | > 25 dB |
| B-02 | 0-3,0 m | 50 m | > 8 dB | > 25 dB |
| | 3,0-5,5 m | 50 m | Acrylic glass | > 25 dB |
| B-03 | 2,5 m | >250 m | > 8 dB | > 25 dB |

Karta buke: MM9
E80 / M1.12
Magistralni put Pirot - Sofija
Pirot

Postojeće stanje - DAN




Razmera 1 : 2 000




## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |

Nivo buke na visini 3 m

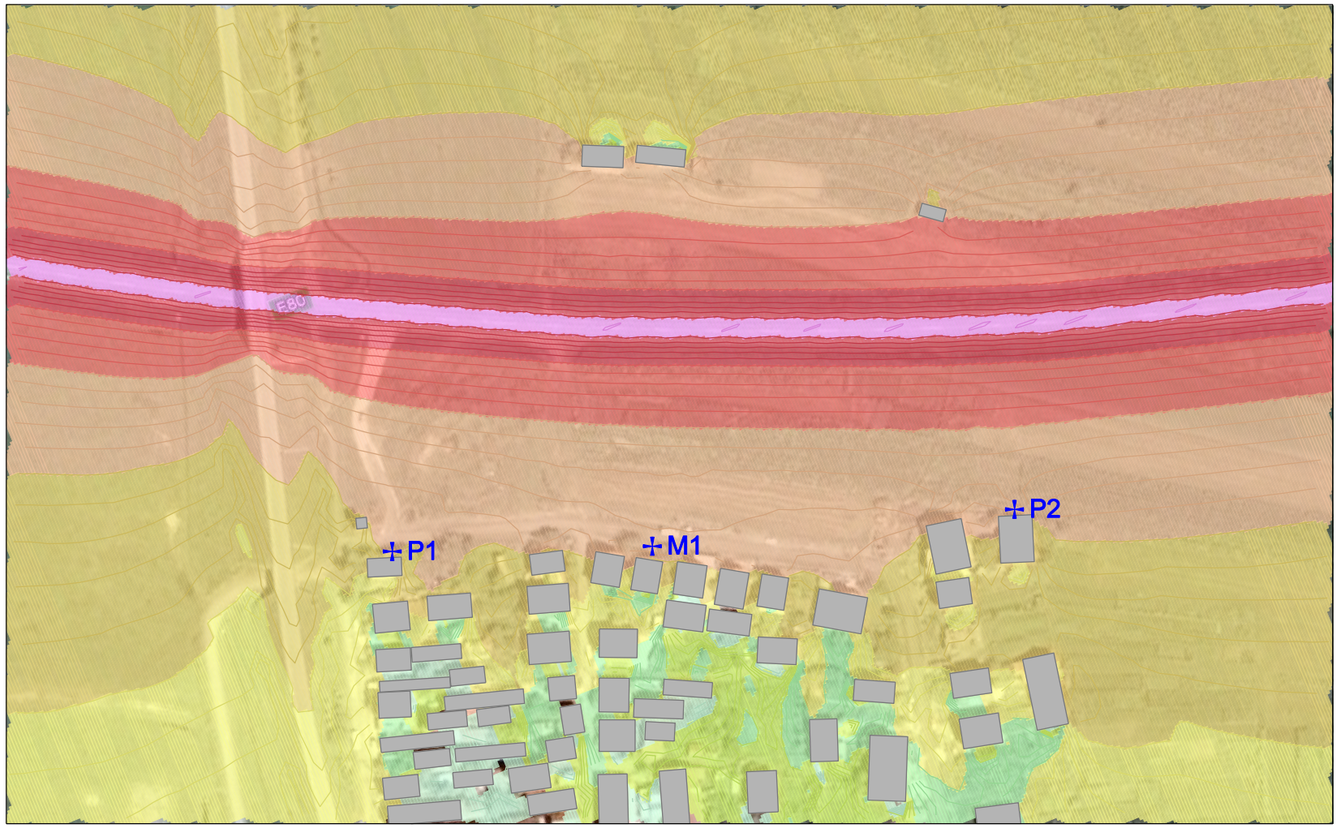
Karta buke: MM9

E80 / M1.12

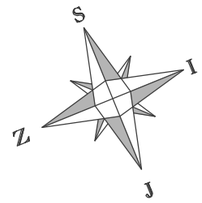
Magistralni put Pirot - Sofija

Pirot

Postojeće stanje - NOĆ




Razmera 1 : 2 000



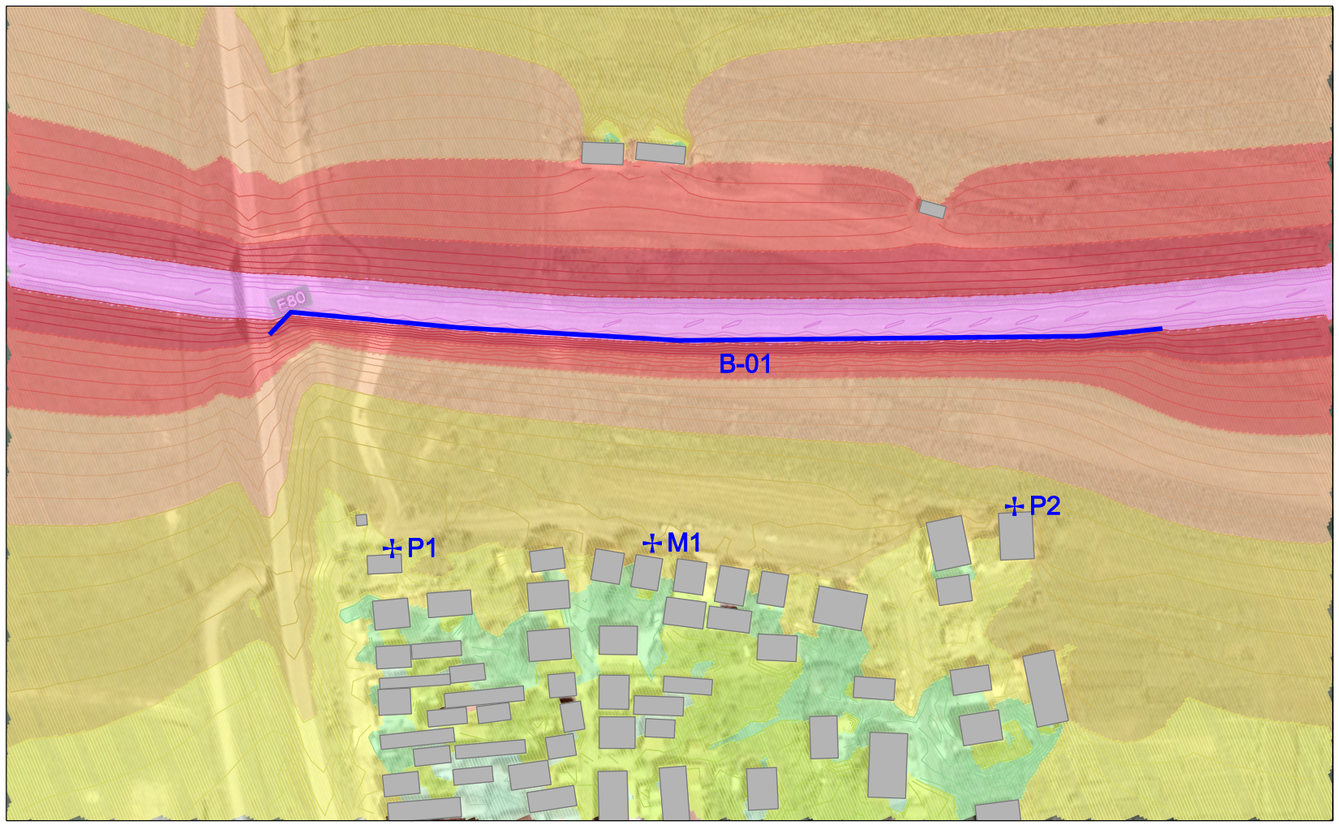

## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| P1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |

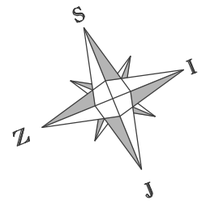
Nivo buke na visini 3 m

Karta buke: MM9
E80 / M1.12
Magistralni put Pirot - Sofija
Pirot

Postojeće stanje - DAN




Razmera 1 : 2 000




## LEGENDA

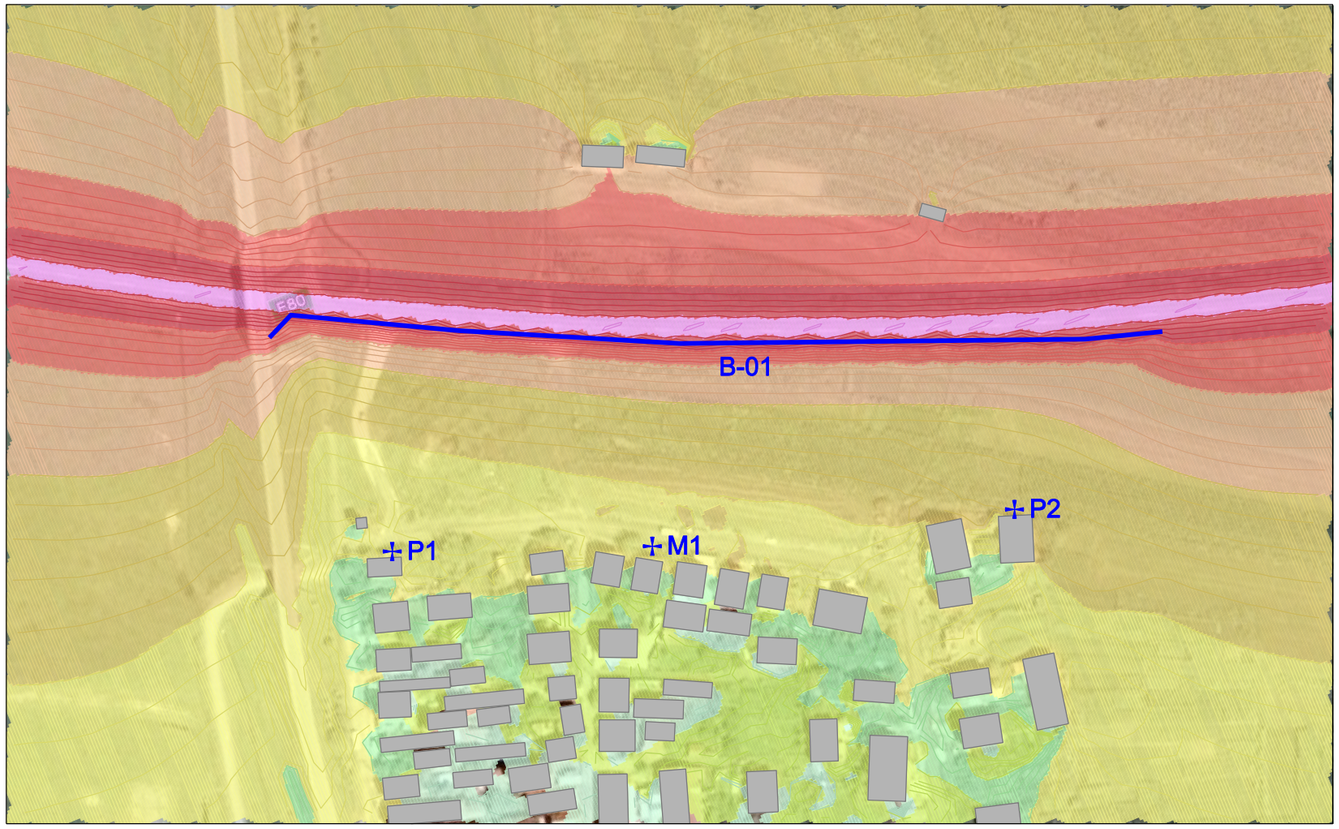
| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |

Nivo buke na visini 3 m

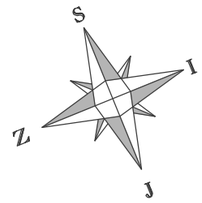
| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 1,5 m | 295 m | > 8 dB | > 25 dB |

Karta buke: MM9
E80 / M1.12
Magistralni put Pirot - Sofija
Pirot

Postojeće stanje - NOĆ




Razmera 1 : 2 000

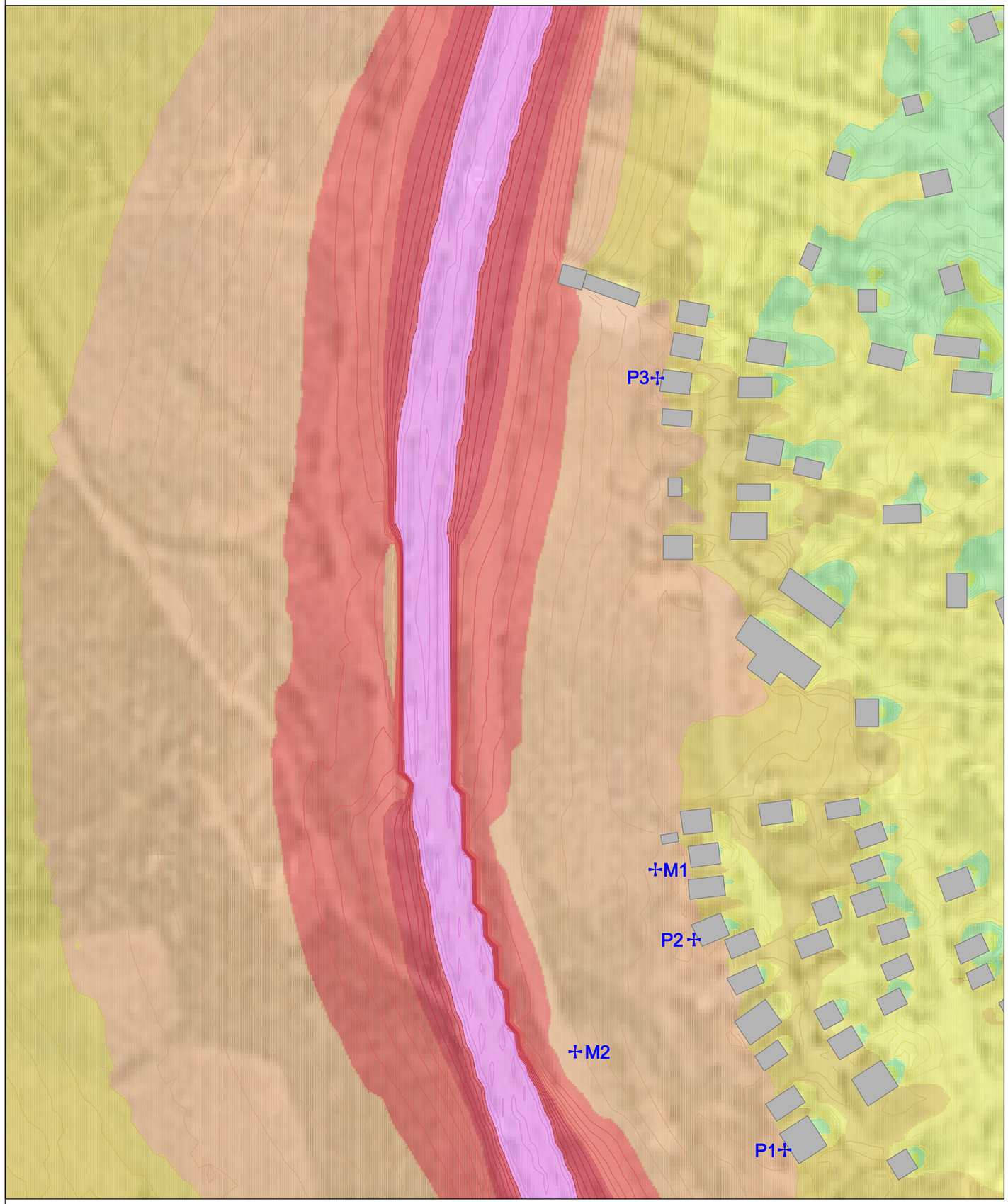



## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |

Nivo buke na visini 3 m

| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 1,5 m | 295 m | > 8 dB | > 25 dB |




Karta buke: MM10

E75 / M1

Autoput Niš - Beograd

Ražanj

Postojeće stanje - DAN

Razmera 1 : 2 000

S
Z
I
J

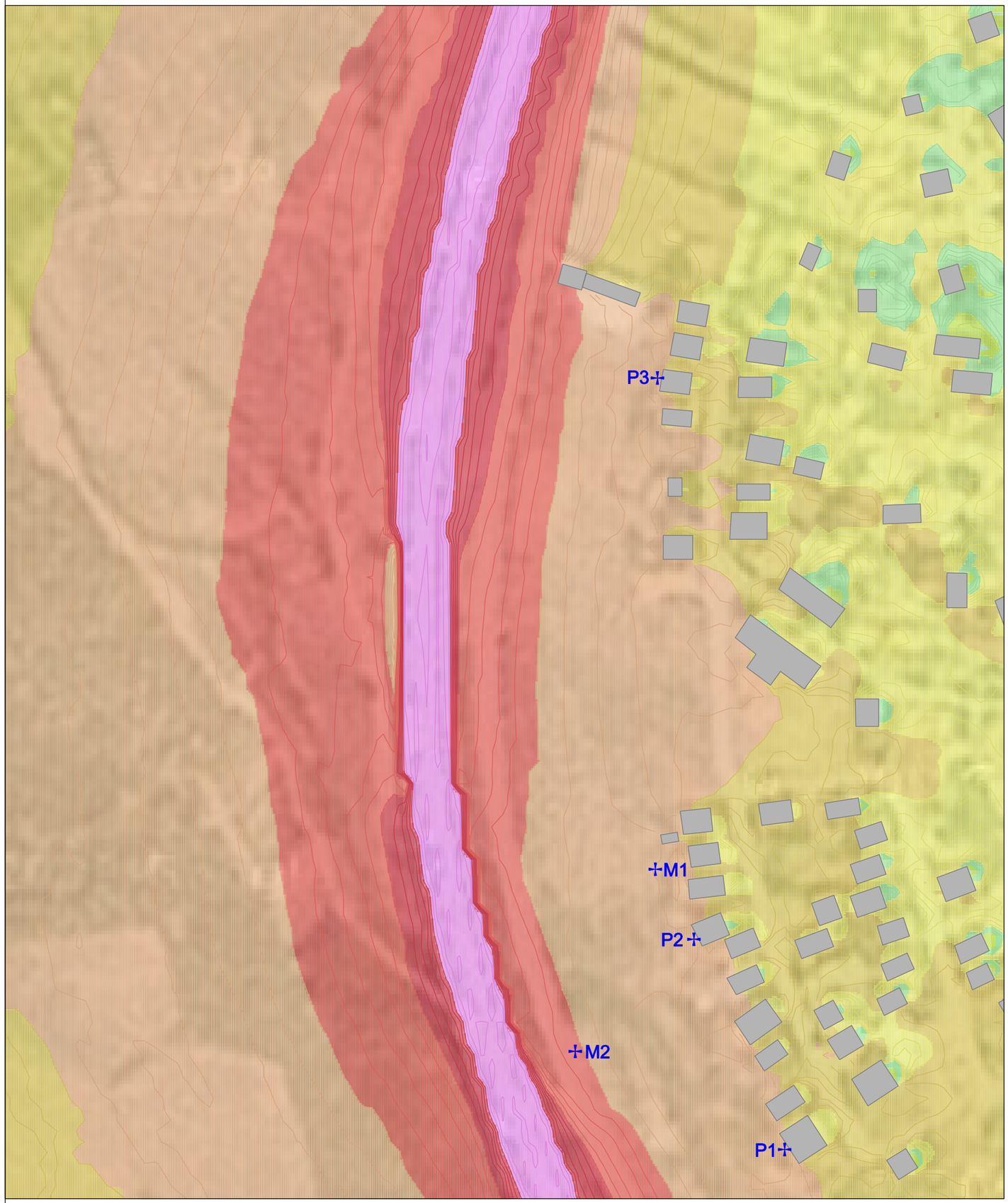
## LEGENDA

| | |
|---|---|
| 80-85 dB | 50-55 dB |
| 75-80 dB | 45-50 dB |
| 70-75 dB | 40-45 dB |
| 65-70 dB | 35-40 dB |
| 60-65 dB | 30-35 dB |
| 55-60 dB | |

M1 Merna tačka

P2 Položaj proračunske ravni

Nivo buke na visini 3 m




Karta buke: MM10

E75 / M1

Autoput Niš - Beograd

Ražanj

Postojeće stanje - NOĆ

Razmera 1 : 2 000

S

Z I

J

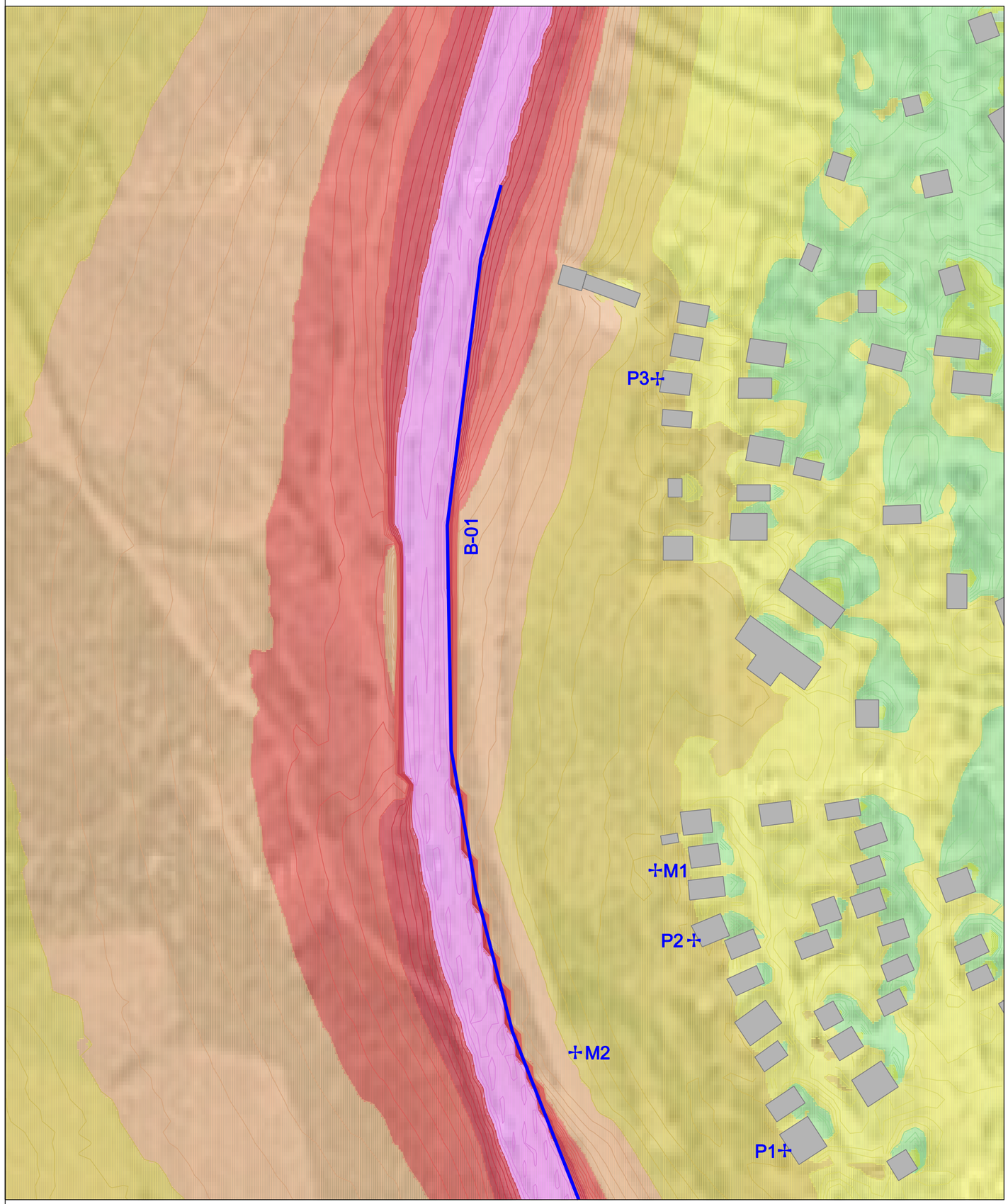
LEGENDA

| | |
|---|---|
| 80-85 dB | 50-55 dB |
| 75-80 dB | 45-50 dB |
| 70-75 dB | 40-45 dB |
| 65-70 dB | 35-40 dB |
| 60-65 dB | 30-35 dB |
| 55-60 dB | |

M1 Merna tačka

P2 Položaj proračunske ravni

Nivo buke na visini 3 m




Karta buke: MM10

E75 / M1

Autoput Niš - Beograd

Ražanj

Primenjena zaštita - DAN

Razmera 1 : 2 000

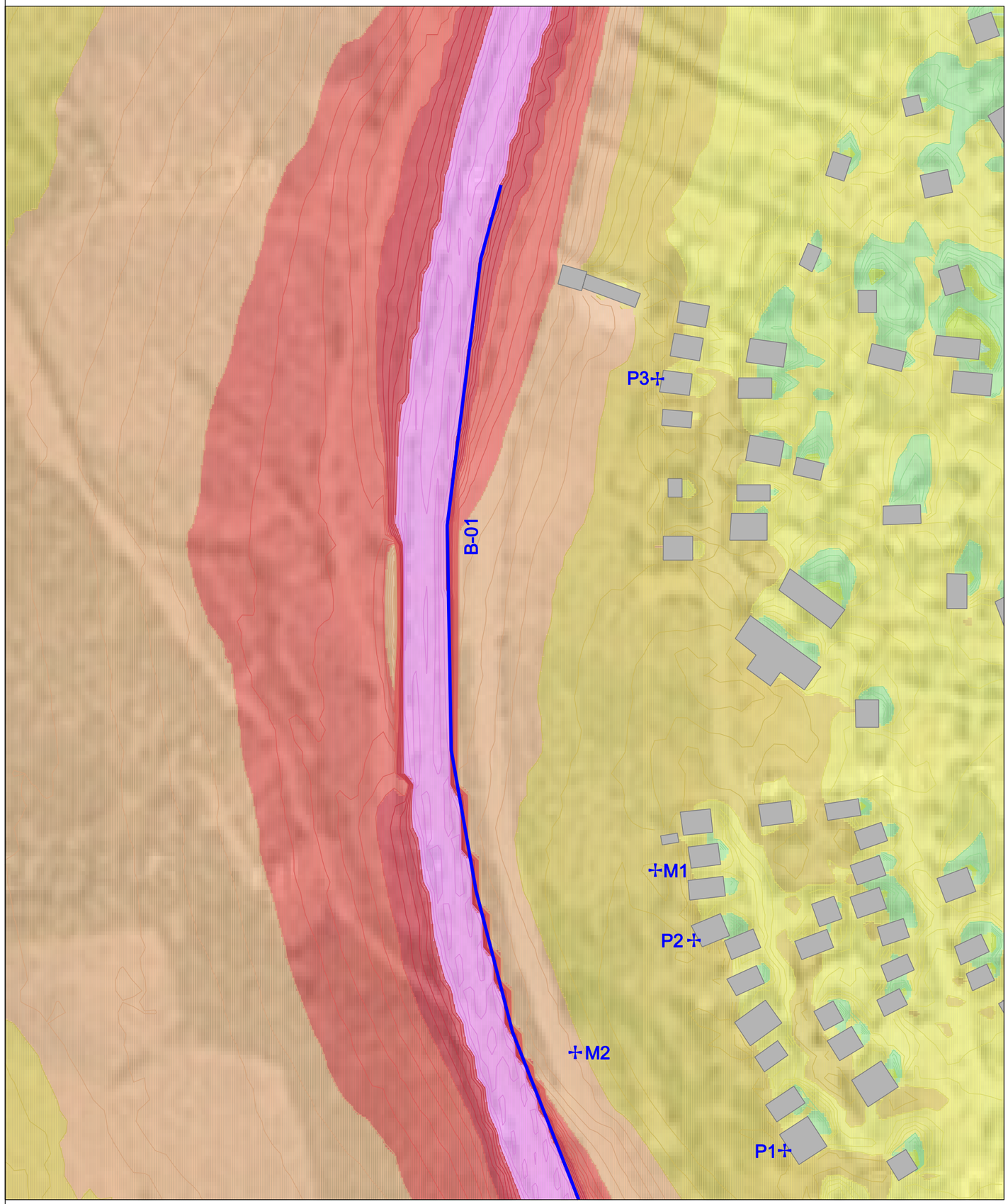
S
Z
I
J

## LEGENDA

| | |
|---|---|
| 80-85 dB | 50-55 dB |
| 75-80 dB | 45-50 dB |
| 70-75 dB | 40-45 dB |
| 65-70 dB | 35-40 dB |
| 60-65 dB | 30-35 dB |
| 55-60 dB | |
| M1 Merna tačka | |
| P2 Položaj proračunske ravni | |
| Zvučna barijera | |

Nivo buke na visini 3 m

| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 2,0 m | 601 m | - | > 25 dB |




Karta buke: MM10

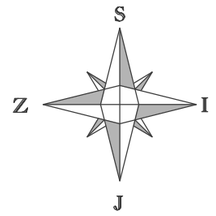
E75 / M1

Autoput Niš - Beograd

Ražanj

Primenjena zaštita - NOĆ

Razmera 1 : 2 000




## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |

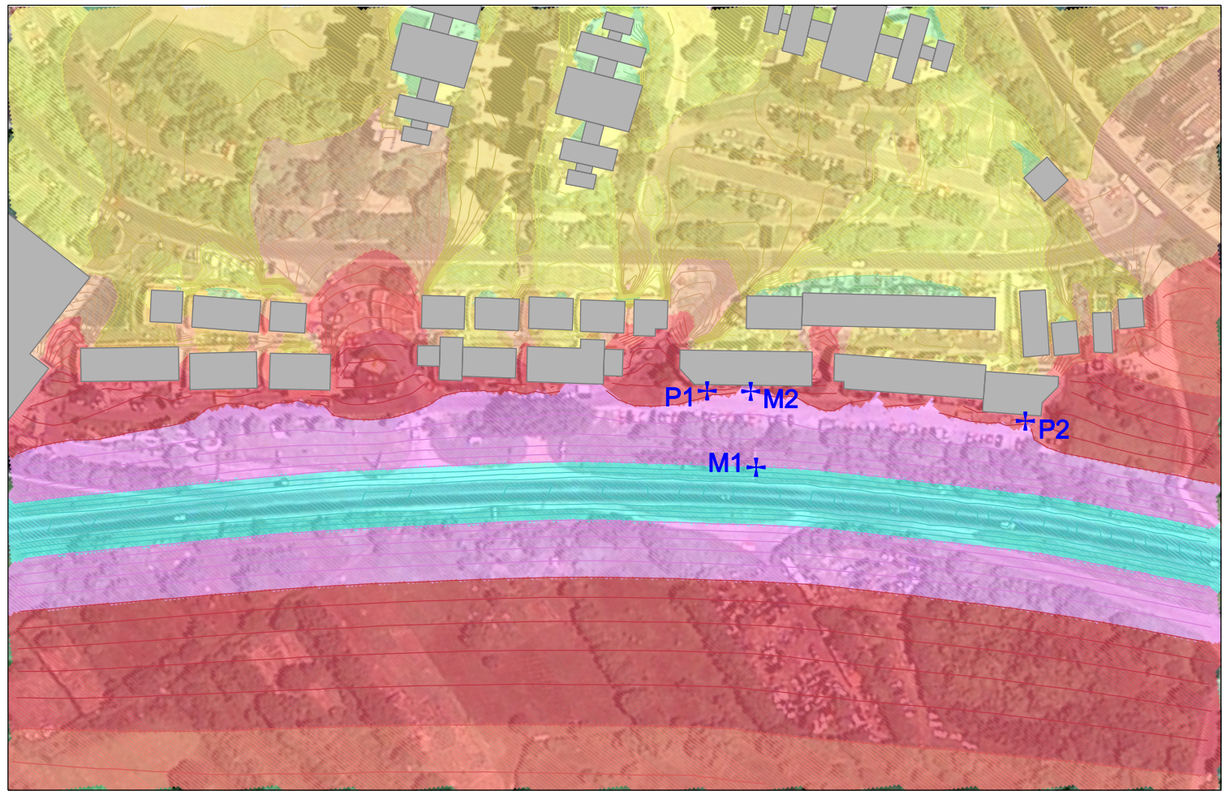
M1 Merna tačka

P2 Položaj proračunske ravni

Zvučna barijera

Nivo buke na visini 3 m

| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 2,0 m | 601 m | - | > 25 dB |




Karta buke: MM11

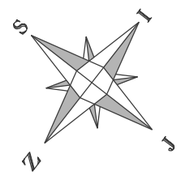
E760 / M22

Magistralni put Beograd - Čačak

Beograd

Postojeće stanje - DAN

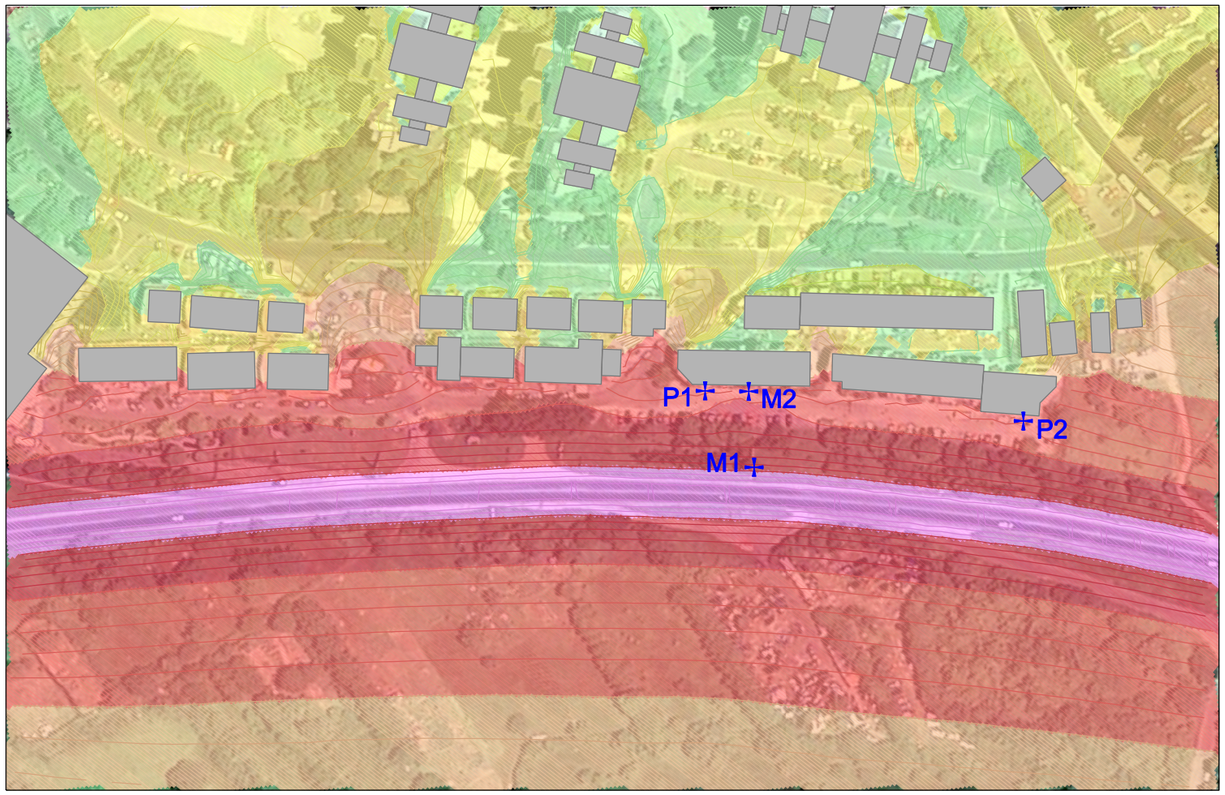
Razmera 1 : 2 000




## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |

Nivo buke na visini 3 m




Karta buke: MM11

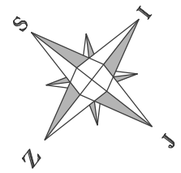
E760 / M22

Magistralni put Beograd - Čačak

Beograd

Postojeće stanje - NOĆ

Razmera 1 : 2 000




## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |

Nivo buke na visini 3 m

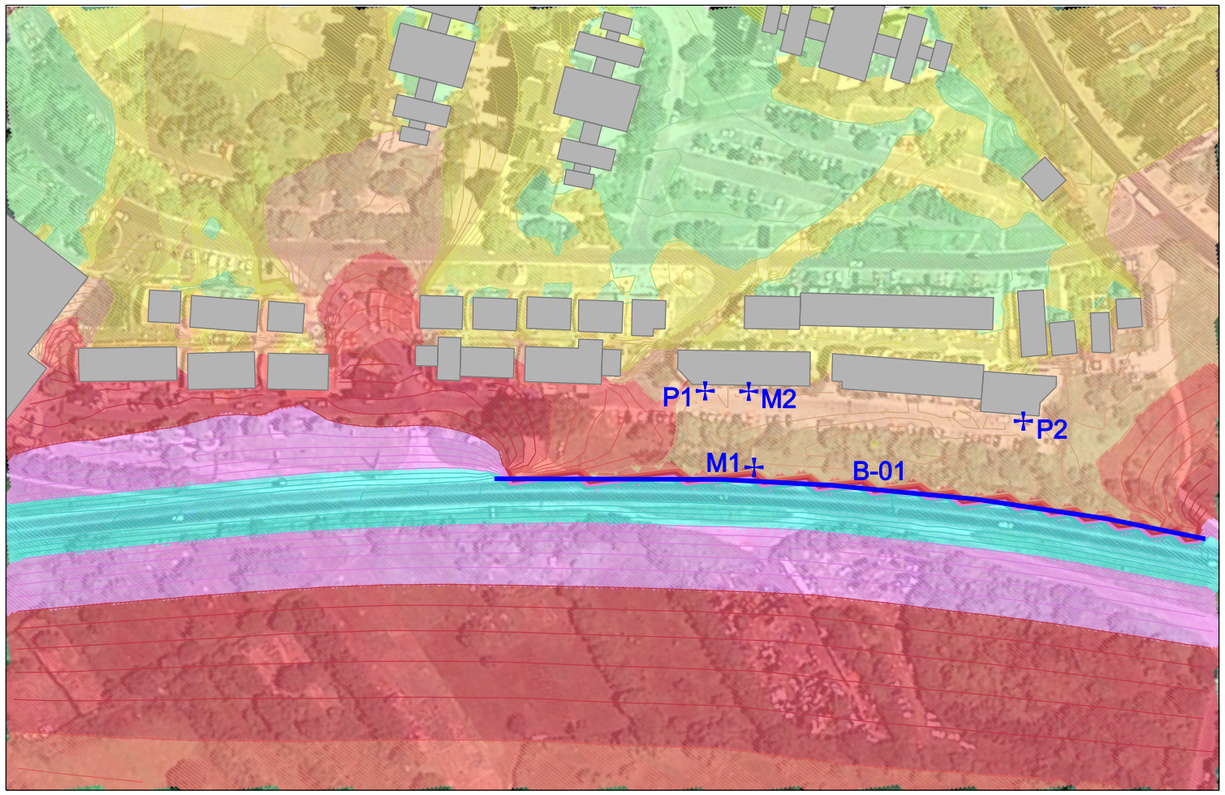
Karta buke: MM11

E760 / M22

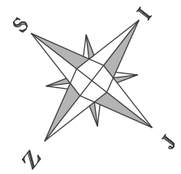
Magistralni put Beograd - Čačak

Beograd

Primenjena zaštita - DAN




Razmera 1 : 2 000

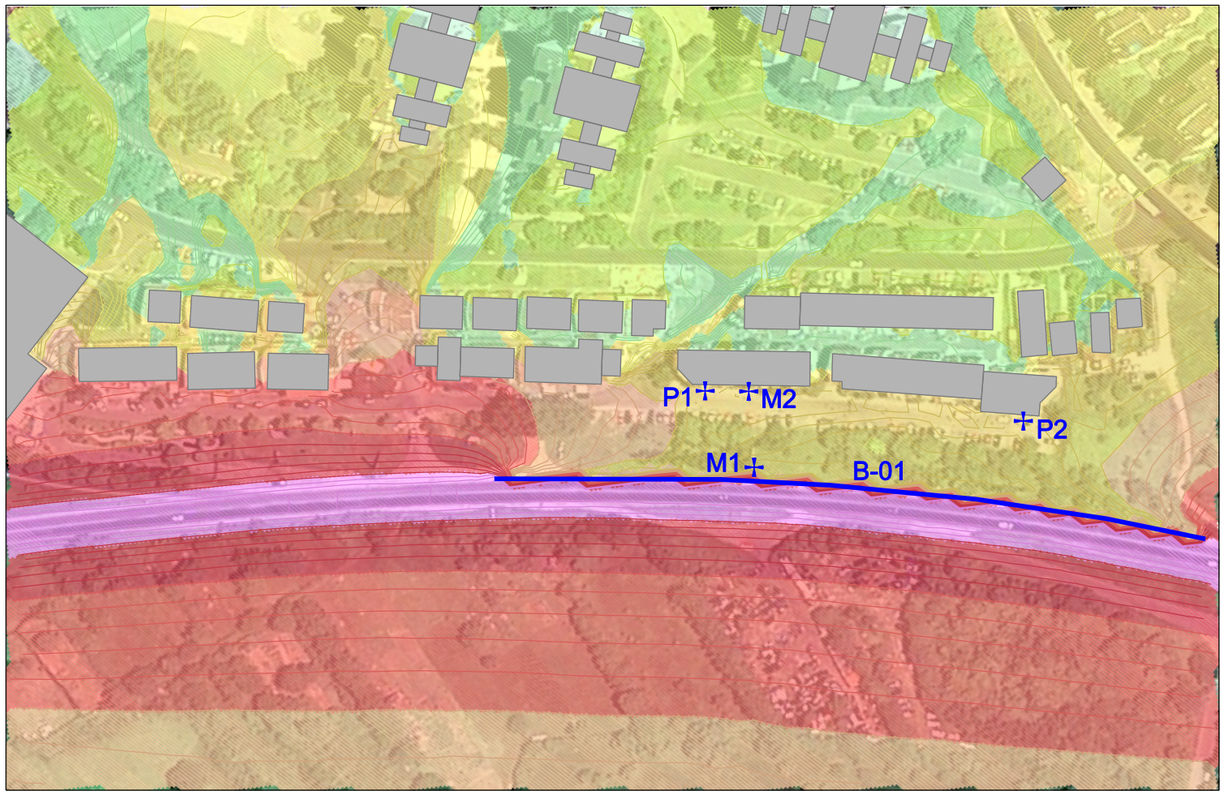



## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| ✛M1 | Merna tačka | | |
| ✛P2 | Položaj proračunske ravni | | |
| | Zvučna barijera | | |

Nivo buke na visini 3 m

| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 5,0 m | 233 m | > 8 dB | > 25 dB |




Karta buke: MM11

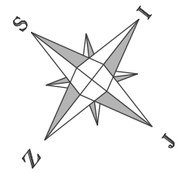
E760 / M22

Magistralni put Beograd - Čačak

Beograd

Primenjena zaštita - NOĆ

Razmera 1 : 2 000




## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |
| | Zvučna barijera | | |

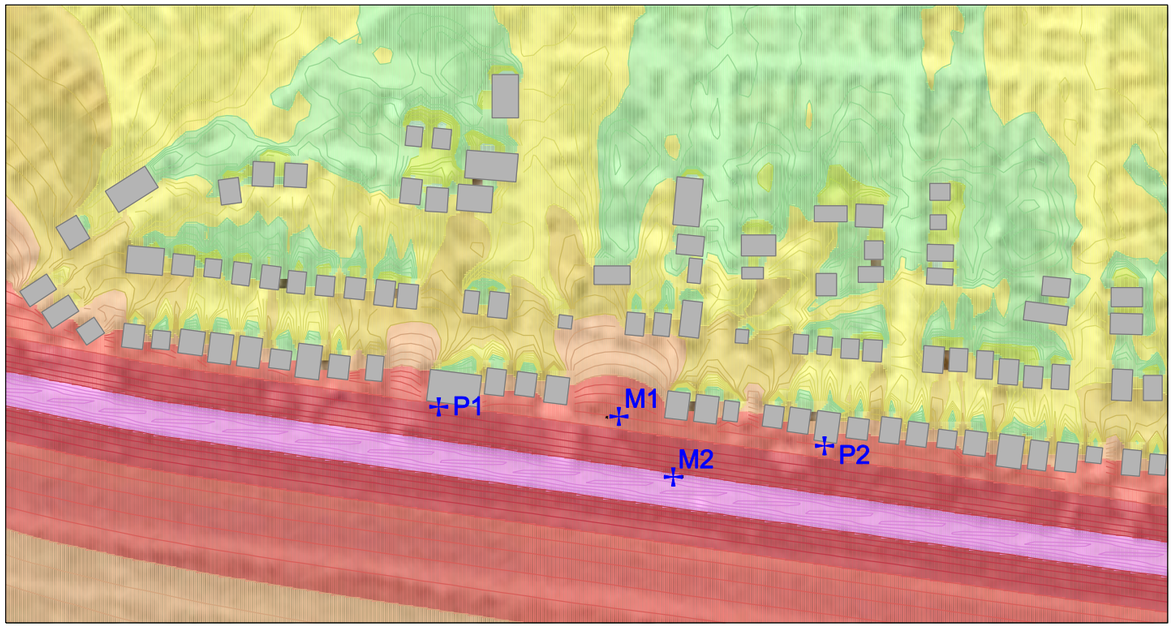
Nivo buke na visini 3 m

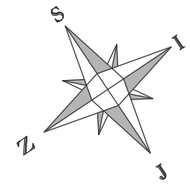
| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 5,0 m | 233 m | > 8 dB | > 25 dB |

Karta buke: MM12
M19
Magistralni put Šabac - Loznica
Šabac

Postojeće stanje - DAN

Razmera 1 : 3 000



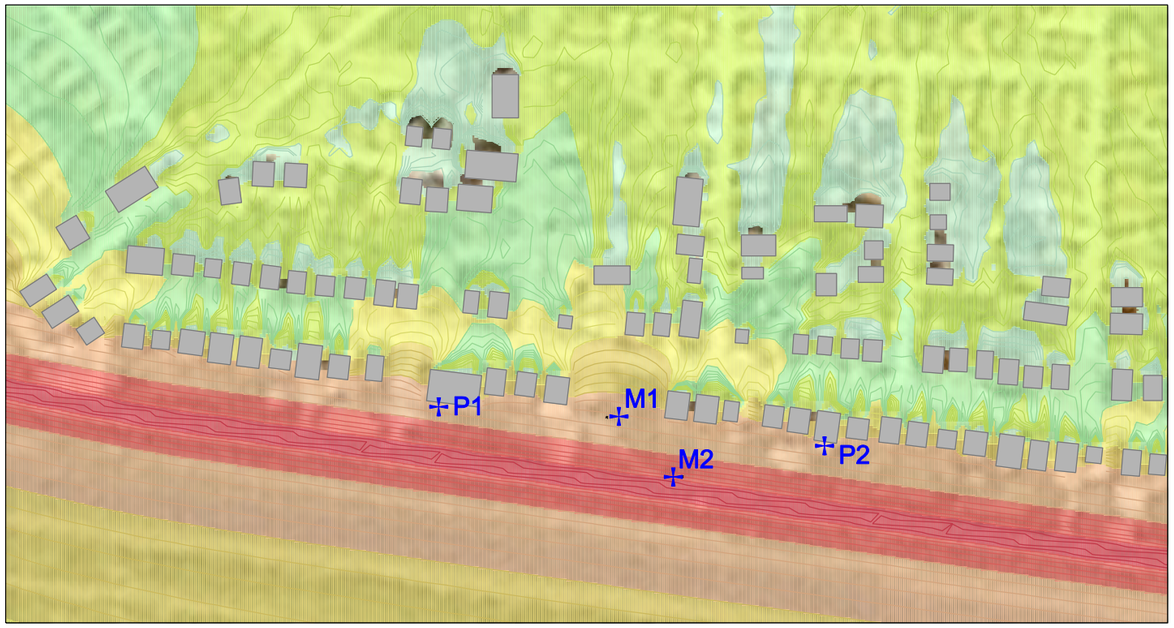

## LEGENDA

| | |
|---|---|
| 80-85 dB | 50-55 dB |
| 75-80 dB | 45-50 dB |
| 70-75 dB | 40-45 dB |
| 65-70 dB | 35-40 dB |
| 60-65 dB | 30-35 dB |
| 55-60 dB | |
| M1 | Merna tačka |
| P2 | Položaj proračunske ravni |

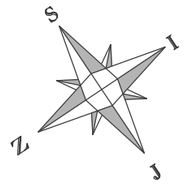
Nivo buke na visini 3 m

Karta buke: MM12
M19
Magistralni put Šabac - Loznica
Šabac

Postojeće stanje - NOĆ




Razmera 1 : 3 000



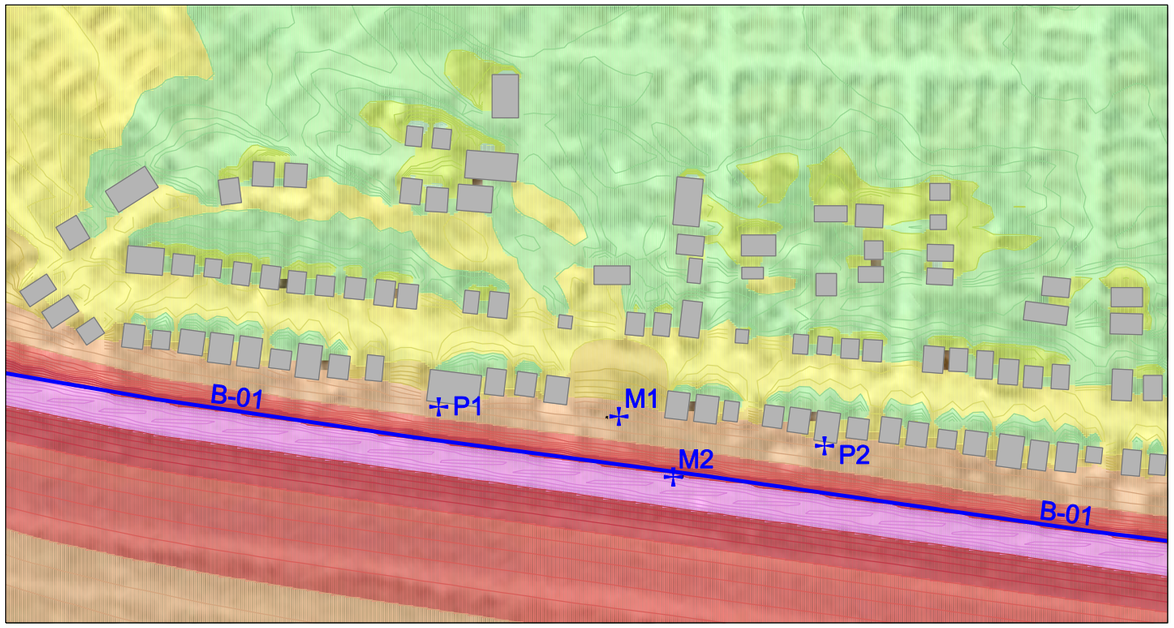

## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |

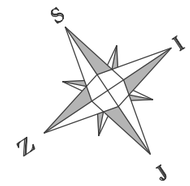
Nivo buke na visini 3 m

Karta buke: MM12
M19
Magistralni put Šabac - Loznica
Šabac

Primenjena zaštita - DAN




Razmera 1 : 3 000




## LEGENDA

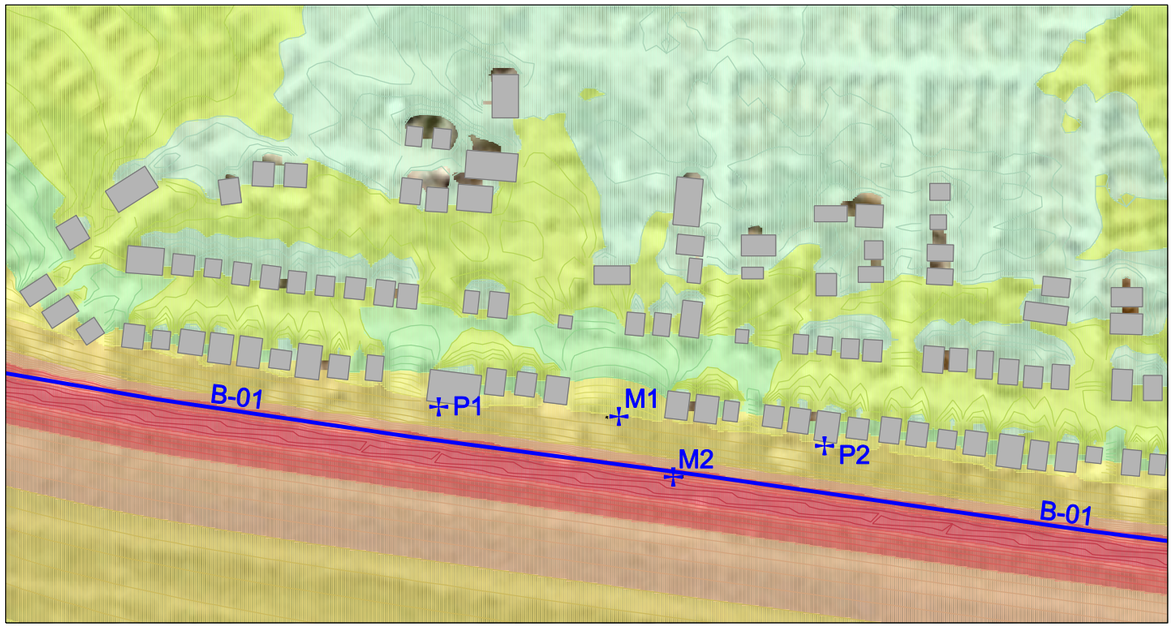
| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| ✛M1 | Merna tačka | | |
| ✛P2 | Položaj proračunske ravni | | |
| | Zvučna barijera | | |

Nivo buke na visini 3 m

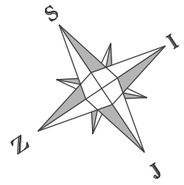
| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 1,8 m | >600 m | > 8 dB | > 25 dB |

Karta buke: MM12
M19
Magistralni put Šabac - Loznica
Šabac

Primenjena zaštita - NOĆ




Razmera 1 : 3 000




## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |

M1 Merna tačka

P2 Položaj proračunske ravni

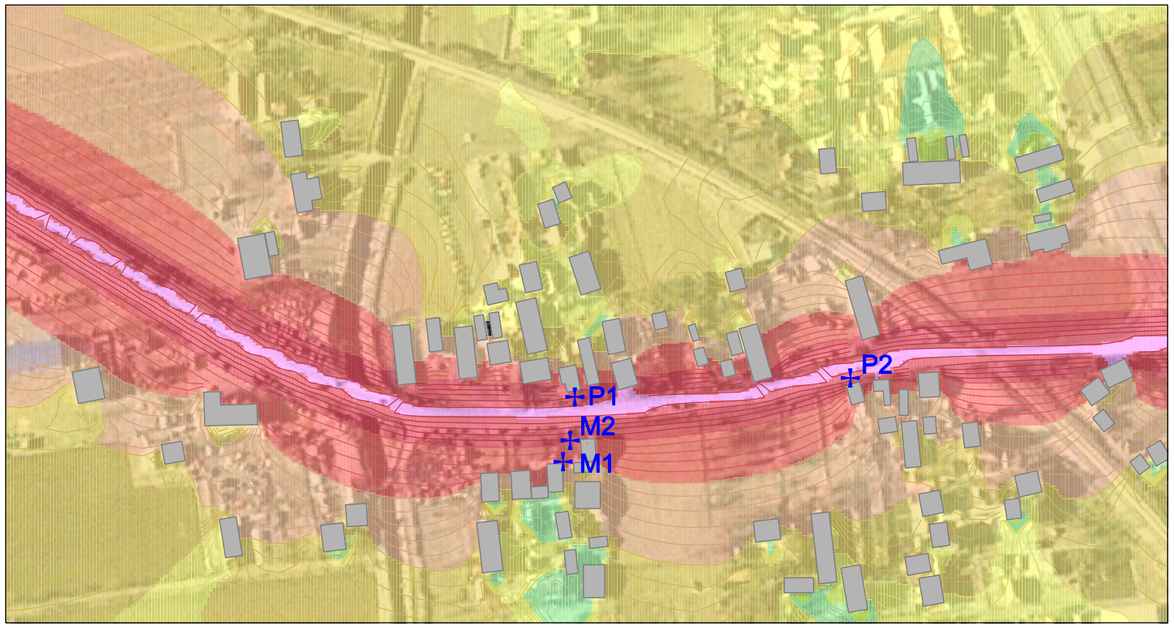
Zvučna barijera

Nivo buke na visini 3 m

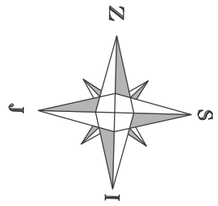
| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 1,8 m | >600 m | > 8 dB | > 25 dB |

Karta buke: MM13
M21
Obilaznica oko Valjeva
Valjevo

Postojeće stanje - DAN




Razmera 1 : 2 000



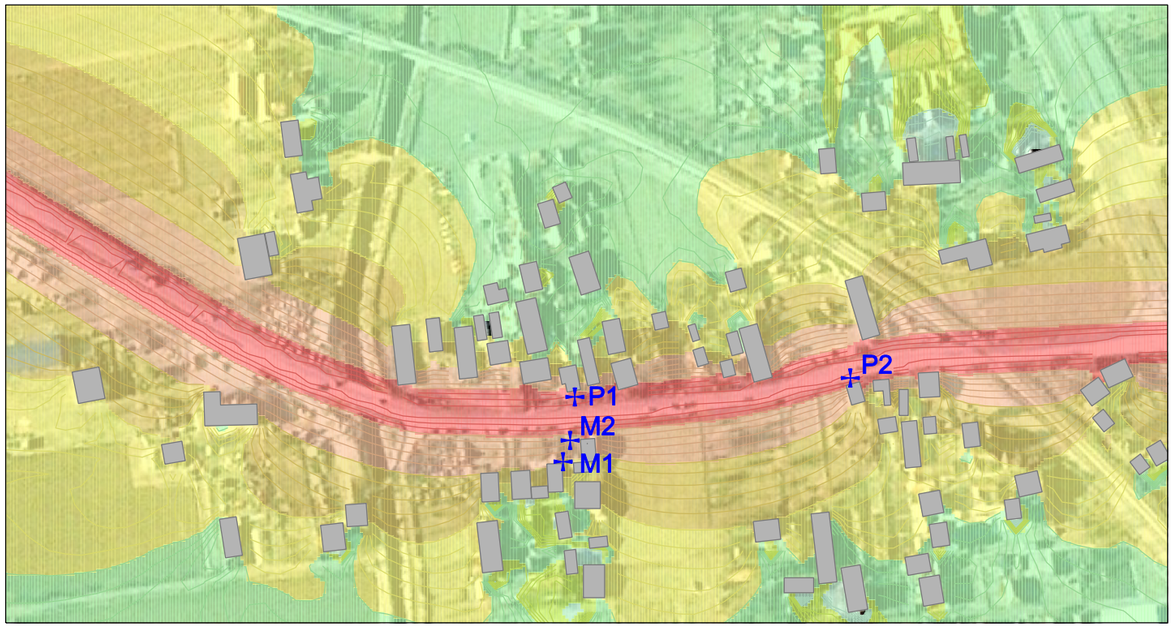

## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |

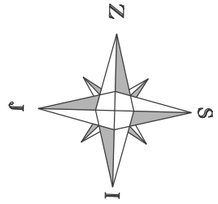
Nivo buke na visini 3 m

Karta buke: MM13
M21
Obilaznica oko Valjeva
Valjevo

Postojeće stanje - NOĆ




Razmera 1 : 2 000



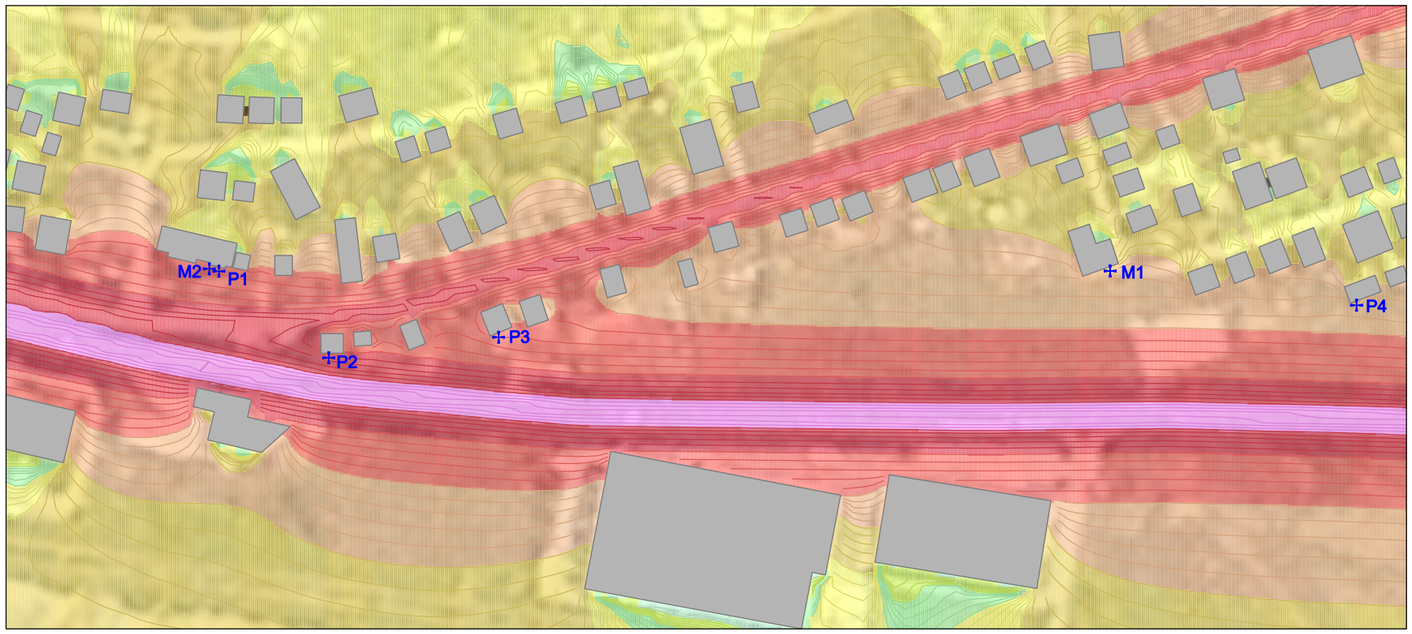

## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |

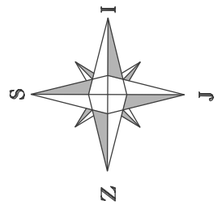
Nivo buke na visini 3 m

# Karta buke: MM14
# E760 / M22
# Magistralni put Beograd - Čačak
# Gornji Milanovac

## Postojeće stanje - DAN




Razmera 1 : 3 000



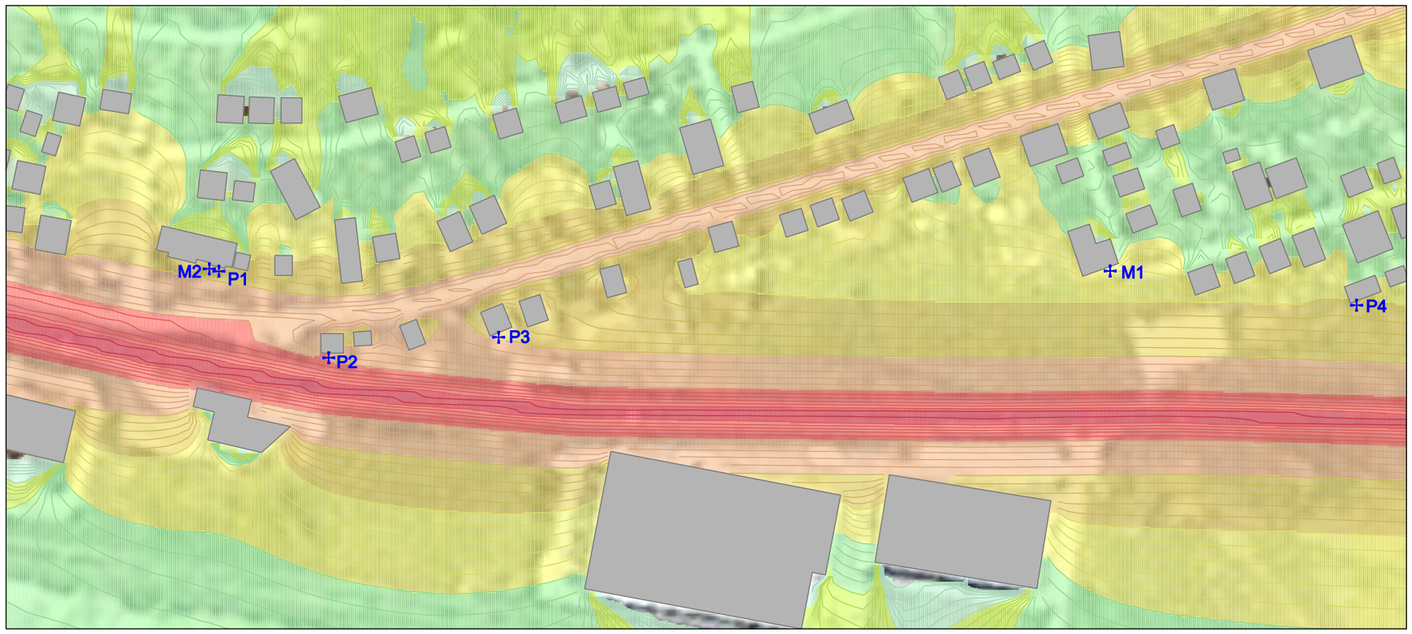

## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |

Nivo buke na visini 3 m

Karta buke: MM14
E760 / M22
Magistralni put Beograd - Čačak
Gornji Milanovac

Postojeće stanje - NOĆ




Razmera 1 : 3 000

I
S
J
Z

LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |

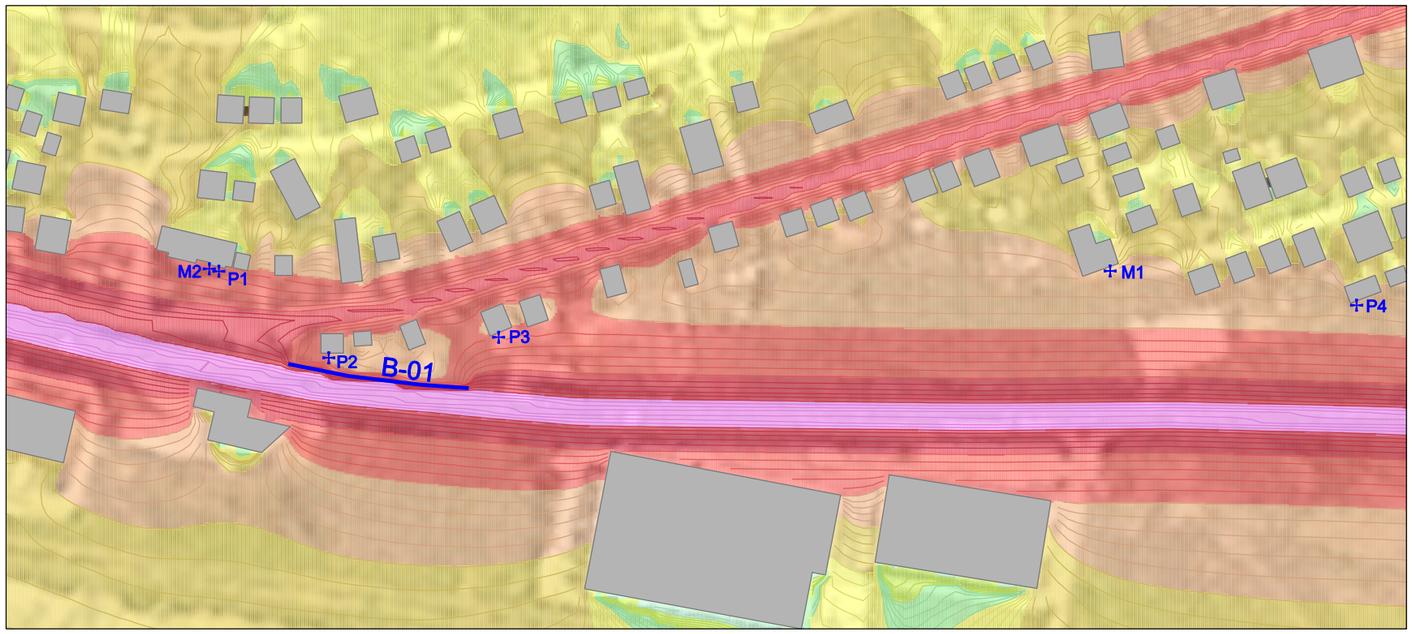
M1 Merna tačka

P2 Položaj proračunske ravni

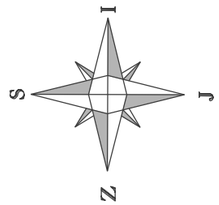
Nivo buke na visini 3 m

# Karta buke: MM14
# E760 / M22
# Magistralni put Beograd - Čačak
# Gornji Milanovac

## Primenjena zaštita - DAN




## Razmera 1 : 3 000




## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |

M1 Merna tačka

P2 Položaj proračunske ravni

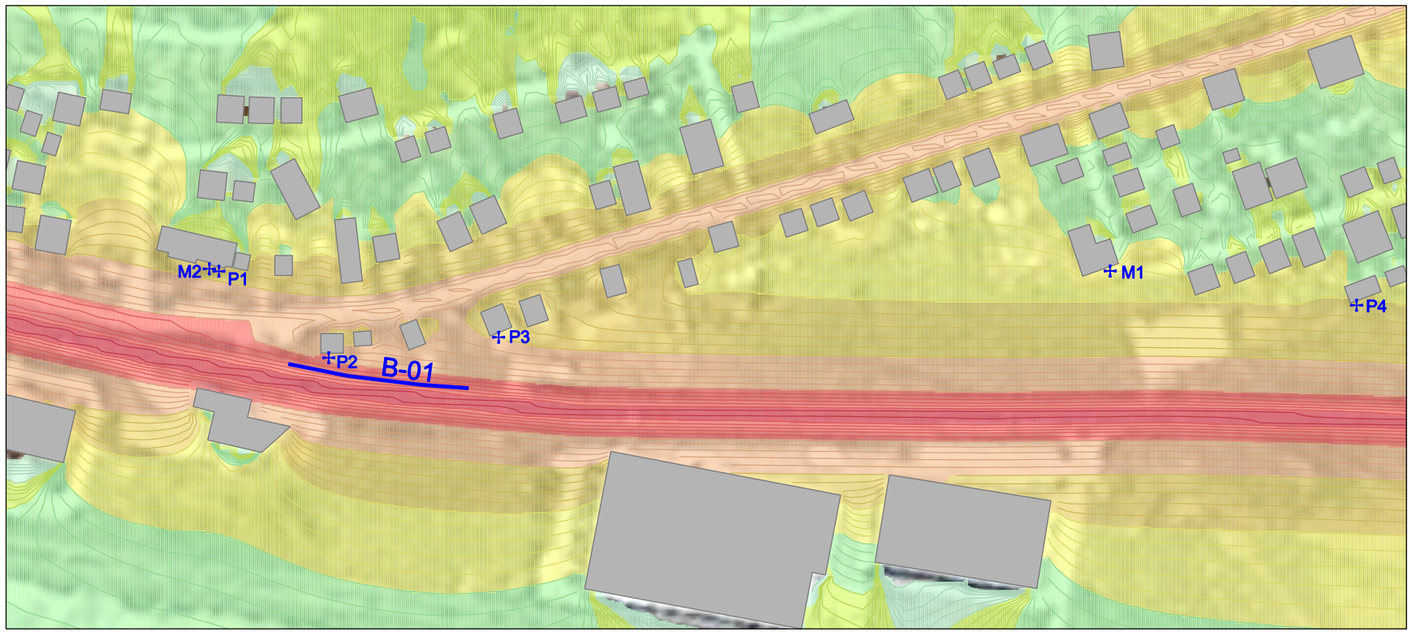
Zvučna barijera

## Nivo buke na visini 3 m

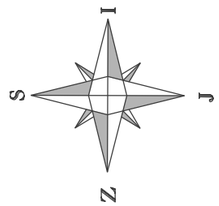
| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 3,0 m | 90 m | > 8 dB | > 25 dB |

# Karta buke: MM14
# E760 / M22
# Magistralni put Beograd - Čačak
# Gornji Milanovac

## Primenjena zaštita - NOĆ




Razmera 1 : 3 000




## LEGENDA

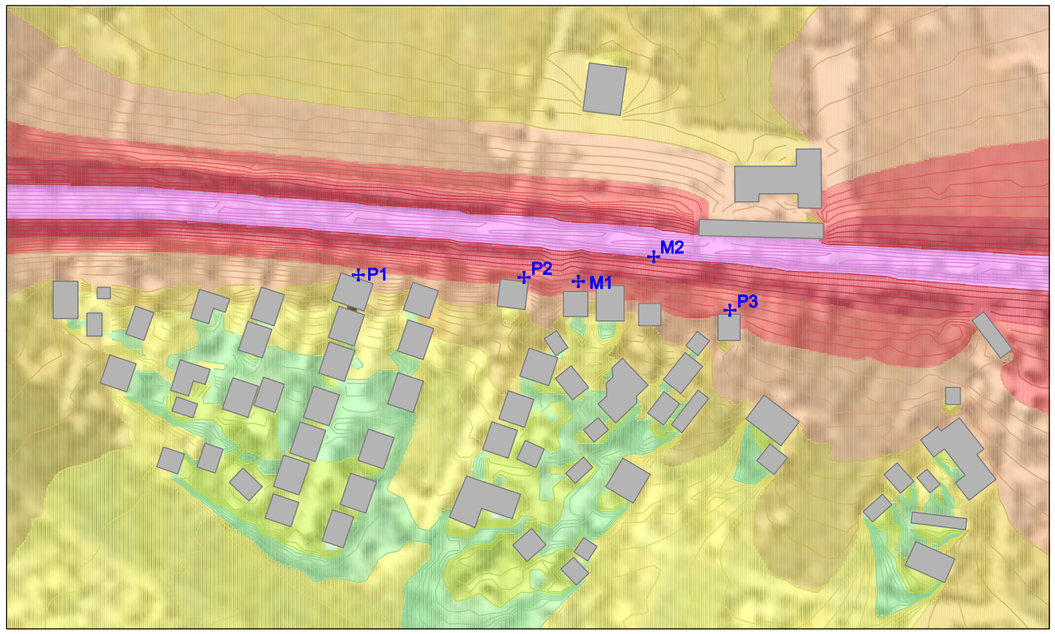
| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| + | M1 Merna tačka | | |
| + | P2 Položaj proračunske ravni | | |
| | Zvučna barijera | | |

## Nivo buke na visini 3 m

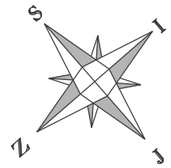
| Naziv | Visina | Dužina | $DL_\alpha$ | $DL_R$ |
|---|---|---|---|---|
| B-01 | 3,0 m | 90 m | > 8 dB | > 25 dB |

# Karta buke: MM15
# E761 / M5
# Magistralni put Kraljevo - Kruševac
# Kraljevo

## Postojeće stanje - DAN




Razmera 1 : 3 000



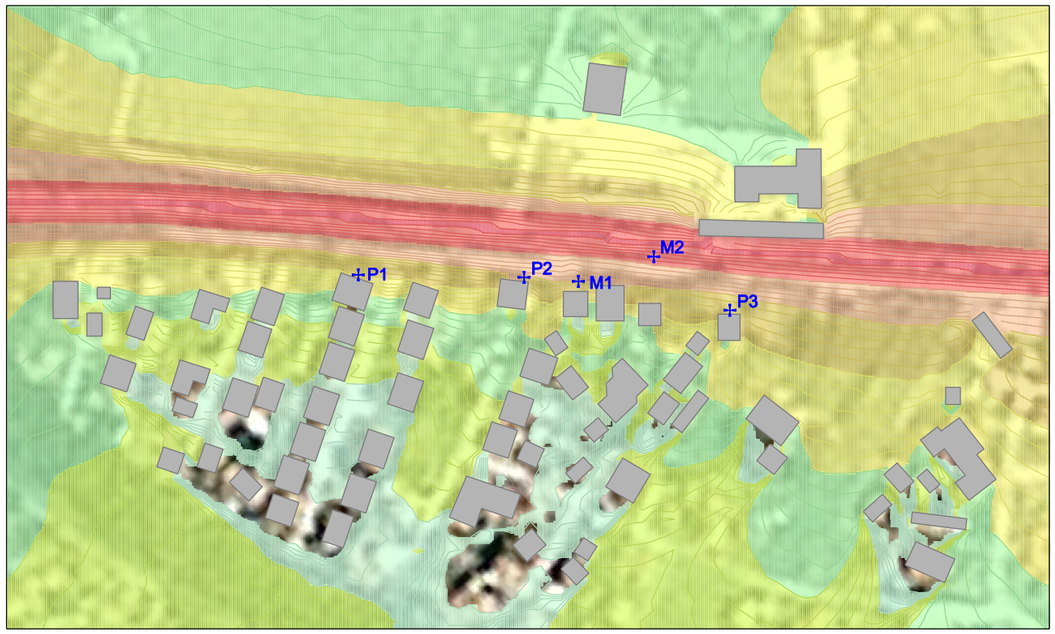

## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| ✛M1 | Merna tačka | | |
| ✛P2 | Položaj proračunske ravni | | |

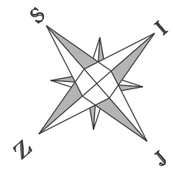
Nivo buke na visini 3 m

Karta buke: MM15
E761 / M5
Magistralni put Kraljevo - Kruševac
Kraljevo

Postojeće stanje - NOĆ




Razmera 1 : 3 000




## LEGENDA

| | | | |
|---|---|---|---|
| | 80-85 dB | | 50-55 dB |
| | 75-80 dB | | 45-50 dB |
| | 70-75 dB | | 40-45 dB |
| | 65-70 dB | | 35-40 dB |
| | 60-65 dB | | 30-35 dB |
| | 55-60 dB | | |
| M1 | Merna tačka | | |
| P2 | Položaj proračunske ravni | | |

Nivo buke na visini 3 m

# 4. УТВРЂИВАЊЕ МОГУЋИХ, ПЛАНИРАНИХ И ПРОЈЕКТОВАНИХ ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКИХ РЕШЕЊА

Ова анализа углавном обрађује могућа техичко-технолошка решења и даје приказ са акустичког аспекта и аспекта реалних техичко-технолошка решења са позиције заштите од буке. Сва разматрана решења су мултидисциплинарног карактера и разматрања превазилазе обим ове Студије.

Прегледом постојеће пројектне документације констатовано је да су планирана и пројектована решења недовољно обрађена, образложена и технички недовољно специфицирана.

Наредни текст разматра теоријске аспекте као значајну подлогу за пројектовање и даје експлицитне смернице и решења. У Студији су обрађени и аспекти који су у вези са извођењем и експлоатацијом.

## 4.1. ОПШТИ ПРИКАЗ МОГУЋИХ РЕШЕЊА ЗАШТИТЕ ОД БУКЕ

Заштита од буке друмског саобраћаја може да се реализује у принципу на више начина. Мере звучне заштите могу да се спроведу:

1) звучном изолацијом фасаде и фасадних елемената,
2) звучном баријером,
3) тунелом,
4) избором коловозног застора,
5) дубоким засадима дрвећа,
6) одржавањем коловоза,
7) дислокацијом пута,
8) изменама саобраћајног режима,
9) подизањем квалитета фонда транспортних средстава и
10) активном заштитом.

Када се каже и даје оваква класификација заштите онда се имају у виду генерално све техничко-технолошке могућности. Прве четири побројане тачке треба сматрати као реална технички и економски оправдана средства којима ће се Студија првенствено бавити.

Тунел као могућа мера звучне заштите свакако је акустички најефикаснија и са аспекта заштите пожељна. Са друге стране, обрађивачима се у овом тренутку у затеченој ситуацији не чини реална, у првом реду као урбанистичко решење, али затим и као саобраћајно-техничко, а поготово узимајући у обзир финансијско-економске аспекте.

Пета мера, смањење буке дубоким засадима дрвећа није мера које са може плански примењивати у реалном временском периоду. Треба имати у виду да ново формирани засад постаје акустички ефикасан тек после више година (20 и више). Такође, битна чињеница је да је засад ефикасан тек за велике дубине, барем 50 m, а обично и више, као и чињеницу да су смањења нивоа буке, чак и за велике дубине засада, врло мала. Из ових разлога засад дрвећа као наменска мера смањења буке није реална техничка мера.

Наредне четири побројане мере (6, 7, 8 и 9) захтевају и ширу одлуку и акцију политичких структура и значајнија економска и финансијска улагања и друштвену акцију. Тачно је да оне и дају квалитетнија и ефикаснија решења.

Последње поменуто решење односи се на активну заштиту. Активна заштита подразумева аквизицију буке, њену обраду и затим репродукцију преко звучника, тако да суперпозицијом овако обрађеног и репродукованог сигнала са постојећим укупан ниво бива смањен или чак потпуно елиминисан.

Као што је напред речено, прве две и четврту наведену меру треба сматрати као реална технички и економски оправдана средства, која се могу врло брзо и ефикасно реализовати и као таква дају задовољавајуће резултате који ће у наредном тексту бити објашњени и квантификовани.

Зрачење акустичке енергије као последице одвијања друмског саобраћаја је физички сложена појава, а сложеност се одликује великом динамиком генерисане акустичке енергије, а затим и врло широког фреквенцијског спектра. Можда је најилустративније ако се фреквенцијски спектар изрази преко таласне дужине генерисаног звука. Генерисани звук има таласне дужине у опсегу 35 cm – 35 m, дакле креће се у опсегу од $10^3$. Овако велики распон таласне дужине условљава да се теоретска разматрања са аспекта димензија препреке морају да групишу у барем три димензионе целине, па се и сама техничка решења на тај начин усложњавају. Инжењерско-техничко решење узима у обзир релативан однос таласне дужине према свакој од димензија препрека и свака од њих има различит утицај.

Сама заштита од буке друмског саобраћаја може генерално да се класификује у примарну и секундарну. Под примарном заштитом подразумевају се мере које се спроводе директно на извору, а под секундарним заштитне мере које се спроводе на путу простирања. На овај начин примарна заштита обухвата мере смањења нивоа из зрачене акустичке енергије директно са мотора и других агрегата на возилу, мере за пригушење у издувном систему, мере смањења буке свих агрегата, мере на смањењу аеродинамичког генерисања акустичке енергије, али и мере на контакту пнеуматик – коловозни застор. Ова последња поменута, не улазећи у могућу и другачију филозофију разматрања, може да буде сврстана и у групу секундарних мера, али обрађивачи ове Студије ипак сматрају да је адекватно груписање како је то дато овим текстом.

Под секундарним мерама заштите од буке која потиче од друмског саобраћаја подразумевају се све мере које се предузимају на путу простирања звучних таласа од извора до места имисије, тачније човека као основног субјекта заштите.

Секундарне мере заштите односе се на слабљење које се реализује на путу преноса од извора до места имисије. У првом реду овде треба поменути фасаду и фасадне елементе (прозоре, балконска врата и сл.), затим звучне баријере и тип коловозног застора.

Са друге стране треба поменути и поделу на активне и пасивне мере заштите. Активне мере заштите у првом реду, према стандардној акустичкој класификацији, подразумевају поступак који се реализује на следећи начин: емитована звучна енергија се аквизира, затим сложеним поступком обрађује у временском и фреквенцијском домену па онда реемитује на такав начин да у тачкама или зонама имисије услед ефекта суперпозиције са примарно генерисаном акустичком енергијом доводи до њеног смањивања или чак поништавања.

Као технички могућу и реалну меру треба узети у обзир и активну заштиту. Међутим њена примена може да се оствари за појединачне објекте и са, у овом тренутку, нешто већом ценом. Треба сматрати да њена примена као општа мера која би се аплицирала на ширем подручју није реална. У неком наредном периоду може се очекивати да ће овај поступак постати значајнији.

Ове две поделе мера заштите на примарне и секундарне односно активне и пасивне често се користе на погрешан и неадекватан начин па су стога у овом документу експлицитно изнесене дефиниције како их треба примењивати да би исти појмови били усаглашени са релевантним међународним документима, регулативом и стручном терминологијом.

Ефикасност заштите фасадом је $R = 20 – 40$ dB, баријером 5 – 15 dB, ретко до 20 dB, коловозним застором 2 – 4 dB, дубоким засадима дрвећа 3 – 5 dB.

Овакав однос ефикасности звучне заштите био је преовлађујући при опредељењу обрађивача за избор техничко-технолошких реалних решења.

### 4.1.1. Звучна изолација *R* и слабљење звука *D*

У случају фасаде и фасадних елемената утицај елемента дефинише физичка величина изолациона моћ *R*. Што је већа изолациона моћ то је веће слабљење. Теоријска основа и детаљи биће дати даље у тексту. Звучна изолациона моћ *R* фреквенцијски је зависна величина, али може да се окарактерише и једнобројном вредношћу. При пројектовању неопходно је исту декларисати посебним техничким условима са аспекта акустике, ако она треба да карактерише фасаду и фасадне елементе.

Звучна изолациона моћ *R* је и карактеристика звучне баријере али углавном не толико опредељујућа као што је то у случају фасаде. По правилу код звучних баријера једнобројна вредност звучне изолационе моћи *R* је довољна карактеристика која се пред баријеру поставља. Звучна изолациона моћ *R* код звучних баријера критична је за заштиту блиских тачака имисије као и у случају јако лаких и танких баријера, понекад дрвених баријера.

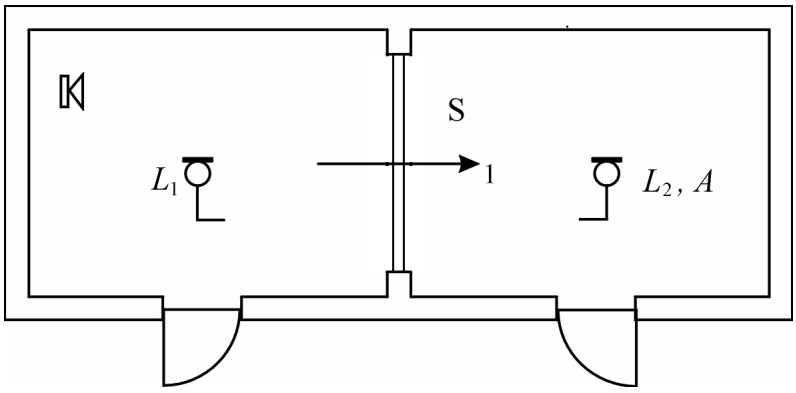
Смањење ниво звука *D* које се реализује звучним баријерама даје се као једнобројна вредност и односи се на задату геометрију: *звучни извор - ефективна висина баријере - пријемник и њихова међусобна растојања*. Слабљење које настаје приликом простирања кроз засаде дрвећа-шуму изражава се као подужно слабљење па укупан износ слабљења зависи и од укупне дубине шуме (растојања по правцу простирања).

Слабљење ниво звука баријере *D* дефинише се као разлика нивоа $L_1$ када баријера не постоји и нивоа звука $L_2$ када је баријера постављена. Слабљење ниво звука *D* је фреквенцијски зависна величина. По правилу звучна баријера има мањи утицај на ниске тонове, јер је њихова таласна дужина већа, него на високе. Слабљење ниво звука *D* није физичко својство баријере.

Као физичка величина која може да послужи за оцену коловозног застора је разлика нивоа за два застора који се пореде. При томе једна од њих може да буде референтан. Овако дефинисане физичке величине по својој природи слична је и упоредива са слабљењем нивоа звука *D*.

Звучна изолациона моћ *R* [dB] је својство које је од посебног значаја за фасаде, фасадне елементе, прозоре, балконска врата и сл. Звучна изолациона моћ *R* битна је карактеристика и за звучне баријере али је код њих по правилу некритична за баријере за разлику од значаја код фасаде. Потребна звучна изолациона моћ *R* у случају баријера условљена је прорачунском вредошћу слабљења *D* [dB] и мора се дати код сваког прорачуна као услов за одабир баријере.

Звучна изолациона моћ *R* одређује лабораторијским мерењем условима а на узорку који су површине 10-так или више квадрата. Одређивање *R* прописано је стандардима [P28] према скици на сл. 4.1.1. За смисао физичке величине *R* и објашњење како се она утврђује може да послужи и скица дата на слици сл. 4.1.1.



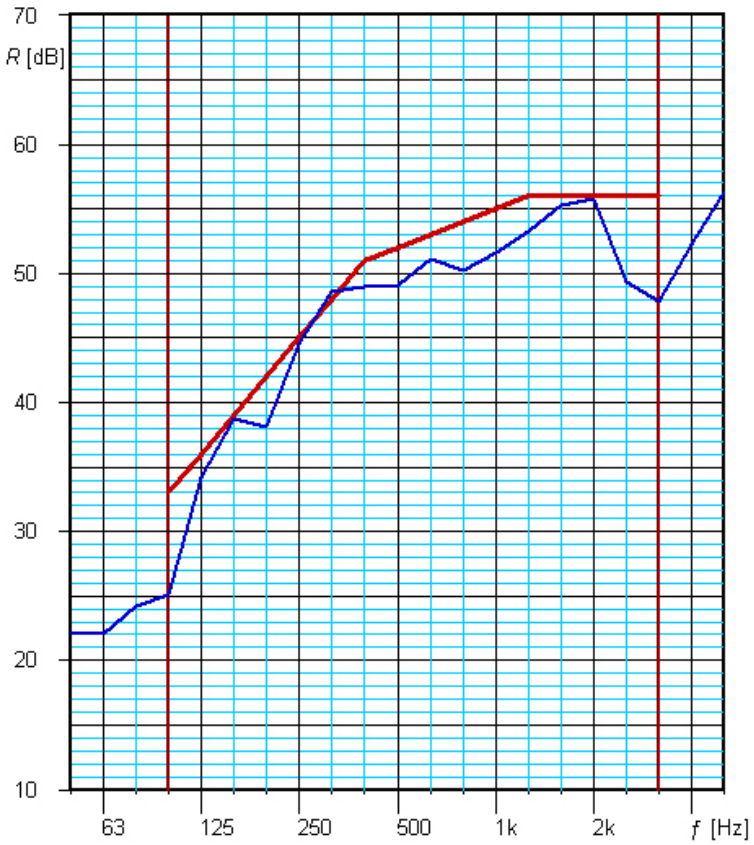

*Сл. 4.1.1. Мерење звучне изолационе моћи R*

Звучна изолациона моћ дата је релацијом:

$$R = L_1 - L_2 + 10\log\frac{S}{A}, \qquad (4.1.1)$$

где је:
$L_1$ – предајни ниво звучног притиска,
$L_2$ – пријемни ниво звучног притиска,
$S$ – повшина кроз коју звучна енергија пролази,
$A$ – укупна апсорпциона површина у пријемној просторији.

У предајној просторији генерише се звучна енергија која у просторији ствара ниво звучног притиска $L_1$. Део ове енергије пролази кроз преграду површине $S$ у пријемну просторију и у њој ствара ниво звучног притиска $L_2$. Очигледно је да разлика $L_1 - L_2$ представља меру звучне изолације, а да би се добила и тачна вредност звучне изолационе моћи ова разлика коригује се чланом $10\log(S/A)$ којим се узима у обзир величина површине кроз коју звучна енергија пролази, као и утицај апсорпције пријемне просторије $A$.




*Сл. 4.1.2. Дијаграм звучне изолационе моћи по терцама, оригиналне димензије по стандарду [P28]*

Изолациона моћ је физичка величина која је изразито фреквенцијски зависна, а на сл. 4.1.2. приказан је као пример дијаграм звучне изолационе моћи по терцама једне преграде. Изолациона моћ је својство грађевинске конструкције. Она не зависи од пријемног и предајног нивоа, нити од утицаја пријемне просторије као ни од величине површине кроз коју звучна енергија доспева. Из тог разлога звучна изолациона моћ погодна је као физичка величина, која без додатних услова, може да се специфцира у техничкој документацији у одељку технички услови, па ово треба и чинити (ово уједно представља примедбу која се односи на постојећу документацију у којој се углавном користи термин изолација који описује појаву, а не физичку величину). Обрађивачи ове студије у расположивој документацији нису наишли на експлицитно декларисану вредност $R$ као неопходан технички услов за испоруку и уградњу елемената звучне заштите.

Звучна изолациона моћ $R$ користи се као параметар који директно одређује степен заштите у случају фасаде и фасадних елемената и утиче као меродаван параметар на обим и ниво заштите.

У случају звучне баријере изолациона моћ $R$ није параметар који одређује степен заштите, већ се наводи као потребан допунски услов који баријера мора да испуни. Захтевана изолациона моћ $R$ није и довољан услов за баријеру.

Поред фреквенцијске зависности изолациона моћ $R$ користи се и једнобројна вредност $R_W$ као репрезент дијаграма. Ова вредност се по правилу даје у техничким условима којим се обезбеђује реализација звучне изолације. Једнобројна вредност добија се сложеним поступком померања стандардне криве тако да сума негативних одступања, измерених вредности од стандардне криве, не буде већа од 32 dB. Са тако померене стандардне криве очитава се вредност на 500 Hz која уједно представља тражену једнобројну вредност.

Мада је уобичајено да се изолациона моћ изражава као једнобројна вредност, прорачуне и анализе заштите од буке могуће је спровести једино узимајући у обзир фреквенцијску зависност.

### 4.1.2. Фасада: прозори, врата и фасадни елемент

Примарно субјект заштите је човек у објекту. Када се ово каже онда се има у виду да је овакав концепт представљен у високом проценту (70 – 80%).

За заштиту од буке у оваквом случају меродавна је фасада. Под фасадом се подразумевају прозори, врата и фасадни елементи. У акустичком смислу прозори и врата су слични па ће се у даљем тексту краткоће ради говорити о прозору. Под фасадним елементом у овом контексту подразумева се фасадни зид (у даљем тексту: зид).

Прозор и зид се знатно разликују по звучној изолацији која се њима реализује, а и по цени, па овакав однос имплицира оптимизацији.

Звучна изолација зида је $R_W > 50$ dB, док се може сматрати да просечна изолација прозора износи $R_W = 35$ dB. Обе звучне изолације су фреквенцијски изразито зависне величине. Како је и бука саобраћаја фреквенцијски зависна и будући да је A-пондеризација неминовна, то је прорачун нивоа буке једино могуће спровести по фреквенцијама.

Звучна изолација прозора зависи од звучне изолације стаклене површине и звучне изолације рама, непокретног дела и крила, и звучна изолација битно утиче заптивање и укрућивање у затвореном стању. Однос површине стакла и рама је у корист стакла па је за звучну изолацију стакло значајнији елемент. Модерни прозори се углавном застакљују стакло пакетима, најчешће са два стакла и димензија уобичајених у стамбеној изградњи 4 mm + 12 mm + 4 mm и 4 mm + 15 mm + 4 mm. Растојање између стакала значајно утиче на изолацију и повољније је када је оно веће. Такође, боља изолација добија се дебљим стаклима, а још боља када су два стакла различите дебљине. Међупростор између стакала се у циљу постизања већих изолација пуни инертним гасом нпр. аргоном. Није неуобичајена употреба каљеног стакла којим се постиже звучна изолација боља у односу на флот стакло.

Профили од којих се израђује рам, како покретни тако и непокретни, се израђује као вишекоморни. Ово је погодно и са аспекта топлотне изолације. Тренутно су актуелни петокоморни и шестокоморни профили.

Заптивање фуге прозора изводи се по правилу гуменим заптивцима различитих облика балона, перима или од сунђерастих заптивака.

Посебно су важни елементи за затварање који су код нових изведби направљени тако да обезбеђују и затварање и зарабљивање. На овај начин прозорско крило бива посебно укрућено што доприноси повећању изолације.

На сл. 4.1.3. је приказан један прозорски профил са стакло пакетом са два стакла.



*Сл. 4.1.3. Попречни пресек прозорског профила са два стакла*

Прозор и балконска врата се према звучној изолацији $R_W$ разврставају у пет класа, табела 4.4.1, [P19].

*Табела 4.1.1. Класе звучне изолације за прозоре и врата, према [P19]*

| Специјална класа | $R_W$ > 40 dB |
|---|---|
| I класа | $R_W$ = 35 do 39 dB |
| II класа | $R_W$ = 30 do 34 dB |
| III класа | $R_W$ = 25 do 29 dB |
| IV класа | $R_W$ = 20 do 24 dB |

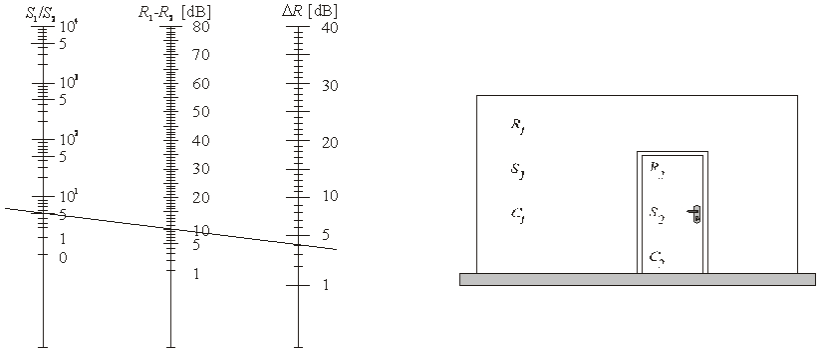
Треба имати у виду да реномирани произвођачи са новим конструкцијама и типовима стакала могу да реализују прозоре и врата специјалне класе без већих проблема. Висока класа звучне изолације постиже се са прозорима са три слоја стакла. Као слабију тачку код овог елемента треба сматрати кутију за ролетне па стога њу треба посебно специфицирати. Због потреба енергетске ефикасности прозори и врата раде се са контролисаном вентилацијом. Овај елемент савремени произвођачи реализују тако да он не утиче на звучну изолацију.

За фасаду као архитектонски сложени елемент са компонентама врло различитих звучних изолација, поготову у различитим фреквенцијским доменима, ефективна изолациона моћ се израчунава по обрасцу:

$$R_{TOT} = R_1 - 10\log\frac{S_1 + S_2 \cdot 10^{\frac{R_1 - R_2}{10}}}{S_1 - S_2} = R_1 - \Delta R \qquad (4.1.2)$$

где је:
$R_1$ и $S_1$ – изолациона моћ односно површина елемената са већом изолацијом, а
$R_2$ и $S_2$ – изолациона моћ и површина елемента са мањом изолацијом.

Значење величина види на сл. 4.1.4.




*Сл. 4.1.4. Сложена изолациона моћ R*

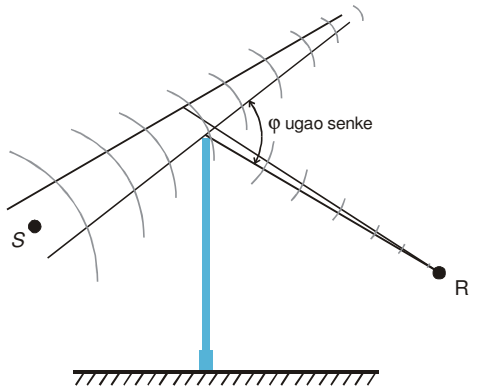
У левом делу слике приказан је номограм који може да послужи за израчунавање сложене изолационе моћи *R.* Ако је елемент са већом изолацијом окарактерисан површином $S_1$ и изолационом моћи $R_1$, а елемент са мањом изолационом моћи

аналогним параметрима $S_2$ и $R_2$, тада се сложена изолациона моћ $R_{TOT}$ добија преко релације $R_1 - \Delta R$ где се вредност $\Delta R$ израчунава или на основу образца, или se добија са номограма. Реалан случај фасаде састоји се од зиданог дела са параметрима $S_1$ и $R_1$ и прозора са параметрима $S_2$ и $R_2$. По правилу изолациона моћ $R_1$ је већа, а често и много већа, од изолационе моћи $R_2$. Како укупна изолациона моћ зависи од односа површина $S_1/S_2$ и разлике изолационих моћи $R_1 - R_2$ и како се ради о елементима који се знатно разликују по цени из техничких разлога је сврсисходно оптимизовати изолациону моћ $R_1$ и $R_2$. Пример оптимизације дат је у литератури [А18].

Оптимизација односа фасадног елемента и прозора је сложен математички процес и према [А18] може се урадити за задату геометрију фасаде. Са фасадом као најбитнијим елементом заштите од буке која долази споља реализују се вредности звучне изолације у врло широким границама од 20–40 dB, а понекад и више (вредност изолационе моћи од 40 dB значи да је енергија између предајног и пријемног нивоа смањена за 10 000 пута).

### 4.1.3. Звучне баријере

Принцип заштите од буке звучном баријером је једноставан. Звучна баријера као препрека простирању звука прави звучну сенку и на тај начин смањује ниво звука на месту пријема. Заштита од буке у спољашњем простору по овом принципу реализује се звучном баријером, грађевинским објектом, насипом, или топографским утицајем. Звучна препрека спречава директан правац простирања звука па звук само обилазним путем, услед појаве дифракције, долази до места пријема. Сл. 4.1.5. приказује принципијелну геометрију која омогућава смањење нивоа звука на месту пријема.




*Сл. 4.1.5. Смањење нивоа звука баријером*

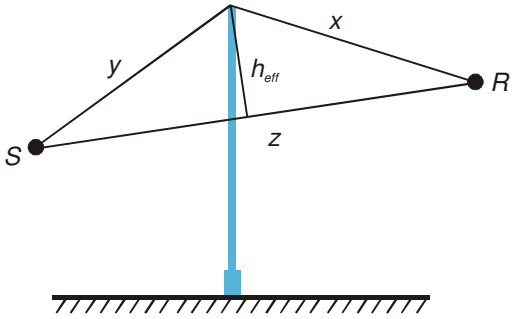
Звук као таласна појава са великом таласном дужином, услед дифракције, обићи ће препреку па, иако је извор изван линије оптичке видљивости, ће се ипак чути и у зони сенке. Звук до места пријема може доспети и директним проласком кроз препреку и обилазним путем услед појеве дифракције.

Звук до места пријема по правилу доспева на 2 начина: а) директним проласком кроз преграду – звучну баријеру и б) дифракцијом звучног таласа. Компонента звучног таласа

која дифракцијом доспева до места пријема по правилу знатно је већа од компоненте која трансмисијом кроз преграду доспева у исту тачку, а будући да се ове компоненте сабирају по правилу сабирања нивоа, углавном се предпоставља да је за оцену нивоа меродавна компонента дифракције ако је она барем за 10 dB већа од компоненте настале трансмисијом. Због конструктивних разлога, а и избором материјала, углавном се постиже да је реализована звучна изолациона моћ $R$ некритична. Међутим, из практичних техничких разлога неопходно је да при сваком прорачуну звучне баријере прописати и минималну вредност звучне изолационе моћи $R$ [P32]. Овако дефинисана звучна изолациона моћ $R$ може се доказати искључиво лабораторијским мерењима на узорку површине око 10 $m^2$.

Претпоставка о већој изолационој моћи од слабљења на обилазном путу дифракције је укључена у све прорачунске моделе баријера. Слабљење по путу дифракције је параметар који служи за израчунавање нивоа на месту пријема. Ово слабљење је фреквенцијски јако зависно, па је прорачун потребно спроводити октавно или терцно.

Најзаступљенији прорачунски модел баријере развио је 60-тих година Маекава [A3], а касније доприносе дао је већи број аутора. Неки од њих наведени су у литератури. Маекавин модел заснива се на асимптотским резултатима теорије о оптичкој дифракцији и коришћењем геометријских односа приказаних на сл. 4.1.6.




*Сл. 4.1.6. Маекавин модел*

Фреснелов број дефинише се релацијом:

$$N = \frac{2}{\lambda}(x + y - z) = \frac{2f}{c}(x + y - z), \qquad (4.1.3)$$

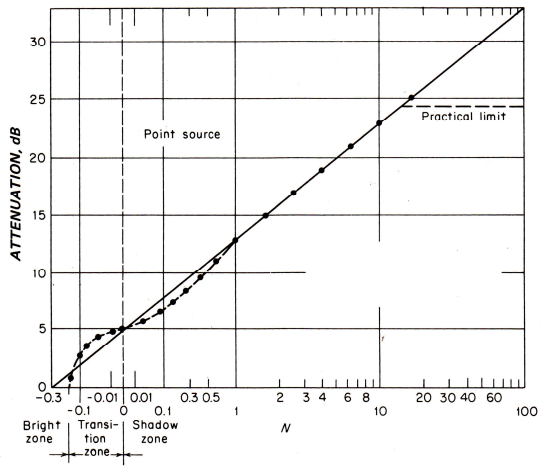
где је:
$N$ – Фреснелов број (бездимензионална величина),
$x+y$ – дужина пута преко баријере [m],
$z$ – праволинијско растојање између извора и пријемника [m],
$\lambda$ – таласна дужина звука [m],
$f$ – фреквенција звука [Hz],
$c$ – брзина простирања звука [m/s],

а у зависности од њега израчунава се слабљење $D$ како је то представљено на дијаграму на сл. 4.1.6.

Слабљење баријере зависи од фреквенције, геометријских односа (растојања извора и пријемника од баријере) и ефективне висине баријере.

Слабљење *D* које узрокује звучна баријера је физичка величина која се добија израчунавањем и која није условљена једино карактеристикама баријере. Висина баријере и њен облик утичу на слабљење *D*, али поред тога слабљење у великој мери зависи од растојања извора од баријере, као и растојања места имисије од баријере. Звучна изолациона моћ и коефицијент апсорпције баријере су карактеристике које по правилу не утичу директно на слабљење *D*.

На сл. 4.1.7. приказана је и практична граница слабљења баријере. По правилу баријера се конструише тако да је слабљење на путу дифракције на свакој фреквенцији буде бар за 10 dB веће од вредности изолационе моћи *R*.




*Сл. 4.1.7. Слабљење баријере*

Звучна баријера мора да буде пажљиво димензионисана и конструисана. Неопходно је одредити њен положај у простору између извора и тачке имисије, а затим извршити оптимизацију слабљења *D* и техничким условима дефинисати меродавну итолациону моћ баријере $DL_R$ и меродавну апсорпцију баријере $DL_\alpha$. Увидом у постојећу документацију овај поступак ни у једном пројекту није спроведен коректно.

Линија оптичке видљивости представља уједно доњу границу ефикасности баријере за коју је меродавна изолациона моћ $DL_R = 0$. Сви прорачуни који се односе на баријеру морају да експлицитно наведу коришћену методу као и све улазне параметре који су коришћени у прорачуну. Ово је типичан недостатак свих пројеката који су до сада прегледани. Пројектована је баријера и израчунато је слабљење, али нису наведени улазни параметри па је прорачун немогуће контролисати, нити пак у којој је мери урађена оптимизација.

Смањење нивоа буке које се постиже звучном баријером настаје када права линија која спаја тачке емисије и имисије барем тангира врх баријере. Слабљење баријере предпостављајући довољну дужину баријере и константну висину паралелну са правим и бесконачно дугим саобраћајним током. Дато је, према [P33], емпиријском релацијом:

$$D_Z = 7\log\left[5+\left(\frac{70+0{,}52\cdot s}{1+0{,}2\cdot z}\right)\cdot z\cdot k_W{}^2\right] \tag{4.1.4}$$

где је значење параметара следеће:

$z$ – параметар заклона који се израчунава по образцу:

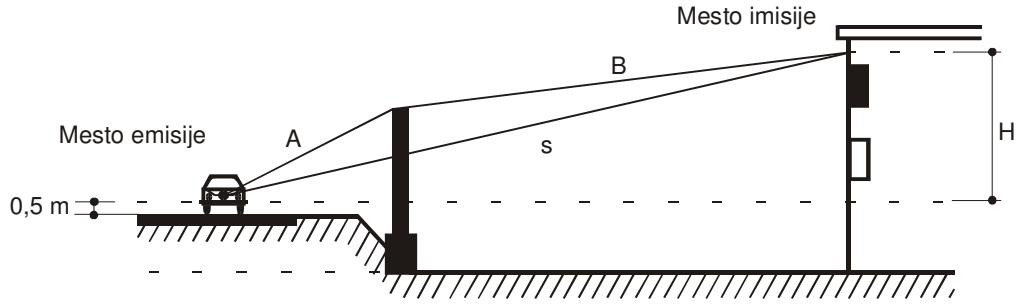
$$z = A+B+C-s\,, \tag{4.1.5}$$

$k_W$ – корективни члан:

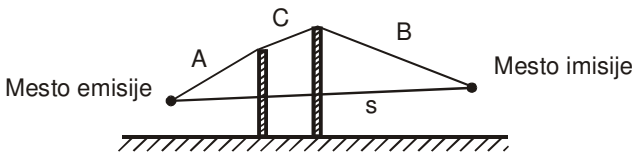
$$k_W = \exp\left(-\frac{1}{2000}\sqrt{\frac{A\cdot B\cdot s}{2\cdot z}}\right) \tag{4.1.6}$$

Значење параметара *A, B, C* и *s* видети на сл. 4.1.8. и сл. 4.1.9.

Релација за израчунавање слабљења баријере важи под условом да се звук простире само преко баријере и да не може да је обиђе бочно.




*Сл. 4.1.8. Геометријски параметри битни за слабљење*




*Сл. 4.1.9. Геометријски параметри битни за слабљење за вишеструке углове дифракције*

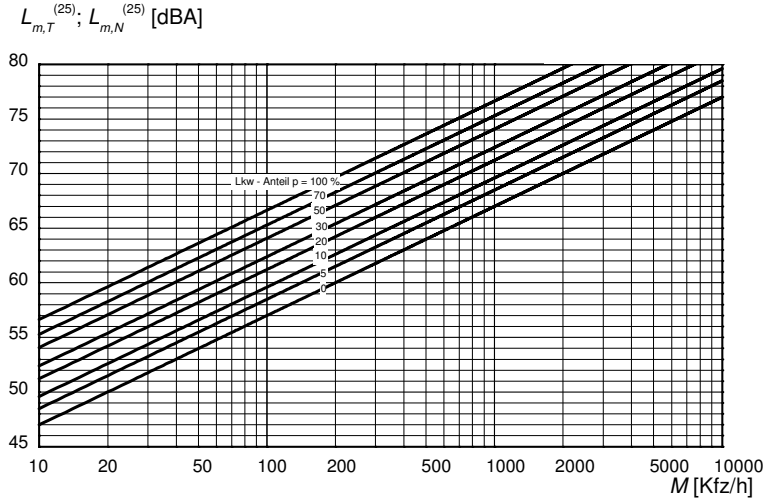
Под условом који је горе наведен као „довољна дужина“ подразумева се дужина која је већа од:

$$d_u = \left(\frac{34+3\cdot D_Z}{\sqrt{100+s}}\right)\cdot B \tag{4.1.7}$$

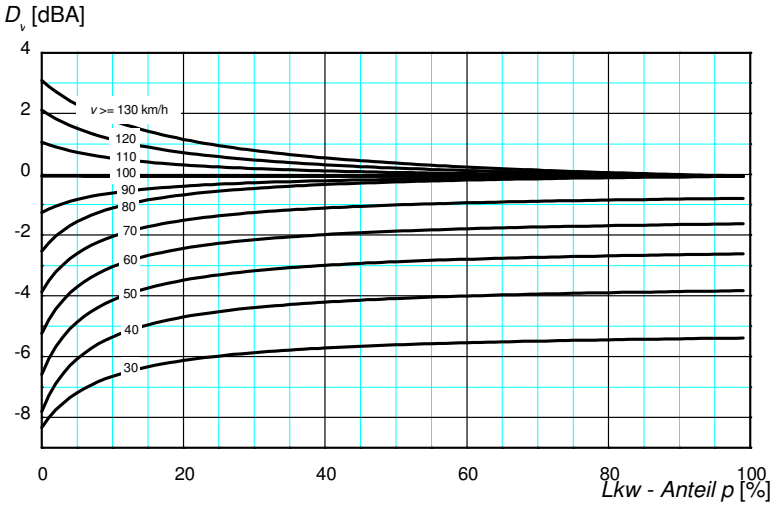
У литератури [P33] дат је скуп од 62 номограма који омогућавају прорачун меродавне изолационе моћи баријере $DL_R$.

Са номограма на сл. 4.1.10. дат је један пример израчунавања слабљења за хоризонтално растојање $s = 25$ m. Карактеристично за овај литературни извор је да слабљење ни у једном случају није веће од 16 dB, а да номограми обрађују висине до 5 m (истина остављајући могућност да се уради даља екстраполација или пак израчунавање на бази формуле). Овај податак јесте довољно илустративан и треба га сматрати реалним: могуће слабљење баријере висине 5 m углавном не прелази вредност од 16 dB.

Негативна висина на дијаграму значи да је тачка имисије испод нивоа коловоза.




*Сл. 4.1.10. Слабљење баријере на растојању s=25 m у функцији саобраћајног тока и удела теретних возила*




*Сл. 4.1.11. Утицај брзине за различит удео теретних возила*

### 4.1.4. Тунели

Звучна заштита тунелом примењује се на већ изграђеним деоницама, у високоурбаним целинама и на местима где се тражи висок ниво заштите. Ова мера је урбанистички врло критична и неповољна. Овде се наводи из принципијелних разлога и ради комплетности набрајања.

Ниво звучне заштите који се остварује може да буде врло висок. Чак и решења која нису димензионисана са акустичког аспекта дају високе степене заштите, реда величине 30–так децибела, под условима довољне дужине тунела. Материјализација која обезбеђује статичку стабилност грађевинске конструкције по правилу је таква да реализује звучну изолацију већу од 25 dB, а технички реална и финансијски прихватљива решења са реалним акустичким мерама могу да остваре изолацију и до 50 dB.

У близини отвора тунела не постоји заштита, а зрачење акустичке енергије је повећано.

### 4.1.5. Коловозни застори

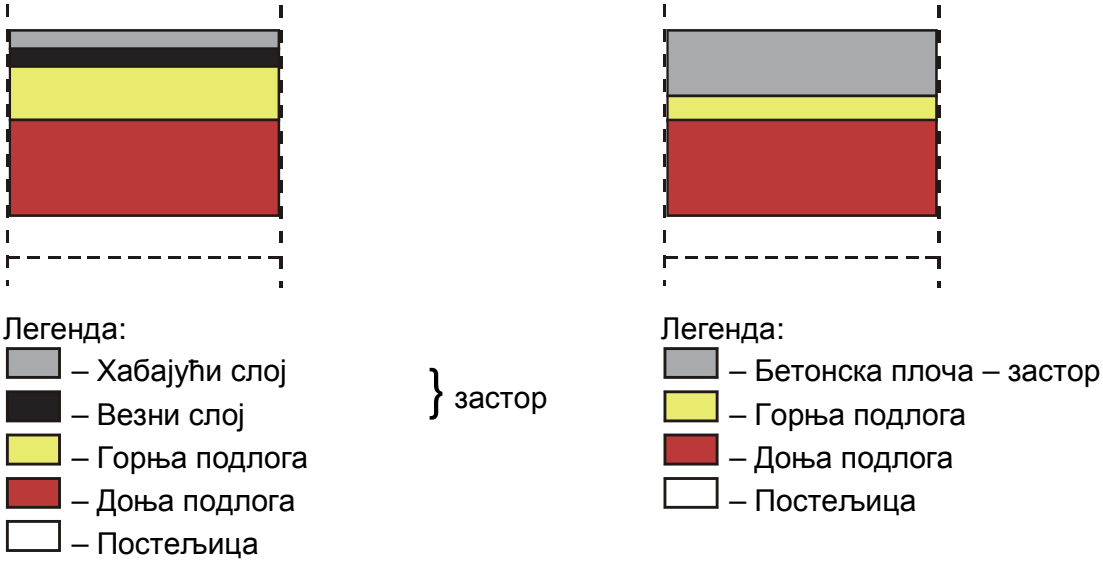
Димензионисање правилног и оптималног састава коловозне конструкције је врло сложен проблем, јер су утицајни параметри бројни, разнолики и промењиви. Поред захтева за осигурањем одговарајуће носивости за предвиђено саобраћајно оптерећење у различитим експлоатационим условима, климе и терена, коловозни застор мора имати и одговарајуће карактеристике (равност, храпавост), које омогућавају одвијање сигурног, удобног и економичног превоза.

Последње две поменуте карактеристике битно утичу на ниво буке који настаје на контакту пнеуматик – коловозни застор и представљају основну тему која је обрађена у Студији.

Брзо повећање саобраћаја последњих година, како по интезитету тако и по оптерећењу, наметнуло је све оштрије захтеве у погледу повећања носивости коловозних конструкција, као и квалитет материјала у појединим слојевима.

Два основна типа савремених коловозних конструкција су флексибилне и круте. Код флексибилних се најчешће примењују битуменом везани материјали, а код крутих портланд цементом везани материјали. У пракси је за круте коловозне конструкције одомаћен израз: бетонске коловозне конструкције, а за флексибилне: асфалтне коловозне конструкције.

Основни елементи коловозних конструкција су: застор и подлога. Код флексибилних коловозних конструкција застор се састоји од хабајућег и везног слоја, а подлога од горње и доње подлоге (тампона), сл. 4.1.12. Код крутих коловозних конструкција застор се састоји од бетонске плоче, а подлога од горње и доње подлоге, сл. 4.1.13.




*Сл. 4.1.12. Флексибилна коловозна конструкција*

*Сл. 4.1.13. Крута коловозна конструкција*

### 4.1.5.1 Специјални коловозни застори

У литератури [П27] су дате разне врсте специјалних коловозних застора који су у употреби тренутно у свету. Приказане су њихове карактеристике које утичу на акустичка својства као што су густина, дебљина слоја и порозност. Такође су укључени и експериментални коловозни застори (поро-еластични и порозно бетонски) који се успешно могу имплементирати на местима где су постојеће подлоге у широкој употреби.

Специјални коловозни застори се, према [П27], деле на следеће две групе:

- хабајући слојеви са високим садржајем шупљина и неконтинуалне гранулације и
- цементно-бетонске површинске обраде.

Хабајући слојеви са високим садржајем шупљина и неконтинуалне гранулације разврставају се на:

- порозни асфалт (PAC),
- танкослојни асфалт (Thin layers) и
- скелетни мастикс асфалт (SMA).

**Порозни асфалт**

Порозни асфалт садржи камени агрегат у високом проценту, обично око 81 – 85 %. Типична дебљина слоја износи 40 mm, а могуће га је констурисати и у двоструком слоју.

Главна карактеристика порозног асфалта је висок ниво слободних шупљина које су међусобно повезане, што омогућује циркулацију воде и апсорпцију звука. Висока концентрација шупљина заступљена је захваљујући и великом садржају агрегата (83 – 87%) већих од 2 mm у пречнику.

Везиво је можда и најбитнији елемент ове врсте застора и на њега се посебно обраћа пажња при производњи, транспорту, одлагању и мешању. Разлози су следећи. Везиво је више изложено спољашњим утицајима него код уобичајених густих асфалтних мешавина, што више доприноси трошењу и деформацији застора при обимном саобраћају. Разлог томе је висока порозност, тј. разуђеност чврстог материјала који је повезан карактеристичним везивом. Стандардна метода спречавања дренаже код везива је додавање различитих врста минералних или органских влакана (нпр. камена или целулозних влакна, или пак мешавина истих), чији састав у везиву узима 0,3-0,4 % укупне количине самог застора. Везива се производе од савремених модификованих полимера, а користи се и рециклирани полимер.

Уобичајена дебљина слоја је 14 mm, али су у употреби и дебљине од 4, 8, 10, 16 и 20 mm.

Предност порозног асфалта је значајно смањење емисије звука. Ова карактеристика захтева добро стање подлоге. Такође, коришћење порозног асфалта смањује распршивање воде што омогућава бољу видљивост на самом путу при мокром коловозу.

Лоше стране порозног асфалта су: краћи век трајања, повећана дужина зауставног пута возила (посебно у саобраћајно критичним ситуацијама) која је чак 20-40 % већа од бетонског асфалта, затварање пора прљањем при великом саобраћају и затварање пора сољу у зимском периоду.

**Танкослојни асфалт**

Типична дебљина танкослојног асфалта износи између 20 mm и 40 mm. Ова врста застора развијена је у Немачкој, Француској, Скандинавији, Холандији и Великој Британији. Посебна истраживања вршена су у Француској осамдесетих година прошлог века за неколико прототипова, где се развила и значајна серија врло танких слојева као нпр. веома танки бетонски асфалт (BBTM) и ултра танки бетонски асфалт (BBUM).

Једна од класификација ових слојева, према [A44], је следећа:

- врло танки застори (VTAC), типична дебљина 20 - 30 mm,
- ултра танке површине, дебљина 12 - 18 mm и
- микро површине, дебљина 6 - 12 mm.

Танкослојни асфалт се често примењује као нискобуџетно побољшање на путевима који имају мањи проток саобраћаја.

Већина материјала танкослојних асфалта је са високим садржајем шупљина и ослања се на међусобну интеракцију агрегата и на високу густину битумен-малтера у шупљинама ради веће трајности. Мешавина мора да буде отпорна на хабање и деформацију.

Основна функционалност ових врста застора огледа се у њиховој особини да је емисија буке која настаје при контакту пнеуматик - подлога, што се постиже употребом малих величина зрна агрегата, чиме се смањује бука настала ударом рамена пнеуматика од подлогу. Коначно, висок садржај шупљина танких слојева такође даје добру пропустљивост ваздуха која доприноси да се смањи бука која настаје механизмом истискивања ваздуха (air pumping) која настаје приликом контакта пнеуматик–подлога.

Предност танкослојног асфалта је што је отпоран на деформације и замор материјала, што је узроковано скелетном структуром и релативно великим процентом везива или малтера, док су мане смањење отпора клизању већ после неколико месеци коришћења.

**Скелетни мастикс асфалт**

Скелетни мастикс асфалт је у суштини битуменски материјал, којег карактерише велики проценат крупног каменог агрегата који формира скелетну структуру. Скелетна структура је испуњен битуменом, песком и везивом за спречавање одводњавања и његова улога је да преноси оптерећење и да омогући бољу отпорност на деформације.

Када је правилно пројектован, произведен и уграђен скелетни мастикс асфалт пружа одличне возне карактеристике (глаткост, отпор клизању), отпорност на деформације и појаву пукотина. Оптимизацијом текстуре површине и величине зрна агрегата, поређењу са асфалт бетоном континуалне гранулације, бука се смањује до 3 dBA, [П27].

**Цементно-бетонске површинске обраде**

Постоји више техника површинских обрада ових врста застора. У наставку су описане неке од техника.

Цементно бетонски застор са изложеним агрегатом је дефинисан као застор где се са површине уклања горњи слој цементног малтера пре него што површина отврдне и на тај начин само агрегат остане на површини.

Израда овог типа застора на још увек свеже завршне површине прскање успоривача реакције и покривање површине пластичним слојем да би се спречило сушење. Након одређеног периода времена, у зависности од услова средине, пластични слој се уклања и малтер се, посебном машином, одваја четкама остављајући агрегат на површини застора. Ова операција мора да се обави 24 до 72 сата након асфалтирања у зависности од услова средине и ово време је врло важно за квалитет застора.

Када је ова врста застора правилно уграђена може се очекивати смањење буке као код скелетног мастикс асфалта или танкослојних асфалта, док се лако задовољава захтев удобне и безбедне вожње. Цементно бетонски застор се одликује великим веком трајања од 20 до 30 година, а има приближно исту емисију буке током целог века трајања.

Што се тиче зимског одржавања нема специфичних проблема и не постоје додатни захтеви.

Техника за поставку цементно бетонског застор је јако комплексна и не може се лако применити. Овај тип застора захтева добар квалитет материјала, а самим тим и скуп агрегат који ће се користити у целом слоју.

Друга техника извођења овог типа застора подразумева израду текстуре површине тако што се на свеже постављене бетонску површину превлачи грубо матријал (тепих) у уздужном правцу.

Ова врста застора има релативно лошу отпорност клизања у поређењу са другим засторима и зато не могу бити погодни за велике брзине возила.

Трећа техника подразумева превлачење уско распоређеним дијамантским дисковима преко површине застора, који формирају танке (обично 3 mm широке), паралелне и уздужне жљебове. Ова техника се користи дуги низ година у САД, али само повремено у европским земљама, на пример Белгији, где се примењивао посебно на смањењу буке од друмског саобраћаја. Кључни недостатак је висока цена.

Четврта техника настаје тако што се слој везива од епокси-смоле и слоја високо полираног агрегата густо наноси на површину застора.

Иако су пројектовани да пруже висок отпор клизању, они такође пружају смањење емисије буке.

Користе се на критичним тачкама на путу где је потребан висок отпор клизања, нпр. оштре кривине и раскрснице. С обзиром на кратко време имплементације, они се често користе на мостовима или тунелима.

Предност овог типа застора је да смањују буку око 2 – 4 dB у односу на типичне цементно бетонске површине. Ову особину задржавају целог свог века трајања. Недостатак примене ових застора је висока цена уградње, јер су све компоненте високог квалитета, а и постоје значајне потешкоће у рециклирању овог типа застора.

### 4.1.5.2. Упоредни тестови специјалних коловозних застора

Урађено је неколико студија у више различитих држава у вези са смањењем емисије буке употребом описаних специјалних типова коловозних застора. Аустијска истраживања [A45], сл 4.1.14, приказују сумарне резултате 18 врста комбинација возила и пнеуматика за шест различитих испитаних застора.

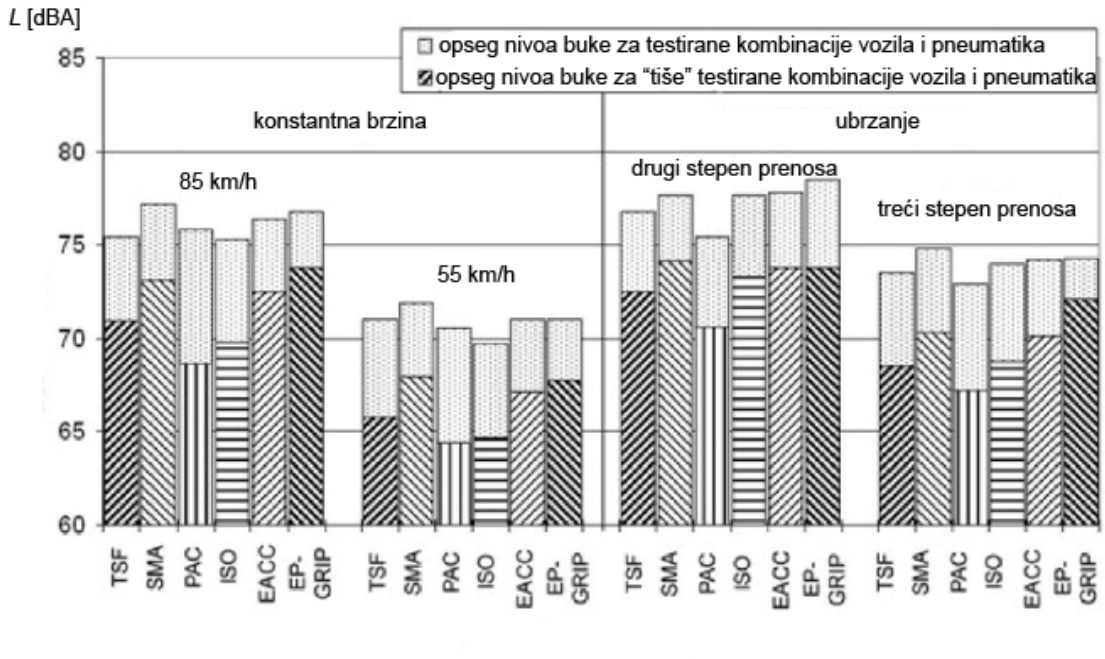
Испитивани застори су следећи:

- TSF: танки битумизирани застор,
- SMA: скелетни мастикс асфалт,
- PAC: порозни асфалт,
- ISO: тест застор у складу са стандардом ISO 10844 (1994),
- EACC: цементно бетонски застор са изложеним агрегатом и
- EP-GRIP: Застор са пресвлаком на бази епокси-смоле.

На сл. 4.1.14. су приказани су резултати нивоа буке возила при константним брзинама од 80 km/h и 55 km/h и за убрзања возила у другом и трећем степену преноса. Резултати испитивања показују велику разлику нивоа буке различитих типова возила и пнеуматика за исти коловозни застор и ова разлика за неке типове застора прелази вредност од 5 dBA.

На слици се види да су акустичке карактеристике коловозних застора сличне при различитим константним брзинама и при убрзању са различитим степенима преноса.

Порозни асфалт је показао најбоље акустичке карактеристике тј. најмању емисију акустичке енергије, мада је разлика између максималних и минималних нивоа буке овог застора при константним брзинама највећа.




*Сл. 4.1.14. Ниво буке возила при константним брзинама и за убрзања возила*

## 4.1.5.3. Експериментални застори и застори у развоју

Пре скоро две деценије, приступило се решавању проблема буке друмских возила, директним утицајем на један од главих извора буке возила, интеракцију пнеуматик-подлога, тачније истраживани су материјали за израду коловозног застора који бу умањили емисију буке. У наставку је дат кратак преглед коловозних застора који су у фази испитивања, а то су: двослојни порозни асфалт, порозно еластични застор и порозно бетонски застор.

Двослојни порозни асфалт настао у Холандији 90-тих година прошлог века и показао је изузетне карактеристике у области акустике, а везано за заштиту од буке.

Овако добре особине потичу од двоструког слоја различите величине зрна и густине агрегата. Горњи слој сачињен је од ситније фракције агрегата који не допуштају распадање доњег слоја, а уз то редукују вибрације које би настајале при контакту точкова са крупнијим (грубљим) агрегатима застора.

Међутим, лоша страна ове врсте асфалта је век трајања, поготово на прометнијим деоницама и на деловима пута где су честе промене брзине возила, укрштања путева и сл.

Такође, данска испитивања [А46] су показала да ови застори у великој мери губе акустичке перформансе током кратког временског периода, а као последица затварања пора на површини застора. Тако је при испитивањима способност смањења буке опала чак за 3 dB за само 2 године коришћења.

Порозно еластични застор (PERS) има веома висок садржај шупљина како би се олакшао пролаз ваздуха и воде, али такође поседује и одређену дозу еластичности коришћењем гумених гранулата или влакна као главног агрегата, који је понекад допуњен песком, каменим агрегатом или сличним агрегатима. Ова врста застора је пројектована са са запреминским процентом шупљина од 20%, процентом гуме од најмање 20% и везива (полиуретан) од 5 – 15% од своје тежине.

Порозни бетонски застори су још увек у раној фази развоја. Одликују се отвореном структуром сличну порозном асфалту, међутим у овом случају везиво је цемент. Испитивања ове врсте застора се у претходних неколико година спроводе у Немачкој, Холандији, Француској и САД [А44]. Испитивањима је показано да велики запремински проценат шупљина од 25 – 30% је могућ и да не постоје проблеми у структури материјала. Ова врста застора је отпорнија на зачепљења пора у односу на порозни асфалт, код кога није тренутно могуће остварити запремински проценат шупљина од 20%. Будућност порозно бетонских застора обећава и према истраживањима у Немачкој додатно смањење буке у односу на специјалне коловозне засторе које се тренутно користе износи око 5 dBA.

## 4.2. ПРИКАЗ ИЗРАДЕ СТУДИЈА О ПРОЦЕНИ УТИЦАЈА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ И СТРАТЕШКИХ ПРОЦЕНА УТИЦАЈА

Према Закону [Р10] стратешка процена врши се за све планове, програме и основе како у области просторног и урбанистичког планирања тако и у области саобраћаја којима се успоставља оквир за одобравање будућих развојних пројеката одређених прописима којима се уређује процена утицаја на животну средину.

Основу стратешке процене чини план или програм којим се утврђује оквир за развој одређеног сектора, односно његове карактеристике, циљеви и просторни обухват.

Поступак стратешке процене састоји се од следећих фаза:

1) припремна фаза која обухвата:
   - одлучивање о изради стратешке процене,
   - избор носиоца израде извештаја о стратешкој процени,
   - учешће заинтересованих органа и организација;
2) извештај о стратешкој процени;
3) поступак одлучивања који обухвата:
   - учешће заинтересованих органа и организација,
   - учешће јавности,

- извештај о резултатима учешћа заинтересованих органа и организација и јавности,
- оцену извештаја о стратешкој процени,
- сагласност на извештај о стратешкој процени.

Извештај о стратешкој процени је документ којим се описују, вреднују и процењују могући значајни утицаји на животну средину до којих може доћи имплементацијом плана и програма и одређују мере за смањење негативних утицаја на животну средину. Овај извештај садржи нарочито:

1) полазне основе стратешке процене;
2) опште и посебне циљеве стратешке процене и избор индикатора;
3) процену могућих утицаја са описом мера предвиђених за смањење негативних утицаја на животну средину;
4) смернице за израду стратешких процена на нижим хијерархијским нивоима и процене утицаја пројеката на животну средину;
5) програм праћења стања животне средине у току спровођења плана и програма (мониторинг);
6) приказ коришћене методологије и тешкоће у изради стратешке процене;
7) приказ начина одлучивања, опис разлога одлучујућих за избор датог плана и програма са аспекта разматраних варијантних решења и приказ начина на који су питања животне средине укључена у план или програм;
8) закључке до којих се дошло током израде извештаја о стратешкој процени представљене на начин разумљив јавности;
9) друге податке од значаја за стратешку процену.

Полазне основе стратешке процене обухватају:

1) кратак преглед садржаја и циљева плана и програма и односа са другим плановима и програмима;
2) преглед постојећег стања и квалитета животне средине на подручју на које се извештај односи;
3) карактеристике животне средине у областима за које постоји могућност да буду изложене значајном утицају;
4) разматрана питања и проблеме заштите животне средине у плану или програму и приказ разлога за изостављање одређених питања и проблема из поступка процене;
5) приказ припремљених варијантних решења која се односе на заштиту животне средине у плану и програму, укључујући варијантно решење нереализовања плана и програма и најповољније варијантно решење са становишта заштите животне средине;
6) резултате претходних консултација са заинтересованим органима и организацијама битне са становишта циљева и процене могућих утицаја стратешке процене.

Процена могућих утицаја плана и програма на животну средину садржи следеће елементе:

1) приказ процењених утицаја варијантних решења плана и програма повољних са становишта заштите животне средине са описом мера за спречавање и ограничавање негативних, односно увећање позитивних утицаја на животну средину;
2) поређење варијантних решења и приказ разлога за избор најповољнијег решења;
3) приказ процењених утицаја плана и програма на животну средину са описом мера за спречавање и ограничавање негативних, односно увећање позитивних утицаја на животну средину;
4) начин на који су при процени утицаја узети у обзир чиниоци животне средине укључујући податке о: ваздуху, води, земљишту, клими, јонизујућем и нејонизујућем зрачењу, буци и вибрацијама, биљном и животињском свету, стаништима и биодиверзитету; заштићеним природним добрима; становништву, здрављу људи, градовима и
5) другим насељима, културно-историјској баштини, инфраструктурним, индустријским и другим објектима или другим створеним вредностима;
6) начин на који су при процени узете у обзир карактеристике утицаја: вероватноћа, интензитет, сложеност/реверзибилност, временска димензија (трајање, учесталост, понављање), просторна димензија (локација, географска област, број изложених становника, прекогранична природа утицаја), кумулативна и синергијска природа утицаја.

Програм праћења стања животне средине у току спровођења плана и програма садржи нарочито:

1) опис циљева плана и програма;
2) индикаторе за праћење стања животне средине;
3) права и обавезе надлежних органа;
4) поступање у случају појаве неочекиваних негативних утицаја;
5) друге елементе у зависности од врсте и обима плана и програма.

Значи, стратешка процена утицаја се врши у току израде плана и програма у области просторног и урбанистичког планирања тако па и у области саобраћаја. Планови и програми чија израда је започета пре 2004.г. односно пре ступања на снагу Закона [Р10] наставиће се по поступку утврђеном овим законом. За планови и програме који су урађени пре 2004.г. није обавезно да се изврши стратешка процена утицаја.

Међутим, за све за пројекте који могу имати значајне утицаје на животну средину, што је случај са свим пројектима у области саобраћаја, мора да се изврши процена утицаја. Влада је Уредбом [Р54] прописала листу пројеката за које је обавезна процена утицаја где су у оквиру листе I наведени пројекти за које је обавезна процена утицаја на животну средину. На овој листи су и пројекти магистралних аутопутева и путева са четири или више трака као и пројекти реконструкције и/или проширења постојећег пута са две траке или мање са циљем добијања пута са четири или више трака и то у случају да такав нови пут или реконструисана и/или проширена деоница имају непрекидну дужину од преко

10 km или више укључујући припадајуће објекте осим пратећих садржаја магистралног пута.

Законом [P8] уређује се поступак процене утицаја за пројекте који могу имати значајне утицаје на животну средину. Предмет процене утицаја су пројекти који се планирају и изводе, пројекти реконструкције, проширење капацитета, престанак рада и уклањање пројеката који могу имати значајан утицај на животну средину. Предмет процене утицаја су и пројекти који су реализовани без израде студије о процени утицаја, а немају одобрење за изградњу или употребу па се тада врши процена утицаја затеченог стања.

Поступак процене утицаја састоји се од следећих фаза:

1) одлучивање о потреби процене утицаја за пројекте за које се може захтевати процена утицаја;
2) одређивање обима и садржаја студије о процени утицаја;
3) одлучивање о давању сагласности на студију о процени утицаја.

Студија о процени утицаја обавезно садржи:

1) податке о носиоцу пројекта;
2) опис локације на којој се планира извођење пројекта;
3) опис пројекта;
4) приказ главних алтернатива које је носилац пројекта разматрао;
5) приказ стања животне средине на локацији и ближој околини (микро и макро локација);
6) опис могућих значајних утицаја пројекта на животну средину;
7) процену утицаја на животну средину у случају удеса;
8) опис мера предвиђених у циљу спречавања, смањења и, где је то могуће, отклањања сваког значајнијег штетног утицаја на животну средину;
9) програм праћења утицаја на животну средину;
10) нетехнички крађи приказ података наведених у тач. 2) до 9);
11) подаци о техничким недостацима или непостојању одговарајућих стручних знања и вештина или немогућности да се прибаве одговарајући подаци.

Опис могућих значајних утицаја пројекта на животну средину обухвата квалитативни и квантитативни приказ могућих промена у животној средини за време извођења пројекта и редовног рада (експлоатације), као и процену да ли су промене привременог или трајног карактера, а нарочито у погледу квалитета ваздуха, вода, земљишта, као и нивоа буке, интензитета вибрација, топлоте и зрачења, здравља становништва.

Опис мера за спречавање, смањење и отклањање сваког значајнијег штетног утицаја на животну средину, па тиме и буке, обухвата техничко-технолошке, економске и друге мере. Све ове мере су предвиђене законом и другим прописима, нормативима и стандардима, а садрже планове и техничка решења заштите животне средине и друге мере које могу утицати на спречавање или смањење штетних утицаја на животну средину.

Програм праћења утицаја на животну средину (мониторинг) садржи приказ стања животне средине пре почетка функционисања пројекта на локацијама где се очекује утицај на

животну средину, параметре на основу којих се могу утврдити штетни утицаји на животну средину, као и места, начин и учесталост мерења утврђених параметара.

Чиниоци животне средине за које постоји могућност да буду знатно изложени ризику услед извођења предложеног пројекта су нарочито становништво, фауну и флору, земљиште, воду и ваздух, климатске чиниоци, грађевине, непокретна културна добра, археолошка налазишта и амбијенталне целине, пејзаж као и међусобни однос наведених чинилаца.

Студија о процени утицаја је саставни део документације потребне за прибављање дозволе или одобрења за почетак извођења пројекта (изградња, извођење радова, промена технологије, промена делатности и друге активности).

Значи, имајући у виду законске прописе у Републици Србији, за сваку локацију потребно је да буду израђене студије процене утицаја на животну средину, укључујући и процену утицаја буке као један од значајних штетних утицаја на животну средину.

## 4.3. ПРИКАЗ ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКИХ РЕШЕЊА

На основу напред разматраних а могућих техничко-технолошких решења као реалне мере од заштите треба размотрити следећих десет:

1) звучна изолација фасаде и фасадних елемената (Ф),
2) звучне баријере (Б),
3) тунел (У)
4) избор коловозног застора(П),
5) дубоки засади дрвећа (З),
6) одржавање коловоза (К),
7) дислокација пута (Д),
8) измена саобраћајног режима (С),
9) подизањем квалитета фонда транспортних средстава (Т) и
10) активном заштитом (А).

Приказана решења нису поређана по значају.

Решења Ф и Б су алтернативна, а за неке локације могу да буду и комплементарна.

Решење У је екстремно решење за екстремно критичне локације и уз врло строге урбанистичке услове.

Решење П може се применити увек. Ово решење даје најмању заштиту, а уколико је погодно из других аспеката (саобраћај / одржавање / цена) треба га применити увек.

Дислокација пута Д, измена саобраћајног режима С, подизање квалитета фонда транспортних средстава Т, као ни утицај дубоких засада дрвећа З, одржавања коловоза К и активна заштита А нису предмет анализе у овој Студији.

### 4.3.1. Решење звучном изолацијом фасаде и фасадних елемената Ф

Највећа могућа заштита остварује се фасадним елементима и она је реда 40 dB. Овако значајна заштита начиниће да звучна енергија која доспева до штићеног простора буде једва чујна. Овим решењем штити се само унутрашњи простор.

Коначно, схватајући укупну филозофију заштите и полазећи од дефиниције буке, ово јесте и примарни аспект заштите у јако високом проценту.

Решење фасадним елементима спроводи се појединачно за сваки штићени објекат на фасадним отворима на собама.

Решење фасадним елементом је ефикасно решење. Њиме се штити човек у затвореном простору, а ефикасност заштите може да се квалификује у 3 категорије:

Ф1) 30 dB,
Ф2) 35 dB и
Ф3) 40 dB.

### 4.3.2. Решење звучним баријерама (Б)

Звучним баријерама се штити по правилу шира урбана конгломерација. Звучним баријерама штити се група објеката, али и спољашњи простор.

Звучном баријером се постиже знатно мања заштита. Уобичајена заштита звучном баријером јесте (10-15) dB, а само изузетно она би могла да буде обима 20 dB. На овај начин остварује се заштита која је енергетски до 300 пута мања од заштите која се постиже фасадним елеменом.

Звучном баријером се штити и унутрашњи и спољашњи простор, а претпоставља се да је у заштиту укључена и изолација прозора. Дакле, увек се рачуна на комбиновано дејство.

Звучне баријере треба груписати у 2 категорије:

Б1) са елиминисаном штетном рефлексијом (апсорбујуће) или нагнуте и
Б2) са неелиминисаном штетном рефлексијом.

Ове категорије се знатно разликују по цени.

По типу звучне баријере би могле да се групишу у 6 категорија:

Б11) и Б21) металне,
Б12) и Б22) бетонске,
Б13) и Б23) пластичне,
Б14) засади,
Б15) и Б24) насипи и
Б25) дрвене.

### 4.3.3. Решење тунелом (У)

У случају врло дугачког тунела звучна заштита тунелом може да се посматра за два гранична случаја.

У средњој зони тунела, довољно удаљеној од од крајева тунела, звучну заштиту која се реализује тунелом дефинише изолациона моћ *R* зида тунела. У овој зони важе сва општа правила која се односе на звучну изолацију грађевинске констукције а како је то дато у поглављу 4.1.1.

У равни отвора тунела не постојо звучна заштита, а зрачење је веће него да тунела нема.

За све остале деонице између ова два гранична случаја треба имати у виду да се звучна енергија простире на два начина: трансмисијом кроз зид тунела и дифракцијом преко отвора тунела, па се ниво звука у некој тачки изван тунела добија суперпозицијом ове две компоненте.

Сама теорија простирања звука је сложена и превазилази обиме ове Студије. Проблем се решава моделовањем, а ефикасна и квалитетна решења добијају се софтверима који су већ у употреби.

### 4.3.4. Решење избором коловозног застора (П)

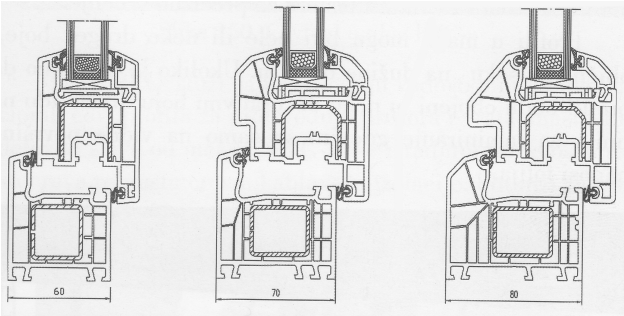
Наменским коловозним застором са акустичким својствима заштите штити се шири регион. Специјалном коловозним застором могуће је остварити само ограничени ниво заштите који треба сматрати да је мањи од 5 dB.

Овом мером штити се и спољашњи и унутрашњи простор на ширем локалитету који одговара простору поред деонице са специјалном подлогом.

## 4.4. ПРИКАЗ МОГУЋИХ РЕШЕЊА

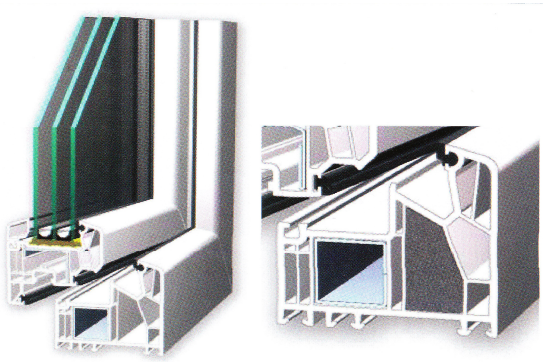
### 4.4.1. Фасада и фасадни елементи

Звучна изолација прозора у великој мери зависи од звучне изолације стаклене површине и профила, а самим тим и од њихових дебљина. Различите ширине профила омогућују уградњу различите ширине стакла, различите облике спољне површине профила и различите димензије челичних профила за укрућење. На тржишту најзаступљенија ширина серије је 70 mm и ову ширину серије имају сви произвођачи. Ова димензија је статички оптимална с обзиром на димензије прозора и врата и омогућава најбољи однос релације цена / квалитет.



*Сл. 4.4.1. Различите ширине серија профила*

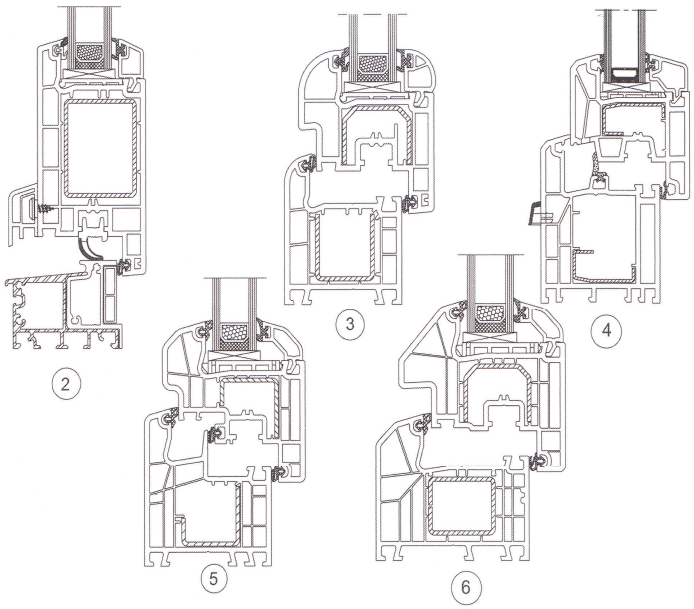
Постоје и специјалне серије великих ширина профила, који имају велики број комора, а у неке од њих се убацује тврди полиуретан како би термичка изолација била што боља, а тиме се побољшавају и акустичка својства.



*Сл. 4.4.2. Ширина од 90 mm која омогућује уградњу троструког изоловоног стакла и тврдог полиуретана*

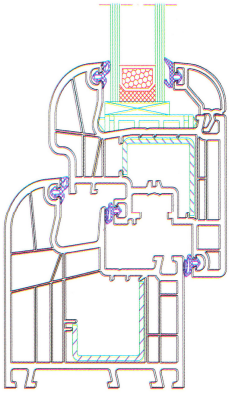
Профили од којих се израђује рам, како покретни тако и непокретни, се израђује као вишекоморни. Ово је погодно и са аспекта топлотне изолације. Повећањем броја комора не повећава се ширина профила већ коморе постају уже. Ово условљава повећање сложености алата и прецизнију производњу. Главан (средња) комора и даље остаје непромењена и служи за увлачење алата.

Ребра која деле коморе су тањих зидова од главних страница профила за шток тако и на профилима за крила врата и прозора. Комбинације нису препоручене, а често нису ни могуће због различитих системских ширина профила.

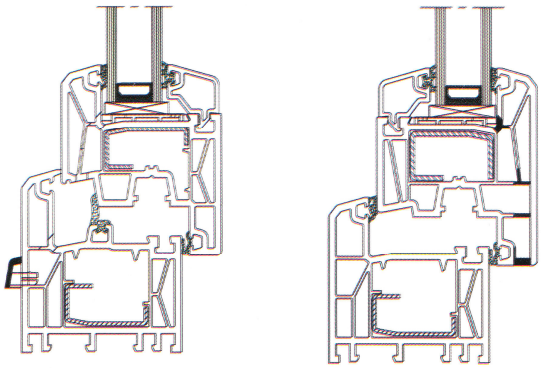



*Сл. 4.4.3. Конструкције ПВЦ профила са 2, 3, 4, 5 и 6 комора*

Дихтунзи на прозорима и вратима директно обезбеђују квалитетну херметичност, водонепропустљивост, звучну изолацију, а индиректно термичку заштиту не пропуштајући хладан ваздух у просторију. У конструкцији прозора и врата разликују се три врсте дихтунга према положају уградње.



*Сл. 4.4.4. Конструкција са 3 дихтунга*



*Сл. 4.4.5. Конструкција са 2 дихтунга*
*-са средњим дихтунгом у репу крила*
*-без средњег дихтунга, у репу штока и репу крила*

Први заптивач се налази у репу профила штока и на њега належе крило. У појединим конструкцијама са средњим дихтунгом се не ставља како би изједначио притиске и дозволио неометано отицање воде кроз отворе.

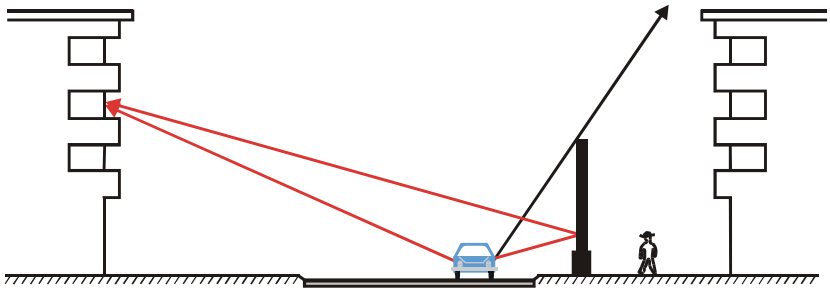
Други тихтунг се налази на средини профила, одмах пре жљебова на оков. Он је главни дихтунг. По целом обиму је непрекинут, у угловима обавезно залепљен и омогућава одличну отпорност на продувавање, водонепропусност и звук. Конструкције које немају тај други, или тзв. средњи дихтунг не могу да добију најквалитетније перформансе при испитивању, а касније и при експлоатацији.

Трећи дихтунг је у репу профила за крило и належе на шток. Конструкције без средњег дихтунга су по правилу предвиђене за мање захтевне прозоре и врата што се тиче свих параметара квалитета и уграђују се у пределима са благом климом.

Средњи дихтунг може бити висок, самосталан, а може бити и уграђен у жљеб испупчења на профилу штока. Обавезно је направити отворе на профилу за спровођење воде која је евентуално ушла у предњи део профила, између прве и средње заптивке.

## 4.4.2. Звучне баријере

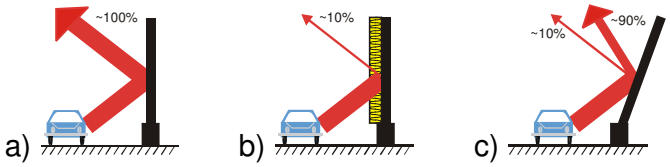
Практична правила за пројектовање баријера дата су у наредном тексту и пратећим сликама. Као што је напред већ речено линија оптичке видљивости дефинише доњу границу ефикасности баријере. Међутим, ако баријера није исправно димензионисана може да има и штетан утицај који настаје од нежељене рефлексије, као што је приказано на сл. 4.4.6.



*Сл. 4.4.6. Штетан утицај рефлексије од баријере на незаштићен објекат*

Ако се ради о баријери са неспреченом рефлексијом може се предпоставити да је највећи део звучне енергије рефлектован и да су путеви директног и рефлектованог звука са аспекта простирања звука слични , сл. 4.4.6, па би на тај начин баријера повећала ниво буке за скоро 3 dB. Обаква баријера код које није елиминисана рефлексија може се применити само када је зона заштите са једне стране пута.

Уобичајена конструктивна решења баријера код којих није наменски елиминисана рефлексија, рефлектују највећи део звучне енергије. У оваквом сличају бива повишен ниво буке у подручју рефлексије, сл. 4.4.7.a. Уколико постоји потреба да се штити подручје са обе стране пута могуће је решење на два начина: (1) постављањем апсорпционог материјала на страни баријере према извору или (2) нагнутим баријерама као што је то приказано на сл. 4.4.7.a и b.

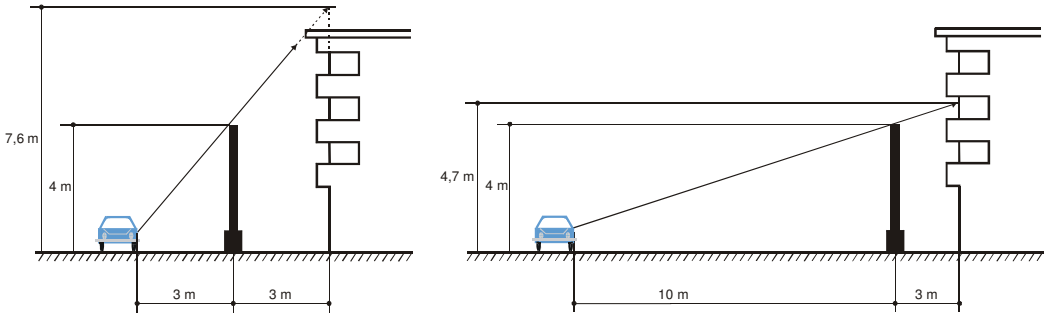



*Сл. 4.4.7. Апсорпција или нагнута баријера спречавају штетан утицај рефлексија од баријера*

Као апсорциони материјал углавном се примењује минерална вуна, али како је она осетљива на механичка оштећења она мора да буде и механички заштићена што се постиже на различите начине, али најчешће перфорисаним лимом. Вуну по правилу треба заштитити од воде и влаге што није сасвим једноставно конструктивно извести. Са друге стране положај вуне непосредно уз круту подлогу (баријеру) је врло неповољан положај. Апсорпција би била знатно повећана уколико би се вуна нашла на неком већем растојању од крутог зида баријере. Перфорирани лим са предње стране такође негативно утиче на ефекат апсорпције, без њега би апсорпција била већа али и вуна подложна механичком оштећењу.

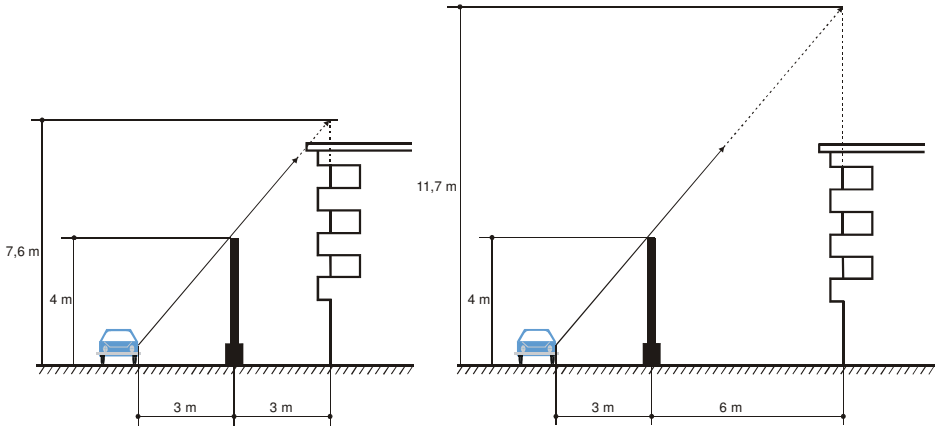
Врло елегантно решење елиминисањем рефлексије постиже се нагнутим баријерама, сл. 4.4.7.c. Истина, на овај начин смањује се ефективна висина баријере, али усмеравањем рефлексије на горе може се ефикасно избећи штетно дејство рефлексија. Из тог разлога напред је речено да баријеру треба пажљиво димензионисати и поставити у простору.

Положај баријера између пута и штићеног објекта је врло битан. По правилу повољније је да баријера буде што ближе извору буке па ово правило треба примењивати све до мере док положај баријере не утиче на безбедност саобраћаја. Са слике се јасно види да линија оптичке видљивости у случају блиско постављене баријере до коловоза на сл. 4.4.8. досеже до висине од чак 7 m (лева скица), док у случају на десној скици на сл. 4.4.8. када је коловоз знатно удаљен линија оптичке видљивости доспева само до висине 4,7 m.



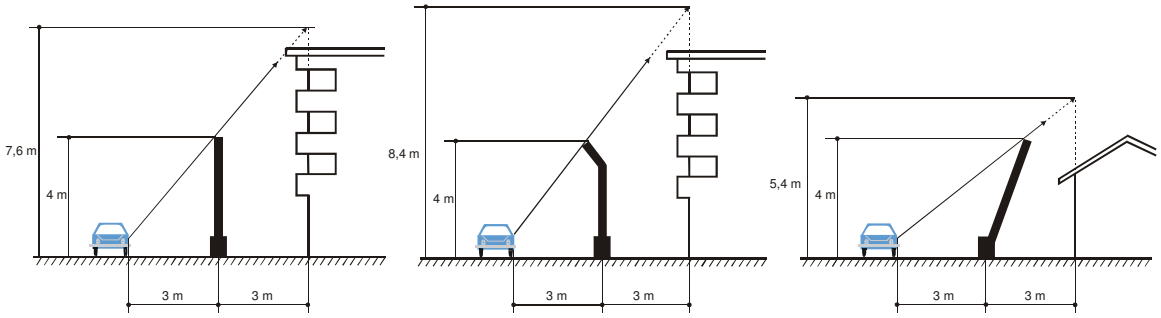

*Сл. 4.4.8. Утицај растојања извора до баријере*

На сл. 4.4.9. приказан је утицај растојања тачке имисије од баријере.



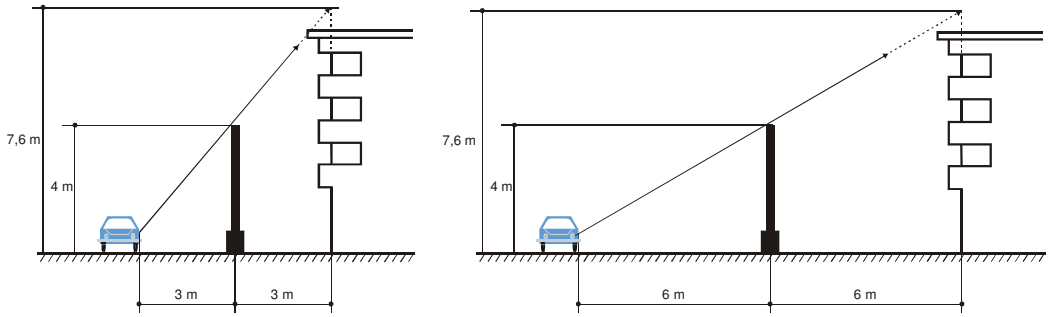

*Сл. 4.4.9. Утицај растојања тачке имисије од баријере*

На скицама на сл. 4.4.10. приказане су граничне висине заштите за три типа баријере исте номиналне висине $H$ = 4 m. Са слике се јасно уочава да је најефикаснија баријера са заломљеним врхом, а најмање ефикасна нагнута баријера.



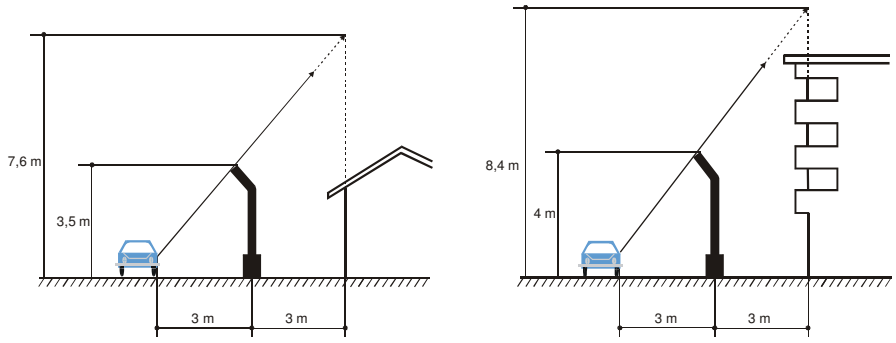

*Сл. 4.4.10. Гранична висина заштите за три типа баријера*

На сл. 4.4.11. приказане су две диспозиције са истим достигнутим висинама оптичке видљивости, али са различитим углом дифракције.

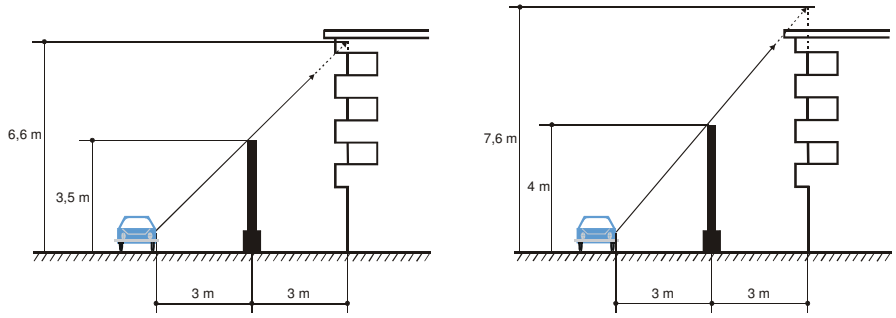



*Сл. 4.4.11. Иста висина оптичке видљивости али различит угао дифракције*

На сл. 4.4.12. и сл. 4.4.13. илустрован је утицај различите висине код заломљене и равне баријере

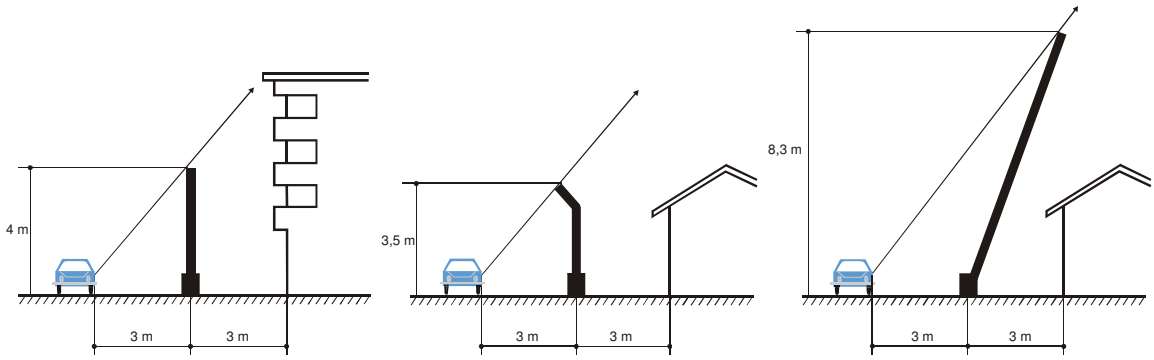



*Сл. 4.4.12. Различите висине код заломљене баријере*




*Сл. 4.4.13. Различите висине код усправне баријере*

На сл. 4.4.14. приказани су за дату диспозицију тачке емисије и имисије висине за три случаја баријере које би имале исту оптичку видљивост. Закошена баријера достиже технички неприхватљиве висине.




*Сл. 4.4.14. Различите висине баријере за исту оптичку видљивост*

Акустичке карактеристике баријере $DL_R$ и $DL_\alpha$ реализују се у опсегу од осамнест терцних фреквенција од 100 HZ до 5 kHz и дефинисане су према стандардима [P34, P35 и P36]. Ове карактеристике мада не дефинишу директно слабљење баријере битне су за сам

пројекат. Ове карактеристике морају да буду експлицитно захтеване у техничким условима и да се наведу као параметри у предмеру и предрачуну. Њихова оптимизација може знатно да утиче на цену баријере.

На крају треба поменути и баријере са посебно обрађеним врхом. Оне дају техничко могућа решења, али су произвођачки недовољно заступљени. Различита обрада врха баријера утиче на ефекте дифракције. Ови ефекти нарочито су изражени на високим фреквенцијама, а мање на нижим фреквенцијама. Будући да ниске компоненте буке преовлађују у друмском саобраћају то можда остаје и као главни разлог што ово техничко решење није нашло ширу примену.

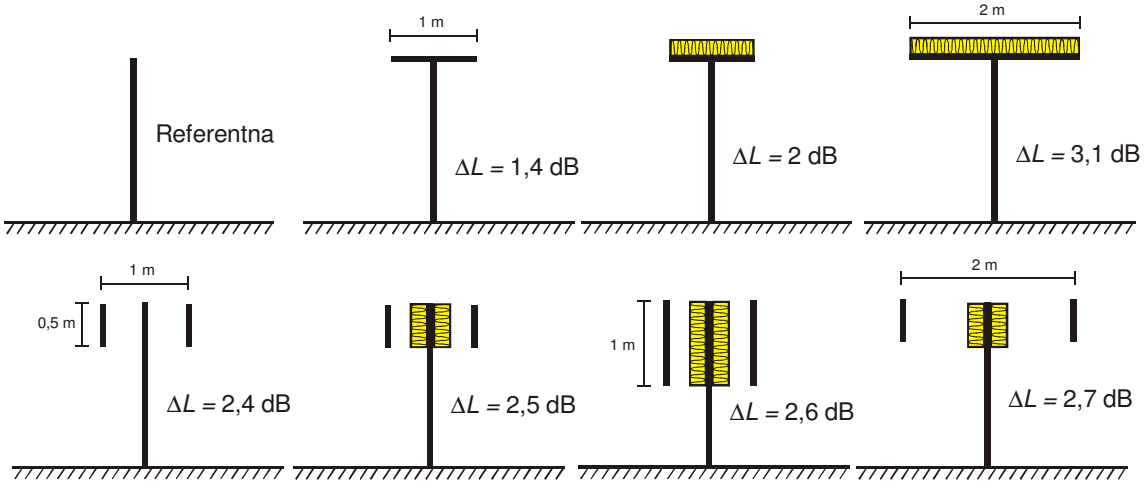
Акустичке перформансе звучних баријера генерално зависе од дифракције звука на њеној ивици. Током последњих десет година урађен је већи број истраживања како би се побољшао дизајн врха ивице звучне барјере. Главне категорије завршетака ивица звучне баријере су описане у наставку. Треба напоменути да су многи описани системи заштићени патентом.

**“T” профил ивице и вишеструке ивице звучне баријере**

“T” профил ивице звучне баријере даје побољшање перформанси, јер пресеца директан звучни талас од извора најближом ивицом врха баријере.

Спроведеним мерењима које је обавио Transport Research Laboratory, утврђена су побољшања од 2-3 dBA употребом 1 m и 2 m широке ивице обложене апцорпционим материјалом, односно побољшања од 1,4 dBA за 1 m широку рефлектујућу ивицу, сл. 4.4.15, према [A38].

Многи истраживачи који су проучавали перформансе “T” профила звучне баријере такође су истраживали предности користећи више дифракционих ивица звучне баријере. На сл. 4.4.15 приказани су различити облици обраде врха баријера, према [A38], а поред сваке од њих дата су и постигнута побољшања. Треба напоменути да су ова побољшања изражена у односу на стандардну вертикалну звучну баријеру једнаке висине.

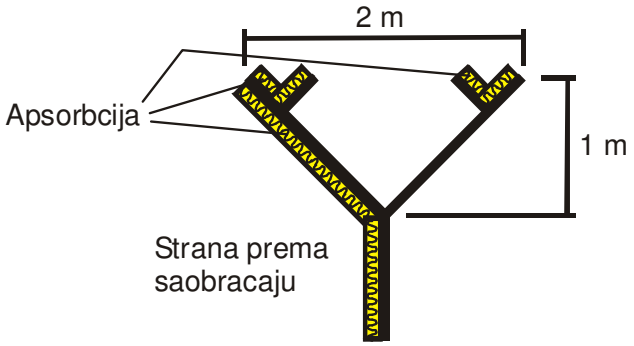



*Сл. 4.4.15. “T” профил ивице и вишеструке ивице звучне баријере*

**"Y" профил ивице звучне баријере**

Y" профил ивице звучне баријере је развијен у Јапану и има два мала "Y" профила на крајевима већег "Y" профила стварајући четири дифракционе ивице, сл. 4.4.16.

Испитивањима је показано побољшање од чак 10 dBA на фреквенцијама око 500 Hz у односу на стандардну вертикалну баријеру исте величине, [A39].

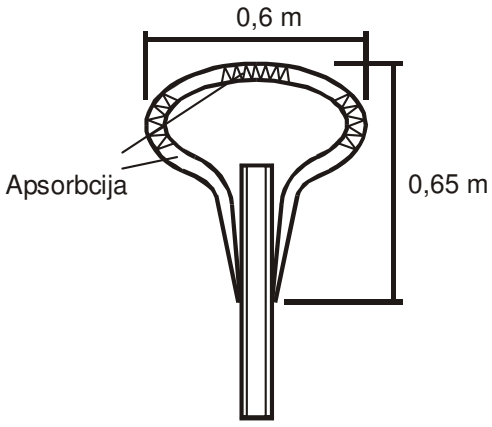



*Сл. 4.4.16. "Y" профил ивице звучне баријере*

**Цевасте ивице звучне баријере**

Најпопуларнији облици врха звучне баријере су цилиндричног и облика печурке направљене од апсорпционог материјала.

Испитивањима звучне баријере са ивицом облика печурке ширине 0,6 m, сл. 4.4.17, доказано је побољшање од 2-3 dBA, док се најбољи ефекат постиже на фреквенцијама у опсегу од 1-1,6 kHz, [A40, A41 и A42]. Ова вредност побољшања би се добила повећањем висине стандардне вертикалне баријере за око 2 m.




*Сл. 4.4.17. Цевасте ивице звучне баријере*

### 4.4.3. Тунел

На местима када се као као решење звучне заштите пројектује тунел треба повести рачуна о акустичким аспектима:

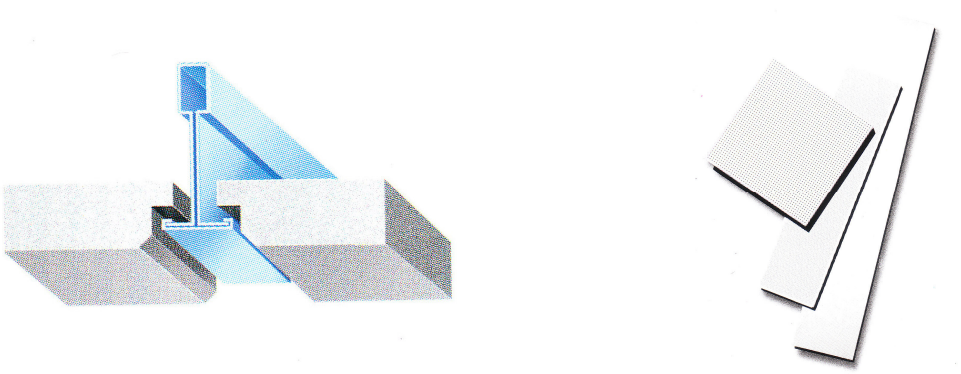
1) пролазак звука трансмисијом кроз преграде,
2) пролазак звука дифракцијом кроз отворе тунела и
3) дефинисију амбијенталних услова у самом тунелу.

Улазак у тунел у акустичком смислу представља прелазак из слободног простора у (делимично) затворен простор што ће довести до повећања нивоа звука који чују путници у возилу. Са друге стране затворени простор услед вишеструких рефлексија доводи до повећања нивоа звука у простору тунела, а као последица тога и повећаног зрачења акустичке енергије на отворима тунела. Оба ова ефекта треба сматрати нежељеним и утицати да се они у што већој мери смање.

Утицај на рефлексије у простору тунела треба смањити повећањем апсорпције. Ово се постиже постављањем адекватних апсорбера на зидове и таваницу тунела, сл. 4.4.18. Девфиниција укупне апсорпције треба да буде садржана у архитектонском и грађевинском пројекту тунела.

Набавка елемената за апсорпцију је могућа на домаћем тржишту. Постоји веки број како произвођача тако и увозника кавалитетних апсорбера са примереним апликацијама за овако специфичну област.

Апсорбер карактерише коефицијент апсорпције. Коефицијент апсорпције је фреквенцијски зависан и одређује се искључиво мерењем у реверберационој комори и даје се октавно или терцно у фреквенцијском опсегу од 80 Hz – 4000 Hz.



*Сл. 4.4.18. Апсорбери*

## 4.4.4. Коловозни застори

На сликама 4.4.19–4.4.22 као илустрација дати су изгледи неких врста коловозних застора који су обрађивачима били довољно илустративни да их наведу, мада професионалцима из струке они то можда и нису.



*Сл. 4.4.19. Порозни асфалт (ивица)*



*Сл. 4.4.20. Цементно бетонски застор са изложеним агрегатом*



*Сл. 4.4.21. Изглед површине скелетног мастикс асфалта и бетонског асфалта*

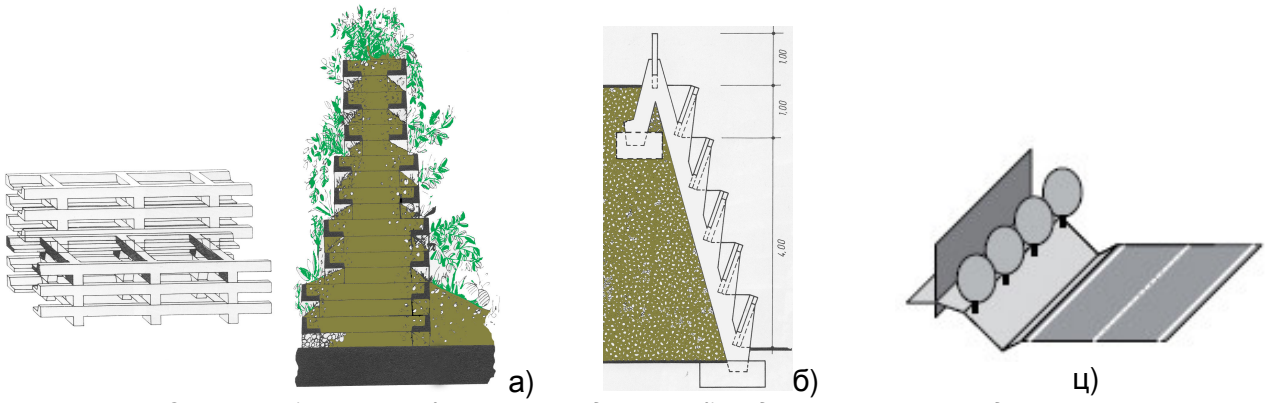


*Сл. 4.4.22. Застор са пресвлаком на бази епокси-смоле*

## 4.5. ГРАФИЧКИ ПРИКАЗ ВАРИЈАНТНИХ РЕШЕЊА

На следећим сликама приказана су могућа решења звучне заштите. Ова решења углавном дају приказе звучним баријерама. Решења за прозоре и специјалне коловозне засторе дата су у претходном тексту, а на овом месту обрађивачи сматрају да нису у тој мери карактеристична да их треба даље обрађивати што је то случај са звучним баријерама.

Приказане звучне баријере треба Инвеститору, а и каснијим корисницима ове Студије, да укажу на нека досад реализована варијантна решења. Сматрајући звучне баријере као доста критичне у погледу естетских и урбанистичких решења, као и саобраћајних, јер знатно ремете пејзаж као један од аспеката заштите животне средине, [А47]. Обрађивачи су сматрали да је овакав приказ фотографијама погодан било као афирмативан или не.




*Сл. 4.5.1. а) Дрвене и бетонске жандињере, б) Подупрт насип са жандињерама, в) Комбинација дворeда и звучне баријере*



*Сл. 4.5.2. Комбинација вегетације и звучне баријере*



*Сл. 4.5.3. Транспарентне звучне баријере*



*Сл. 4.5.4. Бетонска звучна баријера*



*Сл. 4.5.5. Бетонски модул (префабрикација)*



*Сл. 4.5.6. Комбинација алуминијума и транспарентних материјала*



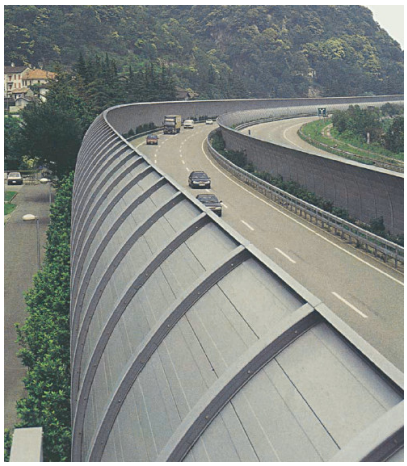
*Сл. 4.5.7. Комбинација ПВЦ и транспарентне збучне баријере*



*Сл. 4.5.8. Звучна баријера од опеке*



*Сл. 4.5.9. Дрвена звучна баријера*



*Сл. 4.5.10. Алуминијумска звучна баријера*



*Сл. 4.5.11. Тунел*

## 4.6. ПЛАНИРАНИ ВЕК ОБЈЕКАТА

### 4.6.1. Фасадни елементи

Век трајања фасадних елемената, у првом реду прозора и балконских врата, зависи од материјала који је употребљен за њихову конструкцију. Фасадни елементи се израђују од различитух материјала: дрво, пластика, алуминијум и др. Век трајања фасадних елемената је око 40 - 50 година, што зависи од употребљеног материјала и одржавања.

Произвођачи дају гаранцију одвојено за профил, а одвојено за механизам фасадних елемената. За пластичне профиле фасадних елемената гаранција је од 15 – 25 година, дрвене до 15 година, а алуминијумске до 5 година. Механизми (окови, ручице) имају гаранцију до 5 година.

Фасадне елементе треба редовно одржавати и ту спада подешавање (штеловање) прихватника, промена заптивака, подмазивање механизма и чишћење. Подешавање прихватника је довољно радити на 2 године. Ове мере спроводи корисник. Промена заптивка зависи од изложености фасадног елемента спољашњим утицајима (температура, киша, сунце, влага и сл.) и ради се на 5 – 10 година. Фасадни елементи обично имају унутрашњи и спољашњи заптивак, унутрашњи се ређе мења јер је мање изложен спољашњим утицајима.

### 4.6.2. Звучне баријере

Звучне баријере се израђују од разних материјала као што су бетон, опека, дрво, метал, пластика, земља и сл. Углавном не постоје посебни стандардом прописани технички захтеви за избор материјала који ће се користити за израду звучних баријера, већ избор спроводи инвеститор - корисник односно организација задужена за изградњу и

одржавање пута. Избор се обично врши на основу акустичких карактеристика, али и урбанистичких услова естетике, трајности, одржавање, трошкова монтаже, отпорност на графите, као и жеље јавности.

Карактеристике материјала који се користи за израду звучних баријера треба да остану непромењене током бројних циклуса смрзавања и изложености солима и разних хемикалија за одлеђивање леда на путу. Материјал који апсорбују звук не сме да упија и завдржава влагу, већ вода мора да се слободно одлива, јер влага представља највећи узрок погоршања карактеристика звучне баријере. Такође, карактеристике материјала се не смеју променити када је материјал изложен ултра-љубичастим зрацима и сам материјал не треба да буде извор хране за разне инсекте или сисаре.

Звучне баријере треба да буду пројектоване и израђене тако да сачувају своје карактеристике најмање 20 година.

Произвођачи звучних баријера дају гаранцију за своје производе углавном на 10 година, мада је њихов век трајања доста већи и зависи и од самог одржавања.

Век трајања звучних баријера је преко 40 година, осим за дрвене звучне баријера код којих је век трајања око 30 година.

### 4.6.3. Коловозни застори

Улога коловозне конструкција је да омогући безбедно, удобно и економично кретање возила у пројектованом периоду експлоатације.

Без обзира на становиште са кога се обавља избор коловозне конструкције, основни критеријуми су: предвиђени век трајања и одређени квалитет услуге који се обезбеђује кориснику у том периоду уз планиране трошкове одржавања. Избор оптималне коловозне конструкције и њене структуре обавља се на основу више елемената: саобраћаја (ниво саобраћајног оптерећења, врсти возила и сл.), карактеристике тла у постељици, локалних климатских и хидролошких услова, карактеристика подужног профила (успона и падова), хоризонталних закривљења и др.

Период трајања до прве реконструкције представља време од тренутка пуштања у саобраћај до прве реконструкције или време између две реконструкције. Најчешће су то периоди од 10 или 15 година, а најмање 5 година.

Пројектни период је изражен у годинама за које коловозну конструкцију треба пројектовати. У зависности од разреда пута пројектни периоди су следећих распона:

- градски аутопутеви: 30 до 50 година
- аутопутеви и путеви првог разреда: 20 до 50 година
- остали путеви: 15 до 25 година

Пројектним периодом подразумева се раздобље, изражено у годинама, за које је коловозна конструкција димензионисана.

У том раздобљу може се очекивати поступно пропадање конструкције као последица статичког и динамичког деловања возила и различитих утицаја околине (температуре, влаге и сл.).

На крају тог раздобља конструкција није потпуно уништена, него само деградирана до те мере да је вожња по њој недовољно сигурна и удобна.

Израдом одговарајућег појачања при крају пројектног периода повећава се, по правилу, носивост коловозне конструкције, а осим тога побољшава се равност и отпорност на клизање површине коловоза, те се на тај начин продужује век трајања коловозне конструкције.

Избор дужине пројектног периода зависи у првом реду од стратегије управљања коловозом у експлоатацији.

Посебну пажњу при планирању материјала и поступака и опреме треба посветити садашњем и будућем стању пута. Специфични локални климатски услови у току извођења третмана директно утичу на избор материјала и поступака.

Рехабилитација коловозне конструкције одвија се, генерално, на два нивоа: пресвлачење постојећег коловоза у циљу побољшања способности трења, и обнова коловозне конструкције у циљу испуњења захтева везаних за носивост, равност и површинска својства. И у једном и у другом случају рачуна се са планским период од 10 година. Посебну пажњу треба посветити питањима ефикасног одводњавања (површинске воде са коловоза, воде са прибрежних косина и подземне воде) и уређења рубног појаса пута, јер квалитет и трајност коловозне конструкције у многоме зависе од ових фактора. Такође, посебну пажњу треба посветити питањима техничке инфраструктуре и њеном унапређењу сагласно будућим захтевима и потребама.

Димензионисање асфалтних коловозних конструкција обавља се, по правилу, за пројектни период од 20 година.

Коловозне конструкције се могу димензионисати и етапно, при чему пројектни период једне етапе не сме бити мањи од 5 година.

Период трајања коловозног застора до првог ојачања или реконструкције представља време од тренутка пуштања у саобраћај до првог ојачања или време између два ојачања. Најчешће су то периоди од 10 или 15 год (најмање пет година). Постоји више метода за прорачун века трајања коловозног застора које се заснивају на критеријуму замора. У принципу, критеријум за одређивање замора слојева од асфалт бетонских материјала заснива се на дозвољеној дилатацији, односно броју поновљених дилатација и модула крутости асфалтне мешавине. Век трајања асфалтних слојева коловозне конструкције зависи и од: меродавне *T* асфалтних слојева, времена трајања оптерећења, карактеристика употребљеног везива, запреминског учешћа шупљина, агрегата и битумена у мешавини и дебљина слојева.

Порозним асфалтом смањује се емисија буке око 3 dBA у односу на непорозне асфалтне засторе. Међутим, ове акустичке карактеристике се временом смањују и након три године

добијају карактеристике непорозних асфалтних застора. Ова промена акустичких карактеристика застора настаје како због општег хабања и погоршање физичких квалитета материјала и промене у текстури површине, тако и због попуњавања шупљина прљавштином, прашином, остацима коловоза и пнеуматика и сл.

С обзиром на то да је порозни асфалт више подложан временским утицајима у односу на остале непорозне асфалте, коришћено везиво је подложније оксидацији што доводи до пуцања застора и губитка агрегата. Међутим, век трајања везива се може продужити прскањем површине разблаженом емулзијом, чиме се ствара нови слој за минералне агрегате и дифузионим процесом побољшава викозност и тврдоћа везива.

Значи, акустичке карактеристике овог типа застора су много краће од његовог века трајања. Корективне мере као што су одржавање и чишћење помажу да се продужи век трајања и акустичке карактеристике застора.

## 4.7. СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ПОТРЕБНИХ УЛАГАЊА

Структура улагања се, у општем случају, као и за потребе ове студије односи на следећа улагања:

- иницијална улагања – улагања у прозоре, баријере или коловозни застор,
- улагања у периоду експлоатације – улагања у одржавање и замену,

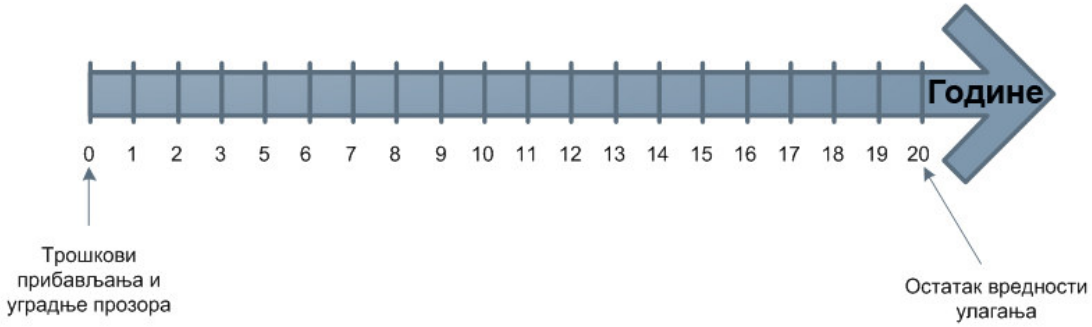
У складу са структуром улагања, дефинише се и потребна динамика.

### 4.7.1. Фасадни елементи

Код примене техничког решења које се односи на замену прозора, улагања имају најједноставнију структуру. Не постоји потреба за израдом додатне планске, тј. техничко-технолошке документације (сем у посебним случајевима). Улагања су, ако посматрамо један пројекат, тј. једну локацију, одједном у нултој години, тј. у години у којој се ова студија ради.

Избором ПВЦ профила од којих је сачињен прозорски оквир нема трошкова одржавања, а пошто је процењени век трајања прозора 25 година нема ни трошкова замене. На крају инвестиционог периода који износи 20 година, остаје неамортизована вредност од 20% иницијалног улагања.

Приказ структуре и динамике улагања дат је на слици 4.7.1.



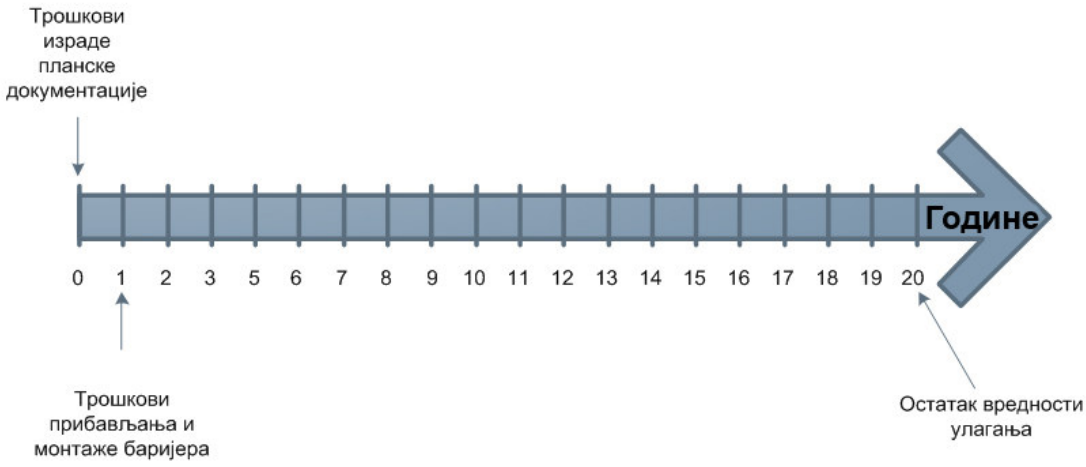

*Слика 4.7.1. Структура и динамика улагања у замену прозора*

## 4.7.2. Звучне баријере

Звучне баријере имају нешто сложенију структуру и динамику улагања него прозори. Ипак та структура праћена одговарајућом динамиком и даље је јако једноставна.

У години израде ове студије, тзв. нултој години, потребно је, уколико се изабере ово решење, за сваку деоницу понаособ урадити планску, тј, техничко-технолошку документацију. Процена је да се ово може урадити за годину дана, те да инвестициони радови долазе у првој години када, настају улагања у прибављање и монтажа звучних баријера. Током процеса експлоатације нема значајнијих предвиђених трошкова одржавања и замене, па се може сматрати да у том периоду нема инвестиционих улагања. Како је процењени век трајања баријера 30 година, на крају инвестиционог периода који износи 20 година, остаје неамортизована вредност од 33,33% иницијалног улагања.

Приказ структуре и динамике улагања дат је на слици 4.7.2.




*Слика 4.7.2. Структура и динамика улагања у звучне баријере*

### 4.7.3. Коловозни застор

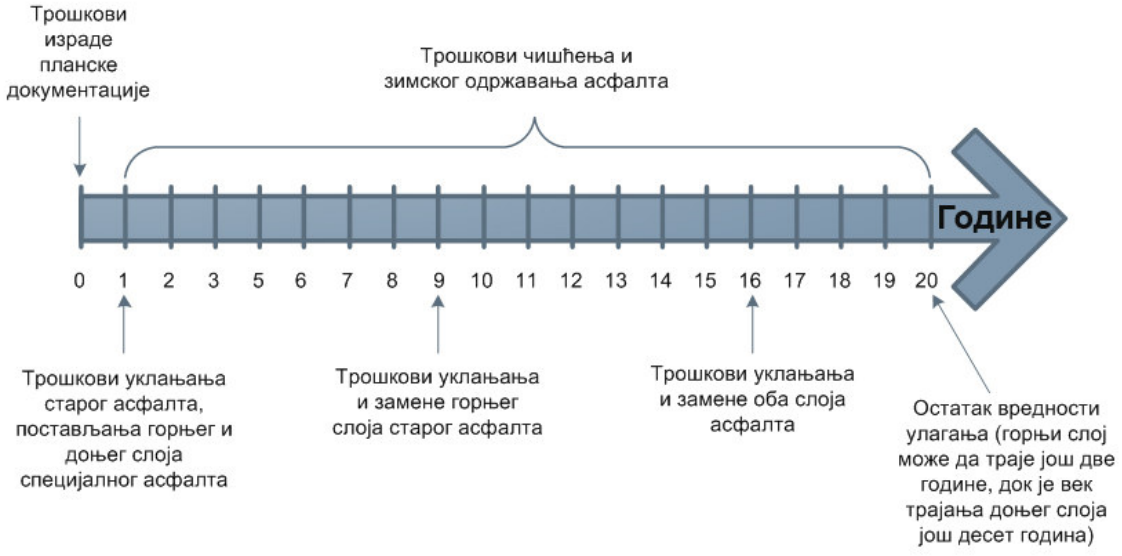
Улагања у коловозни застор су од сва три предложена решења најкомплекснија.

Улагања у израду пројектне документације настају у години израде студије, уколико се инвеститор одлучи за ово решење, тзв. нултој години и процена је да износе 3% од вредности почетног улагања. Процена је да се ово може урадити за годину дана, те да инвестициони радови долазе у првој години када, настају улагања у:

- уклањање старог асфалта,
- постављање горњег и доњег слоја специјалног асфалта,
- специјална чишћења пута водом под притиском, које се врши једанпут годишње и
- зимско одржавање асфалта.

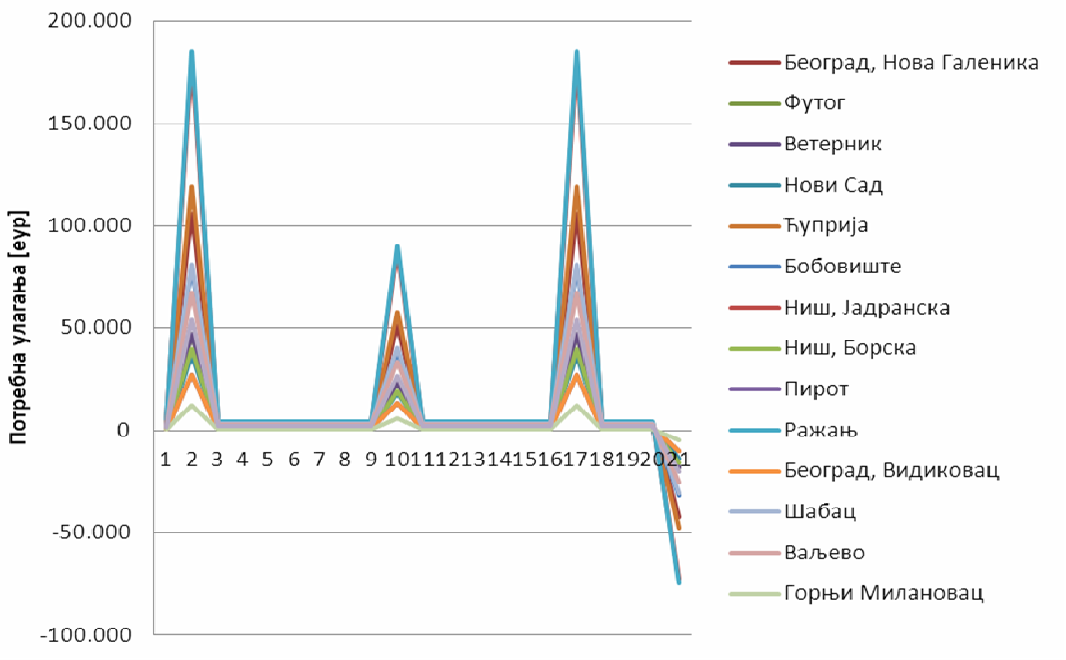
Наредних шест година потребно је само одржавање пута, односно улагања се састоје из трошкова чишћења пута и трошкова зимског одржавања асфалта. У осмој години је потребно заменити горњи слој асфалта, па се годишња улагања увећавају за трошкове уклањања старог асфалта и трошкове постављања горњег слоја специјалног асфалта. Следећих седам година улагања поново чине само трошкови одржавања, све до шеснаесте године када је потребно заменити оба слоја асфалта, чиме су улагања у тој години једнаки трошковима из прве године. У двадесетој години асфалт се није у потпуности амортизовао, обзиром да горњи слој може да траје још две године, док је век трајања доњег слоја још десет година. Ово је узето у обзир као остатак улагања. Пошто се анализиране локације односе на државне путеве, а не на градске улице нису узети у обзир улагања у посебан дренажни систем, као ни улагања у опрему за прање коловоза.

Приказ структуре и динамике улагања дат је на слици 4.7.3.

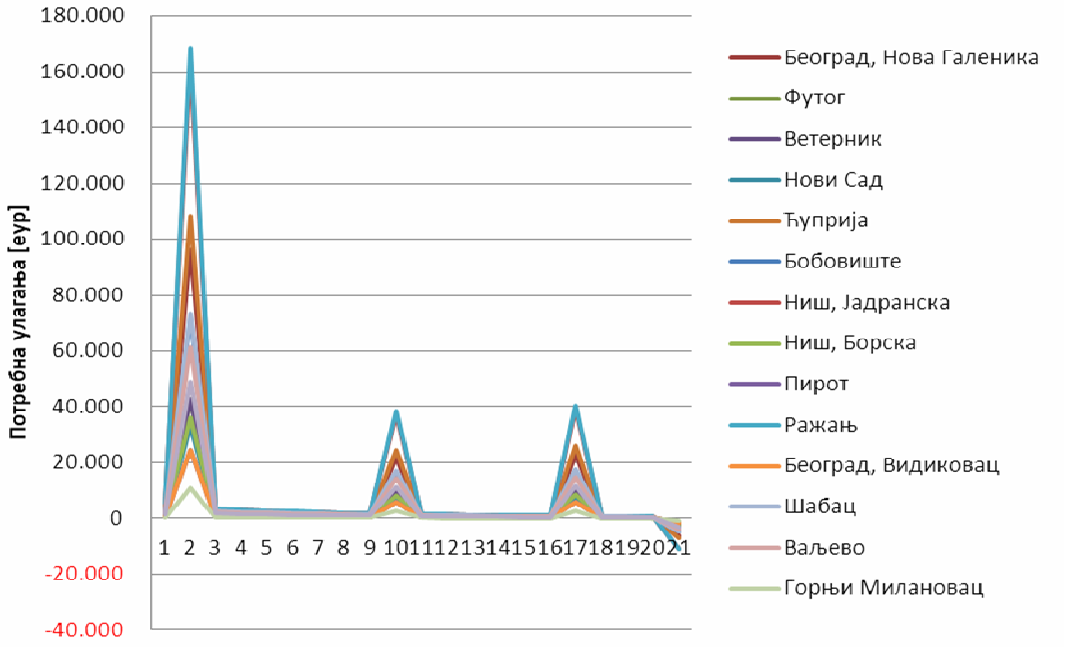



*Слика 4.7.3. Структура и динамика улагања у коловозни застор*

На слици 4.7.4. дат је приказ улагања, а на слици 4.7.5. приказ дисконтованих улагања по локацијама.




*Слика 4.7.4. Динамика улагања у замену коловозне конструкције по локацијама*




*Слика 4.7.5. Динамика дисконтованих улагања у замену коловозне конструкције по локацијама*

# 5. УТВРЂИВАЊЕ ПОТРЕБНИХ ИНПУТА ЗА ПРИМЕНУ ЗВУЧНЕ ЗАШТИТЕ

Потребни инпути за примену звучне заштите подразумевају припремне радње и подлоге за пројектовање и извођење звучне заштите, као и техничка својства, спецификације и услове за елементе којима се звучна заштита реализује, а које најдиректније произилазе на основу концепта и усвојеног пројектног решења звучне заштите од друмског саобраћаја.

Добра припрема пројекта и подлога, у првом реду дефинише одлуку о потреби и обиму звучне заштите, а затим треба да обезбеди оптимизовано пројектовање. Сама одлука о потреби заштите представља први и најважнији чин у целом поступку. Исхитрене одлуке базиране на несигурним или непотпуним подацима доводе до непотребних и великих трошкова.

Бука као физичка величина је изразито промењива па њено утврђивање тражи велику стручност и потребно искуство. Чињеница да се ради о променљивој величини у великој мери отежава њено мерење и поуздано утврђивање показатеља и индикатора. Са друге стране и мерна несигурност, посматрана са метролошког аспекта, доприноси да је одређивање показатеља сложен поступак. Како подцењена тако и прецењена вредност показатеља доприноси великој и ненадоканадивој штети. Из ових разлога одлуке о потреби и обиму звучне заштите мора да буде донета на бази објективних и поуздано утврђених параметара. За сваки од ових параметара извршилац мора експлицитно да се изјасни о мерној несигурности, па овакав сет података представља сет за доношење одлуке.

Концепт и дефиниција самог пројектног решења звучне заштите условиће другу групу параметара коју треба посматрати као потребене улазне параметре. Путна мрежа и евиденција агломерација у њеној близини су први и основни податак на бази кога треба да буде донета одлука о примени звучне заштите. Путна мрежа у првом реду подразумева мрежу постојећих саобраћајница односно магистралних путева првог и другог реда, а затим и све новопројектоване саобраћајнице ових категорија.

За дефинисану путну мрежу потребно је обезбедити бројање саобраћаја. За прву фазу довољни су подаци о ПГДС-у (просечан годишњи дневни саобраћај). На основу ПГДС-а потребно је урадити процене нивоа буке. Ове процене треба урадити на основу претходних прелиминарних прорачуна и тако утврдити по могућности све критичне деонице. За критичне деонице потребни су детаљни подаци о бројању саобраћаја са подацима о сатном саобраћајном току за критичне годишње периоде. Ови допунски подаци треба да омогуће прецизну процену буке.

Избор критичних деоница потребно је урадити на бази ширих критеријума како би се поуздано утврдиле све потенцијално угрожене деонице. Ова процене буке нису карте буке. Карте буке представљају знатно обимнији поступак са врло захтевним подацима. На основу процене буке треба да произађе евиденција са шире схваћеним потенцијално угроженим локацијама и зонама.

Следећи корак представљају прелиминарна мерења, обилазак локација, избор мерних места и припрема за мониторинг и евентуалну израду карата буке. Потреба мерења ће у микроструктури дефинисати мерна места и припремити основу за мониторинг буке.

Мониторинг буке је једино меродаван за оцену стања и коначну одлуку о потреби звучне заштите. Мониторинг комбинован са проценом броја угрожених становника треба да послуже и као основни и једини критеријуми о приоритетима и динамици пројектовања и извођења звучне заштите.

Мониторинг буке је технички поуздан поступак економско финансијски повољан којим се поуздано утврђује потреба за заштитом. Спроводећи њега инвеститор прави велике уштеде.

Израда карата буке као претходни прорачунски поступак може се применити као помоћно средство и међуфаза прелиминарног мерења и мониторинга. Потребни улазни подаци за коректну израду употребљивих карата буке у Србији нису довољно поуздани, па карте буке на такав начин треба и третирати (не постоје адекватне топографске подлоге у потребној размери 1:2000 и 1:3000, не постоје катастарске подлоге са уцртаним свим објектима, висинским котама основе и последњег спрата, прорачунски модел урађен је за технички напредне земље са фондом возила мање старости и они су као такви у бази софтвера, калибрација је из тих разлога врло захтевна и пошто није процедурално решена за затечене услове у Србији непоуздана).

На основу донете опште оцене о потреби и обиму звучне заштите доносе се одлуке о врсти заштите. Сходно принципима изреченим, напред у поглављу 4.1, могућа решења дата су у оквиру десет тачака при чему првих шест представљају техничке мере које се спроводе као техничке мере, односно мере од 7 – 10 које захтевају ширу друштвену акцију. У оквиру првих шест побројаних мера, мере које се спроводе фасадом, звучном баријером и избором коловозних застора су оне које се обрађују овом Студијом као реалне ефикасне мере. Тунел као екстремна мера критична са урбанистичког становништа, засади дрвећа као недовољна мера са вишегодишњим одложеним дејством и одржавање коловозног застора са малим утицајем, али и као мера чији примарни циљ није дат из акустичких разлога, нису детаљно обрађивани у овој Студији.

Одлука о врсти заштите треба да буде донета имајући у виду овакву основну поделу заштите, па је заштита фасадом, звучном баријером и коловозним застором примарни циљ анализе у овој Студији. Ове три побројане мере могу да се примењују и комбиновано што је чак и пожељно.

Допринос који даје коловозни застор треба схватити као неминовност из неакустичких разлога, па је сваки допринос пожељан, чак и ако је он мали, али уз примену мере на фасади или звучне баријере, допринеће техничком оптималнијем и економском решењу. Звучне баријере које треба да штите високе објекте у близини пута често би биле превисоке и као такве технички, урбанистички и финансијски неприхватљиве, а допринос коловозног застора би омогућио погоднију геометрију.

На основу претходних података израда пројекта звучне заштите треба да садржи конкретно техничко решење. Посебно је важно да пројекат поред архитектонских, грађевинских и урбанистичких услова дефинише и техничке услове са акустичког аспекта за испоруку и уградњу елемената звучне заштите. Технички услови треба да дефинишу акустичка својства за прозоре звучну изолациону моћ $R$, а за звучне баријере $DL_R$ и $DL_\alpha$.

Начин уградње којим се реализују пројектована својства, начини доказивања својстава у фази уговарања и пре техничког пријема је питање одговорности за реализацију пројектованих својстава. Пројектом се дефинишу и услови за конкурс за прикупљање тендера и погодног испоручиоца и извођача. Коначно током изградње треба спроводити уобичајене процедуре надзора, контроле, обезбеђење градилишта и др.

Карте буке не дају податке потребене за спецификацију елемената звучне заштите. Карте буке дају само глобалну слику о потреби за примену звучне заштите, али не и довољне податке када се ради о главном пројекту.

Сви прорачуни звучне заштите у фази главног пројекта морају да се раде по фреквенцијама. Подлога за израду мора да дефинише геометријске односе и висинске коте извора буке и места имисије. Подаци о саобраћајном току морају да садрже број возила у сату највећег промета, однос броја путних и теретних возила, брзину и сл.

Уколико је пројектована мера фасадни елемент онда прорачун мора да да звучну изолациону моћ по октавама (евентуално по терцама). Уколико је пројектована звучна баријера прорачун смањења буке зависи од нивоа и фреквенцијског садржаја емисије и геометријских односа, а као карактеристика примењене звучне заштите дају се услови за техничка својства баријере који су предпостављени у прорачуну $DL_R$ и $DL_\alpha$, димензије баријере по висини и дужини и као и њен положај.

Заштита од буке друмског саобраћаја може да се реализује у принципу на више начина. Мере звучне заштите могу да се спроведу на начин приказан у Поглављу 4.

Када се каже и даје оваква класификација заштите онда се имају у виду генерално све техничко-технолошке могућности. Прве четири побројане тачке треба сматрати као реална технички и економски оправдана средства којима ће се Студија првенствено бавити.

На основу напред изложеног потребне инпуте треба реализовати у оквиру следећих тачака:

- Дефинисање путне мреже и агломерације у њеној близини,
- Подаци о бројању саобраћаја урађеној по стандардној процедури, или евентуално акустички прилагођеној процедури,
- Процене буке претходним прорачунима – ово нису карте буке,
- Прелиминарна мерења са обилазком мерних тачака, избором мерних места, припремом мониторинга,
- Пожељно је обухватити све угрожене деонице односно групе акустички повезаних и сличних деоница, али обезебедити што равномернију просторну расподелу,
- Мониторинг буке даје коначну и поуздану оцену потребе заштите,
- Одлука о врсти заштите,
- Израда пројектне документације заштите од буке са детаљно спроведеним прорачунима и за усвојену материјализацију и експлицитно дефинисаним условима са аспекта акустике,
- Концепт за избор извођача,
- Изградња и технички пријем објекта.

## 5.1. СПЕЦИФИКАЦИЈА И ОПИС ПОТРЕБНИХ ИНПУТА ЗА ПРИМЕНУ ЗВУЧНЕ ЗАШТИТЕ

Како су у оквиру Студије предложене три мере заштите овде ће бити дата спецификација за сваку од њих. Даље у тексту ће бити дати захтеви за грађевинске елементе и материјале који се користе при изради сваке од предложених мера заштите, као и дефинисање услова за квалитет урађених радова.

Ова спецификација обухвата детаљно сва акустичка својства. Остала својства дају се као примери и не представљају комплетан сет законске регулативе. Текст садржи и детаљан списак својстава и прописа који се захтевају у Чешкој Републици.

### 5.1.1. Захтеви за фасаде и фасадне елементе

Када се као мера заштите од буке пројектује фасада онда је неопходно у пројекту дати дијаграме звучне изолационе моћи за фреквенцијски опсег од 50 Hz до 5 kHz, а у техничким условима за испоруку и монтажу по правилу наводи се једнобројна вредност $R_W$. Пожељно је да се звучна изолација прозора и врата оптимизује.

Треба омогућити уградњу прозора и врата бољих карактеристика уколико је власник објекта спреман да сноси одговарајућу разлику трошкова.

Испитивање пропустљивости ваздуха, према СРПС ЕН 1026, а у вези са захтевом из СРПС ЕН 12207, Пропуштање ваздуха – Класификација.

Испитивање отпорности према пропуштању воде, према СРПС ЕН 1027 а у вези са захтевом из СРПС ЕН 12208, Отпорност према пропуштању воде – Класификација.

Испитивање отпорности према оптерећењу ветром, према СРПС ЕН 12211 а у вези са захтевом из СРПС ЕН 12210, Отпорност преме оптерећењу ветром – Класификација.

Оптимална класа, према захтевима стандарда, коју би поменута столарија требало да испуни је:

- класа „3“, према СРПС ЕН 12207;
- класа „9А“, према СРПС ЕН 12208;
- класа „А5 или Б5“, према СРПС ЕН 12210.

Испитивања се врше на једном примерку (1 узорак) – по типу столарије, врсти профила.

Испитивања термичких карактеристика се раде према стандарду СРПС У.Ј5.060 и инвеститор треба да захтева $k = 1{,}4$ [W/(m$^2$K)] као реалну вредност коефицијента проласка топлоте .

Новији систем обележавања коефицијента проласка топлоте обележава се $U$ [W/(m$^2$K)] док је у старијем систему важила нотација $\kappa$ [W/(m$^2$K)]. Ова два симбола имају индетично значење.

### 5.1.2. Захтеви за звучне баријере

Израда карата буке за постојеће и новопројектовано стање треба разрешити основни концепт типа звучне баријере (рефлектујућа или нерефлектујућа).

На основу усвојеног концепта на глобалном нивоу пројекта раде се детаљни прорачуни са фреквенцијском анализом.

На основу процене нивоа буке подаци који ће се примењивати у даљем планирању треба да обухватају пре свега:

- висину конструкције за заштиту од буке (изнад нивоа коловоза или терена);
- удаљеност конструкције за заштиту од буке од суседне коловозне траке,
- положај конструкције;
- потребан степен апсорпције конструкције,
- потребна изолација конструкције (најмање 25 dBA),
- услови за планирање конструкција са транспарентним елементима за заштиту од буке, уколико се постављају у подручју у којем је предвиђена конструкција за апсорпцију звука која прелази 4 dBA.

Општи захтеви звучне баријере морају да: задовоље акустичке захтеве, одговарају урбанистичко техничким условима, задовоље уклапању у пејзаж, узму у обзир захтеве безбедности саобраћаја, бити структурално стабилни и задржати облик, да буду стабилни на ветар, буду отпорни и заштићени од корозије и старење и сталних димензија, имају

константну нијансу боје, буду ватро-отпорни и отпорни на удар камена и лако се одржавају.

Звучна апсорпција баријере одређује се у складу са стандардом EN 1793-1. Овај стандард специфицира лабораторијску методу мерења звучне апсорпције звучних баријера. Мерењем се одређује коефицијент звучне апсорпције $\alpha_{si}$ на темељу чије се једнобројне вредности, $DL_\alpha$, врши категоризација производа, табела 5.1.1.

*Табела 5.1.1. Категорије својства звучне апсорпције*

| Категорија | $DL_\alpha$ (dB) |
|---|---|
| A0 | није одређена |
| A1 | < 4 |
| A2 | 4 до 7 |
| A3 | 8 до 11 |
| A4 | > 11 |

Звучна изолација баријере одређује се у складу са стандардом EN 1793-2. Овај стандард специфицира лабораторијску методу мерења звучне изолације звучних баријера. Мерењем се одређује индекс звучне изолације $R_i$ па се на темељу једнобројне вредности, $DL_R$, врши категоризација производа, табела 5.1.2.

*Табела 5.1.2. Категорије својства звучне изолације*

| Категорија | $DL_R$ (dB) |
|---|---|
| Б0 | није одређена |
| Б1 | < 15 |
| Б2 | 15 до 24 |
| Б3 | > 24 |

Својство звучне дифракције производа одређује се у складу са стандардом EN 1793-4. Мерењем се одређује разлика индекса дифракције *ΔDI*.

Од неакустичка својства потребна су испитивања са стандрадима EN 1794-1 и EN 1794-2, која обухватају: оптерећење ветром и статичка оптерећења, сопствена тежина, удар камена, сигурност при судару, динамичко оптерећење приликом чишћења снега, отпорност на пожар, опасност од крхотина, заштита околине, излази у случају опасности, рефлексија светла, прозирност, унесено пригушење, и побољшање индекса дифракције.

Евалуацију својстава треба провести према табели за сваки део производа стандард EN 14388.

Пројекат за издавање грађевинске дозволе треба да садржи решења која омогућавају рационално одржавање конструкција за заштиту од буке и трупа пута изван коловоза применом уобичајене опреме за редовно одржавање, као и смерница за одржавање конструкција за заштиту од буке. Посебну пажњу треба посветити обезбјеђивању приступа за одржавање конструкција за заштиту од буке.

Пројекат за добијање грађевинске дозволе треба такође да садржи остале елементе прописане Правилником о детаљном садржају пројектне документације (план конструкције, статички прорачуни и сл.).

Предвиђеним решењем треба омогућити рационално одржавање конструкција за заштиту од буке, које је могуће изводити уколико је стандардна опрема на располагању надзора за редовно одржавање. Решења треба да буду таква да – уколико је употреба у складу са прописаном – редовна средства која се употребљавају за одржавање не проузрокују никаква оштећења конструкција за заштиту од буке. Уколико је за одржавање конструкција за заштиту од буке потребна посебна опрема, примена исте мора бити технички образложена и оправдана. Такође, потребно је обезбедити све услове за одржавање, тако да се у току функционисања, редовног одржавања и рада зимске службе не јављају никаква оштећења или застоји саобраћаја.

Обезбеђење квалитета конструкције за заштиту од буке врши се:
- унутрашње контроле произвођача и извођача и
- спољашње контроле надзора.

Висина баријера није ограничена, међутим за висине веће од 5 m по правилу није могуће остварити уобичајеним инжењерским методама и уз разумне трошкове. Зато се препоручује висину баријера ограничити на 5 m, а за случајеве када она није довољна размотрити друга решења (комбинација са прозорима, откуп или пренамена објекта).

У даљем тексту наводе се захтеви за различите материјале који се користе у Чешкој Републици.

**Бетон и армирани бетон**

Захтеви за конструкције од бетона и армираног бетона дефинисани су прописаним захтевима за израду пројекта темеља (носиве темељне конструкције) звучне баријере и статичког прорачуна.

За изградњу и одржавање бетонских и армирано-бетонских конструкција важе одвојени стандарди, као и стандарди за производњу бетона, одређивање садржаја и упијања влаге и одређивање капиларности бетона, и стандарди за одређивање чврстоће бетона.

За пројектовање конструкција мостова од бетона и армираног бетона постоје такође одвојени стандарди, као и за конструкцију мостова од преднапрегнутог бетона.

ČSN 73 0035, Оптерећење грађевинских конструкција, укљ. измене.
ČSN 73 1001, Земља испод темеља.
ČSN 73 1201, Пројектовање бетонских конструкција, укљ. измене.
ČSN 73 3050, Земљани радови – Опште одредбе.
ČSN 73 0037, Природни притисак на грађевинске конструкције.
ČSN 73 1006, Контрола збијања глина и сипаних материјала.
ČSN EN ISO 1536, Израда специјалних геотехничких радова.
ČSN 73 1004, Шипови великог пречника.

ČSN EN 206-1, Бетон – Део 1: Спецификација, својства, производња и усаглашеност, укљ. додатак 31,32.
ČSN P ENV 13670-1, Примена бетонских конструкција – Део 1: Заједничке одредбе, укљ. измену 31.
ČSN EN 1991-2, Оптерећење конструкција – Део 2: Оптерећење мостова од саобраћаја.
ČSN EN 1997-1, Eurocode 7, Пројектовање геотехничких конструкција – Део 1: Општа правила.
ČSN EN 1997-2, Eurocode 7, Пројектовање геотехничких конструкција – Део 2: Испитивање и пробе тла.

**Челик**

Челична конструкција која је део звучне баријере мора бити израђена од топло ваљаног материјала, од челика Fe 360 BFU (11 373), једноставна и заварена према ČSN EN 100 20. Заштита од корозије и дебљина слоја прсканог цинка (метализација) мора бити у складу са ČSN EN 22063.

Такође, и материјал који се користи за повезивање мора да буде заштићен од корозије. Све структуре се третирају заштитом од атмосферске корозије у сагласности са ČSN ISO 8044 (03 8002) и ČSN 03 8002.

У спровођењу заштите од корозије мора да се поштују основе конструкционог решења, која су саставни део прописа за технички квалитет, како за изградњу конструкција на железничким грађевинама тако и на грађевинама путева.

Употреба челичних конструкција врши се у складу са међународним стандардом ČSN ISO 9223 и дели се у пет група. Прецизни захтеви су обрађени у оквиру прописа за технички квалитет и то за: радове на чишћењу површина челичних конструкција (ручни и механизовани, хемијска предобрада, обрада варова и оштећених места, припрема већ намазаних површина, припрема метализираних површина, храпавост површина), системе премаза (прскане металне превлаке, превлаке од цинка израђене у жару, наношење премаза), испоруку, складиштење боја, узимање узорака и контролне пробе, дозвољене толеранције, стопе хабања, климатска ограничења.

Најмања дебљина челичних материјала је 1,0 mm.

Произвођач мора да обезбеди атест антикорозивне обраде спроведен од стране акредитоване испитне лабораторије.

ČSN 03 7110, Заштита од корозије. Метали, легуре, превлаке од метала и неметалних материјала.
ČSN 03 8101, Основни захтеви за испитивање квалитета.
ČSN 03 8100, Заштита од корозије. Методе корозивних испитивања.
ČSN 73 1401, Пројектовање челичних конструкција.
ČSN 73 2601, Израда челичних конструкција.
ČSN 67 3090, Боје. Одређивање отпорности превлака на металним површинама у атмосферским условима.

ČSN EN ISO 12944, Боје – Заштита од корозије челичних конструкција заштитним намазним системима.

**Пластика**

Производи од пластике добијеним рециклирањем морају да испуне карактеристике наведене у ČSN 64 0011, ČSN 64 0015, ČSN 73 0862, ČSN 64 0251, ČSN 03 8130, ČSN ISO 9227. Пре свега, они морају да испуне димензионалну стабилност у току свог трајања (повишене вредности ширења треба решити одговарајућим конструктивним решењем), затим трајност боја (неприхватљиво је да боја из пластике обоји друге елементе звучне баријере), отпорност на мраз и повећане концентрације $SO_2$ и NaCl.

Минимална дебљина пластичног материјала је 6 mm.

Век трајања пластичних компонената мора бити најмање 30 година.

Произвођач мора доставити атест од стране акредитоване испитне лабораторије с утврђеним резултатима отпорности на утицај страног тела, степен отпорности пластичних материјала од пожара, величину угиба у ветру и у излагању топлоти, отпорност на UV зрачење и хемикалије.

ČSN EN ISO 472 (64 0001), Пластике. Производи од пластике. Технички прописи.
ČSN 64 0015, Пластике. Скале и узорци боје за пластике.
ČSN 64 0521, Пластике. Одређивање отпорности на повећање температуре.
ČSN 64 0528, Пластике. Одређивање коефицијента линеарног топлотног ширења.
ČSN 64 0753, Испитивање пластичних маса. Одређивање температуре угиба под оптерећењем према ISO 75.
ČSN 64 3410, Испитивање пластичних маса.

**Дрво**

Дрвени елементи звучних баријера могу бити I или II класе, и при томе морају бити импрегнисани, што повећава отпорност дрвета на труљење, штеточине и смањује упијање воде. Сва обрада дрвених компонената мора бити урађена пре импрегнације. Импрегнирано дрво треба да омогући рад са елементима без ризика оштећења здравља. Све супстанце које се користе за импрегнацију морају имати важеће одобрење надлежне институције Чешке Републике.

Потребна дубина импрегнације је најмање 3 mm. Дрво које се користи за производњу елемената баријера мора бити равно, исушено на одговарајући начин, не сме да се савија и да буде без дефеката и испалих чворова.

Избор и обрада дрвета врше се у сагласности са ČSN EN 335-1, ČSN 49 0001, ČSN 49 0600. Конструкција дрвених елемената баријера и његова отпорности према пожару мора бити у сагласности са ČSN 731701, ČSN 73 0862 и ČSN 73 2610.

Најмања дебљина дрвета је 8 mm. Дрво мора да буде премазано водонепропусним слојем.

Век трајања дрвених елемената мора бити најмање 25 година.

Произвођач мора доставити атест антикорозивне заштите издат од стране акредитоване испитне лабораторије, која одређује степен запаљивости, врши мерење угиба под оптерећењем од ветра и издаје извештај о тесту оптерећења, као и документ за коришћено средство за импрегнацију.

ČSN EN 335-1, Трајност дрвета и материјала на његовој бази. Дефиниција класе. Део 1: Општи принципи
ČSN 49 0001, Заштита дрвета. Називи и дефиниције.
ČSN 49 0600, Заштита дрвета. Основне одредбе.
ČSN 49 0600-1, Заштита дрвета. Основне одредбе. Хемијска заштита.
ČSN 49 0615, Заштита дрвета. Технолошки процеси импрегнације дрвета против штеточина.
ČSN 73 1701, Пројектовање дрвених грађевинских конструкција.
ČSN 73 2610, Дрвене грађевинске конструкције.

**Стакло**

Сигурносно стакло треба да буде на удаљености стубова до 2 m најмање дебљине 12 mm, а на удаљености стубова већој од 2 m најмање дебљине 15 mm.

Сигурносно стакло мора да има век трајања најмање 30 година, током којих не сме да изгуби чврстоћу, еластичност, димензионалну стабилност, транспарентност, отпорност на повећану температуру, UV зрачење, пожар и временске услове. У случају пожара не сме доћи до појаве отровних гасова. Својства сигурносног стакла дефинисана су према стандардима ČSN наведеним код пластичних материјала.

Сигурносно стакло не сме имати никакве површинске недостатке (зарезе на ивици, видљива удубљења и огреботине, мехуриће ваздуха и порозне површине). Квалитет сигурносног стакла се приказује према ČSN 70 0590.

Ако се сигурносно стакло разбије, цела табла се мора распасти на мале фрагменте, тако да сваки део плоче димензија 10 cm x 10 cm мора да се распадне на више од 14 фрагмената. При томе ниједан од фрагмената табле не сме имати површину већу од 25 $cm^2$. Фрагменти дужи од 15 cm са углом површинских плоча мањим од 15° нису прихватљиви.

Површина стакла има пескиране хоризонталне траке у циљу заштите од удара птица у звучну баријеру.

Произвођач мора да достави атесте издате од стране акредитоване испитне лабораторије са наведеном способношћу од ударца страног тела, степеном запаљивости

стакленог материјала, величином угиба под оптерећењем од ветра и излагања топлоти, отпорношћу од UV зрачења и хемикалија.

ČSN 70 0002, Стаклени производи за изградњу. Терминологија.
ČSN 70 1520, Ламинирано безбедносно стакло. Стакло за опште застаклење.
ČSN 70 1570, Очвршћено безбедносно стакло. Стакло за опште застаклење.
ČSN 70 1609, Профилно грађевинско стакло (у облику U).
ČSN 70 1621, Изолациона стакла.

**Лаки метали**

Елементи звучне баријере који се израђују од лаких метала или њихови делови морају имати дебљину најмање 1 mm и морају бити заштићени површинском обрадом отпорном на корозију, или се њихова дебљина мора повећати на 1,25 mm.

Антикорозивна обрада мора бити незапаљива, као и отпорна на UV зрачење и соли. Антикорозивна обрада се обезбеђује или директно антикорозивним материјалом, или мора одговарати техничко условима. Лаки метали не смеју да дођу у стални контакт са бетоном, челиком, бакром и легурама бакра. Конструкција елемента баријере од лаких метала мора да буде тако урађена да спречи вибрације елемената приликом пролазка возила и тиме непријатних звукова, који би функцију баријере деградирали. Производи од лаких метала морају одговарати стандардима ČSN EN 23134-1, ČSN 42 4080-8, ČSN 73 1590, ČSN 42 73 02, ČSN 42 73 05.

Трајност елемената баријера од лаких метала мора бити најмање 25 година.

Произвођач подноси атесте издате од стране акредитоване испитне лабораторије које декларишу антикорозивну обраду, величину угиба код оптерећења од ветра и топлоте и отпорност на хемикалије.

ČSN EN 23134-1, Лаки метали и њихове легуре. Термини и дефиниције. Део 1: Материјали.
ČSN EN 23134-2, Лаки метали и њихове легуре. Термини и дефиниције. Део 2: Металуршки производи.
ČSN EN 23134-3, Лаки метали и њихове легуре. Термини и дефиниције. Део 3: Кованометалуршки производи.
ČSN EN 23134-4, Лаки метали и њихове легуре. Термини и дефиниције. Део 4: Одливци.
ČSN 42 4080-8, Пресовани профили од алуминијума. Механичка својства.
ČSN 42 7302, Хладно ваљани профили од алуминијума и алуминијумске легуре. Димензије.
ČSN 73 1590, Алуминијумске конструкције. Основне одреднице за обрачун.

**Производи од цигле и малтера**

Елементи баријера који се састоје од производа од цигле повезаних малтером морају бити отпорни на мраз и соли за одлеђивање коловоза. Услови за малтер су дати у стандардима ČSN 72 2430-3 и ČSN 72 2452. Цигла мора имати чврстоћу најмање zn30 и отпорност на мраз M 50. Квалитет производа од цигле одређују стандарди ČSN 73 2600, ČSN 72 2610, ČSN 72 2611, ČSN 72 2621, ČSN 72 2623, ČSN 72 2629 и ČSN 72 2632. Конструкција елемената баријера од цигланих производа морају бити у складу са ČSN 73 1101 и ČSN 73 2310. Производи од опеке морају да задовоље тест отпорности на бацање камена према BS EN 1794-1.

Век трајања звучне баријере од опекарских производа је најмање 30 година.

Произвођач подноси атесте издате од стране акредитоване испитне лабораторије који декларишу отпорност од ударца страног тела, атесте чврстоће, отпорности на мраз и на хемијске супстанције.

ČSN 72 2600, Производи од цигле. Заједничке одредбе.
ČSN 72 2610, Производи од цигле за вертикалне конструкције. Пуна цигла.
ČSN 72 2611-2, Производи од цигле за вертикалне конструкције. Перфорирана цигла.
ČSN 72 2621, Паљени елементи од цигле за вертикалне конструкције. Паљена цигла.
ČSN 72 2623, Производи од цигле за вертикалне конструкције.
ČSN 72 2629, Паљени елементи од цигле за вертикалне конструкције. Лаке цигле.
ČSN 72 2632, Кречно-пешчани елементи за вертикалне конструкције. Заједничке одредбе.
ČSN 73 1101, Пројектовање зиданих конструкција.
ČSN 73 2301, Изградња зиданих конструкција.

**Гума, минерална вуна и материјали за амортизацију**

Произвођач ових материјала мора доказати атестима издатим од стране акредитоване лабораторије њихову отпорност на соли на одлеђивање, на UV зрачење, повишене температуре, мраз, као и степен запаљивости материјала. Материјали који се користе морају имати доказ о безбедности производа издат од надлежне институције Чешке Републике.

Материјали за заптивање морају бити у складу са одредбама стандарда ČSN 62 1522, ČSN 62 1527, ISO 1431-1 и ČSN 62 1528. Инсталација заптивних материјала мора бити таква да заптивне материјали увек остају у жељеном положају и не моу лако да се повуку.

Материјали за апсорпцију звука од минералних влакана густине мање од 100 kg/m$^3$ се могу користити само ако произвођач достави атест од стране акредитоване лабораторије, да овај материјал задржава своју димензионалну стабилност у току века трајања звучне баријере.

**Остали грађевински материјали**

Произвођачи других грађевинских материјала морају поднети, ради процеса одобравања, документацију о испуњавању својстава тих материјала у сагласности са одговарајућим стандардима или да на други начин докажу све техничке карактеристике које захтева клијент.

ČSN 62 1522, Гума. Метод за одређивање убрзаног топлотног старења у ваздуху.
ČSN 62 1527, Гума. Метод за одређивање отпора гуме од озона код статичке деформације.
ČSN ISO 1431-1 (621527), Гума. Вулканизиран или термопластични еластомер. Отпорност против настајања озонских пукотина. Део 1: Одређивање статичке деформације.
ČSN 62 1528, Гума. Одређивање отпорности према старењу у природним атмосферским условима.
ČSN 732402, P EN 1520, DIN 4232, Израда и контрола конструкција од лаког бетона са вештачки порозним материјалом.

## Захтеви за звучну апсорпцију

Конструкција панела звучних баријера се дели на категорије у зависности од њених апсорпционих особина и то на:

а) Рефлексионе – апсорпција < 4 dB (категорија A1),
б) Апсорбујуће – апсорпција у опсегу (4–7) dB (категорија A2),
ц) Високо апсорбујуће – апсорпција у опсегу (8–11) dB (категорија A3) и
д) Високо апсорбујуће – апсорпција > 11 dB (категорија A4).

## Захтеви трајности елемената звучних баријера

Облик и врста материјала за насипе који се користе за смањење буке друмског саобраћаја у спољашњој средини се прописује у пројектној документацији. Минимална ширина насипа је 2 m, ако пројектном документацијом није одређено другачије. Површине насипа морају имати завршну површинску обраду у виду вегетације или на неки други начин. Постоје захтеви за израду насипа дати у прописима за технички квалитет (захтеви за величину зрна, збијање, мерење чврстоће). Збијање слојева насипа од везујућих глина не сме бити испод 92% према ČSN 721015 (Лабораторијско одређивање глина за збијање).

Конструкција звучних баријера има следеће основне делове:

- носиву темељну конструкцију – темељи од шипова, постоља, конструкција моста, ослонски зид,
- стубове – вертикална конструкција од армираног бетона или челика (равни, закривљени),
- испунску конструкцију – пљоснати апсорпциони елемент, рефлексиони елемент, или обострано апсорпциони елемент који се налази у горњем делу баријере и
- подножје – низак зидни елемент за учвршћење панела.

Постоје и камене звучне баријере које су направљене од елемената у облику коцке или квадра пуњених каменом. Ови елементи су направљени као корпе од поцинкованог или пластифицираних челичног ткива испуњеног природним каменом. Понекад је могуће користити комбинацију камена са глином, како би могла да се допуни садњом зеленила.

Захтеви за век трајања појединих компонената које се користе за испуну звучне баријере дати су у табели 5.1.3.

*Табела 5.1.3. Век трајања појединих компонената које се користе за звучне баријере*

| **Компоненте за испуну звучне баријере** | **Век трајања [године]** |
|---|---|
| Дрвене плоче (целе) | 10 |
| Плоче од мешовитих рециклираних пластичних материјала | 25 |
| Панели од цигле и блокова | 35 |
| Дрвене плоче са безбедоносним стаклом | 50 |
| Плоче од поликарбоната и акрилата | 35 |
| Панели од шупљикастог бетона | 35 |
| Панели од алкал-резистентног бетона | 50 |
| Панели од метала и легура | 50 |
| Панели од смеше бетона и дрвета | 25 |
| Панели од гуме | 25 |
| Керамичке апсорпционе површине | 35 |
| Апсорпционе површине од полимерних композита | 50 |
| Камене баријере са нерђајућим мрежама | 100 |
| Насипи са вегетацијом | 100 |
| Шипови у темељима изван деловања мраза | 100 |
| Бетонски темељи, пехари | 50 |
| Постоља и стубови од бетона | 50 |
| Бетонске надстрешнице | 35 |
| Челични стубови | 30 |

## Дефинисање услова за квалитет урађених радова

Да би могао да се докаже квалитет произведених звучних баријера произвођач мора доставити кориснику следећу документацију:

- грађевинско-технички сертификат производа издат од стране овлашћеног лица,
- верификоване овере склапања производа са усклађенима стандардима или грађевинско-техничким сертификатом према наредби Владе,

- изјаву произвођача или увозника о усклађености производа према наредби Владе,
- протоколе о доказним тестовима према општим техничким условима и друге протоколе израђене од стране овлашћене особе,
- писмену изјаву да води документацију о тестовима, трајно гарантујући квалитетну производњу,
- сертификат према ISO 9000 уколико има такав систем аплициран; ако нема, потребно је доставити систем контроле квалитета (контролни производни тестови),
- да је звучна баријера одобрена као целина; произвођач који преузима звучне баријере од других произвођача мора да достави за процес одобравања атесте свих материјала које се користе у конструкцији звучних баријера.

Произвођач је дужан да сачува све доказе о контроли квалитета достављене звучне баријере у току гарантног рока. На захтев овлашћеног лица клијента, произвођач мора да достави резултате спроведених контролних испитивања у оквиру своје лабораторије, доказ о еталонирању мерних инструмената и тест пробне опреме и инструмената, као и документа која су у вези са излазним материјалима производне технологије.

Произвођач је дужан да утврди квалитет звучних баријера у складу са општим техничким условима ако дође до промена у изворном материјалу, технолошком процесу или производној опреми, који утичу на карактеристике звучних баријера.

Дозвољене толеранције за поједине елементе у изведби звучних баријера (насипи, звучне баријере изван мостова, на мостовима, потпорним зидовима и насипима, камене звучне баријере и њихове компоненте) су дефинисане у прописима за технички квалитет према типу материјала, површинској обради, монтажи и др.

### 5.1.3. Захтеви за коловозне заторе

Не постоји нормирана физичка величина тј. норма која ће дати неко апслолутно својство, већ само релативно својство мере заштите, тако да је специјалним коловозним заштором могуће створити само ограничени ниво заштите који треба сматрати да је мањи од 5 dB.

Форум европских националних истразивацких лабораторија за путеве (FEHRL) је регистровано међународно удружење којег чине преко 30 националних истраживачких и техничких института из целе Европе.

Треба анкетирати произвођаче да би се утврдило ко би могао да савлада технологију специјалних коловозних застора.

Урадити пробне деонице и прописати методу мерења. Пажљиво одабрати локацију и елиминисати све друге утицаје.

Специјални коловозни застори изискују посебно одржавање и чишћење.

## 5.2. ПРОЦЕНА МОГУЋНОСТИ НАБАВКЕ ПОТРЕБНИХ ИНПУТА

На домаћем тржишту не постоје специјализовани произвођачи звучних баријера нити коловозних застора са контролисаним побољшаним акустичким својствима. Међутим, на домаћем тржишту постоји један број произвођача који изказују спремност, а према према прелиминарним проценама има и могућности да приступи производњи звичних баријера. Такође, постоји већи број фирми које се баве изградњом путева за које се претпоставља да могу да савладају технолошки поступак израде коловозних застора са побољшаним акустичким својствима.

У Европи постоји већи број произвођача свих могућих типова звучних баријера. Један број ових произвођача са којим је Институт ИМС направио контакте и које је анкетирао током израде ове Студије исказује безрезевни спремност да организује и реализује производњу звучних баријера у Србији у сарадњи са домаћом фирмом.

Тржиште квалитетних прозора са широким дијапазоном звучне изолације у Србији добро је развијен и постоји велики број произвођача са атестираним својствима прозора и уопште фасадних елемената. Поред акустичких треба као врло важна напоменути и термичка својства, коефицијент пролазка топлоте, као и својства о пропуштању ваздуха и воде, а како је то дато у претходном поглављу.

Пројектант треба техничким условима да пропише захтевану звучну изолациону моћ као основни акустички параметар, али и остале битне неакустичке параметре.

## 5.3. ПРОГНОЗА НАБАВНИХ ЦЕНА

### 5.3.1. Фасадни елементи

Прозори као фасадни елементи се састоје од прозорских крила, најчешће с вишеструким застакљењем, и од прозорског оквира. Постоје једнокрилне и вишекрилне прозорске конструкције. Прозорска крила се такође разликују према томе да ли се отварају хоризонтално, вертикално, да ли се преклапају или можда закрећу, померају или упуштају. Без обзира да ли је прозорски оквир дрвени, пластични или од спојних материјала фуге између крила и заслона оквира морају бити непропусне за ваздух, како кроз пукотине не би пролазила ни топлота ни бука. Како би се код невремена спречио продор воде, оквири морају бити постојани на налете кише, а конструкција оквирних профила тако изведена да се вода може сигурно изводити према на спољашњу страну. Код монтаже прозора важно је да су прикључне фуге према зидовима непропусне за ваздух, како би се избегли топлотни мостови.

Конструкција прозорског рама од дрвета, пластике или алуминијума, затим ролетне, извођење везе између грађевинског отвора и прозорског оквира, примена трајно-еластичних заптивних маса, од битног су утицаја на укупну вредност звучне, али и топлотне изолације прозора. Карактеристике и цене прозора дате су у табели 5.3.1.

*Табела 5.3.1. Карактеристике и цене ПВЦ прозора стандардних димензија 120 cm x 140 cm*

| **Производ – прозор** | **Звучна изолациона моћ *R* [dB]** | **Коефицијент пролаза топлоте *U* [W/m$^2$K]** | **Профил** | **Цена [€/ком]** |
|---|---|---|---|---|
| ПВЦ 1 | 40 | 1,37 | петокоморни | 187 |
| ПВЦ 1 са демонтажом | 40 | 1,37 | петокоморни | 204 |
| ПВЦ са ролетном | 38 | 1,37 | петокоморни | 246 |
| ПВЦ 2 | 35 | 1,37 | петокоморни | 187 |
| ПВЦ 3 | 30 | 1,37 | трокоморни | 185 |
| Дрвени | 35 | 2,25 | чамов | 230 |
| Дрвени са Ал ролетном | 35 | 2,25 | чамов | 299 |
| ПВЦ флот стакло | 35–39 | 1,93 | петокоморни | 120 |
| ПВЦ памплекс стакло | 35–39 | 1,33 | петокоморни | 152 |

**Напомена:** Најчешће доплата за демонтажу износи 2% од цене прозора или 10 € по прозору.

Имајући у виду претходно наведене податке који показују како звучну, тако и топлотну изолацију за потебе ове Студије узети су оптимални односи цена/звучна изолација/топлотна изолација:

петокоморни ПВЦ прозор ($R_w$ = 40 dB, $U$ = 1,37 W/m$^2$K): 121,5 €/m$^2$

Цена производа је дата за комплетну услугу монтаже и демонтаже.

## 5.3.2. Звучне баријере

У табели 5.3.2 је дат приказ основних карактеристика звучних баријера. С обзиром на то да постоје различити материјали за израду баријера, као и различите технологије за њихову производњу и уградњу, за детаљнији приказ и једноставније поређење, коршћене су техничке карактеристике и цене одређених произвођача звучних баријера.

*Табела 5.3.2. Опште карактеристике звучних баријера*

| | | |
|---|---|---|
| **Уградња** | Начин и цена уградње | Уградњу баријера врше и домаћи и страни произвођачи.<br>Због своје висине и тежине, баријере захтевају добру бетонску основу и чврсте стубове. Постављање основе и носећих стубова чини значај удео у цени транспрентне ограде (према неким добављачима, трошкови бетонске основе са стубовима износи и до 40% цене ограде по $m^2$).<br>Бетонско постоље за стуб, кошта 3200 дин по стубу + 1100 дин за стуб. Монтирање паноа је око 500 дин. Метода убушивања и убацивања носача је око 7200 са стубом + 500 дин за монтажу. Све ово се ради са домаћом монтажном фирмом, а принципијелно, рачуна се монтажа максимално 15% од укупне инвестиције (цене паноа и стубова). |
| | Предуслови за уградњу | Према неким произвођачима, не постоје предуслови за уградњу, што се тиче терена.<br>Према страном произвођачу, постоје одређени предуслови за уградњу звучних баријера:<br>– непостојање подземних вода,<br>– снага ветра 0,8k $N/m^2$,<br>– непостојање каблова у околини,<br>– непостојање радова у близини,<br>– брежуљци не виши од 3 m,<br>– могућност равног постављања зида,<br>– обезбеђен нормалан рад.<br>Понудама добављача баријера, по правилу, није обухваћено прибављање различитих дозвола, обављање истраживања погодности тла за постављање зидова ни обезбеђење претходно наведених услова. За потребе ове студије, узето је да ови трошкови износе 5% предрачунске вредности баријера са уградњом. |
| **Врста материјала** | Транспарентне | Баријере израђене од стаклених панела (ламелираног, каљеног или армираног стакла) или од пластике (акрилне или поликарбонат плоче, плексигласа). |
| | Нетранспарентне | Баријере израђене од дрвета, метала, бетона, опеке итд. |
| **Цена** | | Цене варирају у односу на врсту материјала баријере.<br>Цене панела крећу се у границама од 18 €/$m^2$ до 925 €/$m^2$. Цена стуба износи 62 €/$m^2$. Коначна цена подразумева и претходно наведених 15% од укупне инвестиције (цене паноа и стубова) за монтажу. |
| **Димензије** | | Димензије у погледу висине, дужине и ширине панела варирају у односу на врсту материјала и произвођача.<br>Дужина паноа се креће углавном у опсегу од 1 000 – 4 200 mm, док се висина паноа креће од 500 mm до 2 200 mm. |
| **Век трајања** | | Произвођачи се, најчешће, не декларишу експлицитно око века трајања баријера. Он зависи од врсте баријере, места |

| | |
|---|---|
| | постављања, климатских услова, квалитета одржавања и др. Век трајања варира од 10 до 30, па и више година.<br>За потребе ове Студије узето је да је век трајања 30 година. |
| **Одржавање** | Неки произвођачи у гарантном року обезбеђују и одржавање. Одржавање баријера, према неким произвођачима подразумева:<br>– преглед површине конструкције (механичка оштећења),<br>– контрола места споја са стубом,<br>– контрола крутости вијчаних склопова и евентуалних оштећења алуминијумских стезних летвица,<br>– контрола елемената платформе и кретања мреже,<br>– испирање остатака соли и других нечистоћа са површина конструкције,<br>– провера основа стубова. |
| **Апсорпција звука** | Транспарентне звучне баријере нису апсорпционе. Просечан ниво апсорпције звука нетранспарентних баријера је 4 – 8 dB.<br>Дрвене баријере имају апсорпцију звука 11 dB, док дрвено-цементне баријере имају асорпцију 15 dB.<br>Апсорпција баријера чије су обе стране направљене од савијеног челичног лима, а апсорбујући елемент чини пуњење од минералне вуне веће густине износи 14 dB. |
| **Додатне услуге (заштита од графита итд.)** | Транспарентне ограде имају<br>– могућност стављања зашитног слоја против графита,<br>– могућност штампања високорезолутивних фотографија на површина абаријере, ради бољег уклапања у екстеријер,<br>– могућност постављања шара због заштите птица. |

**Напомена**: Цене у којима је монтажа рачуната у процентуалном износу, могу варирати у зависности од коначне понуде произвођача, као и трошкова стубова који су неопходни за постављање баријера.

На основу наведених карактеристика звучних баријера урађена је анализа и калкулација трошкова постављања звучних баријера на 15 локација у Србији. С обзиром на захтеве да апсорпциона моћ баријера буде већа од 8 dB из разматрања су искључене транспарентне баријере, јер немају захтевану асорпциону моћ.

У табели 5.3.3 дата је калкулација за следеће врсте звучних баријера, а које одговарају захтевима:

- апсорбујућа, непрозирне ограде (од полиетилена, са челиним поцинкованим оквиром),
- апсорбујућа, дрвене ограде,
- апсорбујућа, дрвене-цементне ограде и
- апорбујућа ограда од челичног лима, пуњена минералном вуном.

*Табела 5.3.3. Цене панела звучних баријера*

| Р. бр. | Врста звучне баријере | Цена [€/m$^2$] | Монтажа [€] |
|---|---|---|---|
| 1 | Апсорбујућа, непрозирне ограде (од полиетилена, са челиним поцинкованим оквиром) | 250 | Монтажа укључена у цену |
| 2 | Апсорбујућа, алуминијумски панои | 146 | Монтажа износи 15% од укупне инвестиције |
| 3 | Апсорбујућа, метални "Fe" панои (топло цинковани) | 208 | Монтажа износи 15% од укупне инвестиције |
| 4 | Апсорбујућа, дрвене ограде | 42 | Монтажа износи 15% од укупне инвестиције |
| 5 | Апсорбујућа, дрвене-цементне ограде | 205 | Монтажа износи 15% од укупне инвестиције |
| 6 | Апсорбујућа ограда од челичног лима, пуњена минералном вуном | 250 | Монтажа укључена у цену |
| 7 | Транспарентне ограде | 270 – 925 | Монтажа укључена у цену |

## 5.3.3. Коловозни застор

Прогноза набавних цена посебног коловозног застора представља највећи изазов у изради ове студије. Тај изазов потиче од два примарна фактора:

- не постоје искуствени, тј. историјски подаци о овим ценама на домаћем тржишту, као ни на сродним тржиштима,
- цена нафте и нафтних деривата у протеклом периоду била је окарактерисана великим осцилацијама.

Подаци који су узети за потребе израде ове Студије базирани су на истраживањима спроведеним у Европској унији и то посебно у северним и скандинавским земљама које предњаче у примени ових технолошких решења.

Специјални порозни асфалт побољшаних звучних карактеристика захтева инсталирање дренажних цеви са две стране пута, уколико је саобраћајница у граду где постоје ивичњаци.

За потребе Студије узети су следећи подаци за двослојни порозни коловозни застор:

– Цена горњег слоја 25 mm PA8: 5,4 €/m$^2$,
– Век трајања горњег слоја: 7 – 8 година,
– Цена доњег слоја 45 mm PA16: 9,7 €/m$^2$,
– Век трајања доњег слоја: 15 година,
– Цена уклањања старог асфалта: 3,4 €/m$^2$,
– Цена чишћења пута: 0,07 €/m$^2$,
– Учесталост чишћења пута: једанпут годишње,
– Цена зимског одржавања асфалта (50% скупље у односу на непорозни асфалт): 4,83 €/m$^2$.

# 6. УТВРЂИВАЊЕ ПРОСТОРНИХ АСПЕКАТА ПРОЈЕКТОВАНЕ ЗАШТИТЕ

У оквиру ове Студије предложене су три реалне технички и економски оправдане мере заштите од буке друмског саобраћаја: фасадним елементима, звучним баријерама и специјалним коловозним застором.

Код фасадних елемената (прозора) нема смисла говорити о просторном аспекту, с обзиром да су они саставни део већ постојећих објеката.

Код специјалног коловозног застора просторни аспект се односи на просторни аспект саме саобраћајнице и није предмет анализе у овој Студији.

У наредном тексту дат је преглед просторних аспеката који се односе на звучне баријере.

Постављање звучне баријере дуж саобраћајнице доводи до ремећења већ постојећег стања на датој локацији. У зависности од тога да ли се звучна баријера поставља изван насеља или у насељу постоје различити утицаји на саму локацију. Док постављање звучних баријера изван насеља не доводи до претераног ремећења комуникационих праваца, постављање баријера у насељеним местима може имати вишеструки утицај на околину.

Овом Студијом није дефинисан коначан јединствен предлог заштите из неколико разлога, што је обим главног пројекта. Студија се бави принципима, а не коначном конкретном обрадом појединих деоница. Обрада по деоницама, по правилу, обухвата анализу све три мере заштите, са оценом предности сваке од њих. Анализиране мере могу да се примењују и у комбинацији са варијацијом меродавне карактеристике.

Ова Студија представља како је то Инвеститор навео пионирски приступ, па су Обрађивачи сматрали да је непожељно прејудицирати појединa решења.

Ипак, и за овако дата решења могу се појединa решења изузети или пак усвојити као коначна. На фотографијама приказаним на сл. 6.1.1–6.1.5 су за поједине локације пројектоване баријере како би се визуелно дочарао утисак ове мере заштите.

## 6.1. АНАЛИЗА ОДАБРАНИХ ЛОКАЦИЈА

Анализа одабраних локација је детаљно разрађена у Поглављу 2.

Како је важно да предложена мера заштите не ремети постојеће стање на датој локацији у најмањој могућој мери овде ће бити дата анализа у том смислу.

**Локације: ММ1: Е75/М22; Аутопут Београд – Нови Сад, Београд; насеље Галеника,**
**ММ3: М7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка, Ветерник и**
**ММ11: Е760/М22; Магистрални пут Београд – Чачак; Београд**

Ове локације одабране за анализу са аспекта заштите од буке су локације на којима саобраћајница пролази кроз насеља у којима преовладавају стамбене зграде са становима у више етажа у којима живи велики број становника и као таква представљају чисто стамбену зону.

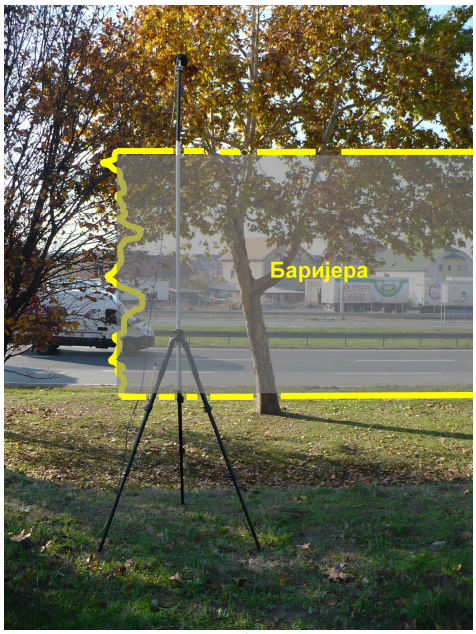
Предложена мера заштите за ову локацију је замена фасадних елемената. Ова мера не ремети постојеће стање. Предложена мера замене коловозног застора такође се може применити на овој локацији и не ремети постојеће стање.

Предложена мера постављања звучних баријера на овој локацији иако има једину сврху смањења буке друмског саобраћаја није добро решење. Баријере се у насељеном месту никако не уклапају у постојеће стање околине. Ремећење околине се огледа највише у изоловању појединих делова локације што највише доводи до осећаја смањења животног простора. На овој локацији показује се да примена само баријере висине чак 5 m не задовољава као илустрација примењене мере.

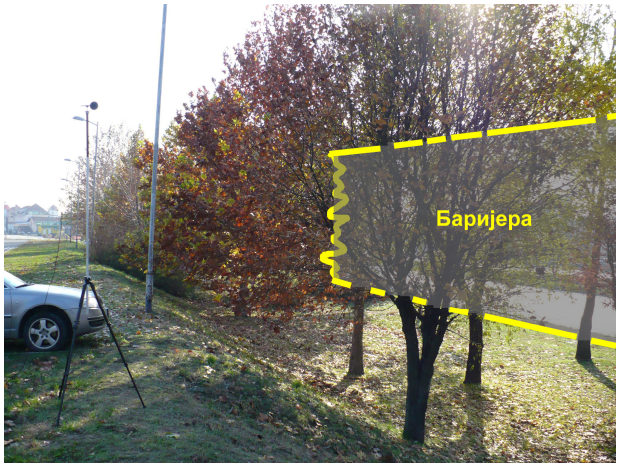
На фотографијама на сл. 6.1.1–6.1.3 су приказане посматране локације са пројектованим баријерама.




*Сл. 6.1.1. ММ3 са положајем и величином баријере*




*а)*




*б)*

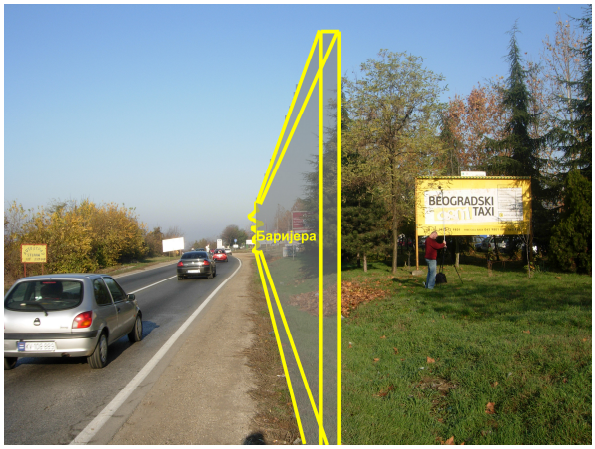



*ц)*

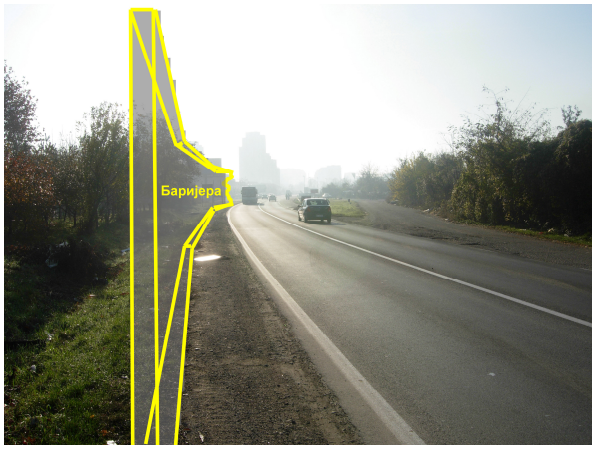
*Сл. 6.1.2. ММ1 са положајем и величином баријере*




*а)*




*б)*




*ц)*

*Сл. 6.1.3. ММ11 са положајем и величином баријере*

**Локација: ММ2: М7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Футог**

Ова локација одабрана за анализу са аспекта заштите од буке је локација на којој саобраћајница пролази кроз насеље у коме преовладавају индивидуалне зграде за становање са индивидуалним двориштима и као такво представља чисто стамбену зону.

Предложена мера заштите за ову локацију је замена фасадних елемената. Ова мера не ремети постојеће стање. Предложена мера замене коловозног застора такође се може применити на овој локацији и не ремети постојеће стање.

Предложена мера постављања звучних баријера на овој локацији је такође реално решење само са аспекта акустике с обзиром да штити и индивидуална дворишта. Решење се не уклапа у постојеће стање околине. У датом сеоском амбијенту анкетом би требало испитати однос становништва према оваквом решењу.

На фотографији на сл. 6.1.4 је приказана посматрана локација са пројектованом баријером.




*Сл. 6.1.4. ММ2 са положајем и величином баријере*

**Локација: ММ4: М7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Нови Сад**

Ова локација одабрана за анализу са аспекта заштите од буке је такође локација на којој саобраћајница пролази кроз насеље у коме преовладавају стамбене зграде са становима у више етажа у којима живи велики број становника и као такво представља чисто стамбену зону.

Предложена мера заштите за ову локацију је замена фасадних елемената. Ова мера не ремети постојеће стање. Предложена мера замене коловозног застора такође се може применити на овој локацији и не ремети постојеће стање. За ову локацију није предложена мера постављања звучних баријера. Ради се о путу који тангира високо урбани део градске целине.

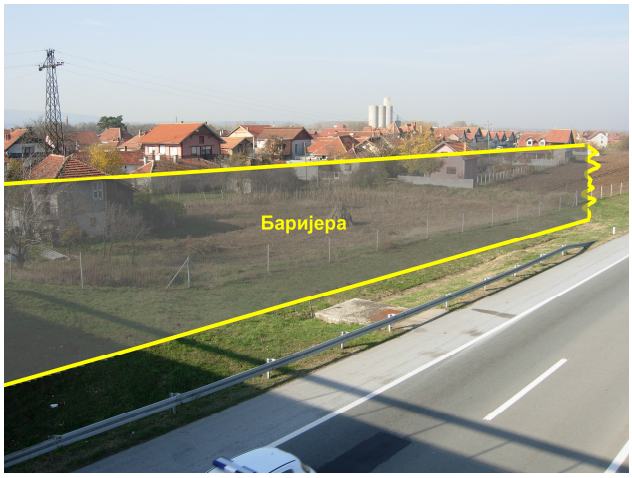
**Локације: ММ5: Е75/М1; Аутопут Београд – Ниш; Ћуприја,**
**ММ6: Е75/М1; Аутопут Београд – Ниш; Бобовиште,**
**ММ7: Е80/М1.12; Магистрални пут Пирот – Ниш; Ниш,**
**ММ8: Е80/М1.12; Магистрални пут Ниш – Пирот; Ниш,**
**ММ9: Е80/М1.12; Магистрални пут Пирот – Софија; Пирот,**
**ММ10: Е75/М1; Аутопут Ниш – Београд; Ражањ,**
**ММ12: М19; Магистрали пут Шабац – Лозница; Шабац и**
**ММ14: Е760/М22; Магистрални пут Београд – Чачак; Горњи Милановац**

Ове локације одабране за анализу са аспекта заштите од буке су локације на којима саобраћајница пролази поред насеља у којима преовладавају индивидуалне зграде за становање са индивидуалним великим двориштима и припадају зони дуж аутопута односно магистралног пута.

Предложена мера заштите за ове локације није замена фасадних елемената иако ова мера не би реметила постојеће стање. Предложена мера замене коловозног застора може се применити на овој локацији и не ремети постојеће стање.

Предложена мера заштите за ове локације је постављање звучних баријера. Ова мера ремети постојеће стање, али у минималном обиму. У случају локација дуж аутопутева и магистралних путева постављање баријера није критично с обзиром на то да се баријере постављају у заштитном појасу саобраћајнице и чине њен саставни део. Баријера ремети изгледа локације (пејзажа), али околно становништво има далеко већу корист од ње.

На фотографији на сл. 6.1.5 је приказана једна од посматраних локација са пројектованом баријером.




*Сл. 6.1.5. ММ5 са положајем и величином баријере*

**Локације: ММ13: М21; Обилазница око Ваљева; Ваљево и**
**ММ15: Е761/М5; Магистрални пут Краљево – Крушевац; Краљево**

Ове локације одабране за анализу са аспекта заштите од буке су локације на којима саобраћајница пролази поред насеља у којима преовладавају индивидуалне зграде за становање са индивидуалним великим двориштима и припадају зони дуж аутопута односно магистралног пута.

Предложена мера заштите за ову локацију је замена фасадних елемената. Ова мера не ремети постојеће стање. Предложена мера замене коловозног застора може се применити на овој локацији и не ремети постојеће стање. За ову локацију није предложена мера постављања звучних баријера.

## 6.2. ОЦЕНА И ИЗБОР ПРИОРИТЕТНИХ ЛОКАЦИЈА

Локације одабране за анализу у оквиру ове Студије су послужиле као модел за будуће анализе са аспекта заштите од буке и предложених мера заштите од буке. Ове моделске локације не решавају проблематику заштите од буке на целокупној путној мрежи у Републици Србији нити дају јединствено коначно решење за дату локацију већ дају пример могућег решења и указују на проблематику при изради пројекта сваког новог пута или реконструкције постојећих.

## 6.3. УСАГЛАШЕНОСТ УСВОЈЕНЕ ВАРИЈАНТЕ СА МЕРАМА КОЈЕ СУ ВЕЋ ПРЕДУЗЕТЕ ИЛИ ПЛАНИРАНЕ ЗА СМАЊЕЊЕ БУКЕ, КАО И СА СВИМ ПРОЈЕКТИМА ТЕХНИЧКИХ МЕРА ЗАШТИТЕ ОД БУКЕ У ПРИПРЕМИ

У досадашњој пројектној документацији примењен је низ мера којима се би могла да се оствари заштита од буке, нпр. спуштањем нивоа саобраћајнице у односу на околни простор, сађењем зелених појасева, постављањем објеката под углом у односу на саобраћајницу, адекватном обрадом фасаде и др. Такође, дате су и мере заштите у виду постављања звучних баријера и специјалног коловозног застора. Међутим, питање је да ли свака од ових мера доприноси и колико доприноси смањењу буке друмског саобраћаја.

Денивелација саобраћајнице тако што ће она бити спуштена изнад нивоа околног терена, па још ако је у комбинацији са баријером може да да квалитетно решење заштите ширег подручја. Када се говори о заштити од буке као примарним разлогом неког пројектног решења тешко је веровати да ће се неки пројектант саобраћајнице одлучити за овакво решење. Ако постоје други примарни разлози за овако пројектантско решење са акустичког становишта може се рећи да је оно погодно и пожељно.

Однос обрађивача ове Студије, али и објективан став према засадима дрвећа као мери заштите од буке, изречен и елаборирам је напред у тексту. Засади дрвећа нису решење заштите од буке. Они су корисни, пожељни, лепи, али се не могу препоручити као мера заштите од буке. Смањења нивоа буке која се њима могу добити су занемарљива.

Постављање објеката под углом у односу на саобраћајницу или тзв. адекватна обрада фасада су мере које је тешко претпоставити као реална практична техничка решења. Постављање објеката под углом у односу на саобраћајницу као решење има можда само неки теоретски значај више за уџбенике.

Израђени научни пројекти који су требали да дају обраду фасаде која би дала неке погодности у погледу заштите од буке завршавали су се без конкретних резултата. Са аспекта ове Студије која решава проблеме смањења буке друмског саобраћаја на магистралним путевима адекватна обрада фасада нема много смисла. Под адекватном обрадом углавном се подразумева апсорпциона обрада фасада у улицама кањонског типа. Оваква обрада чак нема смисла ни у високо урбаним срединама са улицама кањонског типа, макар не у агломерацијама какве су уобичајене у Србији. Могућа звучна апсорпција фасаде, која треба да буде основа ове заштите, чак и у најоптимистичкијим прогнозама је премала да би допринела неком децибелу смањења буке, али би зато

створила озбиљних проблема за век и трајност објекта, одржавање и прљање фасаде, а вероватно би погоршала хидро и хигро карактеристике објекта.

У оквиру ове Студије експлицитно је показано да су начини за смањење буке уградња фасадних елемената са одговарајућом звучном изолацијом, постављање звучних баријера са одговарајућом звучном апсорпцијом и изолацијом, као и постављање специјалног коловозног застора са побољшаном звучном апсорпцијом.

### 6.4.1. Просторне последице заузимања површина на јавном путу, односно на другом земљишту које користи управљач јавног пута и раздвајања целина

Проблематика заузимања површина неопходних за изградњу саобраћајнице као и свих пратећих садржаја, а тиме и елемената за заштиту од буке, [P1], представља један од битних параметара меродаван за дефинисање односа те саобраћајнице и животне средине. Оваква анализа је врло актуелна с обзиром да површине које саобраћајнице покривају представљају заувек заробљен ресурс који се више не може привести некој другој намени. То је посебно значајно са аспекта заузимања обрадиве површине, јер су ове површине ограничене. Ипак, анализа утицаја саобраћајнице је предмет пројектовања исте и неће овде бити посебно разматрана.

У процесу дефинисања могућих утицаја звучних баријера на заузимање површина морају се сагледати и еколошки аспекти и предузети одговарајуће мере за смањење могућих утицаја на најмању могућу меру. Захтеви за просторну локацију звучних баријера (насипи, баријере) су дати у оквиру прописа за пројектовање коловозног профила на путу, поштујући радну ширину и нагиб одређене врсте путног система.

Просторна локација звучних баријера према Закону [P1] дефинисана је у оквиру заштитног појаса. Поред тога, у случајевима када земљиште евентуално не припада власнику пута постоје могућности заузимања земљишта кроз куповину земље или експропријацију у друштвеном интересу.

### 6.4.2. Утицаји на локални просторни развој

Насељена подручја која постоје дуж сваке од одабраних деоница. На неким локацијама насељена места односно објекти у њима су правилно распоређени дуж деонице, док су на неким локацијама објекти неправилно и неравномерно распоређени.

У циљу очувања културног наслеђа потребно је водити рачуна и о непокретним културним добрима који су делимично или потпуно на правцу саобраћајнице или који се налазе у његовој близини.

Анализом утицаја саобраћајнице треба водити рачуна и о основним карактеристикама становништва, као и о насељеним садржајима који су изложени утицајима саобраћајнице како позитивним тако и негативним.

## 6.4.3. Претходна оцена просторне подобности

Анализа постојећег стања у оквиру ове Студије се огледа у прикупљању свих релевантних података за сагледавање комплетне слике ситуације која постоји на свим деоницама државних путева I и II реда у Републици Србији. Оценом оваквог стања стиче се увид у комплетну информативну основу о постојећем стању. Карактеристика и параметри саобраћајних токова суштински одређују проблематику великог броја показатеља па и буке која потиче од друмског саобраћаја.

Звучне баријере се постављају у заштитном појасу саобраћајнице и при томе треба да задовоље одређене захтеве. Оне треба да буду што ближе извору буке као и да имају што већу висину. При томе треба да задовоље одређене захтеве статике, временских као и естетских услова. Део звучне баријере су излази у случају опасности (безбедоносни захтеви).

За сваку локацију за коју је усвојена варијанта за смањење буке постављањем звучне баријере треба урадити пројекат звучне баријере за ту конкретну локацију. Овим пројектом треба да буду разрешена сва питања која су у вези са статиком избором баријере, заузимањем површине и утицајем на животну средину на датој локацији.

Изградњом звучних баријера потребно је решити и низ проблема који су у вези са заштитом животне средине. Ови проблеми се разликују од случаја до случаја као и од врсте баријера које се користе и могу бити следећи:

- раздвајање – потенцијалне препреке за већ постојеће путеве кретања људи или других активности;
- губитак земљишта – потенцијални губитак пољопривредног, индустријског и других врста земљишта,
- заштићене природне баштине – потенцијална препрека према заштићеним парковима, пределима, резерватима, споменицима и сл.
- заштита природе – раздвајање и поремећај навика и станишта животиња,
- локална хидрологија – спречавање одводњавања воде,
- монотоност – потенцијални утицај на возаче и путнике (утисак суженог простора).

Сваки од ових проблема приликом пројектовања баријере треба посматрати одвојено и анализирати га са релевантним стручњаком за заштиту животне средине.

Изглед звучних баријера у неким случајевима може да има позитиван ефекат на животну средину па као такве баријере могу да се користе да испуне неке друге животне циљеве, као нпр. насип може бити направљен тако да обезбеди станишта дивљих животиња и да их заштити од саобраћаја.

## 6.4.4. Безбедносни захтеви

При пројектовању звучне баријере морају се испоштовати и сви безбедносни захтеви који се односе на техничке прописе и заштиту животне средине.

Током периода експлоатације звучне баријере су подложне различитим оптерећењима. Као резултат превеликог оптерећења настају деформације конструкције звучне баријере. Међутим, оне не смеју да умање основну функцију баријере током периода експлоатације и угрозе безбедност учесника у саобраћају или безбедност околине.

Основни захтеви за посебна механичка својства конструкције и елемената звучних баријера, [P40], односе се на аеродинамичко оптерећење, сопствену тежину звучне баријере, ударе камења, оптерећење које настаје као резултат удара возила и динамичка оптерећења приликом чишћења снега, као и на евентуално могуће померање заштитне ограде.

Конструкције звучне баријере које се налазе поред коловоза изложене су ударима камења које излеће испод точкова возила па тако сами елементи баријере као і материјали за њихово причвшћивање морају бити отпорни на оштећења.

Такође, ове конструкције углавном нису димензионисане тако да могу издржати оптерећења која настају као резултат удара возила и зато су од наведених удара заштићене заштитном оградом. Уколико то није случај, конструкције за заштиту од буке морају имати заштиту од удара возила.

Конструкција за заштиту од буке не сме да представља опасност по возаче и путнике. Приликом планирања конструкција звучне баријере комбинованих са заштитном оградом потребно је узети у обзир одредбе стандарда [P43].

Конструкција звучне баријере треба да издржи и сва оптерећења која се могу јавити у зимским условима, нпр. наноси снега, оптерећења при чишћењу снега и сл.

Општом сигурности и разматрањима са аспекта заштите животне средине, [P41], обухваћени су следећи аспекти:

- отпорност на пожар,
- секундарна безбедности у вези са ризиком од пада рушевина након удара,
- заштите животне средине са захтевом да се идентификује сваки ризик од употребљеног материјала на животну средину током времена,
- излази за случај опасности у хитним случајевима, што укључује и излазе за приступ особља и возила за хитне интервенције и за одржавање,
- рефлексије светлости,
- транспарентност.

Конструкције звучне баријере морају у највећој могућој мери бити отпорне на пожаре у природи као и на пожаре које проузрокују запаљиве супстанце укључујући и проливено гориво за моторна возила. Уколико се конструкција звучне баријере користи и као заштита од пожара, а налази се поред зграда треба да заштити зграде од ширења пожара са коловоза. С обзиром на отпорност на пожар конструкције за заштиту од буке према [P41] (додатак А) класификујемо у три класе према употребној дозволи:

- Класа 1 – употреба није дозвољена у следећим случајевима:

- за елементе за заштиту од буке који се налазе у близини зграда (удаљеност мања од 10 m),
- за елементе за заштиту од буке који се протежу изнад коловоза,
- у околини у којој је повећана опасност од избијања пожара у природи,
- у тунелима.

– Класа 2 – употреба није дозвољена у следећим условима:
  - за елементе за заштиту од буке са посебним захтевима у вези са отпорношћу на пожар (нпр. објекти од изузетног значаја и високи захтеви који се односе на безбедност саобраћаја).
– Класа 3 – нема ограничења.

Секундарна безбедност је од посебног значаја за баријере инсталиране на мостовима или између коловозних трака где се користе транспарентни панели. Елементи звучне баријере треба да буду причвршћени за елементе носеће конструкције тако да ниједан оштећени део приликом свог пада (нпр. услед ударца возила или сл.) не представља опасност за учеснике у саобраћају (нпр. испод надвожњака).

Конструкција за заштиту од буке треба да омогући унутрашњу и спољашњу повезаност свих делова тако да је приликом деформације или оштећења онемогућено испадање или одвајање оштећених делова. Један пример је приказан на сл. 6.4.1.



*Сл. 6.4.1: Секундарна безбедност*

Елементи конструкција звучне баријере морају бити димензионисани тако да сваки спој мора да издржи тежину читаве конструкције.

Пошто конструкције за заштиту од буке ометају приступ неком подручју (на путу и његовој околини) за посебне случајеве (нпр. при одржавању, спашавању, изласку са пута) потребно је обезбедити излазе (пролазе) у случају опасности.

Број и локација излаза се утврђују према дужини конструкција за заштиту од буке. Ширина излаза у случају опасности је најмање 0,9 m. Висина излаза у случају опасности је најмање 2,1 m, осим у случају баријере која је нижа од 2,1 m и тада је та висина укупна висина конструкције.

У случају пута који је на насипу излази за случај опасности треба да буду повевезани степеништем од армираног бетона са оградом која до подножја насипа.

Врата и излази за случај опасности треба да буду интегрални део баријере па као такви треба да се уклопе у укупни визуелни концепт. Међутим, важно је да се ови прилази могу лако разликовати. На сваком од излаза треба да постоје адекватни знаци који су лако разумљиви, као нпр. на сл. 6.4.2.



*Сл. 6.4.2: Адекватан безбедоносни знак*



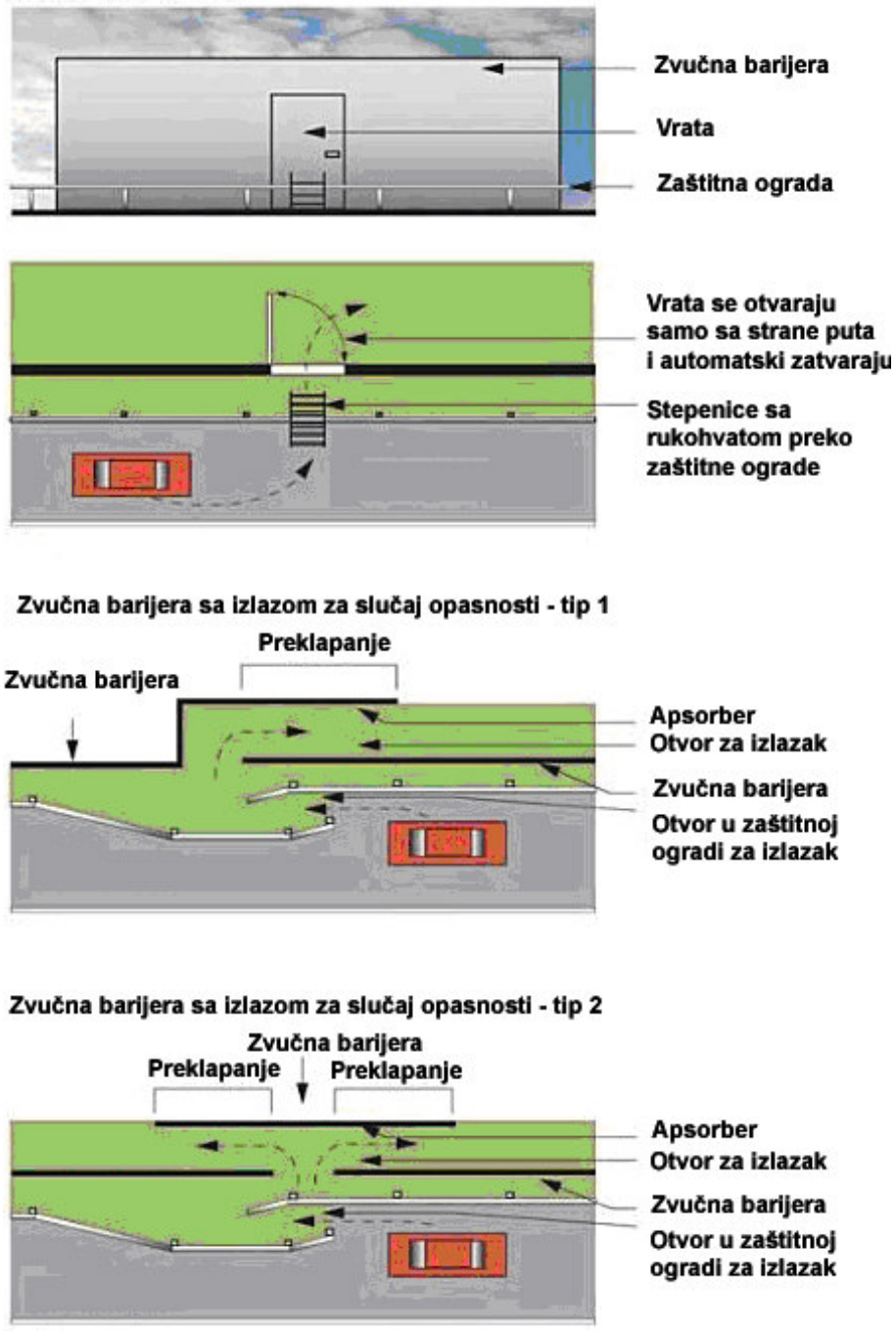
*Сл. 6.4.3: Комбиновани излаз за случај опасности за људе и возила*

Постоје различити захтеви за растојањима на којима треба да се појаве излази у случају опасности. Нпр. у Великој Британији се захтева да се обезбеде излази на растојањима мањим од 200 m. Ови излази такође треба да буду довољно широки да омогуће пролазак нпр. носилима како је приказано на сл. 6.4.3. У Чешкој Републици се захтева да се излази за случај опасности налазе на растојањима најмање 150 m за дужине баријера које су веће од 300 m. У случају постављања звучних баријера на мостовима излази за случај опасности су повезани са сервисним степеницама.

Такође постоји захтев да отварање ових излаза буде искључиво са коловозне стране (стране пута), при чему једино особље за одржавање и хитне службе треба да имају приступ и са друге стране звучне баријере.

Поред свих ових захтева, акустичке карактеристике баријера не смеју бити угрожене присуством излаза за случај опасности, [P41].

На сл. 6.4.4. су приказане могућности реализације излаза у случају опасности.




*Сл. 6.4.4:Могућности реализације излаза за случај опасности*

Рефлексија сунчеве светлости или светлости фарова може за неке углове да представља опасност по учеснике у саобраћају због опасности од заслепљивања. У циљу пројектовања конструкције звучне баријере пројектант је обавезан да унапред познаје количину усмерене светлости која се одређује у складу са [P46].

У вези са тим приликом пројектовања конструкција звучне баријере у обзир је потребно узети и статичку транспарентност баријере која је с обзиром на естетику значајна за људе који живе у близини конструкције (смањен осећај заробљености) и динамичку транспарентност која је значајна за безбедност учесника у саобраћају (побољшана оријентација). Транспарентним се сматрају елементи за заштиту од буке чија пропусност светлости прелази 50%.

Стандард [P46] не покрива све релевантне факторе безбедности и заштите животне средине па је потребно размотрити и следеће утицајне факторе: одржавање потребне видљивости за несметано одвијање саобраћаја, избегавање зона са сталном сенком које подстичу формирање леда, као и коришћење материјала који ће се уклопити у околну средину ради визуелног ефекта, а избећи употреба материјала из необновљивих извора.

На свим друмским саобраћајницама мора се кроз целу дужину саобраћајнице обезбедити одговарајућа видљивост, како би возач на време уочио препреку и био у могућности да безбедно заустави своје возило. То је нарочито важно на раскрсницама где прегледност мора бити још боља.

Карактеристика површине коловозног застора такође утиче на безбедност саобраћаја. Отпор клизању посебно по влажном коловозу повезан је са процентом саобраћајних несрећа. За већину порозних асфалта очекује се да има сличне карактеристике отпора клизања као и непорозни асфалт. Међутим, порозни асфалт за разлику од непорозног има отворену структуру са око 20 – 25% шупљина, па ове шупљине утичу поред смањења буке и на друге карактеристике. Нпр. отворена структура омогућава да се за време великих падавина вода не задржава на површини коловоза, већ се одлива кроз површински слој. Када је количина воде на путу смањена пљускање и распршивање воде је такође смањено, па је пријањање пнеуматика на коловозни застор боље. Тиме је видљивост побољшана а самим тим и безбедност.

# 7. ИДЕНТИФИКАЦИЈА ЕКОЛОШКИХ АСПЕКАТА – ЕФЕКТИ ТЕХНИЧКИХ МЕРА ЗАШТИТЕ ОД БУКЕ

## 7.1. ДОСАДАШЊЕ ПРОЦЕНЕ УТИЦАЈА И ПРЕДЛОЗИ ТЕХНИЧКИХ МЕРА ЗАШТИТЕ ОД БУКЕ

Досадашња пројектна документација која је била расположива за преглед препознаје проблем буке друмског саобраћаја и принципијелно коректно даје три могућа решења смањења буке: звучном баријером, применом прозора или коловозним застором.

Као подлога за оваква решења служили су искључиво прорачуни по правилу на нивоу карата буке који се своде на карте и бројне табеле. Оваква рачуница спровођена је са привидном прецизношћу, али на бази непрецизних улазних података без калибрације модела, са усредњеним вредностима. Већ ове три полазне основе показују да се ради о неквалитетним подлогама за пројекат.

Општи став који треба афирмисати је да прво одлука о примени мора да буде на бази поузданих индикатора, а затим и да је технички једино исправно, финансијски исплативо па све у свему корисно претходним поступком обезбедити квалитетне подлоге. Коректно спроведен претходни поступак доноси знатне уштеде.

Опште запажање је да се у досадашњим пројектима сви прорачуни спроводе на бази једноброjних показатеља уместо да се као једино исправан прорачун користи поступак уз примену фреквенцијске анализе. Само прорачуни на бази фреквенцијске анализе омогућују реалну процену нивоа буке.

Постојећа пројектна документација по правилу не садржи експлицитно дефинисане акустичке карактеристике на основу којих би се реализација (набавка, испорука и уградња) пројектованих елемената могла да спроведе коректно, а затим и изврши контрола и технички пријем изграђеног објекта у складу са пројектованим и захтеваним параметрима.

## 7.2. ПОДАЦИ О ПРЕКОРАЧЕНИМ ГРАНИЧНИМ ВРЕДНОСТИМА

На основу мерења буке и прорачуна буке на одабраним локацијама приказаним у поглављу 3 могуће је дати оцену према зонама како је дефинисано у [P20]. У табели 7.2.1 дати су подаци о прекораченим граничним вредностима на свакој од одабраних локација на основу највиших прорачунатих вредности нивоа буке за дан и ноћ.

*Табела 7.2.1: Подаци о нивоима буке и прекораченим граничним вредностима на одабраним локацијама за дан и ноћ*

| ММ | Број пута | Насеље | Нивои буке и прекорачења | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | **Највиша прорачуната вредност нивоа $L_{Aeq}$ [dB] Дан/Ноћ** | **Допуштена гранична вредност нивоа $L_{Ar,LT}$ [dB] Дан/Ноћ** | **Највеће прекорачење нивоа $\Delta L$ [dB] Дан/Ноћ** |
| 1 | М 22 (Е-75) | Београд, Галеника | 63,1 / 57,8 | 55 / 45 | 8,1 / 12,8 |
| 2 | М 7 | Футог | 66,7 / 57,8 | 50 / 45 | 16,7 / 12,8 |
| 3 | М 7 | Ветерник | 71,4 / 60,9 | 50 / 45 | 21,4 / 15,9 |
| 4 | М 7 | Нови Сад | 71,4 / 66,8 | 55 / 45 | 16,4 / 21,8 |
| 5 | М 1 (Е-75) | Ћуприја | 66,9 / 64 | 65 / 55 | 1,9 / 9 |
| 6 | М 1 (Е-75) | Бобовиште | 66,5 / 62,7 | 65 / 55 | 1,5 / 7,7 |
| 7 | М 1.12 (Е-80) | Ниш | 67,1 / 64,6 | 65 / 55 | 2,1 / 9,6 |
| 8 | М 1.12 (Е-80) | Ниш | 66,7 / 65,1 | 65 / 55 | 1,7 / 10,1 |
| 9 | М 1.12 (Е-80) | Пирот | 61 / 58,4 | 65 / 55 | – / 3,4 |
| 10 | М 1 (Е-75) | Ражањ | 57,8 / 58,4 | 65 / 55 | – / 3,4 |
| 11 | М 22 (Е-760) | Београд | 70 / 64,2 | 55 / 45 | 15 / 19,2 |
| 12 | М 19 | Шабац | 65,3 / 58,5 | 65 / 55 | 0,3 / 3,5 |
| 13 | М 21 | Ваљево | 70,3 / 63,5 | 65 / 55 | 5,3 / 8,5 |
| 14 | М 22 (Е-760) | Горњи Милановац | 66,5 / 59,5 | 65 / 55 | 1,5 / 4,5 |
| 15 | М 5 (Е-761) | Краљево | 63,6 / 55,4 | 65 / 55 | – / 0,4 |

Ови подаци одређени су по принципу најнеповољнијег случаја и показују постојеће стање буке друмског саобраћаја на одабраним деоницама и са еколошког аспекта оправдавају потребу за звучном заштитом.

На основу овако добијених података уочава се велика разноликост. На појединим деоницама критичан је само ноћни период, на другим пак оба, и дневни и ноћни. Прекорачене вредности су у великом динамичком опсегу, чак 22 dB добијеним на пробном узорку. У затеченом стању за очекивати је да овај динамички опсег буде и већи. Добијена прекорачења нивоа углавном су већа у ноћном периоду, али ово није правило.

На основу оваквих резултата а имајући у виду и могућности појединих мера заштите треба усвојити комбиновану примену могућих мера.

Треба имати у виду да смањење буке за сва три предложена решења је различито. Рачунато је да се највише могуће побољшање прозорима постиже 15 dB, баријером 8 dB, а коловозним застором 3 dB.

Ма колико утицај коловозног застора био мали и подложан врло строгим експлоатационим условима и везан за параметре на које овај Инвеститор не може да утиче (нпр. избор пнеуматика) потребно је ову меру реализовати у што већем броју случајева.

## 7.3. ОКВИРНА ПРОЦЕНА БРОЈА СТАНОВНИКА ИЗЛОЖЕНИХ БУЦИ И УГРОЖЕНИХ БУКОМ, ИДЕНТИФИКАЦИЈА ПРОБЛЕМА И СИТУАЦИЈЕ КОЈЕ ТРЕБА ПОБОЉШАТИ

На основу урађеног истраживања и анализа установљена су два основна критеријума која треба да определе потребу и динамику примене мера звучне заштите, а то су ниво буке и обим угрожене популације. Оба ова критеријума морају да буду у што већој мери објективизована и прецизно и реално утврђена.

Процена броја становника по одабраним локацијама које су анализиране у оквиру ове Студије дата је у Поглављу 2. У оквиру истог поглавља дата је и процена броја прозора који се користе као заштита на свакој од ових локација. У Поглављу 3 дата је процена дужине пута дуж којег је потребно поставити звучне баријере за сваку од одабраних локација што одговара и дужини пута са специјалним коловозним застором. У табели 7.3.1 дат је упоредни преглед карактеристичних параметара за предложена решења за звучну заштиту од друмског саобраћаја за одабране локације.

Динамика улагања треба да буде у првом реду базирана на најугроженија подручја и подручја са већим бројем становништва. Како свака технички разумна одлука не може изоловано да се спроводи потребно је у критеријуме уврстити и нетехничке факторе, па динамиком улагања треба предвидети и више других елемената, нпр. просторну равномерност, решења за појединачне случајеве, жеље становништва и сл.

*Табела 7.3.1: Упоредни преглед карактеристичних параметара за предложена решења звучне заштите*

| ММ | Број пута | Насеље | Процена карактеристичних параметара за предложена решења | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Број становника | Број прозора | Укупна дужина баријере [m] | Дужина специјалног коловозног застора [m] |
| 1 | М 22 (Е-75) | Београд, Галеника | 2 400 | 600 | 320 | 400 |
| 2 | М 7 | Футог | 400 | 300 | > 1 242 | 350 |
| 3 | М 7 | Ветерник | 800 | 192 | 314 | 350 |
| 4 | М 7 | Нови Сад | 1 600 | 400 | – | 270 |
| 5 | М 1 (Е-75) | Ћуприја | 240 | 120 | > 600 | 450 |
| 6 | М 1 (Е-75) | Бобовиште | 40 | 20 | 512 | 300 |
| 7 | М 1.12 (Е-80) | Ниш | 120 | 60 | 1 291 | 680 |
| 8 | М 1.12 (Е-80) | Ниш | 160 | 120 | > 500 | 150 |
| 9 | М 1.12 (Е-80) | Пирот | 80 | 40 | 295 | 200 |
| 10 | М 1 (Е-75) | Ражањ | 120 | 60 | 601 | 700 |
| 11 | М 22 (Е-760) | Београд | 1 200 | 300 | 203 | 200 |
| 12 | М 19 | Шабац | 175 | 140 | > 600 | > 600 |
| 13 | М 21 | Ваљево | 120 | 60 | – | 500 |
| 14 | М 22 (Е-760) | Горњи Милановац | 264 | 76 | 90 | 90 |
| 15 | М 5 (Е-761) | Краљево | 40 | 20 | – | 400 |

## 7.4. АНАЛИЗА МОГУЋИХ УТИЦАЈА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ И ПРЕТХОДНА ОЦЕНА ЕКОЛОШКЕ ПОДОБНОСТИ ПЛАНИРАНИХ МЕРА ЗАШТИТЕ ОД БУКЕ

Предмет ове Студије је смањење утицаја буке на животну средину и Студија се примарно бавила овом проблематиком заштите животне средине. Као могућа решења смањења буке побројана су решења дата у Поглављу 4, а као три основна техничка решења анализирана је заштита фасадом, баријером и коловозним застором. Ова три решења односе се на смањење буке као приоритетни аспект којим се Студија бави.

Поред овога проблематику је могуће проширити следећим питањем: Који су други утицаји на животну средину, али и уопште које су друге користи као и негативни утицаји односно штете примењених мера звучна заштите?

Такође, о подобности планираних мера заштите од буке првенствено се води рачуна о обиму заштите и броју заштићених субјеката. Претходна оцена планираних мера углавном се односи на баријере. У тексту су дати битни елементи које оваква оцена треба да обухвати. Претходна оцена треба да је базирана на прорачунима који треба да узму у обзир фреквенцијску зависност као и анализу релевантног индикатора.

### 7.4.1. Фасадни елементи

Фасадни елементи првенствено фасадна столарија (прозори и балконска врата) пројектовани као мера смањења буке друмског саобраћаја дају и друге позитивне утицаје.

Један врло значајан односи се на побољшање енергетске ефикасности објекта. Прозори и врата на фасади знатно утичу на смањење губитака топлоте, па је њихова замена у случају постојећих објеката, односно пројектовање и изградња нових, од битног су значаја на уштеду енергије. Код прозора и врата старије изграђених објеката није вођено рачуна о топлотној заштити са једне стране, а са друге стране током експлоатационог века самом употребом погоршана су њихова техничка својства.

Топлотни губици оваквих елемената могу да се класификују у две групе: као трансмисиони и као вентилациони губици. Током експлоатације знатно су погоршана својства која узрокују вентилационе губитке.

Нове технологије, термоизолациона стакла, конструктивна решења, технолошки поступци израде и сл. допринели су да су техничке карактеристике новопроизведених елемената знатно боље него што је то био случај раније. Смањени топлотни губици директно се исказују и могу да квантификују уштедом.

Негативни утицаји фасадног елемента на животну средину не постоје уколико се изузме чињеница да је за њихову производњу и уградњу потребна извесна енергија.

### 7.4.2. Звучне баријере

Звучна баријера се пројектује у циљу заштите од буке и ово представља главни и углавном једини позитиван утицај на животну средину. Могло би се поменути да у појединим случајевима звучна баријера може да заклони и визуелно допринесе побољшању пејзажа, мада је ово ипак само редак случај.

Са друге стране постоји низ других утицаја звучне баријере који се сврставају у негативне.

Према документу [А47] експлицитно треба водити рачуна о пејзажа на који звучна баријера значајно утиче. При овом треба имати у виду да већ само трасирање и изградња пута у великој мери ремети постојећеи пејзаж па је баријера само још један додатни елемент који реализује негативан утицај.

Баријера углавном није значајнија сметња миграцијама животиња. Поред аутопута већ постоји заштитна ограда постављена у великим дужинама. Баријера као таква поред заштитне ограде не ремети значајно пут миграција у смислу заштите животне средине имајући у виду њену ограничену дужину.

Уз остале магистралне путеве баријеру треба посматрати као елемент ограничене дужине па је и ту њен утицај на миграцију без значаја.

Баријера мора да обезбеди приступне и евакуационе путеве па овај елемент треба укључити у њихову реализацију. Приступни и евакуациони путеви, по правилу, утичу на акустичка својства баријере па у њиховој зони треба повести рачуна да њихова апликација не поремети пројектована акустичка својства. Неки примери и решења за овај случај дати су напред у тексту.

Баријера се по правилу поставља у заштитном појасу пута па се заузимање површина не мора сматрати као посебно изражено негативно својство баријере.

О негативном аспекту фрагментације предела може се говорити само у високо урбанизованим подручјима.

Негативни утицај баријера посебно је изражен у зонама раскрсница и укрштања путева смањењем прегледности и могућности визуелне оријентације, првенствено возача.

У литератури се могу наћи и други негативни утицаји баријере као нпр. отежано слетање хеликоптера и стварање вртлога при слетању и полетању који могу озбиљно да поремете безбедност.

Баријера може да има негативан утицај посебно у случају саобраћајних удеса како непосредно пре и непосредно после њих.

Транспарентне баријере могу да праве илузију слободног простора што ствара проблеме нарочито птицама које налећу на њих.

### 7.4.3. Специјални коловозни застори

Ова мера поред своје примарне и основне функције утицаја на смањење буке нема других како позитивних тако и негативних ефеката на животну средину.

Аспект таложења штетних материја исти је код свих коловозних застора. Он зависи од извора, а не од застора. Код порозних подлога таложење може да се нагомилава па тиме и концентрација али укупна количина је иста. На основу оваквог закључка посебну пажњу треба обратити на поступак одржавања и меру којом се овакве штетне материје том приликом уклањају.

## 7.5. ПРЕДЛОГ БУДУЋИХ МЕРА ЗАШТИТЕ ОД БУКЕ

Као будуће мере заштите од буке треба поново указати на мере како су прописане у поглављу 4. Примена ових мера може да се групише према два случаја и то: постојећој путној мрежи и новопројектованим путевима. У оба случаја важе исти принципи с тим што је у случају новопројектованих могуће водити рачуна о свим могућим мерама и благовремено унапред.

У пракси се ипак не може наћи траса за изградњу саобраћајнице која би била неутрална са аспекта животне средине, већ као и свако пројектовање, за свако одабрано решење представља компромис технички по правилу супротстављених захтева.

## 7.6. ОДНОС ПРЕМА ПРИРОДНИМ И КУЛТУРНО-ИСТОРИЈСКИМ ДОБРИМА

У Србији постоје заштићене природне баштине и то чак 461, према [А34]. Овде се убрајају национални паркови, предели, резервати, споменици природе и природне реткости којих има 644. При изради свих нових пројеката о њима уколико је траса у њиховој близини треба посебно водити рачуна. У Србији постоји пет националних паркова: Ђердап, Тара, Копаоник, Фрушка Гора и Шар-планина. Сви пројекти па и пројекти заштите од буке треба да узму у обзир заштићене целине.

Такође, треба навести како природна тако и културна добра која су под међународном заштитом. На овом месту неће бити посебно побројани, а указујемо на литературу [А34].

Културне и историјске вредности одређене територије не смеју бити занемарене изградњом звучних баријера. Визуелне везе зависи од самих својстава баријере, растојања и пејзажа. Звучне баријере могу да буду визуелна препрека између путника и споменика. Такође, баријере спречавају поглед на панораму града или пејзаж. То смета како становницима, а посебно туристима. Овај негативан утицај може да утиче и на локалну економију, туризам као и смањење коришћења других услуга које су у директној вези са њим.

# 8. УТВРЂИВАЊЕ ФИНАНСИЈСКЕ ЕФИКАСНОСТИ СА ОЦЕНОМ РЕНТАБИЛНОСТИ МЕРА

## 8.1. ПРОРАЧУН ПОТРЕБНИХ УЛАГАЊА

Прорачун потребних улагања за потребе ове Студије рађен је за 15 локација, за три варијанте (од чега једна варијанта има четири подваријанте). Поред наведених 15 конкретних локација, урађен је модел за прорачун трошкова заштите од буке новопројектованих саобраћајница. У зависности од техничко-технолошке природе предложених решења, у обзир су узимани различити трошкови.

**Звучна изолација фасаде и фасадних елемената** се заправо односи на замену старих прозора новим и савременијим прозорима који поседују боље карактеристике у погледу звучне, али и топлотне изолације.

Један од начина да се контролише ниво буке и заштити популација од њеног негативног дејства јесте замена постојећих и уградња нових прозора који имају вишеструки ефекат: штите од буке и побољшавају енергетску ефикасност, тј. њиховом уградњом се остварује значајна уштеда у потрошњи енергије. У боравишним просторијама стамбених зграда највиши укупни ниво буке не би требао прећи вредност од 30 dB ноћу и 40 dB дању.

Прозори се састоје од прозорских крила са вишеструким застакљењем и од прозорског оквира. На тржишту постоје различите комбинације наведених елемената – прозори са вишеструким застакљењем 4+12+4, 4+15+4, 4+16+4, 6+12+6, и са оквирима од дрвета, ПВЦ, алуминијума или њихове комбинације. Све наведене врсте одликује различита звучна изолациона моћ и различита тржишна цена, па је на основу анализе неколико опција, одабрана као оптимална врста прозора са вишеструким застакљењем 4+12+4 и оквиром од ПВЦ, чија је звучна изолациона моћ 40 dB, док код старих и дотрајалих прозора она износи око 20 dB.

Ова врста прозора је одабрана због оптималног односа квалитета и цене. Такође, за одабрану врсту прозора вредност коефицијента пролаза топлоте $U(k)$ износи 1,4 W/(m$^2$K), што је прихватљива вредност код стакла. Комбинације других материјала и стакала (чак се негде користи и трослојно стакло), за потребе ове Студије немају значајнијег утицаја јер је цена драстично већа, док звучна изолациона моћ није у директној вези.

Разматрано је 15 локација са различитим карактеристикама у погледу типа објекта, броја објеката на локацији, величине прозора на објектима, па је анализом наведених локација евидентирано следеће:

- укупна површина прозора изложених буци (окренути саобраћајницама) на објектима на свих 15 локација износи 4.382,12 $m^2$,
- цена прозора са демонтажно-монтажним радовима по $m^2$ прозора износи 121,50 eur/$m^2$.

Укупно улагање се врши одједном у години када се разматра оправданост инвестиције, па је та година узета као нулта година у поступку дисконтовања.

Код **звучних баријера**, инвестициони трошкови за изградњу мера против буке састоје се од следећих главних делова:

- Инвестиције за израду студије буке, укључујући и истраживања и мерења на различитим локацијама
- Инвестиције у израду припремне документације и документације за изградњу звучних баријера
- Трошкови за подлоге за израду пројектне документације звучних баријера – трасирање инжењерских мрежа, геолошка истраживања и др.
- Трошкови куповине земљишта неопходних за постављање звучних баријера
- Трошкови изградње звучних баријера (доставе подупирућих конструкција и панела за испуну, информациони систем, транспорт и монтажа звучних баријера)
- Трошкови контролног мерења након увођења комплетне грађевине у експлоатацију (путева и звучних баријера).

С обзиром на то да постоје различити материјали за израду баријера, као и различите технологије за њихову производњу и уградњу, за детаљнији приказ и једноставније поређење, коришћене су техничке карактеристике и цене одређених типских звучних баријера.

Цена темеља зависи од конфигурације терена, геолошких услова, нивоа подземних вода, агресивитета окружења, смештање на другим објектима (гесимси мостова, потпорни зидови и др.). По подацима произвођача, цена темеља, у просеку, износи око 15% од цене панела.

Конструкција испунских панела звучних баријера се дели на категорије у зависности од њених апсорпционих особина и то на:

а) Рефлексионе – апсорпција < 4 dB (категорија A1),
б) Апсорбујуће – апсорпција у опсегу (4–7) dB (категорија A2),
ц) Високо апсорбујуће – апсорпција у опсегу (8–11) dB (категорија A3) и
д) Високо апсорбујуће – апсорпција > 11 dB (категорија A4).

Цена звучних баријера се креће у опсегу 20 – 1.000 eur/$m^2$ у зависности од типа, материјала, величине, врсте услуге и других фактора.

Постоје транспарентне и нетранспарентне баријере. Транспарентне баријере израђене су од стаклених панела (ламелираног, каљеног или армираног стакла) или од пластике (акрилне или поликарбонат плоче, плексигласа и сл). Нетранспарентне баријере израђују се од дрвета, метала, бетона, опеке итд.). Транспарентни панели имају краћи век трајања – до 10 година, док код нетранспарентних он износи најчешће 30 година.

Стаклени, тј. провидни панели се користе углавном на мостовима, односно на деловима саобраћајница, где је потребно да се задржи поглед на предео, односно значајну зграду, споменик, и др. Код оваквих звучних баријера, где постоји захтев за већу провидну површину, цена по $m^2$ се повећава.

Уградњу баријера врше и домаћи и страни произвођачи.

Због своје висине и тежине, баријере захтевају добру бетонску основу и чврсте стубове. Постављање основе и носећих стубова чини значајан удео у цени транспрентне ограде (према неким произвођачима трошкови бетонске основе са стубовима износе и до 40% цене панела по $m^2$).

Ако доњу носећу конструкцију представљају гесимси мостова, водопропусне цеви или потпорни зидови, цена звучних баријера зависи само од цене вертикалне конструкције, односно стубова и одговарајуће испуне (рефлексиона, апсорпциона или од соклових префабриката).

Током експлоатације нема изражених трошкова одржавања. Одржавање једном годишње подразумева:

- преглед површине конструкције (механичка оштећења),
- контролу места споја са стубом,
- контролу вијчаних склопова и евентуалних оштећења алуминијумских стезних летвица
- испирање остатака соли и других нечистоћа са површина конструкције,
- посебну пажњу треба посветити основама стубова.

За потребе ове Студије коришћена су четири типа баријера која ће касније бити анализирана.

Тип 1 звучне баријере који је узет у обзир је апсорбујућа, непрозирна ограда од полиетилена, са челиним поцинкованим оквиром. Дизајн подразумева челичне оквире и заштитну мреже од полиетилена, са могућношћу фарбања и сађења биљака. Дужина паноа износи 396 cm, а висина 100 cm.

Тип 2 звучне баријере који је у овом случају разматран су дрвени панои посебне апсорбујуће структуре. Апсорпциона моћ износи 11 dB. Висина паноа износи 50 cm, дужина 200 cm, а дебљина 10,5 cm.

Тип 3 разматраних баријера је дрвено-цементна ограда. Њен екарактеристике су:

- отпорност на ватру,
- отпорност на на соли,
- отпорност на на мраз и
- отпорност на на ударе каменом.

Тип 4 разматраних баријера је ограда од челичног лима, пуњена минералном вуном. Обе стране апсорбујућег панела направљене су од савијеног челичног лима дебљине 0,8 mm. Апсорбујући елемент је пуњење од минералне вуне веће густине. Апсорбујући елемент додатно је заштићен са негоривом техничком тканином која поседује добре механичке карактеристике, за побољшање звучне изолације је урађена временски отпорна дрвено-цементна плоча. Дужина паноа износи 300 cm, а висина 50 cm.

Збирни приказ карактеристика изабраних типова баријера са ценама које су коришћене за потребе ове Студије дат је у табели 8.1.1.

*Табела 8.1.1. Типови баријера*

| Тип баријере | Ограда од полиетилена, са челичним поцинкованим оквиром (тип 1) | Дрвени панои (тип 2) | Дрвено цементна ограда (тип 3) | Челични лим (са минералном вуном) (тип 4) |
|---|---|---|---|---|
| Дужина паноа (m) | 3,96 | 3,00 | 2,00 | 3,00 |
| Висисна паноа (m) | 1,00 | 1,00 | 0,50 | 0,50 |
| Апсорпција (dB) | 11 | 12 | 15 | 13,9 |
| Цена паноа са монтажом (eur/$m^2$) | 250 | 177 | 270 | 250 |

**Примена посебних коловозних конструкција** је решење које је релативно ново и не постоји велики извор података и цена о овоме. Такође, имајући у виду турбулентне промене на тржишту нафте и нафтних деривата јако је тешко и незахвално на основу искуствених, тј. историјских података дат прецизне дугогодишње прогнозе.

Спецификација предметног решења дата је у табели 8.1.2.

*Табела 8.1.2. Спецификација посебне коловозне конструкције*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Цена горњег слоја 25 mm PA8 (eur/$m^2$) | 5,4 |
| Век трајања горњег слоја (год) | 7–8 |
| Цена доњег слоја 45 mm PA16 (eur/$m^2$) | 9,7 |
| Век трајања доњег слоја (год) | 15 |
| Цена уклањања старог асфалта (eur/$m^2$) | 3,4 |
| Цена чишћења пута (eur/$m^2$) | 0,07 |
| Учесталост чишћења пута (јед./годишње) | 1 |
| Цена зимског одржавања асфалта (50% скупље у односу на обични асфалт) (eur/km) | 4.830 |

Трошкови који су у вези са применом овог решења су:

- трошкови израде пројектне документације,
- трошкова уклањања старог асфалта,
- трошкова постављања горњег и доњег слоја специјалног асфалта. Век трајања доњег слоја је 15 година, а горњег слоја 7 до 8 година,
- трошкова чишћења пута, које се врши једанпут годишње,
- трошкова зимског одржавања асфалта, које се врши једанпут годишње.

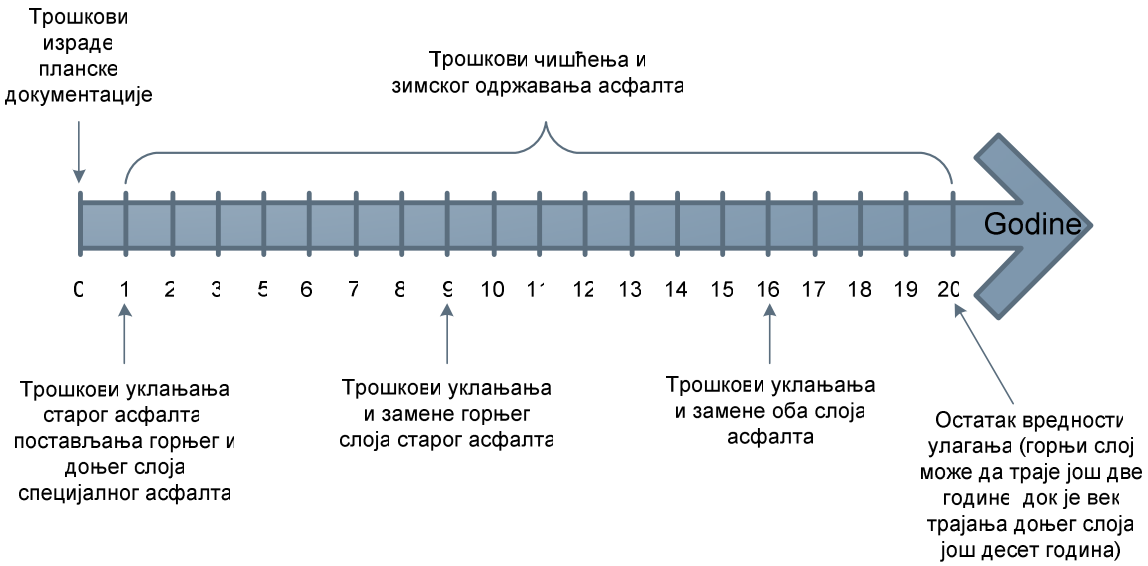
Наредних шест година потребно је једино одржавање пута, односно трошкови се састоје из трошкова чишћења пута и трошкова зимског одржавања асфалта.

У осмој години је потребно заменити горњи слој асфалта, па се годишњи трошкови увећавају за трошкове уклањања старог асфалта и трошкове постављања горњег слоја специјалног асфалта.

Следећих седам година трошкове поново чине само трошкови одржавања, све до шеснаесте године када је потребно заменити оба слоја асфалта, чиме су трошкови у тој години једнаки трошковима из прве године, изузмајући израду пројектне документације.

Специјални асфалт захтева инсталирање дренажних цеви са две стране пута, у граду, где постоје ивичњаци. Цена набавке и инсталације ових цеви, као и њихово редовно чишћење може представљати додатне трошкове, који нису узети приликом израде ове Студије.

Графички приказ инвестиционих улагања који су у вези са применом посебне коловозне конструкције дат је на слици 8.1.3.



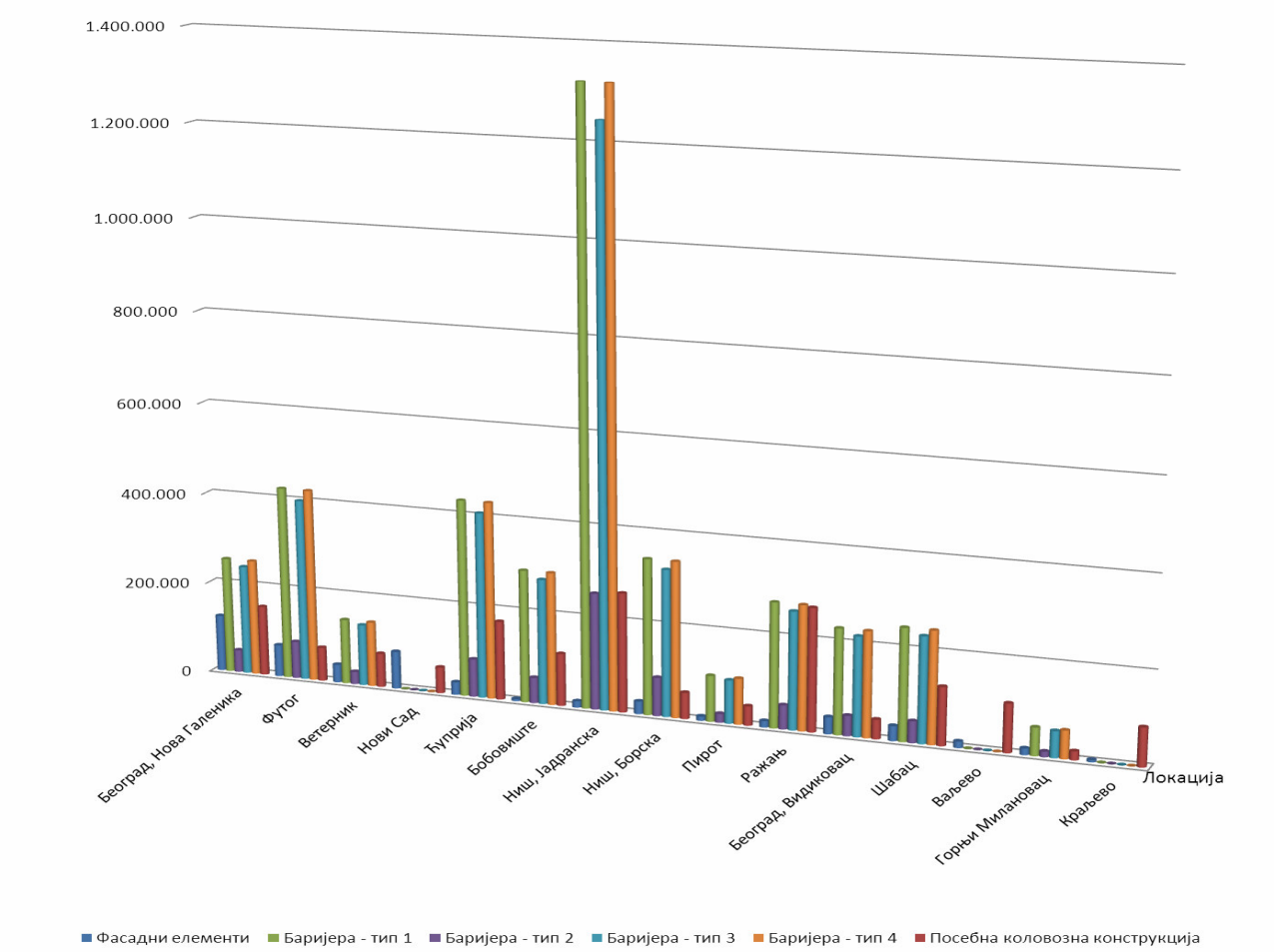

*Слика 8.1.3. Инвестициона улагања везана за израду и експлоатацију посебне коловозне конструкције*

Прорачуни дисконтованих улагања, за период од 20 година, за све варијанте и све локације, узимајући у обзир дисконту стопу од 10% дати су у табели 8.1.4. У овој табели такође су информативно наведени подаци почетних потребних улагања.

*Табела 8.1.4. Дисконтована и почетна улагања по варијантама и локацијама*

| Рб | Број пута | Назив насеља | Фасадни елементи | | Баријере | | | | | | | | Посебна коловозна конструкција | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | тип 1 | | тип 2 | | тип 3 | | тип 4 | | | |
| | | | Почетно улагање у еур | Дисконтовано улагање у еур | Почетно улагање у еур | Дисконтовано улагање у еур | Почетно улагање у еур | Дисконтовано улагање у еур | Почетно улагање у еур | Дисконтовано улагање у еур | Почетно улагање у еур | Дисконтовано улагање у еур | Почетно улагање у еур | Дисконтовано улагање у еур |
| 1 | М 22 (Е-75) | Београд, Нова Галеника | 127.575 | 123.782 | 294.000 | 254.673 | 56.801 | 49.203 | 277.242 | 240.157 | 294.000 | 254.673 | 109.102 | 153.924 |
| 2 | М 7 | Футог | 72.171 | 70.025 | 489.038 | 423.622 | 94.482 | 81.844 | 461.163 | 399.476 | 489.038 | 423.622 | 48.603 | 74.563 |
| 3 | М 7 | Ветерник | 40.824 | 39.610 | 164.850 | 142.799 | 31.850 | 27.589 | 155.454 | 134.659 | 164.850 | 142.799 | 48.603 | 74.563 |
| 4 | М 7 | Нови Сад | 85.050 | 82.522 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 37.493 | 57.520 |
| 5 | М 1 (Е-75) | Ћуприја | 28.868 | 28.010 | 498.750 | 432.035 | 96.359 | 83.469 | 470.321 | 407.409 | 498.750 | 432.035 | 122.739 | 173.164 |
| 6 | М 1 (Е-75) | Бобовиште | 4.811 | 4.668 | 336.000 | 291.055 | 64.915 | 56.232 | 316.848 | 274.465 | 336.000 | 291.055 | 81.826 | 115.443 |
| 7 | М 1.12 (Е-80) | Ниш, Јадранска | 14.434 | 14.005 | 1.524.994 | 1.321.005 | 294.629 | 255.218 | 1.438.070 | 1.245.708 | 1.524.994 | 1.321.005 | 185.473 | 261.670 |
| 8 | М 1.12 (Е-80) | Ниш, Борска | 28.868 | 28.010 | 393.750 | 341.081 | 97.627 | 84.568 | 371.306 | 321.639 | 393.750 | 341.081 | 40.913 | 57.721 |
| 9 | М 1.12 (Е-80) | Пирот | 9.623 | 9.337 | 116.156 | 100.619 | 22.442 | 19.440 | 109.536 | 94.884 | 116.156 | 100.619 | 27.773 | 42.607 |
| 10 | М 1 (Е-75) | Ражањ | 14.434 | 14.005 | 315.525 | 273.319 | 60.960 | 52.806 | 297.541 | 257.740 | 315.525 | 273.319 | 190.928 | 269.367 |
| 11 | М 22 (Е-760) | Београд, Видиковац | 38.273 | 37.135 | 266.438 | 230.798 | 51.476 | 44.591 | 251.251 | 217.643 | 266.438 | 230.798 | 27.773 | 42.607 |
| 12 | М 19 | Шабац | 38.273 | 32.679 | 283.500 | 245.578 | 54.772 | 47.446 | 267.341 | 231.580 | 283.500 | 245.578 | 83.319 | 127.822 |
| 13 | М 21 | Ваљево | 38.273 | 14.005 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 69.432 | 106.519 |
| 14 | М 22 (Е-760) | Горњи Милановац | 38.273 | 14.137 | 70.875 | 61.394 | 13.693 | 11.861 | 66.836 | 57.895 | 70.875 | 61.394 | 12.498 | 19.173 |
| 15 | М 5 (Е-761) | Краљево | 38.273 | 4.668 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 55.546 | 85.215 |
| **УКУПНО:** | | | **618.022** | **516.599** | **4.753.875** | **4.117.979** | **940.005** | **814.266** | **4.482.908** | **3.883.257** | **4.753.875** | **4.117.979** | **1.142.021** | **1.661.880** |

На сл. 8.1.5. графички су приказана дисконтована улагања по локацијама и предложеним решењима.




*Слика 8.1.5. Дисконтована улагања у еур*

На основу приказаних података, јасно се може видети да улагања драстично варирају, како у зависности од локације, тако и у зависности од примењеног решења.

Поред прорачуна за наведене конкретне локације, могуће је дати и уопштени модел за прорачун потребних улагања у заштиту од буке за новопројектоване саобраћајнице. У складу са генералном типлогијом објеката, која је дата у овој студији модел ће бити разрађен за два најчешћа случаја: када саобраћајница пролази поре низа самостојећих обејакат и када саобраћајница пролази поред насеља. Према усвојеној типологији, ради се о објектима типа 1 и објектима типа 2.

У наставку текста дат је наведени модел.

## Тип 1 – Низ слободностојећих индивидуалних стамбених објеката дуж посматране саобраћајнице

Тип 1 се односи на објекат габарита 10 m x 10 m, који се налази на парцели од 5-6 ари. Објекат, у просеку, има 8 $m^2$ прозора изложених буци. Поред саобраћајнице се налази низ оваквих објеката. Парцела од 5-6 ари је, рецимо, 20 m x 30 m где је страна од 20 m до саобраћајнице, што представља песимистички прорачун у односу на то да је страна од 30 m до саобраћајнице. На основу ових претпоставки можемо дати једначину за број објаката типа 1 на деоници пута:

$$n = \frac{L}{20} \quad [\text{kom}],$$

где је $n$ број објеката, а $L$ дужина деонице у метрима.

На овај начин добијамо да на 1 000 m дужине има 50 парцела, тј. 50 објеката типа 1.

### Фасадни елементи

Према претходно датој једначини и типологији објеката датој у овој Студији, можемо дати општу једначину за површину прозора типа 1:

$$P = n * 8 = \frac{L}{20} * 8 = \frac{2L}{5} \quad [\text{m}^2],$$

где је $P$ површина прозора, $n$ број објеката, а $L$ дужина деонице у метрима.

Према претходно наведеним претпоставкама, долазимо до податка да на локацији дужине 1 000 m, где се налазе објекти типа 1, има 400 $m^2$ прозора изложених буци.

Даље, можемо доћи до једначине за укупна улагања у замену прозора на одређеној локацији:

$$I = P * c = \frac{2L}{5} c \quad [\text{eur}],$$

где је $I$ износ укупних инвестиција у замену прозора, $P$ укупна површина прозора, $c$ цена прозора са демонтажом и монтажом по $m^2$, а $L$ дужина деонице у метрима.

Na основу дате једначине и цене квадрата прозора са демонтажом и монтажом која је узета за потребе ове Студије и износи 121,50 eur/$m^2$, добија се да потребна инвестициона средства за замену прозора на деоници пута дужине 1 000 m, где се налазе објекти типа 1, износе 48.600 eur.

Уколико се објекти налазе са обе стране саобраћајнице наведени износ се удвостручује.

## Звучне баријере

Да би се заштитио од буке низ објеката типа 1 дуж деонице пута дужине 1 000 m, потребно је поставити звучне баријере у укупној дужини од 1 100 m.

Укупна површина баријера потребна за заштиту предметне локације може се добити на основу једначине:

$$P = L * h \quad [\mathrm{m}^2],$$

где је $P$ укупна површина баријера, $h$ потребна висина баријере у метрима, а $L$ дужина деонице у метрима.

Износ потребних средстава за постављање баријера добија се на основу следеће једначине:

$$I = P * c = L * h * c \quad [\mathrm{eur}],$$

где је $I$ износ укупних инвестиција у постављање звучних баријера, $P$ укупна површина баријера, $h$ потребна висина баријере у метрима, $c$ цена баријере са трошковима монтаже по $\mathrm{m}^2$, а $L$ дужина деонице у метрима.

У зависности од конфигурације терена зависи и потребна висина баријера. За потребе модела усвојићемо да баријере могу бити висине 2,5 m, 3,5 m и 5 m. На основу те претпоставке добијамо за деоницу пута од 1 000 m:

$$I_{2,5} = P * c = 1.100 * 2{,}5 * c = 2.750 * c \quad [\mathrm{eur}],$$

$$I_{3,5} = P * c = 1.100 * 3{,}5 * c = 3.850 * c \quad [\mathrm{eur}],$$

$$I_{5,0} = P * c = 1.100 * 5{,}0 * c = 5.500 * c \quad [\mathrm{eur}].$$

За потребе ове Студије узета су четитри типа баријере. Износ инвестиција за те баријере на деоници пута од 1 000 m, према усвојеним ценама, дат је у табели 8.1.6.

*Табела 8.1.6. Потребне инвестиције у зависности од висине и типа баријера*

| Висина баријере | Ограда од полиетилена, са челичним поцинкованим оквиром (тип 1) | Дрвени панои (тип 2) | Дрвено цементна ограда (тип 3) | Челични лим (са минералном вуном) (тип 4) |
|---|---|---|---|---|
| Висина баријере 2,5 m | 687.500 eur | 115.500 eur | 563.750 eur | 687.500 eur |
| Висина баријере 3,5 m | 962.500 eur | 161.700 eur | 789.250 eur | 962.500 eur |
| Висина баријере 5,0 m | 1.375.000 eur | 231.000 eur | 1.127.500 eur | 1.375.000 eur |

Уколико се објекти налазе са обе стране саобраћајнице наведени износ се удвостручује. У цену нису урачунати трошкови пројектовања, јер се ради о новопројектованом путу, те се ти трошкови могу изоставити.

## Коловозни застор

Да би се заштитио од буке низ објеката типа 1 дуж деонице пута дужине 1 000 m, као и код баријера потребно је израдити посебан коловозни застор у укупној дужини од 1 100 m.

Укупна површина коловозног застора потребна за заштиту предметне локације може се добити на основу једначине:

$$P = L * d \quad [\mathrm{m}^2],$$

где је $P$ укупна површина баријера, $d$ ширина коловоза у метрима, а $L$ дужина деонице у метрима.

Износ потребних средстава за постављање баријера добија се на основу следеће једначине:

$$I = P * c = L * d * c \quad [\mathrm{eur}],$$

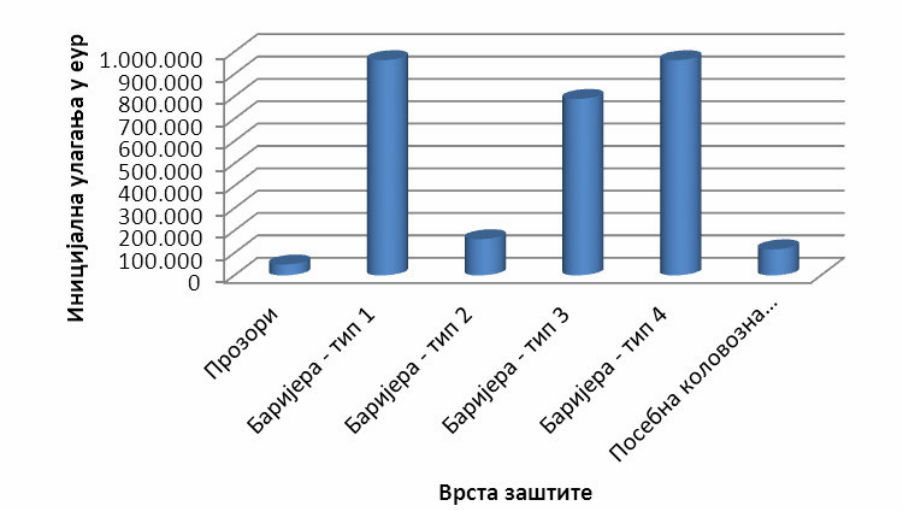
где је $I$ износ укупних инвестиција у израду посебног коловозног застора, $P$ укупна површина коловоза, $d$ ширина коловоза у метрима, $c$ цена коловозног застора по $\mathrm{m}^2$, а $L$ дужина деонице у метрима.

Na основу дате једначине и цене израде посебног коловозног застора која је узета за потребе ове Студије и износи 5,40 eur/$\mathrm{m}^2$ за горњи и 9,70 eur/$\mathrm{m}^2$ за доњи слој, добијају се потребна инвестициона средства за израду посебног коловозног застора на деоници пута дужине 1 100 m (штити се 1 000 m), где се налазе објекти типа 1, која износе 116.270 eur, за ширину коловоза од 7 m, тј. 232.540 eur за за ширину коловоза од 14 m.

Уколико се објекти налазе са обе стране саобраћајнице наведени износ остаје исти и не зависи од типа објеката. У цену нису урачунати трошкови пројектовања ни трошкови уклањања старог застора, јер се ради о новопројектованом путу, те се ти трошкови могу изоставити.

Треба рећи да за разлику од баријера и прозора, ово решење има додатне трошкове одржавања и краћи век трајања.

Графички приказ потребних почетних улагања за низ објеката типа 1 дуж деонице пута дужине 1 000 m, у зависности од изабране варијанте (прозор, баријера висине 3,5 m и посебног коловозног застора ширине 7 m) дат је на слици 8.1.7.




*Сл. 8.1.7. Иницијална улагања по варијантама за тип 1*

## Тип 2 – Слободностојећи објекат колективног становања (П+5) на сопственој парцели, уз коју пролази посматрана саобраћајница

Тип 2 се односи на објекат габарита 15 m x 20 m, који се налази на парцели од 6–9 ари. Објекат, у просеку, има 63 $m^2$ прозора изложених буци. Поред саобраћајнице се налази низ оваквих објеката. Иза овог низа налази се још идентичних низова. Утицај буке од саобраћајнице је на три прва низа. Парцела од 6-9 ари је, рецимо, 30 m x 30 m где је страна од 30 m до саобраћајнице. На основу ових претпоставки можемо дати једначину за број објаката типа 2 на деоници пута:

$$n = 3 * \frac{L}{30} = \frac{L}{10} \quad [\text{kom}],$$

где је $n$ број објеката, а $L$ дужина деонице у метрима.

На овај начин добијамо да на 1 000 m дужине има 100 парцела, тј. 100 објеката типа 2.

### Фасадни елементи

Према претходно датој једначини и типологији објеката датој у овој студији, можемо дати општу једначину за површину прозора типа 2:

$$P = n * 63 = \frac{L}{10} * 63 = 6{,}3 * L \quad [\text{m}^2],$$

где је $P$ површина прозора, $n$ број објеката, а $L$ дужина деонице у метрима.

Према претходно наведеним претпоставкама, долазимо до податка да на локацији дужине 1 000 m, где се налазе објекти типа 2, има 6 300 $m^2$ прозора изложених буци.

Даље, можемо доћи до једначине за укупна улагања у замену прозора на одређеној локацији:

$$I = P * c = 6{,}3 * L * c \quad [\text{eur}],$$

где је $I$ износ укупних инвестиција у замену прозора, $P$ укупна површина прозора, $c$ цена прозора са демонтажом и монтажом по $m^2$, а $L$ дужина деонице у метрима.

Na основу дате једначине и цене квадрата прозора са демонтажом и монтажом која је узета за потребе ове Студије и износи 121,50 eur/$m^2$, добија се да потребна инвестициона средства за замену прозора на деоници пута дужине 1 000 m, где се налазе објекти типа 2, износе 765.450 eur.

Уколико се објекти налазе са обе стране саобраћајнице наведени износ се удвостручује, међутим с обзиром да се овај тип заправо односи на насеље није за очекивање да ће новопројектована саобраћајница пролазити кроз насељено место.

## Звучне баријере

Да би се заштитили од буке три низа објеката типа 2 дуж деонице пута дужине 1 000 m, потребно је поставити звучне баријере у укупној дужини од 1 100 m. Прорачун је потпуно идентичан прорачуну датом за тип 1. Имајући у виду да се овде ради о објектима П+5, за очекивање је да се користе баријере веће висине, највероватније 4–5 m.

Износ инвестиција за баријере висине 5 m на деоници пута од 1 000 m, према усвојеним ценама, креће се од 231.000 до 1.375.000 eur и дат је у табели 8.1.6.

Уколико се објекти налазе са обе стране саобраћајнице наведени износ се удвостручује. У цену нису урачунати трошкови пројектовања, јер се ради о новопројектованом путу, те се ти трошкови могу изоставити.

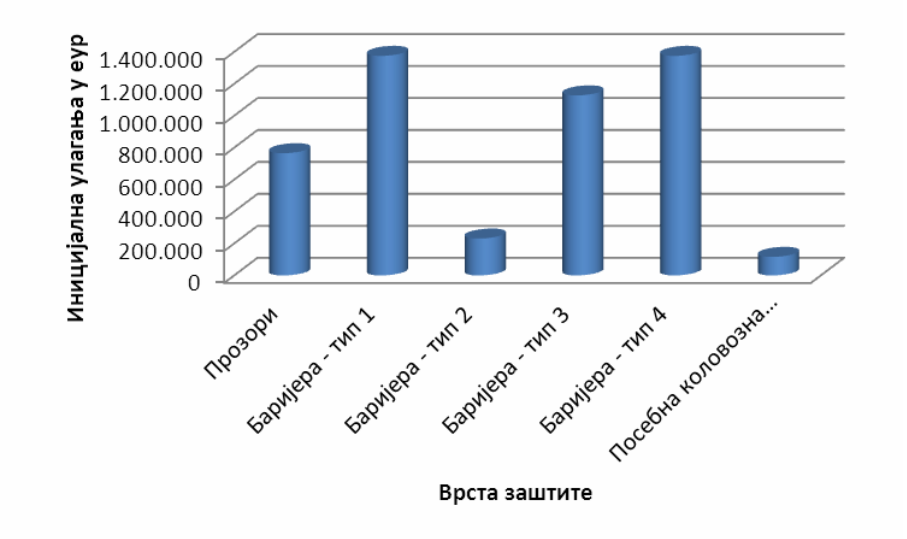
## Коловозни застор

Да би се заштитио од буке низ објеката типа 2 дуж деонице пута дужине 1 000 m, као и код баријера потребно је израдити посебан коловозни застор у укупној дужини од 1 100 m. Прорачун је потпуно идентичан прорачуну датом за тип 1, тј. потребна инвестициона средства износе износе 116.270 eur, за ширину коловоза од 7 m, тј. 232.540 eur за ширину коловоза од 14 m.

Уколико се објекти налазе са обе стране саобраћајнице наведени износ остаје исти и не зависи од типа објеката. Уколико се ово решење примењује у насељу које има тротоаре, потребна су додатна улагања у дренажни систем. У цену нису урачунати трошкови пројектовања ни трошкови уклањања старог застора, јер се ради о новопројектованом путу, те се ти трошкови могу изоставити.

Треба рећи да за разлику од баријера и прозора, ово решење има додатне трошкове одржавања и краћи век трајања.

Графички приказ потребних почетних улагања за три низа објеката типа 2 дуж деонице пута дужине 1 000 m, у зависности од изабране варијанте (прозор, баријера висине 5 m и посебног коловозног застора ширине 7 m) дат је на слици 8.1.8.




*Сл. 8.1.8. Иницијална улагања по варијантама за тип 2*

## 8.2. ИЗВОРИ ФИНАНСИРАЊА

Како би остварило своје развојне циљеве зацртане у програмима рада и оперативним плановима, предузеће мора да реализује одређени број инвестиционих подухвата. Реализација ових инвестиционих подухвата претпоставља улагање знатних финансијских средстава.

Инвестициони пројекти у којима се дефинишу и прецизирају начини реализације планираног развоја, обухватају, поред осталог, утврђивање потребних средстава за реализацију намераване инвестиције, као и утврђивање извора из којих ће се прибавити потребна средства. Утврђивање структуре, величине и динамике потребних улагања, која се јављају у оквиру реализације једног инвестиционог пројекта, и њихово усклађивање са расположивим средствима представља веома сложен проблем. Сва потребна улагања, морају бити покривена одговарајућим финансијским средствима, да би се могао реализовати дефинисани инвестициони пројекат.

Очигледно да недостатак финансијских средстава за правовремена улагања, може изазвати велике тешкоће у реализацији односне инвестиције – успоравање реализације, губитак одређених ефеката које би донела правовремена реализација, па чак и немогућност реализације одређеног пројекта, што може да има негативан значај за

целокупан развој предузећа, а посебно за становништво које живи у зонама угроженим буком. Због тога је неопходно приликом дефинисања инвестиционог пројекта утврдити сва улагања која захтева његова реализација и ускладити их са расположивим финансијским средствима.

Укупна расположива финансијска средства за улагање су сопствена средства којима располаже предузеће инвеститор, затим средства која улажу други субјекти и средства која се под прихватљивим условима могу позајмити од банака и других субјеката или прибавити на други начин (емитовањем и продајом хартија од вредности и др.). Ова укупна средства треба, по обиму и динамици притицања, да буду једнака укупним потребним средствима за улагање, да би се обезбедила реализација одређеног инвестиционог пројекта.

Сви проблеми и решења у вези финансирања једне инвестиције разрешавају се и приказују у оквиру тзв. финансијске конструкције. Уобичајено је да финансијска конструкција једне инвестиције обухвата:

- утврђивање предрачунске вредности потребних улагања према намени и врстама, и то по обиму, структури и динамици (што је дато у овој студији), и
- утврђивање извора из којих се обезбеђују средства за финансирање инвестиције.

Један од основних циљева формирања финансијске конструкције је прорачун и обезбеђивање потребних финансијских средстава, из расположивих извора, за реализацију планиране инвестиције, тј. да се, уз сопствено учешће, обезбеде потребна финансијска средства, и тако затвори финансијска конструкција, чиме је обезбеђен даљи рад на реализацији инвестиције.

Конструкцијом финансирања треба обезбедити такве изворе финансирања, који ће пружити потребне повољне услове за ефикасну реализацију и експлоатацију инвестиције. У њој не би требало да претежни део средстава буде нпр. из кредита, ако су кредитни услови неповољни, те могу да доведу до тога да инвестиција буде неефикасна. На тај начин се шири значај финансијске конструкције и на оцену оправданости инвестиције, јер она може битно да утиче да реализација инвестиције буде економски оправдана или не.

Најчешћи учесници у финансирању инвестициионих пројеката ове врсте, односно потенцијални извори финансирања су:

- предузеће - инвеститор,
- пословне и друге банке,
- друга заинтересована предузећа,
- домаћи и инострани партнери,
- домаће и иностране финансијске и друге институције,
- домаћи и инострани испоручиоци опреме и технологије,
- извођачи радова,
- инжењеринг организације, и др.

Да би се обезбедила потребна финансијска средства за реализацију инвестиционих пројеката који су предмет ове Студије, инвеститор ће највероватније тежити да, поред

сопствених средстава, обезбеди и финансијска средства на различите начине и од различитих извора.

Предузеће је у могућности да обезбеди потребна финансијска средства за реализацију инвестиционих пројеката на један од следећих начина:

- самофинансирањем,
- узимањем кредита,
- заједничким улагањем,
- емитовањем и продајом хартија од вредности,
- прибављањем донаторске помоћи,
- прибављањем средстава из домаћих фондова и других извора.

Детаљнија анализа наведених модалитета биће дата у поглављу 11 ове Студије.

## 8.3. ОЦЕНА ЕФИКАСНОСТИ И ОЧЕКИВАНЕ КОРИСТИ У ОДНОСУ НА ТРОШКОВЕ

Оцена ефикаснисти пројеката врши се довођењем у однос користи, ефеката, прихода од предметне инвестиције са укупним уложеним средствима. Када се ради о елаборатима као што је ова Студија која се односи на период од двадесет година, за потребе ових прорачуна неопходно је користити динамичке вредности, тј. вредности које узимају у обзир преференције времена.

Показатељи који ће најбоље показати ефикасност предложених мера су:

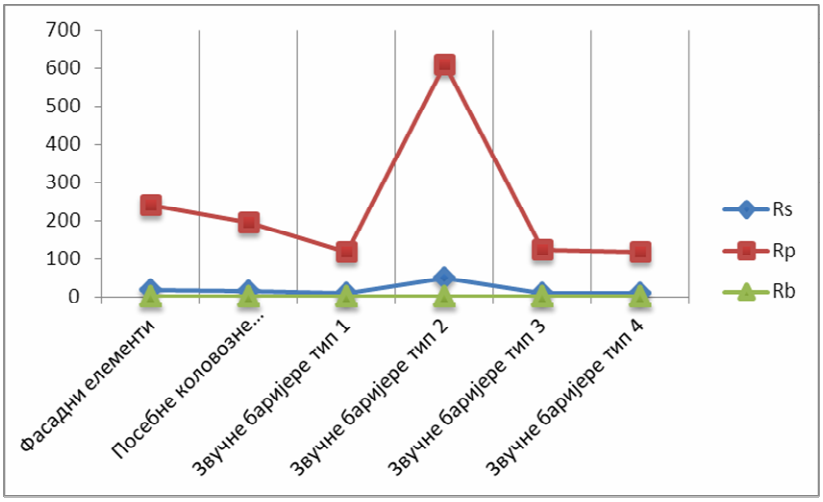
- *Rs* – однос броја становника у штићеним зонама и укупних дисконтованих улагања исказан у [$10^{-3}$ st/eur],
- *Rp* – однос корисне површине објеката у штићеним зонама и укупних дисконтованих улагања исказан у [$10^{-3}$ $m^2$/eur] и
- *Rb* – однос заштите од буке у штићеним зонама и укупних дисконтованих улагања исказан у [$10^{-3}$ dB/eur].

Упоредно са наведеним показатељима који заправо приказују оправданост улагања биће дате и њихове реципрочне вредности које представљају улагања по становнику – eur/st, квадрату површине – eur/$m^2$ и децибелу – eur/dB, респективно.

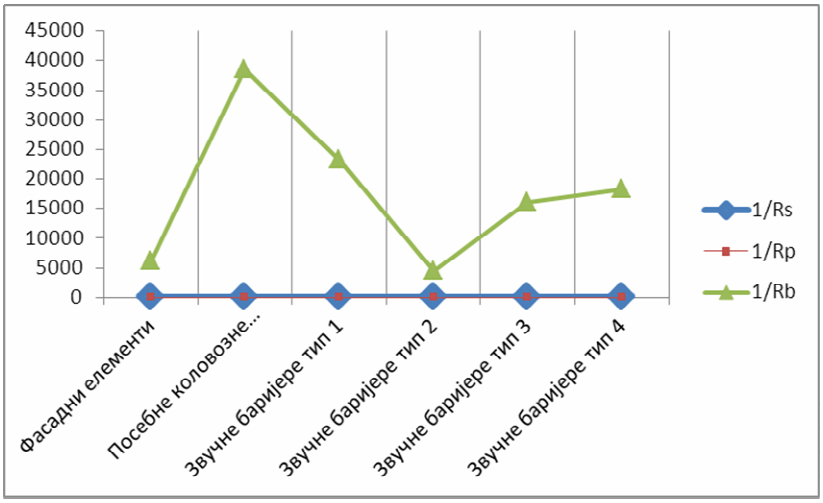
## ММ1: Е 75 / М 22; Аутопут Београд – Нови Сад; Београд, Галеника

*Табела 8.3.1. Преглед показатеља оправданости – ММ1 Београд, Галеника*

| | Rs | Rp | Rb | 1/Rs | 1/Rp | 1/Rb |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Фасадни елементи** | 19,39 | 242,36 | 0,16 | 51,58 | 4,13 | 6.189,12 |
| **Посебне коловозне конструкције** | 15,59 | 194,9 | 0,03 | 64,13 | 5,13 | 38.480,95 |
| **Звучне баријере тип 1** | 9,42 | 117,8 | 0,04 | 106,11 | 8,49 | 23.152,13 |
| **Звучне баријере тип 2** | 48,78 | 609,72 | 0,22 | 20,5 | 1,64 | 4.472,99 |
| **Звучне баријере тип 3** | 9,99 | 124,92 | 0,06 | 100,07 | 8,01 | 16.010,47 |
| **Звучне баријере тип 4** | 9,42 | 117,8 | 0,05 | 106,11 | 8,49 | 18.190,96 |




*Слика 8.3.2. Показатељи оправданости – ММ1 Београд, Галеника*

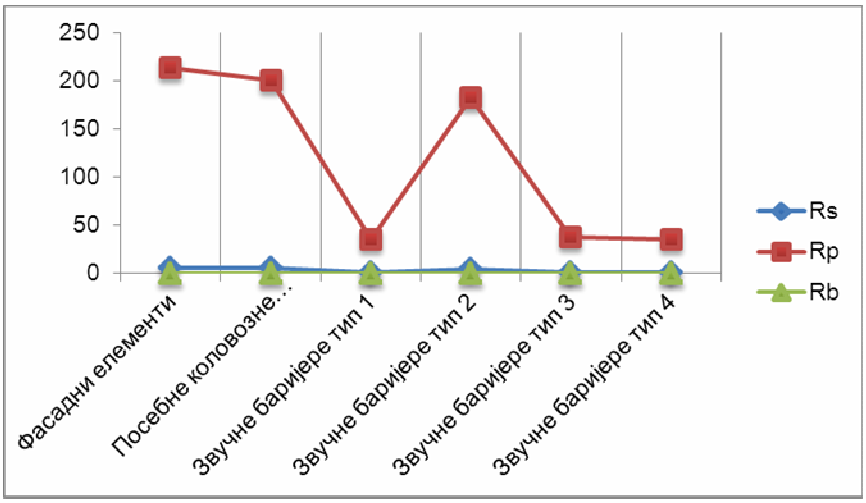



*Слика 8.3.3. Реципрочна вредност показатеља оправданости – ММ1 Београд, Галеника*

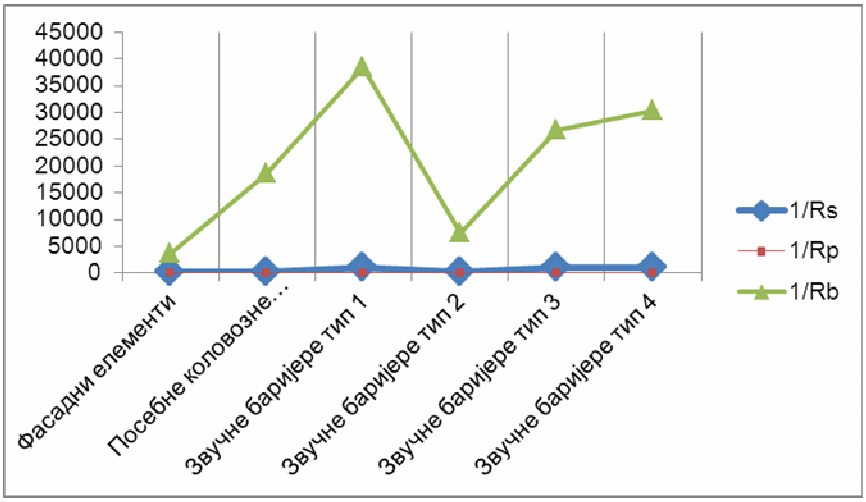
## ММ2: М7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Футог

*Табела 8.3.4. Преглед показатеља оправданости – ММ2 Футог*

| | Rs | Rp | Rb | 1/Rs | 1/Rp | 1/Rb |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Фасадни елементи** | 5,71 | 214,21 | 0,29 | 175,06 | 4,67 | 3.501,27 |
| **Посебне коловозне конструкције** | 5,36 | 201,17 | 0,05 | 186,41 | 4,97 | 18.640,78 |
| **Звучне баријере тип 1** | 0,94 | 35,41 | 0,03 | 1.059,05 | 28,24 | 38.511,09 |
| **Звучне баријере тип 2** | 4,89 | 183,28 | 0,13 | 204,61 | 5,46 | 7.440,35 |
| **Звучне баријере тип 3** | 1 | 37,55 | 0,04 | 998,69 | 26,63 | 26.631,75 |
| **Звучне баријере тип 4** | 0,94 | 35,41 | 0,03 | 1.059,05 | 28,24 | 30.258,71 |




*Слика 8.3.5. Показатељи оправданости – ММ2 Футог*

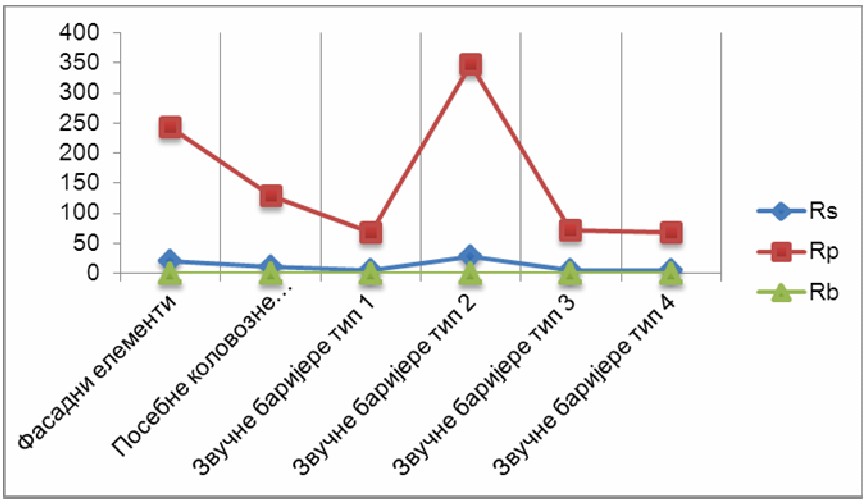



*Слика 8.3.6. Реципрочна вредност показатеља оправданости – ММ2 Футог*

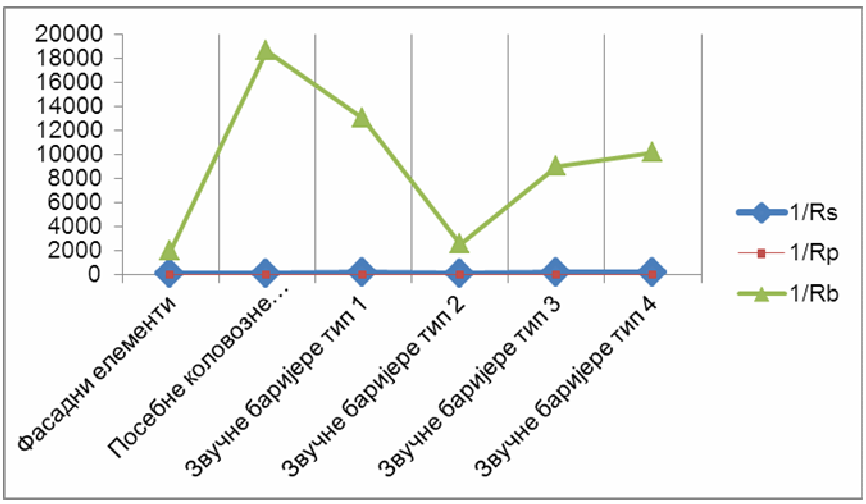
## ММ3: М7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Ветерник

*Табела 8.3.7. Преглед показатеља оправданости – ММ3 Ветерник*

| | Rs | Rp | Rb | 1/Rs | 1/Rp | 1/Rb |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Фасадни елементи** | 20,2 | 242,36 | 0,5 | 49,51 | 4,13 | 1.980,52 |
| **Посебне коловозне конструкције** | 10,73 | 128,75 | 0,05 | 93,2 | 7,77 | 18.640,78 |
| **Звучне баријере тип 1** | 5,6 | 67,23 | 0,08 | 178,50 | 14,87 | 12.981,73 |
| **Звучне баријере тип 2** | 29 | 347,96 | 0,4 | 34,49 | 2,87 | 2.508,12 |
| **Звучне баријере тип 3** | 5,94 | 71,29 | 0,11 | 168,32 | 14,03 | 8.977,30 |
| **Звучне баријере тип 4** | 5,6 | 67,23 | 0,1 | 178,50 | 14,87 | 10.199,93 |




*Слика 8.3.8. Показатељи оправданости – ММ3 Ветерник*

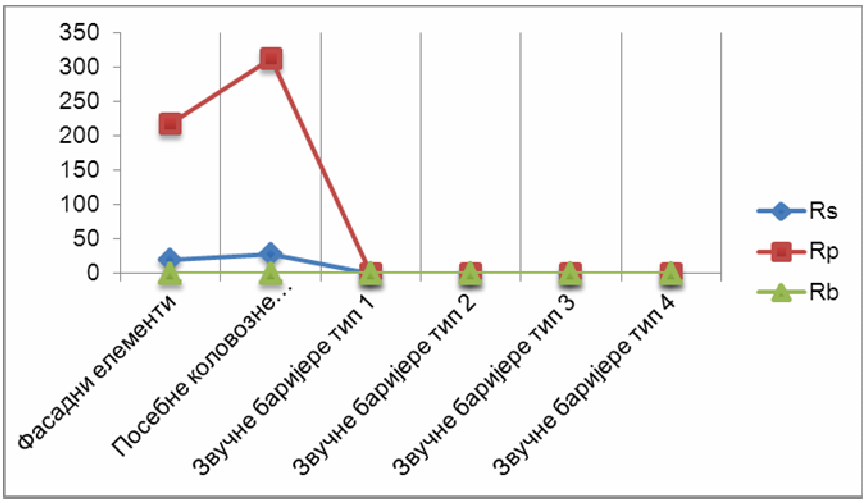



*Слика 8.3.9. Реципрочна вредност показатеља оправданости – ММ3 Ветерник*

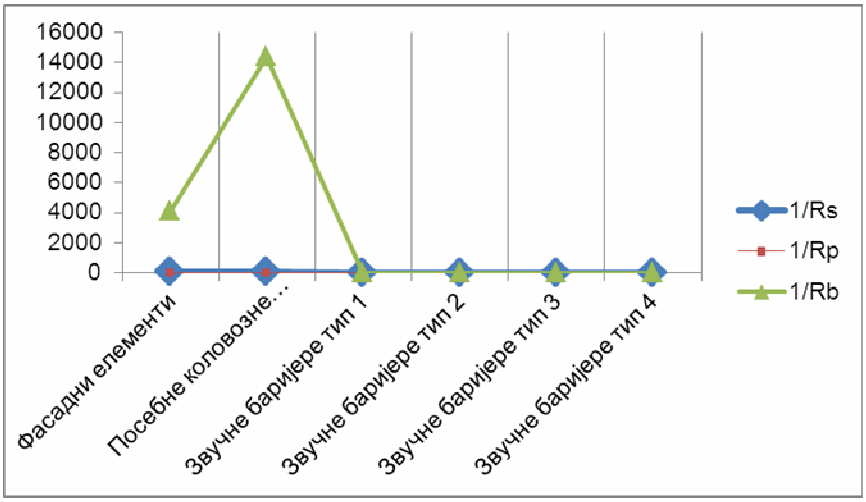
## ММ4: М7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Нови Сад

*Табела 8.3.10. Преглед показатеља оправданости – ММ4 Нови Сад*

| | Rs | Rp | Rb | 1/Rs | 1/Rp | 1/Rb |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Фасадни елементи** | 19,39 | 218,12 | 0,24 | 51,58 | 4,58 | 4.126,08 |
| **Посебне коловозне конструкције** | 27,82 | 312,93 | 0,07 | 35,95 | 3,2 | 14.380,03 |
| **Звучне баријере тип 1** | – | – | – | – | – | – |
| **Звучне баријере тип 2** | – | – | – | – | – | – |
| **Звучне баријере тип 3** | – | – | – | – | – | – |
| **Звучне баријере тип 4** | – | – | – | – | – | – |




*Слика 8.3.11. Показатељи оправданости – ММ4 Нови Сад*

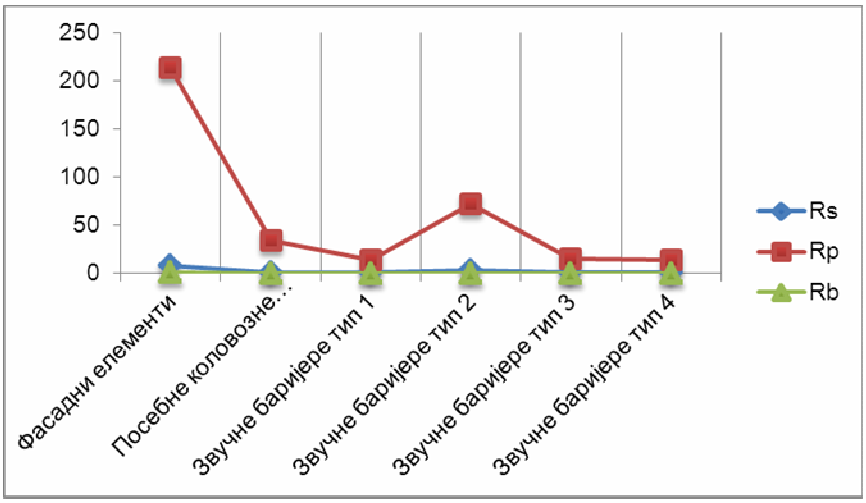



*Слика 8.3.12. Реципрочна вредност показатеља оправданости – ММ4 Нови Сад*

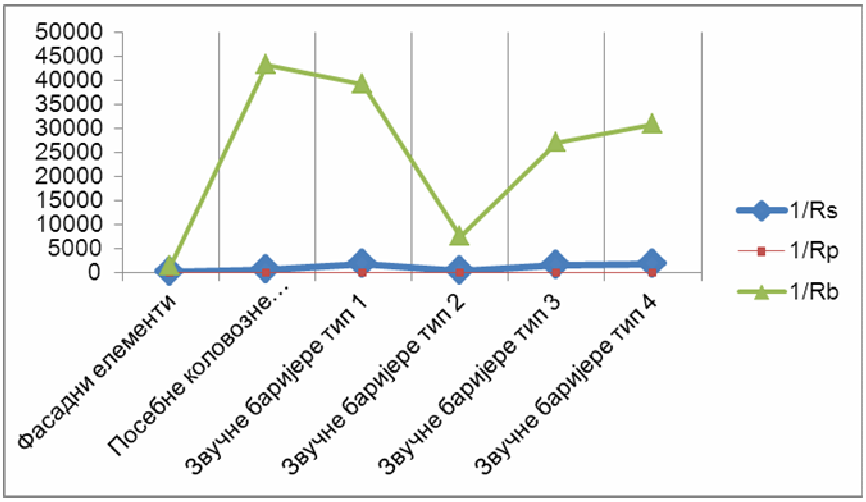
## ММ5: Е 75 / М 1; Аутопут Београд – Ниш; Ћуприја

*Табела 8.3.13. Преглед показатеља оправданости – ММ5 Ћуприја*

| | Rs | Rp | Rb | 1/Rs | 1/Rp | 1/Rb |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Фасадни елементи** | 8,57 | 214,21 | 0,71 | 116,71 | 4,67 | 1.400,51 |
| **Посебне коловозне конструкције** | 1,39 | 34,65 | 0,02 | 721,52 | 28,86 | 43.291,07 |
| **Звучне баријере тип 1** | 0,56 | 13,89 | 0,03 | 1.800,15 | 72,01 | 39.275,94 |
| **Звучне баријере тип 2** | 2,88 | 71,88 | 0,13 | 347,79 | 13,91 | 7.588,11 |
| **Звучне баријере тип 3** | 0,59 | 14,73 | 0,04 | 1.697,54 | 67,9 | 27.160,62 |
| **Звучне баријере тип 4** | 0,56 | 13,89 | 0,03 | 1.800,15 | 72,01 | 30.859,66 |




*Слика 8.3.14. Показатељи оправданости – ММ5 Ћуприја*

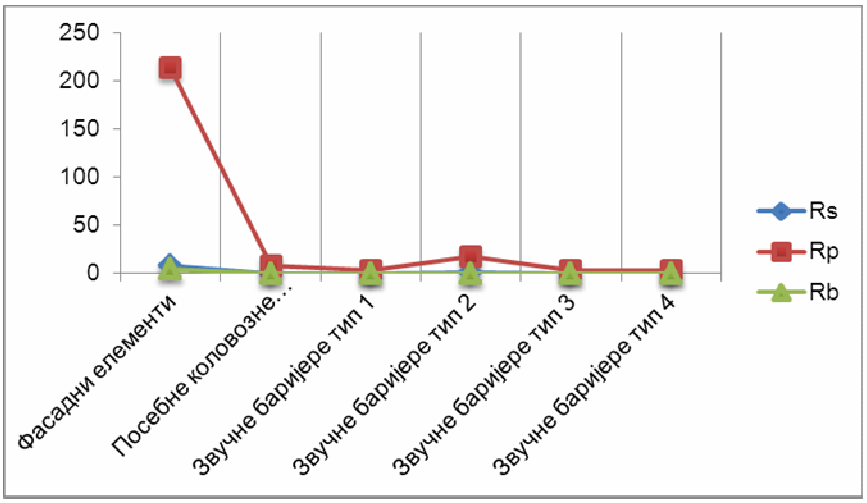



*Слика 8.3.15. Реципрочна вредност показатеља оправданости – ММ5 Ћуприја*

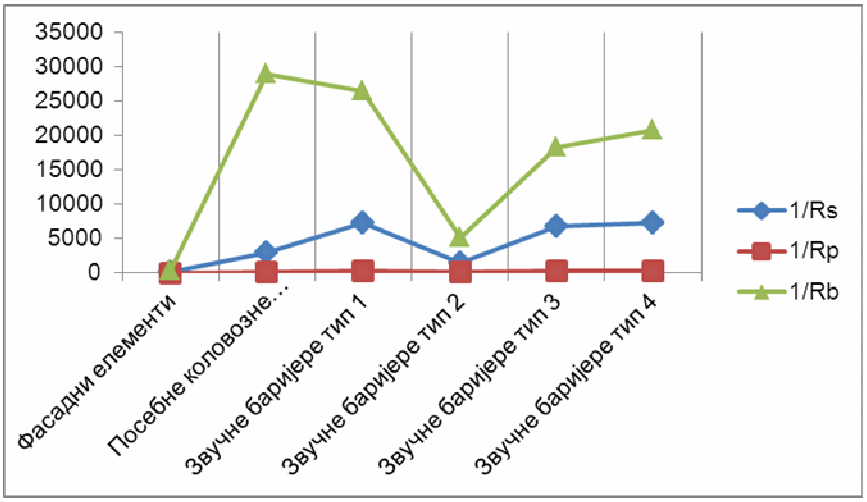
## ММ6: Е 75 / М 1; Аутопут Београд – Ниш; Бобовиште

*Табела 8.3.16. Преглед показатеља оправданости – ММ6 Бобовиште*

| | Rs | Rp | Rb | 1/Rs | 1/Rp | 1/Rb |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Фасадни елементи** | 8,57 | 214,21 | 4,28 | 116,71 | 4,67 | 233,42 |
| **Посебне коловозне конструкције** | 0,35 | 8,66 | 0,03 | 2.886,07 | 115,44 | 28.860,71 |
| **Звучне баријере тип 1** | 0,14 | 3,44 | 0,04 | 7.276,38 | 291,06 | 26.459,58 |
| **Звучне баријере тип 2** | 0,71 | 17,78 | 0,2 | 1.405,80 | 56,23 | 5.111,99 |
| **Звучне баријере тип 3** | 0,15 | 3,64 | 0,05 | 6.861,63 | 274,47 | 18.297,68 |
| **Звучне баријере тип 4** | 0,14 | 3,44 | 0,05 | 7.276,38 | 291,06 | 20.789,67 |




*Слика 8.3.17. Показатељи оправданости – ММ6 Бобовиште*

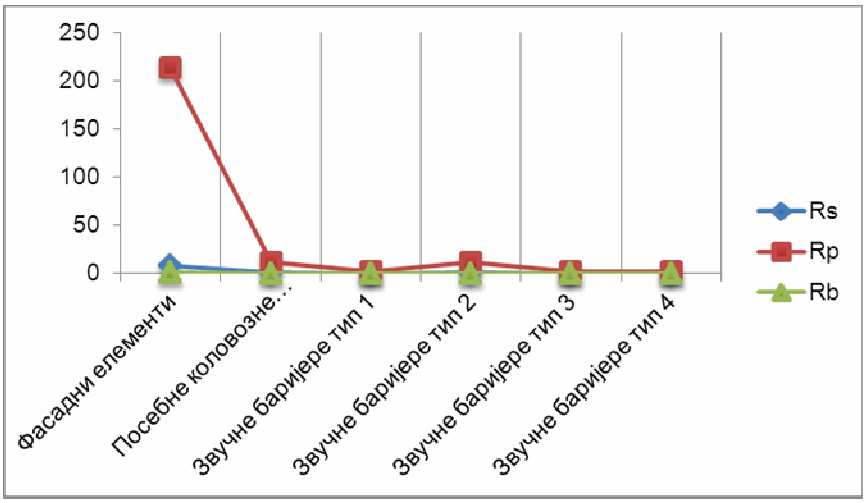



*Слика 8.3.18. Реципрочна вредност показатеља оправданости – ММ6 Бобовиште*

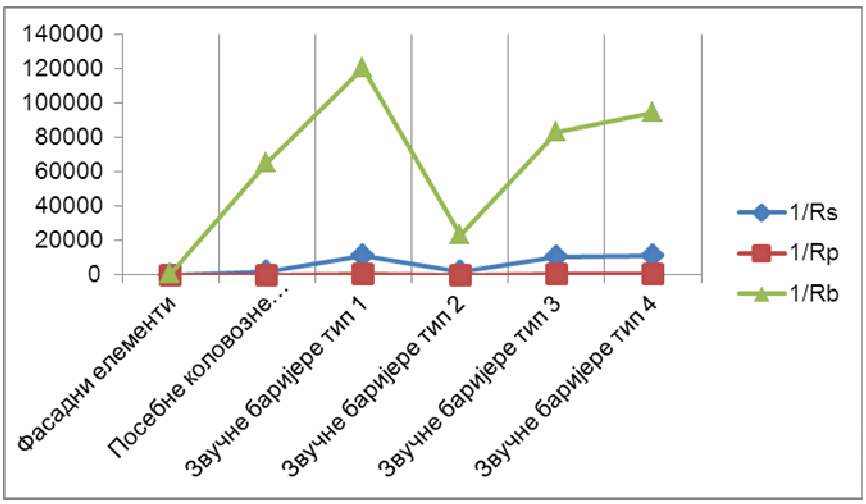
## ММ7: Е 80 / М 1.12; Магистрални пут Пирот – Ниш; Ниш

*Табела 8.3.19. Преглед показатеља оправданости – ММ7 Ниш*

| | Rs | Rp | Rb | 1/Rs | 1/Rp | 1/Rb |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Фасадни елементи** | 8,57 | 214,21 | 1,43 | 116,71 | 4,67 | 700,25 |
| **Посебне коловозне конструкције** | 0,46 | 11,46 | 0,02 | 2.180,59 | 87,22 | 65.417,62 |
| **Звучне баријере тип 1** | 0,09 | 2,27 | 0,01 | 11.008,37 | 440,33 | 120.091,34 |
| **Звучне баријере тип 2** | 0,47 | 11,75 | 0,04 | 2.126,82 | 85,07 | 23.201,66 |
| **Звучне баријере тип 3** | 0,1 | 2,41 | 0,01 | 10.380,90 | 415,24 | 83.047,19 |
| **Звучне баријере тип 4** | 0,09 | 2,27 | 0,01 | 11.008,37 | 440,33 | 94.357,48 |




*Слика 8.3.20. Показатељи оправданости – ММ7 Ниш*

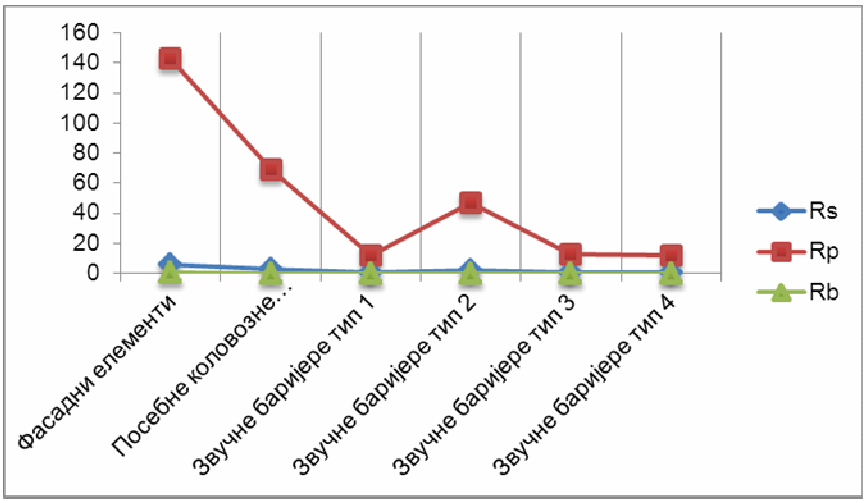



*Слика 8.3.21. Рециprочна вредност показатеља оправданости – ММ7 Ниш*

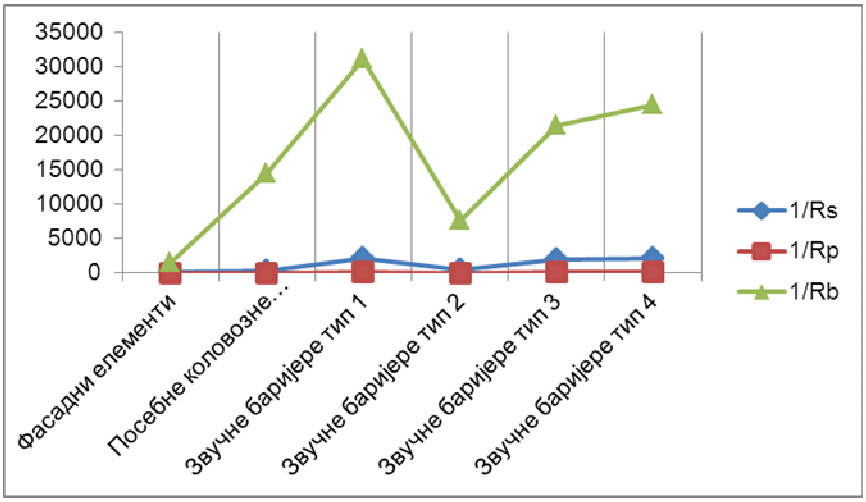
## ММ8: Е 80 / М 1.12; Магистрални пут Ниш – Пирот; Ниш

*Табела 8.3.22. Преглед показатеља оправданости – ММ8 Ниш*

| | Rs | Rp | Rb | 1/Rs | 1/Rp | 1/Rb |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Фасадни елементи** | 5,71 | 142,81 | 0,71 | 175,06 | 7 | 1.400,51 |
| **Посебне коловозне конструкције** | 2,77 | 69,3 | 0,07 | 360,76 | 14,43 | 14.430,36 |
| **Звучне баријере тип 1** | 0,47 | 11,73 | 0,03 | 2.131,75 | 85,27 | 31.007,32 |
| **Звучне баријере тип 2** | 1,89 | 47,3 | 0,13 | 528,55 | 21,14 | 7.688,00 |
| **Звучне баријере тип 3** | 0,5 | 12,44 | 0,05 | 2.010,24 | 80,41 | 21.442,59 |
| **Звучне баријере тип 4** | 0,47 | 11,73 | 0,04 | 2.131,75 | 85,27 | 24.362,89 |




*Слика 8.3.23. Показатељи оправданости – ММ8 Ниш*

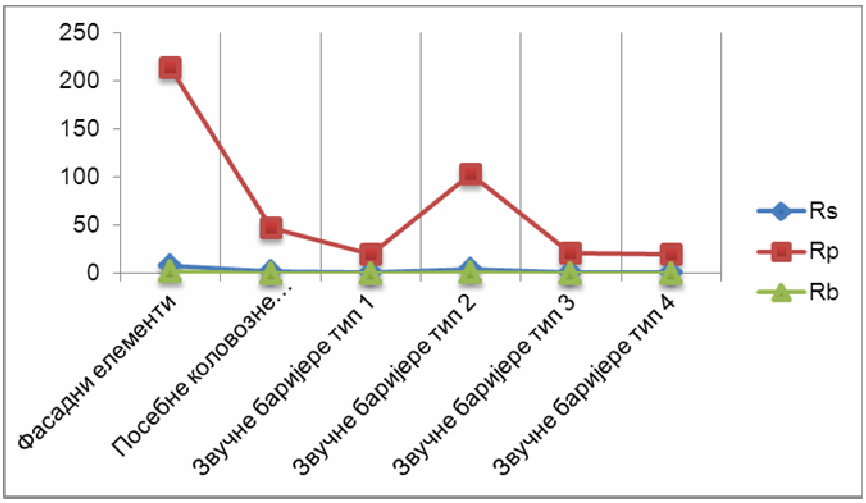



*Слика 8.3.24. Реципрочна вредност показатеља оправданости – ММ8 Ниш*

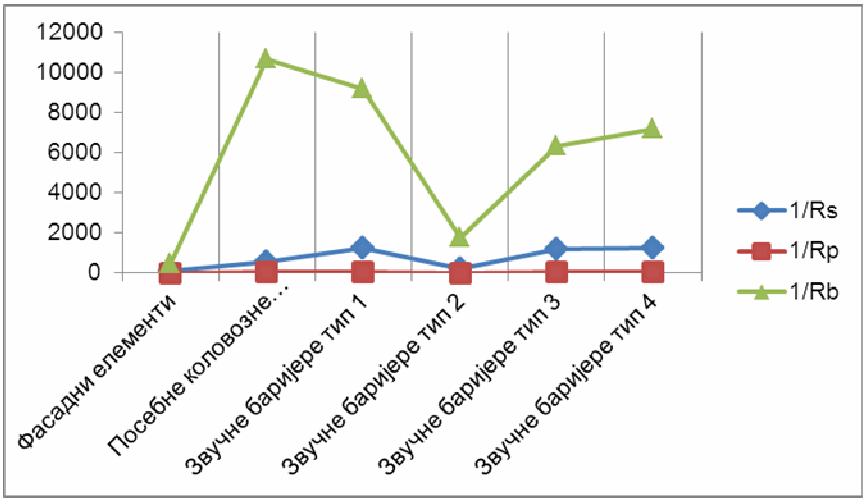
## ММ9: Е 80 / М 1.12; Магистрални пут Пирот – Софија; Пирот

*Табела 8.3.25. Преглед показатеља оправданости – ММ9 Пирот*

| | Rs | Rp | Rb | 1/Rs | 1/Rp | 1/Rb |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Фасадни елементи** | 8,57 | 214,21 | 2,14 | 116,71 | 4,67 | 466,84 |
| **Посебне коловозне конструкције** | 1,88 | 46,94 | 0,09 | 532,59 | 21,3 | 10.651,87 |
| **Звучне баријере тип 1** | 0,8 | 19,88 | 0,11 | 1.257,73 | 50,31 | 9.147,16 |
| **Звучне баријере тип 2** | 4,12 | 102,88 | 0,57 | 243,00 | 9,72 | 1.767,25 |
| **Звучне баријере тип 3** | 0,84 | 21,08 | 0,16 | 1.186,05 | 47,44 | 6.325,60 |
| **Звучне баријере тип 4** | 0,8 | 19,88 | 0,14 | 1.257,73 | 50,31 | 7.187,05 |




*Слика 8.3.26. Показатељи оправданости – ММ9 Пирот*

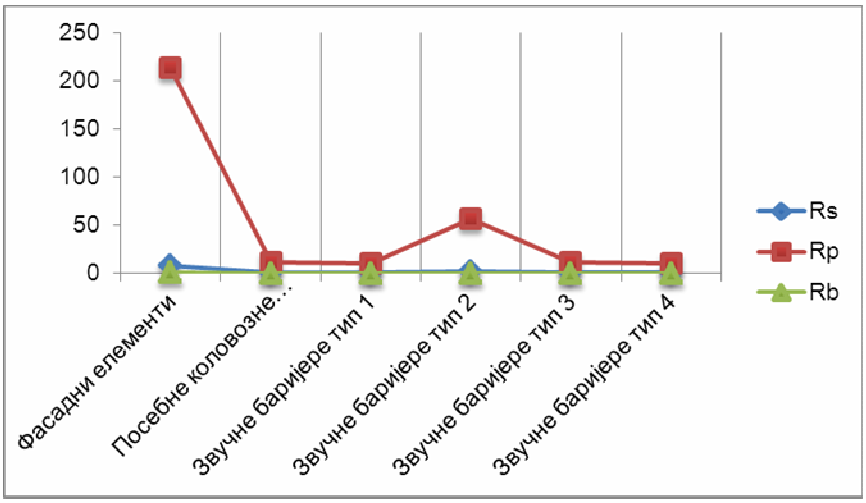



*Слика 8.3.27. Рециплочна вредност показатеља оправданости – ММ9 Пирот*

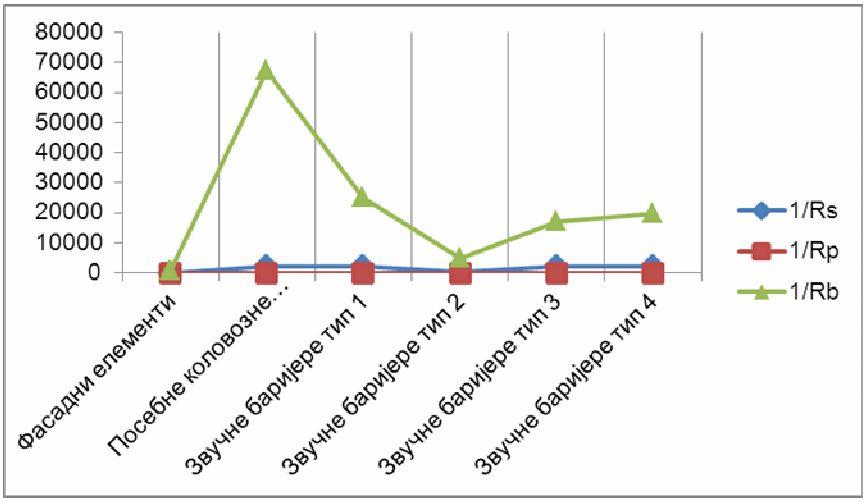
## ММ10: Е 75 / М 1; Аутопут Ниш – Београд; Ражањ

*Табела 8.3.28. Преглед показатеља оправданости – ММ10 Ражањ*

| | Rs | Rp | Rb | 1/Rs | 1/Rp | 1/Rb |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Фасадни елементи** | 8,57 | 214,21 | 1,43 | 116,71 | 4,67 | 700,25 |
| **Посебне коловозне конструкције** | 0,45 | 11,14 | 0,01 | 2.244,72 | 89,79 | 67.341,67 |
| **Звучне баријере тип 1** | 0,44 | 10,98 | 0,04 | 2.277,66 | 91,11 | 24.847,20 |
| **Звучне баријере тип 2** | 2,27 | 56,81 | 0,21 | 440,05 | 17,6 | 4.800,51 |
| **Звучне баријере тип 3** | 0,47 | 11,64 | 0,06 | 2.147,84 | 85,91 | 17.182,70 |
| **Звучне баријере тип 4** | 0,44 | 10,98 | 0,05 | 2.277,66 | 91,11 | 19.522,80 |




*Слика 8.3.29. Показатељи оправданости – ММ10 Ражањ*

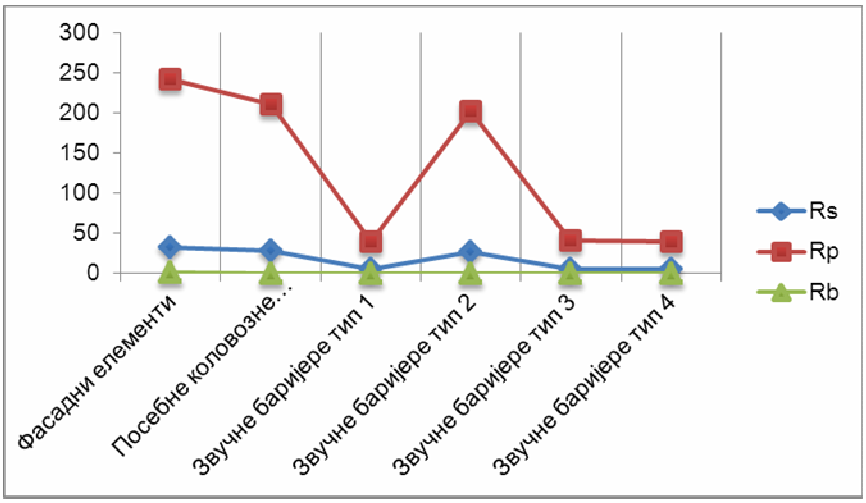



*Слика 8.3.30. Реципрочна вредност показатеља оправданости – ММ10 Ражањ*

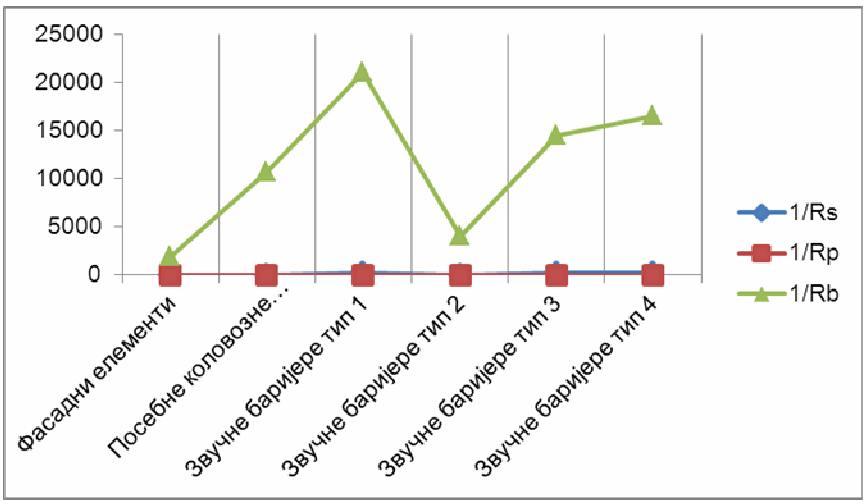
## ММ11: Е 760 / М 22; Магистрални пут Београд – Чачак; Београд

*Табела 8.3.31. Преглед показатеља оправданости – ММ11 Београд*

| | Rs | Rp | Rb | 1/Rs | 1/Rp | 1/Rb |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Фасадни елементи** | 32,31 | 242,36 | 0,54 | 30,95 | 4,13 | 1.856,74 |
| **Посебне коловозне конструкције** | 28,16 | 211,23 | 0,09 | 35,51 | 4,73 | 10.651,87 |
| **Звучне баријере тип 1** | 5,2 | 39 | 0,05 | 192,33 | 25,64 | 20.981,62 |
| **Звучне баријере тип 2** | 26,91 | 201,84 | 0,25 | 37,16 | 4,95 | 4.053,69 |
| **Звучне баријере тип 3** | 5,51 | 41,35 | 0,07 | 181,37 | 24,18 | 14.509,53 |
| **Звучне баријере тип 4** | 5,2 | 39 | 0,06 | 192,33 | 25,64 | 16.485,56 |




*Табела 8.3.32. Преглед показатеља оправданости – ММ11 Београд*

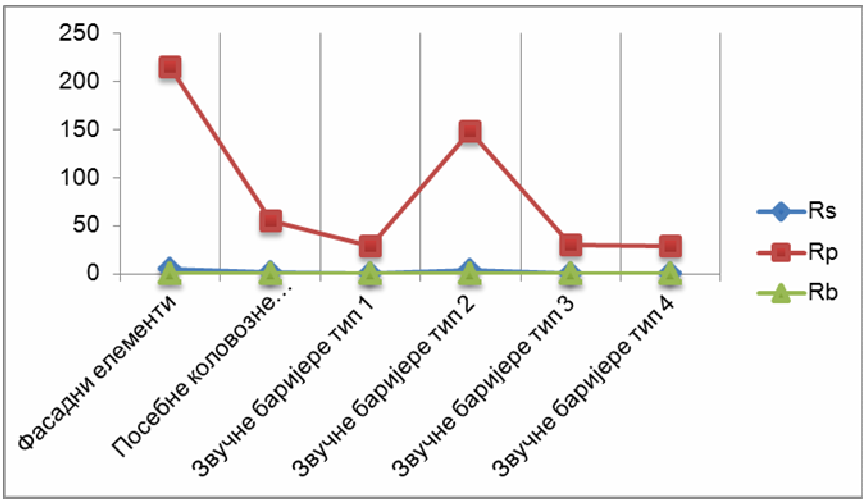



*Слика 8.3.33. Реципрочна вредност показатеља оправданости – ММ11 Београд*

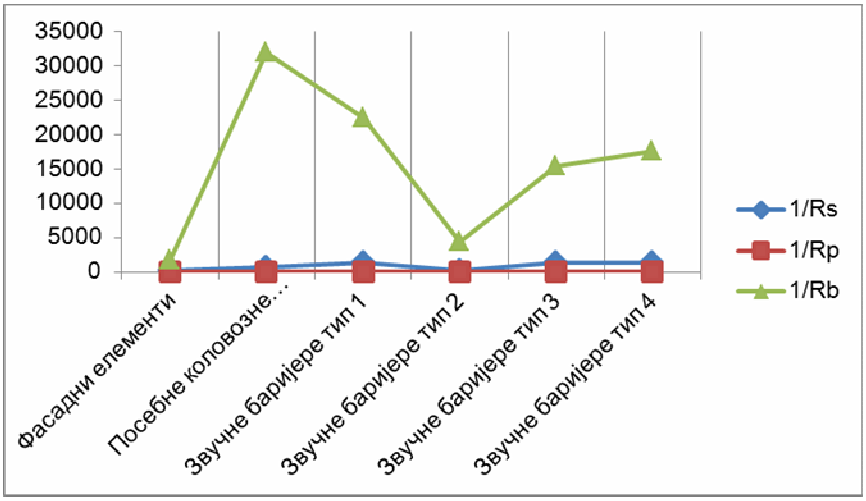
## ММ12: М 19; Магистрални пут Шабац – Лозница; Шабац

*Табела 8.3.34. Преглед показатеља оправданости – ММ12 Шабац*

| | Rs | Rp | Rb | 1/Rs | 1/Rp | 1/Rb |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Фасадни елементи** | 5,36 | 214,21 | 0,61 | 186,73 | 4,67 | 1.633,93 |
| **Посебне коловозне конструкције** | 1,37 | 54,76 | 0,03 | 730,41 | 18,26 | 31.955,62 |
| **Звучне баријере тип 1** | 0,71 | 28,50 | 0,04 | 1.403,30 | 35,08 | 22.325,27 |
| **Звучне баријере тип 2** | 3,69 | 147,54 | 0,23 | 271,12 | 6,78 | 4.313,24 |
| **Звучне баријере тип 3** | 0,76 | 30,23 | 0,06 | 1.323,31 | 33,08 | 15.438,67 |
| **Звучне баријере тип 4** | 0,71 | 28,50 | 0,06 | 1.403,30 | 35,08 | 17.541,28 |




*Табела 8.3.35. Преглед показатеља оправданости – ММ12 Шабац*

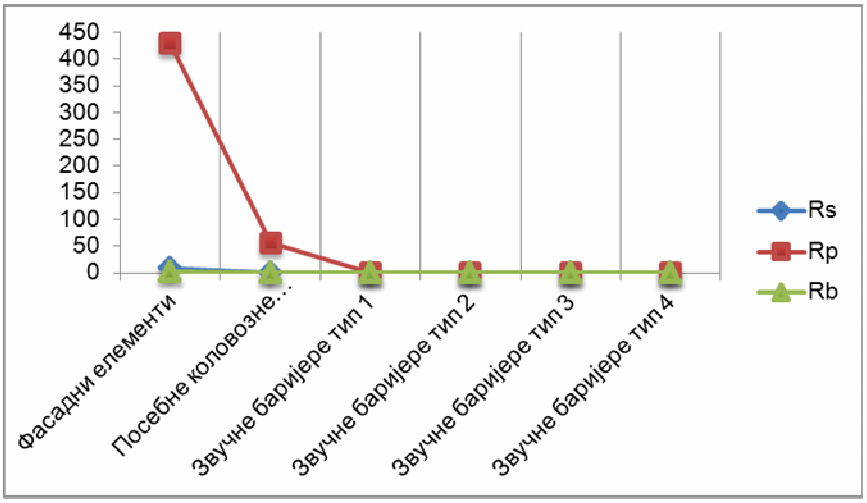



*Слика 8.3.36. Реципрочна вредност показатеља оправданости – ММ12 Шабац*

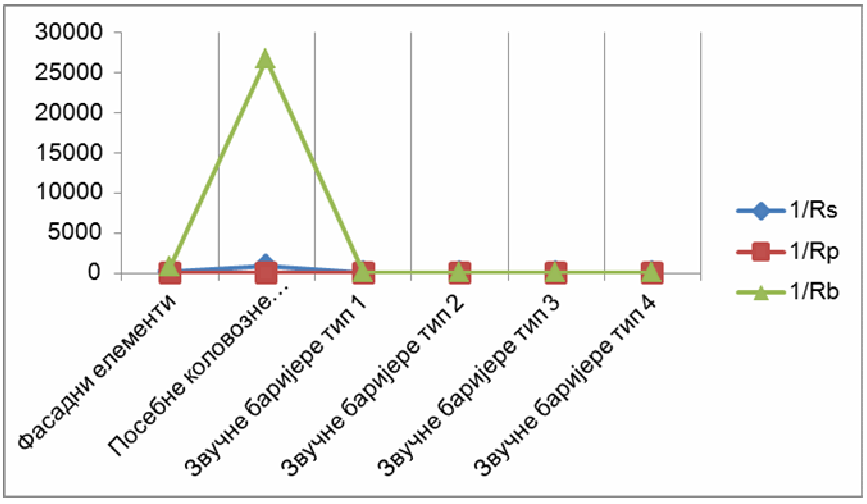
## ММ13: М 21 ; Обилазница око Ваљева; Ваљево

*Табела 8.3.37. Преглед показатеља оправданости – ММ13 Ваљево*

| | Rs | Rp | Rb | 1/Rs | 1/Rp | 1/Rb |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Фасадни елементи** | 8,57 | 428,42 | 1,43 | 116,71 | 2,33 | 700,25 |
| **Посебне коловозне конструкције** | 1,13 | 56,33 | 0,04 | 887,66 | 17,75 | 26.629,68 |
| **Звучне баријере тип 1** | - | - | - | - | - | - |
| **Звучне баријере тип 2** | - | - | - | - | - | - |
| **Звучне баријере тип 3** | - | - | - | - | - | - |
| **Звучне баријере тип 4** | - | - | - | - | - | - |




*Табела 8.3.38. Преглед показатеља оправданости – ММ13 Ваљево*

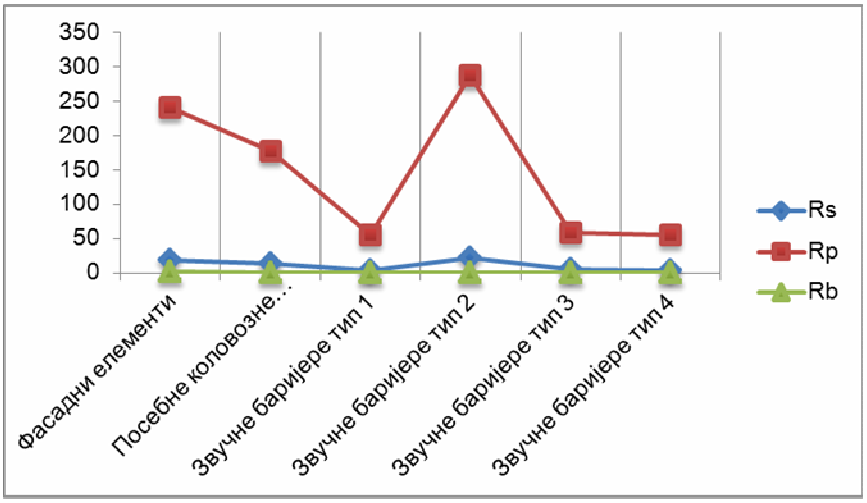



*Слика 8.3.39. Реципрочна вредност показатеља оправданости – ММ14 Ваљево*

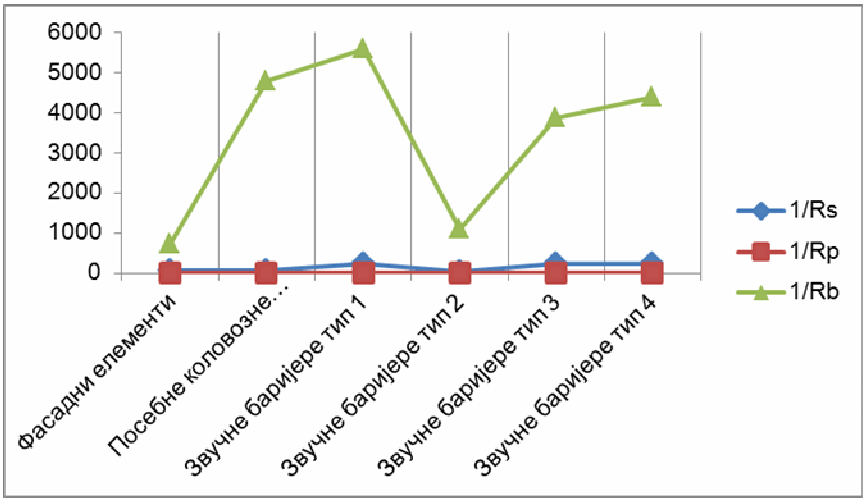
## ММ14: Е 760 / М 22; Магистрални пут Београд – Чачак; Горњи Милановац

*Табела 8.3.40. Преглед показатеља оправданости – ММ14 Горњи Милановац*

| | Rs | Rp | Rb | 1/Rs | 1/Rp | 1/Rb |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Фасадни елементи** | 18,67 | 240,50 | 1,41 | 53,55 | 4,16 | 706,86 |
| **Посебне коловозне конструкције** | 13,77 | 177,33 | 0,21 | 72,63 | 5,64 | 4.793,34 |
| **Звучне баријере тип 1** | 4,30 | 55,38 | 0,18 | 232,55 | 18,06 | 5.581,32 |
| **Звучне баријере тип 2** | 22,26 | 286,64 | 0,93 | 44,93 | 3,49 | 1.078,31 |
| **Звучне баријере тип 3** | 4,56 | 58,73 | 0,26 | 219,30 | 17,03 | 3.859,70 |
| **Звучне баријере тип 4** | 4,30 | 55,38 | 0,23 | 232,55 | 18,06 | 4.385,32 |




*Табела 8.3.41. Преглед показатеља оправданости – ММ14 Горњи Милановац*

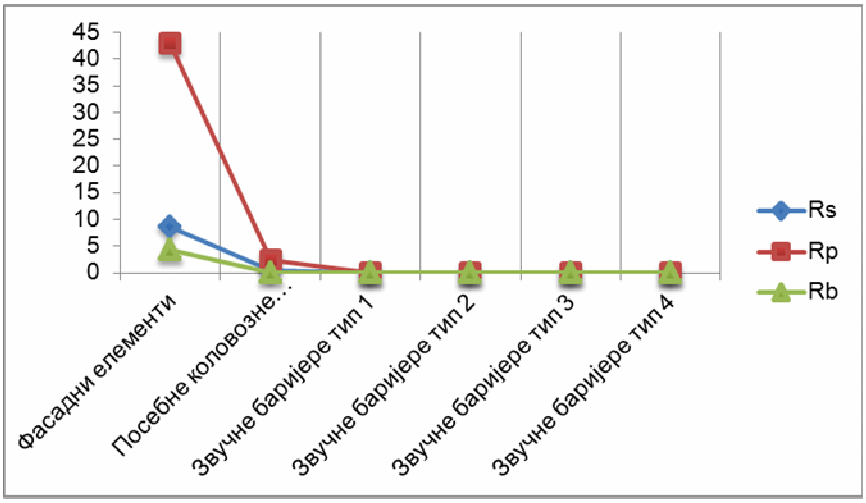



*Слика 8.3.42. Реципрочна вредност показатеља оправданости – ММ14 Горњи Милановац*

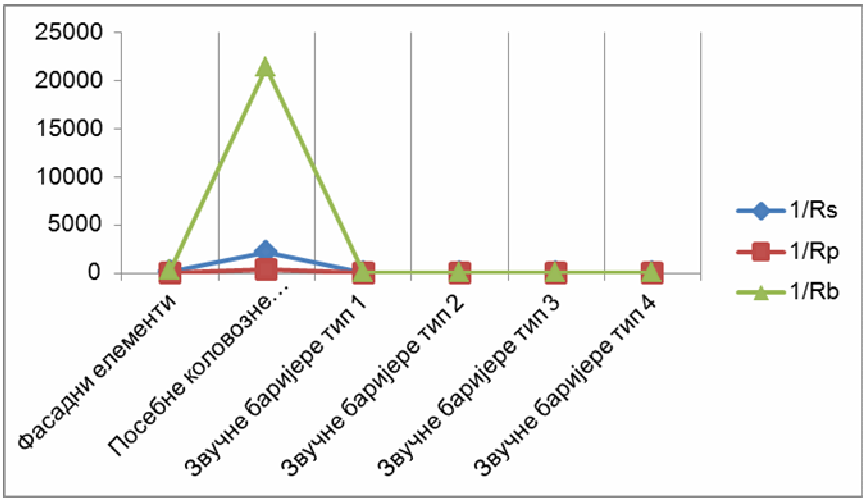
## ММ15: Е 761 / М 5; Магистрални пут Краљево – Крушевац; Краљево

*Табела 8.3.43. Преглед показатеља оправданости – ММ15 Краљево*

| | Rs | Rp | Rb | 1/Rs | 1/Rp | 1/Rb |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Фасадни елементи** | 8,57 | 42,84 | 4,28 | 116,71 | 23,34 | 233,42 |
| **Посебне коловозне конструкције** | 0,47 | 2,35 | 0,05 | 2.130,37 | 426,07 | 21.303,75 |
| **Звучне баријере тип 1** | - | - | - | - | - | - |
| **Звучне баријере тип 2** | - | - | - | - | - | - |
| **Звучне баријере тип 3** | - | - | - | - | - | - |
| **Звучне баријере тип 4** | - | - | - | - | - | - |




*Табела 8.3.44. Преглед показатеља оправданости – ММ15 Краљево*




*Слика 8.3.45. Реципрочна вредност показатеља оправданости – ММ15 Краљево*

## 8.4. ПРЕТХОДНА ФИНАНСИЈСКА ОЦЕНА РЕНТАБИЛНОСТИ ПРОЈЕКТА

На основу претходних показатеља, види се да је распон вредности веома велики.

Утрошена средства за заштиту по становнику крећу се у распону од 20 па до чак 11.000 eur. С друге стране да би се од буке заштитио један квадрат затворене површине потребно је од 1,6 до 440 eur.

Такође је занимљиво да на пример, на једној локацији решење може да се постигне са улагањем од 4,7 или 440 eur.

Јасно је дакле да се на неким локацијама нека од предложених решења не могу спровести, услед тоталне нерентабилности.

Приликом селекције ММ и решења треба донети критеријуме за приоритетизацију, као нпр. ниво буке, број становника који се штити, површина штићеног простора и за сваки од њих дати одређени тежински коефицијент. Затим, након рангирања приоритетних локација, применити најрентабилније решење.

# 9. УТВРЂИВАЊЕ ДРУШТВЕНО-ЕКОНОМСКЕ ЕФИКАСНОСТИ

## 9.1. ЕКОНОМСКИ ТРОШКОВИ И КОРИСТ ПО ВАРИЈАНТАМА У ПЕРИОДУ ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ

Економски трошкови заштите од буке могу се поделити на, као и код већине инвестиционих пројеката:

- трошкове инвестирања и
- трошкове експлоатације.

Као што је у тачки 8.1. детаљно описано, свако од предложених варијантних решења има посебне врсте трошкова.

У наставку текста биће дат обрачун трошкова и мерљивих користи по свакој локацији, у односу на свако варијантно решење.

У оквиру сваке локације у првој табели су наведени подаци о фасадним елементима, у другој о звучним баријерама и у трећој о посебној коловозној конструкцији. На крају следи графички приказ улагања по варијантама.

## ММ1: Е 75 / М 22; Аутопут Београд – Нови Сад; Београд, Галеника

*Табела 9.1.1. Фасадни елементи – ММ1 Београд, Галеника*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Број етажа објекта | 5 |
| Број станова изложених буци по етажи | 3 |
| Број прозора по стану | 2 |
| Број становника на локацији изложених буци | 2.400 |
| Површина прозора у $m^2$ | 1,2 x 1,45 = 1,75 |
| Укупан број прозора изложених буци по објекту | 30 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по објекту у $m^2$ | 52,5 |
| Број објеката на локацији | 20 |
| Укупан број прозора изложених буци по локацији | 600 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по локацији у $m^2$ | 1.050 |
| Тип објекта | 2а |
| Етаже | П+3+ПТК |
| Квадратура по објекту у m2 | 1.500 |
| Квадратура на локацији у m2 | 30.000 |
| Цена $m^2$ прозора са уградњом у еврима | 121,5 |
| Укупна цена у еврима | 127.575 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 123.782,36 |
| Уштеда енергије у еврима годишње | 20.910 |
| Дисконтована уштеда у еврима | 178.018,62 |
| Нето садашња вредност, НСВ (ЕУР) | 54.236,26 |
| Јединична нето садашња вредност, ЈНСВ | 0,438 |
| Интерна стопа рентабилности, ИСР (%) | 15,67 |

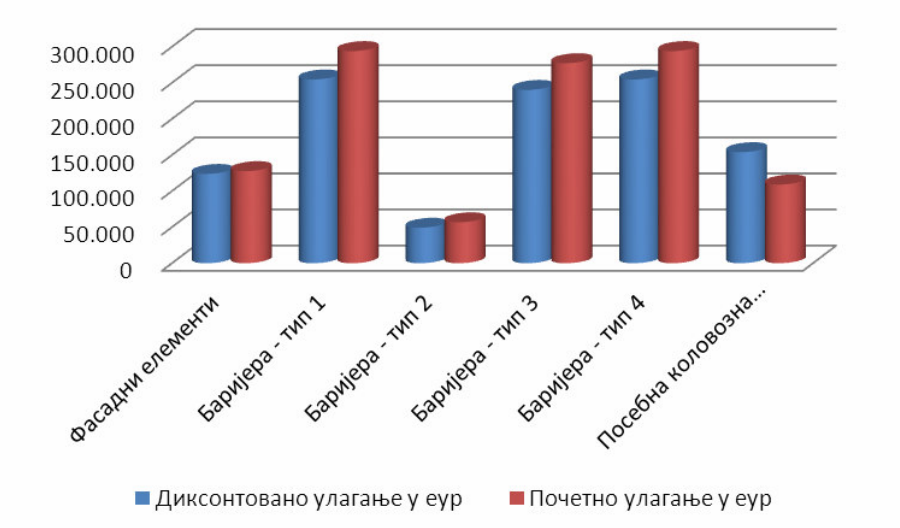
*Напомена: примењена је дисконтна стопа од 10 %.*

*Табела 9.1.2. Звучне баријере – ММ1 Београд, Галеника*

| Карактеристика | | | | Износ |
|---|---|---|---|---|
| Дужина простора који се штити од буке (m) | | | | 320 |
| Потребна висина звучне баријере (m) | | | | 3,5 |
| Врста паноа | Ограда од полиетилена, са челичним поцинкованим оквиром | Дрвени панои | Дрвено цементна ограда | Челични лим (са минералном вуном) |
| Укупна цена (eur) | 280.000 | 54.096 | 264.040 | 280.000 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 254.673 | 49.203 | 240.157 | 254.673 |

*Табела 9.1.3. Специјални коловозна конструкција – ММ1 Београд, Галеника*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Дужина специјалне коловозне подлоге (m) | 400 |
| Ширина специјалне коловозне подлоге (m) | 14 |
| Површина специјалне коловозне подлоге ($m^2$) | 5.600 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 153.924 |




*Слика 9.1.4. Улагања у еврима по варијантама за ММ1 Београд, Галеника*

## ММ2: М 7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Футог

*Табела 9.1.5. Фасадни елементи – ММ2 Футог*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Број етажа објекта | 3 |
| Број прозора изложених буци по етажи | 2 |
| Број становника на локацији изложено буци | 400 |
| Површина прозора у $m^2$ | 1,2 x 1,65 = 1,98 |
| Укупан број прозора изложених буци по објекту | 6 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по објекту у $m^2$ | 11,88 |
| Број објеката на локацији | 50 |
| Укупан број прозора изложених буци по локацији | 300 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по локацији у $m^2$ | 594 |
| Тип објекта | 1 |
| Етаже | П+1+ПТК |
| Квадратура по објекту у m2 | 300 |
| Квадратура на локацији у m2 | 15.000 |
| Цена $m^2$ прозора са уградњом у еврима | 121,5 |
| Укупна цена у еврима | 72.171 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 70.025,45 |
| Уштеда енергије у еврима годишње | 10.455 |
| Дисконтована уштеда у еврима | 89.010,00 |
| Нето садашња вредност, НСВ (ЕУР) | 18.983,86 |
| Јединична нето садашња вредност, ЈНСВ | 0,271 |
| Интерна стопа рентабилности, ИСР (%) | 13,56 |

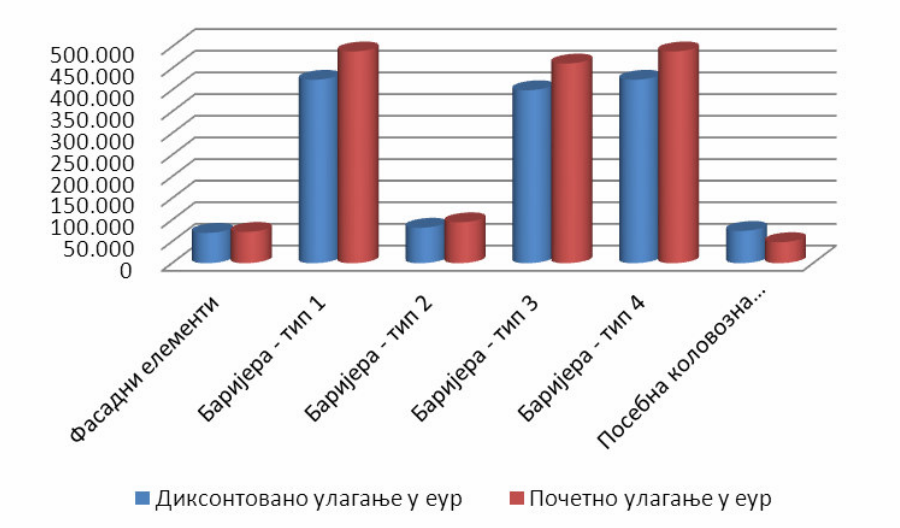
*Напомена: примењена је дисконтна стопа од 10 %.*

*Табела 9.1.6. Звучне баријере – ММ2 Футог*

| Карактеристика | | | | Износ |
|---|---|---|---|---|
| Дужина простора који се штити од буке (m) | | | | 1.242 |
| Потребна висина звучне баријере (m) | | | | 1,5 |
| Врста паноа | Ограда од полиетилена, са челичним поцинкованим оквиром | Дрвени панои | Дрвено цементна ограда | Челични лим (са минералном вуном) |
| Укупна цена (eur) | 465.750 | 89.983 | 439.203 | 465.750 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 423.622 | 81.844 | 399.476 | 423.622 |

*Табела 9.1.7. Специјални коловозна конструкција – ММ2 Футог*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Дужина специјалне коловозне подлоге (m) | 350 |
| Ширина специјалне коловозне подлоге (m) | 7 |
| Површина специјалне коловозне подлоге ($m^2$) | 2.450 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 74.563 |




*Слика 9.1.8. Улагања у еврима по варијантама за ММ2 Футог*

## ММ3: М 7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Ветерник

*Табела 9.1.9. Фасадни елементи – ММ3 Ветерник*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Број етажа објекта | 4 |
| Број станова изложених буци по етажи | 3 |
| Број прозора по стану | 2 |
| Број становника на локацији изложено буци | 800 |
| Површина прозора у $m^2$ | 1,2 x 1,45 = 1,75 |
| Укупан број прозора изложених буци по објекту | 24 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по објекту у $m^2$ | 42 |
| Број објеката на локацији | 8 |
| Укупан број прозора изложених буци по локацији | 192 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по локацији у $m^2$ | 336 |
| Тип објекта | 2а |
| Етаже | П+2+ПТК |
| Квадратура по објекту у m2 | 1.200 |
| Квадратура на локацији у m2 | 9.600 |
| Цена $m^2$ прозора са уградњом у еврима | 121,5 |
| Укупна цена у еврима | 40.824 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 39.610,35 |
| Уштеда енергије у еврима годишње | 6.691 |
| Дисконтована уштеда у еврима | 56.966 |
| Нето садашња вредност, НСВ (ЕУР) | 17.355,60 |
| Јединична нето садашња вредност, ЈНСВ | 0,438 |
| Интерна стопа рентабилности, ИСР (%) | 15,67 |

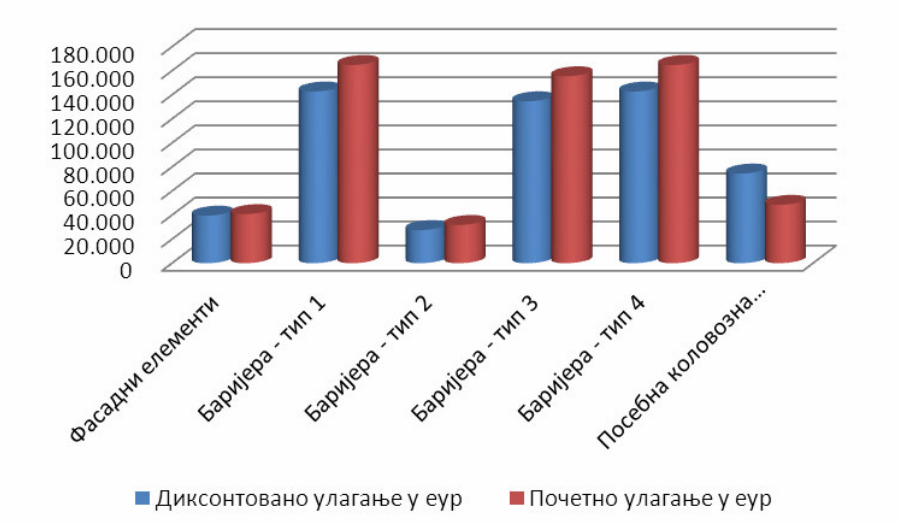
*Напомена: примењена је дисконтна стопа од 10 %.*

*Табела 9.1.10. Звучне баријере – ММЗ Ветерник*

| Карактеристика | | | | Износ |
|---|---|---|---|---|
| Дужина простора који се штити од буке (m) | | | | 314 |
| Потребна висина звучне баријере (m) | | | | 2 |
| Врста паноа | Ограда од полиетилена, са челичним поцинкованим оквиром | Дрвени панои | Дрвено цементна ограда | Челични лим (са минералном вуном) |
| Укупна цена (eur) | 157.000 | 30.333 | 148.051 | 157.000 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 142.799 | 27.589 | 134.659 | 142.799 |

*Табела 9.1.11. Специјални коловозна конструкција – ММЗ Ветерник*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Дужина специјалне коловозне подлоге (m) | 350 |
| Ширина специјалне коловозне подлоге (m) | 7 |
| Површина специјалне коловозне подлоге ($m^2$) | 2.450 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 74.563 |




*Слика 9.1.12. Улагања у еврима по варијантама за ММЗ Ветерник*

## ММ4: М 7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Нови Сад

*Табела 9.1.13. Фасадни елементи – ММ4 Нови Сад*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Број етажа објекта | 5 |
| Број станова изложених буци по етажи | 4 |
| Број прозора по стану | 2 |
| Број становника на локацији изложено буци | 1.600 |
| Површина прозора у $m^2$ | 1,2 x 1,45 = 1,75 |
| Укупан број прозора изложених буци по објекту | 40 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по објекту у $m^2$ | 70 |
| Број објеката на локацији | 10 |
| Укупан број прозора изложених буци по локацији | 400 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по локацији у $m^2$ | 700 |
| Тип објекта | 2а |
| Етаже | П+4+ПТК |
| Квадратура по објекту у m2 | 1.800 |
| Квадратура на локацији у m2 | 18.000 |
| Цена $m^2$ прозора са уградњом у еврима | 121,5 |
| Укупна цена у еврима | 85.050 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 82.521,57 |
| Уштеда енергије у еврима годишње | 12.546 |
| Дисконтована уштеда у еврима | 104.984 |
| Нето садашња вредност, НСВ (ЕУР) | 24.289,60 |
| Јединична нето садашња вредност, ЈНСВ | 0,294 |
| Интерна стопа рентабилности, ИСР (%) | 13,86 |

*Напомена: примењена је дисконтна стопа од 10 %.*

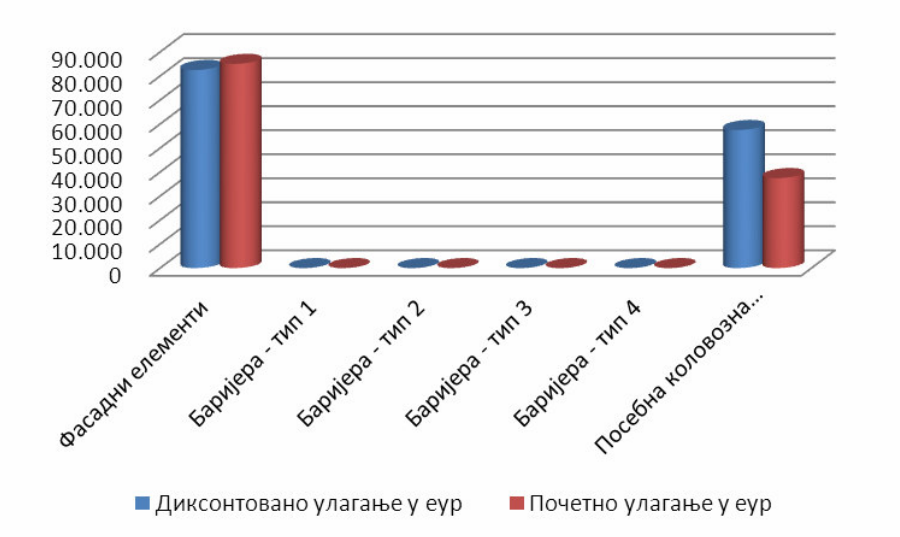
*Табела 9.1.14. Звучне баријере – ММ4 Нови Сад*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Дужина простора који се штити од буке (m) | 0 |
| Потребна висина звучне баријере (m) | 0 |

На овој локацији технички није изводљиво поставити звучне баријере.

*Табела 9.1.15. Специјални коловозна конструкција – ММ4 Нови Сад*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Дужина специјалне коловозне подлоге (m) | 270 |
| Ширина специјалне коловозне подлоге (m) | 7 |
| Површина специјалне коловозне подлоге ($m^2$) | 1.890 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 57.520 |




*Слика 9.1.16. Улагања у еврима по варијантама за ММ 4 Нови Сад*

## ММ5: Е 75 / М 1; Аутопут Београд – Ниш; Ћуприја

*Табела 9.1.17. Фасадни елементи – ММ5 Ћуприја*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Број етажа објекта | 2 |
| Број прозора изложених буци по етажи | 2 |
| Број становника на локацији изложено буци | 240 |
| Површина прозора у $m^2$ | 1,2 x 1,65 = 1,98 |
| Укупан број прозора изложених буци по објекту | 4 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по објекту у $m^2$ | 7,92 |
| Број објеката на локацији | 30 |
| Укупан број прозора изложених буци по локацији | 120 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по локацији у $m^2$ | 237,6 |
| Тип објекта | 1 |
| Етаже | П+1 |
| Квадратура по објекту у m2 | 200 |
| Квадратура на локацији у m2 | 6.000 |
| Цена $m^2$ прозора са уградњом у еврима | 121,5 |
| Укупна цена у еврима | 28.868,4 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 28.010,18 |
| Уштеда енергије у еврима годишње | 4.182 |
| Дисконтована уштеда у еврима | 35.603,72 |
| Нето садашња вредност, НСВ (EUP) | 7.593,54 |
| Јединична нето садашња вредност, ЈНСВ | 0,271 |
| Интерна стопа рентабилности, ИСР (%) | 13,56 |

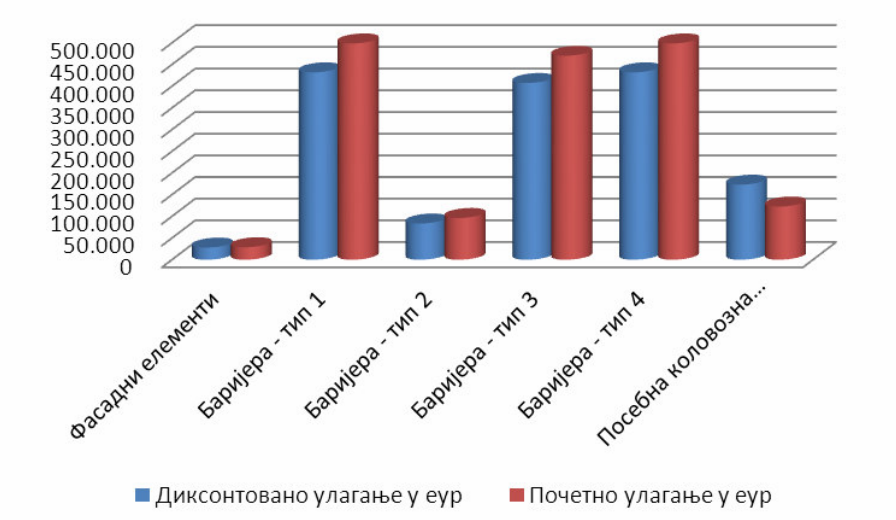
*Напомена: примењена је дисконтна стопа од 10 %.*

*Табела 9.1.18. Звучне баријере – ММ5 Ћуприја*

| Карактеристика | | | | Износ |
|---|---|---|---|---|
| Дужина простора који се штити од буке (m) 1 | | | | 250 |
| Дужина простора који се штити од буке (m) 2 | | | | 150 |
| Дужина простора који се штити од буке (m) 3 | | | | 200 |
| Потребна висина звучне баријере (m) 1 | | | | 4 |
| Потребна висина звучне баријере (m) 2 | | | | 2 |
| Потребна висина звучне баријере (m) 3 | | | | 3 |
| Врста паноа | Ограда од полиетилена, са челичним поцинкованим оквиром | Дрвени панои | Дрвено цементна ограда | Челични лим (са минералном вуном) |
| Укупна цена (eur) | 475.000 | 91.770 | 447.925 | 475.000 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 432.035 | 83.469 | 407.409 | 432.035 |

*Табела 9.1.19. Специјални коловозна конструкција – ММ5 Ћуприја*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Дужина специјалне коловозне подлоге (m) | 450 |
| Ширина специјалне коловозне подлоге (m) | 14 |
| Површина специјалне коловозне подлоге ($m^2$) | 6.300 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 173.164 |




*Слика 9.1.20. Улагања у еврима по варијантама за ММ5 Ћуприја*

## ММ6: Е 75 / М 1; Аутопут Београд – Ниш; Бобовиште

*Табела 9.1.21. Фасадни елементи – ММ6 Бобовиште*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Број етажа објекта | 2 |
| Број прозора изложених буци по етажи | 2 |
| Број становника на локацији изложено буци | 40 |
| Површина прозора у $m^2$ | 1,2 x 1,65 = 1,98 |
| Укупан број прозора изложених буци по објекту | 4 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по објекту у $m^2$ | 7,92 |
| Број објеката на локацији | 5 |
| Укупан број прозора изложених буци по локацији | 20 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по локацији у $m^2$ | 39,6 |
| Тип објекта | 1 |
| Етаже | П+1 |
| Квадратура по објекту у m2 | 200 |
| Квадратура на локацији у m2 | 1.000 |
| Цена $m^2$ прозора са уградњом у еврима | 121,5 |
| Укупна цена у еврима | 4.811,4 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 4.668,36 |
| Уштеда енергије у еврима годишње | 697 |
| Дисконтована уштеда у еврима | 5.934 |
| Нето садашња вредност, НСВ (EUP) | 1.265,59 |
| Јединична нето садашња вредност, ЈНСВ | 0,271 |
| Интерна стопа рентабилности, ИСР (%) | 13,56 |

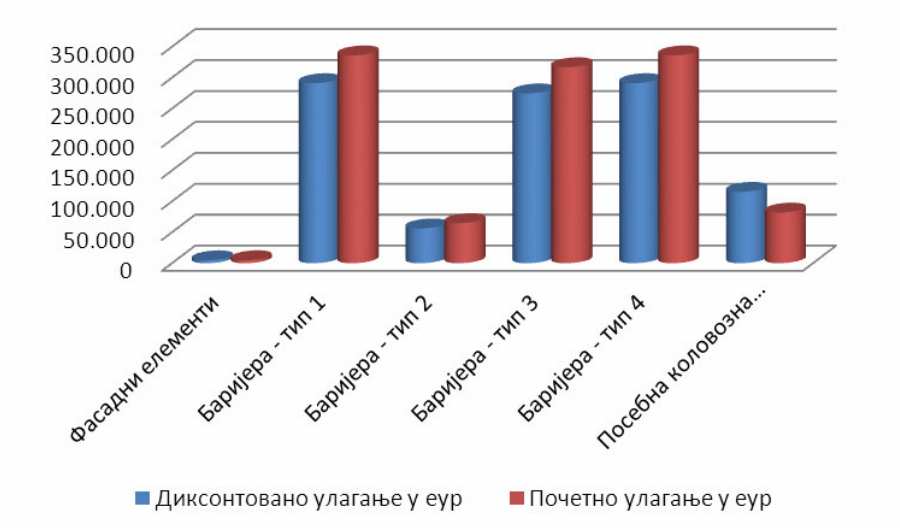
*Напомена: примењена је дисконтна стопа од 10 %.*

*Табела 9.1.21. Звучне баријере – ММ6 Бобовиште*

| Карактеристика | | | | Износ |
|---|---|---|---|---|
| Дужина простора који се штити од буке (m) | | | | 512 |
| Потребна висина звучне баријере (m) | | | | 2,5 |
| Врста паноа | Ограда од полиетилена, са челичним поцинкованим оквиром | Дрвени панои | Дрвено цементна ограда | Челични лим (са минералном вуном) |
| Укупна цена (eur) | 320.000 | 61.824 | 301.760 | 320.000 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 291.055 | 56.232 | 274.465 | 291.055 |

*Табела 9.1.23. Специјални коловозна конструкција – ММ6 Бобовиште*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Дужина специјалне коловозне подлоге (m) | 300 |
| Ширина специјалне коловозне подлоге (m) | 14 |
| Површина специјалне коловозне подлоге ($m^2$) | 4.200 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 115.443 |




*Слика 9.1.24. Улагања у еврима по варијантама за ММ6 Бобовиште*

## ММ7: Е 80 / М 1.12; Магистрални пут Пирот – Ниш; Ниш

*Табела 9.1.25. Фасадни елементи – ММ7 Ниш*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Број етажа објекта | 2 |
| Број прозора изложених буци по етажи | 2 |
| Број становника на локацији изложено буци | 120 |
| Површина прозора у $m^2$ | 1,2 x 1,65 = 1,98 |
| Укупан број прозора изложених буци по објекту | 4 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по објекту у $m^2$ | 7,92 |
| Број објеката на локацији | 15 |
| Укупан број прозора изложених буци по локацији | 60 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по локацији у $m^2$ | 118,8 |
| Тип објекта | 1 |
| Етаже | П+1 |
| Квадратура по објекту у m2 | 200 |
| Квадратура на локацији у m2 | 3.000 |
| Цена $m^2$ прозора са уградњом у еврима | 121,5 |
| Укупна цена у еврима | 14.434,2 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 14.005,09 |
| Уштеда енергије у еврима годишње | 2.091 |
| Дисконтована уштеда у еврима | 17.801,86 |
| Нето садашња вредност, НСВ (EUP) | 3.796,77 |
| Јединична нето садашња вредност, ЈНСВ | 0,271 |
| Интерна стопа рентабилности, ИСР (%) | 13,56 |

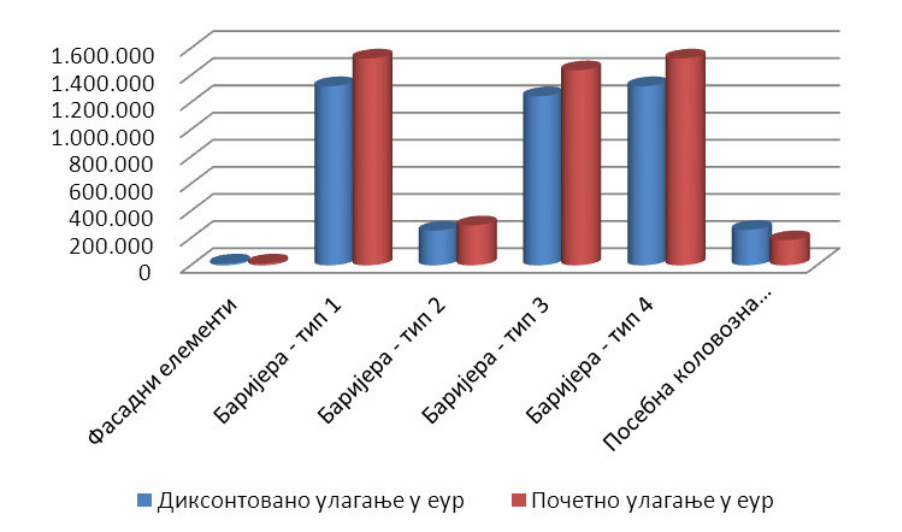
*Напомена: примењена је дисконтна стопа од 10 %.*

*Табела 9.1.26. Звучне баријере – MM7 Ниш*

| Карактеристика | | | | Износ |
|---|---|---|---|---|
| Дужина простора који се штити од буке (m) | | | | 1.291 |
| Потребна висина звучне баријере (m) | | | | 4,5 |
| Врста паноа | Ограда од полиетилена, са челичним поцинкованим оквиром | Дрвени панои | Дрвено цементна ограда | Челични лим (са минералном вуном) |
| Укупна цена (eur) | 1.452.375 | 280.599 | 1.369.590 | 1.452.375 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 1.321.005 | 255.218 | 1.245.708 | 1.321.005 |

*Табела 9.1.27. Специјални коловозна конструкција – MM7 Ниш*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Дужина специјалне коловозне подлоге (m) | 680 |
| Ширина специјалне коловозне подлоге (m) | 14 |
| Површина специјалне коловозне подлоге ($m^2$) | 9.520 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 261.670 |




*Слика 9.1.28. Улагања у еврима по варијантама за MM7 Ниш*

## ММ8: Е 80 / М 1.12; Магистрални пут Ниш – Пирот; Ниш

*Табела 9.1.29. Фасадни елементи – ММ8 Ниш*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Број етажа објекта | 3 |
| Број прозора изложених буци по етажи | 2 |
| Број становника на локацији изложено буци | 160 |
| Површина прозора у $m^2$ | 1,2 x 1,65 = 1,98 |
| Укупан број прозора изложених буци по објекту | 6 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по објекту у $m^2$ | 11,88 |
| Број објеката на локацији | 20 |
| Укупан број прозора изложених буци по локацији | 120 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по локацији у $m^2$ | 237,6 |
| Тип објекта | 1 |
| Етаже | П+1 |
| Квадратура по објекту у m2 | 200 |
| Квадратура на локацији у m2 | 4.000 |
| Цена $m^2$ прозора са уградњом у еврима | 121,5 |
| Укупна цена у еврима | 28.868,4 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 28.010,18 |
| Уштеда енергије у еврима годишње | 2.788 |
| Дисконтована уштеда у еврима | 23.735,82 |
| Нето садашња вредност, НСВ (ЕУР) | - 4.274,36 |
| Јединична нето садашња вредност, ЈНСВ | - 0,153 |
| Интерна стопа рентабилности, ИСР (%) | 7,89 |

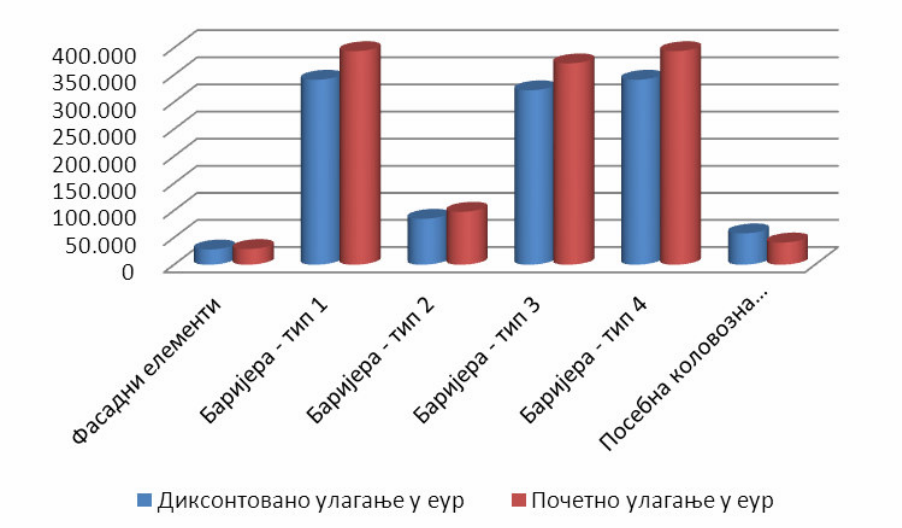
*Напомена: примењена је дисконтна стопа од 10 %.*

*Табела 9.1.30. Звучне баријере – ММ8 Ниш*

| Карактеристика | | | | Износ |
|---|---|---|---|---|
| Дужина простора који се штити од буке (m) 1 | | | | 200 |
| Дужина простора који се штити од буке (m) 2 | | | | 50 |
| Дужина простора који се штити од буке (m) 3 | | | | 250 |
| Потребна висина звучне баријере (m) 1 | | | | 3 |
| Потребна висина звучне баријере (m) 2 | | | | 5,5 |
| Потребна висина звучне баријере (m) 3 | | | | 2,5 |
| Врста паноа | Ограда од полиетилена, са челичним поцинкованим оквиром | Дрвени панои | Дрвено цементна ограда | Челични лим (са минералном вуном) |
| Укупна цена (eur) | 375.000 | 92.978 | 353.625 | 375.000 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 341.081 | 84.568 | 321.639 | 341.081 |

*Табела 9.1.31. Специјални коловозна конструкција – ММ8 Ниш*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Дужина специјалне коловозне подлоге (m) | 150 |
| Ширина специјалне коловозне подлоге (m) | 14 |
| Површина специјалне коловозне подлоге ($m^2$) | 2.100 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 57.721 |




*Слика 9.1.32. Улагања у еврима по варијантама за ММ8 Ниш*

## ММ9: Е 80 / М 1.12; Магистрални пут Пирот – Софија; Пирот

*Табела 9.1.33. Фасадни елементи – ММ9 Пирот*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Број етажа објекта | 2 |
| Број прозора изложених буци по етажи | 2 |
| Број становника на локацији изложено буци | 80 |
| Површина прозора у $m^2$ | 1,2 x 1,65 = 1,98 |
| Укупан број прозора изложених буци по објекту | 4 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по објекту у $m^2$ | 7,92 |
| Број објеката на локацији | 10 |
| Укупан број прозора изложених буци по локацији | 40 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по локацији у $m^2$ | 79,2 |
| Тип објекта | 1 |
| Етаже | П+1 |
| Квадратура по објекту у m2 | 200 |
| Квадратура на локацији у m2 | 2.000 |
| Цена $m^2$ прозора са уградњом у еврима | 121,5 |
| Укупна цена у еврима | 9.622,8 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 9.336,73 |
| Уштеда енергије у еврима годишње | 1.394 |
| Дисконтована уштеда у еврима | 11.868 |
| Нето садашња вредност, НСВ (EUP) | 2.531,18 |
| Јединична нето садашња вредност, ЈНСВ | 0,271 |
| Интерна стопа рентабилности, ИСР (%) | 13,56 |

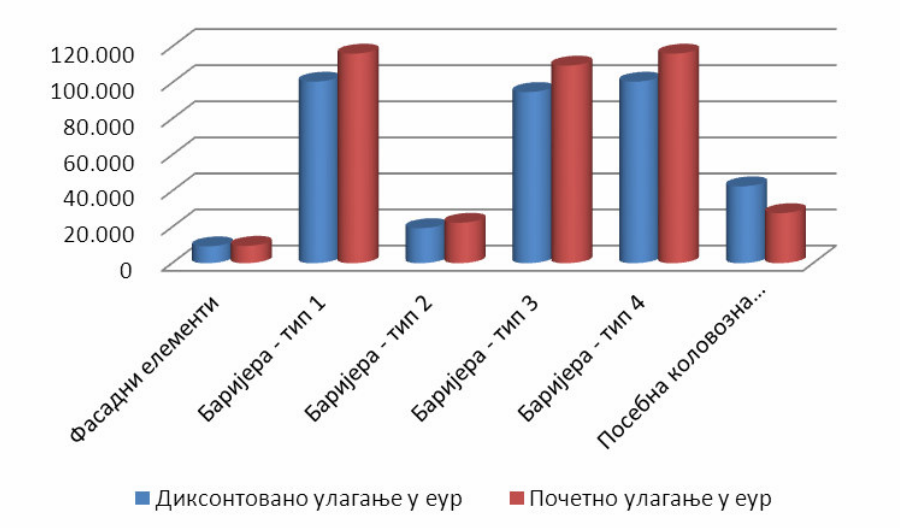
*Напомена: примењена је дисконтна стопа од 10 %.*

*Табела 9.1.34. Звучне баријере – ММ9 Пирот*

| Карактеристика | | | | Износ |
|---|---|---|---|---|
| Дужина простора који се штити од буке (m) | | | | 295 |
| Потребна висина звучне баријере (m) | | | | 1,5 |
| Врста паноа | Ограда од полиетилена, са челичним поцинкованим оквиром | Дрвени панои | Дрвено цементна ограда | Челични лим (са минералном вуном) |
| Укупна цена (eur) | 110.625 | 21.373 | 104.320 | 110.625 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 100.619 | 19.440 | 94.884 | 100.619 |

*Табела 9.1.35. Специјални коловозна конструкција – ММ1 Пирот*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Дужина специјалне коловозне подлоге (m) | 200 |
| Ширина специјалне коловозне подлоге (m) | 7 |
| Површина специјалне коловозне подлоге ($m^2$) | 1.400 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 42.607 |




*Слика 9.1.36. Улагања у еврима по варијантама за ММ9 Пирот*

## ММ10: Е 75 / М 1; Аутопут Ниш – Београд; Ражањ

*Табела 9.1.37. Фасадни елементи – ММ10 Ражањ*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Број етажа објекта | 2 |
| Број прозора изложених буци по етажи | 2 |
| Број становника на локацији изложено буци | 120 |
| Површина прозора у $m^2$ | 1,2 x 1,65 = 1,98 |
| Укупан број прозора изложених буци по објекту | 4 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по објекту у $m^2$ | 7,92 |
| Број објеката на локацији | 15 |
| Укупан број прозора изложених буци по локацији | 60 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по локацији у $m^2$ | 118,8 |
| Тип објекта | 1 |
| Етаже | П+1 |
| Квадратура по објекту у m2 | 200 |
| Квадратура на локацији у m2 | 3.000 |
| Цена $m^2$ прозора са уградњом у еврима | 121,5 |
| Укупна цена у еврима | 14.434,.2 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 14.005,09 |
| Уштеда енергије у еврима годишње | 2.091 |
| Дисконтована уштеда у еврима | 17.801,86 |
| Нето садашња вредност, НСВ (EUP) | 3.796,77 |
| Јединична нето садашња вредност, ЈНСВ | 0,271 |
| Интерна стопа рентабилности, ИСР (%) | 13,56 |

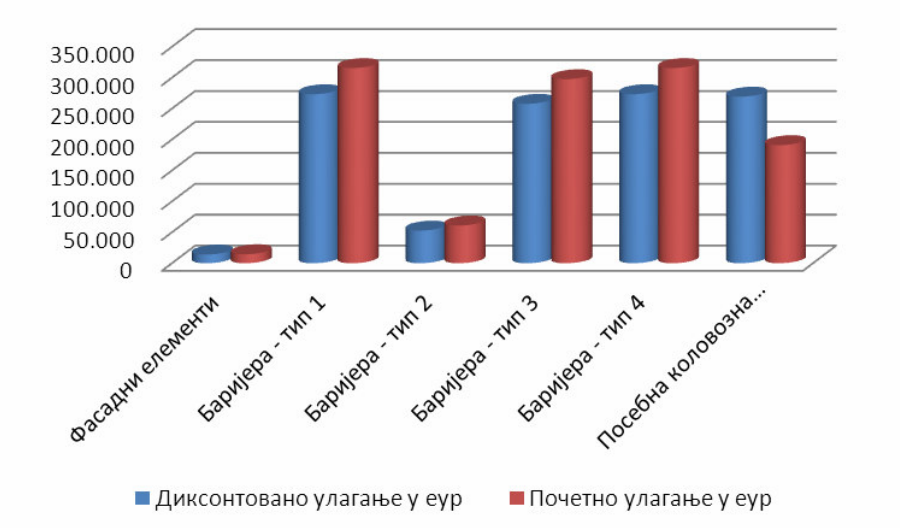
*Напомена: примењена је дисконтна стопа од 10 %.*

*Табела 9.1.38. Звучне баријере – ММ10 Ражањ*

| Карактеристика | | | | Износ |
|---|---|---|---|---|
| Дужина простора који се штити од буке (m) | | | | 601 |
| Потребна висина звучне баријере (m) | | | | 2 |
| Врста паноа | Ограда од полиетилена, са челичним поцинкованим оквиром | Дрвени панои | Дрвено цементна ограда | Челични лим (са минералном вуном) |
| Укупна цена (eur) | 300.500 | 58.057 | 283.372 | 300.500 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 273.319 | 52.806 | 257.740 | 273.319 |

*Табела 9.1.39. Специјални коловозна конструкција – ММ10 Ражањ*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Дужина специјалне коловозне подлоге (m) | 700 |
| Ширина специјалне коловозне подлоге (m) | 14 |
| Површина специјалне коловозне подлоге ($m^2$) | 9.800 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 269.367 |




*Слика 9.1.40. Улагања у еврима по варијантама за ММ10 Ражањ*

## ММ11: Е 760 / М 22; Магистрални пут Београд – Чачак; Београд

*Табела 9.1.41. Фасадни елементи – ММ11 Београд*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Број етажа објекта | 5 |
| Број станова изложених буци по етажи | 3 |
| Број прозора по стану | 2 |
| Број становника на локацији изложено буци | 1.200 |
| Површина прозора у $m^2$ | 1,2 x 1,45 = 1,75 |
| Укупан број прозора изложених буци по објекту | 30 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по објекту у $m^2$ | 52,5 |
| Број објеката на локацији | 10 |
| Укупан број прозора изложених буци по локацији | 300 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по локацији у $m^2$ | 525 |
| Тип објекта | 2а |
| Етаже | П+3+ПТК |
| Квадратура по објекту у m2 | 900 |
| Квадратура на локацији у m2 | 9.000 |
| Укупна површина прозора директно изложених буци по локацији у $m^2$ | 0,6 x 525* = 315 |
| Цена $m^2$ прозора са уградњом у еврима | 121,5 |
| Укупна цена у еврима | 38.272,5 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 37.134,71 |
| Уштеда енергије у еврима годишње | 6.273 |
| Дисконтована уштеда у еврима | 53.406 |
| Нето садашња вредност, НСВ (EUP) | 16.270,88 |
| Јединична нето садашња вредност, ЈНСВ | 0,438 |
| Интерна стопа рентабилности, ИСР (%) | 15,67 |

*Напомена: примењена је дисконтна стопа од 10 %.*

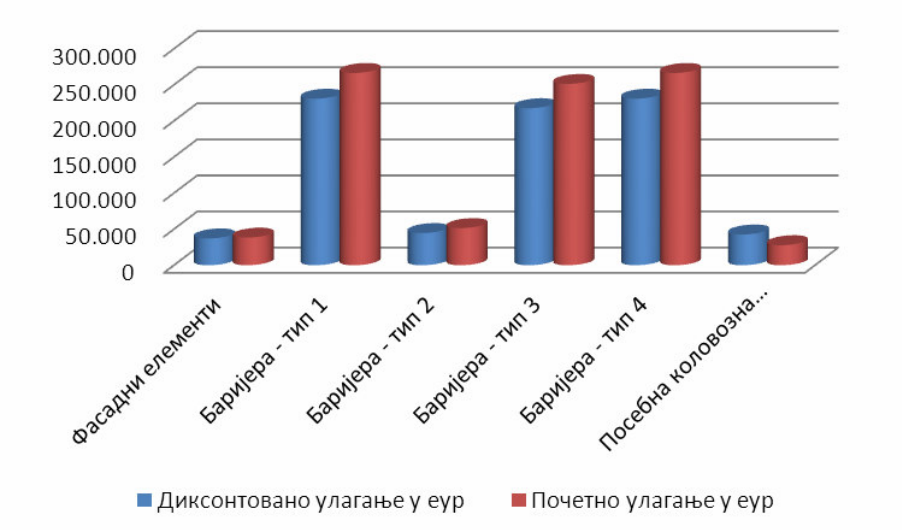
**Напомена: 6 објеката је у низу уз улицу, 4 објекта су у паралелном низу који нису изложени буци директно, па је проценат директне изложености буци 60%*

*Табела 9.1.42. Звучне баријере – ММ11 Београд*

| Карактеристика | | | | Износ |
|---|---|---|---|---|
| Дужина простора који се штити од буке (м) | | | | 203 |
| Потребна висина звучне баријере (м) | | | | 5 |
| Врста паноа | Ограда од полиетилена, са челичним поцинкованим оквиром | Дрвени панои | Дрвено цементна ограда | Челични лим (са минералном вуном) |
| Укупна цена (еур) | 253.750 | 49.025 | 239.287 | 253.750 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 230.798 | 44.591 | 217.643 | 230.798 |

*Табела 9.1.43. Специјални коловозна конструкција – ММ11 Београд*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Дужина специјалне коловозне подлоге (м) | 200 |
| Ширина специјалне коловозне подлоге (м) | 7 |
| Површина специјалне коловозне подлоге ($м^2$) | 1.400 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 42.607 |




*Слика 9.1.44. Улагања у еврима по варијантама за ММ11 Београд*

## ММ12: М 19; Магистрални пут Шабац – Лозница; Шабац

*Табела 9.1.45. Фасадни елементи – ММ12 Шабац*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Број етажа објекта | 2 |
| Број прозора изложених буци по етажи | 2 |
| Број становника на локацији изложено буци | 175 |
| Површина прозора у $m^2$ | 1,2 x 1,65 = 1,98 |
| Укупан број прозора изложених буци по објекту | 4 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по објекту у $m^2$ | 7,92 |
| Број објеката на локацији | 35 |
| Укупан број прозора изложених буци по локацији | 140 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по локацији у $m^2$ | 277,2 |
| Тип објекта | 1 |
| Етаже | П+1 |
| Квадратура по објекту у m2 | 200 |
| Квадратура на локацији у m2 | 7.000 |
| Цена $m^2$ прозора са уградњом у еврима | 121,5 |
| Укупна цена у еврима | 33.679,80 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 32.678,54 |
| Уштеда енергије у еврима годишње | 4.879,00 |
| Дисконтована уштеда у еврима | 41.537,68 |
| Нето садашња вредност, НСВ (EUP) | 8.859,13 |
| Јединична нето садашња вредност, ЈНСВ | 0,271 |
| Интерна стопа рентабилности, ИСР (%) | 13,56 |

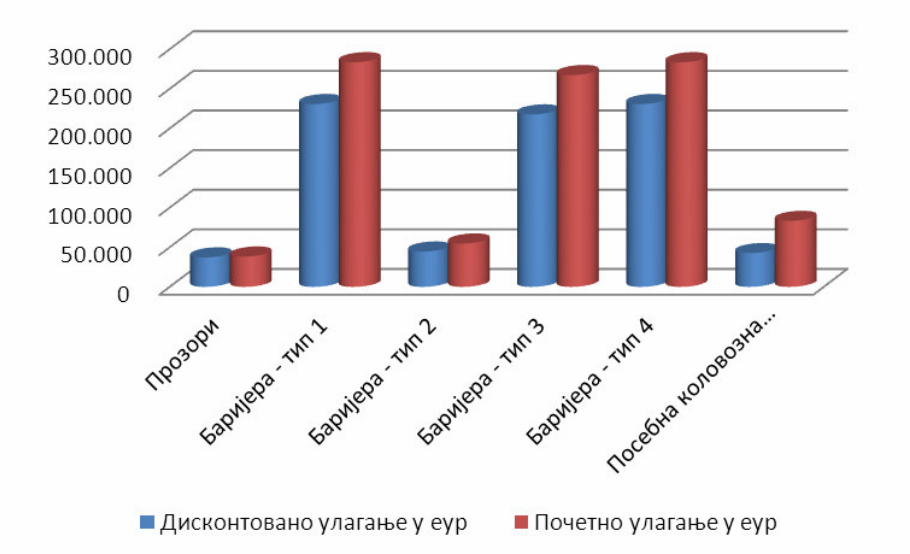
*Напомена: примењена је дисконтна стопа од 10 %.*

*Табела 9.1.46. Звучне баријере – ММ12 Шабац*

| Карактеристика | | | | Износ |
|---|---|---|---|---|
| Дужина простора који се штити од буке (m) | | | | 600 |
| Потребна висина звучне баријере (m) | | | | 1,8 |
| Врста паноа | Ограда од полиетилена, са челичним поцинкованим оквиром | Дрвени панои | Дрвено цементна ограда | Челични лим (са минералном вуном) |
| Укупна цена (eur) | 270.000 | 52.164 | 254.610 | 270.000 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 245.578 | 47.446 | 231.580 | 245.578 |

*Табела 9.1.47. Специјални коловозна конструкција – ММ12 Шабац*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Дужина специјалне коловозне подлоге (m) | 600 |
| Ширина специјалне коловозне подлоге (m) | 7 |
| Површина специјалне коловозне подлоге ($m^2$) | 4.200 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 127.822 |




*Слика 9.1.48. Улагања у еврима по варијантама за ММ12 Шабац*

## ММ13: М 21; Обилазница око Ваљева; Ваљево

*Табела 9.1.49. Фасадни елементи – ММ13 Ваљево*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Број етажа објекта | 2 |
| Број прозора изложених буци по етажи | 1 |
| Број становника на локацији изложено буци | 120 |
| Површина прозора у $m^2$ | 1,2 x 1,65 = 1,98 |
| Укупан број прозора изложених буци по објекту | 2 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по објекту у $m^2$ | 3,96 |
| Број објеката на локацији | 30 |
| Укупан број прозора изложених буци по локацији | 60 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по локацији у $m^2$ | 118,8 |
| Тип објекта | 1 |
| Етаже | П+ПТК |
| Квадратура по објекту у m2 | 200 |
| Квадратура на локацији у m2 | 6.000 |
| Цена $m^2$ прозора са уградњом у еврима | 121,5 |
| Укупна цена у еврима | 14.434,20 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 14.005,09 |
| Уштеда енергије у еврима годишње | 4.182 |
| Дисконтована уштеда у еврима | 35.603,72 |
| Нето садашња вредност, НСВ (EUP) | 21.598,63 |
| Јединична нето садашња вредност, ЈНСВ | 1,542 |
| Интерна стопа рентабилности, ИСР (%) | 28,83 |

*Напомена: примењена је дисконтна стопа од 10 %.*

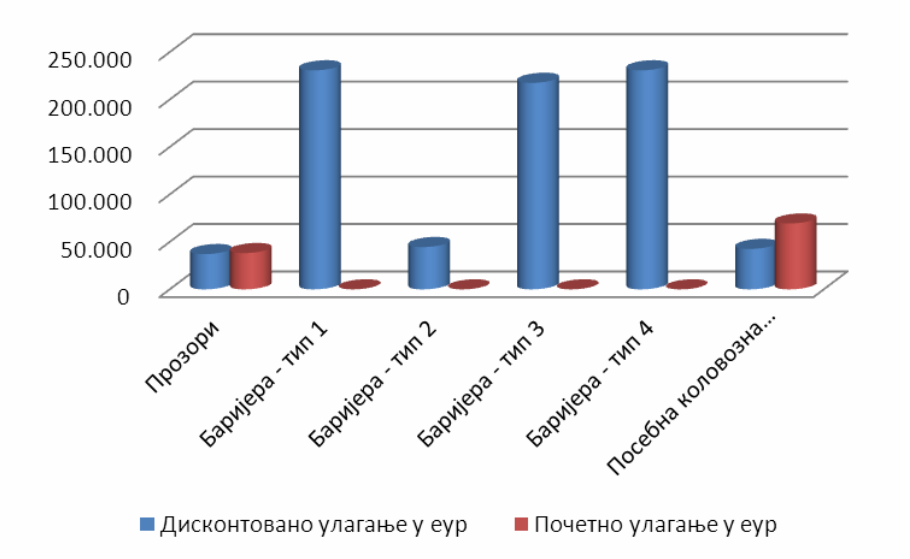
*Табела 9.1.50. Звучне баријере – ММ13 Ваљево*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Дужина простора који се штити од буке (m) | 0 |
| Потребна висина звучне баријере (m) | 0 |

На овој локацији технички није изводљиво поставити звучне баријере.

*Табела 9.1.51. Специјални коловозна конструкција – ММ13 Ваљево*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Дужина специјалне коловозне подлоге (m) | 500 |
| Ширина специјалне коловозне подлоге (m) | 7 |
| Површина специјалне коловозне подлоге ($m^2$) | 3.500 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 106.519 |




*Слика 9.1.52. Улагања у еврима по варијантама за ММ13 Ваљево*

## ММ14: Е 760 / М 22; Магистрални пут Београд – Чачак; Горњи Милановац

*Табела 9.1.53. Фасадни елементи – ММ14 Горњи Милановац*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Број етажа објекта | 2 и 4 |
| Број прозора изложених буци по етажи | 2 и 8 |
| Број становника на локацији изложено буци | 264 |
| Површина прозора у $m^2$ | 1,98 и 1,75 |
| Укупан број прозора изложених буци по објекту | 4 и 32 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по објекту у $m^2$ | 7,92 и 56 |
| Број објеката на локацији | 1 и 2 |
| Укупан број прозора изложених буци по локацији | 76 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по локацији у $m^2$ | 119,92 |
| Тип објекта | 1 и 2а |
| Етаже | П+1 и П+2+ПТК |
| Квадратура по објекту у m2 | 200 и 1.600 |
| Квадратура на локацији у m2 | 3.400 |
| Цена $m^2$ прозора са уградњом у еврима | 121,5 |
| Укупна цена у еврима | 14.570,28 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 14.137,12 |
| Уштеда енергије у еврима годишње | 2.369,80 |
| Дисконтована уштеда у еврима | 20.175,44 |
| Нето садашња вредност, НСВ (EUP) | 6.038,32 |
| Јединична нето садашња вредност, ЈНСВ | 0,427 |
| Интерна стопа рентабилности, ИСР (%) | 15,53 |

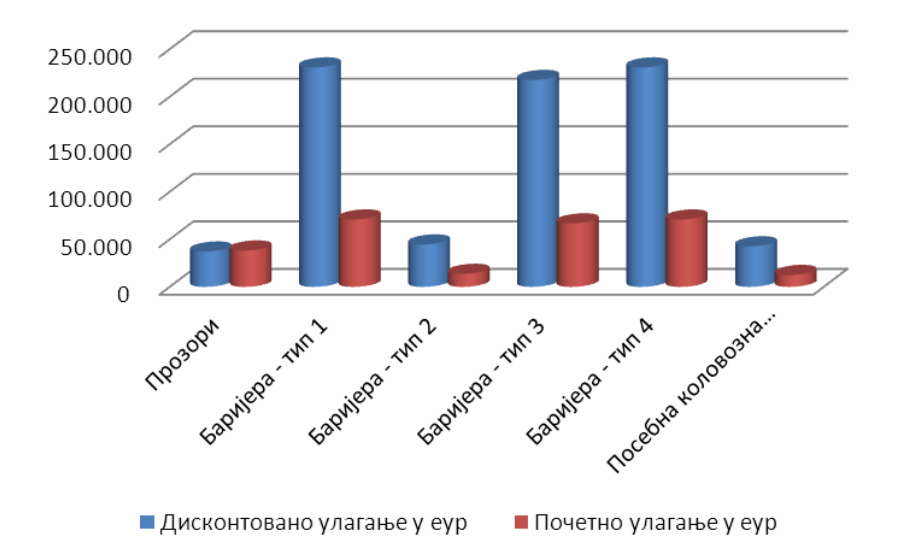
*Напомена: примењена је дисконтна стопа од 10 %.*

*Табела 9.1.54. Звучне баријере – ММ14 Горњи Милановац*

| Карактеристика | | | | Износ |
|---|---|---|---|---|
| Дужина простора који се штити од буке (m) | | | | 90 |
| Потребна висина звучне баријере (m) | | | | 3 |
| Врста паноа | Ограда од полиетилена, са челичним поцинкованим оквиром | Дрвени панои | Дрвено цементна ограда | Челични лим (са минералном вуном) |
| Укупна цена (eur) | 67.500 | 13.041 | 63.653 | 67.500 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 61.394 | 11.861 | 57.895 | 61.394 |

*Табела 9.1.55. Специјални коловозна конструкција – ММ14 Горњи Милановац*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Дужина специјалне коловозне подлоге (m) | 90 |
| Ширина специјалне коловозне подлоге (m) | 7 |
| Површина специјалне коловозне подлоге ($m^2$) | 630 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 19.173 |




*Слика 9.1.56. Улагања у еврима по варијантама за ММ14 Горњи Милановац*

## ММ15: Е 761 / М 5; Магистрални пут Краљево – Крушевац; Краљево

*Табела 9.1.57. Фасадни елементи – ММ15 Краљево*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Број етажа објекта | 2 |
| Број прозора изложених буци по етажи | 1 |
| Број становника на локацији изложено буци | 40 |
| Површина прозора у $m^2$ | 1,2 x 1,65 = 1,98 |
| Укупан број прозора изложених буци по објекту | 2 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по објекту у $m^2$ | 3,96 |
| Број објеката на локацији | 10 |
| Укупан број прозора изложених буци по локацији | 20 |
| Укупна површина прозора изложеног буци по локацији у $m^2$ | 39,6 |
| Тип објекта | 1 |
| Етаже | П+ПТК |
| Квадратура по објекту у m2 | 200 |
| Квадратура на локацији у m2 | 2.000 |
| Цена $m^2$ прозора са уградњом у еврима | 121,5 |
| Укупна цена у еврима | 4.811,40 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 4.668,36 |
| Уштеда енергије у еврима годишње | 1.394 |
| Дисконтована уштеда у еврима | 11.867,91 |
| Нето садашња вредност, НСВ (EUP) | 7.199,54 |
| Јединична нето садашња вредност, ЈНСВ | 1,542 |
| Интерна стопа рентабилности, ИСР (%) | 28,83 |

*Напомена: примењена је дисконтна стопа од 10 %.*

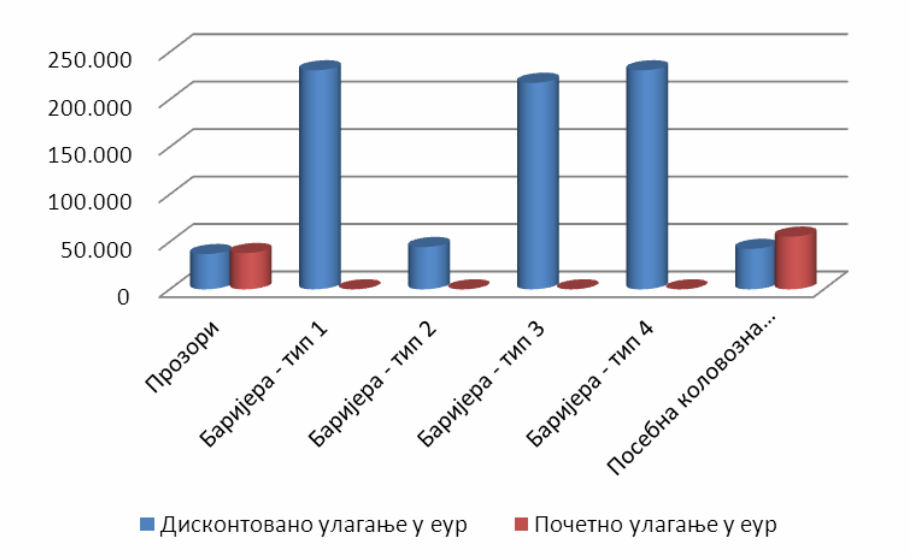
*Табела 9.1.58. Звучне баријере – ММ15 Краљево*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Дужина простора који се штити од буке (m) | 0 |
| Потребна висина звучне баријере (m) | 0 |

На овој локацији технички није изводљиво поставити звучне баријере.

*Табела 9.1.59. Специјални коловозна конструкција – ММ15 Краљево*

| Карактеристика | Износ |
|---|---|
| Дужина специјалне коловозне подлоге (m) | 400 |
| Ширина специјалне коловозне подлоге (m) | 7 |
| Површина специјалне коловозне подлоге ($m^2$) | 280 |
| Укупна дисконтована улагања у еврима | 85.215 |




*Слика 9.1.60. Улагања у еврима по варијантама за ММ15 Краљево*

## 9.2. ПРИМЕЊЕНИ МЕТОД ЕКОНОМСКОГ ВРЕДНОВАЊА

Саобраћајна бука обично не представља значајан ризик за директно оштећење слуха. Међутим, утицај на људско здравље услед претеране саобраћајне буке је условљен кумулативним ефектом бројних негативних чинилаца у дугорочном смислу, нпр. током бар 10-15 година. Дугорочни боравак у бучним срединама изазива низ неспецифичних болести које се рефлектују како на психолошком тако и на физичком нивоу. То је пре свега поремећај концентрације и способности учења, умор, поремећај сна, тешкоће код учења језика код деце и негативан утицај на број физиолошких процеса и нервне функције.

Ужа повезаност између негативних здравствених ефеката и излагања саобраћајној буци је нарочито доказана за ноћни период. Ово је верификовано у понављаним епидемиолошким студијама, између осталог и у градској среднини у Чешкој Републици. Највећи однос дугорочне изложености буци и здравственог стања се показао за кардиоваскуларне болести. Друге болести које могу настати услед дугорочне изложености буци укључују шећерну болест, улцерације желуца и дуоденума, рак, катари горњег респираторног тракта, камење жучних и мокраћних путева и др., [Б4].

Резултати процене ефеката излагања буци друмског саобраћаја на квалитет живота становништва су представљени низом информација о праћењу здравља и животне средине у оквиру система за праћење здравственог стања становништва у односу на окружење. Процена здравственог ризика буке произлази из односа буке према здравственим индикаторима становништва изложеног буци. Информације о здравственом стању испитаника дате су у корелацији са нивоима буке утврђеним на релевантним локацијама.

Савремене процене годишње економске штете у Европској Унији због буке у животној средини јесу у опсегу (13–38) милијарди евра годишње. Елементи на основу којих је врши процена је смањење цене некретнина, цене лечења, смањење коришћења земљишта и трошкови изазвани болестима радне снаге. Упркос неким неизвесностима у процени може се рећи да губици износе десетине милијарди евра годишње, [Б5].

Елиминисањем или значајном редукцијом излагања становништва буци горе наведене економске процене ће бити смањене и трошкови за решавање последица излагања буци ће моћи да се пребаце у друге сврхе.

## 9.3. ДИРЕКТНИ И ИНДИРЕКТНИ ДРУШТВЕНО-ЕКОНОМСКИ ЕФЕКТИ

Примера ради, код прозора старије генерације и са дрвеним оквирима, та вредност се креће у интервалу 3-3,5 ($W/m^2K$). Код избора врсте прозора узете су у обзир и карактеристике оквира од ПВЦ-а, за који је процењен век трајања од 25 година, а то су отпорност на климатске утицаје и старење и изостанак трошкова одржавања попут фарбања или лакирања.

Уградњом ових енергетски ефикасних прозора остварила би се енергетска уштеда од 41% у односу на постојеће стање. Усвојене су следеће вредности, које су затим укључене у прорачун:

- Просечна потрошња енергије по $m^2$ на годишњем нивоу износи 170 ($kWh/m^2$/год).
- Тржишна цена kWh је 0,04 eur/kWh.

На основу анализе података о објектима на 15 датих локација утврђено је следеће:

- Укупан број $m^2$ простора (утврђен према квадратури етажа, спратности објеката, и њиховом броју), на свих 15 локација износи 117.200 $m^2$.
- С обзиром на усвојену вредност потрошње енергије и цену по kWh, израчуната је укупна уштеда у потрошњи енергије на свих 15 локација и она износи 81.688 eur. Производ броја квадрата, просечне потрошње и цене kWh је помножен са вредношћу процењене уштеде, тј. са 0,41/4.
- У поступку дисконтовања је дисконтован износ прорачунате укупне уштеде 81.688 eur у периоду од 20 година, почевши од наредне године, док се укупно улагање 532.428 eur дисконтује у години разматрања инвестиције, која самим тим представља нулту годину у поступку дисконтовања.
- Пошто је процењени век трајања прозора 25 година, а дисконтовањем је обухваћен период од 20 година, у 20-ој години се у ефекте укључује и остатак вредности инвестиције, који се добија множењем износа почетног улагања 532.428 eur са остатком временског периода (0,2). Тај износ се додаје износу уштеде од 81.688 eur, чиме се добија сума ефеката који се дисконтују у 20-ој години.
- Вредност критеријума нето садашње вредности, која представља вредност дисконтованих нето новчаних ефеката који се очекују од инвестиције током посматраних 20 година износи 178.860 eur и указује на оправданост улагања, будући да је износ позитиван.
- Вредност критеријума интерне стопе рентабилности износи 14,52%, и такође указује на оправданост улагања, будући да представља вредност дисконтне стопе за коју је нето садашња вредност разматране инвестиције једнака 0, па вредност овог критеријума треба да буде већа од стопе по којој се ради дисконтовање да би инвестиција била оправдана. С обзиром да је дисконтовање извршено по дисконтној стопи од 10% вредност критеријума ИСР такође указује на оправданост инвестиције.

Наведени поступак рађен је за сваку локацију посебно. Вредновање ефеката примењено је само на решење звучне изолације фасадних елемената, јер се ту као директни ефекат јавља уштеда у енергији.

## 9.4. ПРЕДЛОГ ОПТИМАЛНЕ ВАРИЈАНТЕ

Оптимална варијанта предлога звучне баријере даје се на основу следећих података:

1) Израђена студија заштите од буке је усаглашена и одобрена од стране одговарајуће институције, израђена пројектна документација пута укључујући звучне баријере је разматрана и одобрена од стране свих учесника у инвестиционој изградњи на конкретној локацији.
2) Простор за постављање звучне баријере поред пројектованог пута и безбедносне банкине довољно је велик ако не постоји ни један инжењерски објекат или мрежа. За утемељење бушених шипова је неопходан простор ширине од 1 м, у зависности од висине и типа стубова звучне баријере (од челика или армираног бетона).
3) Положај излаза за случај опасности, који је решен помоћу преклапања звучних баријера и врата за случај опасности, се налази на истом земљишту као и простор за звучну баријеру и за пут. Нема потребе за куповину земљишта за хитне излазе.
4) За утемељење звучне баријере односно шипова од армираног бетона или подножја баријере је довољно одговарајуће тло где је ниво подземне воде испод дна темеља.
5) Простор за приступ за утемељење звучне баријере односно бушење шипова, бетонирање, као и монтажу постоља од бетонских префабриката и панела за испуњавање је довољно велик и са довољном носивошћу. Конфигурација терена омогућује брзу монтажу појединих елемената звучне баријере. Уколико је овај приступ ограничен на задатом простору (нпр. пут води изнад нивоа терена и испод њега је заштићено подручје) неопходно је спровести грађевинске радове на темељу унапред, укључујући монтажу испунских панела.

## 9.5. ЕТАПЕ И ФАЗЕ РЕАЛИЗАЦИЈЕ ТЕХНИЧКИХ МЕРА

### Фасадни елементи

1) Идентификација извора буке и њиховог нивоа процесом мерења, процене мерења и спровођења акустичких прорачуна – **израда модела** који резултира **израдом карата буке**,
2) Прикупљање документације: разматрање и одобравање од стране свих учесника у инвестиционој изградњи на одређеној локацији,
3) Израда трошковника пројектованих фасадних елемената,
4) Избор добављача и извођача радова за обављање послова замене фасадних елемената,
5) Замена фасадних елемената,
6) Контролно мерење коефицијента ефикасности звучне баријере након увођења пута у експлоатацију.

## Звучне баријере

1) Идентификација извора буке и њиховог нивоа процесом мерења, процене мерења и спровођења акустичких прорачуна – **израда модела** који резултира **израдом карата буке**,
2) Израда припремне документације: разматрање и одобравање од стране свих учесника у инвестиционој изградњи на одређеној локацији,
3) Израда пројектне документације звучних баријера: ако се обрађује документација за пут на савремен начин, користи се геодетско премеравање терена за предлог ситуације звучних баријера,
4) Спровођење геолошких истраживања за предлог темеља звучних баријера,
5) Спровођење ситуације звучних баријера на терену која је у вези са растојањима одређеним прописима у односу на путеве и постојеће конструкције на задатом простору (инжењерски објекат или мрежа), услови прегледности, укрштања путева, укрштања са железничком пругом,
6) Статички прорачун темеља звучних баријера у односу на ситуацију у терену, на мосту, на потпорном зиду, самосталној потпорној конструкцији (челични оквир, преградне конструкције типа IVIVIVIVI или WWWW), статички прорачун осталих елемената звучних баријера (стубова, соклових панела и др.),
7) Израда трошковника пројектоване звучне баријере,
8) Избор извођача радова за обављање изградње звучне баријере,
9) Изградња звучне баријере (појединачно или заједно са новим путем),
10) Контролно мерење коефицијента ефикасности звучне баријере након увођења пута у експлоатацију.

## Коловозни застор

1) Идентификација извора буке и њиховог нивоа процесом мерења, процене мерења и спровођења акустичких прорачуна – **израда модела** који резултира **израдом карата буке**,
2) Израда припремне документације: разматрање и одобравање од стране свих учесника у инвестиционој изградњи на одређеној локацији,
3) Израда пројектне документацијеза посебну саобраћајну конструкцију,
4) Израда трошковника пројектованог коловозног застора,
5) Избор извођача радова за обављање изградње коловозног застота,
6) Изградња или замена коловозног застора,
7) Контролно мерење коефицијента ефикасности коловозног застора након увођења пута у експлоатацију.

## 9.6. ПРЕТХОДНА ДРУШТВЕНО-ЕКОНОМСКА ОЦЕНА РЕНТАБИЛНОСТИ

С аспекта друштвено економске оправданости, сви варијантни пројеки који су дати у овој Студији су оправдани, јер постижу резултате који су од великог значаја за животну средину, као и за друштвену заједницу уопште. Ипак, имајући у виду остале параметре, као што су степен заштите, уложена средства, уштеда енергије, рентабилност, као друштвено најоправданији пројекат се истиле звучна изолација фасада и фасадних елемената.

Ови пројекти не само да најзначајније утичу на смањење буке у затвореном простору, већ су и економски оправдани, пошто се из претходних обрачуна показало да је НСВ позитивна.

Поред смањивања трошкова и потрошње енергије, долази и до значајног смањења емисије $CO_2$, чиме се доприноси и остваривању других еколошких циљева.

# 10. АНАЛИЗА ОСЕТЉИВОСТИ И РИЗИКА ИНВЕСТИРАЊА

Оцена оправданости инвестиционих пројеката и израчунавање критеријума на основу којих се ова оцена даје, врше се уз помоћ величина које служе за израчунавање појединих критеријума. Услед дејства различитих фактора могуће је да се у будућности не остваре оне вредности са којима се ушло у прорачун, те да због тога и коначна оцена ефикасности не буде тачна. Да би се сагледале могуће последице, потребно је унапред извршити анализу утицаја промена, које могу настати код полазних величина, на коначне ефекте, односно резултате, израчунате помоћу тих величина, што се обавља поступком анализе осетљивости.

Анализа осетљивости критеријума ефикасности инвестиционих пројеката представља рачунски поступак истраживања и утврђивања утицаја промена појединих величина са којима се улази у прорачун, на вредности појединих критеријума и коначну оцену оправданости инвестиционих пројеката. Значи истражује се како промене појединих улазних величина (величина улагања, приходи, трошкови итд.), настале услед лошег предвиђања или других разлога, утичу на вредности појединих критеријума и целокупну оцену оправданости једног инвестиционог пројекта. У оквиру ове анализе може се пронаћи до које максималне или минималне вредности може да се мења нека величина па да један инвестициони пројекат још увек буде оправдан и прихватљив за реализацију.

Основни циљ анализе осетљивости није само сагледавање утицаја различитих параметара на промену вредности појединих критеријума, већ и сагледавање утицаја ових промена на укупну оцену ваљаности одређеног инвестиционог пројекта. Такође и дефинисање потребних мера и акција којима би се вршило смишљено утицање на поједине факторе да би се избегли могући догађаји у будућности који би довели до нежељених промена појединих улазних величина, а тиме и до нежељених промена ефикасности инвестиционог пројекта.

Ако је, на пример, анализом осетљивости утврђено да повећање предрачунске вредности једне инвестиције не сме да буде веће од 30% од почетне вредности или ће инвестиција бити нерентабилна, очигледно је да у планирању и припреми реализације инвестиције треба предузети све мере да се овакво прекорачење не достигне. Уколико се предвиђа да је могуће, због разних објективних и субјективних фактора, да прекорачење буде веће од максимално дозвољеног, треба вршити одређене промене у самом инвестиционом пројекту, како би му се повећала ефикасност и смањила осетљивост на повећање вредности инвестиционих средстава.

Методолошки поступак извођења анализе осетљивости критеријума оцене инвестиционих пројеката, може се сасвим уопштено, приказати на следећи начин. Најпре се дефинише један скуп квантитативних критеријума на основу којих ће се утврдити оцена оправданости инвестиционих пројеката. Затим се дефинише скуп улазних величина на

основу којих се израчунавају критеријуми, и издвајају величине чији ће се утицај анализирати (нпр. величина улагања, трошкови експлоатације, ефекти и др.).

Такође се одређују распони кретања вредности ових величина које ће бити коришћене за израчунавање вредности појединих критеријума. Након тога врши се израчунавање вредности појединих критеријума за дефинисане вредности појединих улазних величина, одређивање максималних или минималних вредности које поједине величине могу да узму, а да инвестиција још увек буде рентабилна, и приказивање добијених резултата. На крају се врши анализа и тумачење добијених резултата, и одређивање мера и акција којима би се евентуално спречили или отклонили негативни утицаји и учинила одређена побољшања.

За потребе ове Студије дефинисан је одређени сет излазних параметара, али имајући у виду да ови инвестициони пројекти немају економску корист у основи, не очекује се значајнији утицај улазних на излазне величине.

Ради лакшег сагледавања и тумачења резултата анализе осетљивости, приказивање резултата се врши табеларно и дијаграмом.

## 10.1. ОСЕТЉИВОСТ НА ПРОМЕНЕ УЛАЗНИХ ПАРАМЕТАРА

Како је методолошки и предвиђено, најпре треба одредити сет инвестиционих показатеља који одређују ваљаност инвестиције. За потребе ове Студије, имајући у виду специфичност инвестиционог улагања, коришћени су критеријуми:

- укупна дисконтована улагања,
- нето садашња вредност – НСВ,
- јединична нето садашња вредност – јНСВ,
- интерна стопе рентабилности – ИСР.

Улазни параматри који имају значај за ову инвестицију су:

- дисконтна стопа,
- висина укупних улагања,
- цена енергије,
- висина царинских и пореских стопа.

У наредним табелама и графиконима биће приказан утицај улазних параметара на критеријуме за оцену ваљаности инвестиционих варијанти.

## 10.2. АНАЛИЗА ОСЕТЉИВОСТИ

Након прорачунатих улагања и других параметара, у контексту анализе осетљивости долази се до следећег:

- већина улагања је у нултој или првој години (што се види из разлике дисконтованих и почетних улагања),
- економски ефекти који нису приоритет при реализацији оваквих пројеката јављају се само код замене фасадних конструкција услед уштеде енергије, где су сви инвестициони показатељи позитивни – НСВ, ИСР, јНСВ. Поред тога ИСР се разликује више од четири процентна поена од коришћене дисконтне стопе.
- разлике између варијантних решења по локацијама се веома велике.

На основу претходно изнетог, може се констатовати да **пројекат није значајније осетљив** на промене претходно наведених улазних параметара.

## 10.3. ИЗВОРИ И РАЗМЕРЕ РИЗИКА

Ова Студија представља плански документ и складу с тим саджи значајан број превиђања и прогноза. Како методе предвиђања не дају егзактне и једнозначне информације, увек постоји одређена вероватноћа да се пројекат неће реализовати у потпуности у складу са планом.

Ризик је својствен сваком пројекту и представља могућност да се циљеви и резултати пројекта не постигну или не постигну у потпуности, због тога што се деси нешто непредвиђено.

Извори ризичних догађаја могу бити различити. У општем смислу можемо их поделити на интерне и екстерне.

У складу с тим, неки од главних извора ризика могу бити:

1) екстерни:
   - правна регулатива,
   - тржишни утицаји,
   - инфлација,
   - порески прописи,
   - друштвене промене,
   - политичка ситуација,
   - елементарне непогоде и др.

2) интерни:

- менаџмент,
- кадрови,
- технологија,
- ликвидност,
- временски план,
- трошкови,
- учинак, ефективност.

## 10.4. ФИНАНСИЈСКИ, ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКИ И ДРУШТВЕНИ РИЗИЦИ

На основу ових уопштених извора ризика, дефинисан је одређени скуп могућих ризичних догађаја који потенцијално могу угрозити циљеве пројекта.

У прву групу ризика сврстани су ризици који се могу јавити без обзира које је варијантно решење изабрано. Ови ризици, дакле, не зависе од конкретног решења и имају скоро идентичан значај у свим варијантама.

**Ризик непромењеног стања** се јавља уколико се никакве иницијативе не предузму по питању смањења утицаја буке. Узимајући у обзир законско начело „загађивач плаћа“, може се десити да се поведу поступци против загађивача. Утицај овог ризика може имати финансијске последице, па чак и домино ефекат.

**Недовољна тачност у прорачуну приликом израде финансијске конструкције** је ризик који се јавља у сваком комплекснијем инвсетиционом пројекту. Вероватноћа појаве овог ризика у конкретном пројекту је већа утолико што не постоје претходно спроведени пројекти ове врста на територији Србије, те не постоје историјски подаци и организационо знање које би послужило као фактор умањења ризика. Како би се овај ризик минимизирао, предлаже се парцијална имплеметација решења датих у овој студији. Тачније, требало би за почетак урадити одређене пилот локације како би се проверила **све** плански постављене предиспозиције, а затим на основу стечених искустава приступити имплементацији изабраних решења на већем броју локација. Овде је ризик код имлементације звучне баријере (Б) и посебне коловозне конструкције (П) нешто веће јер те врсте радова до сада нису извођене на нашем подручју. Препорука је да се управљање пројектом заштите од буке повери професионалној, независној организацији која би то спровела пос ситему „кључ у руке“. Утицај овог ризика је првенствено финансијског карактера.

**Кашњење у добијању дозвола за рад** је реалан ризик који прати сваки инвестициони пројекат за који је потребна значајнија техничка документација, пропраћена прибављањем одговарајућих дозвола и одобрења. Сва анализирана решења могу бити оптерећена овим ризиком. Звучна изолација фасаде и фасадних елемената (Ф), тачније замена прозора, у општем случају не захтева посебне сагласности, дозволе и одобрења. Изузетак је само код зграда које су под заштитом државе као споменици културе, где

ситуација може бити нешто сложенија. Што се звучних баријера (Б) и посебних коловозних конструкција (П) тиче, јасно је да је у том случају потребно урадити комплетну инвестиционо-техничку документацију за сваку појединачну локацију. Ризик у овој ситуацији садржи и финасијски и временски утицај.

**Неуспели поступци јавне набавке** су чест ризик који прати инвестиционе пројекте јавног сектора. Не улазећи у детаљније разлоге ових неуспеха потребно је само нагласити да на ову фазу треба обратити посебну пажњу јер су последице њеног неуспеха веома изражене како у финансијском, тако и у временском смислу.

**Неиспуњење обавеза од стране извора финансирања** представља ризик чија се вероватноћа наступања разликује у складу с тим ко су извори финансирања. Уколико се као примарни извор финансирања користе буџетска средства велика је вероватноћа да се услед економско-политичких кретања јави кашњење у испуњавању обавеза. Драстично, може доћи до ребаланса буџета чиме би се пројектима делимични или у потпуности ускратило финансирање. Уколико се, с друге стране, ради о другим изворима, процедуре добијања средстава могу бити сложеније и дуготрајније, али је мање вероватно да се обавезе неће извршавати у складу са уговором. Начини за умањивање овог ризика се огледају у већим резервама и уговореним флексибилнијим условима плаћања према добављачима производа и услуга. Овај ризик може имати финансијски и временски утицај.

**Лоши временски услови приликом извођења радова** могу утицати на кашњење радова што може имати негативне финансијске и временске утицаје. до овога може доћи због кашњења почетка пројекта услед кашњења претходних фаза (нпр. добијање дозвола, необезбеђена средства, неуспеле јавне набавке итд.) или због неадекватних и нереалних планова добављача и извођача радова. Због тога посебну пажњу треба посветити разради временских планова појединачних пројеката и у фази уговарања стратегијом пребацивања или поделе ризика тежити да се што већи део ризика пренесе на добављаче и извођаче радова.

**Лош квалитет имплементираних решења** је потенцијални ризик који се огледа у било којој од предложених варијанти. Без обзира да ли се ради о звучним баријерам (Б), посебним коловозним конструкцијама (П) или звучној изолацији фасаде и фасадних елемената (Ф) уколико се не имплементирају квалитетни производи ефекти неће бити у складу са постављеним циљевима.Због тога се приликом избора решења и добављача и извођача радова посебна пажња мора посветити квалитету у контексту специфицираних параметара, трајности и поузданости, што све треба да представља део уговорне обавезе. Ризик је финансијске природе.

**Промена става менаџмента** је ризик који је присутан у свим организацијама, а нарочито у организацијама јавног сектора. Променом управљачких структура може доћи до промене критеријума којима се дефинишу приоритети пројеката. На тај начин одређене инвестиције могу добити виши или нижи ранг, што може утицати позитивно или негативно на реализацију конкретних подухвата. Често може доћи до одустајања од појединих иницијатива у потпуности. Начин за минимизирање вероватноће појаве ризика ове врсте је детаљнија разрада средњорочних и дугорочних планских докумената који би

представљали стабилнији управљачки механизам. Утицај овог ризика је првенствено временски, али може бити и финансијски.

**Неиспуњење уговорених обавеза од стране добављача или извођача радова** је неретка појава. Разлози за неадекватно одговарање на преузете обавезе су многобројни. Овај ризик има веома велике последице на време реализације пројекта, ређе и финансијски утицај. Да би се пренебрегли ови утицаји, потребно је поред чврстих уговорних овавеза са јасно дефинисаним пеналима утврдити листу алтернативних извора снабдевања чиме би се омогућила брза и правовремена реакција. Такође, неопхдно је успоставити адекватан систем за праћење пројеката од стране инвеститора, заснован на савременим приступима пројектно оријентисаних организација, подржан одговарајућим софтвером.

**Нереална очекивања друштвене заједнице** у погледу степена заштите од буке применом предложених решења. Како бука има субјективно обележје, једино право мерило јесте перцепција становништва у штићеним зонама. У којој мери ће становништво прихватити спроведне промене као адекватне, зависи, од квалитета имплементираних решења, али и од едукованости и свести становништва. Препорука је да као саставни део пројеката заштите од буке спроведе информативна кампања која би грађанима на прави начин приближила користи које се постижу напорима инвеститора. Овај ризик не мора имати ни финансијске ни временске последице, али може угрозити степен остваривања циљева.

**Ризик од повреде приликом извођења радова** је ризик који прати све врсте пројеката у мањој или већој мери. Конкретно, у овом случају он је иманентан свим изабраним решењима. Без обзира да ли се радови изводе на прометним саобраћајницама (постављање звучних баријера и израда посебне коловозне конструкције) или се врши замена фасадних елемената на великим висинама, потребно је антиципирати могуће ризичне аспекте и инсистирати код извођача на строгој примени мера заштите на раду. Поред тога треба водити рачуна и о адекватној превенцији од повреда учесника у саобраћају. Нежељени догађаји у овом контексту могу имати финансијске, али и временске последице.

Друга група ризика односи се на ризике који су израженији код одређених, а мање или нимало изражених код других решења. Квантификација утицаја ризика дата је на бази субјективних процена, јер не постоје статистички нити искуствени подаци који би помогли у одређивању вероватноће појављивања одређеног ризика. У даљем тексу наводе се врсте ризика и њихова веза са појединачним решњима.

**Неприхватање опције од стране становништва** се може јавити као озбиљан изазов приликом имплементације пројекта. Јасно је да ова врста ризика практично не постоји код имплементације посебне коловозне конструкције (П), док је код друге две анализиране опције овај ризик израженији. Нарочито се може очекивати да становништво које има куће уз саобраћајнице не прихвати постављање баријера из практичних, естетских и комерцијалних разлога.

**Грешка при истраживању терена** се може јавити једино код звучних баријера али тај ризик није посебно изражен. Ипак, посебну пажњу треба посветити овом аспекту јер стабилност баријера и безбедност учесника у саобраћају веома зависи од овог фактора.

**Кашњење у потписивању акта са заинтересованим странама** се директно односи само на имплементацију фасадних решења јер је ту потребна директна сагласност и пристанак власника штићених објеката. Имајући у виду да одређене локације броје и до 50 објеката са више стамбених јединица, јасно је да је потребно уложити велике напоре како би се сва претходна документација урадила у планираном року. С друге стране, код постављања звучних баријера није потребна формална сагласност локалне заједнице, међутим уколико она не постоји може доћи до незадовољства, па чак и обуставе радова, с обзиром да на одређеним анализираним локацијама живи и до 2.400 становника. Због тога је препорука да се, у духу добре управљачке праксе, пре имплементације овог решења постигне договор са локалном заједницом око предложене опције.

**Лоши односи с јавношћу** се могу јавити уколико се на прави начин јавност, тј. локална заједница не укључи у процес избора најприхватљивијег решења. Ово решење често за инвеститора неће бити финансијски најоправданије, али ако се пође од чињенице да се од буке штити становништво у угроженим зонама, јасно је да је партиципативан приступ у одабиру инвестиционих варијанти више него логичан. Такође, паралелно са реализацијом инвестиционих радова мора се водити едукативна кампања о значају заштите од буке у локалној заједници. Лоши односи немају већег значаја на реализацију пројеката израде посебне коловозне конструкције, код звучне изолације фасаде и фасадних елемената они су средњег значаја, док се код примене звучних баријера овоме мора посветити изразита пажња.

**Нарушавање биолошке равнотеже** је потенцијални ризик о коме сви инвестициони пројекти, а нарочито они у чијем је средишту заштита животне средине морају посебно водити рачуна. Изградња посебне коловозне конструкције и звучна изолација фасаде и фасадних елемената не утичу на нарушавање биолошке равнотеже. С друге стране код постављања звучних баријера мора се водити рачуна о томе да се на тај начин може изазвати преграђивање, одвајање, тј. прекидање траса кретања одређених животињских врста, што касније може створити низ негативних ефеката. Због тога се приликом конструисања ових баријера мора водити рачуна и тим аспектима и по потреби градити пасареле за животиње које додатно поскупљују градњу.

**Неадекватно праћење исправности и функционалности имплементираних решења** је ризик који практично не постоји у случају звучне изолације фасадних елемената. Код звучних баријера је потребно одређено праћење и провера исправности постављених баријера, али ризик ту није посебно изражен уколико су баријере постављене на стручан и одговоран начин. Код посебне коловозне конструкције посебну пажњу треба посветити редовном праћењу и одржавању функционалности. Уколико се не врши редовно одржавање – прање под притиском, може доћи до трајног губитка звучних карактеристика подлоге.

**Недовољан број заинтересованих страна за потписивање акта о сарадњи** тј. недовољан број локалног становништва које би подржало предложено решење је ризик

који се односи на звучне баријере и нарочито замену фасадних елемената. Без прихватања предложених решења од стране локалне заједнице немогу се постићи постављени циљеви. Да би се овај случај превазишао једно од решења јесте да се власници некретнина у угроженим зонама изјасне да ли су за предложено решење и да ли им бука смета.

**Непостојање адекватне понуде на домаћем тржишту** засигурно се односи на израду посебне коловозне конструкције. Овај приступ који је релативно нов и у развијеним европским земљама није до сада примењиван код нас. Због тога је у кратком року немогуће обезбедити добављача квалитетног порозног асфалта са провереним звучним карактеристикама. Што се звучних баријера тиче, ситуација је нешто боља јер постоје понуђачи на домаћем тржишту, међутим сви понуђени производи су увозног порекла. У циљу оптимизације искоришћених средстава требало би иницирати домаћу производњу звучних баријера и то нарочито уколико се изаберу цементне тј. бетонске баријере чија се производња релативно лако може освојити.

**Непрепознавање историјских споменика и културне баштине пре почетка пројекта** има два аспекта. Први аспект се односи на звучне баријере. Препорука је да њиховим постављањем не угрози видик са саобраћајнице на историјске споменике, споменике културе и културну баштину. С друге стране, приликом постављања звучне изолације фасаде и фасадних елемената, потребно је посебно проверити да ли су предметни објекти под заштитом државе и да ли се и на који начин могу вршити радови на фасади. Последице овог ризика могу бити и временске услед прибављања додатних одобрења и финансијска уколико се неки од наведених елемената превиди.

**Неуклапање имплементираног решења са окружењем и естетско нарушавање изгледа околине** је нешто што свака саобраћајница носи са собом. Пут у сваком окружењу у значајној мери мења пејсаж и као такав знатно ремети и утиче на животну средину. Постављањем звучних баријера овај утицај се знатно погоршава. Утицај на пејсаж према [P47] мора да буде посебно обрађен. Друга два предложена решења немају значајнији ризик од неуклапања у изглед околине.

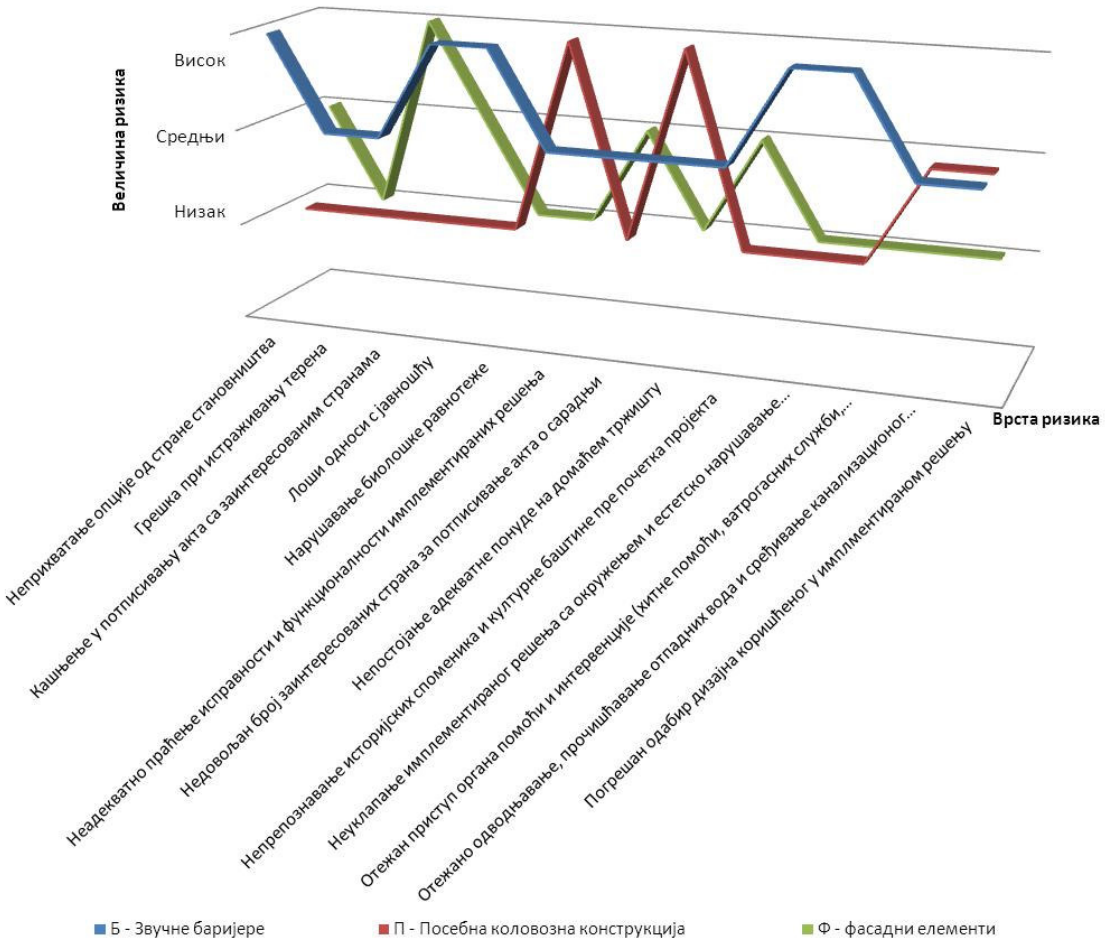
**Отежано одводњавање, прочишћавање отпадних вода и сређивање канализационог система** се може јавити код посебних коловозних конструкција уколико нису адекватно урађене и уколико се адекватно не одржавају. Уколико се ово решење примењује у градским срединама потребно је урадити посебан дренажних систем са обе стране пута, у граду, где постоје ивичњаци. Код баријера се такође мора повести рачуна о климатским условима, са посебним освртом на микроклиму, као и о адекватном решавању система одводњавања коловоза.

**Погрешан одабир дизајна коришћеног у имплементираном решењу** је ризик који се пре свега може одразити на очекиване карактеристике одређеног решења. Како за звучне баријере и посебне коловозне конструкције не постоје ранија искуства на територији Србије, посебно детаљно се мора приступити анализи сваког појединачног дизајна у оквиру једног решења како би се избегли евентиални пропусти.

Сви наведени ризици који спадају у другу групу, тј. они који су различити у односу на изабрано решење приказани су у табели 10.4.1. и графички на слици 10.4.2.

*Табела 10.4.1. Приказ ризика по варијантним решењима*

| **Врста ризика** | **Звучне баријере Б** | **Посебна коловозна конструкција П** | **Фасадни елементи Ф** |
|---|---|---|---|
| Неприхватање опције од стране становништва | висок | низак | средњи |
| Грешка при истраживању терена | средњи | низак | низак |
| Кашњење у потписивању акта са заинтересованим странама | средњи | низак | висок |
| Лоши односи с јавношћу | висок | низак | средњи |
| Нарушавање биолошке равнотеже | висок | низак | низак |
| Неадекватно праћење исправности и функционалности имплементираних решења | средњи | висок | низак |
| Недовољан број заинтересованих страна за потписивање акта о сарадњи | средњи | низак | средњи |
| Непостојање адекватне понуде на домаћем тржишту | средњи | висок | низак |
| Непрепознавање историјских споменика и културне баштине пре почетка пројекта | средњи | низак | средњи |
| Неуклапање имплементираног решења са окружењем и естетско нарушавање изгледа околине | висок | низак | низак |
| Отежан приступ органа помоћи и интервенције (хитне помоћи, ватрогасних служби, полиције, или неког другог органа помоћи) приликом саобраћајних незгода | висок | низак | низак |
| Отежано одводњавање, прочишћавање отпадних вода и сређивање канализационог система | средњи | средњи | низак |
| Погрешан одабир дизајна коришћеног у имплементираном решењу | средњи | средњи | низак |




*Слика 10.4.2. Графички приказ ризика по варијантним решењима*

# 11. АНАЛИЗА ИЗВОРА ФИНАНСИРАЊА, ФИНАНСИЈСКИХ ОБАВЕЗА И ДИНАМИКЕ

## 11.1. СОПСТВЕНА СРЕДСТВА ИНВЕСТИТОРА

Самофинансирање представља један од основних и доста коришћених начина финансирања реализације инвестиционих пројеката. То је уједно и један од најстаријих начина финансирања инвестиционих подухвата и у данашње време не представља оптималан начин прибављања потребних средстава.

Сматра се да самофинансирање представља веома једноставан начин финансирања инвестиционих пројеката. То је стабилан начин финансирања инвестиција јер се обезбеђује из позитивних резултата пословања предузећа, која су инвеститору доступна у сваком моменту. Коришћењем самофинансирања као начина финансирања инвестиција предузеће обезбеђује релативну самосталност у одлучивању о сопственом развоју и у реализацији дефинисане стратегије развоја. Пошто су то сопствена средства инвеститора на која се не плаћа никаква камата или друге обавезе, не узимајући у обзир опортунитетне трошкове, јасно је да је самофинанирање најјефтинији начин финансирања инвестиционих пројеката.

С друге стране развојна политика не може се на прави начин остварити искључиво коришћењем сопствених средстава јер би тај приступ успорио раст и развој инвеститора, ако не и у потпуности зауставио.

Зато је препорука, да се у складу са осталим развојним подухватима, тј. имајући у виду целокупан портфолио пројеката, размотре друге могућности финансирања. Друге опције зависе у великој мери и од финансијске ситуације у којој се инвестотор налази тренутно, али и историјски гледано. Овде се пре свега мисли на финансијске билансе и показатеље, успешност пословања, ликвидност, солвентност, задуженост и др.

Поред средстава која инвеститор поседује треба размислити и о емисији хартија од вредности у складу са законским могућностима. Светски је тренд да се емитују тзв. зелене обвезнице које служе за финансирање пројеката из области заштите животне средине.

## 11.2. ДОМАЋИ ИЗВОРИ

Као могући извори средстава за финансирање пројеката који су тема ове Студије постоји одређени број домаћих извора који могу бити на располагању. То су најчешће средства која долазе из различитих буџетских извора, али постоје и други извори.

**Министарство за инфраструктуру** је надлежно министарство за област путне инфраструктуре и представља прву и најлогичнију инстанцу којој се треба обратити са захтевом за обезбеђивање финансијских средстава или што је можда још битније за посредовање, заступање и гарантовање у прибављању средстава.

**Министарство животне средине и просторног планирања**, као ресорно министарство за област екологије стара се о свим аспектима заштите природе. У оквиру овог ресора налазе се и

- Агенција за заштиту животне средине и
- Фонд за заштиту животне средине,

који представљају природне партнере у реализацији пројеката који у својој основи имају заштиту животне средине. Потребно је навести и да је Министарство донело Директиву о критеријумима за ослобађање од плаћања увозних дажбина на опрему која служи непосредно за заштиту животне средине, у којој се у члану 2. тачка 10. наводи „Опрема за непосредну заштиту од буке и вибрација у животној средини“, чиме се стварају предуслови за ниже набавне цене одређених производа који се користе при имплементацији појединих варијантних решења о чему треба за конкретну опрему тражити мишљење од Министарства.

Најпре треба навести да је главни приоритет **Министарства за национални ивестициони план** финансирање инфраструктурних пројеката. Како су се у претходном периоду у великој мери из овог извора финансирали пројекти из области путне инфраструктуре, нема разлога да се овај тренд не настави и даље. Ипак, треба имати у виду да су средства услед тренутне макроекономске ситуације и светске економске кризе доста смањена, те приликом аплицирања за ова средства треба водити рачуна о селекцији пројеката који ће се предложити.

Пред наведених домаћих органа државне управе потребно је додати као битан чинилац и **Агенцију за енергетску ефикасност** која има значајну активност у области унапређења коришћења енергије. Ова институција може имати посебан значај у прибављању средстава за финансирање пројеката који се односе на звучну изолацију фасаде и фасадних елемената јер се као што је у студији и показано овим значајно побољшава енергетска ефикасност објеката у штићеним зонама. Ова агенција, такође може бити партнер у прибављању донаторских средстава.

**Локална самоуправа** у чијој надлежности нису државни путеви првог и другог реда формално не мора бити партнер у овом пројекту. Међутим европске тенденције које промовишу вертикалну и хоризонталну интеграцију кроз већу укљученост регионалне и локалне заједнице, јасно указују да се приликом реализовања оваквих пројеката као партнер свакако мора узети и локална самоуправа. Посебан значај оваквом ставу даје и

чињеница да одређени број локалних самоуправа оснива и фондове за заштиту животне средине, који могу бити актуелни при реализацији оваквих пројеката. Поред тога, локалне самоуправе су преко својих **комуналних предузећа** која се баве даљинским грејањем заинтересована за повећање енергетске ефикасности али нису у могућности да се самостално упусте у овај проблем.

**Пословне банке** на домаћем тржишту могу бити партнер по више основа. Свакако да је најприсутнији вид сарадње кроз узимање кредита за финансирање инвестиционих пројеката по различитим моделима. Међутим у овом контексту јако је битно нагласити да постоје и посебни програми за финансирање еколошких пројеката. Један од таквих програма је и **Програм за енергетску ефикасност KfW** (KfW Bankengruppe), укупне вредности 50 милиона евра, обезбедио је кредитне линије за четири српске банке, и то:

- Чачанска банка а.д. Чачак у износу 5 милиона евра,
- Volksbank а.д. Београд у износу 10 милиона евра,
- ProCredit bank а.д. Београд у износу 15 милиона евра и
- Raiffeisen банка а.д. Београд у износу 20 милиона евра,

Банке у Србији кредитирају пројекте којима се унапређује енергетска ефикасност и остварују енергетске уштеде, из средстава прибављених из две кредитне линије – једну обезбеђује Европска банка за обнову и развој, а другу KfW банкарска група.

Средства из овог програма могли би да користе и грађани за (су)финансирање звучне изолације фасаде и фасадних елемената.

**Произвођачи, увозници, извођачи радова и остали добављачи**, у зависности од предложеног решења могу се такође третирати као извор финансирања. Овај по карактеру краткорочан, али свакако по обиму незанемарљив извор финансирања треба озбиљно узети у обзир приликом прављења конкретне финансијске конструкције.

**Грађани у угроженим зонама** којима је у интересу поред заштите од буке и повећање енергетске ефикасности могу бити заинтересовани за суфинансирање звучне изолације фасаде и фасадних елемената. На тај начин остварила би се ситуација у којој сви добијају.

## 11.3. ИНОСТРАНИ И МЕЂУНАРОДНИ ИЗВОРИ

Када се говори о међународним изворима, потребно је нагласити да се ту првенствено мисли на различите облике помоћи. Могу се разликовати следећи најчешћи облици финансијске помоћи:

- грантови, различите форме бесповратне финансијске помоћи;
- зајмови, где је каматна стопа испод тржишних цена;

Кофинансирање од стране међународних институција као што су Европска инвестициона банка и Европска банка за реконструкцију и развој, креће се чак и до 91% од укупне еколошке асистенције у региону.

У земљама које су у процесу транзиције међународна еколошка подршка се сматра инструментом који ће помоћи да се задовоље потребе домаћих еколошких трошкова. Међународна помоћ може бити фокусирана на финансирање инфраструктурних пројеката, као на пружање техничке подршке.

Специфични начини за укључивање међународних донаторских финансијских институција укључују:

- финансирање студија изводљивости током процеса припреме пројекта;
- финансирање техничке помоћи или опреме потребне за реализацију пројекта;
- проширење гаранција на рачун земље примаоца или општине, уместо давања грантова за инвестиције;
- редуковање оптерећења дуга узајмљивача смањењем интересених рата.

Један од економских инструмената који се могу користити јесте потенцијал флексибилних маханизама које нуди Куото протокол.

Србија има шнасу да се квалификује за тзв. »Механизме чистог развоја« или ЦДМ пројекте, који би значајно могао помоћи да се објективно условљена висока интензивност емисија угљендиоксида смањи. У Србији постоји широко поље потенцијалне примене ЦДМ пројеката. На првом месту би било:

- реструктуирање електропривреде,
- реконструкција система за даљинско грејање,
- модернизација саобраћајне инфраструктуре,
- унапређења у поступању са отпадом,
- искоришћења потенцијала малих хидроелектрана,
- коришећење обновљивих видова енергије, итд.

Процењује се да укупни економски потенцијал Србије за ЦДМ пројекте износи око 50 милиона евра годишње, у периоду од наредних десет година, што би отворило око 7.000 нових радних места годишње.

## Програми за финансирање заштите животне средине и конзервацију природних добара

Регулатива за ЕУ фондове укључује велики број експлицитних и имплицитних могућности за финансирање заштите животне средине и конзервацију природних добара. Директорат Европске комисије за животну средину их је груписао кроз три основна програма:

## ЛИФЕ

Представља специфични финансијски инструмент, који има основни циљ да интегрише еколошке аспекте у друге главне области за финансирање. За његово адекватно коришћење потребно је препознати и проценити могућности финансирања пројеката

заштите животне средине у другим фондовским областима (као што је путем европског фонда за регионални развој или европског социјалног фонда).

Од 1992. године програм ЛИФЕ је суфинансирао успешно преко 2.750 пројеката са преко 1,3 милијарди евра уложених у заштиту животне средине. Тренутно је у току реализација програма ЛИФЕ + за период 2007 – 2013. године.

Циљне области за финансирање који су идентификоване од стране експерата су: реализација натура 2000 (мрежа локација идентификованих за конзервацију као природно наслеђе), имплементација директиве за водне ресурсе, уштеда енергије, смањење емисија $CO_2$ и развој шема одрживог транспорта.

## Финансијски инструменти за цивилну заштиту

Основни циљ је креирање општинског механизма за цивилну заштиту који треба да омогући кооперацију у потребним интервенцијама у случајевима ванредних ситуација и побољшање целокупне еколошке безбедности.

Механизам првенствено функционише путем развијеног центра за мониторинг и информисање, који је континуално активан у 24-часовном режиму. Операционализација центра се врши и путем система за упозорење и информисање који представља интерактиван web портал, са намером да подржи и спроводи комуникацију међу државама чланицама у случајевима ванредних ситуација.

Као подршка целом програму, организују се и специфични тренинг модули ради постизања боље координације и комплементарности између служби за ванредне ситуације земаља чланица.

Овај програм није посебно интереснатан у контексту ове Студије.

## ЕКО – инвестиције

Представља део Акционог плана развоја еколошки пријатељских технологија, који спаја научно-истраживачки рад и тржишта за „зелене производе и технологије“ широм Европе. Инвестиције посебно подржавају истраживачке пројекте малих и средњих предузећа.

Да би се ефективно искористиле понуђене опције финансирања потребно је удружити претходна постојећа искуства и експертска знања. Европска Унија поред поменутих инструмената својим земљама чланицама и земљама кандидатима за чланство нуди разне опције за комбиновање инструмената, ради остварења циљева еколошке политике.

Препознавање модела финансирања, могућности учествовања и конкурисања за одређена средства је од посебног значаја за земље које су тек у процесу Европских интеграција, као што је Србија.

Поред наведених извора постоји још неколико инструмената који могу бити коришћени у сврху финансирања пројеката који су предмет ове Студије и треба их посебно нагласити:

## Европски фонд за регионални развој *(ERDF – European Regional Development Fund)*

Сврха/Циљеви/Мисија: Редуковање регионалних неједнакости и подршка развоју регионалних економија.

Намена средстава:

- Продуктивне инвестиције,
- Инфраструктура,
- Заштита животне средине,
- Кооперација.

## Интегративни фонд (CF – Cohesion Fund)

Сврха/Циљеви/Мисија: Конвергенција најниже развијених земаља чланица.

Намена средстава:

- Транс-европске транспортне мреже,
- Пројекти заштите животне средине,
- Одрживи развој са јасним еколошким бенефитима: енергетска ефикасност, обновљиви извори енергије, чист јавни транспорт.

## Финансијски инструмент за животну средину (ЛИФЕ+ Financial Instrument for Environment)

Сврха/Циљеви/Мисија: Развој и имплементација општинске политике заштите животне средине, као допринос промоцији одрживог развоја.

Намена средстава:

- имплементација механизама дефинисаних у еколошкој политици,
- информисање и комуникација око питања заштите животне средине.

Поред наведених извора постоји и веома дуга листа страних влада и оргнизација које су вољне да финансирају пројекте из области заштите животне средине, као и већ присутни Предприступни и Приступни фондови Европске уније.

Треба нагласити да финансирање из међународних извора захтева нешто дужи временски рок за добијање ових средатава као и већи хоризонт планирања код организације која аплицира.

## 11.4. ГАРАНЦИЈЕ И ОБАВЕЗЕ

Гаранције и обавезе према изворима финансирања зависе, пре свега, од избора начина финансирања. Различити извори постављају и различите услове: почев од саме пројектне пријаве, па до дефинисања начина резервисања и повлачења средстава, услова, обавеза и гаранција. Са тим се треба детаљно упознати приликом избора конкретних извора.

## 11.5. ПРЕТХОДНА ОЦЕНА ИЗВОРА И ДИНАМИКЕ ФИНАНСИРАЊА

На основу претходно изнетих података у овом поглављу Студије може се закључити да је за успешну реализацију пројеката заштите од буке неопходно да они буду детаљно разрађени и инкорпорирани у програм тј. план рада инвеститора за наредни средњорочни период.

На основу дефинисаних планираних пројеката, који су дефинисани у складу са приоритетима одређеним вишим стратешким документом, неопходно је за конкретне пројекте или групе пројеката-програме тражити финансијска средства у зависности од избора техничког решења, обухвата пројекта, региона у коме се пројекат спроводи и другим факторима који могу имати значај за добијање финансијских средстава.

Треба нагласити да, без обзира на модел финансирања, увек је неопходно учешће инвеститора које може ићи од минимално 10-30% у зависности од природе и захтева извора.

Још један битан елемент јесте да се приликом аплицирања за донаторска средства треба водити рачуна о мултидисциплинарности у приступу и броју партнерских организација. Конкретније већу тежину имају пројекти за које заједнички партиципира више организација из различитих грана (нпр, инфраструктура, заштита животне средине и енергетска ефикасност).

# 12. АНАЛИЗА ОРГАНИЗАЦИОНИХ И КАДРОВСКИХ МОГУЋНОСТИ ЗА ПРИМЕНУ ТЕХНИЧКИХ МЕРА ЗАШТИТЕ ОД БУКЕ

Анализе организације у оквиру ове Студије врши се да би се сагледале реалне могућности организовања имплементације планираног инвестиционог подухвата. Анализиране су могућности организовања производње и пословања у целини, разматране су инвестиције, како би се оценила могућа ефикасност реализације инвестиције и створиле организационе претпоставке за ефикасно будуће спровођење инвестиционих радова.

Анализа обухвата најпре утврђивање организационог статуса будућег инвестиционог подухвата (да ли ће посао водити посебно предузеће или организациона јединица у оквиру постојећег), затим разматрање различитих варијанти за пројектовање организационе структуре, и дефинисање начина организовања радова и функционисања осталих виталних функција, као што су квалитет, маркетинг, финансије и др.

Посебно је обрађен аспект кадровских потенцијала који представљају значајан фактор који детерминише сваки инвестициони подухват. Анализа обухвата утврђивање потребних кадрова који су неопходни у реализацији инвестиције.

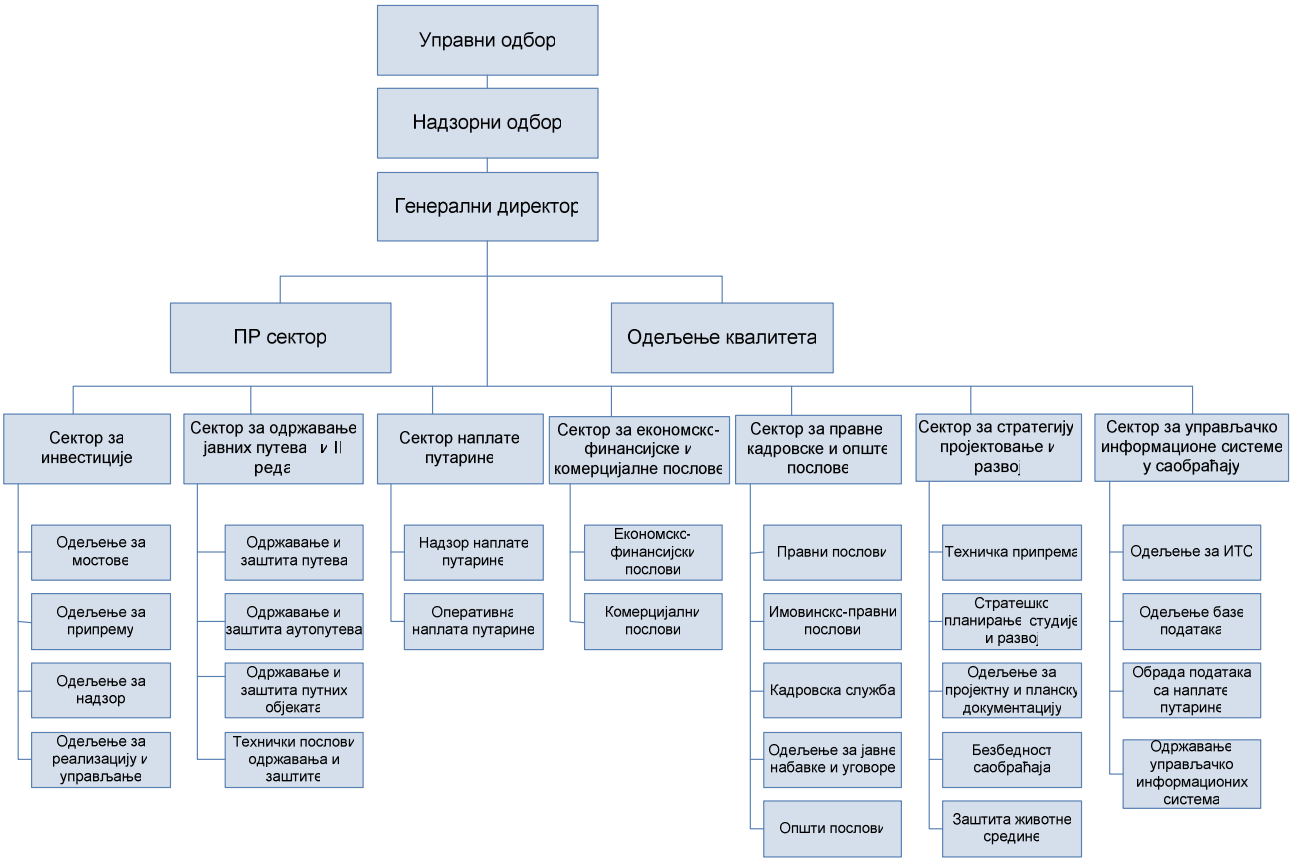
## 12.1. ОРГАНИЗАЦИЈА

Организација за реализацију инвестиционих пројеката који су предмет ове Студије може се посматрати на два нивоа: микро и макро. Микроорганизација се односи на унутрашњу организациону структуру инвеститора. Организациона структура уређена је нормативним актима и дата је на слици 12.1.1.

Из наведене организационе структуре види се да предузеће поседује класичну функционалну организацију, која поседује све неопходне организационе целине за реализацију пројеката овог типа.

Да би се у једном заједничком временском интервалу приступило реализацији већег броја пројеката који за циљ имају заштиту становништва од буке, потебно је организовати посао на начин који ће обезбедити максималну ефикасност и ефективност.

Постоје два основна начина како се то може урадити. Први начин је да само предузеће планира, реализује и надзире све инвестиционе пројекте, уз ангажовање извођача радова по потреби. Други начин је де се ангажује друго предузеће које би за потребе инвеститора по систему „кључ у руке“, извршило све фазе инвестиционог подухвата од планирања до пријема радова. Сваки од наведених елемената има своје предности и недостатке.




*Слика 12.1.1. Организациона структура инвеститора*

Уколико се инвеститор одлучи за први начин, потребно је утврдити како најбоље интерно организовати управљање предметним пројектима, имајући у виду и обим и терет других пројеката који се реализују унутар предузећа. Модел организационе структуре код инвеститора спада у класичне моделе и није прилагођен савременим концептима управљања пројектима. Основне слабости функционалне организације у управљању реализацијом пројекта огледају се, пре свега, у томе што она није директно усмерена само на ефикаснију реализацију пројекта, те због могућих сукоба око приоритета извршења задатака, и преплитања и мешања компетенција између руководиоца организационих јединица и руководиоца пројекта, доводи до недовољне координације у реализацији пројекта. Због тога се тешко и недовољно брзо уочавају проблеми у реализацији пројекта и договарају и усаглашавају потребне корективне акције, а такође се тешко може добити јасна и целовита представа о стању реализације целокупног пројекта. Због тога је боље да се посао организује успостављањем пројектне или матричне организационе структуре.

Код пројектне организације се за реализацију одређеног пројекта формира посебан пројектни тим са свим потребним функцијама и организационим јединицама, односно са свим потребним специјалистима за извршење предвиђених радова на пројекту. Овај

пројектни тим може да делује независно од осталих организационих јединица и да самостално реализује одређени пројекат. Пројектни тим може да ради на једном или више пројеката. Основна позитивна особина пројектног организовања је у томе што је он искључиво усмерен на реализацију пројекта, те омогућава да се сагледа и целовито прати пројекат, односно да се брзо уоче настали проблеми у реализацији и усмере потребне управљачке акције. На овај начин се омогућава да се боље управља реализацијом пројекта. Код пројектне организације нема мешања компетенција између руководиоца, ни сукоба приоритета у извршавању задатака. Пројектни тим је самосталан у обављању задатака и омогућава ефикасно деловање у реализацији пројекта или пројеката. Недостаци пројектне организације се огледају у томе што се формирањем пројектног тима умножавају људски и организациони ресурси, те тако долази до слабијег искоришћења расположивих организационих и кадровских потенцијала. Као проблем се може појавити и величина и састав пројектног тима, при чему се великом тиму приписује нефлексибилност и отежана координација, а малом тиму могућности изненадног застоја у раду на пројекту услед непредвиђених околности и одсуства појединаца.

Друго могуће решење јесте примена матричне организације која представља комбинацију функционалне организационе структуре са сталним организационим јединицама и пројектне организације са привременим или сталним пројектним тимовима. У овом случају у реализацији пројекта учествују истовремено специјализоване организационе јединице из сталног састава функционалне организационе структуре и пројектни тимови формирани за сваки пројекат посебно. Свака организациона јединица функционалне организационе структуре обавља део послова на пројекту за који је специјализована, док послове координације у реализацији пројекта, затим послове планирања, праћења и контроле реализације пројекта, обављају посебно организовани пројектни тимови. За разлику од функционалне организације, код матричне организације дејствују и вертикалне (линијске) везе и хоризонталне (функционалне) везе. Одређена специјализована организациона јединица, за извршавање свога дела посла на реализацији пројекта добија информације и упутства од надлежног руководиоца те јединице вертикалним линијским везама, а такође и од руководиоца пројекта хоризонталним везама. На тај начин и код матричне организације може да дође до извесног мешања и преклапања надлежности у руковођењу реализацијом одређених послова на пројекту.

Уколико се инвеститор одлучи за други начин, може ангажовати предузеће са тржишта или оформити ново предузеће за потребе овог посла. Формирање новог предузеће, с обзиром на обим посла не би било исплативо. С друге стране, инвеститор може са одређеним преузећем потписати уговор о пружању комплетне услуге. Код уговора "кључ у руке", који се сматра развијенијим и потпунијим обликом јединственог уговора, постоји један уговарач који поред извођења преузима и израду инвестиционо-техничке документације, односно главних пројеката. Уговарач који треба да представља организацију која има искуства у управљању пројектима јер преузима пуну одговорност и ризик за завршетак целокупног пројекта. Често. извођач преузима на себе и трошак одржавања у периоду експлоатације. Он је одговоран, поред извођења и за пројектовање, али и за технологију у експлоатацији, јер је он бирао и пројектовао технологију. Овде је одговорност извођача за ефикасан завршетак пројекта, укључујући и пуштање у рад, доказивање капацитета и технолошких перформанси велика, а тиме и неопходност да

обезбеди ваљано управљање целокупним подухватом. Овај приступ је веома заступљен и може дати одличне резултате. Ипак инвестотор мора посветити велику пажњу избору и пројектном надзору над радом извођача, као и гаранцијама за ваљаност обављеног посла.

Други ниво посматрања организације јесте макроорганизациони. Ту се, поред инвеститора, узимају у обзир све организације тј. групе организација које потенцијално учествују у реализацији пројектора, било као корисници, добављачи, партнери, финансијери или нешто друго. Пример таквог организовања дат је на слици 12.1.2.




*Слика 12.1.2. Организационо окружење*

За успешну и ефикасну реализацију пројекта неопходно је добро поставити екстерну организацију, како би се у фази реализације избегли ризици и нежељене појаве. Највећи део организација које чине окружење инвеститора већ је елаборирaн у овој студији. Овде ће бити посебно наглашени најбитнији аспекти.

Приликом селекције предложених решења потребно је водити рачуна о доступности добављача, тј. о тржишту понуде. Доступност, узимајући у обзир цену транспорта, треба посматрати и у локалном, тј. регионалном контексту. Уколико се инвеститор одлучи за примену изолације фасадних елемената, ту је тржиште најразвијеније. Постоји јако велики број произвођача ових елемената што инвеститору даје велику преговарачку моћ. Постоји велики дијапазон различитих производа у контексту цене, квалитета, рокова, постпродајних услуга и сл. Што је најбитније, географска дисперзивност произвођача је таква да практично у свим регионима постоји равномерна понуда. Ако се као решење примене звучне баријере, ситуација је већ нешто неповољнија. Постоји мали број понуђача и они су углавном заступници или представници страних компанија са седиштем у главном граду. За примену посебних коловозних конструкција, практично да нема добављача на домаћем тржишту.

Посебну пажњу треба посветити локалној заједници и локалној самоуправи. Мора се нагласити да се пројекти наведени у овој студији реализују како би се представници локалне заједнице заштитили од буке. У складу с тим они морају бити активно укључени у процес селекције решења за поједине деонице. Незадовољство код становништва може довести до прекида или потпуног обустављања реализације пројекта.

## 12.2. Кадровски потенцијал

У оквиру посебних предложених организационих решења неопходно је да постоји и одговарајући кадровски потенцијал како би се зацртани циљеви успешно остварили.

Инвеститор поседује стручан и искусан кадар који је, свакако, у могућности да реализације пројекта ове врсте. Битна ствар о којој треба водити рачуна јесте број пројеката који су организационе јединице и кадрови инвеститора у стању да успешно реализују у истом, паралелном временском интервалу. Треба пре почетка реализације добро одредити кадровску оптерећеност и одмерити реалан ниво пројектне активности у складу са расположивим кадровским ресурсима. Ово се може постићи и применом софтверских алата за управљање пројектима. Без обзира да ли се инвеститор одлучи да пројекат спроводи у оквиру постојеће организационе структуре, применом пројектне или матричне организације, кадрови ангажовани на овим пројектима требало би да прођу претходно специјализовано усавршавање, у складу са изабраним решењима. Ово усавршавање се може реализовати кроз презентације, тренинге, студијске посете, учешће на стручним скуповима. Имајући у виду транзициони период, непостојање претходних знања и искустава у овој области, као и неопходност сталног улагања у развој кадрова, није потребно посебно образлагати овај став.

Посматрајући кадровски потенцијал организационог окружења, закључује се да се највише кадрова ангажује применом звучне изолације фасадних елемената. Овај закључак проистиче из чињенице да се цео производни циклус може затворити ангажовањем домаћих предузећа. На територији републике Србије постоји одређени број произвођача, како ПВЦ профила који су били предмет елаборирања у овој студији, тако и других материјала од којих се праве оквири прозорских конструкција. Затим, као што је већ напоменуто постоји веома велики број домаћих произвођача фасадних елемената. На крају замену наведених елемената могу вршити домаћа предузећа која ангажују додатни кадровски потенцијал. Применом звучних баријера, према тренутној ситуацији, од домаћег кадровског потенцијала би највероватније била ангажована грађевинска оперативa на пословима постављања панела и израде темеља, што свакако не представља безначајно ангажовање домаћег кадровског потенцијала. На домаћем тржишту постоје одређне индикације да треба да почне производња звучних баријера. Препорука је да се примена ових решења организује на такав начин да се мобилишу домаћи капацитети и на производњу звучних баријера, чиме би се ангажовало више домаћег кадра, добиле повољније цене за инвеститоре и смањио девизни одлив. Применом посебних коловозних конструкција не би били ангажовани значајнији допунски кадровски потенцијали у фази изградње. Додатни кадрови би били неопходни у фазу експлоатације на пословима редовног чишћења водом под притиском.

## 12.3. Претходна оцена организационе и кадровске подобности

Имајући у виду правне, технолошке и финансијске аспекте предметних инвестиционих пројеката, мора се нагласити да су кадрови пресудни фактор за успех сваког подухвата. Због тога се, како интерно, тако и екстерно, мора посебна пажња посветити овом сегменту организације. Полазећи од чињенице да је инвсетитор део јавног сектора, као и значај свеукупне друштвене корисности пројеката који су предмет Студије, мора се посебно нагласити могућност реализације ових пројеката од стране домаћих понуђача.

На основу података изнетих у претходним тачкама овог поглавља може се закључити да су сва три решења која су разрађена у овој студији изводљива са аспекта кадрова и организације.

# 13. ЗАКЉУЧАК О ИЗВОДЉИВОСТИ И ОПРАВДАНОСТИ ИНВЕСТИЦИЈЕ

Јавно предузеће "Путеви Србије" је као Инвеститор Уговором ЈППС VIII бр. 454-843 од 13.10.2009.г. (ИМС бр. 41-12445 од 09.10.2009.г.) поверило Институту ИМС а.д. израду Студије изводљивости техничких мера смањења штетног утицаја буке од друмског саобраћаја на одабраним деоницама државних путева (у даљем тексту: Студија).

Ова Студија у потпуности је усклађена са пројектним задатком датим напред и регулативом датом у Поглављу 14.

Проблем буке саобраћаја није локални проблем, а такав би био само ако се третира изоловано и ако би се проблематика свела на величину зоне утицаја и на растојање од самог извора. Локализујући проблем на овакав начин зона утицаја је мања од 10 km. Под овим се подразумева растојање на коме би бука у идеалним условима простирања могла да се чује. Зона утицаја буке саобраћаја је по правилу знатно мања у односу на друге аспекте заштите где загађење животне средине може да се прошири и на више стотина километара. Са друге стране број појединачних загађивача, посебно када је у питању друмски саобраћај, јако је велики тако да је и зона утицаја буке коју он ствара врло велика, нарочито када се узме у обзир да је бука саобраћаја уско повезана са урбаним агломерацијама са великом густином насељености. Поред тога, бука саобраћаја траје непрекидно и свакодневно. На овај начин проблем буке саобраћаја је глобалног карактера и у директној вези је са просторним и урбанистичким планирањем.

Општи циљеви израде ове Студије су:

- Смањење негативног утицаја транспорта на животну средину у складу са принципима одрживог развоја,
- Смањење штетног утицаја друмског саобраћаја на животну средину,
- Остварење путне инфраструктуре која је прилагођена природном и културном окружењу, на начин да се природни ресурси чувају, а утицаји саобраћаја имају подношљив и прихватљив утицај на здравље и добробит људи,
- Успостављење циљане контроле буке на најфреквентнијим саобраћајницама,
- Заштита од саобраћајне буке и
- Смањивање емисије буке на најугроженијим локацијама и очување постојећег нивоа буке тамо где је он добар.

Специфични циљеви израде Студије су, према конкурсној документацији:

- Утврђивање просторне, еколошке, друштвене, финансијске, тржишне и економске оправданости инвестиције за извођење техничких мера смањења штетног утицаја буке од друмског саобраћаја на одабраним деоницама постојећих државних путева, и

– Стварање стручног основа за доношење одлуке о оправданости улагања и покретању поступка за издавање одобрења за уградњу техничких мера заштите од буке на постојећим путевима.

Ова Студија се у најстрожем смислу држи дефиниције буке која гласи: бука је нежељен и штетан звук. Сваки звук може у једном тренутку постати бука. Када ће звук постати бука зависи од чињенице да човек треба да препозна тај звук као буку, или другачије речено, сваки звук тек када је "нежељен" постаје бука. Такође, бука може бити и звук који је "штетан", па се под појмом бука може подразумевати и сваки звук који може штетно (негативно) утицати на људски организам. Овде се првенствено подразумевају аудитивни и соматски ефекти. Ниво буке при којима се човек изјашњава да је неки звук бука је у врло широком динамичком опсегу, понекад почев већ од 15 dBA, а понекад тек од врло високих нивоа чак преко 60 dBA. Штетни ефекти настају по правилу тек када ниво пређе вредности од 60 – 65 dBA.

Бука на човека утиче физички, психички, али и на промену социјалног понашања. Ефекти буке могу да буду аудитивни или екстра аудитивни (психогени или соматски), а болести које изазива бука могу да буду реверзибилног или иреверзибилног карактера.

Да је бука као један вид акустичке енергије озбиљан проблем показују истраживања у земљама Европске уније. Она показују да око 25% становника ЕУ, дакле око 100 милиона људи, живи и ради у зонама где је ниво звука виши од 65 dB. Ови нивои сматрају се неприхватљивим, јер узнемиравају људе, ремете сан и имају читав низ других негативних утицаја на здравље. Од свих звучних извора највећи проценат отпада управо на саобраћај, око 81%, од чега више од 50% на друмски саобраћај.

Мада је Директивом 2002/49/EC прописана метода прорачуна буке ипак њена примена ни у ЕУ, а ни у земљама у окружењу, није искључива већ се у великој мери примењује метод RLS-90. Узрок овоме треба тражити у квалитету самог прорачуна где је предност на страни RLS-90. У Републици Србији се такође одомаћила метода прорачуна буке RLS-90. Приказ различитих метода дат је у поглављу 1.5.2.

Обрађивачи су у овој Студији претежно користили француски модел према препоруци, али и методу RLS-90 коју препоручују и која више одговара нашим условима.

Методологија бројања саобраћаја у Републици Србији дефинисана је процедуром коју користи инвеститор ове Студије. На основу те методологије саобраћај се броји током једне године на свим магистралним и регионалним путним правцима у Републици Србији, као и на аутопутевима.

У оквиру ове Студије за анализу су коришћени подаци о бројању саобраћаја дати у публикацији [П2]. У овој публикацији дати су основни подаци о бројању саобраћаја за 2008. годину на мрежи магистралних и регионалних путева на подручју Републике Србије без територије АП Косово и Метохија.

На основу података о саобраћајним токовима врши се разврставање просечног годишњег дневног саобраћаја (ПГДС) на основне врсте возила. Разврставање које се врши

аутоматским бројачима (АБС) разликује од разврставања које се врши прикупљањем информација са наплатних станица аутопутева где се разврставање врши по тарифним категоријама и пореклу регистрације (домаћа и иностранa) возила.

Међутим, евидентирање возила на наплатним станицама које се врши по тарифним категоријама не одговара акустичким категоријама, нити методи која је прописана Директивом [Р26]. Ипак ови подаци могу да се користе са ограничењем и уколико не постоје квалитетнији.

Начин употребе тарифне категоризације за акустичке прорачуне дат је у Студији. Потребно је да се у наредном периоду валидује, а затим да га Инвеститор пропише као званичну процедуру. При изради Студије коришћени су и материјали из архиве Инвеститора [П6–П10, П22, П23].

Обрађивачи су Студију сагледали са њеним тежиштем и централном темом на решавању смањења буке друмског саобраћаја.

Путну мрежу државних путева I и II реда чини систем саобраћајница у дужини од 17 065 km од чега је: 498 km аутопутева под наплатом путарине и 136 km полуаутопутева под наплатом путарине.

У сагласности са Законом [Р1] основано је Јавно Предузеће „Путеви Србије“ које управља државним путевима I и II реда. ЈП „Путеви Србије“ обавља послове који се односе на одржавање, заштиту, експлоатацију, развој и управљање државним путевима I и II реда у Републици Србији. Уз заштиту и експлоатацију путева ЈП „Путеви Србије“ организује и обавља стручне послове на изградњи, реконструкцији и у управљању саобраћајем на државним путевима у Републици Србији, па на основу овога следи и заштита од буке.

Основа за категоризацију саобраћајних површина у Републици Србији у овој Студији у потпуности је преузета из Закона [Р1] и Закона [Р5], као и Уредбе [Р14].

Закон о заштити од буке у животној средини уводи и категорију “главни пут” као државни пут I и II реда, са просечним годишњим протоком саобраћаја већим од 3 000 000 возила и категорију “агломерација” као део територије са преко 100 000 становника и са таквом густином становништва да се може сматрати урбанизованим подручјем.

Агломерацију би ипак у Закону [Р5] требало дефинисати као сваки део територије са таквом густином становништва да се може сматрати урбаним подручјем, а затим у чл. 20 истог закона треба прописати обавезу израде стратешких карата за агломерације са више од 100 000 становника. Дакле, агломерација је и урбанизовано подручје са 95 000 као и 105 000 становника, али обавеза израде стратешких карата односи се само на агломерације са више од 100 000 становника.

Дефиниција главни пут не треба да садржи одредницу о просечном годишњем протоку саобраћаја. Главни пут јесте сваки државни пут I и II реда, а у чл. 20, како то већ и стоји, обавеза израде стратешких карата односи се на главни пут са просечним годишњим протоком саобраћаја већим од 3 000 000 возила.

Дакле, главни пут је сваки државни пут I и II реда и када има просечни годишњи проток од 2 950 000 возила и када има 3 100 000 возила, али обавеза израде стратешких карата односи се само на главни пут када је просечни годишњи проток саобраћаја већи од 3 000 000 возила.

Овакве недоследности морале би да се формално разреше изменама и допунама Закона [P5]. Ипак оне не спречавају да се у оквиру ове Студије питање заштите од буке разрешава сматрајући да ће наведене недоследности бити разрешене и сматрајући као да су оне на наведени начин већ разрешене.

На основу Директиве 2002/49/EC за главни пут и агломерацију уводи се обавеза праћења буке и информисања становништва у њој. На основу ове обавезе произашао је и основни критеријум за одабир локација које су обрађене у овој Студији. Слично произилази и из пројектног задатка.

Заштиту од буке у сагласности са Законом [P1] треба сматрати у складу са чл. 4 став 10, као објекте и опрему за заштиту пута, саобраћаја и околине и као такву је треба сматрати саставним делом јавног пута. Такође, заштита од буке не сме да омета прегледност и нити да угрожава безбедност саобраћаја, посебно на раскрсницама.

Бука је најсложенија појава о којој се води рачуна при заштити животне средине и то у првом реду због физичких својстава, великог фреквенцијског опсега обима десет октава, великог динамичког опсега реда величине $10^{14}$, али и због тога што се ради о субјективној категорији. Ово последње произилази директно из дефиниције буке.

Студијом је обрађено 15 деоница. На овим деоницама су дате карактеристике и специфичности буке друмског саобраћаја које у потпуности описују све релевантне ситуације са аспекта акустике и заштите животне средине, а дајући основу за оцену техничких, друштвених, социолошких и финансијских аспеката.

За анализу у оквиру ове Студије одабране су следеће локације:

ММ1: Е75 / М22; Аутопут Београд – Нови Сад; Београд, насеље Галеника,
ММ2: М7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Футог,
ММ3: М7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Ветерник,
ММ4: М7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Нови Сад,
ММ5: Е75 / М1; Аутопут Београд – Ниш; Ћуприја,
ММ6: Е75 / М1; Аутопут Београд – Ниш; Бобовиште,
ММ7: Е80 / М1.12; Магистрални пут Пирот – Ниш; Ниш,
ММ8: Е80 / М1.12; Магистрални пут Ниш – Пирот; Ниш,
ММ9: Е80 / М1.12; Магистрални пут Пирот – Софија; Пирот,
ММ10: Е75 / М1; Аутопут Ниш – Београд; Ражањ и
ММ11: Е760 / М22; Магистрални пут Београд – Чачак; Београд,
ММ12: М 19; Магистрални пут Шабац – Лозница; Шабац,
ММ13: М 21; Обилазница око Ваљева; Ваљево,
ММ14: Е 760 / М 22; Магистрални пут Београд – Чачак; Горњи Милановац и
ММ15: Е 761 / М 5; Магистрални пут Краљево – Крушевац; Краљево.

Према пројектном задатку и литератури [P5, P6, P26, P38 и P39], обрађивачи су првенствено одабрали деонице путева за које је ПГДС већи од 8 300 возила, што је просечни годишњи проток саобраћаја већи од 3 000 000 возила. Подаци о ПГДС дати су на свим деоницама државних путева I и II реда. Податак о ПГДС је један од најважнијих критеријума за избор одсека дуж посматране деонице који је анализиран са аспекта буке.

За одабране локације дуж одабраних деоница у оквиру Студије у Поглављу 3. дата су:

- конкретна мерења буке саобраћаја,
- калибрација прорачунског модела,
- бројање саобраћаја,
- прорачунски модели техничких решења,
- карте буке у затеченом стању и карте буке са изведеном заштитом.

На овим локацијама урађена је анализа модела према генералној типологији објеката датој у оквиру ове Студије.

Подручје утицаја друмског саобраћаја може да се процењује на више начина и критеријума за оцену, као нпр. основних физичких принципа простирања звука. Процена подручја утицаја може да се уради на бази мерења буке, бројања саобраћаја и процене буке, статистичког поимања буке и полазећи од теоријског модела типа извора буке.

Подручје може да се процењује на основу различитих модела извора буке као генератора, а према критеријуму да се бука још увек чује или пак да је испод доње границе зоне. Граница подручја утицаја може да се усвоји према граничној вредности релевантне акустичке зоне или пак на основу оцене где ће се бука саобраћаја још увек чути, односно неће бити маскирана нивоом основне буке.

Подручје утицаја за неповољнији случај за линијски извор је врло велико и износи чак 6 400 m, док је у случају тачкастог извора ово растојање знатно мање и износи 1 400 m. Узимајући у обзир прорачунски модел и критеријуме дате у методама прорачуна реално подручје утицаја може да се сведе на растојања 300 – 500 m од осе коловоза.

Заштита од буке претпостављава зонирање као основни критеријум за реализацију звучне заштите. Зонирање подразумева опште принципе дате стандардом, а затим градске и општинске одлуке са конкретно уцртаним површинама у зонама надлежности.

Плански период подразумева анализу саобраћајних токова за базну 2009.г., а иницијални период израде и усвајања студијско-пројектне документације до 2011.г. Плански период подразумева 20-годишњу експлоатацију.

За одабране деонице дати су положаји агломерација обрађених са аспекта буке у односу на референтни систем државних путева.

Предикција буке за плански период урађена је на бази постојеће пројектне документације како је то наведено у самој Студији узимајући из ње просечне стопе раста. У Студији је дат аналитички поступак прорачуна, као и резултати за ПГДС и буку у периоду 2012.–2031.г.

Студија садржи и оцене услова одвијања саобраћаја и техничке експлоатационе карактеристике и практичан капацитет одабраних деоница.

У оквиру ове Студије, анализа услова одвијања саобраћаја има двојаку улогу и то:

- да за одабране деонице дефинише квантитативне вредности основних показатеља нивоа услуге (релације ток/капацитет и експлоатационе брзине) за достигнуте и очекиване саобраћајне токове који су неопходни као улазне величине за еколошке анализе и
- да се сагледа да ли су одабране деонице путева у могућности да прихвате достигнуте и очекиване саобраћајне токове на одговарајућем нивоу услуге са аспекта основних показатеља услова одвијања саобраћаја.

За одабране деонице које су предмет анализе дат је опис насеља уз државни пут која су предвиђена за анализу са аспекта заштите од буке, а њихов положај је дефинисан у односу на Референтни систем државних путева ЈП "Путеви Србије".

Пројектним задатком нису предвиђена шира истраживања саобраћајних токова и мерење брзина по основним врстама возила у време мерења буке, као ни анализа структуре саобраћајног тока са аспекта њиховог утицаја на буку.

Према расположивим постојећим подацима о саобраћајним токовима у оквиру ове Студије обим и структура постојећег и прогнозираног саобраћаја приказани су на нивоу Просечног годишњег дневног саобраћаја укупног саобраћајног тока и по основним врстама возила. Основне врсте возила преузете су из Публикације о бројању саобраћаја ЈП "Путеви Србије". За деонице које нису обухваћене Публикацијом о бројању саобраћаја извршена је експертска процена величине достигнутих и очекиваних саобраћајних токова, а на основу расположивих студија из ранијег периода.

Анализом услова одвијања саобраћаја обухваћено је 15 деоница, при чему је седам деоница у подручју насеља (ММ1, ММ2, ММ3, ММ4, ММ11, М13 и М15) и осам деоница дуж аутопута односно магистралног пута (ММ5, ММ6, ММ7, ММ8, ММ9, ММ10, ММ12 и ММ14) од којих су три деонице дуж ванградског двотрачног пута (ММ9: обилазница око Пирота на путу М1.12, ММ12: обилазница око Шапца на путу М19 и ММ14: обилазница око Горњег Милановца на путу М22).

Дуж градских деоница оцена услова одвијања саобраћаја извршена је са аспекта експлоатационе брзине саобраћајног тока. За одабране градске деонице на подручју Футога (ММ2), Ветерника (ММ3), насеља Галеника у Београду (ММ1), Ваљева (ММ13) и Крушевца (ММ15) очекује се да ће имати задовољавајуће услове одвијања саобраћаја у планском периоду експлоатације. Одабране градске деонице на раскрсници путева М7 и Р102 у Новом Саду (ММ4) као и у насељу Видиковац у Београду (ММ11) немају задовољавајуће услове одвијања саобраћаја у планском периоду експлоатације.

Дуж ванградских деоница оцена услова одвијања саобраћаја извршена је са аспекта релације ток/капацитет и експлоатационе брзине возила. Одабране деонице дуж аутопута односно магистралног пута (ММ5, ММ6, ММ7, ММ8 и ММ10) имаће задовољавајуће услове одвијања саобраћаја у планском периоду експлоатације. Одабрана деоница дуж

пута М1.12 на обилазници око Пирота (ММ9) имаће задовољавајуће услове одвијања саобраћаја у планском периоду експлоатације са аспекта релације ток/капацитет. Са аспекта експлоатацине брзине имаће подношљиве услове одвијања саобраћаја после 2023.г. Уколико се изгради аутопут Ниш – Пирот – Димитровград, ова деоница имаће задовољавајуће услове одвијања саобраћаја са аспекта брзине у планском периоду експлоатације. Одабрана деоница дуж пута М21 на обилазници око Шапца (ММ12) имаће задовољавајуће услове одвијања саобраћаја у планском периоду експлоатације са аспекта релације ток/капацитет до 2018.г, подношљиве до 2022.г. и незадовољавајуће после 2022.г. Са аспекта експлоатацине брзине имаће задовољавајуће услове одвијања саобраћаја до 2015.г. и подношљиве после 2015.г. Одабрана деоница дуж пута М22 на обилазници око Горњег Милановца (ММ14) нема задовољавајуће услове одвијања саобраћаја са аспекта релације ток/капацитет и са аспекта експлоатационе брзине у планском периоду експлоатације.

У наредним детаљнијим анализама еколошке заштите деоница путева потребно је спроводити свеобухватнија истраживања саобраћајних токова и брзине упоредно са мерењем буке, а евентуално и других еколошких параметара.

На одабраним деоницама урађено је мерење буке са истовременим бројањем саобраћаја. Овакви подаци су једини квалитетни за калибрацију модела. За потребе израде ове Студије тачност је већа него што је потребна, а мерења су спроведена да би се установила процедура за будућа мерења.

У Студији су дати извештаји о мерењу буке и прорачуни буке. Прорачуни су дати и за постојеће стање и са пројектованим мерама заштите и то за сва три могућа решења заштите.

На основу анализе се показује да на усвојеним деоницама примена специјалних врста асфалта није довољна мера заштите. Такође је показано да на једном броју деоница ни звучна баријера са реалним висинама $h = 5$ m не обезбеђује задовољење постављених критеријума.

Претпоставља се да ће при изради пројеката експлицитно бити дато решење било јединствено било као комбинација сва три могућа решења. За препоруку је да се управо на овакав начин изврши оптимизација за све одабране локације.

Сама заштита од буке друмског саобраћаја може генерално да се класификује у примарну и секундарну. Под примарном заштитом подразумевају се мере које се спроводе директно на извору, а под секундарним заштитне мере које се спроводе на путу простирања. На овај начин примарна заштита обухвата мере смањења нивоа из зрачене акустичке енергије директно са мотора и других агрегата на возилу, мере за пригушење у издувном систему, мере смањења буке свих агрегата, мере на смањењу аеродинамичког генерисања акустичке енергије, али и мере на контакту пнеуматик–коловозни застор. Ова последња поменута, не улазећи у могућу и другачију филозофију разматрања, може да буде сврстана и у групу секундарних мера, али обрађивачи ове Студије ипак сматрају да је адекватно груписање како је то дато овим текстом.

Заштита од буке друмског саобраћаја може да се реализује у принципу на више начина. Мере звучне заштите могу да се спроведу:

1) звучном изолацијом фасаде и фасадних елемената,
2) звучном баријером,
3) тунелом,
4) избором коловозног застора,
5) дубоким засадима дрвећа,
6) одржавање коловозног застора,
7) дислокацијом пута,
8) изменама саобраћајног режима,
9) подизањем квалитета фонда транспортних средстава и
10) активном заштитом.

Технички реалне и оправдане мере заштите од буке су:

- звучна изолација фасаде и фасадних елемената,
- звучне баријере и
- избор коловозног застора.

Од поменутих мера, које треба будућим пројектима предузимати као секундарне мере, очекивано смањење нивоа звука је:

- фасадом и фасадним елеменатима 20 – 40 dB,
- звучним баријерама 5 – 15 dB и
- коловозним застором као примарном мером 2 – 4 dB.

Звучну заштиту фасадом и фасадним елементима треба сматрати као главни и основни начин заштите од буке друмског саобраћаја. Овај облик заштите обезбеђује заштиту само унутрашњег простора, али то и јесте део простора животне средине који првенствено треба штитити. Заштита спољашњег простора и људи у њему је много ређи облик заштите. Заштита од буке не подразумева заштиту фауне, јер иста није обухваћена дефиницијом. Заштита из овог разлога појединих локалитета може да буде предмет посебног пројектног задатка.

Звучна изолација $R$ и слабљење звука $D$ као битне карактеристике фасадних елемената односно звучне баријере су фреквенцијски зависне величине. Сви прорачуни буке морају из тог разлога да се спроведу по фреквенцијским опсезима (октавама, или још боље терцама). На основу овако спроведеног прорачуна израчунава се А-пондерисан ниво звучног притиска, односно А-пондерисан еквивалентни ниво. Израчунавања која се спроводе на бази једнобројних вредности $R_W$ и $L_A$ су само приближна и могу да послуже за грубу процену, али не и као доказ у пројектној документацији.

Када се као мера заштите од буке пројектује фасада онда је неопходно у пројекту дати дијаграме звучне изолационе моћи за фреквенцијски опсег од 50 Hz до 5 kHz, а у техничким условима за испоруку и монтажу по правилу наводи се једнобројна вредност $R_W$. Пожељно је да се звучна изолација прозора и врата оптимизује.

Акустичке карактеристике звучне баријере су звучна изолациона моћ и меродавна апсорпција звучне баријере. Меродавна апсорпција баријере је физичка величина која је

одређена пројектом и као таква мора у условима за испоруку и монтажу (предмеру и прорачуну) да буде експлицитно бројчано исказана. Звучна изолациона моћ баријере по правилу није параметар који директно утиче на слабљење звука *D*, али као потребан (не и довољан) услов мора да се наведе у пројектној документацији. Меродавна апсорпција баријере и звучна изолациона моћ пре испоруке и монтаже доказују се искључиво мерењем у лабораторијским условима.

Принцип заштите од буке звучном баријером је једноставан. Звучна баријера, као препрека простирању звука, прави звучну сенку и на тај начин смањује ниво звука на месту пријема. Слабљење баријере зависи од фреквенције, геометријских односа (растојања извора и пријемника од баријере) и ефективне висине баријере. Слабљење *D* које узрокује звучна баријера је физичка величина која се добија израчунавањем и која није условљена једино карактеристикама баријере. Висина баријере и њен облик утичу на слабљење *D*, али поред тога слабљење у великој мери зависи од растојања извора од баријере, као и растојања места имисије до баријере. Звучна изолациона моћ и коефицијент апсорпције баријере су карактеристике које по правилу не утичу директно на слабљење *D*.

Пројекат звучне заштите баријера мора да садржи (акустички део) податке о висинама, као и слабљењу и нивоу буке на карактеристичним местима, али и податке за *R* и $\alpha$ као део техничких услова. Форму пројектне документације треба инвеститор да пропише како би поједноставио и систематизовао поступак.

У немачкој методологији за прорачун буке дат је илустративан податак који се потврђује као врло реалан у стварним околностима, а то је да слабљење баријере до висине од 5 m не прелази у најповољнијим околностима вредност од 16 dB, што као глобални податак треба имати у виду.

Засади дрвећа, који се у лаичким круговима често помињу, не представљају меру звучне заштите. Засад је ефикасан тек за врло велике дубине, бар 50 m, најчешће преко 100 m, а при томе је слабљење звука свега неколико децибела. Ако се овакав засад ипак планира и пројектује треба имати у виду да се о каквој-таквој ефикасности може говорити тек након више од 20 година.

На ниво буке значајно утиче и одржавање коловозног застора, при чему су примарни разлози сасвим други, а смањење буке је само секундарна мера, тачније речено последица.

Остале мере заштите од буке, као дислокација пута, измена саобраћаја и подизање квалитета фонда транспортних средстава спадају у врло ефикасне мере и могло би се рећи праве. Свакако да су оне плод озбиљних друштвено-политичких акција и општих односа у друштву и држави и њима треба тежити као дугорочном циљу за решавање звучне заштите.

Коначно и активна заштита је мера коју је могуће применити за посебне објекте или пак у врло специфичном и ограниченом временском тренутку за такве објекте.

У Студији су дати различити графички прикази варијантних решења у виду фотографија до којих су Обрађивачи дошли и за које сматрају да су посебно илустративно интересантни.

Потребни инпути за реализацију звучне заштите дефинисани су следећим елементима:

- Дефинисањем путне мреже и агломерације у њеној близини,
- Подацима о бројању саобраћаја урађеном по стандардној процедури, или евентуално акустички прилагођеној процедури,
- Проценама буке претходним прорачунима (карте буке нису довољне),
- Прелиминарним мерењима,
- (Пожељно је обухватити све угрожене деонице односно групе акустички повезаних и сличних деоница, али обезебедити што равномернију просторну расподелу),
- Мониторингом буке који даје коначну и једину поуздану оцену потребе заштите,
- Одлуком о врсти заштите,
- Израдом пројектне документације заштите од буке са детаљно спроведеним прорачунима и за усвојену материјализацију и експлицитно дефинисаним условима са аспекта акустике,
- Концептом за избор извођача,
- Изградњом и техничким пријемом објекта.

Поред акустичких захтева експличитно изречених у Студији за свако решење посебно су дати потребни услови које ови елементи треба да имају. Како се ради о проблематици која није до краја решавана домаћом регулативом овај обим у наредном периоду треба редиговати, допунити и дорадити. Као пример дата је и евиденција стандарда како то предвиђају чешке норме.

С обзиром на то да звучна заштита од друмског саобраћаја није до сада примењивана домаће тржиште углавном није сабдевено и не постоје могућности набавке нити звучних баријера нити порозног асфалта. На тржишту постоји довољан број квалитетних произвођача прозора.

Општи утисак формиран током израде Студије је да у Србији постоје објективне могућности да се у кратком периоду освоји домаћа производња баријера и специјалних коловозних застора. Студија садржи и процену цена.

Студија предлаже технички реалне и економски оправдане мере звучне заштите од буке друмског саобраћаја и то: фасадним елементима, звучним баријерама и специјалним коловозним застором.

Према ставу Инвеститора Студија представља пионирски приступ и Обрађивачи нису прејудицирали поједина решења.

У Студији је дата визуализација баријера на реалним фотографијама како би се дочарао утисак ове мере заштите. Ова мера као потпуно нова треба тек да заузме своје место у поимању популације, како корисника тако и ЈП “Путеви Србије”. Звучне баријере су мера ограниченог ефекта која омогућава заштиту како спољашњег тако и унутрашњег

простора. Оне као такве поред позитивног имају и низ негативних ефеката како је то већ елаборирано у самој Студији. Разумним пројектовањем негативни ефекти могу се свести на прихватљиве.

Прозори као мера заштите имају поред смањења буке и ефекат значајних енергетских уштеда. Ова мера једина нема негативног ефекта. Прозорима је могуће остварити највећу и најефикаснију заштиту.

Коловозни застор са побољшаним акустичким својствима је мера која доприноси малом побољшању, али и мера за који не постоји јединствено мишљење у погледу позитивних акустичких својстава, али ни у погледу негативних посебно безбедоносних.

У Студији се предлаже израда пробних деоница специјално имајући у виду коловозне засторе, али и са баријерама како би се пре масовне употребе стекло потребно искуство.

У погледу циљева инвестирања треба повести рачуна о друштвеним, економским и другим циљевима. Поред доприноса који један пројекат има за односног инвеститора, неопходно је, при укупној оцени пројекта, утврдити и анализирати и допринос пројекта националној економији, односно допринос пројекта земљи у целини.

Као друштвене циљеве у ширем смислу треба навести и повећање степена запослености (ангажовање домаћих предузећа на пословима који су у вези за смањење утицаја буке), побољшање безбедности саобраћајница, повећање броја страних туриста, повећање девизног прилива, смањење емисије издувних гасова, побољшање енергетске ефикасности, побољшање визуелног идентитета угрожених зона, поспешње привредног раста у заштићеним зонама и утицаја на биодиверезитет.

Економски циљеви инвестирања односе се, по дефиницији, на економске користи које стиче инвеститор одређеним пројектом. Уско посматрано, у основи пројеката јавног сектора не налази се економска мотивација, јер су најчешће непрофитног карактера и немају за циљ стицање економске користи. Како је инвеститор у овом случају део јавног, а не профитног сектора, циљеви за инвестирање нису приоритетног економског карактера.

Шире посматрано, може се узети да је заправо инвеститор овог пројекта Република Србија. У том контексту може се говорити о економској оправданости, тј. о економским циљевима на један посредан начин. Ако се пође од претпоставке да је економска добробит државе заправо збир појединачних економских добробити свих њених грађана, онда економски аспекти овог пројекта добијају један други контекст.

Као значајан економски циљ треба навести да заштита од буке повећава вредност комерцијалних, боравишних и других некретнина. Поред овог директног економског циља може се дефинисати и одређени број индиректних циљева који проистичу из елиминисања штетног дејства буке. Индиректни циљеви су:

- Повећана радна способност становништва које живи у зонама угроженим штетним утицајем буке друмског саобраћаја,
- Повећан учинак запослених који раде у комерцијалним објектима смештеним у зонама угроженим штетним утицајем буке друмског саобраћаја,

- Повећан профит привредних друштава које обављају своје пословне процесе у зонама угроженим штетним утицајем буке друмског саобраћаја,
- Смањени издаци за лечење обољења изазваних штетним утицајем буке,
- Унапређен систем заштите животне средине.

У сагласности са Законом о заштити животне средине и основних начела у њему наведених кроз циљеве инвестирања треба поштовати начело интегралности, начело превенције и предострожности, начело очувања природних вредности, начело одговорности загађивача и његовог правног следбеника и начело "загађивач плаћа".

Анализа структуре и динамике улагања указује на веома велике разлике како у апсолутним износима, тако и у релативним показатељима. Утрошена средства за заштиту по становнику крећу се у распону од 20 па до чак 11 000 eur. С друге стране да би се од буке заштитио један квадрат затворене површине потребно је од 1,6 до 440 eur.

Такође на моделском примеру за тип кућа у низу и насеље поред којег пролази новопројектована саобраћајница, може се закључити да не постоји универзално решење како у висини потребних улагања, тако у степену заштите. На неким локацијама нека од предложених решења не могу се спровести, како због техничке неефикасности тако и услед тоталне нерентабилности.

Приликом селекције локација и решења треба донети критеријуме о приоритетима, као нпр. ниво буке, број становника који се штити, површина штићеног простора и за сваки од њих дати одређени тежински коефицијент. Затим, након рангирања приоритетних локација, применити оптимално решење у складу са неким од модела вишекритеријумског одлучивања.

С аспекта друштвено-економске оправданости, сви варијантни пројекти који су дати у овој Студији су оправдани, јер постижу резултате који су од великог значаја за животну средину, као и за друштвену заједницу уопште. Ипак, имајући у виду остале параметре, као што су степен заштите, уложена средства, уштеда енергије, рентабилност, као друштвено најоправданији пројекат се истичу мере побољшања звучне изолације фасаде и фасадних елемената, односно замена прозора.

Ови пројекти не само да најзначајније утичу на смањење буке у затвореном простору, већ су и економски оправдани, пошто се из претходних обрачуна показало да је НСВ позитивна. Такође, у зависности од врсте старих прозора, начина грејања, укупне изолације фасаде, цене енергије и других показатеља, рок враћања овакве инвестиције је мањи од 10 година. Поред смањивања трошкова и потрошње енергије, долази и до значајног смањења емисије $CO_2$, чиме се доприноси и остваривању других еколошких циљева.

Када се говори о посебном коловозном застору не сме се заборавити да они дају скромно смањење буке од 2 до 4 dB, али само при брзинама већим од 70 km/h. То заправо значи да ово није решење на деоницама пута кроз насељена места где је прописана брзина кретања највише 60 km/h, али и многим другим ситуацијама. Дакле ово решење има смисла само на аутопуту који пролази поред насеља.

На основу дефинисаних планираних пројеката који су дефинисани у складу са приоритетима одређеним вишим стратешким документом, неопходно је за конкретне пројекте или групе пројеката–програме тражити финансијска средства у зависности од избора техничког решења, обухвата пројекта, региона у коме се пројекат спроводи и другим факторима који могу имати значај за добијање финансијских средстава.

Још један битан елемент јесте да приликом аплицирања за донаторска средства треба водити рачуна о мултидисциплинарности у приступу и броју партнерских организација. Конкретније већу тежину имају пројекти за које заједнички партиципира више организација из различитих грана (нпр. инфраструктура, заштита животне средине и енергетска ефикасност).

Имајући у виду правне, технолошке и финансијске аспекте предметних инвестиционих пројеката мора се нагласити да су кадрови пресудни фактор за успех сваког подухвата. Због тога се, како интерно тако и екстерно, мора посебна пажња посветити овом сегменту организације.

Како су у овој Студији анализирана три могућа решења посебну пажњу треба посветити оним решењима где се упошљава већи број домаћих радника, односно где се ангажују домаћи произвођачи, извођачи и друга преузећа. Прозори, као начин заштите од буке, могу бити потпуно произведени на домаћем тржишту – од сировине до готовог производа. Такође, постоје најаве да ће у блиској будућности почети и производња звучних баријера.

На основу фунансијско-економских и друштвених показатеља може се закључити следеће:

- Замена прозора може се и треба применити свуда, јер поред заштите од буке пружа и значајну енергетску уштеду и смањење емисије $CO_2$,
- Звучне баријере, најчешће као најскупље решење, треба примењивати рестриктивно, само у посебним ситуацијама, где друга решења нису изводљива или за заштиту отворених површина,
- Специјалан коловозни застор може се применити свуда и то најбоље као допунско решење и где брзина возила прелази 70 km/h.

У Београду, 28. јуна 2010.г.

Руководилац пројекта

мр Борислав Б. Будисављевић, дипл.инж.

# 14. ЛИТЕРАТУРА

## 14.1. Књиге, часописи и чланци – А

[A1] D.J.Croome, *Noise, Buildings and People*, Volume 11, Pergamon Press, 1977.

[A2] R.K.Miller, W.V.Montone, *Handbook of Acoustical Enclosures and Barriers*, The Fairmont Press, 1978.

[A3] Z.Maekawa, "Noise reduction by Screens", *Applied Acoustics*, 1968.

[A4] E.Saelzer, *Sammlung Schallschutz: Staedtebaulicher Schallschutz: Planerische und technische Massnamen Wirtschaftlichkeit, Dimensionierung und Gestaltung*, Bauverlag GmbH, 1982.

[A5] A.L.Saenz, R.W.B.Stephens, *Noise pollution*, Scope 24, Jon Wiley & Sons, 1986.

[A6] P.M. Nelson, *Transportation Noise Reference Book*, Butterworth & Co. Ltd, 1987.

[A7] W.Fasold, E.Sonntag, H.Winkler, *Bau- und Raumakustik*, VEB Verlag fuer Bauwesen, 1987.

[A8] C.M.Harris, *Handbook of Acoustical Measurements and Noise Control*, Third edition, Acoustical Society of America, 1998.

[A9] L.Cremer, H.Mueller, *Principles and Applications of Room Acoustics*, Volume 1 i 2, Applied Science Publishers Ltd, 1982.

[A10] E.G.Richardson, *Technical Aspects of Sound*, Volume 1, Elsevier, 1953.

[A11] E.Skudrzyk, *Die Grundlagen der Akustik*, Springer Verlag, 1954.

[A12] W.Porada, "Model measurements on noise screening of line source by single and double barriers", *Applied Acoustics* 4, 1975.

[A13] F.Fleischer, "Zur Anwendung von Schallschirmen", *Laerbekaempfung* 6, 1970.

[A14] M.Yamashita, M.Koyasu, "Scale model experiments on noise reduction by acoustics barrier of a straight line source", *Applied Acoustics*, 1973.

[A15] U.J.Kurze, "Noise reduction by Barriers", *The Journal of the Acoustical Society of America,* 1974.

[A16] W.Fasold, W.Kraak, W.Schimer, *Taschenbuch Akustik*, Teil 2, VEB Verlag Technik, 1984.

[A17] Б. Будисављевић и др, *БУКА, Основи, анализа, извори и заштита*, Трибина грађевинске физике, Београд, 1998

[A18] Б.Будисављевић, "О сложеној звучној изолацији", *II југословенско саветовање*, Београд, 1979.

[A19] Б.Б.Будисављевић, "Актуелни еколошки проблеми и мере заштите у урбаним срединама – О проблемима звучне заштите у зградарству", *Саветовање ГЗЗЗ*, Београд, 1982.

[A20] Б.Б.Будисављевић, Ч.Дробњаковић, "Један прорачун изолације у условима саобраћајне буке", *XXVIII ETAH*, Сплит, 1984.

[A21] B.B.Budisavljević, M.Tanasković, Č.Drobnjaković, "Influence octave band levels of traffic noise on Leq and Ln values", *4.FASE*, Sandefjord, 1984.

[A22] B.B.Budisavljević, Č.Drobnjaković, "Street trafic noise", Athena, 1984.

[A23] Б.Б.Будисављевић, "О неким особинама Leq у пољу саобраћајне буке", Блед, 1987.

[A24] Б.Б.Будисављевић, "Заштита од буке", *Семинар републичких инспектора животне средине*, Врњачка Бања, 1993.

[A25] Б.Б.Будисављевић, "Јединице за притисак", Институт ИМС, Београд, 1993.

[A26] Б.Б.Будисављевић, "Бука – основи, мерење, прописи, инструменти", *Министарство заштите животне средине*, Реферат по позиву за Семинар, Београд, 1998.

[A27] Б.Б.Будисављевић, "Бука и еквивалентни ниво", *Годишње Саветовање: Аспекти заштите од буке*, 1998.

[A28] B.B.Budisavljević, D. Boljević, "Some Results of Traffic Noise Measurements as a Base for Defining the Evaluation Critera", *Internoise*, Hag, 2001 (neobjavljeno).

[A29] Б.Б.Будисављевић, Д.Бољевић, Ч.Дробњаковић, "Мерење $L_{eq}$ у условима саобраћајне буке", Ниш, 2001.

[A30] П.Петровић, Б.Б.Будисављевић, Д.Бољевић, Ч.Дробњаковић, Ј.Антанасијевић, "Акустички прилаз методи хомологације моторних возила у погледу буке", *Бука и вибрације*, Ниш, 2001.

[A31] Б.Б.Будисављевић, "Неки проблеми у YУ прописима о буци", *Семинар Бука у животној средини*, Београд, 2002.

[A32] Б.Б.Будисављевић, Д.Бољевић, А.Миленковић, Ч.Дробњаковић, "О временској пондеризацији", *XLVII ETPAH*, Херцег Нови, 2003.

[A33] Б.Б.Будисављевић, А.Миленковић, Д.Бољевић, "Неки проблеми у прописима за мерење буке", *51. Конференција ETPAH-а*, Игало – Херцег Нови, 2007.

[A34] Републички завод за статистику, "Статистички годишњак Србије 2009".

[A35] Renzo Tonin and Associates Ptu Ltd, *Modelling and Predicting Environmental Noise*, www.rtagroyp.com.au

[A36] Hayden, R.E., *Roadside Noise from the interaction of rolling tyres with the road surface*, ProccedingsPurdue Noise Control Conference, Purdue University, 1971

[A37] Voigt, P., *Physickal noise immision scales and subjective anoyance due to the street traffic noise*, Doctoral Thesis, 1974.

[A38] Watts G. *Acoustic performance of new designs of traffic noise barriers*, in Proceedings of Internoise, St Petersburg, Russia, 1993.

[A39] Shima H., Watanabe T., Mizuno K., Iida K., Matsumoto K. and Nakasaki K., *Noise reduction of a multiple edge noise barrier*, in Proceedings of Internoise, Liverpool, 791–4, 1996.

[A40] Fujiwara K., Ohkubu T. and Omoto A., *A note on the noise shielding efficiency of a barrier with absorbing obstacle at the edge*, in Proceedings of Internoise, Newport Beach, CA, pp. 393–6, 1995.

[A41] Yamamoto K., Shono Y., Ochiai H. and Yoshihiro H., *Measurements of noise reduction by absorptive devices mounted at the top of highway noise barriers*, in Proceedings of Internoise, Newport Beach, CA, pp. 389–92, 1995.

[A42] Gharabegian A., *Improving soundwall performance using route silent*, in Proceedings of Internoise, Newport Beach, CA, pp. 385–8, 1995.

[A43] Стојановић Војислав, *Приручник грађевинске браварије*, 2008.

[A44] Sandberg U and Ejsmont J A. *Tyre/road noise reference book.* Informex, Sweden, 2002.

[A45] Pucher E, *Optimisation of the system car tyre road – the sound of silence*, Vienna University of Technology, Vienna, Austria, 1998.

[A46] Bendtsen H. *Drainage asphalt and noise reduction over a long period*, Proceedings of EuroNoise 1998, Munich, Germany, 1998.

[A47] Benz Kotzen, Colin English, *Environmental Noise Barriers*, 1999.

## 14.2. Књиге, часописи и чланци (ЕС) – Б

[Б1] RNDr. Liberko, “Увод у урбанистичку акустику, бука и акустика средине”.

[Б2] Doc. dipl.Ing. Puškáš, CSc., Ing Puškášová, CSc., “Атељерско стварање II, акустика заграђених подручја”.

[Б3] Alfréd Brunclík, Vladimír Vorel и др., “Кичмена мрежа аутопутева и експресних путева у ЧР”, Праг 2009.

[Б4] Havranek J. и сар. “Бука и здравство”, *Праг: Avicenum*, 1990.

[Б5] “Road Transport Research. Road Noise Abatement”, *OECD Report Paris: CEDEX*, 1995.

## 14.3. Књиге, часописи и чланци – Е

[Е1] П.Јовановић, Д.Петровић, В.Обрадовић, М. Михић, “Методе и технике пројектног менаџмента”, *ФОН*, Београд, 2007.

[Е2] D. Gillen, *Noise 101: The Economics of Noise Management Strategies and Policies*, Institute for Transportation Studies, University of California, Berkeley, San Diego, CA, February 2001.

[Е3] П. Јовановић: *Управљање инвестицијама,* ФОН, Београд, 2006.

[E4] L. E. Larsen, &H. Bendtsen: *Noise reduction with porous asphalt - costs and perceived effect*, 9th International Conference on Design of Asphalt Pavements, Copenhagen, Denmark, 2002.

[E5] А. Трбовић, М. Црнобрња, *Ефекти интеграције Србије у ЕУ*, Факултет за економију, финансије и администрацију, Београд, 2009.

[E6] Р. Коцијанчић и група аутора, *Хигијена*, Београд, 2002.

[E7] Д. Жижић, *Бука као просеритетни загађивач животне средине у граду Лесковцу*, 8. Симпозијум са међународним учешћем "Савремене технологије и привредни развој", Технолошки факултет Лесковац, 2009.

[E8] Д. Петковић, Ш. Голетић, *Комунална бука као значајан фактор код пројектовања изградње саобраћајне инфраструктуре*, Семинар: Управљање околишем — околишни менаџмент, Фојница, 2004.

[E9] Група аутора: *Приручник за припрему и оцену инвестиционих пројеката*, Републички завод за тржиште рада, Београд, 1997.

[E10] E.J. Mishan: *Cost-Benefit Analysis*, Page Bros, Norwich, 1975.

[E11] United Nations Industrial Development Organization: *Guide to Practical Project Appraisal – Social Benefit-Cost Analysis in Developing Countries*, United Nations, New York, 1978.

[E12] L. Squire & H.G. van der Tak: *Economic Analysis of Projects*, A World Bank Research Publication, The International Bank for Reconstruction and Develpment, Washington, 1979.

[E13] A. Amundsen & R. Klaeboe: *A Nordic Perspective on Noise Reduction at the Source*, The Institute for Transport Economics, Oslo, 2005.

## 14.4. Регулатива – Р

[P1] “Закон о јавним путевима”, *Службени гласник РС* 101, 2005.

[P2] “Закон о планирању и изградњи”, *Службени гласник РС* 47, 2003.

[P3] “Закон о изменама и допунама Закона о планирању и изградњи”, *Службени гласник РС* 34, 2006.

[P4] “Закон о планирању и изградњи”, *Службени гласник РС* 72, 2009.

[P5] “Закон о заштити од буке у животној средини”, *Службени гласник РС* 36, 2009.

[P6] “Закон о заштити животне средине”, *Службени гласник РС* 135, 2004.

[P7] “Закон о изменама и допунама Закона о заштити животне средине”, *Службени гласник РС* 36, 2009.

[P8] “Закон о процени утицаја на животну средину”, *Службени гласник РС* 135, 2004.

[P9] “Закон о изменама и допунама Закона о процени утицаја на животну средину“, *Службени гласник РС* 36, 2009.

[P10] "Закон о стратешкој процени утицаја на животну средину", *Службени гласник РС* 135, 2004.

[P11] "Закон о заштити природе", *Службени гласник РС* 36, 2009.

[P12] "Закон о интегрисаном спречавању и контроли загађивања животне средине", *Службени гласник РС* 135, 2004.

[P13] "Стратегија развоја железничког, друмског, водног, ваздушног и интермодалног транспорта у Републици Србији, 2008-2015", *Службени гласник РС* 4,2008.

[P14] "Уредба о критеријумима за категоризацију државних путева", *Службени гласник РС* 37, 2009.

[P15] "Правилник о дозвољеном нивоу буке у животној средини", *Службени гласник РС* 54, 1992.

[P16] "Правилник о садржини, обиму и начину израде претходне студије оправданости и студије оправданости за изградњу објеката", *Службени гласник РС* 80, 2005.

[P17] СРПС У.Ј6.001:2000, *Основни термини и дефиниције*.

[P18] СРПС У.Ј6.090:1992, *Мерење буке у комуналној средини*.

[P19] СРПС У.Ј6.201:1989, *Технички услови за пројектовање и грађење зграда*.

[P20] СРПС У.Ј6.205:2007, *Акустичко зонирање простора*.

[P21] СРПС ИСО 1996-1:2002, *Опис мерења буке животне средине, Основне величине и поступци*.

[P22] СРПС ИСО 1996-2:2002, *Опис мерења буке животне средине, Прикупљање података у вези са наменом земљишта*.

[P23] СРПС ИСО 1996-3:2001, *Опис мерења буке животне средине, Примена на граничне вредности буке*.

[P24] СРПС ИСО 1996-1:2008, *Опис мерења буке животне средине, Основне величине и поступци оцењивања*.

[P25] СРПС ИСО 1996-2:2008, *Опис мерења буке животне средине, Прикупљање података у вези са наменом земљишта*.

[P26] DIRECTIVE 2002/49/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise, *Official Journal of the European Communities L* 189, 2002.

[P27] XPS 31-133, *Француска метода NMPB-Rute-96 (SETRA–CERTU–LCPC–CSTB)*.

[P28] СРПС ИСО 140, *Мерење звучне изолације у зградама и звучне изолације грађевинских елемената*.

[P29] European Commission, Directorate General Regional Policy: *Guide to Cost-Benefit Analysis of investment projects (Structural Funds, Cohesion Fund and Instrument for Pre-Accession),* 2008.

[P30] IEC 61672, *Electroacoustics-Sound level meters.*

[P31] IEC 651, *Sound level meters.*

[P32] IEC 804, *Integrating-averaging sound level meters*.

[P33] RLS-90:1990, *Richtlinien fuer den Laermschutz an Strassen*.

[P34] EN 1793-1, *Road traffic noise reducing devices. Test method for determining the acoustic performance. Intrinsic characteristics of sound absorption*

[P35] EN 1793-2, *Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the acoustic performance. Intrinsic characteristics of airborne sound insulation*

[P36] EN 1793-3, *Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the acoustic performance. Normalized traffic noise spectrum.*

[P37] SoundPLAN Noise Standards*, Calculation of Road Traffic Noise (CoRTN)*, www.soundplan.com.

[P38] Future Noise Policy, European Commission Green Paper*, COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, Brussels,* 1996.

[P39] Guidelines for Community noise*, World Healt Organization, Geneva, 1999.*

[P40] EN 1794-1, *Road traffic noise reducing devices – Mechanical performance and stability requirements.*

[P41] EN 1794-2, *Road traffic noise reducing devices – General safety and environmental requirements.*

[P42] EN 1991, *Actions on structures.*

[P43] EN 1317-2, *Road restraint systems – Performance classes, impact test acceptance criteria and test methods for safety barriers*.

[P44] EN 13501-1, *Fire classification of construction products and building elements, Classification using test data from reaction to fire tests*.

[P45] EN 13501-2, *Fire classification of construction products and building elements, Classification using data from fire resistance tests, excluding ventilation services*.

[P46] ISO 2813, *Paints and varnishes – Determination of specular gloss of non-metallic paint films at 20 degrees, 60 degrees and 85 degrees.*

[P47] "Правилник о садржини студије о процени утицаја на животну средину", *Службени гласник РС* 69, 2005.

[P48] European Commission, Directorate General Regional Policy: Guide to Cost-Benefit Analysis of investment projects (Structural Funds, Cohesion Fund and Instrument for Pre-Accession), 2008.

[P49] Working Paper on The Effectiveness of Noise Measures, Working Group Health & Socio-Economic Aspects, July 2005.

[P50] The Commission of the European Communities, *Commission Recomendation concering the guidelines on the revised interim computation methods for industrial noise, aircraft noise, road traffic noise and railway noise, and related emission data,* August 2003.

[P51] ISO 9613, *Acoustics – Attenuation of sound during propagation outdoors.*

[P52] VDI 2714, *Outdoor Sound Propagation.*

[P53] S. Navrud: *The State-Of-The-Art on Economic Valuation of Noise,* Final Report to European Commission DG Environment, 2002.

[P54] "Уредба о утврђивању Листе пројеката за које је обавезна процена утицаја и Листе пројеката за које се може захтевати процена утицаја на животну средину ", *Службени гласник РС* 114, 2008.

[P55] Просторни план инфраструктурног коридора аутопута Е-75 деоница Београд – Ниш, *Службени гласник РС* 69, 2003.

[P56] Регионални просторни план Административног подручја града Београда, *Службени лист града Београда* 10, 2004.

[P57] Просторни план подручја инфраструктурног коридора аутопута Е-75, деоница Суботица-Београд (Батајница), *Службени гласник РС* 69, 2003.

[P58] Просторни планп одручја инфраструктурног коридора Ниш – граница Бугарске, *Службени гласник РС* 69, 2003.

## 14.5. Регулатива (EC) – C

[C1] Закон бр. 2/1969 Sb. о оснивању Министарстава.

[C2] Закон бр. 258/2000 Sb. о заштити јавног здравља.

[C3] Правилник бр. 523/2006 Sb. о изради карата буке.

[C4] Уредба Владе бр. 148/2006 Sb. о заштити јавног здравља од штетног дејства буке и вибрација.

[C5] Методолошко упутство за мерење и оцењивање буке изван радне средине, бр. пр. НЕМ-300-11.12.01-34065 од 11.12.2001.г.

[C6] ČSN ISO 1996-1, Акустика – Опис, мерење и оцењивање буке у средини – Део 1: Основне величине и постипци за процену.

[C7] ČSN ISO 1996-2, Акустика – Опис и мерење буке у средини – Део 2: Набавка података везаних за коришћење подручја.

[C8] ČSN ISO 1996-3, Акустика – Опис и мерење буке у средини – Део 3: Коришћење у одређивању максимално дозвољених нивоа буке.

[C9] Француски национални метод „NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CST) наведен у француском стандарду XP-S 31-133"

[C10] Методолошко упутство за прорачун буке од друмског саобраћаја VÚVA Prag (Vesnik MŽP 3/1996).

[C11] Одређивање интензитета саобраћаја на друмским саобраћајницама ТР 189 (одобрено MD – OI бр.пр. 1086/07-910-IPK/1 од 5.12.2007.г.)

[C12] Ауторизационо упутство 15/04, верзија 2, Министарство здравства Чешке Републике.

[C13] Уредба Владе бр .104/1997 Sb. за противбучне баријере и бедеме.

## 14.6. Извештаји, пројекти и сл. – П

[П1] "Национални план изградње путне и железничке инфраструктуре Републике Србије у периоду од 2008-2015 године", Национални савет за инфраструктуру Владе Републике Србије, 2008.

[П2] "Бројање саобраћаја на путевима Републике Србије у 2008. години", ЈППС, Београд, 2009.

[П3] Приказ постојеће мреже државних путева у Републици Србији, планова, мапа и система за управљање, База података о путевима, ЈППС, 2009. – НИЈЕ БИЛО ДОСТУПНО У ВРЕМЕ ИЗРАДЕ СТУДИЈЕ

[П4] Студијско-аналитичка основа просторног развоја Републике Србије (Стратегија израде новог Просторног плана Републике Србије), сепарат: Саобраћај и саобраћајна инфраструктура, ИАУС, Београд, 2009. – НИЈЕ БИЛО ДОСТУПНО У ВРЕМЕ ИЗРАДЕ СТУДИЈЕ

[П5] Програм радова на одржавању, заштити, изградњи и реконструкцији магистралних и регионалних путева на територији Републике Србије за 2009. годину. Јавно предузеће "Путеви Србије", Београд, 2009. – НИЈЕ БИЛО ДОСТУПНО У ВРЕМЕ ИЗРАДЕ СТУДИЈЕ

[П6] Институт за путеве а.д., "Аутопут Е-80 Ниш (Просек) – Димитровград (државна граница), Сектор 1. Деоница 1,2 Просек – Црвена Река од Км 18+125.17 до Км 40+650.00, Идејни пројекат – финална документација, Књига 6. I.6.1–1/3 Студија о процени утицаја на животну средину, текст, графичка документација", Април 2009.

[П7] Институт за путеве а.д., "Обилазни пут око Новог Пазара, веза М–22 са М–8 преко Р–118а, Идејни пројекат – финална документација, Књига 10. Студија о процени утицаја пута на животну средину", Београд 2008.

[П8] Саобраћајни институт ЦИП д.о.о., "Идејни пројекат финална документација Аутопут Е-75 Београд – Ниш – Граница БЈРМ, Деоница Доњи Нерадовац – Левосоје, км 926+400,00 – км 942+195,00, Студија о процени утицаја на животну средину", Београд 2008.

[П9] Cowi d.o.o. Beograd, "Студија о процени утицаја на животну средину главног пројекта побољшања регионалног пута Р-116 (Студеница - Ивањица), Деоница Живочка – Вељовића школа", Београд, Март 2008.

[П10] А.д. Центар за путеве Војводине, "Главни пројекат рехабилитације Аутопута Е-75 Пролаз кроз Београд, Деоница Сурчин (Петља "Аеродром") – Бубањ поток (Наплатна станица "Бубањ поток"), Књига 7 Пројекат заштите животне средине, 7.1 Пројекат мониторинга постојећег стања животне средине", Нови Сад, Фебруар 2007.

[П11] Сајт ЈП "Путеви Спбије": www.putevi-srbije.rs / О нама / Путна мрежа: http://www.putevi-srbije.rs/index.php?option=com_content&task=blogcategory&id=74&Itemid=49

[П12] Б.Б.Будисављевић, "Мерење саобраћајне буке на путу Бања Лука – Добој", Извештај о испитивању бр.4020/09, Институт ИМС а.д., Лабораторија за акустику и вибрације, Београд, 2009.

[П13] Б.Б.Будисављевић, Д.Бољевић, А.Миленковић, Д.Савковић, "Мерење нивоа буке друмског саобраћаја у зони аутопута Београд – Ниш: 1) Солитер у ул. Љермонтова 12, Београд и 2) Кућа у ул. Милорада Бонџулића 3, Београд", Извештај о испитивању бр.4079/09, Институт ИМС а.д., Лабораторија за акустику и вибрације, Београд, 2009.

[П14] Б.Б.Будисављевић, Д.Бољевић, А.Миленковић, Д.Савковић, "Мерење нивоа буке друмског саобраћаја у зони пута на Окретници трамваја у Бул. војводе Мишића, Београд", Извештај о испитивању бр.4080/09, Институт ИМС а.д., Лабораторија за акустику и вибрације, Београд, 2009.

[П15] Б.Б.Будисављевић, Д.Бољевић, "Мерење нивоа саобраћајне буке у Устаничкој улици у Београду", Извештај о испитивању бр.4091/09, Институт ИМС а.д., Лабораторија за акустику и вибрације, Београд, 2009.

[П16] Б.Б.Будисављевић, А.Миленковић, "Утицај избора мерног интервала на одређивање $L_{eq}$", Извештај о испитивању бр.4098/09, Институт ИМС а.д., Лабораторија за акустику и вибрације, Београд, 2009.

[П17] Б.Б.Будисављевић, А.Миленковић, "Kako do $L_{eq}$", Извештај о испитивању бр.3990/09, Институт ИМС а.д., Лабораторија за акустику и вибрације, Београд, 2009.

[П18] Б.Б.Будисављевић, А.Миленковић, "Оптимизација времена усредњавања код $L_{eq}$", Извештај о испитивању бр.3977/09, Институт ИМС а.д., Лабораторија за акустику и вибрације, Београд, 2009.

[П19] Б.Б.Будисављевић, А.Миленковић, "Фреквенцијска анализа на бази дуготрајног записа $L_{eq,\ 1s}$", Извештај о испитивању бр.4099/09, Институт ИМС а.д., Лабораторија за акустику и вибрације, Београд, 2009.

[П20] Б.Б.Будисављевић, А.Миленковић, "Упоредна анализа за два мерна места током дуготрајног периода", Извештај о испитивању бр.4100/09, Институт ИМС а.д., Лабораторија за акустику и вибрације, Београд, 2009.

[П21] Методологија праћења саобраћајне буке Мониторинг саобраћајне буке – Процедура ИМС.

[П22] Институт за путеве а.д., "Аутопут Е-763 Београд Љиг Пожега, Сектор 1: Београд – Љиг, Деоница III: Обреновац – Уб Km 14+000 – Km 40+729, Идејни пројекат, Књига III.5 Студија о процени утицаја пута на животну средину, Београд 2009.

[П23] Институт за путеве а.д., "Аутопут Е-763 Београд Љиг Пожега, Сектор 1: Београд – Љиг, Деоница V: Лајковац – Љиг Km 52+295 – Km 76+273, Идејни пројекат, Књига V.5 Студија о процени утицаја пута на животну средину, Београд 2009.

[П24] "Главни пројекат пута Нови Сад (Петроварадин) - Рума - Шабац - Лозница (гр.прелаз Шапак), (путеви М21 и М19), књига 1: Саобраћајна студија"; Институт за путеве а.д., Завод за коловозне конструкције; Београд октобар 2007.

[П25] "Идејни пројекат аутопута Е-763, Београд - Љиг - Пожега, km0+000 - km146+662, књига 17: Студија оправданости"; ЈП „Путеви Србије“; Београд, октобар 2006.

[П26] Главни пројекат рехабилитације - доградње европског пута Е 75 (магистралног пута М 1) на делу од петље Појате (km 752+391) до зоне наплатне станице Трупале (Ниш), (km 807+222); књига 4: Саобраћај, заштитне ограде, одводњавање; Институт за путеве а.д., Завод за коловозне конструкције; Београд октобар 2003.

[П27] FEHRL Report 2006/02, Project “SILVIA”, *Guidance manual for the implementation of low-noise road surfaces.*

[П28] Б.Б.Будисављевић, Д.Бољевић, А.Миленковић, “Прорачунски коефицијенти за калибрацију за моделовање буке”, Извештај о испитивању бр.4110/10, Институт ИМС а.д., Лабораторија за акустику и вибрације, Београд, 2010.

[П29] Проф. др Љубиша Кузовић, Новокласичан поступак.

[П30] Б.Б.Будисављевић, Д.Бољевић, “Модел извештаја о мерењу буке”, Извештај о испитивању бр.4163/10, Институт ИМС а.д., Лабораторија за акустику и вибрације, Београд, 2010.

## 14.7. Извештаји, пројекти и сл. (EC) – J

[J1] Ecological Consulting, “Мапа буке Оломоуцке покрајине, Студија утврђивања низа мера против буке на путевима II и III класе Оломоуцке покрајине”, Наручилац: Управа за путеве Оломоуцке покрајине.

[J2] Ecological Consulting, “II/490: Zlín, спојница I/49 – R49, други део и обилазница Zálešná, Процена утицаја буке од спојнице путева R49 са I/49 и утицај на спојнице везаних комуникација”, Наручилац: Статутарни град Zlín, Управа за путеве Злинске покрајине.

[J3] Ecological Consulting, “Путни систем града Pilsen у области Roudná, Процена изградње новог путног прикључка дела града Roudná и реконструкција постојећих делова Алеја Слободе”, Наручилац: Статутарни град Pilsen.

INSTITUT IMS AD
BEOGRAD

ECOLOGICAL CONSULTING

# ПРИЛОГ

# СТУДИЈИ ИЗВОДЉИВОСТИ

## ТЕХНИЧКИХ МЕРА
## СМАЊЕЊА ШТЕТНОГ УТИЦАЈА БУКЕ
## ОД ДРУМСКОГ САОБРАЋАЈА
## НА ОДАБРАНИМ ДЕОНИЦАМА ДРЖАВНИХ ПУТЕВА

**Бр. 4114/10**

Институт ИМС а.д.
Генерални директор,

др Венцислав Грабулов, дипл.инж.

Београд
Мај 2010. године

**Институт за испитивање материјала а.д. Београд**
**Центар за материјале**
**Лабораторија за акустику и вибрације**
Београд, Булевар војводе Мишића 43
тел: (011) 26 50 322 факс: (011) 3692 772, 3692 782
www.institutims.rs

| | |
|---|---|
| **Предмет:** | ПРИЛОГ СТУДИЈИ ИЗВОДЉИВОСТИ ТЕХНИЧКИХ МЕРА СМАЊЕЊА ШТЕТНОГ УТИЦАЈА БУКЕ ОД ДРУМСКОГ САОБРАЋАЈА НА ОДАБРАНИМ ДЕОНИЦАМА ДРЖАВНИХ ПУТЕВА |
| **Наручилац:** | ЈАВНО ПРЕДУЗЕЋЕ „ПУТЕВИ СРБИЈЕ“, Булевар краља Александра 282, Београд |
| **Уговор:** | ЈППС VIII br. 454-843 од 13.10.2009.г. / ИМС бр. 41-12445 od 09.10.2009.г. |
| **Руководилац стручног тима:** | Ecological Consulting a.s.<br><br>Mgr. Milan Bussinow, Ph.D. |
| **Руководилац пројекта:** | Институт ИМС а.д.<br>Центар за материјале<br>Лабораторија за акустику и вибрације<br><br>мр Борислав Б. Будисављевић, дипл.инж. |

Београд
Мај 2010. године

## САДРЖАЈ

А. Општи део А.1–А.2

Б. Извештаји о мерењу буке Б.1–Б.151

1) ММ1: Е75 / М22; Аутопут Београд – Нови Сад; Београд, насеље Галеника, Изв. бр. 09/34/01 стр. 11
2) ММ2: М7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Футог, Изв. бр. 09/34/02 стр. 8
3) ММ3: М7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Ветерник, Изв. бр. 09/34/03 стр. 8
4) ММ4: М7; Магистрални пут Нови Сад – Руменка; Нови Сад Изв. бр. 09/34/04 стр. 11
5) ММ5: Е75 / М1; Аутопут Београд – Ниш; Ћуприја Изв. бр. 09/34/05 стр. 11
6) ММ6: Е75 / М1; Аутопут Београд – Ниш; Бобовиште Изв. бр. 09/34/06 стр. 11
7) ММ7: Е80 / М1.12; Магистрални пут Пирот – Ниш; Ниш Изв. бр. 09/34/07 стр. 8
8) ММ8: Е80 / М1.12; Магистрални пут Ниш – Пирот; Ниш Изв. бр. 09/34/08 стр. 8
9) ММ9: Е80 / М1.12; Магистрални пут Пирот – Софија; Пирот Изв. бр. 09/34/09 стр. 8
10) ММ10: Е75 / М1; Аутопут Ниш – Београд; Ражањ Изв. бр. 09/34/10 стр. 11
11) ММ11: Е760 / М22; Магистрални пут Београд – Чачак; Београд Изв. бр. 09/34/11 стр. 11
12) ММ12: М19; Магистрални пут Шабац – Лозница; Шабац Изв. бр. 10/12/01 стр. 11
13) ММ13: М 22; Обилазница око Ваљева; Ваљево Изв. бр. 10/12/02 стр. 11
14) ММ14: Е760 / М22; Магистрални пут Београд – Чачак; Горњи Милановац Изв. бр. 10/12/03 стр. 11
15) ММ15: Е761 / М5; Магистрални пут Краљево – Крушевац; Краљево Изв. бр. 10/12/04 стр. 11

УКУПНО СТРАНА: 156

# A. ОПШТИ ДЕО

У оквиру Студије изводљивости техничких мера смањења штетног утицаја буке од друмског саобраћаја на одабраним деоницама државних путева бр. 4154/10 (у даљем тексту: Студија) дати су прорачуни буке начињени за сваку од 15 одабраних локација.

Прорачуни буке урађени су на бази резултата мерења буке на одабраним локацијама. Резултати мерења дати су у извештајима о мерењу буке и налазе се у овом Прилогу.

## ЗАДАТАК

Извршити мерење буке друмског саобраћаја на следећим локацијама:

ММ1: Е 75 / М 22; Аутопут Београд – Нови Сад; Београд, насеље Галеника,
ММ2: М 7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Футог,
ММ3: М 7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Ветерник,
ММ4: М 7; Магистрални пут Нови Сад – Бачка Паланка; Нови Сад,
ММ5: Е 75 / М 1; Аутопут Београд – Ниш; Ћуприја,
ММ6: Е 75 / М 1; Аутопут Београд – Ниш; Бобовиште,
ММ7: Е 80 / М 1.12; Магистрални пут Пирот – Ниш; Ниш,
ММ8: Е 80 / М 1.12; Магистрални пут Ниш – Пирот; Ниш,
ММ9: Е 80 / М 1.12; Магистрални пут Пирот – Софија; Пирот,
ММ10: Е 75 / М 1; Аутопут Ниш – Београд; Ражањ,
ММ11: Е 760 / М 22; Магистрални пут Београд – Чачак; Београд,
ММ12: М 19; Магистрални пут Шабац – Лозница; Шабац,
ММ13: М 21; Обилазница око Ваљева; Ваљево,
ММ14: Е 760 / М 22; Магистрални пут Београд – Чачак; Горњи Милановац и
ММ15: Е 761 / М 5; Магистрални пут Краљево – Крушевац; Краљево.

Мерења буке урадити према методологији датој у поглављу 1.5 Студије. На свакој локацији урадити мерења буке у зони пута и у зони стамбеног објекта као и бројање саобраћаја.

Извештаји о мерењу буке дати као превод оригиналног чешког извештаја и по форми и облику у ауторизованој верзији превода без измена. Извештај о мерењу буке дати са хедером и футером као у оригиналу.

Мерења буке извршити ради израде прорачуна буке односно карата буке за сваку од 15 одабраних локација.

# Б. ИЗВЕШТАЈИ О МЕРЕЊУ БУКЕ

Ecological Consulting a.d.
Na Střelnici 48
779 00 Olomouc

Odeljenje zaštite i stvaranja životne sredine u Brnu
Laboratorija za merenje buke
Šumavská 524/31
602 00 Brno

tel: 549 131 210, 549 131 206; e-mail: zp@ecological.cz

# *Izveštaj*
## *o merenju buke br.:* 09/34/01



*Naručilac:*

**Institut IMS a.d, Bulevar vojvode Mišića 43, Beograd**

*Mesto merenja:*

**MM1: E75 / M22; Autoput Beograd – Novi Sad; Beograd, naselje Galenika**

*Predmet merenja:*

**Merenje buke drumskog saobraćaja**

*Datum merenja:*

*17.11.2009*

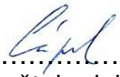
*Datum izdavanja izveštaja:*

*21.01.2010*

*Merenje izvršili: Ing. Jaromír Cápal*
*Ing. Zdeněk Beníček*
*Mgr. Milan Bussinow*
*mr Aleksandar Milenković dipl.inž*



……..
Izveštaj izradio
Ing. Zdeněk Beníček



……..
*I*zveštaj odobrio
Ing. Jaromír Cápal

Rezultat merenja se odnosi isključivo na mesto i vreme merenja opisanim u ovom izveštaju.

Izveštaj o merenju buke se može kopirati samo u celini
i sa pismenom saglasnošću njegovog autora.

## Sadržaj:

1. Merni lanac
2. Metoda i uslovi merenja
3. Korišćeni propisi
4. Opis merenja
5. Opis mernog mesta
6. Rezultati merenja
7. Zaključak
8. Primedbe i objašnjenja

## 1. Merni lanac

1. Precizni analizator zvuka B&K 2250, s.b. 2600467
2. Modul PULSE B&K typ 3050-A-060, s.b. 100121
3. Notebook Toshiba U400 (prateći softver Labshop 12), s.n. 48315510W
4. Mikrofon B&K 4189-A, s.n. 2618684 i 2591375 (sa štitnikom od vetra i spoljnim senzorom)
5. Mikrofon B&K 4189, s.n. 2603615 (sa štitnikom od vetra)
6. Kalibrator B&K 4231, s.n. 2594667
7. Mikrofonski kabl B&K AO 0441(10 m)
8. Mikrofonski kabl B&K AO 0087 D (5 m i 25 m)

Pomoćna oprema: Digitalna meteorološka stanica CONRAD FK-WS-444 s.n. WQ1316-002 i metalni metar (20 m).

Merni lanac je etaloniran u Češkom institutu za metrologiju u Brnu i ima važeća uverenja o etaloniranju br. 6035-OL-Z011-08, br. 6035-OL-M089-07, br. 6035-KL-K057-07, br. 8012-Kl-519209, br. 6035-OL-M042-09, br. 6035-OL-M043-09.

Analizator zvuka sa mikrofonom je pre i posle merenja kalibrisan pomoću navedenog akustičnog kalibratora.

## 2. Metoda i uslovi merenja

| | |
|---|---|
| **Metoda merenja:** | Merenje i obrada rezultata merenja su izvršena u saglasnosti sa standardom ČSN ISO 1996: Opis i merenje buke: Deo 1 i Deo 2, i Metodološko uputstvo za proračun buke od drumskog saobraćaja (Vesnik MŽP 3/1996) |
| **Opis buke:** | Promenjiva. |
| **Vreme merenja:** | 8:25 – 10:05 |
| **Uslovi merenja:** | *Merna tačka 1:*<br>8:45: vedro, temperatura 16,9°C, relativna vlažnost 64%, vetar 0,1 m/s, atmosferski pritisak 1008 hPa<br>9:40: vedro, temperatura 18,0°C, relativna vlažnost 60%, vetar 0,2 m/s, atmosferski pritisak 1008hPa<br>*Merna tačka 2:*<br>8:45: vedro, temperatura 16,9°C, relativna vlažnost 64%, vetar 0,1 m/s, atmosferski pritisak 1008 hPa<br>9:40: vedro, temperatura 18,0°C, relativna vlažnost 60%, vetar 0,2 m/s, atmosferski pritisak 1008 hPa |
| **Napomena:** | - |

## 3. Korišćeni propisi

- Zakon br. 258/2000 Sb. o zaštiti javnog zdravlja i izmenama zakona koji su u vezi sa njim
- Uredba Vlade br. 148/2006 Sb. o zaštiti javnog zdravlja od negativnog delovanja buke i vibracija
- Metodološko uputstvo MZ ČR za merenje i ocenjivanje buke izvan radne sredine

## 4. Opis merenja

Merenja su urađena u dve merne tačke pored deonice puta E-75 / M22. Merenja su obavljena u spoljašnjoj sredini u blizini navedene saobraćajne deonice. Na osnovu merenja je preciziran matematički model i sproveden predlog mera zaštite od buke. Snimak mernog mesta sa mernim tačkama prikazan je na sl. 1.

Mereni su ekvivalentni nivoi zvučnog pritiska u intervalima 1 s. Iz izmerenih nivoa su isključeni nivoi buke izvora koji nisu u vezi sa bukom drumskog saobraćaja (vazdušni saobraćaj, lajanje pasa, građevinske delatnosti i sl.). Za vreme merenja vršeno je brojanje saobraćaja. Vozila su podeljena u sedam grupa:

- putnički automobili,
- laka teretna vozila,
- teška teretna vozila,
- traktori,
- motocikli i
- autobusi.




*Sl. 1. Merno mesto MM1 sa mernim tačkama M1 i M2*

## 5. Opis mernog mesta

Merna tačka M1 je odabrana pored jednog od niza postojećih objekata. Svi objekti su udaljeni oko 100 m od krajne saobraćajne trake puta (sl. 2.). Merni mikrofon je smešten 94 m od ose bliže saobraćajne trake puta E75 / M22, udaljen 2 m od fasade objekta, 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice E75 / M22.

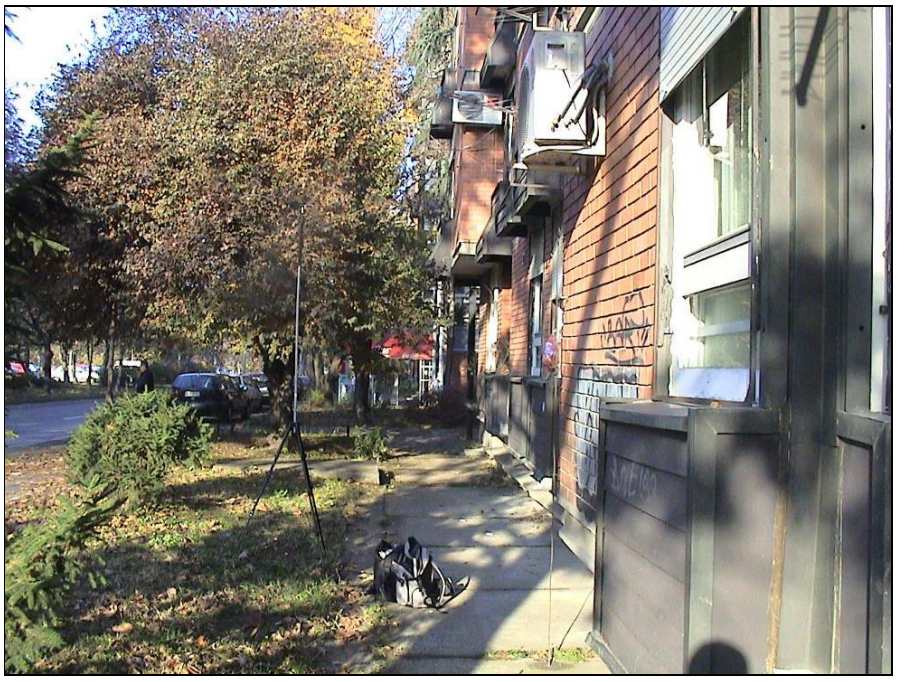
Kolovoz ispred mernog mesta je prava deonica puta sa četiri trake širine 13 m. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 50 km/h.

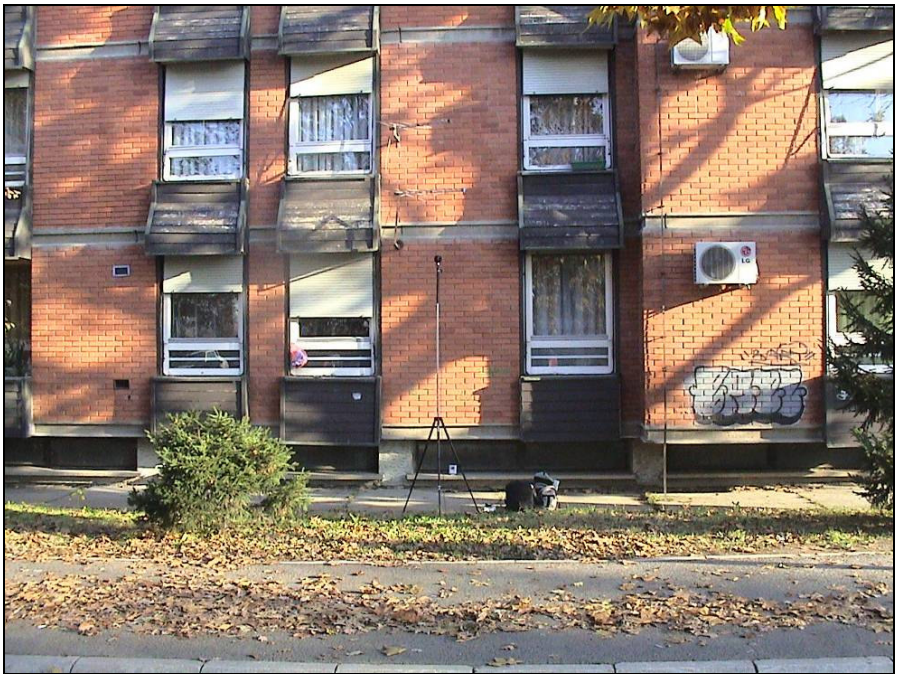
Dominantnim izvorom buke je saobraćaj na putu E75 / M22. Nema drugih izvora u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM1 dat je na sl. 2, gde je obeležena merna tačka M1, a fotografije merne tačke M1 su date na sl. 3.




*Sl. 2. Merno mesto MM1 sa oznakom merne tačke M1*





*Sl. 3. Fotografije merne tačke M1*

Merna tačka M2 se nalazi u blizini puta (sl. 4). Merni mikrofon je postavljen na udaljenosti od 26 m od ose krajnje saobraćajne trake saobraćajnice E-75 / M22, 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice E-75 / M22.

Kolovoz ispred merne tačke je prava deonica puta sa četiri trake širine 13 m. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 50 km/h.

Dominantni izvor buke je drumski saobraćaj na putu E75 / M22. Nema drugih izvora buke u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u Poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM1 dat je na sl. 4, gde je obeležena merna tačka M2, fotografije merne tačke su date na sl. 5.




*Sl. 4. Snimak mernog mesta MM1 sa oznakom merne tačke M2*






*Sl. 5. Fotografije merne tačke M2*

## 6. Rezultati merenja

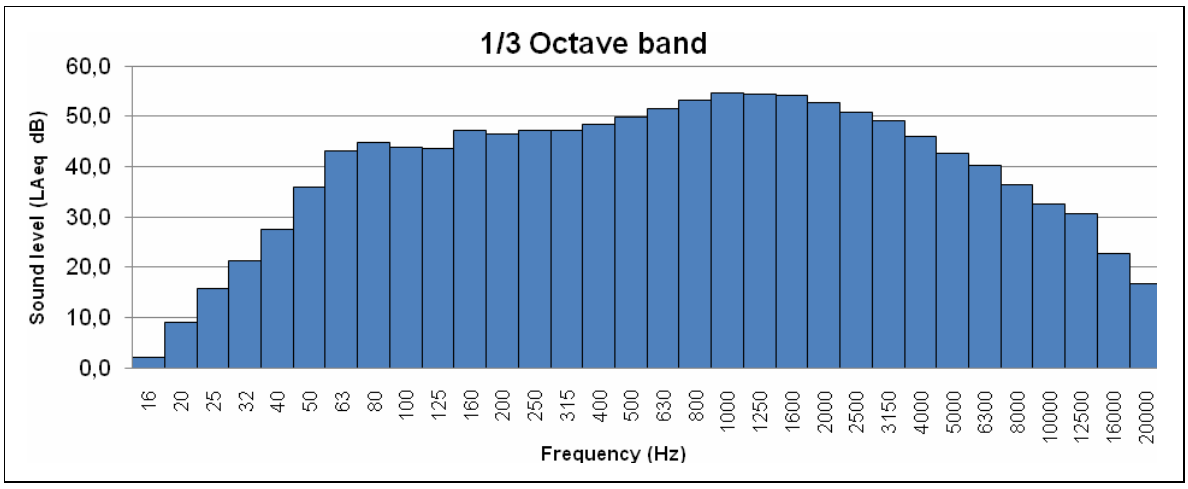
### Nivo buke u mernoj tački M1

*Tabela 1. Rezultati merenja u mernoj tački M1.*

| Vreme i datum merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Mot | Trakt | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 17.11.2009 | 08:42 - 09:42 | 185 | 35 | 4 | 2 | 1 | **63,2** | 68,7 | 66,7 | 53,9 | 52,8 |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 53,9 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 62,7\ dB \pm 1,7\ dB$$




*Sl. 6. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M1*

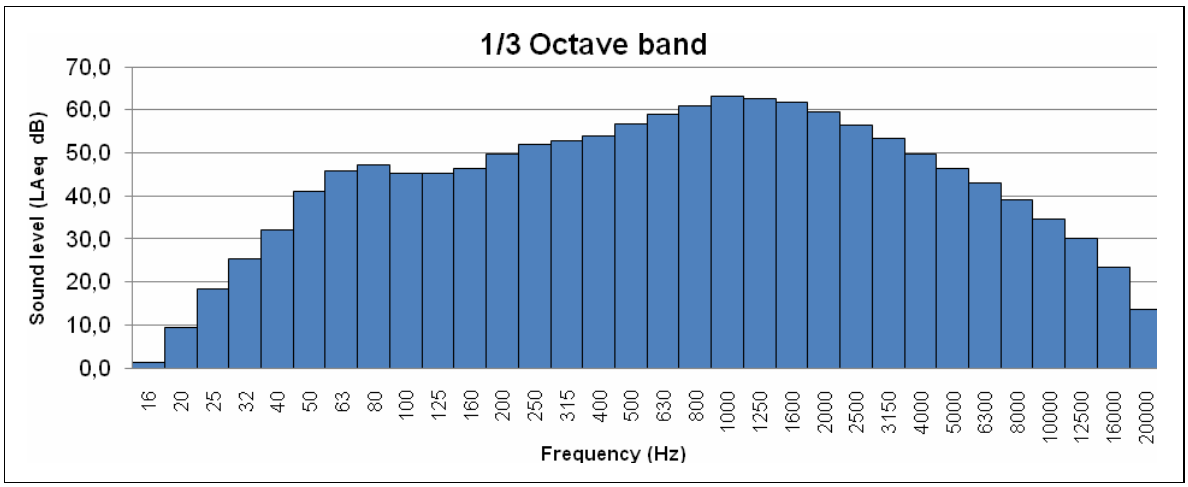
**Nivo buke u mernoj tački M2**

*Tabela 2. Rezultati merenja u mernoj tački M2.*

| Vreme i datum merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 17.11.2009 | 08:42 - 09:42 | 2105 | 264 | 261 | 25 | 0 | **70,2** | 74,8 | 74,1 | 60,2 | 58,9 |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 60,2 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 69{,}7\ dB \pm 1{,}7\ dB$$




*Sl. 7. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M2*

## 7. Zaključak

Izvršena merenja služe kao osnova za predlog mera zaštite od buke u spoljašnjoj sredini za merno mesto MM1: E75 / M22; Autoput Beograd – Novi Sad; Beograd, naselje Galenika.

## 8. Primedbe i objašnjenja

Oznake merenih veličina:
$L_{Aeq,T}$ – ekvivalentni nivo zvučnog pritiska u intervalu merenja *T*, dat u Tabeli 1 u koloni "vreme merenja", $L_N$ – procentni nivo koji pokazuje nivo zvučnog pritiska prekoračen za *N* procenata vremena tokom intervala merenja *T*, nivo $L_{90}$ se može smatrati kao nivo osnovne buke, nivo $L_5$ se može smatrati prosečnom vrednošću maksimalnih nivoa zvučnog pritiska.

Skraćenice korišćene u tabeli 1 i tabeli 2:

OA – putnički automobili mase do 3,5 t,
LN – laki teretni automobili mase do 6,5 t,
TN – teški teretni automobili mase iznad 6,5 t uključujući kola sa prikolicom i šlepere
Bus – autobusi
Mot – motocikli
Trakt – traktor

Ecological Consulting a.d.
Na Střelnici 48
779 00 Olomouc

Odeljenje zaštite i stvaranja životne sredine u Brnu
Laboratorija za merenje buke
Šumavská 524/31
602 00 Brno

tel: 549 131 210, 549 131 206; e-mail: zp@ecological.cz

# *Izveštaj*
## *o merenju buke br.:* 09/34/02



*Naručilac:*

**Institut IMS a.d, Bulevar vojvode Mišića 43, Beograd**

*Mesto merenja:*

**MM2: M7; Magistralni put Novi Sad – Bačka Palanka; Futog**

*Predmet merenja:*

**Merenje buke drumskog saobraćaja**

*Datum merenja:*

*17.11.2009*

*Datum izdavanja izveštaja:*

*21.01.2010*

*Merenje izvršili: Ing. Jaromír Cápal*
*Ing. Zdeněk Beníček*
*Mgr. Milan Bussinow*
*mr Aleksandar Milenković dipl.inž*



……..
Izveštaj izradio
Ing. Zdeněk Beníček



……..
*I*zveštaj odobrio
Ing. Jaromír Cápal

Rezultat merenja se odnosi isključivo na mesto i vreme merenja opisanim u ovom izveštaju.

Izveštaj o merenju buke se može kopirati samo u celini
i sa pismenom saglasnošću njegovog autora.

## Sadržaj:

1. Merni lanac
2. Metoda i uslovi merenja
3. Korišćeni propisi
4. Opis merenja
5. Opis mernog mesta
6. Rezultati merenja
7. Zaključak
8. Primedbe i objašnjenja

## 1. Merni lanac

1. Precizni analizator zvuka B&K 2250, s.b. 2600467
2. Mikrofon B&K 4189, s.n. 2603615 (sa štitnikom od vetra)
3. Kalibrator B&K 4231, s.n. 2594667
4. Mikrofonski kabl B&K AO 0441(10 m)

Pomoćna oprema: Digitalna meteorološka stanica CONRAD FK-WS-444 s.n. WQ1316-002 i metalni metar (20 m).

Merni lanac je etaloniran u Češkom institutu za metrologiju u Brnu i ima važeća uverenja o etaloniranju br. 6035-OL-Z011-08, br. 6035-OL-M089-07, br. 6035-KL-K057-07, br. 8012-Kl-519209, br. 6035-OL-M042-09, br. 6035-OL-M043-09.

Analizator zvuka sa mikrofonom je pre i posle merenja kalibrisan pomoću navedenog akustičnog kalibratora.

## 2. Metoda i uslovi merenja

| | |
|---|---|
| **Metoda merenja:** | Merenje i obrada rezultata merenja su izvršena u saglasnosti sa standardom ČSN ISO 1996: Opis i merenje buke: Deo 1 i Deo 2, i Metodološko uputstvo za proračun buke od drumskog saobraćaja (Vesnik MŽP 3/1996) |
| **Opis buke:** | Promenljiva. |
| **Vreme merenja:** | 14:15 – 15:45 |
| **Uslovi merenja:** | *Merna tačka 1:*<br>- 14:30: vedro, temperatura 20,5°C, relativna vlažnost 57%, vetar 0,1-0,3 m/s, atmosferski pritisak 1007 hPa<br>- 15:40: vedro, temperatura 18,4°C, relativna vlažnost 60%, vetar 0,0-0,03 m/s, atmosferski pritisak 1007 hPa |
| **Napomena:** | - |

## 3. Korišćeni propisi

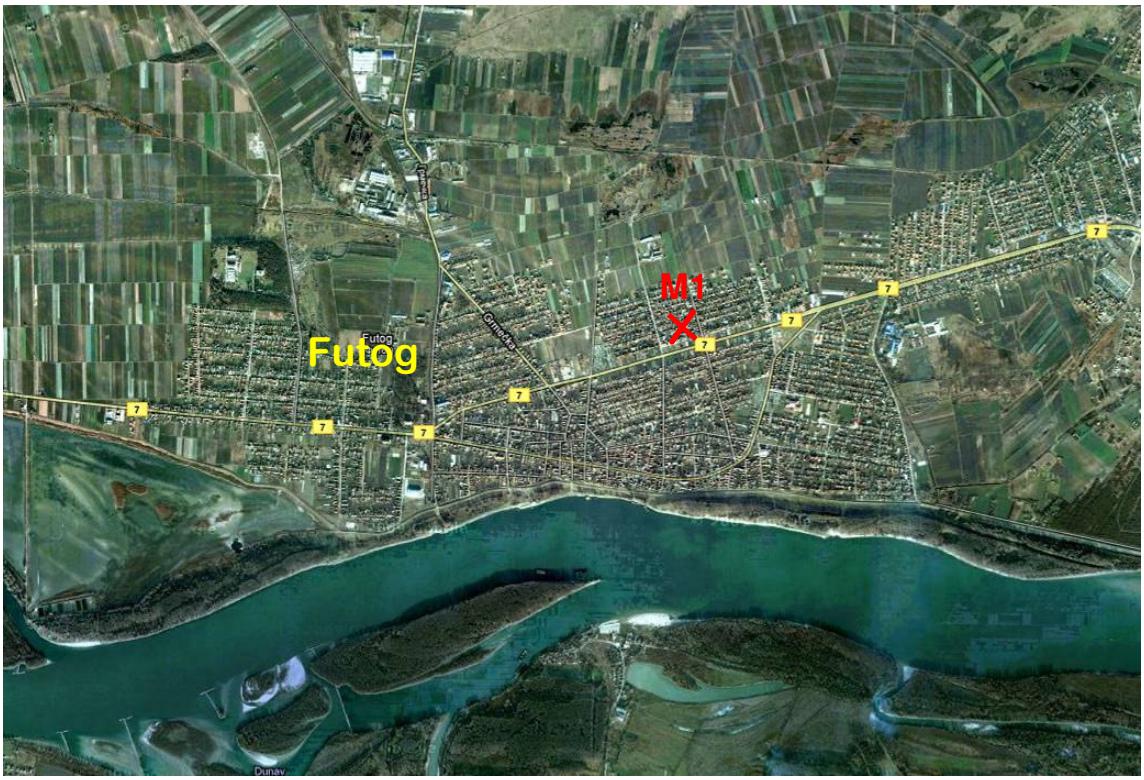
- Zakon br. 258/2000 Sb. o zaštiti javnog zdravlja i izmenama zakona koji su u vezi sa njim
- Uredba Vlade br. 148/2006 Sb. o zaštiti javnog zdravlja od negativnog delovanja buke i vibracija
- Metodološko uputstvo MZ ČR za merenje i ocenjivanje buke izvan radne sredine

## 4. Opis merenja

Merenje je urađeno u jednoj mernoj tački pored deonice puta M7. Merenje je obavljeno u spoljašnjoj sredini u blizini navedene saobraćajne deonice. Na osnovu merenja je preciziran matematički model i sproveden predlog mera zaštite od buke. Snimak mernog mesta sa mernom tačkom prikazan je na sl. 1.

Mereni su ekvivalentni nivoi zvučnog pritiska u intervalima 1 s. Iz izmerenih nivoa su isključeni nivoi buke izvora koji nisu u vezi sa bukom drumskog saobraćaja (vazdušni saobraćaj, lajanje pasa, građevinske delatnosti i sl.). Za vreme merenja vršeno je brojanje saobraćaja. Vozila su podeljena u sedam grupa:

- putnički automobili,
- laka teretna vozila,
- teška teretna vozila,
- traktori,
- motocikli i
- autobusi.




*Sl. 1. Merno mesto MM2 sa mernom tačkom M1*

## 5. Opis mernog mesta

Merna tačka M1 je odabrana pored jednog od niza postojećih objekata. Svi objekti su udaljeni oko 54 m od krajne saobraćajne trake puta (sl. 2.). Merni mikrofon je smešten 54 m od ose bliže saobraćajne trake puta M7, 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice M7.

Kolovoz ispred mernog mesta je prava deonica puta sa dve trake. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 50 km/h.

Dominantnim izvorom buke je saobraćaj na putu M7. Nema drugih izvora u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM2 dat je na sl. 2, gde je obeležena merna tačka M1, a fotografije merne tačke M1 su date na sl. 3.




*Sl. 2. Merno mesto MM2 sa oznakom merne tačke M1.*





*Sl. 3. Fotografije merne tačke M1.*

## 6. Rezultati merenja

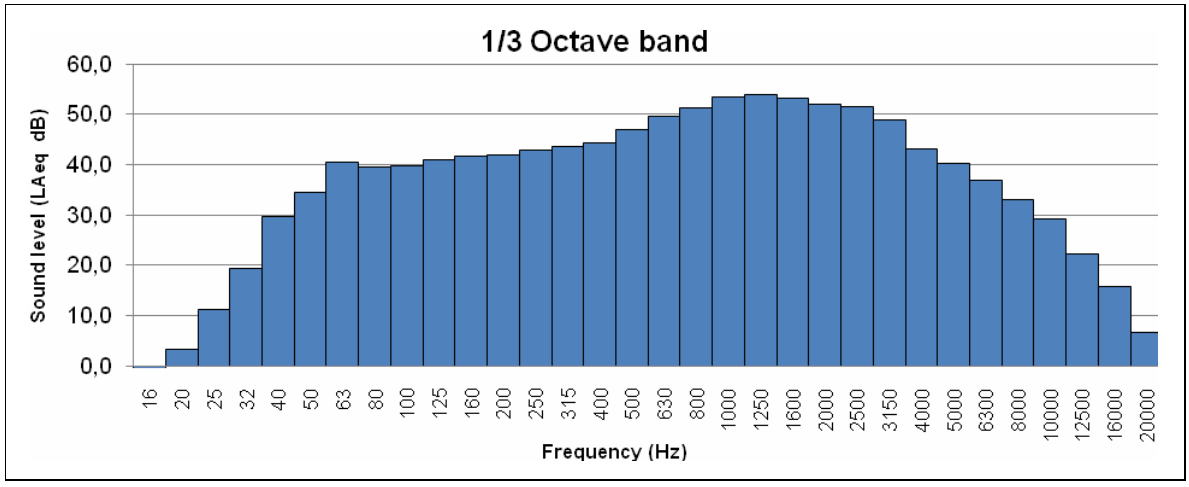
### Nivo buke u mernoj tački M1

*Tabela 1. Rezultati merenja u mernoj tački M1.*

| vreme merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Mot | Trakt | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 17.11.2009 | 14:33 - 15:33 | 957 | 35 | 87 | 15 | 3 | **61,8** | 65,6 | 64,4 | 55,0 | 53,2 |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 55,0 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 60{,}8\ dB \pm 1{,}7\ dB$$




*Sl. 6. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M1.*

## 7. Zaključak

Izvršena merenja služe kao osnova za predlog mera zaštite od buke u spoljašnjoj sredini za merno mesto MM2 magistralni put Novi Sad – Bačka Palanka; Futog.

## 8. Primedbe i objašnjenja

Oznake merenih veličina:
$L_{Aeq,T}$ – ekvivalentni nivo zvučnog pritiska u intervalu merenja *T*, dat u Tabeli 1 u koloni "vreme merenja", $L_N$ – procentni nivo koji pokazuje nivo zvučnog pritiska prekoračen za *N* procenata vremena tokom intervala merenja *T*, nivo $L_{90}$ se može smatrati kao nivo osnovne buke, nivo $L_5$ se može smatrati prosečnom vrednošću maksimalnih nivoa zvučnog pritiska.

Skraćenice korišćene u tabeli 1:

OA – putnički automobili mase do 3,5 t,
LN – laki teretni automobili mase do 6,5 t,
TN – teški teretni automobili mase iznad 6,5 t uključujući kola sa prikolicom i šlepere
Bus – autobusi
Mot – motocikli
Trakt – traktor

Ecological Consulting a.d.
Na Střelnici 48
779 00 Olomouc

Odeljenje zaštite i stvaranja životne sredine u Brnu
Laboratorija za merenje buke
Šumavská 524/31
602 00 Brno

tel: 549 131 210, 549 131 206; e-mail: zp@ecological.cz

# *Izveštaj*
## *o merenju buke br.:* 09/34/03



*Naručilac:*

**Institut IMS a.d, Bulevar vojvode Mišića 43, Beograd**

*Mesto merenja:*

**MM3: M7; Magistralni put Novi Sad – Bačka Palanka; Veternik**

*Predmet merenja:*

**Merenje buke drumskog saobraćaja**

*Datum merenja:*

*17.11.2009*

*Datum izdavanja izveštaja:*

*21.01.2010*

*Merenje izvršili: Ing. Jaromír Cápal*
*Ing. Zdeněk Beníček*
*Mgr. Milan Bussinow*
*mr Aleksandar Milenković dipl.inž*

……..
Izveštaj izradio
Ing. Zdeněk Beníček

……..
*I*zveštaj odobrio
Ing. Jaromír Cápal

Rezultat merenja se odnosi isključivo na mesto i vreme merenja opisanim u ovom izveštaju.

Izveštaj o merenju buke se može kopirati samo u celini
i sa pismenom saglasnošću njegovog autora.

## Sadržaj:

1. Merni lanac
2. Metoda i uslovi merenja
3. Korišćeni propisi
4. Opis merenja
5. Opis mernog mesta
6. Rezultati merenja
7. Zaključak
8. Primedbe i objašnjenja

## 1. Merni lanac

1. Modul PULSE B&K typ 3050-A-060, s.b. 100121
2. Notebook Toshiba U400 (prateći softver Labshop 12), s.n. 48315510W
3. Mikrofon B&K 4189-A, s.n. 2618684 i 2591375 (sa štitnikom od vetra i spoljnim senzorom)
4. Kalibrator B&K 4231, s.n. 2594667
5. Mikrofonski kabl B&K AO 0087 D (5 m i 25 m)

Pomoćna oprema: Digitalna meteorološka stanica CONRAD FK-WS-444 s.n. WQ1316-002 i metalni metar (20 m).

Merni lanac je etaloniran u Češkom institutu za metrologiju u Brnu i ima važeća uverenja o etaloniranju br. 6035-OL-Z011-08, br. 6035-OL-M089-07, br. 6035-KL-K057-07, br. 8012-Kl-519209, br. 6035-OL-M042-09, br. 6035-OL-M043-09.

Analizator zvuka sa mikrofonom je pre i posle merenja kalibrisan pomoću navedenog akustičnog kalibratora.

## 2. Metoda i uslovi merenja

| | |
|---|---|
| **Metoda merenja:** | Merenje i obrada rezultata merenja su izvršena u saglasnosti sa standardom ČSN ISO 1996: Opis i merenje buke: Deo 1 i Deo 2, i Metodološko uputstvo za proračun buke od drumskog saobraćaja (Vesnik MŽP 3/1996) |
| **Opis buke:** | Promenljiva. |
| **Vreme merenja:** | 14:15 – 15:45 |
| **Uslovi merenja:** | 14:30: vedro, temperatura 20,5°C, relativna vlažnost 57%, vetar 0,0-0,3 m/s, atmosferski pritisak 1007 hPa<br>15:40 hod: vedro, temperatura 18,4°C, relativna vlažnost 60%, vetar 0,0-0,3 m/s, atmosferski pritisak 1007hPa |
| **Napomena:** | - |

## 3. Korišćeni propisi

- Zakon br. 258/2000 Sb. o zaštiti javnog zdravlja i izmenama zakona koji su u vezi sa njim
- Uredba Vlade br. 148/2006 Sb. o zaštiti javnog zdravlja od negativnog delovanja buke i vibracija
- Metodološko uputstvo MZ ČR za merenje i ocenjivanje buke izvan radne sredine

## 4. Opis merenja

Merenje je urađeno u jednoj mernoj tački pored deonice puta M7. Merenje je obavljeno u spoljašnjoj sredini u blizini navedene saobraćajne deonice. Na osnovu merenja je preciziran matematički model i sproveden predlog mera zaštite od buke. Snimak mernog mesta sa mernom tačkom prikazan je na sl. 1.

Mereni su ekvivalentni nivoi zvučnog pritiska u intervalima 1 s. Iz izmerenih nivoa su isključeni nivoi buke izvora koji nisu u vezi sa bukom drumskog saobraćaja (vazdušni saobraćaj, lajanje pasa, građevinske delatnosti i sl.). Za vreme merenja vršeno je brojanje saobraćaja. Vozila su podeljena u sedam grupa:

- putnički automobili,
- laka teretna vozila,
- teška teretna vozila,
- traktori,
- motocikli i
- autobusi.




*Sl. 1. Merno mesto MM3 sa mernom tačkom M1*

## 5. Opis mernog mesta

Merna tačka M1 je odabrana ispred fasade jedne od niza postojećih objekata. Objekat je udaljen oko 52 m od krajne saobraćajne trake puta (sl. 2.). Merni mikrofon je smešten 45 m od ose bliže saobraćajne trake puta M7, 2 m od fasade objekta, 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice M7.

Kolovoz ispred mernog mesta je prava deonica puta sa dve trake. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 50 km/h.

Dominantnim izvorom buke je saobraćaj na putu M7. Nema drugih izvora u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM3 dat je na sl. 2, gde je obeležena merna tačka M1, a fotografije merne tačke M1 su date na sl. 3.




*Sl. 2. Merno mesto MM3 sa oznakom merne tačke M1.*









*Sl. 3. Fotografije merne tačke M1.*

## 6. Rezultati merenja

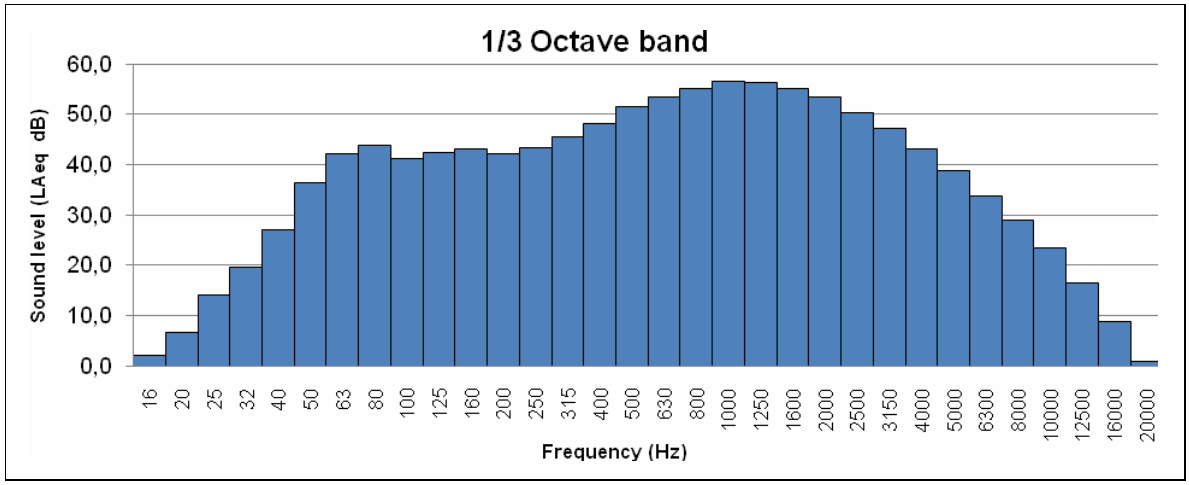
### Nivo buke u mernoj tački M1

*Tabela 1. Rezultati merenja u mernoj tački M1.*

| vreme merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | Trakt | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 17.11.2009 | 14:26 - 15:26 | 732 | 50 | 40 | 18 | 6 | 2 | **64,0** | 67,9 | 66,9 | 58,5 | 56,6 |
| | | 831 | 56 | 55 | 22 | 11 | 2 | | | | | |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 58,5 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 62{,}6\ \text{dB} \pm 1{,}7\ \text{dB}$$




*Sl. 6. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M1.*

## 7. Zaključak

Izvršena merenja služe kao osnova za predlog mera zaštite od buke u spoljašnjoj sredini za merno mesto MM3 magistralni put Novi Sad – Bačka Palanka, Veternik.

## 8. Primedbe i objašnjenja

Oznake merenih veličina:
$L_{Aeq,T}$ – ekvivalentni nivo zvučnog pritiska u intervalu merenja *T*, dat u Tabeli 1 u koloni "vreme merenja", $L_N$ – procentni nivo koji pokazuje nivo zvučnog pritiska prekoračen za *N* procenata vremena tokom intervala merenja *T*, nivo $L_{90}$ se može smatrati kao nivo osnovne buke, nivo $L_5$ se može smatrati prosečnom vrednošću maksimalnih nivoa zvučnog pritiska.

Skraćenice korišćene u tabeli 1:

OA – putnički automobili mase do 3,5 t,
LN – laki teretni automobili mase do 6,5 t,
TN – teški teretni automobili mase iznad 6,5 t uključujući kola sa prikolicom i šlepere
Bus – autobusi
Mot – motocikli
Trakt – traktor

Ecological Consulting a.d.
Na Střelnici 48
779 00 Olomouc

Odeljenje zaštite i stvaranja životne sredine u Brnu
Laboratorija za merenje buke
Šumavská 524/31
602 00 Brno

tel: 549 131 210, 549 131 206; e-mail: zp@ecological.cz

# *Izveštaj*
## *o merenju buke br.:* 09/34/04



*Naručilac:*

**Institut IMS a.d, Bulevar vojvode Mišića 43, Beograd**

*Mesto merenja:*

**MM4: M7; Magistralni put Novi Sad – Rumenka; Novi Sad**

*Predmet merenja:*

**Merenje buke drumskog saobraćaja**

*Datum merenja:*

*17.11.2009*

*Datum izdavanja izveštaja:*

*21.01.2010*

*Merenje izvršili: Ing. Jaromír Cápal*
*Ing. Zdeněk Beníček*
*Mgr. Milan Bussinow*
*mr Aleksandar Milenković dipl.inž*

……..
Izveštaj izradio
Ing. Zdeněk Beníček

……..
*I*zveštaj odobrio
Ing. Jaromír Cápal

Rezultat merenja se odnosi isključivo na mesto i vreme merenja opisanim u ovom izveštaju.

Izveštaj o merenju buke se može kopirati samo u celini
i sa pismenom saglasnošću njegovog autora.

## Sadržaj:

1. Merni lanac
2. Metoda i uslovi merenja
3. Korišćeni propisi
4. Opis merenja
5. Opis mernog mesta
6. Rezultati merenja
7. Zaključak
8. Primedbe i objašnjenja

## 1. Merni lanac

1. Precizni analizator zvuka B&K 2250, s.b. 2600467
2. Modul PULSE B&K typ 3050-A-060, s.b. 100121
3. Notebook Toshiba U400 (prateći softver Labshop 12), s.n. 48315510W
4. Mikrofon B&K 4189-A, s.n. 2618684 i 2591375 (sa štitnikom od vetra i spoljnim senzorom)
5. Mikrofon B&K 4189, s.n. 2603615 (sa štitnikom od vetra)
6. Kalibrator B&K 4231, s.n. 2594667
7. Mikrofonski kabl B&K AO 0441(10 m)
8. Mikrofonski kabl B&K AO 0087 D (5 m i 25 m)

Pomoćna oprema: Digitalna meteorološka stanica CONRAD FK-WS-444 s.n. WQ1316-002 i metalni metar (20 m).

Merni lanac je etaloniran u Češkom institutu za metrologiju u Brnu i ima važeća uverenja o etaloniranju br. 6035-OL-Z011-08, br. 6035-OL-M089-07, br. 6035-KL-K057-07, br. 8012-Kl-519209, br. 6035-OL-M042-09, br. 6035-OL-M043-09.

Analizator zvuka sa mikrofonom je pre i posle merenja kalibrisan pomoću navedenog akustičnog kalibratora.

## 2. Metoda i uslovi merenja

| | |
|---|---|
| **Metoda merenja:** | Merenje i obrada rezultata merenja su izvršena u saglasnosti sa standardom ČSN ISO 1996: Opis i merenje buke: Deo 1 i Deo 2, i Metodološko uputstvo za proračun buke od drumskog saobraćaja (Vesnik MŽP 3/1996) |
| **Opis buke:** | Promenjiva. |
| **Vreme merenja:** | 11:30 – 13:10 |
| **Uslovi merenja:** | *Merna tačka 1:*<br>12:00: vedro, temperatura 18,0°C, relativna vlažnost 58%, vetar do 0,3 m/s, atmosferski pritisak 1008 hPa<br>13:00 hod: vedro, temperatura 17,5°C, relativna vlažnost 61%, vetar do 0,1 m/s, atmosferski pritisak 1008hPa<br>*Merna tačka 2:*<br>12:00: vedro, temperatura 18,1°C, relativna vlažnost 60%, vetar do 0,3 m/s, atmosferski pritisak 1008 hPa<br>13:00: vedro, temperatura 17,5°C, relativna vlažnost 62%, vetar do 0,5 m/s, atmosferski pritisak 1008 hPa |
| **Napomena:** | - |

## 3. Korišćeni propisi

- Zakon br. 258/2000 Sb. o zaštiti javnog zdravlja i izmenama zakona koji su u vezi sa njim
- Uredba Vlade br. 148/2006 Sb. o zaštiti javnog zdravlja od negativnog delovanja buke i vibracija
- Metodološko uputstvo MZ ČR za merenje i ocenjivanje buke izvan radne sredine

## 4. Opis merenja

Merenja su urađena u dve merne tačke pored deonica puta M7 i R102. Merenja su obavljena u spoljašnjoj sredini u blizini navedenih saobraćajnih deonica. Na osnovu merenja je preciziran matematički model i sproveden predlog mera zaštite od buke. Snimak mernog mesta sa mernim tačkama prikazan je na sl. 1.

Mereni su ekvivalentni nivoi zvučnog pritiska u intervalima 1 s. Iz izmerenih nivoa su isključeni nivoi buke izvora koji nisu u vezi sa bukom drumskog saobraćaja (vazdušni saobraćaj, lajanje pasa, građevinske delatnosti i sl.). Za vreme merenja vršeno je brojanje saobraćaja. Vozila su podeljena u sedam grupa:

- putnički automobili,
- laka teretna vozila,
- teška teretna vozila,
- traktori,
- motocikli i
- autobusi.




*Sl. 1. Merno mesto MM4 sa mernim tačkama M1 i M2*

## 5. Opis mernog mesta

Merna tačka M1 je odabrana pored jednog objekta u blizini merene raskrsnice (sl. 2.). Merni mikrofon je smešten 19 m od ose bliže saobraćajne trake puta R102, 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice R102.

Kolovoz ispred mernog mesta je prava deonica puta sa četiri trake. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 50 km/h.

Dominantnim izvorom buke je saobraćaj na putu R102. Nema drugih izvora u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM4 dat je na sl. 2, gde je obeležena merna tačka M1, a fotografije merne tačke M1 su date na sl. 3.




*Sl. 2. Merno mesto MM4 sa oznakom merne tačke M1*





*Sl. 3. Fotografije merne tačke M1*

Merna tačka M2 je odabrana pored jednog objekta u blizini merene raskrsnice (sl. 4). Merni mikrofon je postavljen na udaljenosti od 40 m od ose raskrsnice M7 i R102, 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom ka centru raskrsnice.

Kolovoz ispred merne tačke je prava deonica puta sa četiri trake. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 50 km/h.

Dominantni izvor buke je drumski saobraćaj na putu M7 i R102. Nema drugih izvora buke u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u Poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM4 dat je na sl. 4, gde je obeležena merna tačka M2, fotografije merne tačke su date na sl. 5.




*Sl. 4. Snimak mernog mesta MM4 sa oznakom merne tačke M2*







*Sl. 5. Fotografije merne tačke M2*

## 6. Rezultati merenja

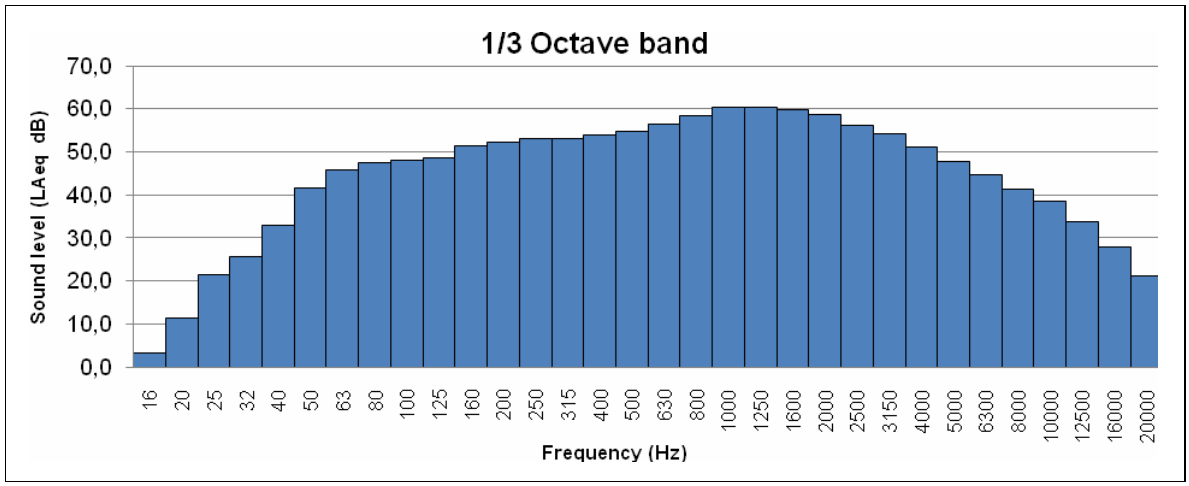
### Nivo buke u mernoj tački M1

*Tabela 1. Rezultati merenja u mernoj tački M1.*

| vreme merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h po pravcima | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Mot | Trakt | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 17.11.2009 | 11:49 - 12:49 | 712 | 89 | 58 | 23 | 13 | **68,7** | 72,6 | 71,5 | 63,0 | 61,8 |
| | | 788 | 70 | 52 | 17 | 15 | | | | | |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 63,0 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 67{,}3\ dB \pm 1{,}7\ dB$$




*Sl. 6. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M1*

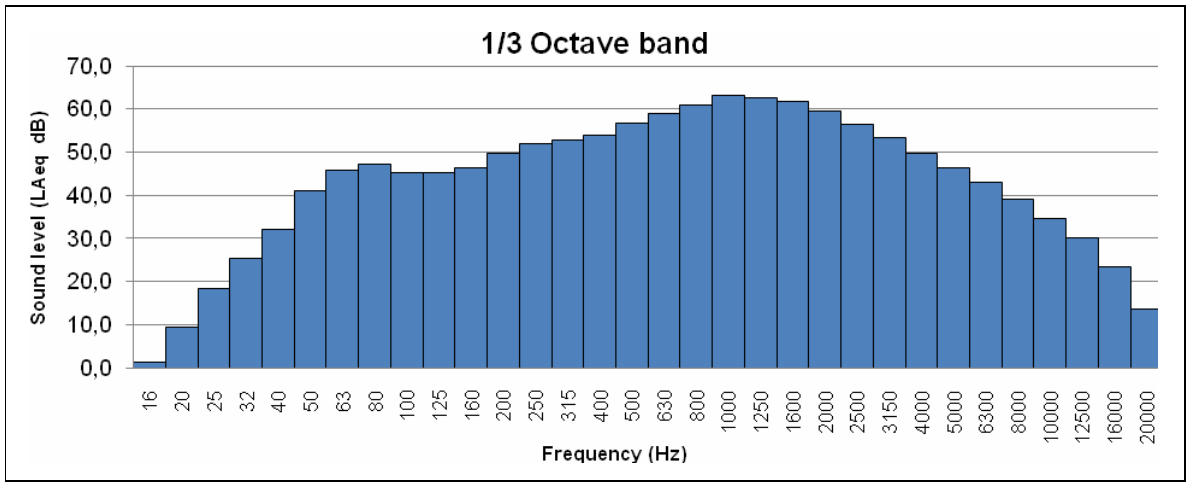
**Nivo buke u mernoj tački M2**

*Tabela 2. Rezultati merenja u mernoj tački M2.*

| vreme merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 17.11.2009 11:46-12:46 | pravac 1 | 1388 | 140 | 296 | 40 | 4 | **71,1** | 74,6 | 73,4 | 66,9 | 66,0 |
| | pravac 2 | 1692 | 128 | 40 | 64 | 16 | | | | | |
| | pravac 3 | 1704 | 276 | 312 | 4 | 8 | | | | | |
| | pravac 4 | 1176 | 160 | 120 | 24 | 16 | | | | | |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 66,9 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 69{,}0\ dB \pm 1{,}7\ dB$$




*Sl. 7. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M2*

## 7. Zaključak

Izvršena merenja služe kao osnova za predlog mera zaštite od buke u spoljašnjoj sredini za merno mesto MM4 magistralni put Novi Sad – Rumenka; Novi Sad.

## 8. Primedbe i objašnjenja

Oznake merenih veličina:
$L_{Aeq,T}$ – ekvivalentni nivo zvučnog pritiska u intervalu merenja *T*, dat u Tabeli 1 u koloni "vreme merenja", $L_N$ – procentni nivo koji pokazuje nivo zvučnog pritiska prekoračen za *N* procenata vremena tokom intervala merenja *T*, nivo $L_{90}$ se može smatrati kao nivo osnovne buke, nivo $L_5$ se može smatrati prosečnom vrednošću maksimalnih nivoa zvučnog pritiska.

Skraćenice korišćene u tabeli 1 i tabeli 2:

OA – putnički automobili mase do 3,5 t,
LN – laki teretni automobili mase do 6,5 t,
TN – teški teretni automobili mase iznad 6,5 t uključujući kola sa prikolicom i šlepere
Bus – autobusi
Mot – motocikli
Trakt – traktor

Ecological Consulting a.d.
Na Střelnici 48
779 00 Olomouc

Odeljenje zaštite i stvaranja životne sredine u Brnu
Laboratorija za merenje buke
Šumavská 524/31
602 00 Brno

tel: 549 131 210, 549 131 206; e-mail: zp@ecological.cz

# *Izveštaj*
## *o merenju buke br.:* 09/34/05



*Naručilac:*

**Institut IMS a.d, Bulevar vojvode Mišića 43, Beograd**

*Mesto merenja:*

**MM5: E75 / M1; Autoput Beograd – Niš; Ćuprija**

*Predmet merenja:*

**Merenje buke drumskog saobraćaja**

*Datum merenja:*

*18.11.2009*

*Datum izdavanja izveštaja:*

*21.01.2010*

*Merenje izvršili: Ing. Jaromír Cápal*
*Ing. Zdeněk Beníček*
*Mgr. Milan Bussinow*
*mr Aleksandar Milenković dipl.inž*



……..
Izveštaj izradio
Ing. Zdeněk Beníček



……..
*Iz*veštaj odobrio
Ing. Jaromír Cápal

Rezultat merenja se odnosi isključivo na mesto i vreme merenja opisanim u ovom izveštaju.

Izveštaj o merenju buke se može kopirati samo u celini
i sa pismenom saglasnošću njegovog autora.

## Sadržaj:

1. Merni lanac
2. Metoda i uslovi merenja
3. Korišćeni propisi
4. Opis merenja
5. Opis mernog mesta
6. Rezultati merenja
7. Zaključak
8. Primedbe i objašnjenja

## 1. Merni lanac

1. Precizni analizator zvuka B&K 2250, s.b. 2600467
2. Modul PULSE B&K typ 3050-A-060, s.b. 100121
3. Notebook Toshiba U400 (prateći softver Labshop 12), s.n. 48315510W
4. Mikrofon B&K 4189-A, s.n. 2618684 i 2591375 (sa štitnikom od vetra i spoljnim senzorom)
5. Mikrofon B&K 4189, s.n. 2603615 (sa štitnikom od vetra)
6. Kalibrator B&K 4231, s.n. 2594667
7. Mikrofonski kabl B&K AO 0441(10 m)
8. Mikrofonski kabl B&K AO 0087 D (5 m i 25 m)

Pomoćna oprema: Digitalna meteorološka stanica CONRAD FK-WS-444 s.n. WQ1316-002 i metalni metar (20 m).

Merni lanac je etaloniran u Češkom institutu za metrologiju u Brnu i ima važeća uverenja o etaloniranju br. 6035-OL-Z011-08, br. 6035-OL-M089-07, br. 6035-KL-K057-07, br. 8012-Kl-519209, br. 6035-OL-M042-09, br. 6035-OL-M043-09.

Analizator zvuka sa mikrofonom je pre i posle merenja kalibrisan pomoću navedenog akustičnog kalibratora.

## 2. Metoda i uslovi merenja

| | |
|---|---|
| **Metoda merenja:** | Merenje i obrada rezultata merenja su izvršena u saglasnosti sa standardom ČSN ISO 1996: Opis i merenje buke: Deo 1 i Deo 2, i Metodološko uputstvo za proračun buke od drumskog saobraćaja (Vesnik MŽP 3/1996) |
| **Opis buke:** | Promenjiva. |
| **Vreme merenja:** | 10:15 – 11:45 |
| **Uslovi merenja:** | *Merna tačka 1:*<br>-10:45: vedro, temperatura 22,1°C, relativna vlažnost 49%, vetar 0,6 m/s, atmosferski pritisak 1007 hPa<br>-11:40 hod: vedro, temperatura 20,6°C, relativna vlažnost 50%, vetar 0,6 m/s, atmosferski pritisak 1007hPa<br>*Merna tačka 2:*<br>-10:45: vedro, temperatura 22,1°C, relativna vlažnost 49%, vetar 0,6 m/s, atmosferski pritisak 1007 hPa<br>-11:40: vedro, temperatura 20,6°C, relativna vlažnost 50%, vetar 0,6 m/s, atmosferski pritisak 1007 hPa |
| **Napomena:** | - |

## 3. Korišćeni propisi

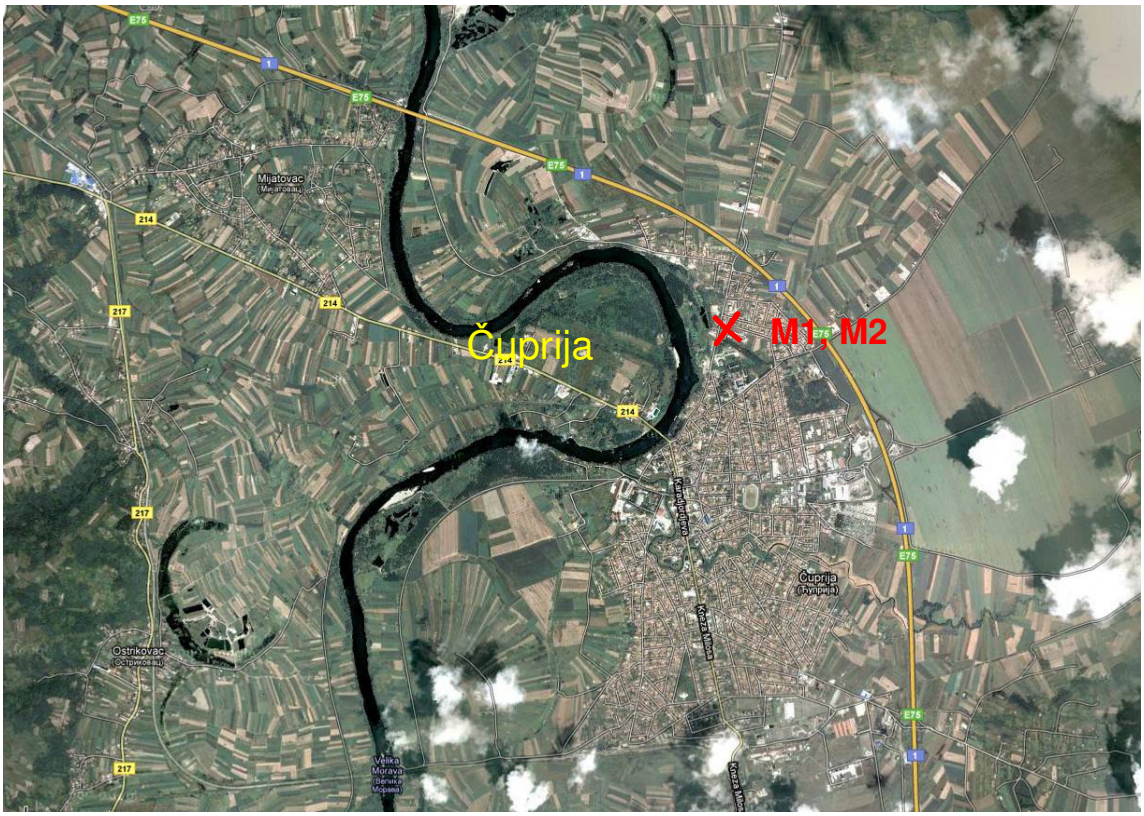
- Zakon br. 258/2000 Sb. o zaštiti javnog zdravlja i izmenama zakona koji su u vezi sa njim
- Uredba Vlade br. 148/2006 Sb. o zaštiti javnog zdravlja od negativnog delovanja buke i vibracija
- Metodološko uputstvo MZ ČR za merenje i ocenjivanje buke izvan radne sredine

## 4. Opis merenja

Merenja su urađena u dve merne tačke pored deonice puta E-75 / M1. Merenja su obavljena u spoljašnjoj sredini u blizini navedene saobraćajne deonice. Na osnovu merenja je preciziran matematički model i sproveden predlog mera zaštite od buke. Snimak mernog mesta sa mernim tačkama prikazan je na sl. 1.

Mereni su ekvivalentni nivoi zvučnog pritiska u intervalima 1 s. Iz izmerenih nivoa su isključeni nivoi buke izvora koji nisu u vezi sa bukom drumskog saobraćaja (vazdušni saobraćaj, lajanje pasa, građevinske delatnosti i sl.). Za vreme merenja vršeno je brojanje saobraćaja. Vozila su podeljena u sedam grupa:

- putnički automobili,
- laka teretna vozila,
- teška teretna vozila,
- traktori,
- motocikli i
- autobusi.




*Sl. 1. Merno mesto MM5 sa mernim tačkama M1 i M2*

## 5. Opis mernog mesta

Merna tačka M1 se nalazi u slobodnom prostoru, udaljena 51 m od krajne saobraćajne trake puta, na istoj razdaljini se nalaze i najbliži objekti od puta (sl. 2.). Merni mikrofon je smešten 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice E75 / M1.

Kolovoz ispred mernog mesta je prava deonica puta sa četiri trake. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 120 km/h.

Dominantnim izvorom buke je saobraćaj na putu E75 / M1. Nema drugih izvora u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM5 dat je na sl. 2, gde je obeležena merna tačka M1, a fotografije merne tačke M1 su date na sl. 3.




*Sl. 2. Merno mesto MM5 sa oznakom merne tačke M1*





*Sl. 3. Fotografije merne tačke M1*

Merna tačka M2 je odabrana pored jednog od niza postojećih objekata. Merni mikrofon je smešten 118 m od ose bliže saobraćajne trake puta E75 / M1, 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice E75 / M1.

Kolovoz ispred mernog mesta je prava deonica puta sa četiri trake. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 120 km/h.

Dominantni izvor buke je drumski saobraćaj na putu E75 / M1. Nema drugih izvora buke u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u Poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM5 dat je na sl. 4, gde je obeležena merna tačka M2, fotografije merne tačke su date na sl. 5.




*Sl. 4. Snimak mernog mesta MM5 sa oznakom merne tačke M2*






*Sl. 5. Fotografije merne tačke M2*

## 6. Rezultati merenja

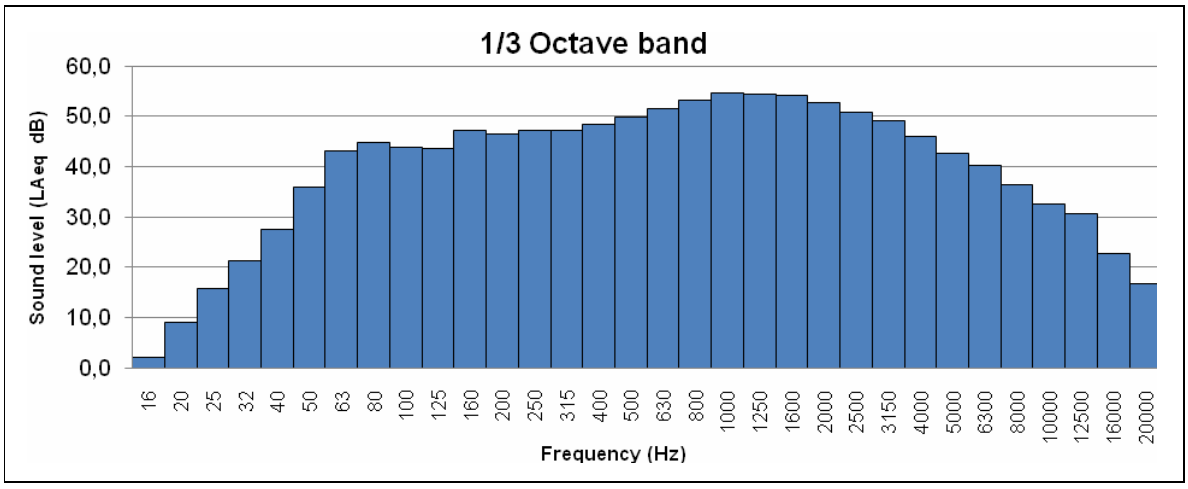
### Nivo buke u mernoj tački M1

*Tabela 1. Rezultati merenja u mernoj tački M1.*

| vreme merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 18.11.2009 10:35 - 11:35 | Smer 1 | 261 | 30 | 71 | 10 | 4 | **63,3** | 68,7 | 67,2 | 49,2 | 45,6 |
| | Smer 2 | 213 | 33 | 70 | 8 | - | | | | | |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 49,2 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 63{,}1\ \text{dB} \pm 1{,}7\ \text{dB}$$




*Sl. 6. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M1*

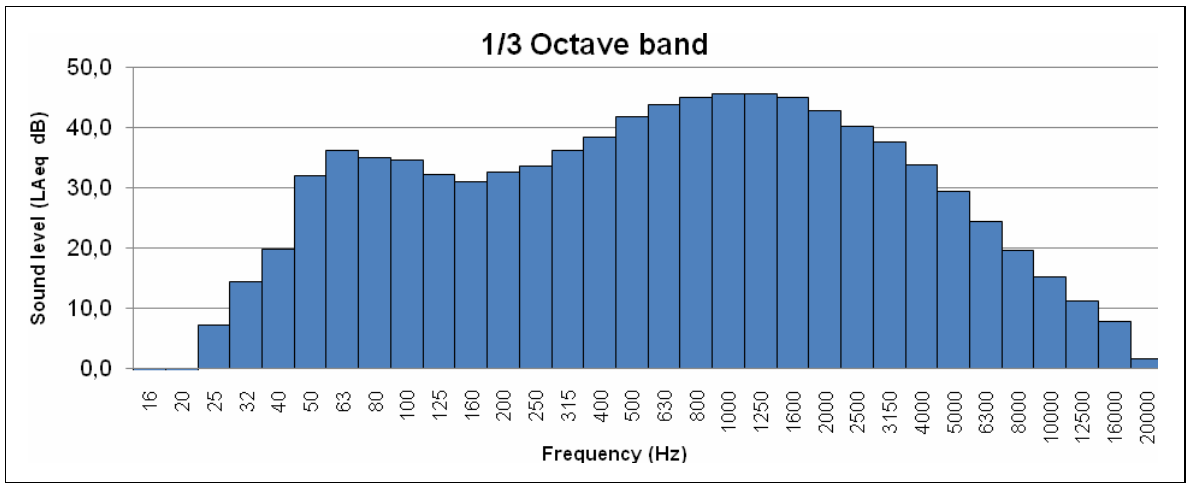
**Nivo buke u mernoj tački M2**

*Tabela 2. Rezultati merenja u mernoj tački M2.*

| vreme merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 18.11.2009 | 10:35 - 11:35 | 474 | 63 | 141 | 18 | 4 | **53,8** | 58,4 | 57,2 | 46,1 | 44,5 |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 46,1 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 53{,}0\ dB \pm 1{,}7\ dB$$




*Sl. 7. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M2*

## 7. Zaključak

Izvršena merenja služe kao osnova za predlog mera zaštite od buke u spoljašnjoj sredini za merno mesto MM5 autoput Beograd – Niš; Ćuprija.

## 8. Primedbe i objašnjenja

Oznake merenih veličina:
$L_{Aeq,T}$ – ekvivalentni nivo zvučnog pritiska u intervalu merenja *T*, dat u Tabeli 1 u koloni "vreme merenja", $L_N$ – procentni nivo koji pokazuje nivo zvučnog pritiska prekoračen za *N* procenata vremena tokom intervala merenja *T*, nivo $L_{90}$ se može smatrati kao nivo osnovne buke, nivo $L_5$ se može smatrati prosečnom vrednošću maksimalnih nivoa zvučnog pritiska.

Skraćenice korišćene u tabeli 1 i tabeli 2:

OA – putnički automobili mase do 3,5 t,

LN – laki teretni automobili mase do 6,5 t,

TN – teški teretni automobili mase iznad 6,5 t uključujući kola sa prikolicom i šlepere

Bus – autobusi

Mot – motocikli

Trakt – traktor

Ecological Consulting a.d.
Na Střelnici 48
779 00 Olomouc

Odeljenje zaštite i stvaranja životne sredine u Brnu
Laboratorija za merenje buke
Šumavská 524/31
602 00 Brno

tel: 549 131 210, 549 131 206; e-mail: zp@ecological.cz

# *Izveštaj*
## *o merenju buke br.:* 09/34/06



*Naručilac:*

**Institut IMS a.d, Bulevar vojvode Mišića 43, Beograd**

*Mesto merenja:*

**MM6: E75 / M1; Autoput Beograd – Niš; Bobovište**

*Predmet merenja:*

**Merenje buke drumskog saobraćaja**

*Datum merenja:*

*18.11.2009*

*Datum izdavanja izveštaja:*

*21.01.2010*

*Merenje izvršili: Ing. Jaromír Cápal*
*Ing. Zdeněk Beníček*
*Mgr. Milan Bussinow*
*mr Aleksandar Milenković dipl.inž*

……..
Izveštaj izradio
Ing. Zdeněk Beníček

……..
*I*zveštaj odobrio
Ing. Jaromír Cápal

Rezultat merenja se odnosi isključivo na mesto i vreme merenja opisanim u ovom izveštaju.

Izveštaj o merenju buke se može kopirati samo u celini
i sa pismenom saglasnošću njegovog autora.

## Sadržaj:

1. Merni lanac
2. Metoda i uslovi merenja
3. Korišćeni propisi
4. Opis merenja
5. Opis mernog mesta
6. Rezultati merenja
7. Zaključak
8. Primedbe i objašnjenja

## 1. Merni lanac

1. Precizni analizator zvuka B&K 2250, s.b. 2600467
2. Modul PULSE B&K typ 3050-A-060, s.b. 100121
3. Notebook Toshiba U400 (prateći softver Labshop 12), s.n. 48315510W
4. Mikrofon B&K 4189-A, s.n. 2618684 i 2591375 (sa štitnikom od vetra i spoljnim senzorom)
5. Mikrofon B&K 4189, s.n. 2603615 (sa štitnikom od vetra)
6. Kalibrator B&K 4231, s.n. 2594667
7. Mikrofonski kabl B&K AO 0441(10 m)
8. Mikrofonski kabl B&K AO 0087 D (5 m i 25 m)

Pomoćna oprema: Digitalna meteorološka stanica CONRAD FK-WS-444 s.n. WQ1316-002 i metalni metar (20 m).

Merni lanac je etaloniran u Češkom institutu za metrologiju u Brnu i ima važeća uverenja o etaloniranju br. 6035-OL-Z011-08, br. 6035-OL-M089-07, br. 6035-KL-K057-07, br. 8012-Kl-519209, br. 6035-OL-M042-09, br. 6035-OL-M043-09.

Analizator zvuka sa mikrofonom je pre i posle merenja kalibrisan pomoću navedenog akustičnog kalibratora.

## 2. Metoda i uslovi merenja

| | |
|---|---|
| **Metoda merenja:** | Merenje i obrada rezultata merenja su izvršena u saglasnosti sa standardom ČSN ISO 1996: Opis i merenje buke: Deo 1 i Deo 2, i Metodološko uputstvo za proračun buke od drumskog saobraćaja (Vesnik MŽP 3/1996) |
| **Opis buke:** | Promenjiva. |
| **Vreme merenja:** | 12:45 – 14:15 |
| **Uslovi merenja:** | *Merna tačka 1:*<br>-13:30: vedro, temperatura 19,0°C, relativna vlažnost 56%, vetar 0,1 m/s, atmosferski pritisak 1001 hPa<br>-14:00 hod: vedro, temperatura 18,4°C, relativna vlažnost 57%, vetar 0,1 m/s, atmosferski pritisak 1001hPa<br>*Merna tačka 2:*<br>-13:30: vedro, temperatura 19,0°C, relativna vlažnost 56%, vetar 0,1 m/s, atmosferski pritisak 1001 hPa<br>-14:00: vedro, temperatura 18,4°C, relativna vlažnost 57%, vetar 0,1 m/s, atmosferski pritisak 1001 hPa |
| **Napomena:** | - |

## 3. Korišćeni propisi

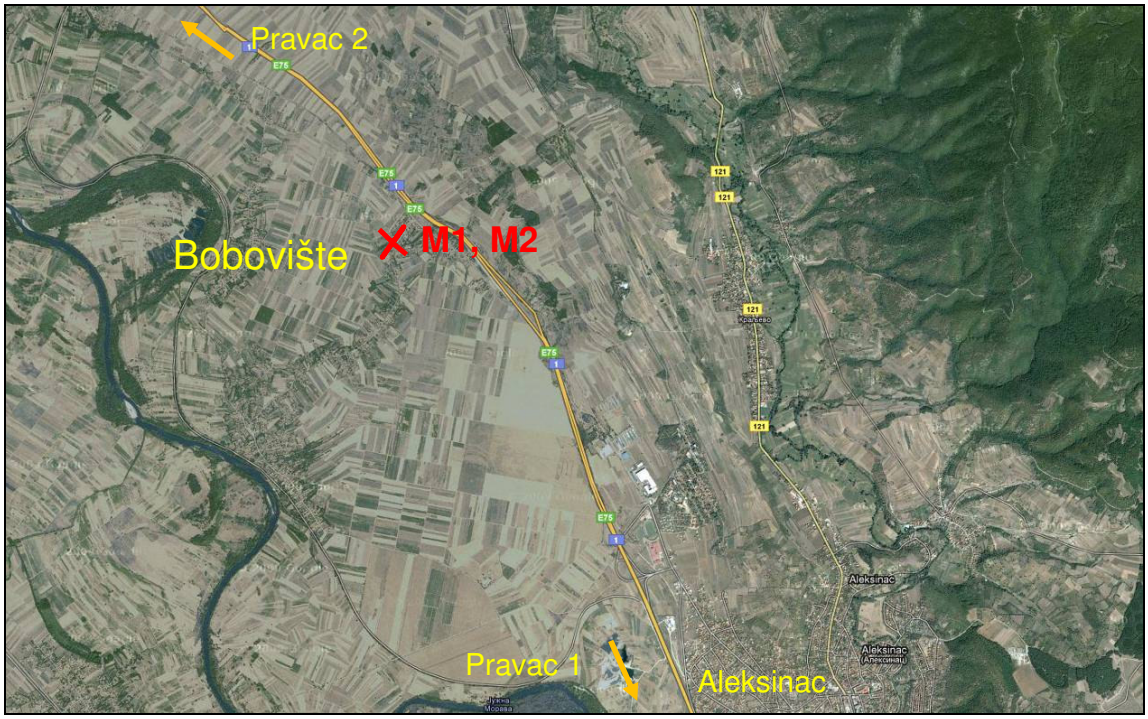
- Zakon br. 258/2000 Sb. o zaštiti javnog zdravlja i izmenama zakona koji su u vezi sa njim
- Uredba Vlade br. 148/2006 Sb. o zaštiti javnog zdravlja od negativnog delovanja buke i vibracija
- Metodološko uputstvo MZ ČR za merenje i ocenjivanje buke izvan radne sredine

## 4. Opis merenja

Merenja su urađena u dve merne tačke pored deonice autoputa E-75 / M1. Merenja su obavljena u spoljašnjoj sredini u blizini navedene saobraćajne deonice. Na osnovu merenja je preciziran matematički model i sproveden predlog mera zaštite od buke. Snimak mernog mesta sa mernim tačkama prikazan je na sl. 1.

Mereni su ekvivalentni nivoi zvučnog pritiska u intervalima 1 s. Iz izmerenih nivoa su isključeni nivoi buke izvora koji nisu u vezi sa bukom drumskog saobraćaja (vazdušni saobraćaj, lajanje pasa, građevinske delatnosti i sl.). Za vreme merenja vršeno je brojanje saobraćaja. Vozila su podeljena u sedam grupa:

- putnički automobili,
- laka teretna vozila,
- teška teretna vozila,
- traktori,
- motocikli i
- autobusi.




*Sl. 1. Merno mesto MM6 sa mernim tačkama M1 i M2*

## 5. Opis mernog mesta

Merna tačka M1 se nalazi na ivici nasipa, udaljena 8 m od krajne saobraćajne trake puta (sl. 2.). Merni mikrofon je 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice E75 / M22.

Kolovoz ispred mernog mesta je prava deonica puta sa četiri trake. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 120 km/h.

Dominantnim izvorom buke je saobraćaj na autoputu E75 / M1. Nema drugih izvora u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM6 dat je na sl. 2, gde je obeležena merna tačka M1, a fotografije merne tačke M1 su date na sl. 3.




*Sl. 2. Merno mesto MM6 sa oznakom merne tačke M1*






*Sl. 3. Fotografije merne tačke M1*

Merna tačka M2 se nalazi 4 m od nasipa i 5 m od najbližeg objekta (sl. 4). Merni mikrofon je postavljen na udaljenosti od 19 m od ose krajnje saobraćajne trake saobraćajnice E-75 / M1, 3 m iznad površine terena i 2 m ispod visine nasipa i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice E-75 / M1.

Kolovoz ispred merne tačke je prava deonica puta sa četiri trake. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 120 km/h.

Dominantni izvor buke je drumski saobraćaj na putu E75 / M1. Nema drugih izvora buke u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u Poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM6 dat je na sl. 4, gde je obeležena merna tačka M2, fotografije merne tačke su date na sl. 5.




*Sl. 4. Snimak mernog mesta MM6 sa oznakom merne tačke M2*






*Sl. 5. Fotografije merne tačke M2*

## 6. Rezultati merenja

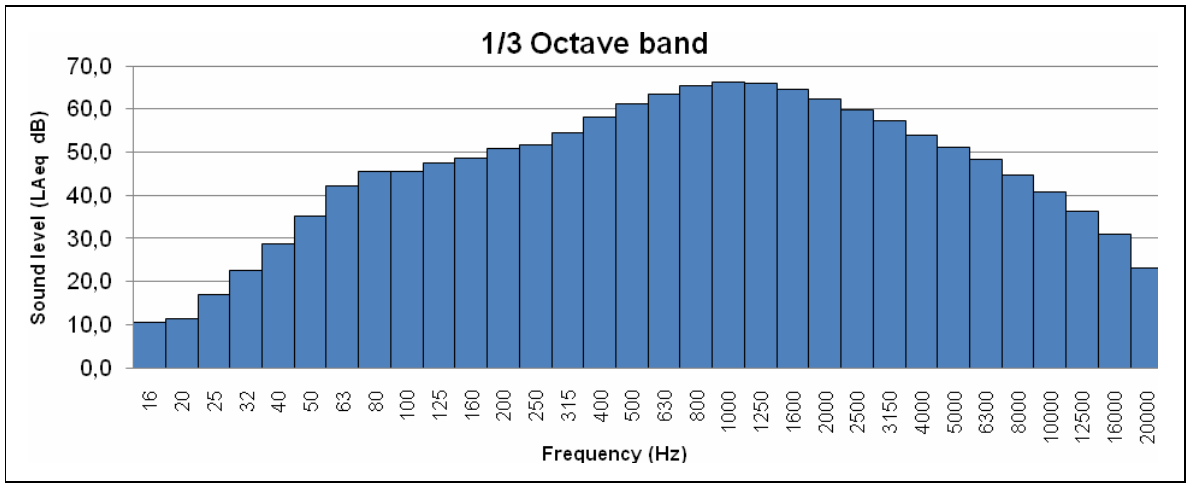
### Nivo buke u mernoj tački M1

*Tabela 1. Rezultati merenja u mernoj tački M1.*

| vreme merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 18.11.2009 13:02 - 14:02 | Smer 1 | 146 | 21 | 68 | 4 | 1 | **73,7** | 80,6 | 77,4 | 51,6 | 48,8 |
| | Smer 2 | 175 | 29 | 80 | 5 | - | | | | | |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 51,6 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 73,7\ dB \pm 1,7\ dB$$




*Sl. 6. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M1*

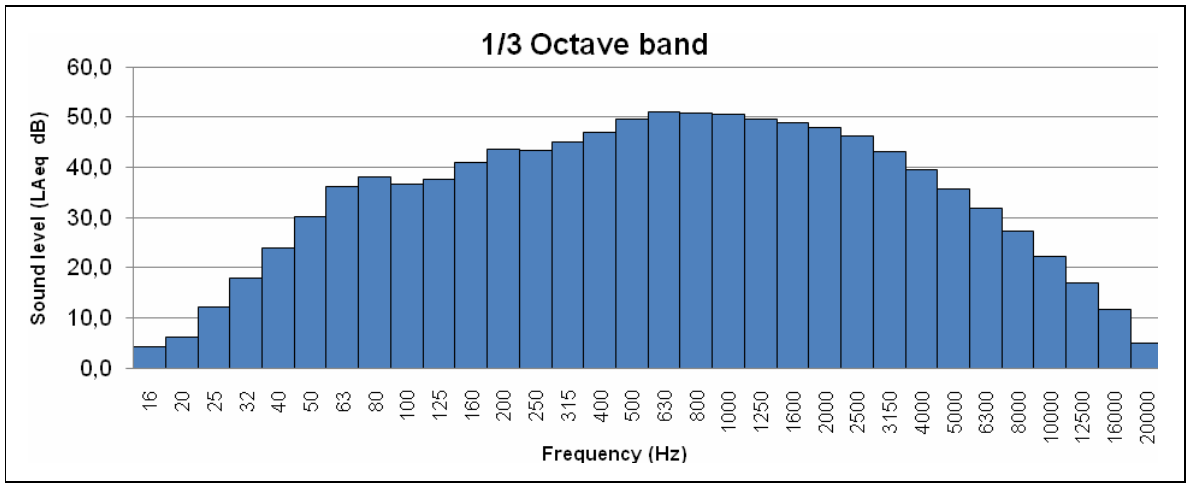
**Nivo buke u mernoj tački M2**

*Tabela 2. Rezultati merenja u mernoj tački M2.*

| vreme merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 18.11.2009 13:02 - 14:02 | Smer 1 | 146 | 21 | 68 | 4 | 1 | **61,2** | 67,1 | 64,1 | 44,2 | 42,4 |
| | Smer 2 | 175 | 29 | 80 | 5 | - | | | | | |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 44,2 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 61{,}1\ dB \pm 1{,}7\ dB$$




*Sl. 7. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M2*

## 7. Zaključak

Izvršena merenja služe kao osnova za predlog mera zaštite od buke u spoljašnjoj sredini za merno mesto MM6 autoput Beograd – Niš; Bobovište.

## 8. Primedbe i objašnjenja

Oznake merenih veličina:
$L_{Aeq,T}$ – ekvivalentni nivo zvučnog pritiska u intervalu merenja *T*, dat u Tabeli 1 u koloni "vreme merenja", $L_N$ – procentni nivo koji pokazuje nivo zvučnog pritiska prekoračen za *N* procenata vremena tokom intervala merenja *T*, nivo $L_{90}$ se može smatrati kao nivo osnovne buke, nivo $L_5$ se može smatrati prosečnom vrednošću maksimalnih nivoa zvučnog pritiska.

Skraćenice korišćene u tabeli 1 i tabeli 2:

OA – putnički automobili mase do 3,5 t,
LN – laki teretni automobili mase do 6,5 t,
TN – teški teretni automobili mase iznad 6,5 t uključujući kola sa prikolicom i šlepere
Bus – autobusi
Mot – motocikli
Trakt – traktor

Ecological Consulting a.d.
Na Střelnici 48
779 00 Olomouc

Odeljenje zaštite i stvaranja životne sredine u Brnu
Laboratorija za merenje buke
Šumavská 524/31
602 00 Brno

tel: 549 131 210, 549 131 206; e-mail: zp@ecological.cz

# *Izveštaj*
## *o merenju buke br.:* 09/34/07



*Naručilac:*

**Institut IMS a.d, Bulevar vojvode Mišića 43, Beograd**

*Mesto merenja:*

**MM7: E80 / M1.12; Magistralni put Pirot – Niš; Niš**

*Predmet merenja:*

**Merenje buke drumskog saobraćaja**

*Datum merenja:*

*18.11.2009*

*Datum izdavanja izveštaja:*

*21.01.2010*

*Merenje izvršili: Ing. Jaromír Cápal*
*Ing. Zdeněk Beníček*
*Mgr. Milan Bussinow*
*mr Aleksandar Milenković dipl.inž*

……..
Izveštaj izradio
Ing. Zdeněk Beníček

……..
*I*zveštaj odobrio
Ing. Jaromír Cápal

Rezultat merenja se odnosi isključivo na mesto i vreme merenja opisanim u ovom izveštaju.

Izveštaj o merenju buke se može kopirati samo u celini
i sa pismenom saglasnošću njegovog autora.

## Sadržaj:

1. Merni lanac
2. Metoda i uslovi merenja
3. Korišćeni propisi
4. Opis merenja
5. Opis mernog mesta
6. Rezultati merenja
7. Zaključak
8. Primedbe i objašnjenja

## 1. Merni lanac

1. Precizni analizator zvuka B&K 2250, s.b. 2600467
2. Mikrofon B&K 4189, s.n. 2603615 (sa štitnikom od vetra)
3. Kalibrator B&K 4231, s.n. 2594667
4. Mikrofonski kabl B&K AO 0441(10 m)

Pomoćna oprema: Digitalna meteorološka stanica CONRAD FK-WS-444 s.n. WQ1316-002 i metalni metar (20 m).

Merni lanac je etaloniran u Češkom institutu za metrologiju u Brnu i ima važeća uverenja o etaloniranju br. 6035-OL-Z011-08, br. 6035-OL-M089-07, br. 6035-KL-K057-07, br. 8012-Kl-519209, br. 6035-OL-M042-09, br. 6035-OL-M043-09.

Analizator zvuka sa mikrofonom je pre i posle merenja kalibrisan pomoću navedenog akustičnog kalibratora.

## 2. Metoda i uslovi merenja

| | |
|---|---|
| **Metoda merenja:** | Merenje i obrada rezultata merenja su izvršena u saglasnosti sa standardom ČSN ISO 1996: Opis i merenje buke: Deo 1 i Deo 2, i Metodološko uputstvo za proračun buke od drumskog saobraćaja (Vesnik MŽP 3/1996) |
| **Opis buke:** | Promenjiva. |
| **Vreme merenja:** | 15:00 – 16:50 |
| **Uslovi merenja:** | *Merna tačka 1:*<br>15:35: vedro, temperatura 18,3°C, relativna vlažnost 50%, vetar 0,0 m/s, atmosferski pritisak 991 hPa<br>16:25 hod: vedro, temperatura 13,7°C, relativna vlažnost 61%, vetar 0,0 m/s, atmosferski pritisak 992hPa |
| **Napomena:** | - |

## 3. Korišćeni propisi

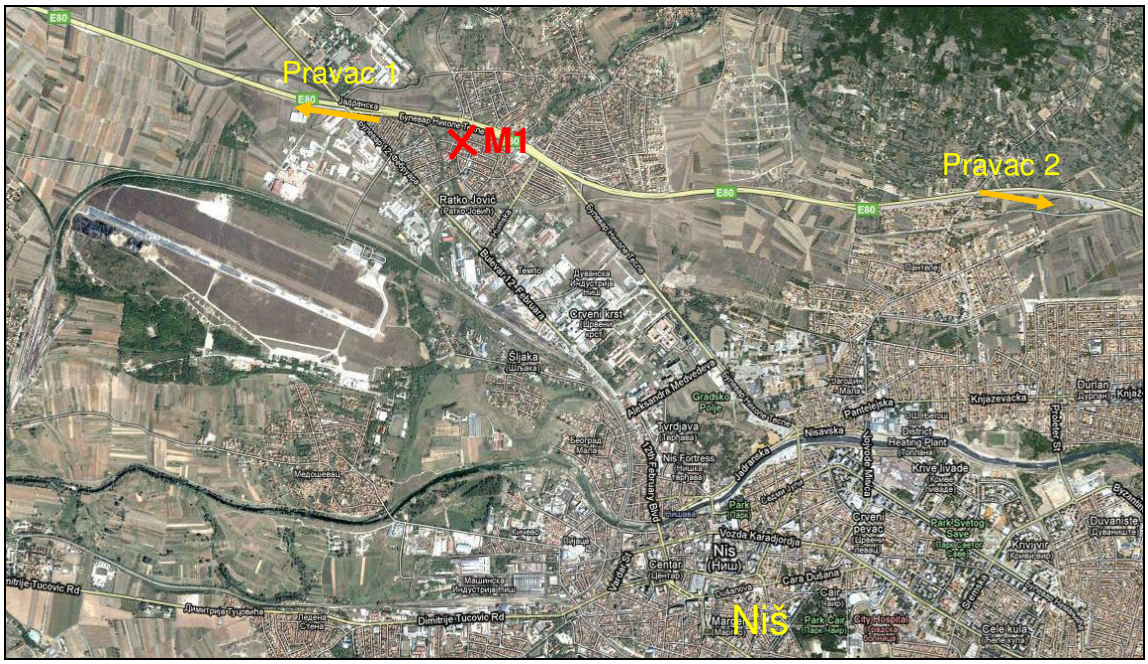
- Zakon br. 258/2000 Sb. o zaštiti javnog zdravlja i izmenama zakona koji su u vezi sa njim
- Uredba Vlade br. 148/2006 Sb. o zaštiti javnog zdravlja od negativnog delovanja buke i vibracija
- Metodološko uputstvo MZ ČR za merenje i ocenjivanje buke izvan radne sredine

## 4. Opis merenja

Merenje je urađeno u jednoj mernoj tački pored deonice puta E80 / M1.12. Merenje je obavljeno u spoljašnjoj sredini u blizini navedene saobraćajne deonice. Na osnovu merenja je preciziran matematički model i sproveden predlog mera zaštite od buke. Između autoputa E80 / M1.12 i merne tačke nalazi se lokalni put. Snimak mernog mesta sa mernom tačkom prikazan je na sl. 1.

Mereni su ekvivalentni nivoi zvučnog pritiska u intervalima 1 s. Iz izmerenih nivoa su isključeni nivoi buke izvora koji nisu u vezi sa bukom drumskog saobraćaja (vazdušni saobraćaj, lajanje pasa, građevinske delatnosti i sl.). Za vreme merenja vršeno je brojanje saobraćaja. Vozila su podeljena u sedam grupa:

- putnički automobili,
- laka teretna vozila,
- teška teretna vozila,
- traktori,
- motocikli i
- autobusi.




*Sl. 1. Merno mesto MM7 sa mernom tačkom M1*

## 5. Opis mernog mesta

Merna tačka M1 je odabrana pored jednog od niza postojećih objekata (sl. 2.). Merni mikrofon je smešten 19 m od ose bliže saobraćajne trake puta, 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice E80 / M1.12.

Kolovoz ispred mernog mesta su dve prave deonice. Prva saobraćajna deonica je lokalni put sa dve trake, a druga autoput sa četiri saobraćajne trake. Obe površine kolovoza za vreme merenja bile su suve, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 50 km/h.

Dominantnim izvorom buke je saobraćaj na putu E80 / M1.12 i na lokalnom putu. Nema drugih izvora u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM7 dat je na sl. 2, gde je obeležena merna tačka M1, a fotografije merne tačke M1 su date na sl. 3.




*Sl. 2. Merno mesto MM7 sa oznakom merne tačke M1.*







*Sl. 3. Fotografije merne tačke M1.*

## 6. Rezultati merenja

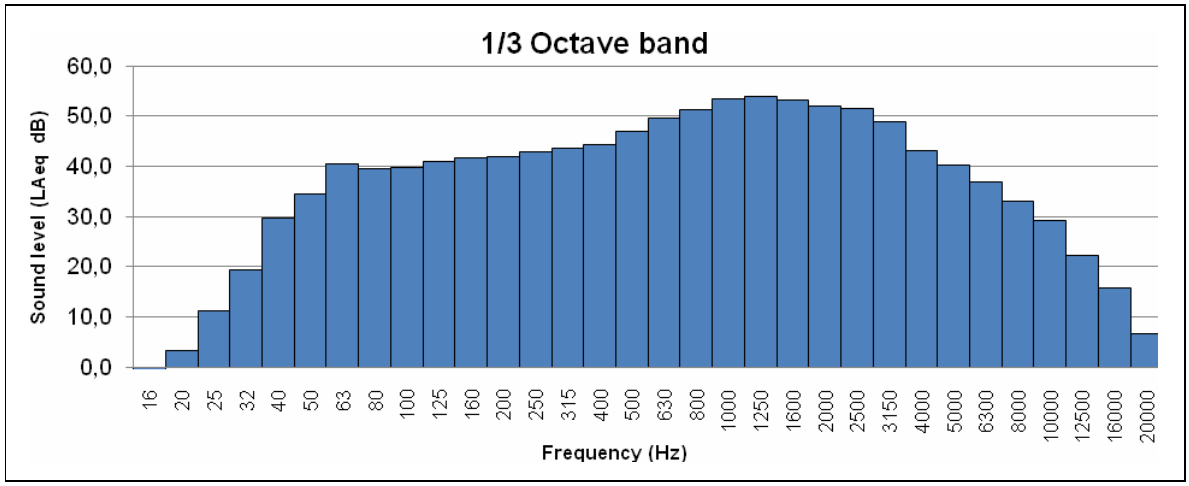
### Nivo buke u mernoj tački M1

*Tabela 1. Rezultati merenja u mernoj tački M1.*

| vreme merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | Trakt | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 18.11.2009 | Lokalni put | 242 | 31 | 13 | - | 4 | 2 | **70,3** | 75,8 | 74,1 | 59,2 | 57,6 |
| | | 157 | 10 | 8 | 2 | 5 | - | | | | | |
| 15:14 - 16:14 | Autoput. | 73 | 20 | 47 | 1 | - | - | | | | | |
| | | 64 | 7 | 35 | 1 | - | - | | | | | |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 59,2 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 69{,}9\ dB \pm 1{,}7\ dB$$




*Sl. 6. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M1.*

## 7. Zaključak

Izvršena merenja služe kao osnova za predlog mera zaštite od buke u spoljašnjoj sredini za merno mesto MM7 magistralni put Pirot – Niš; Niš.

## 8. Primedbe i objašnjenja

Oznake merenih veličina:
$L_{Aeq,T}$ – ekvivalentni nivo zvučnog pritiska u intervalu merenja *T*, dat u Tabeli 1 u koloni "vreme merenja", $L_N$ – procentni nivo koji pokazuje nivo zvučnog pritiska prekoračen za *N* procenata vremena tokom intervala merenja *T*, nivo $L_{90}$ se može smatrati kao nivo osnovne buke, nivo $L_5$ se može smatrati prosečnom vrednošću maksimalnih nivoa zvučnog pritiska.

Skraćenice korišćene u tabeli 1:

OA – putnički automobili mase do 3,5 t,
LN – laki teretni automobili mase do 6,5 t,
TN – teški teretni automobili mase iznad 6,5 t uključujući kola sa prikolicom i šlepere
Bus – autobusi
Mot – motocikli
Trakt – traktor

Ecological Consulting a.d.
Na Střelnici 48
779 00 Olomouc

Odeljenje zaštite i stvaranja životne sredine u Brnu
Laboratorija za merenje buke
Šumavská 524/31
602 00 Brno

tel: 549 131 210, 549 131 206; e-mail: zp@ecological.cz

# *Izveštaj*
## *o merenju buke br.:* 09/34/08



*Naručilac:*

**Institut IMS a.d, Bulevar vojvode Mišića 43, Beograd**

*Mesto merenja:*

**MM8: E80 / M1.12; Magistralni put Niš – Pirot; Niš**

*Predmet merenja:*

**Merenje buke drumskog saobraćaja**

*Datum merenja:*

*18.11.2009*

*Datum izdavanja izveštaja:*

*21.01.2010*

*Merenje izvršili: Ing. Jaromír Cápal*
*Ing. Zdeněk Beníček*
*Mgr. Milan Bussinow*
*mr Aleksandar Milenković dipl.inž*

……..
Izveštaj izradio
Ing. Zdeněk Beníček

……..
*I*zveštaj odobrio
Ing. Jaromír Cápal

Rezultat merenja se odnosi isključivo na mesto i vreme merenja opisanim u ovom izveštaju.

Izveštaj o merenju buke se može kopirati samo u celini
i sa pismenom saglasnošću njegovog autora.

## Sadržaj:

1. Merni lanac
2. Metoda i uslovi merenja
3. Korišćeni propisi
4. Opis merenja
5. Opis mernog mesta
6. Rezultati merenja
7. Zaključak
8. Primedbe i objašnjenja

## 1. Merni lanac

1. Modul PULSE B&K typ 3050-A-060, s.b. 100121
2. Notebook Toshiba U400 (prateći softver Labshop 12), s.n. 48315510W
3. Mikrofon B&K 4189-A, s.n. 2618684 i 2591375 (sa štitnikom od vetra i spoljnim senzorom)
4. Kalibrator B&K 4231, s.n. 2594667
5. Mikrofonski kabl B&K AO 0087 D (5 m i 25 m)

Pomoćna oprema: Digitalna meteorološka stanica CONRAD FK-WS-444 s.n. WQ1316-002 i metalni metar (20 m).

Merni lanac je etaloniran u Češkom institutu za metrologiju u Brnu i ima važeća uverenja o etaloniranju br. 6035-OL-Z011-08, br. 6035-OL-M089-07, br. 6035-KL-K057-07, br. 8012-Kl-519209, br. 6035-OL-M042-09, br. 6035-OL-M043-09.

Analizator zvuka sa mikrofonom je pre i posle merenja kalibrisan pomoću navedenog akustičnog kalibratora.

## 2. Metoda i uslovi merenja

| | |
|---|---|
| **Metoda merenja:** | Merenje i obrada rezultata merenja su izvršena u saglasnosti sa standardom ČSN ISO 1996: Opis i merenje buke: Deo 1 i Deo 2, i Metodološko uputstvo za proračun buke od drumskog saobraćaja (Vesnik MŽP 3/1996) |
| **Opis buke:** | Promenjiva. |
| **Vreme merenja:** | 15:35 – 16:50 |
| **Uslovi merenja:** | *Merna tačka 1:*<br>-15:55: vedro, temperatura 17,9°C, relativna vlažnost 53%, vetar 0,0 m/s, atmosferski pritisak 997 hPa<br>-16:45 hod: vedro, temperatura 12,0°C, relativna vlažnost 50%, vetar 0,0 m/s, atmosferski pritisak 992 hPa |
| **Napomena:** | - |

## 3. Korišćeni propisi

- Zakon br. 258/2000 Sb. o zaštiti javnog zdravlja i izmenama zakona koji su u vezi sa njim
- Uredba Vlade br. 148/2006 Sb. o zaštiti javnog zdravlja od negativnog delovanja buke i vibracija
- Metodološko uputstvo MZ ČR za merenje i ocenjivanje buke izvan radne sredine

## 4. Opis merenja

Merenje je urađeno u jednoj mernoj tački pored deonice puta E80 / M1.12. Merenje je obavljeno u spoljašnjoj sredini u blizini navedene saobraćajne deonice. Na osnovu merenja je preciziran matematički model i sproveden predlog mera zaštite od buke. Snimak mernog mesta sa mernom tačkom prikazan je na sl. 1.

Mereni su ekvivalentni nivoi zvučnog pritiska u intervalima 1 s. Iz izmerenih nivoa su isključeni nivoi buke izvora koji nisu u vezi sa bukom drumskog saobraćaja (vazdušni saobraćaj, lajanje pasa, građevinske delatnosti i sl.). Za vreme merenja vršeno je brojanje saobraćaja. Vozila su podeljena u sedam grupa:

- putnički automobili,
- laka teretna vozila,
- teška teretna vozila,
- traktori,
- motocikli i
- autobusi.




*Sl. 1. Merno mesto MM8 sa mernom tačkom M1*

## 5. Opis mernog mesta

Merna tačka M1 je odabrana ispred fasade objekta koji se nalazi 10 m od krajne saobraćajne trake puta (sl. 2.). Merni mikrofon je smešten 10 m od ose bliže saobraćajne trake puta E80 / M1.12, 2,5 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice E80 / M1.12.

Kolovoz ispred mernog mesta je prava deonica puta sa dve trake. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 120 km/h.

Dominantnim izvorom buke je saobraćaj na putu E80 / M1.12. Nema drugih izvora u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM8 dat je na sl. 2, gde je obeležena merna tačka M1, a fotografija merne tačke M1 je na sl. 3.




*Sl. 2. Merno mesto MM8 sa oznakom merne tačke M1.*



*Sl. 3. Fotografija merne tačke M1.*

## 6. Rezultati merenja

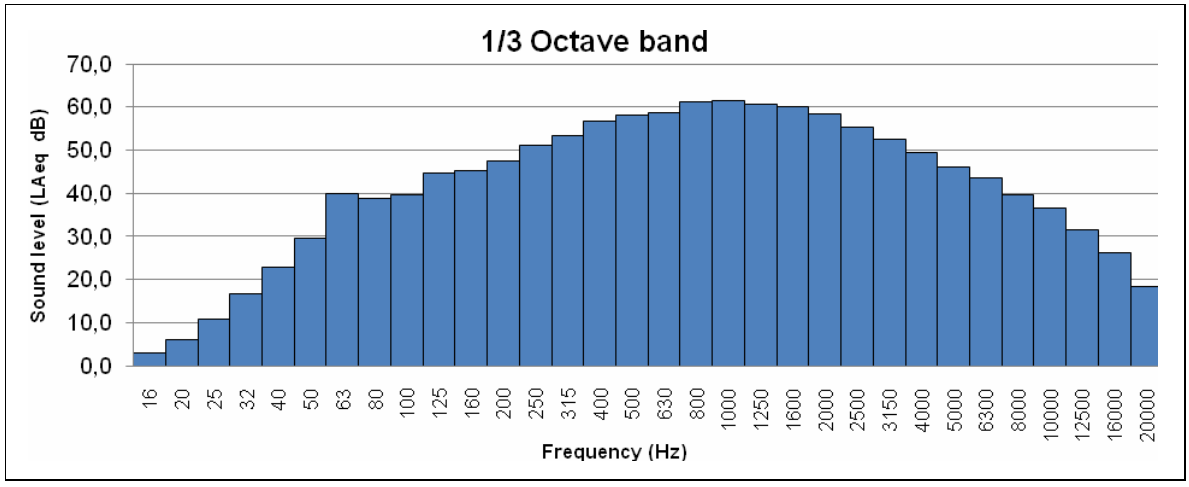
### Nivo buke u mernoj tački M1

*Tabela 1. Rezultati merenja u mernoj tački M1.*

| vreme merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 18.11.2009 | 15:45 - 16:45 | 125 | 27 | 73 | 2 | 1 | **69,3** | 75,7 | 72,6 | 50,6 | 47,4 |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 50,6 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 69{,}2\ dB \pm 1{,}7\ dB$$




*Sl. 6. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M1.*

## 7. Zaključak

Izvršena merenja služe kao osnova za predlog mera zaštite od buke u spoljašnjoj sredini za merno mesto MM8 magistralni put Niš – Pirot; Niš.

## 8. Primedbe i objašnjenja

Oznake merenih veličina:
$L_{Aeq,T}$ – ekvivalentni nivo zvučnog pritiska u intervalu merenja *T*, dat u Tabeli 1 u koloni "vreme merenja", $L_N$ – procentni nivo koji pokazuje nivo zvučnog pritiska prekoračen za *N* procenata vremena tokom intervala merenja *T*, nivo $L_{90}$ se može smatrati kao nivo osnovne buke, nivo $L_5$ se može smatrati prosečnom vrednošću maksimalnih nivoa zvučnog pritiska.

Skraćenice korišćene u tabeli 1:

OA – putnički automobili mase do 3,5 t,
LN – laki teretni automobili mase do 6,5 t,
TN – teški teretni automobili mase iznad 6,5 t uključujući kola sa prikolicom i šlepere
Bus – autobusi
Mot – motocikli
Trakt – traktor

Ecological Consulting a.d.
Na Střelnici 48
779 00 Olomouc

Odeljenje zaštite i stvaranja životne sredine u Brnu
Laboratorija za merenje buke
Šumavská 524/31
602 00 Brno

tel: 549 131 210, 549 131 206; e-mail: zp@ecological.cz

# *Izveštaj*
## *o merenju buke br.:* 09/34/09



*Naručilac:*

**Institut IMS a.d, Bulevar vojvode Mišića 43, Beograd**

*Mesto merenja:*

**MM9: E80 / M1.12; Magistralni put Pirot – Sofija; Pirot**

*Predmet merenja:*

**Merenje buke drumskog saobraćaja**

*Datum merenja:*

*19.11.2009*

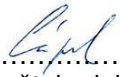
*Datum izdavanja izveštaja:*

*21.01.2010*

*Merenje izvršili: Ing. Jaromír Cápal*
*Ing. Zdeněk Beníček*
*Mgr. Milan Bussinow*
*mr Aleksandar Milenković dipl.inž*



……..
Izveštaj izradio
Ing. Zdeněk Beníček



……..
*I*zveštaj odobrio
Ing. Jaromír Cápal

Rezultat merenja se odnosi isključivo na mesto i vreme merenja opisanim u ovom izveštaju.

Izveštaj o merenju buke se može kopirati samo u celini
i sa pismenom saglasnošću njegovog autora.

## Sadržaj:

1. Merni lanac
2. Metoda i uslovi merenja
3. Korišćeni propisi
4. Opis merenja
5. Opis mernog mesta
6. Rezultati merenja
7. Zaključak
8. Primedbe i objašnjenja

## 1. Merni lanac

1. Precizni analizator zvuka B&K 2250, s.b. 2600467
2. Mikrofon B&K 4189, s.n. 2603615 (sa štitnikom od vetra)
3. Kalibrator B&K 4231, s.n. 2594667
4. Mikrofonski kabl B&K AO 0441(10 m)

Pomoćna oprema: Digitalna meteorološka stanica CONRAD FK-WS-444 s.n. WQ1316-002 i metalni metar (20 m).

Merni lanac je etaloniran u Češkom institutu za metrologiju u Brnu i ima važeća uverenja o etaloniranju br. 6035-OL-Z011-08, br. 6035-OL-M089-07, br. 6035-KL-K057-07, br. 8012-Kl-519209, br. 6035-OL-M042-09, br. 6035-OL-M043-09.

Analizator zvuka sa mikrofonom je pre i posle merenja kalibrisan pomoću navedenog akustičnog kalibratora.

## 2. Metoda i uslovi merenja

| | |
|---|---|
| **Metoda merenja:** | Merenje i obrada rezultata merenja su izvršena u saglasnosti sa standardom ČSN ISO 1996: Opis i merenje buke: Deo 1 i Deo 2, i Metodološko uputstvo za proračun buke od drumskog saobraćaja (Vesnik MŽP 3/1996) |
| **Opis buke:** | Promenljiva. |
| **Vreme merenja:** | 9:40 – 11:10 |
| **Uslovi merenja:** | *Merna tačka 1:*<br>10:45: vedro, temperatura 11,6°C, relativna vlažnost 69%, vetar 0,0 m/s, atmosferski pritisak 983 hPa<br>11:00 hod: vedro, temperatura 18,0°C, relativna vlažnost 65%, vetar 0,0 m/s, atmosferski pritisak 982 hPa |
| **Napomena:** | - |

## 3. Korišćeni propisi

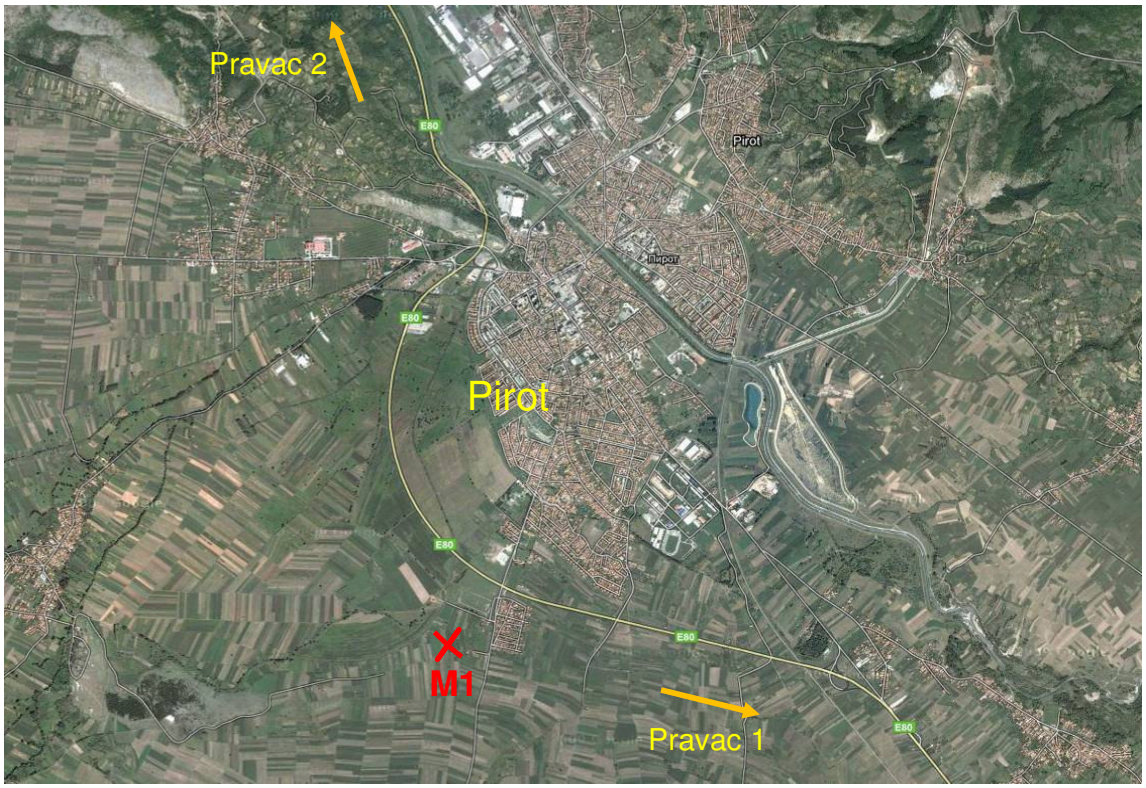
- Zakon br. 258/2000 Sb. o zaštiti javnog zdravlja i izmenama zakona koji su u vezi sa njim
- Uredba Vlade br. 148/2006 Sb. o zaštiti javnog zdravlja od negativnog delovanja buke i vibracija
- Metodološko uputstvo MZ ČR za merenje i ocenjivanje buke izvan radne sredine

## 4. Opis merenja

Merenje je urađeno u jednoj mernoj tački pored deonice puta E80 / M1.12. Merenje je obavljeno u spoljašnjoj sredini u blizini navedene saobraćajne deonice. Na osnovu merenja je preciziran matematički model i sproveden predlog mera zaštite od buke. Snimak mernog mesta sa mernom tačkom prikazan je na sl. 1.

Mereni su ekvivalentni nivoi zvučnog pritiska u intervalima 1 s. Iz izmerenih nivoa su isključeni nivoi buke izvora koji nisu u vezi sa bukom drumskog saobraćaja (vazdušni saobraćaj, lajanje pasa, građevinske delatnosti i sl.). Za vreme merenja vršeno je brojanje saobraćaja. Vozila su podeljena u sedam grupa:

- putnički automobili,
- laka teretna vozila,
- teška teretna vozila,
- traktori,
- motocikli i
- autobusi.




*Sl. 1. Merno mesto MM9 sa mernom tačkom M1*

## 5. Opis mernog mesta

Merna tačka M1 je odabrana pored jednog od niza postojećih objekata. Svi objekti su udaljeni oko 70 m od krajne saobraćajne trake puta (sl. 2.). Merni mikrofon je smešten 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice E80 / M1.12. Put E80 / M1.12 se nalazi na nasipu visine 1 m. Sa zapadne strane nalazi se lokalni put orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice E80 / M1.12.

Kolovoz ispred mernog mesta je prava deonica puta sa dve trake. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 90 km/h.

Dominantnim izvorom buke je saobraćaj na putu E80 / M1.12. Nema drugih izvora u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM9 dat je na sl. 2, gde je obeležena merna tačka M1, a fotografije merne tačke M1 su date na sl. 3.




*Sl. 2. Merno mesto MM9 sa oznakom merne tačke M1.*






*Sl. 3. Fotografije merne tačke M1.*

## 6. Rezultati merenja

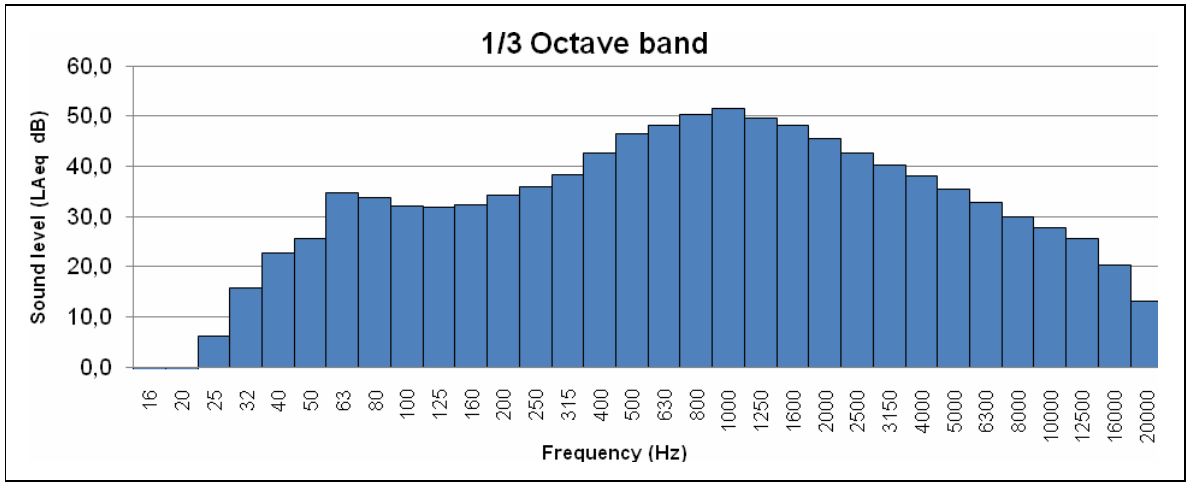
### Nivo buke u mernoj tački M1

*Tabela 1. Rezultati merenja u mernoj tački M1.*

| vreme merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | Trakt | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 19.11.2009 | 09:56-10:56 | 54 | 6 | 52 | 1 | - | - | **58,0** | 65,7 | 62,6 | 40,9 | 39,7 |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 40,9 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 57{,}9\ \text{dB} \pm 1{,}7\ \text{dB}$$




*Sl. 6. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M1.*

## 7. Zaključak

Izvršena merenja služe kao osnova za predlog mera zaštite od buke u spoljašnjoj sredini za merno mesto MM9 magistralni put Pirot – Sofija; Pirot.

## 8. Primedbe i objašnjenja

Oznake merenih veličina:
$L_{Aeq,T}$ – ekvivalentni nivo zvučnog pritiska u intervalu merenja *T*, dat u Tabeli 1 u koloni "vreme merenja", $L_N$ – procentni nivo koji pokazuje nivo zvučnog pritiska prekoračen za *N* procenata vremena tokom intervala merenja *T*, nivo $L_{90}$ se može smatrati kao nivo osnovne buke, nivo $L_5$ se može smatrati prosečnom vrednošću maksimalnih nivoa zvučnog pritiska.

Skraćenice korišćene u tabeli 1:

OA – putnički automobili mase do 3,5 t,
LN – laki teretni automobili mase do 6,5 t,
TN – teški teretni automobili mase iznad 6,5 t uključujući kola sa prikolicom i šlepere
Bus – autobusi
Mot – motocikli
Trakt – traktor

Ecological Consulting a.d.
Na Střelnici 48
779 00 Olomouc

Odeljenje zaštite i stvaranja životne sredine u Brnu
Laboratorija za merenje buke
Šumavská 524/31
602 00 Brno

tel: 549 131 210, 549 131 206; e-mail: zp@ecological.cz

# *Izveštaj*
## *o merenju buke br.:* 09/34/10



*Naručilac:*

**Institut IMS a.d, Bulevar vojvode Mišića 43, Beograd**

*Mesto merenja:*

**MM10: E75 / M1; Autoput Niš – Beograd; Ražanj**

*Predmet merenja:*

**Merenje buke drumskog saobraćaja**

*Datum merenja:*

*19.11.2009*

*Datum izdavanja izveštaja:*

*21.01.2010*

*Merenje izvršili: Ing. Jaromír Cápal*
*Ing. Zdeněk Beníček*
*Mgr. Milan Bussinow*
*mr Aleksandar Milenković dipl.inž*

……..
Izveštaj izradio
Ing. Zdeněk Beníček

……..
*Iz*veštaj odobrio
Ing. Jaromír Cápal

Rezultat merenja se odnosi isključivo na mesto i vreme merenja opisanim u ovom izveštaju.

Izveštaj o merenju buke se može kopirati samo u celini
i sa pismenom saglasnošću njegovog autora.

## Sadržaj:

1. Merni lanac
2. Metoda i uslovi merenja
3. Korišćeni propisi
4. Opis merenja
5. Opis mernog mesta
6. Rezultati merenja
7. Zaključak
8. Primedbe i objašnjenja

## 1. Merni lanac

1. Precizni analizator zvuka B&K 2250, s.b. 2600467
2. Modul PULSE B&K typ 3050-A-060, s.b. 100121
3. Notebook Toshiba U400 (prateći softver Labshop 12), s.n. 48315510W
4. Mikrofon B&K 4189-A, s.n. 2618684 i 2591375 (sa štitnikom od vetra i spoljnim senzorom)
5. Mikrofon B&K 4189, s.n. 2603615 (sa štitnikom od vetra)
6. Kalibrator B&K 4231, s.n. 2594667
7. Mikrofonski kabl B&K AO 0441(10 m)
8. Mikrofonski kabl B&K AO 0087 D (5 m i 25 m)

Pomoćna oprema: Digitalna meteorološka stanica CONRAD FK-WS-444 s.n. WQ1316-002 i metalni metar (20 m).

Merni lanac je etaloniran u Češkom institutu za metrologiju u Brnu i ima važeća uverenja o etaloniranju br. 6035-OL-Z011-08, br. 6035-OL-M089-07, br. 6035-KL-K057-07, br. 8012-Kl-519209, br. 6035-OL-M042-09, br. 6035-OL-M043-09.

Analizator zvuka sa mikrofonom je pre i posle merenja kalibrisan pomoću navedenog akustičnog kalibratora.

## 2. Metoda i uslovi merenja

| | |
|---|---|
| **Metoda merenja:** | Merenje i obrada rezultata merenja su izvršena u saglasnosti sa standardom ČSN ISO 1996: Opis i merenje buke: Deo 1 i Deo 2, i Metodološko uputstvo za proračun buke od drumskog saobraćaja (Vesnik MŽP 3/1996) |
| **Opis buke:** | Promenjiva. |
| **Vreme merenja:** | 12:50 – 14:30 |
| **Uslovi merenja:** | *Merna tačka 1:*<br>-13:15: vedro, temperatura 19,3°C, relativna vlažnost 61%, vetar 0,2 m/s, atmosferski pritisak 994 hPa<br>-13:55 hod: vedro, temperatura 22,0°C, relativna vlažnost 55%, vetar 0,0 m/s, atmosferski pritisak 995 hPa<br>*Merna tačka 2:*<br>-13:15: vedro, temperatura 19,3°C, relativna vlažnost 61%, vetar 0,2 m/s, atmosferski pritisak 994 hPa<br>-13:55: vedro, temperatura 22,0°C, relativna vlažnost 55%, vetar 0,0 m/s, atmosferski pritisak 1995 hPa |
| **Napomena:** | - |

## 3. Korišćeni propisi

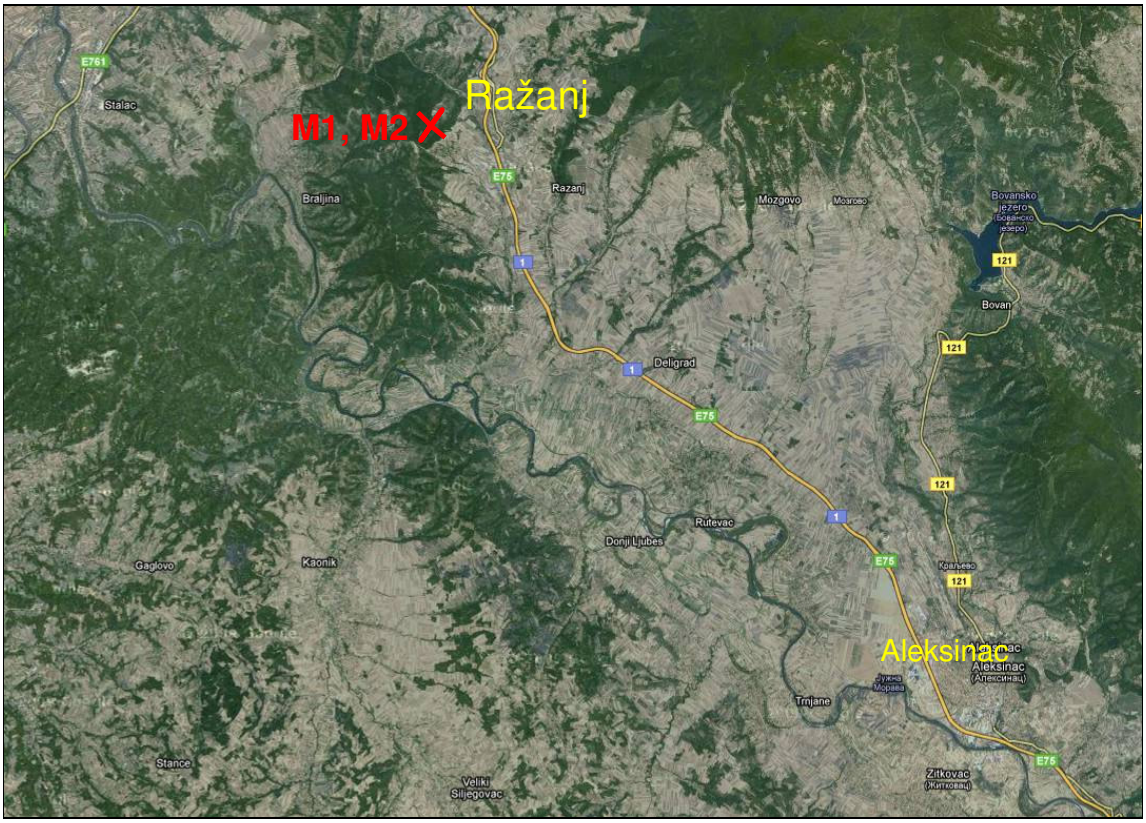
- Zakon br. 258/2000 Sb. o zaštiti javnog zdravlja i izmenama zakona koji su u vezi sa njim
- Uredba Vlade br. 148/2006 Sb. o zaštiti javnog zdravlja od negativnog delovanja buke i vibracija
- Metodološko uputstvo MZ ČR za merenje i ocenjivanje buke izvan radne sredine

## 4. Opis merenja

Merenja su urađena u dve merne tačke pored deonice puta E-75 / M1. Merenja su obavljena u spoljašnjoj sredini u blizini navedene saobraćajne deonice. Na osnovu merenja je preciziran matematički model i sproveden predlog mera zaštite od buke. Snimak mernog mesta sa mernim tačkama prikazan je na sl. 1.

Mereni su ekvivalentni nivoi zvučnog pritiska u intervalima 1 s. Iz izmerenih nivoa su isključeni nivoi buke izvora koji nisu u vezi sa bukom drumskog saobraćaja (vazdušni saobraćaj, lajanje pasa, građevinske delatnosti i sl.). Za vreme merenja vršeno je brojanje saobraćaja. Vozila su podeljena u sedam grupa:

- putnički automobili,
- laka teretna vozila,
- teška teretna vozila,
- traktori,
- motocikli i
- autobusi.




*Sl. 1. Merno mesto MM10 sa mernim tačkama M1 i M2*

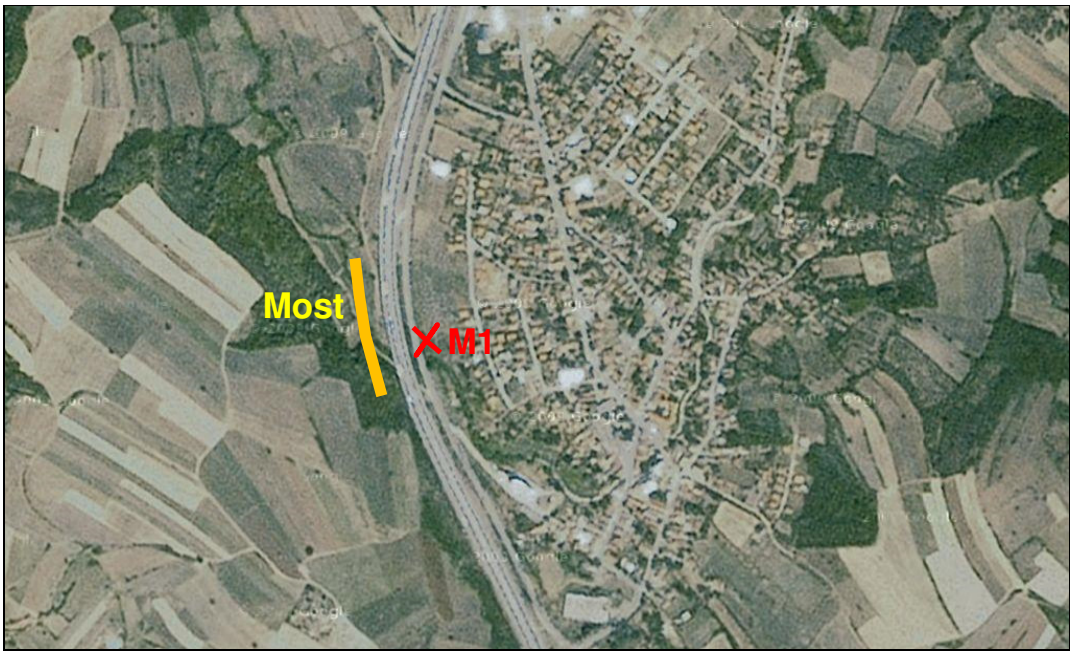
## 5. Opis mernog mesta

Merna tačka M1 je odabrana 15 m udaljena od niza postojećih objekata (sl. 2.). Merni mikrofon je smešten 90 m od ose bliže saobraćajne trake puta E75 / M1 i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice.

Kolovoz ispred mernog mesta je prava deonica puta sa četiri trake širine 13 m. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 120 km/h.

Dominantnim izvorom buke je saobraćaj na putu E75 / M1. Nema drugih izvora u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM10 dat je na sl. 2, gde je obeležena merna tačka M1, a fotografije merne tačke M1 su date na sl. 3.




*Sl. 2. Merno mesto MM10 sa oznakom merne tačke M1*





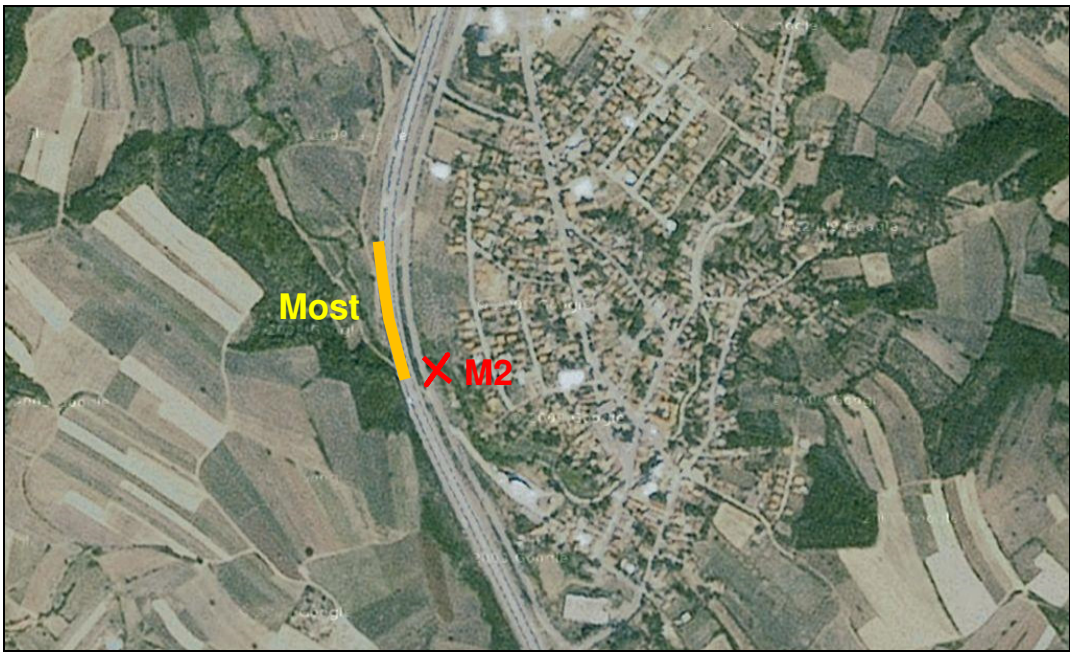

*Sl. 3. Fotografije merne tačke M1*

Merna tačka M2 se nalazi u blizini lokalnog puta ispod mosta saobraćajnice E75 / M1 (sl. 4). Merni mikrofon je postavljen na udaljenosti od 28 m od ose krajnje saobraćajne trake saobraćajnice E75 / M1, 3 m ispod gornje ivice mosta i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice E75 / M1.

Kolovoz ispred merne tačke je u blagoj krivini sa četiri trake. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 120 km/h.

Dominantni izvor buke je drumski saobraćaj na putu E75 / M1. Nema drugih izvora buke u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u Poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM10 dat je na sl. 4, gde je obeležena merna tačka M2, fotografije merne tačke su date na sl. 5.




*Sl. 4. Snimak mernog mesta MM10 sa oznakom merne tačke M2*





*Sl. 5. Fotografije merne tačke M2*

## 6. Rezultati merenja

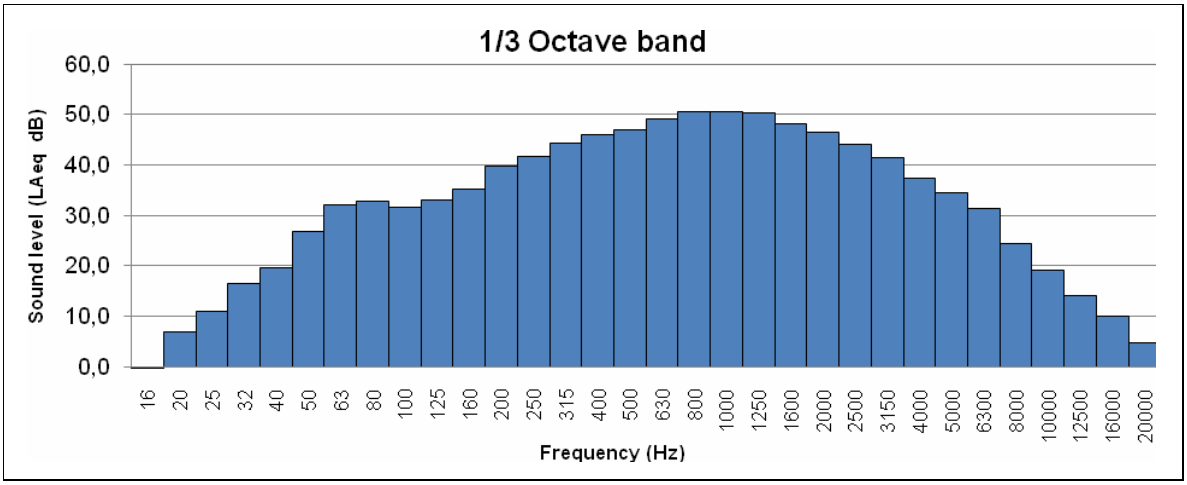
### Nivo buke u mernoj tački M1

*Tabela 1. Rezultati merenja u mernoj tački M1.*

| vreme merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 19.11.2009 13:08 - 14:08 | Autoput | 328 | 44 | 141 | 13 | 0 | **58,6** | 63,1 | 61,9 | 50,5 | 48,7 |
| | Lokalni put | 63 | 14 | 4 | 2 | 1 | | | | | |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 50,5 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 57{,}9\ dB \pm 1{,}7\ dB$$




*Sl. 6. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M1*

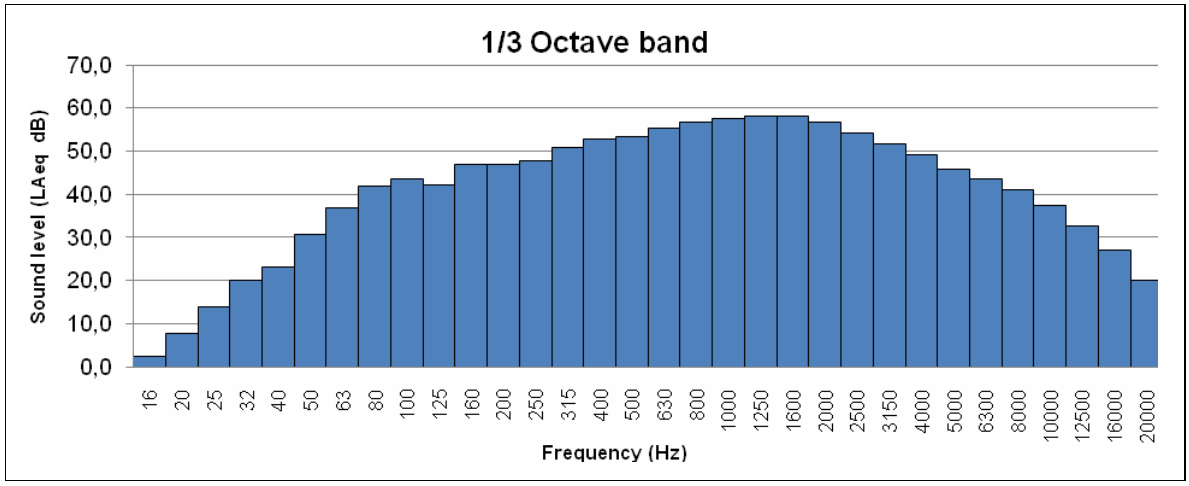
**Nivo buke u mernoj tački M2**

*Tabela 2. Rezultati merenja u mernoj tački M2.*

| vreme merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 19.11.2009 13:08 - 14:08 | Autoput | 328 | 44 | 141 | 13 | 0 | **66,5** | 72,1 | 68,1 | 52,1 | 50,1 |
| | Lokalni put | 63 | 14 | 4 | 2 | 1 | | | | | |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 52,1 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 66{,}3\ dB \pm 1{,}7\ dB$$




*Sl. 7. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M2*

## 7. Zaključak

Izvršena merenja služe kao osnova za predlog mera zaštite od buke u spoljašnjoj sredini za merno mesto MM10 autoput Niš – Beograd; Ražanj.

## 8. Primedbe i objašnjenja

Oznake merenih veličina:
$L_{Aeq,T}$ – ekvivalentni nivo zvučnog pritiska u intervalu merenja *T*, dat u Tabeli 1 u koloni "vreme merenja", $L_N$ – procentni nivo koji pokazuje nivo zvučnog pritiska prekoračen za *N* procenata vremena tokom intervala merenja *T*, nivo $L_{90}$ se može smatrati kao nivo osnovne buke, nivo $L_5$ se može smatrati prosečnom vrednošću maksimalnih nivoa zvučnog pritiska.

Skraćenice korišćene u tabeli 1 i tabeli 2:

OA – putnički automobili mase do 3,5 t,

LN – laki teretni automobili mase do 6,5 t,

TN – teški teretni automobili mase iznad 6,5 t uključujući kola sa prikolicom i šlepere

Bus – autobusi

Mot – motocikli

Trakt – traktor

Ecological Consulting a.d.
Na Střelnici 48
779 00 Olomouc

Odeljenje zaštite i stvaranja životne sredine u Brnu
Laboratorija za merenje buke
Šumavská 524/31
602 00 Brno

tel: 549 131 210, 549 131 206; e-mail: zp@ecological.cz

# *Izveštaj*
## *o merenju buke br.:* 09/34/11



*Naručilac:*

**Institut IMS a.d, Bulevar vojvode Mišića 43, Beograd**

*Mesto merenja:*

**MM11: E760 / M22; Magistralni put Beograd – Čačak; Beograd**

*Predmet merenja:*

**Merenje buke drumskog saobraćaja**

*Datum merenja:*

*20.11.2009*

*Datum izdavanja izveštaja:*

*21.01.2010*

*Merenje izvršili: Ing. Jaromír Cápal*
*Ing. Zdeněk Beníček*
*Mgr. Milan Bussinow*
*mr Aleksandar Milenković dipl.inž*

……..
Izveštaj izradio
Ing. Zdeněk Beníček

……..
*I*zveštaj odobrio
Ing. Jaromír Cápal

Rezultat merenja se odnosi isključivo na mesto i vreme merenja opisanim u ovom izveštaju.

Izveštaj o merenju buke se može kopirati samo u celini
i sa pismenom saglasnošću njegovog autora.

## Sadržaj:

1. Merni lanac
2. Metoda i uslovi merenja
3. Korišćeni propisi
4. Opis merenja
5. Opis mernog mesta
6. Rezultati merenja
7. Zaključak
8. Primedbe i objašnjenja

## 1. Merni lanac

1. Precizni analizator zvuka B&K 2250, s.b. 2600467
2. Modul PULSE B&K typ 3050-A-060, s.b. 100121
3. Notebook Toshiba U400 (prateći softver Labshop 12), s.n. 48315510W
4. Mikrofon B&K 4189-A, s.n. 2618684 i 2591375 (sa štitnikom od vetra i spoljnim senzorom)
5. Mikrofon B&K 4189, s.n. 2603615 (sa štitnikom od vetra)
6. Kalibrator B&K 4231, s.n. 2594667
7. Mikrofonski kabl B&K AO 0441(10 m)
8. Mikrofonski kabl B&K AO 0087 D (5 m i 25 m)

Pomoćna oprema: Digitalna meteorološka stanica CONRAD FK-WS-444 s.n. WQ1316-002 i metalni metar (20 m).

Merni lanac je etaloniran u Češkom institutu za metrologiju u Brnu i ima važeća uverenja o etaloniranju br. 6035-OL-Z011-08, br. 6035-OL-M089-07, br. 6035-KL-K057-07, br. 8012-Kl-519209, br. 6035-OL-M042-09, br. 6035-OL-M043-09.

Analizator zvuka sa mikrofonom je pre i posle merenja kalibrisan pomoću navedenog akustičnog kalibratora.

## 2. Metoda i uslovi merenja

| | |
|---|---|
| **Metoda merenja:** | Merenje i obrada rezultata merenja su izvršena u saglasnosti sa standardom ČSN ISO 1996: Opis i merenje buke: Deo 1 i Deo 2, i Metodološko uputstvo za proračun buke od drumskog saobraćaja (Vesnik MŽP 3/1996) |
| **Opis buke:** | Promenjiva. |
| **Vreme merenja:** | 8:50 – 10:20 |
| **Uslovi merenja:** | *Merna tačka 1:*<br>-9:30: vedro, temperatura 15,2°C, relativna vlažnost 68%, vetar 0,1 m/s, atmosferski pritisak 1007 hPa<br>-10:10 hod: vedro, temperatura 16,2°C, relativna vlažnost 67%, vetar 0,2 m/s, atmosferski pritisak 1007 hPa<br>*Merna tačka 2:*<br>-9:30: vedro, temperatura 15,2°C, relativna vlažnost 68%, vetar 0,1 m/s, atmosferski pritisak 1007 hPa<br>-10:10: vedro, temperatura 16,2°C, relativna vlažnost 67%, vetar 0,2 m/s, atmosferski pritisak 1007 hPa |
| **Napomena:** | - |

## 3. Korišćeni propisi

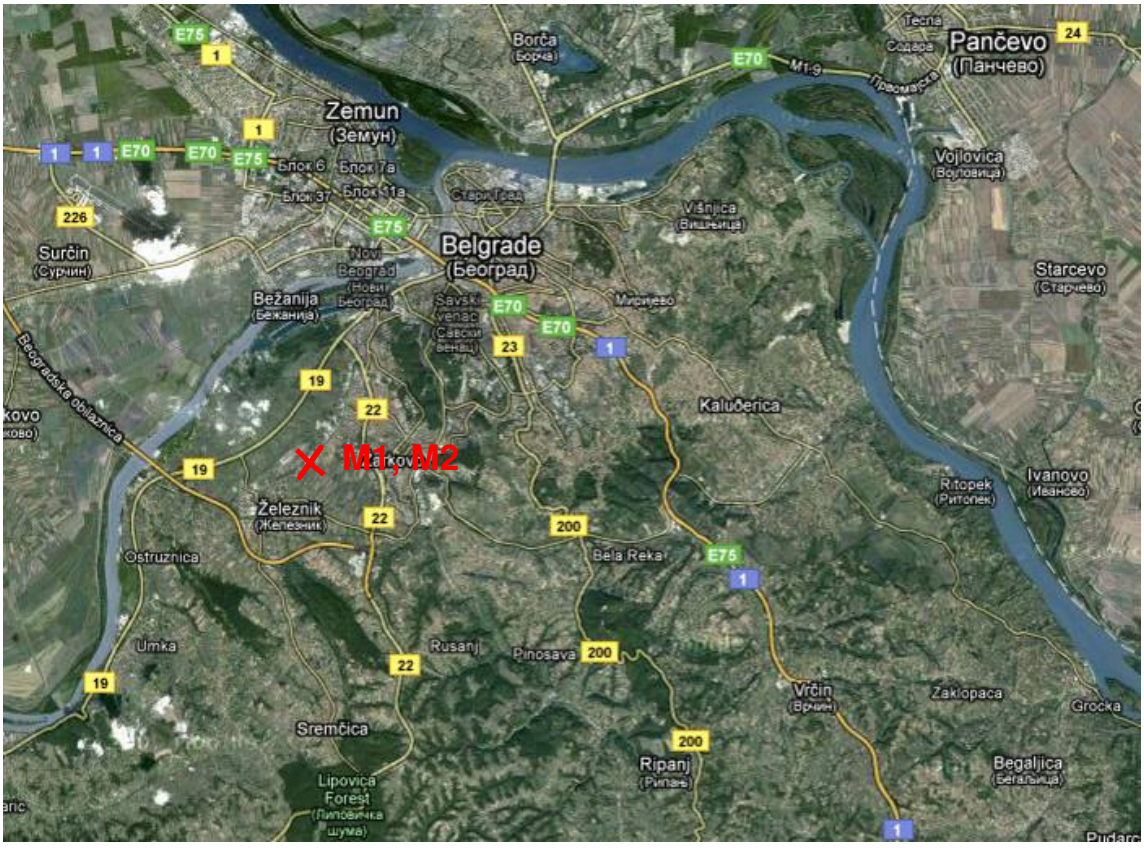
- Zakon br. 258/2000 Sb. o zaštiti javnog zdravlja i izmenama zakona koji su u vezi sa njim
- Uredba Vlade br. 148/2006 Sb. o zaštiti javnog zdravlja od negativnog delovanja buke i vibracija
- Metodološko uputstvo MZ ČR za merenje i ocenjivanje buke izvan radne sredine

## 4. Opis merenja

Merenja su urađena u dve merne tačke pored deonice puta E760 / M22. Merenja su obavljena u spoljašnjoj sredini u blizini navedene saobraćajne deonice. Na osnovu merenja je preciziran matematički model i sproveden predlog mera zaštite od buke. Snimak mernog mesta sa mernim tačkama prikazan je na sl. 1.

Mereni su ekvivalentni nivoi zvučnog pritiska u intervalima 1 s. Iz izmerenih nivoa su isključeni nivoi buke izvora koji nisu u vezi sa bukom drumskog saobraćaja (vazdušni saobraćaj, lajanje pasa, građevinske delatnosti i sl.). Za vreme merenja vršeno je brojanje saobraćaja. Vozila su podeljena u sedam grupa:

- putnički automobili,
- laka teretna vozila,
- teška teretna vozila,
- traktori,
- motocikli i autobusi.




*Sl. 1. Merno mesto MM11 sa mernim tačkama M1 i M2*

## 5. Opis mernog mesta

Merna tačka M1 je odabrana pored puta E760 / M22 (sl. 2.). Merni mikrofon je smešten 7,5 m od ose bliže saobraćajne trake puta E760 / M22, 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice E760 / M22.

Kolovoz ispred mernog mesta je prava deonica puta sa dve trake. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 50 km/h.

Dominantnim izvorom buke je saobraćaj na putu E760 / M22. Nema drugih izvora u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM11 dat je na sl. 2, gde je obeležena merna tačka M1, a fotografije merne tačke M1 su date na sl. 3.




*Sl. 2. Merno mesto MM11 sa oznakom merne tačke M1*






*Sl. 3. Fotografije merne tačke M1*

Merna tačka M1 je odabrana pored jednog od niza postojećih objekata (sl. 4). Merni mikrofon je postavljen na 2 m od fasade objekta, na udaljenosti od 32 m od ose krajnje saobraćajne trake saobraćajnice E760 / M22, 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice E760 / M22.

Kolovoz ispred merne tačke je prava deonica puta sa dve trake. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 50 km/h.

Dominantni izvor buke je drumski saobraćaj na putu E760 / M22. Nema drugih izvora buke u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u Poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM11 dat je na sl. 4, gde je obeležena merna tačka M2, fotografije merne tačke su date na sl. 5.




*Sl. 4. Snimak mernog mesta MM11 sa oznakom merne tačke M2*





*Sl. 5. Fotografije merne tačke M2*

## 6. Rezultati merenja

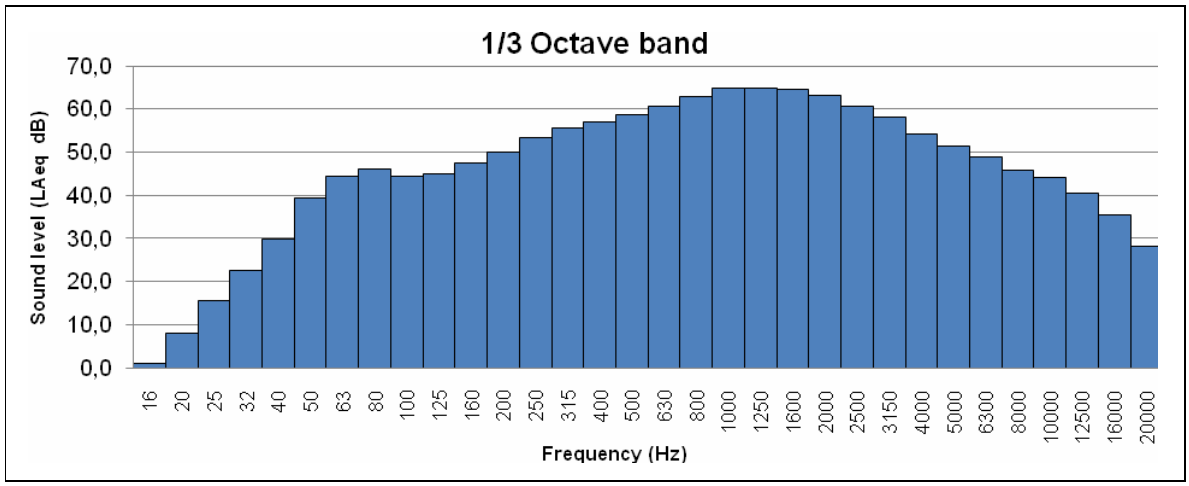
### Nivo buke u mernoj tački M1

*Tabela 1. Rezultati merenja u mernoj tački M1.*

| vreme merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 20.11.2009 | 09:04 - 10:04 | 578 | 60 | 20 | 27 | 1 | **72,7** | 77,0 | 75,8 | 63,4 | 61,1 |
| | | 620 | 57 | 25 | 25 | 1 | | | | | |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 63,4 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 72{,}2\ dB \pm 1{,}7\ dB$$




*Sl. 6. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M1*

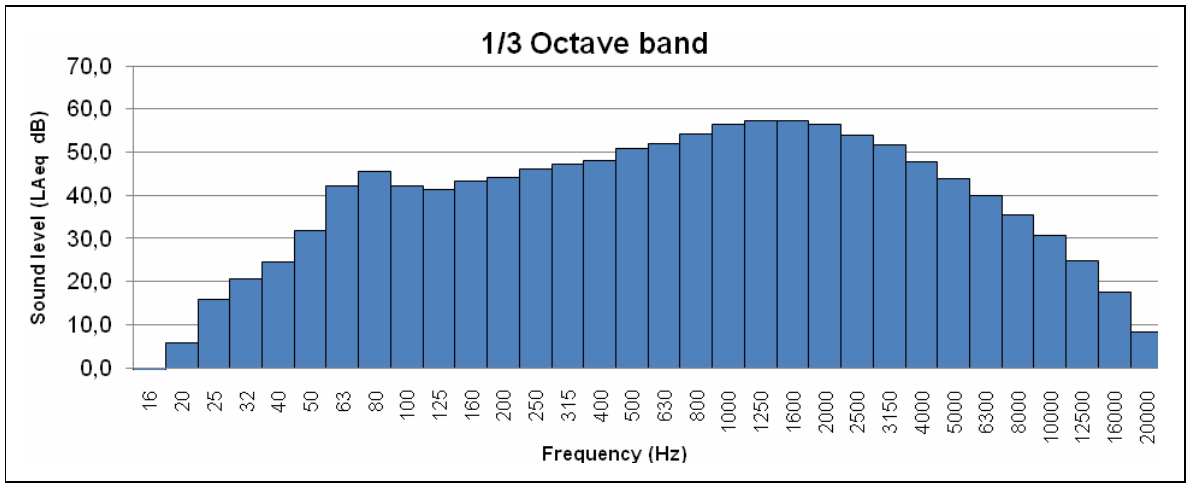
**Nivo buke u mernoj tački M2**

*Tabela 2. Rezultati merenja u mernoj tački M2.*

| vreme merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 20.11.2009 | 09:04 - 10:04 | 578 | 60 | 20 | 27 | 1 | **65,1** | 68,8 | 67,7 | 58,7 | 56,3 |
| | | 620 | 57 | 25 | 25 | 1 | | | | | |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 58,7 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 64{,}0\ dB \pm 1{,}7\ dB$$




*Sl. 7. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M2*

## 7. Zaključak

Izvršena merenja služe kao osnova za predlog mera zaštite od buke u spoljašnjoj sredini za merno mesto MM11 magistralni put Beograd – Čačak; Beograd, Vidikovac.

## 8. Primedbe i objašnjenja

Oznake merenih veličina:
$L_{Aeq,T}$ – ekvivalentni nivo zvučnog pritiska u intervalu merenja *T*, dat u Tabeli 1 u koloni "vreme merenja", $L_N$ – procentni nivo koji pokazuje nivo zvučnog pritiska prekoračen za *N* procenata vremena tokom intervala merenja *T*, nivo $L_{90}$ se može smatrati kao nivo osnovne buke, nivo $L_5$ se može smatrati prosečnom vrednošću maksimalnih nivoa zvučnog pritiska.

Skraćenice korišćene u tabeli 1 i tabeli 2:

OA – putnički automobili mase do 3,5 t,

LN – laki teretni automobili mase do 6,5 t,

TN – teški teretni automobili mase iznad 6,5 t uključujući kola sa prikolicom i šlepere

Bus – autobusi

Mot – motocikli

Trakt – traktor

Ecological Consulting a.d.
Na Střelnici 48
779 00 Olomouc

Odeljenje zaštite i stvaranja životne sredine u Brnu
Laboratorija za merenje buke
Šumavská 524/31
602 00 Brno

tel: 549 131 210, 549 131 206; e-mail: zp@ecological.cz

# *Izveštaj*
## *o merenju buke br.:* 10/12/01



*Naručilac:*

**Institut IMS a.d, Bulevar vojvode Mišića 43, Beograd**

*Mesto merenja:*

**MM12: M 19; Magistralni put Šabac – Loznica; Šabac**

*Predmet merenja:*

**Merenje buke drumskog saobraćaja**

*Datum merenja:*

*6.05.2010*

*Datum izdavanja izveštaja:*

*26.05.2010*

*Merenje izvršili: Ing. Jaromír Cápal*
*Ing. Zdeněk Beníček*
*Ing. Ivan Urbánek*
*mr Aleksandar Milenković dipl.inž*

……..
Izveštaj izradio
Ing. Zdeněk Beníček

……..
*Iz*veštaj odobrio
Ing. Jaromír Cápal

Rezultat merenja se odnosi isključivo na mesto i vreme merenja opisanim u ovom izveštaju.

Izveštaj o merenju buke se može kopirati samo u celini
i sa pismenom saglasnošću njegovog autora.

## Sadržaj:

1. Merni lanac
2. Metoda i uslovi merenja
3. Korišćeni propisi
4. Opis merenja
5. Opis mernog mesta
6. Rezultati merenja
7. Zaključak
8. Primedbe i objašnjenja

## 1. Merni lanac

1. Precizni analizator zvuka B&K 2250, s.b. 2600467
2. Modul PULSE B&K typ 3050-A-060, s.b. 100121
3. Notebook Toshiba U400 (prateći softver Labshop 12), s.n. 48315510W
4. Mikrofon B&K 4189-A, s.n. 2618684 i 2591375 (sa štitnikom od vetra i spoljnim senzorom)
5. Mikrofon B&K 4189, s.n. 2603615 (sa štitnikom od vetra)
6. Kalibrator B&K 4231, s.n. 2594667
7. Mikrofonski kabl B&K AO 0441(10 m)
8. Mikrofonski kabl B&K AO 0087 D (5 m i 25 m)

Pomoćna oprema: Digitalna meteorološka stanica CONRAD FK-WS-444 s.n. WQ1316-002 i metalni metar (20 m).

Merni lanac je etaloniran u Češkom institutu za metrologiju u Brnu i ima važeća uverenja o etaloniranju br. 6035-OL-Z011-08, br. 6035-OL-M089-07, br. 6035-KL-K057-07, br. 8012-Kl-519209, br. 6035-OL-M042-09, br. 6035-OL-M043-09.

Analizator zvuka sa mikrofonom je pre i posle merenja kalibrisan pomoću navedenog akustičnog kalibratora.

## 2. Metoda i uslovi merenja

| | |
|---|---|
| **Metoda merenja:** | Merenje i obrada rezultata merenja su izvršena u saglasnosti sa standardom ČSN ISO 1996: Opis i merenje buke: Deo 1 i Deo 2, i Metodološko uputstvo za proračun buke od drumskog saobraćaja (Vesnik MŽP 3/1996) |
| **Opis buke:** | Promenjiva. |
| **Vreme merenja:** | 15:30 – 17:15 |
| **Uslovi merenja:** | *Merna tačka 1:*<br>16:10: oblačno, temperatura 27,5°C, relativna vlažnost 57%, vetar 0,7 m/s, atmosferski pritisak 996 hPa<br>16:45: oblačno, temperatura 26,7°C, relativna vlažnost 59%, vetar 1,9 m/s, atmosferski pritisak 996 hPa<br>*Merna tačka 2:*<br>16:20: oblačno, temperatura 28,2°C, relativna vlažnost 56%, vetar 0,7 m/s, atmosferski pritisak 998 hPa<br>16:50: oblačno, temperatura 26,8°C, relativna vlažnost 60%, vetar 1,9 m/s, atmosferski pritisak 9988 hPa |
| **Napomena:** | - |

## 3. Korišćeni propisi

- Zakon br. 258/2000 Sb. o zaštiti javnog zdravlja i izmenama zakona koji su u vezi sa njim
- Uredba Vlade br. 148/2006 Sb. o zaštiti javnog zdravlja od negativnog delovanja buke i vibracija
- Metodološko uputstvo MZ ČR za merenje i ocenjivanje buke izvan radne sredine

## 4. Opis merenja

Merenja su urađena u dve merne tačke pored deonice magistralnog puta M19. Merenja su obavljena u spoljašnjoj sredini u blizini navedene saobraćajne deonice. Na osnovu merenja je preciziran matematički model i sproveden predlog mera zaštite od buke. Snimak mernog mesta sa mernim tačkama prikazan je na sl. 1.

Mereni su ekvivalentni nivoi zvučnog pritiska u intervalima 1 s. Iz izmerenih nivoa su isključeni nivoi buke izvora koji nisu u vezi sa bukom drumskog saobraćaja (vazdušni saobraćaj, lajanje pasa, građevinske delatnosti i sl.). Za vreme merenja vršeno je brojanje saobraćaja. Vozila su podeljena u sedam grupa:

- putnički automobili,
- laka teretna vozila,
- teška teretna vozila,
- traktori,
- motocikli i
- autobusi.




*Sl. 1. Merno mesto MM12 sa mernim tačkama M1 i M2*

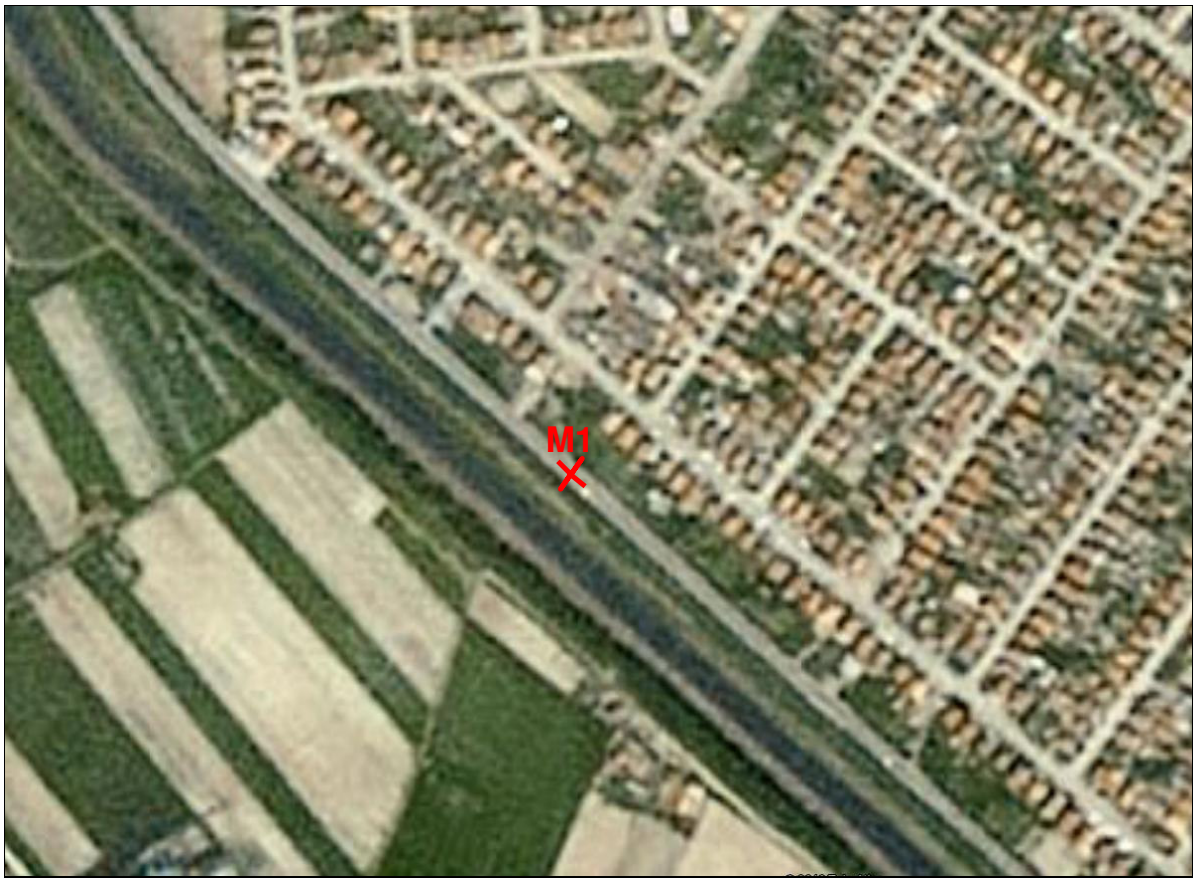
## 5. Opis mernog mesta

Merna tačka M1 se nalazi u blizini magistralnog puta M19 (sl. 2.). Merni mikrofon je smešten 7,5 m od ose bliže saobraćajne trake puta M19, 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice.

Kolovoz ispred mernog mesta je prava deonica puta sa dve trake širine 9 m. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 70 km/h.

Dominantnim izvorom buke je saobraćaj na putu M19. Nema drugih izvora u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM12 dat je na sl. 2, gde je obeležena merna tačka M1, a fotografije merne tačke M1 su date na sl. 3.




*Sl. 2. Merno mesto MM12 sa oznakom merne tačke M1*





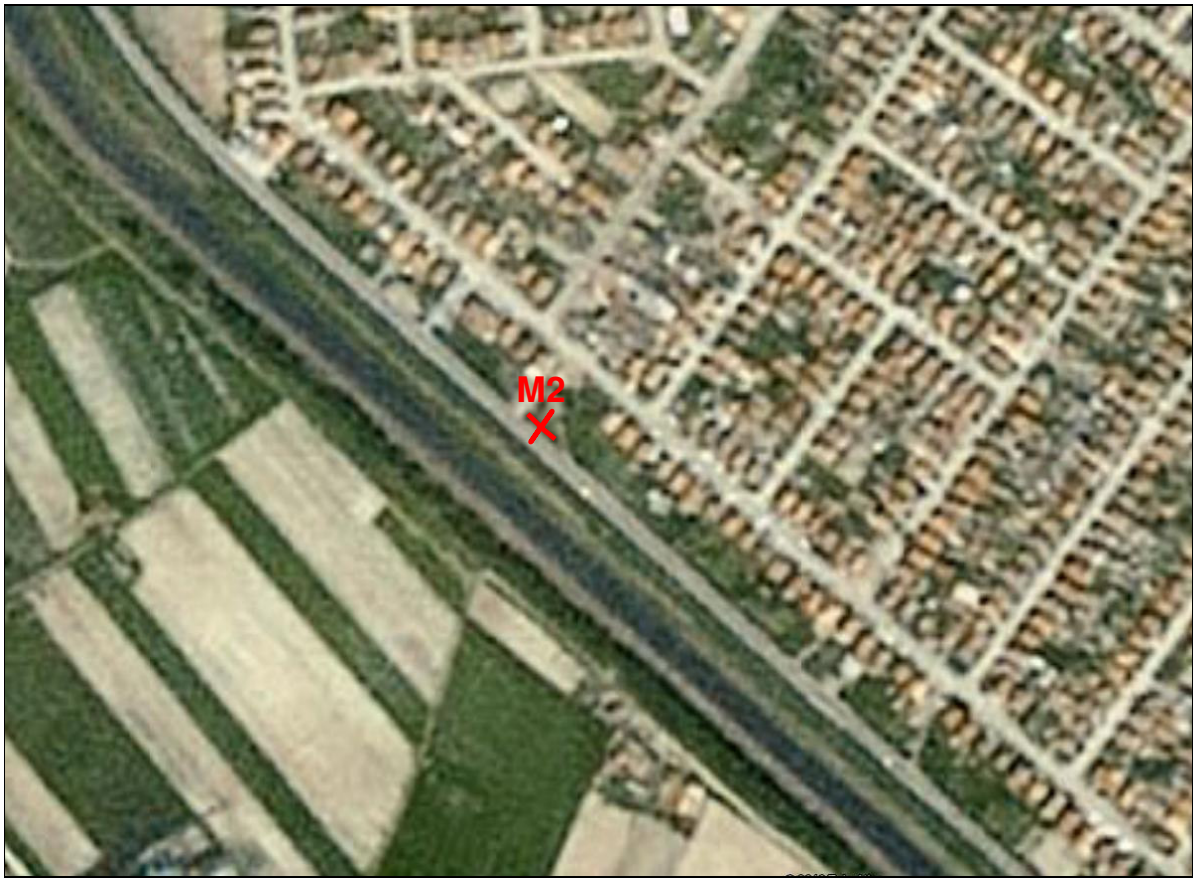
*Sl. 3. Fotografije merne tačke M1*

Merna tačka M2 je odabrana pored jednog od niza postojećih objekata (sl. 4). Svi objekti su udaljeni oko 30 m od krajne saobraćajne trake puta. Merni mikrofon je postavljen na udaljenosti od 28,5 m od ose krajnje saobraćajne trake saobraćajnice M19, 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice.

Kolovoz ispred merne tačke je prava deonica puta sa dve trake širine 9 m. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 70 km/h.

Dominantni izvor buke je drumski saobraćaj na putu M19. Nema drugih izvora buke u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u Poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM12 dat je na sl. 4, gde je obeležena merna tačka M2, fotografije merne tačke su date na sl. 5.




*Sl. 4. Snimak mernog mesta MM12 sa oznakom merne tačke M2*





*Sl. 5. Fotografije merne tačke M2*

## 6. Rezultati merenja

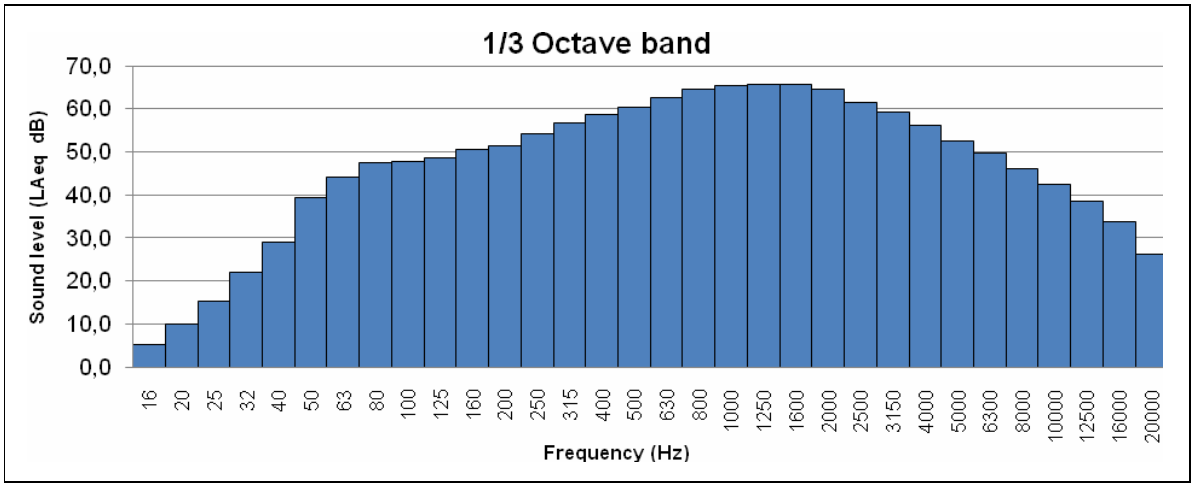
### Nivo buke u mernoj tački M1

*Tabela 1. Rezultati merenja u mernoj tački M1.*

| Vreme i datum merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | Trakt | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 5.5.2010 | 15:51-16:51 | 610 | 57 | 85 | 13 | 8 | 4 | **73,8** | 79,5 | 77,4 | 53,0 | 50,9 |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 53,0 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 73,8\ dB \pm 1,7\ dB$$




*Sl. 6. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M1*

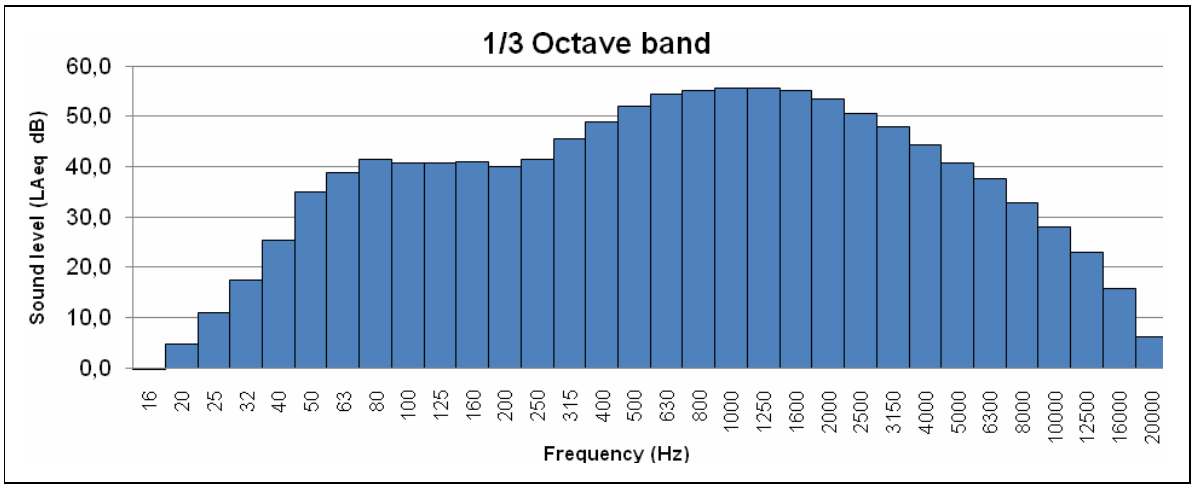
**Nivo buke u mernoj tački M2**

*Tabela 2. Rezultati merenja u mernoj tački M2.*

| Vreme i datum merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | Trakt | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 5.5.2010 | 15:51-16:51 | 610 | 57 | 85 | 13 | 8 | 4 | **63,8** | 69,4 | 67,5 | 51,0 | 49,2 |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 51,0 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 63{,}6\ \text{dB} \pm 1{,}7\ \text{dB}$$




*Sl. 7. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M2*

## 7. Zaključak

Izvršena merenja služe kao osnova za predlog mera zaštite od buke u spoljašnjoj sredini za merno mesto MM12: M 19; Magistralni put Šabac – Loznica; Šabac.

## 8. Primedbe i objašnjenja

Oznake merenih veličina:
$L_{Aeq,T}$ – ekvivalentni nivo zvučnog pritiska u intervalu merenja *T*, dat u Tabeli 1 u koloni "vreme merenja", $L_N$ – procentni nivo koji pokazuje nivo zvučnog pritiska prekoračen za *N* procenata vremena tokom intervala merenja *T*, nivo $L_{90}$ se može smatrati kao nivo osnovne buke, nivo $L_5$ se može smatrati prosečnom vrednošću maksimalnih nivoa zvučnog pritiska.

Skraćenice korišćene u tabeli 1 i tabeli 2:

OA – putnički automobili mase do 3,5 t,
LN – laki teretni automobili mase do 6,5 t,
TN – teški teretni automobili mase iznad 6,5 t uključujući kola sa prikolicom i šlepere
Bus – autobusi
Mot – motocikli
Trakt – traktor

Ecological Consulting a.d.
Na Střelnici 48
779 00 Olomouc

Odeljenje zaštite i stvaranja životne sredine u Brnu
Laboratorija za merenje buke
Šumavská 524/31
602 00 Brno

tel: 549 131 210, 549 131 206; e-mail: zp@ecological.cz

# *Izveštaj*
## *o merenju buke br.:* 10/12/02



*Naručilac:*

**Institut IMS a.d, Bulevar vojvode Mišića 43, Beograd**

*Mesto merenja:*

**MM13: M 21; Obilaznica oko Valjeva; Valjevo**

*Predmet merenja:*

**Merenje buke drumskog saobraćaja**

*Datum merenja:*

*6.05.2010*

*Datum izdavanja izveštaja:*

*1.06.2010*

*Merenje izvršili: Ing. Jaromír Cápal*
*Ing. Zdeněk Beníček*
*Ing. Ivan Urbánek*
*mr Aleksandar Milenković dipl.inž*

……..
Izveštaj izradio
Ing. Zdeněk Beníček

……..
*I*zveštaj odobrio
Ing. Jaromír Cápal

Rezultat merenja se odnosi isključivo na mesto i vreme merenja opisanim u ovom izveštaju.

Izveštaj o merenju buke se može kopirati samo u celini
i sa pismenom saglasnošću njegovog autora.

## Sadržaj:

1. Merni lanac
2. Metoda i uslovi merenja
3. Korišćeni propisi
4. Opis merenja
5. Opis mernog mesta
6. Rezultati merenja
7. Zaključak
8. Primedbe i objašnjenja

## 1. Merni lanac

1. Precizni analizator zvuka B&K 2250, s.b. 2600467
2. Modul PULSE B&K typ 3050-A-060, s.b. 100121
3. Notebook Toshiba U400 (prateći softver Labshop 12), s.n. 48315510W
4. Mikrofon B&K 4189-A, s.n. 2618684 i 2591375 (sa štitnikom od vetra i spoljnim senzorom)
5. Mikrofon B&K 4189, s.n. 2603615 (sa štitnikom od vetra)
6. Kalibrator B&K 4231, s.n. 2594667
7. Mikrofonski kabl B&K AO 0441(10 m)
8. Mikrofonski kabl B&K AO 0087 D (5 m i 25 m)

Pomoćna oprema: Digitalna meteorološka stanica CONRAD FK-WS-444 s.n. WQ1316-002 i metalni metar (20 m).

Merni lanac je etaloniran u Češkom institutu za metrologiju u Brnu i ima važeća uverenja o etaloniranju br. 6035-OL-Z011-08, br. 6035-OL-M089-07, br. 6035-KL-K057-07, br. 8012-Kl-519209, br. 6035-OL-M042-09, br. 6035-OL-M043-09.

Analizator zvuka sa mikrofonom je pre i posle merenja kalibrisan pomoću navedenog akustičnog kalibratora.

## 2. Metoda i uslovi merenja

| | |
|---|---|
| **Metoda merenja:** | Merenje i obrada rezultata merenja su izvršena u saglasnosti sa standardom ČSN ISO 1996: Opis i merenje buke: Deo 1 i Deo 2, i Metodološko uputstvo za proračun buke od drumskog saobraćaja (Vesnik MŽP 3/1996) |
| **Opis buke:** | Promenjiva. |
| **Vreme merenja:** | 9:00 – 10:30 |
| **Uslovi merenja:** | *Merna tačka 1:*<br>9:27: vedro, temperatura 25,8°C, relativna vlažnost 45%, vetar 0,3 m/s, atmosferski pritisak 981 hPa<br>10:15: vedro, temperatura 24,4°C, relativna vlažnost 39%, vetar 2,2 m/s, atmosferski pritisak 1008 hPa<br>*Merna tačka 2:*<br>9:27: vedro, temperatura 25,8°C, relativna vlažnost 45%, vetar 0,3 m/s, atmosferski pritisak 981 hPa<br>10:15: vedro, temperatura 24,4°C, relativna vlažnost 39%, vetar 2,2 m/s, atmosferski pritisak 1008 hPa |
| **Napomena:** | - |

## 3. Korišćeni propisi

- Zakon br. 258/2000 Sb. o zaštiti javnog zdravlja i izmenama zakona koji su u vezi sa njim
- Uredba Vlade br. 148/2006 Sb. o zaštiti javnog zdravlja od negativnog delovanja buke i vibracija
- Metodološko uputstvo MZ ČR za merenje i ocenjivanje buke izvan radne sredine

## 4. Opis merenja

Merenja su urađena u dve merne tačke pored deonice puta M21 obilaznica oko Valjeva. Merenja su obavljena u spoljašnjoj sredini u blizini navedene saobraćajne deonice. Na osnovu merenja je preciziran matematički model i sproveden predlog mera zaštite od buke. Snimak mernog mesta sa mernim tačkama prikazan je na sl. 1.

Mereni su ekvivalentni nivoi zvučnog pritiska u intervalima 1 s. Iz izmerenih nivoa su isključeni nivoi buke izvora koji nisu u vezi sa bukom drumskog saobraćaja (vazdušni saobraćaj, lajanje pasa, građevinske delatnosti i sl.). Za vreme merenja vršeno je brojanje saobraćaja. Vozila su podeljena u sedam grupa:

- putnički automobili,
- laka teretna vozila,
- teška teretna vozila,
- traktori,
- motocikli i
- autobusi.




*Sl. 1. Merno mesto MM13 sa mernim tačkama M1 i M2*

## 5. Opis mernog mesta

Merna tačka M1 je odabrana pored jednog od niza postojećih objekata (sl. 2.). Merni mikrofon je smešten 16,5 m od ose saobraćajne trake puta M21, 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice.

Kolovoz ispred mernog mesta je prava deonica puta sa dve trake širine 8 m. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 70 km/h.

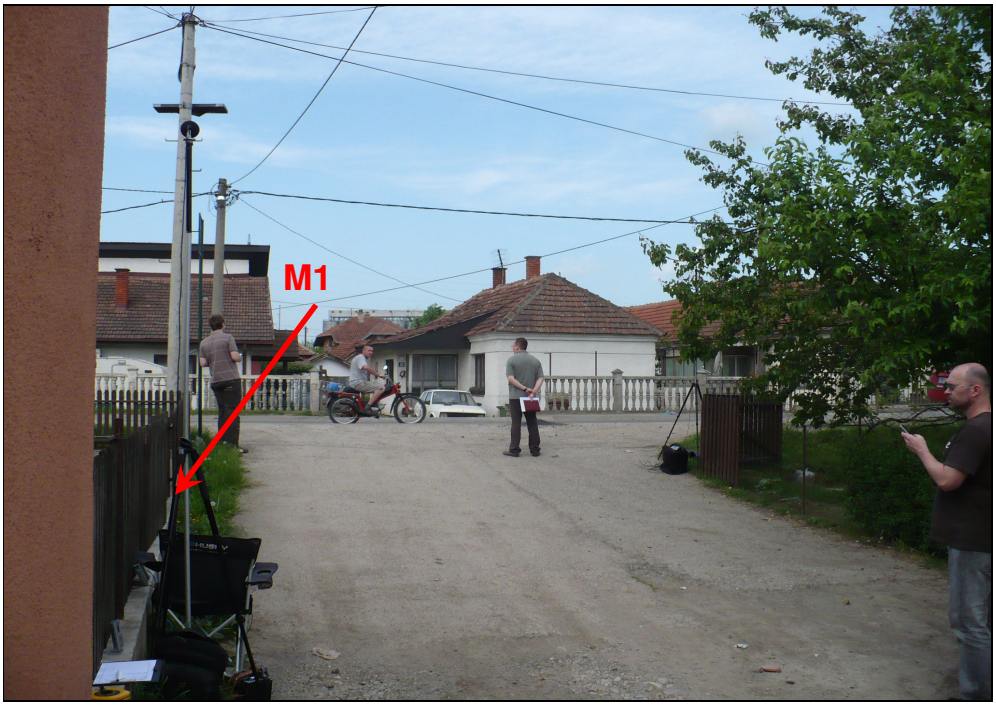
Dominantnim izvorom buke je saobraćaj na putu M21. Nema drugih izvora u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM13 dat je na sl. 2, gde je obeležena merna tačka M1, a fotografije merne tačke M1 su date na sl. 3.




*Sl. 2. Merno mesto MM13 sa oznakom merne tačke M1*




*Sl. 3. Fotografije merne tačke M1*

Merna tačka M2 se nalazi u blizini puta M21 (sl. 4). Merni mikrofon je postavljen na udaljenosti od 7,5 m od ose saobraćajne trake puta M21, 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice.

Kolovoz ispred mernog mesta je prava deonica puta sa dve trake širine 8 m. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 70 km/h.

Dominantnim izvorom buke je saobraćaj na putu M21. Nema drugih izvora u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM13 dat je na sl. 4, gde je obeležena merna tačka M2, fotografije merne tačke su date na sl. 5.




*Sl. 4. Snimak mernog mesta MM1 sa oznakom merne tačke M2*






*Sl. 5. Fotografije merne tačke M2*

## 6. Rezultati merenja

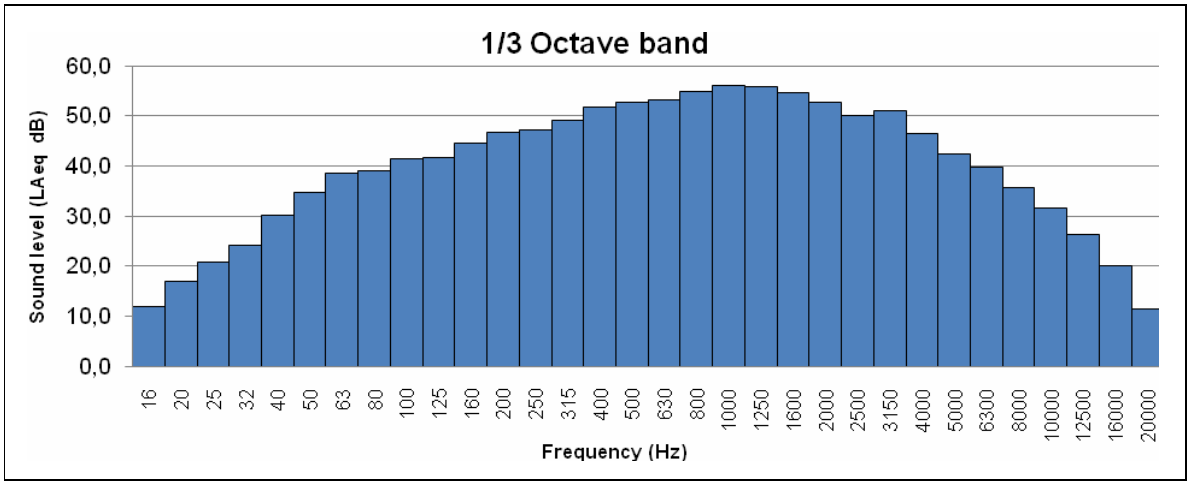
### Nivo buke u mernoj tački M1

*Tabela 1. Rezultati merenja u mernoj tački M1.*

| Vreme i datum merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | Trakt | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 6.5.2010 | 09:13-10:13 | 384 | 38 | 54 | 1 | 9 | 1 | **64,2** | 69,7 | 67,4 | 50,3 | 47,9 |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 50,3 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 64{,}0\ dB \pm 1{,}7\ dB$$




*Sl. 6. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M1*

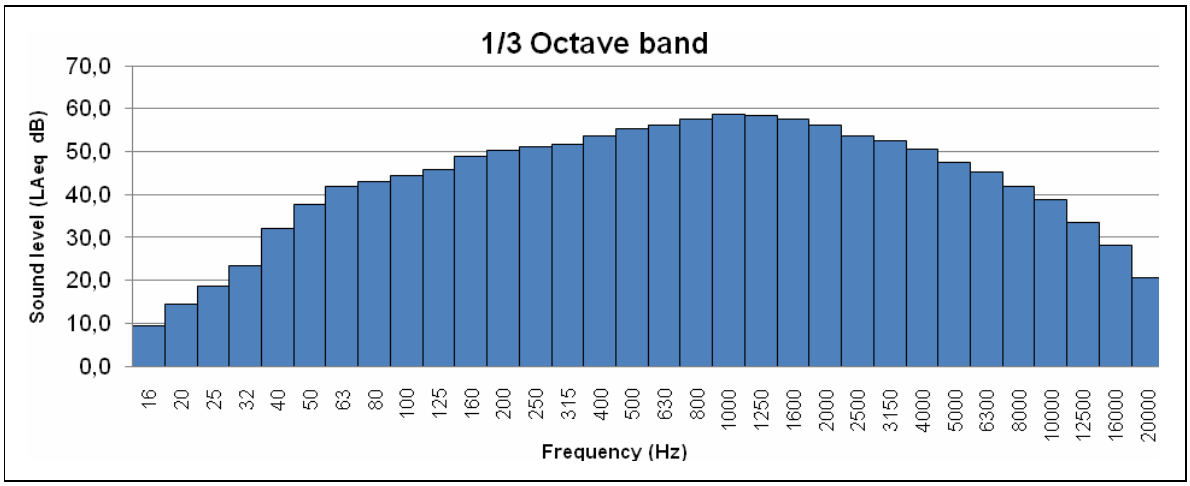
**Nivo buke u mernoj tački M2**

*Tabela 2. Rezultati merenja u mernoj tački M2.*

| Vreme i datum merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | Trakt | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 6.5.2010 | 09:13-10:13 | 384 | 38 | 54 | 1 | 9 | 1 | **67,1** | 73,1 | 70,8 | 50,2 | 48,0 |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 50,2 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 67{,}1\ \text{dB} \pm 1{,}7\ \text{dB}$$




*Sl. 7. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M2*

## 7. Zaključak

Izvršena merenja služe kao osnova za predlog mera zaštite od buke u spoljašnjoj sredini za merno mesto MM13: M 21; Obilaznica oko Valjeva; Valjevo.

## 8. Primedbe i objašnjenja

Oznake merenih veličina:
$L_{Aeq,T}$ – ekvivalentni nivo zvučnog pritiska u intervalu merenja *T*, dat u Tabeli 1 u koloni "vreme merenja", $L_N$ – procentni nivo koji pokazuje nivo zvučnog pritiska prekoračen za *N* procenata vremena tokom intervala merenja *T*, nivo $L_{90}$ se može smatrati kao nivo osnovne buke, nivo $L_5$ se može smatrati prosečnom vrednošću maksimalnih nivoa zvučnog pritiska.

Skraćenice korišćene u tabeli 1 i tabeli 2:

OA – putnički automobili mase do 3,5 t,

LN – laki teretni automobili mase do 6,5 t,

TN – teški teretni automobili mase iznad 6,5 t uključujući kola sa prikolicom i šlepere

Bus – autobusi

Mot – motocikli

Trakt – traktor

Ecological Consulting a.d.
Na Střelnici 48
779 00 Olomouc

Odeljenje zaštite i stvaranja životne sredine u Brnu
Laboratorija za merenje buke
Šumavská 524/31
602 00 Brno

tel: 549 131 210, 549 131 206; e-mail: zp@ecological.cz

# *Izveštaj*
## *o merenju buke br.:* 10/12/03



*Naručilac:*

**Institut IMS a.d, Bulevar vojvode Mišića 43, Beograd**

*Mesto merenja:*

**MM14: E 760 / M 22; Magistralni put Beograd – Čačak; Gornji Milanovac**

*Predmet merenja:*

**Merenje buke drumskog saobraćaja**

*Datum merenja:*

*6.05.2010*

*Datum izdavanja izveštaja:*

*1.06.2010*

*Merenje izvršili: Ing. Jaromír Cápal*
*Ing. Zdeněk Beníček*
*Ing. Ivan Urbánek*
*mr Aleksandar Milenković dipl.inž*

……..
Izveštaj izradio
Ing. Zdeněk Beníček

……..
*Iz*veštaj odobrio
Ing. Jaromír Cápal

Rezultat merenja se odnosi isključivo na mesto i vreme merenja opisanim u ovom izveštaju.

Izveštaj o merenju buke se može kopirati samo u celini
i sa pismenom saglasnošću njegovog autora.

## Sadržaj:

1. Merni lanac
2. Metoda i uslovi merenja
3. Korišćeni propisi
4. Opis merenja
5. Opis mernog mesta
6. Rezultati merenja
7. Zaključak
8. Primedbe i objašnjenja

## 1. Merni lanac

1. Precizni analizator zvuka B&K 2250, s.b. 2600467
2. Modul PULSE B&K typ 3050-A-060, s.b. 100121
3. Notebook Toshiba U400 (prateći softver Labshop 12), s.n. 48315510W
4. Mikrofon B&K 4189-A, s.n. 2618684 i 2591375 (sa štitnikom od vetra i spoljnim senzorom)
5. Mikrofon B&K 4189, s.n. 2603615 (sa štitnikom od vetra)
6. Kalibrator B&K 4231, s.n. 2594667
7. Mikrofonski kabl B&K AO 0441(10 m)
8. Mikrofonski kabl B&K AO 0087 D (5 m i 25 m)

Pomoćna oprema: Digitalna meteorološka stanica CONRAD FK-WS-444 s.n. WQ1316-002 i metalni metar (20 m).

Merni lanac je etaloniran u Češkom institutu za metrologiju u Brnu i ima važeća uverenja o etaloniranju br. 6035-OL-Z011-08, br. 6035-OL-M089-07, br. 6035-KL-K057-07, br. 8012-Kl-519209, br. 6035-OL-M042-09, br. 6035-OL-M043-09.

Analizator zvuka sa mikrofonom je pre i posle merenja kalibrisan pomoću navedenog akustičnog kalibratora.

## 2. Metoda i uslovi merenja

| | |
|---|---|
| **Metoda merenja:** | Merenje i obrada rezultata merenja su izvršena u saglasnosti sa standardom ČSN ISO 1996: Opis i merenje buke: Deo 1 i Deo 2, i Metodološko uputstvo za proračun buke od drumskog saobraćaja (Vesnik MŽP 3/1996) |
| **Opis buke:** | Promenjiva. |
| **Vreme merenja:** | 11:45 – 13:20 |
| **Uslovi merenja:** | *Merna tačka 1:*<br>12:25: vedro, temperatura 27,1°C, relativna vlažnost 41%, vetar 1,0 m/s, atmosferski pritisak 965 hPa<br>13:15: vedro, temperatura 24,4°C, relativna vlažnost 49%, vetar 0,7 m/s, atmosferski pritisak 964 hPa<br>*Merna tačka 2:*<br>12:10: vedro, temperatura 26,9°C, relativna vlažnost 40%, vetar 1,0 m/s, atmosferski pritisak 966 hPa<br>13:10: vedro, temperatura 25,4°C, relativna vlažnost 46%, vetar 0,8 m/s, atmosferski pritisak 966 hPa |
| **Napomena:** | - |

## 3. Korišćeni propisi

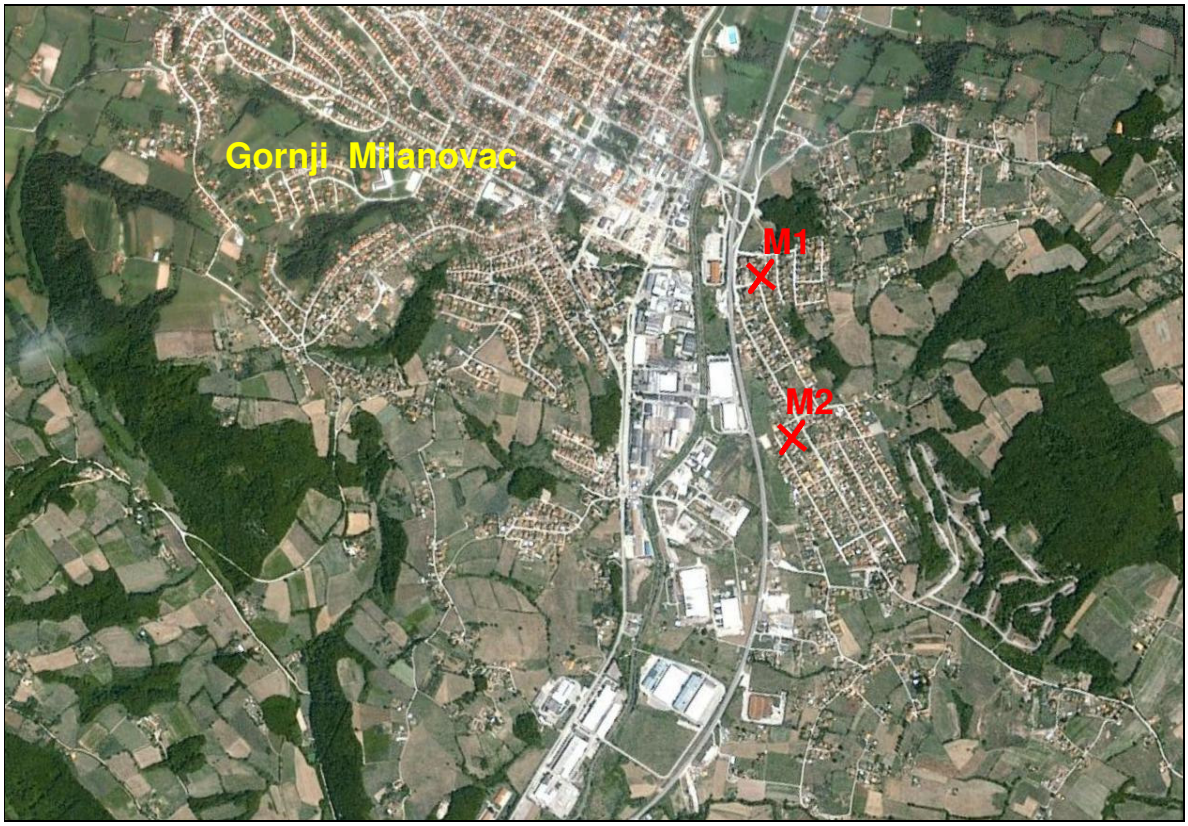
- Zakon br. 258/2000 Sb. o zaštiti javnog zdravlja i izmenama zakona koji su u vezi sa njim
- Uredba Vlade br. 148/2006 Sb. o zaštiti javnog zdravlja od negativnog delovanja buke i vibracija
- Metodološko uputstvo MZ ČR za merenje i ocenjivanje buke izvan radne sredine

## 4. Opis merenja

Merenja su urađena u dve merne tačke pored deonice puta E760 / M22. Merenja su obavljena u spoljašnjoj sredini u blizini navedene saobraćajne deonice. Na osnovu merenja je preciziran matematički model i sproveden predlog mera zaštite od buke. Snimak mernog mesta sa mernim tačkama prikazan je na sl. 1.

Mereni su ekvivalentni nivoi zvučnog pritiska u intervalima 1 s. Iz izmerenih nivoa su isključeni nivoi buke izvora koji nisu u vezi sa bukom drumskog saobraćaja (vazdušni saobraćaj, lajanje pasa, građevinske delatnosti i sl.). Za vreme merenja vršeno je brojanje saobraćaja. Vozila su podeljena u sedam grupa:

- putnički automobili,
- laka teretna vozila,
- teška teretna vozila,
- traktori,
- motocikli i
- autobusi.




*Sl. 1. Merno mesto MM14 sa mernim tačkama M1 i M2*

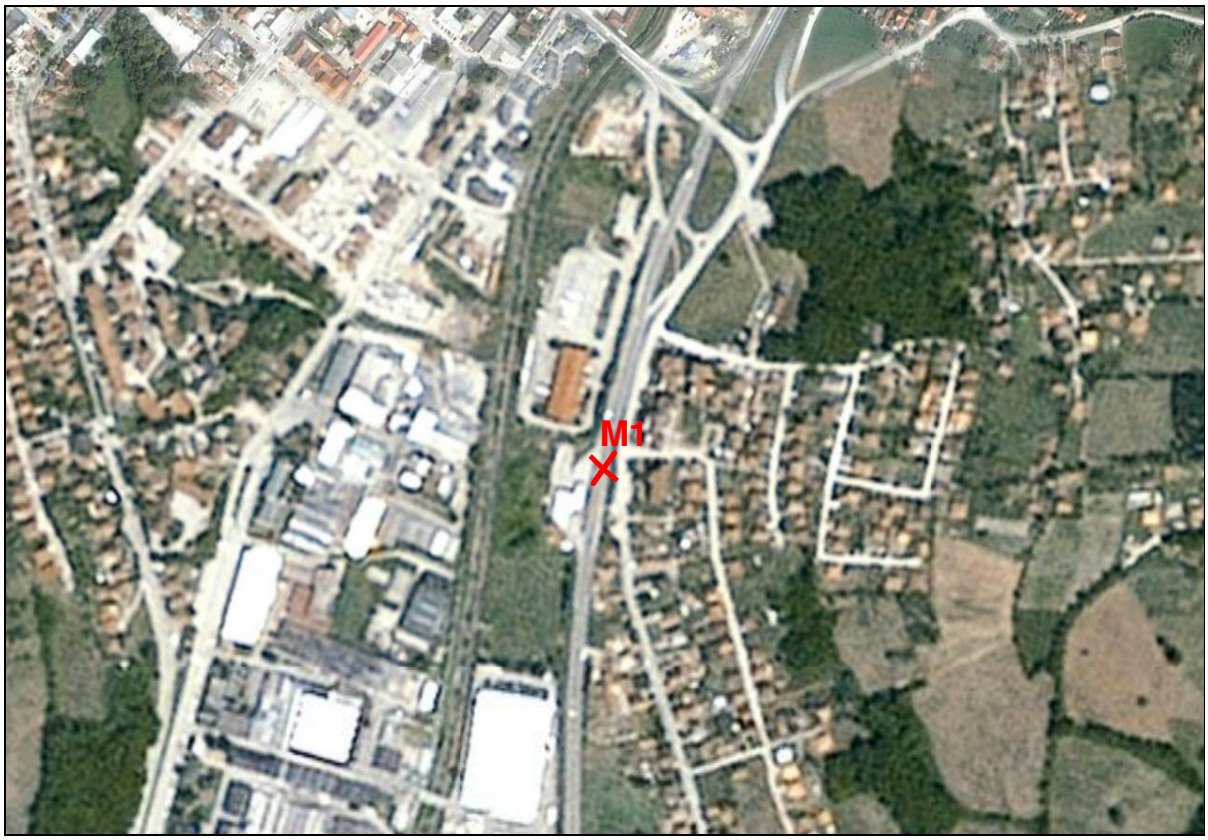
## 5. Opis mernog mesta

Merna tačka M1 je odabrana u blizini višespratne zgrade (sl. 2.). Između merenog magistralnog puta E760 / M22 i zgrade nalazi se lokalni put koji je takođe uključen u merenje. Merni mikrofon je smešten 36,5 m od ose saobraćajne trake magistralnog puta E760 / M22, 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice.

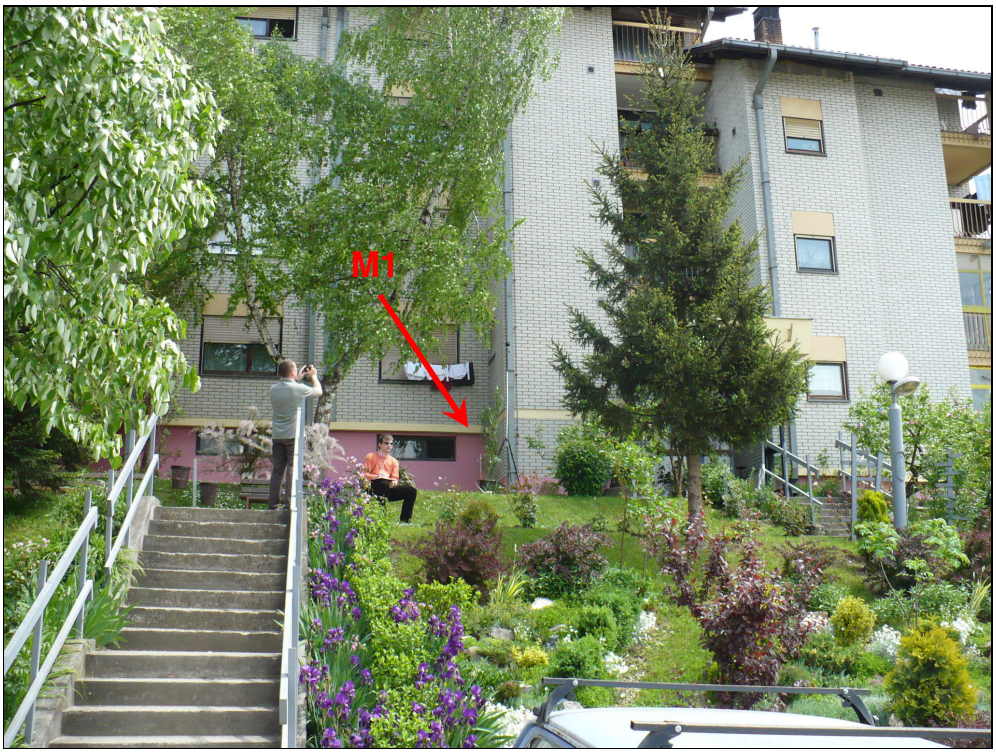
Kolovoz ispred mernog mesta je prava deonica puta sa dve trake širine 9 m. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 70 km/h.

Dominantnim izvorom buke je saobraćaj na magistralnom putu E760 / M22. Nema drugih izvora u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM14 dat je na sl. 2, gde je obeležena merna tačka M1, a fotografije merne tačke M1 su date na sl. 3.




*Sl. 2. Merno mesto MM14 sa oznakom merne tačke M1*






*Sl. 3. Fotografije merne tačke M1*

Merna tačka M2 je odabrana pored jednog od niza postojećih objekata (sl. 4). Merni mikrofon je postavljen na udaljenosti od 64 m od ose saobraćajne trake magistralnog puta E760 / M22, 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice.

Kolovoz ispred mernog mesta je prava deonica puta sa dve trake širine 9 m. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 70 km/h.

Dominantni izvor buke je drumski saobraćaj na magistralnog puta E760 / M22. Nema drugih izvora buke u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u Poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM14 dat je na sl. 4, gde je obeležena merna tačka M2, fotografije merne tačke su date na sl. 5.




*Sl. 4. Snimak mernog mesta MM14 sa oznakom merne tačke M2*







*Sl. 5. Fotografije merne tačke M2*

## 6. Rezultati merenja

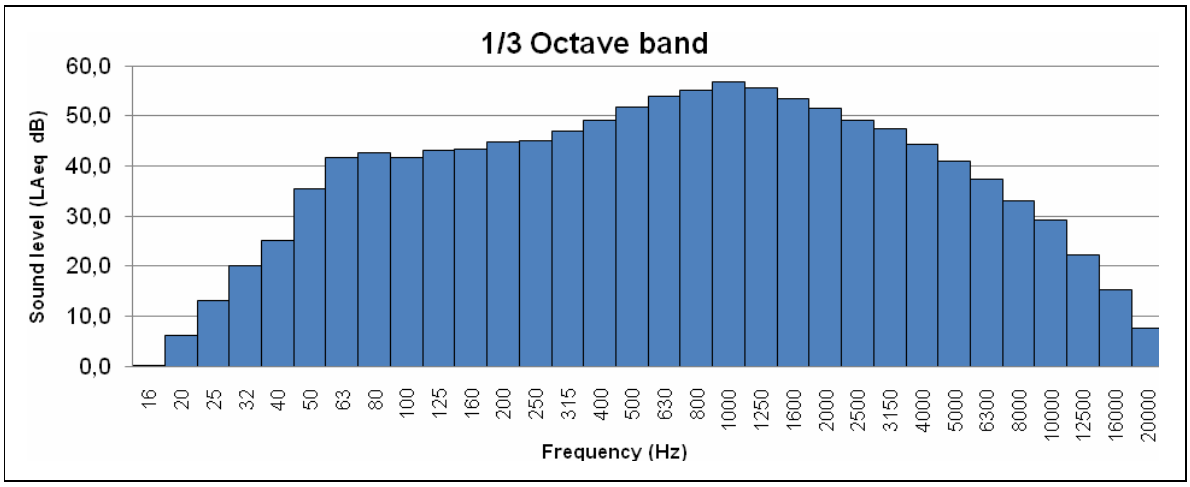
### Nivo buke u mernoj tački M1

*Tabela 1. Rezultati merenja u mernoj tački M1.*

| Vreme i datum merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | Trakt | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 6.5.2010 | put M-22 | 550 | 69 | 78 | 7 | 1 | / | **63,8** | 69,0 | 67,3 | 54,6 | 52,8 |
| 12:13-13:13 | Lokalni put | 264 | 17 | / | 1 | 4 | / | | | | | |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 54,6 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 63{,}2\ dB \pm 1{,}7\ dB$$




*Sl. 6. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M1*

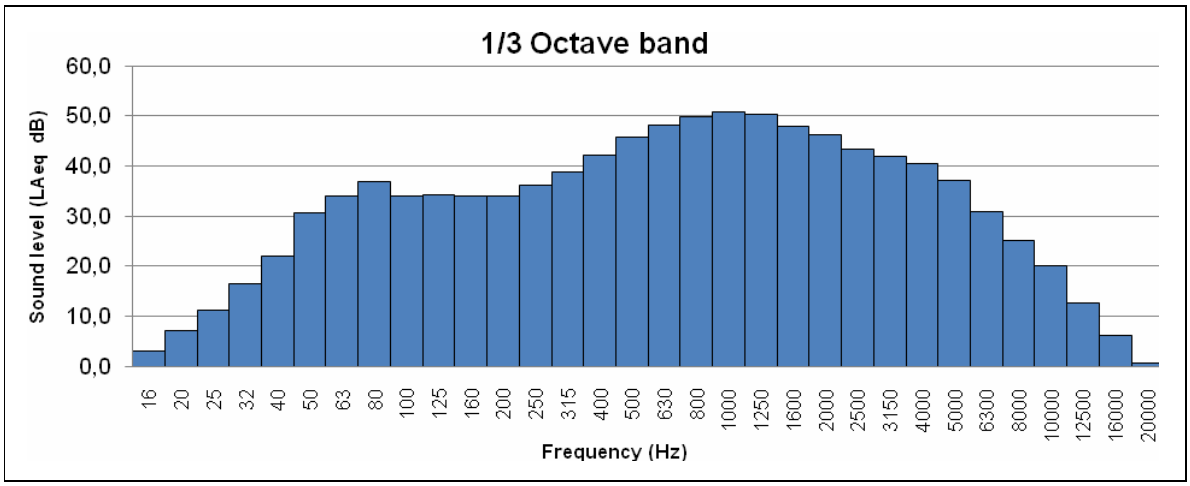
**Nivo buke u mernoj tački M2**

*Tabela 2. Rezultati merenja u mernoj tački M2.*

| Vreme i datum merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | Trakt | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 6.5.2010 | 12:08-10:08 | 610 | 58 | 90 | 8 | 1 | / | **57,9** | 63,1 | 61,6 | 47,6 | 45,5 |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 47,6 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 57{,}5\ \text{dB} \pm 1{,}7\ \text{dB}$$




*Sl. 7. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M2*

## 7. Zaključak

Izvršena merenja služe kao osnova za predlog mera zaštite od buke u spoljašnjoj sredini za merno mesto MM14: E 760 / M 22; Magistralni put Beograd – Čačak; Gornji Milanovac.

## 8. Primedbe i objašnjenja

Oznake merenih veličina:
$L_{Aeq,T}$ – ekvivalentni nivo zvučnog pritiska u intervalu merenja *T*, dat u Tabeli 1 u koloni "vreme merenja", $L_N$ – procentni nivo koji pokazuje nivo zvučnog pritiska prekoračen za *N* procenata vremena tokom intervala merenja *T*, nivo $L_{90}$ se može smatrati kao nivo osnovne buke, nivo $L_5$ se može smatrati prosečnom vrednošću maksimalnih nivoa zvučnog pritiska.

Skraćenice korišćene u tabeli 1 i tabeli 2:

OA – putnički automobili mase do 3,5 t,
LN – laki teretni automobili mase do 6,5 t,
TN – teški teretni automobili mase iznad 6,5 t uključujući kola sa prikolicom i šlepere
Bus – autobusi
Mot – motocikli
Trakt – traktor

Ecological Consulting a.d.
Na Střelnici 48
779 00 Olomouc

Odeljenje zaštite i stvaranja životne sredine u Brnu
Laboratorija za merenje buke
Šumavská 524/31
602 00 Brno

tel: 549 131 210, 549 131 206; e-mail: zp@ecological.cz

# *Izveštaj*
## *o merenju buke br.:* 10/12/04



*Naručilac:*

**Institut IMS a.d, Bulevar vojvode Mišića 43, Beograd**

*Mesto merenja:*

**MM15: E 761 / M 5; Magistralni put Kraljevo – Kruševac; Kraljevo**

*Predmet merenja:*

**Merenje buke drumskog saobraćaja**

*Datum merenja:*
*7.05.2010*

*Datum izdavanja izveštaja:*
*2.06.2010*

*Merenje izvršili: Ing. Jaromír Cápal*
*Ing. Zdeněk Beníček*
*Ing. Ivan Urbánek*
*mr Aleksandar Milenković dipl.inž*

……..
Izveštaj izradio
Ing. Zdeněk Beníček

……..
*Iz*veštaj odobrio
Ing. Jaromír Cápal

Rezultat merenja se odnosi isključivo na mesto i vreme merenja opisanim u ovom izveštaju.

Izveštaj o merenju buke se može kopirati samo u celini
i sa pismenom saglasnošću njegovog autora.

## Sadržaj:

1. Merni lanac
2. Metoda i uslovi merenja
3. Korišćeni propisi
4. Opis merenja
5. Opis mernog mesta
6. Rezultati merenja
7. Zaključak
8. Primedbe i objašnjenja

## 1. Merni lanac

1. Precizni analizator zvuka B&K 2250, s.b. 2600467
2. Modul PULSE B&K typ 3050-A-060, s.b. 100121
3. Notebook Toshiba U400 (prateći softver Labshop 12), s.n. 48315510W
4. Mikrofon B&K 4189-A, s.n. 2618684 i 2591375 (sa štitnikom od vetra i spoljnim senzorom)
5. Mikrofon B&K 4189, s.n. 2603615 (sa štitnikom od vetra)
6. Kalibrator B&K 4231, s.n. 2594667
7. Mikrofonski kabl B&K AO 0441(10 m)
8. Mikrofonski kabl B&K AO 0087 D (5 m i 25 m)

Pomoćna oprema: Digitalna meteorološka stanica CONRAD FK-WS-444 s.n. WQ1316-002 i metalni metar (20 m).

Merni lanac je etaloniran u Češkom institutu za metrologiju u Brnu i ima važeća uverenja o etaloniranju br. 6035-OL-Z011-08, br. 6035-OL-M089-07, br. 6035-KL-K057-07, br. 8012-Kl-519209, br. 6035-OL-M042-09, br. 6035-OL-M043-09.

Analizator zvuka sa mikrofonom je pre i posle merenja kalibrisan pomoću navedenog akustičnog kalibratora.

## 2. Metoda i uslovi merenja

| | |
|---|---|
| **Metoda merenja:** | Merenje i obrada rezultata merenja su izvršena u saglasnosti sa standardom ČSN ISO 1996: Opis i merenje buke: Deo 1 i Deo 2, i Metodološko uputstvo za proračun buke od drumskog saobraćaja (Vesnik MŽP 3/1996) |
| **Opis buke:** | Promenjiva. |
| **Vreme merenja:** | 8:30 – 10:15 |
| **Uslovi merenja:** | *Merna tačka 1:*<br>8:55: vedro, temperatura 21,1°C, relativna vlažnost 56%, vetar 0,1 m/s, atmosferski pritisak 980 hPa<br>9:45: vedro, temperatura 25,4°C, relativna vlažnost 46%, vetar 0,5 m/s, atmosferski pritisak 980 hPa<br>*Merna tačka 2:*<br>8:55: vedro, temperatura 21,1°C, relativna vlažnost 56%, vetar 0,1 m/s, atmosferski pritisak 980 hPa<br>9:45: vedro, temperatura 25,4°C, relativna vlažnost 46%, vetar 0,5 m/s, atmosferski pritisak 980 hPa |
| **Napomena:** | - |

## 3. Korišćeni propisi

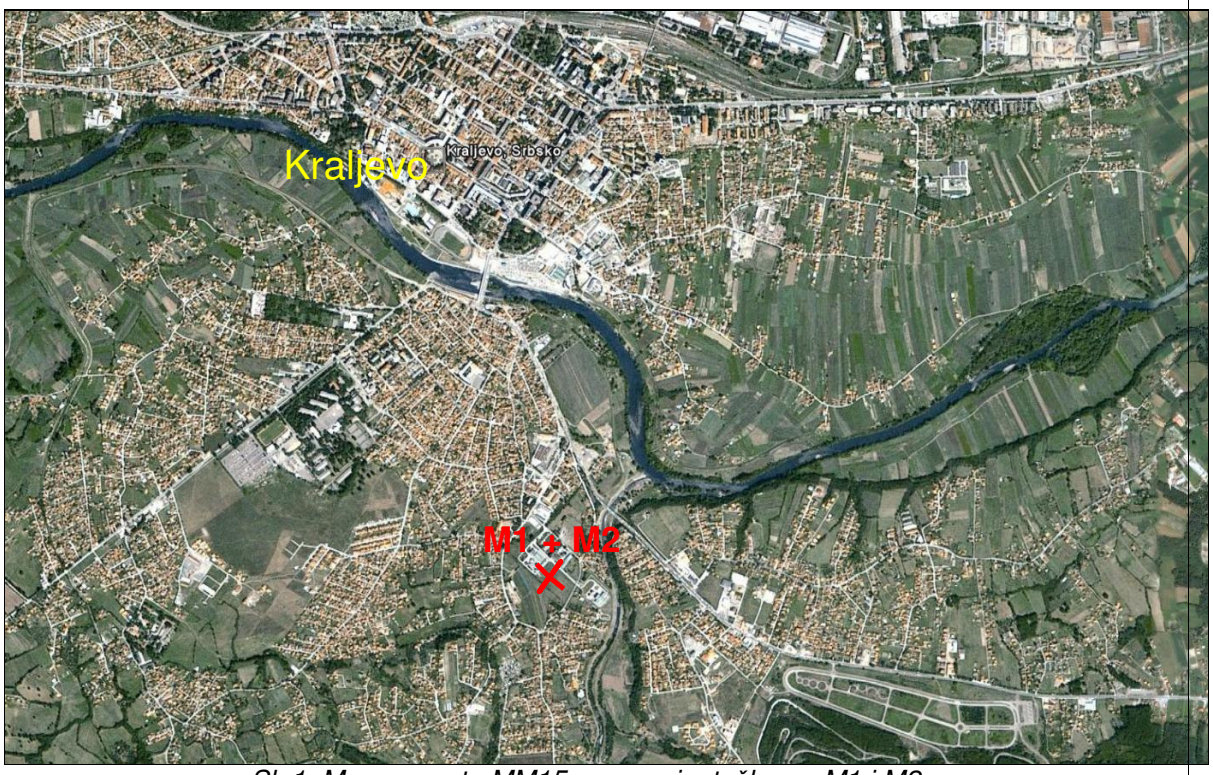
- Zakon br. 258/2000 Sb. o zaštiti javnog zdravlja i izmenama zakona koji su u vezi sa njim
- Uredba Vlade br. 148/2006 Sb. o zaštiti javnog zdravlja od negativnog delovanja buke i vibracija
- Metodološko uputstvo MZ ČR za merenje i ocenjivanje buke izvan radne sredine

## 4. Opis merenja

Merenja su urađena u dve merne tačke pored deonice magistralnog puta E761 / M5. Merenja su obavljena u spoljašnjoj sredini u blizini navedene saobraćajne deonice. Na osnovu merenja je preciziran matematički model i sproveden predlog mera zaštite od buke. Snimak mernog mesta sa mernim tačkama prikazan je na sl. 1.

Mereni su ekvivalentni nivoi zvučnog pritiska u intervalima 1 s. Iz izmerenih nivoa su isključeni nivoi buke izvora koji nisu u vezi sa bukom drumskog saobraćaja (vazdušni saobraćaj, lajanje pasa, građevinske delatnosti i sl.). Za vreme merenja vršeno je brojanje saobraćaja. Vozila su podeljena u sedam grupa:

- putnički automobili,
- laka teretna vozila,
- teška teretna vozila,
- traktori,
- motocikli i
- autobusi.




*Sl. 1. Merno mesto MM15 sa mernim tačkama M1 i M2*

## 5. Opis mernog mesta

Merna tačka M1 je odabrana pored jednog od niza postojećih objekata. Svi objekti su udaljeni oko 20 m od krajne saobraćajne trake magistralnog puta E761 / M5 (sl. 2.). Merni mikrofon je smešten 15,5 m od ose saobraćajne trake puta M5, udaljen 6 m od fasade objekta, 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice M5.

Kolovoz ispred mernog mesta je prava deonica puta sa dve trake širine 9 m. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 50 km/h.

Dominantnim izvorom buke je saobraćaj na magistralnom putu E761 / M5. Nema drugih izvora u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM15 dat je na sl. 2, gde je obeležena merna tačka M1, a fotografije merne tačke M1 su date na sl. 3.




*Sl. 2. Merno mesto MM15 sa oznakom merne tačke M1*





*Sl. 3. Fotografije merne tačke M1*

Merna tačka M2 se nalazi u blizini magistralnog puta E761 / M5 (sl. 4). Merni mikrofon je postavljen na udaljenosti od 7,5 m od ose saobraćajne trake magistralnog puta E761 / M5, 3 m iznad površine terena i orijentisan pod pravim uglom na osu saobraćajnice.

Kolovoz ispred merne tačke je prava deonica puta sa dve trake širine 9 m. Površina kolovoza je za vreme merenja bila suva, u dobrom stanju i bez oštećenja. Brzina vozila je oko 50 km/h.

Dominantni izvor buke je drumski saobraćaj na magistralnom putu E761 / M5. Nema drugih izvora buke u blizini merne tačke. Rezultati merenja dati su u Poglavlju 6.

Snimak mernog mesta MM15 dat je na sl. 4, gde je obeležena merna tačka M2, fotografije merne tačke su date na sl. 5.




*Sl. 4. Snimak mernog mesta MM15 sa oznakom merne tačke M2*







*Sl. 5. Fotografije merne tačke M2*

## 6. Rezultati merenja

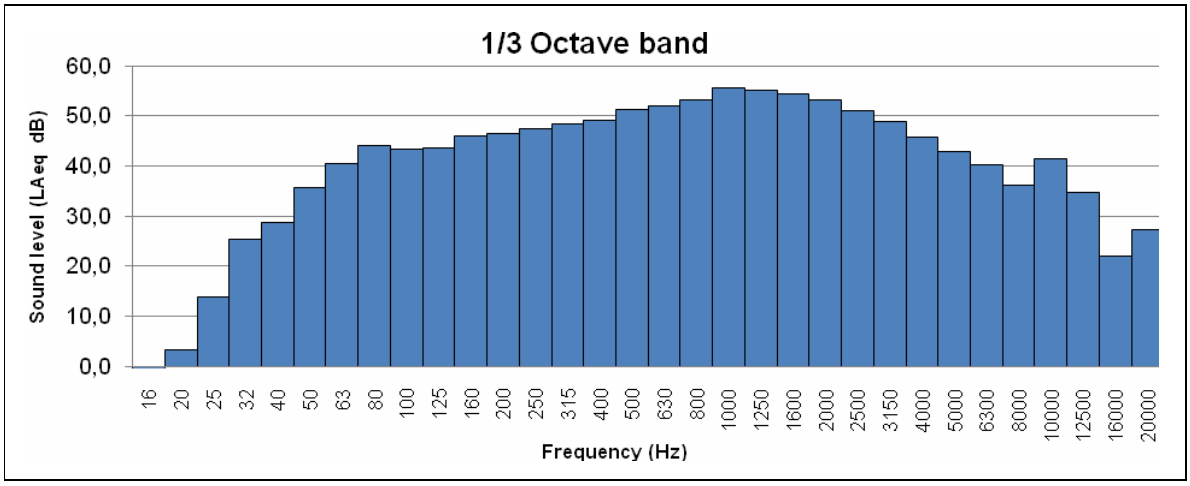
### Nivo buke u mernoj tački M1

*Tabela 1. Rezultati merenja u mernoj tački M1.*

| Vreme i datum merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | Trakt | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 7.5.2010 | 08:45-09:45 | 764 | 50 | 42 | 14 | 18 | / | **63,7** | 68,9 | 67,0 | 50,9 | 48,6 |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 50,9 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 63{,}7\ dB \pm 1{,}7\ dB$$




*Sl. 6. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M1*

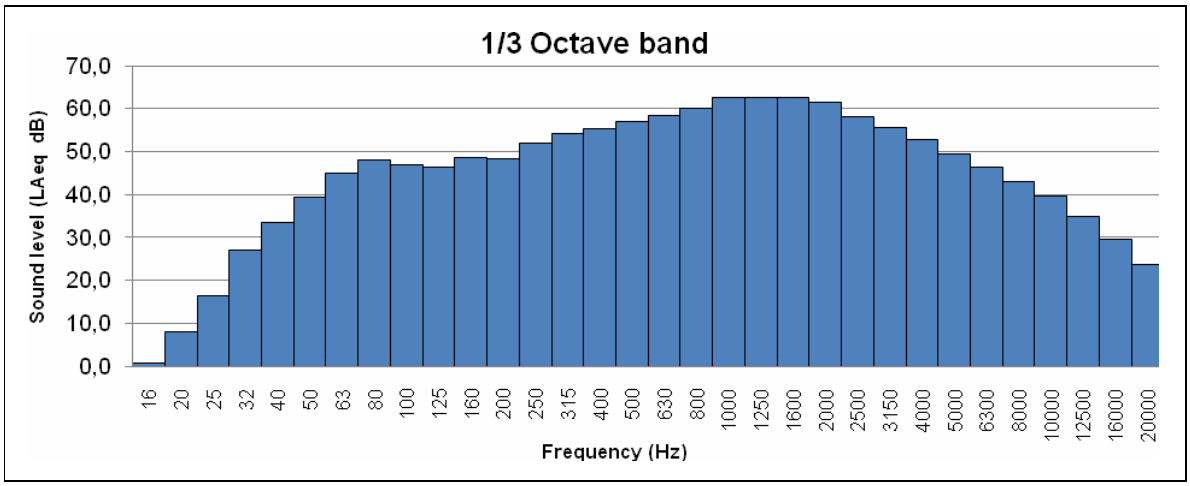
**Nivo buke u mernoj tački M2**

*Tabela 2. Rezultati merenja u mernoj tački M2.*

| Vreme i datum merenja | | Broj vozila u saobraćaju tokom 1 h u oba pravca | | | | | | Izmereni nivo zvučnog pritiska | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | $L_{Aeq,T}$ | $L_5$ | $L_{10}$ | $L_{90}$ | $L_{95}$ |
| | | OA | LN | TN | Bus | Mot | Trakt | **[dB]** | [dB] | [dB] | [dB] | [dB] |
| 7.5.2010 | 08:45-09:45 | 764 | 50 | 42 | 14 | 18 | / | **70,6** | 75,4 | 73,8 | 57,3 | 54,6 |

Ekvivalentni nivo $L_{Aeq,T}$ korigovan za buku pozadine (koja odgovara vrednosti $L_{90}$ = 57,3 dB) je:

$$L_{Aeq,60\ min} = 70{,}4\ \text{dB} \pm 1{,}7\ \text{dB}$$




*Sl. 7. Nivo zvučnog pritiska $L_{Aeq,60min}$ u tercnom frekvencijskom opsegu u mernoj tački M2*

## 7. Zaključak

Izvršena merenja služe kao osnova za predlog mera zaštite od buke u spoljašnjoj sredini za merno mesto MM15: E 761 / M 5; Magistralni put Kraljevo – Kruševac; Kraljevo.

## 8. Primedbe i objašnjenja

Oznake merenih veličina:
$L_{Aeq,T}$ – ekvivalentni nivo zvučnog pritiska u intervalu merenja *T*, dat u Tabeli 1 u koloni "vreme merenja", $L_N$ – procentni nivo koji pokazuje nivo zvučnog pritiska prekoračen za *N* procenata vremena tokom intervala merenja *T*, nivo $L_{90}$ se može smatrati kao nivo osnovne buke, nivo $L_5$ se može smatrati prosečnom vrednošću maksimalnih nivoa zvučnog pritiska.

Skraćenice korišćene u tabeli 1 i tabeli 2:

OA – putnički automobili mase do 3,5 t,
LN – laki teretni automobili mase do 6,5 t,
TN – teški teretni automobili mase iznad 6,5 t uključujući kola sa prikolicom i šlepere
Bus – autobusi
Mot – motocikli
Trakt – traktor

INSTITUT IMS AD
BEOGRAD

ECOLOGICAL CONSULTING

# ИЗВЕШТАЈ

# О

# СТУДИЈИ ИЗВОДЉИВОСТИ

## ТЕХНИЧКИХ МЕРА
## СМАЊЕЊА ШТЕТНОГ УТИЦАЈА БУКЕ
## ОД ДРУМСКОГ САОБРАЋАЈА
## НА ОДАБРАНИМ ДЕОНИЦАМА ДРЖАВНИХ ПУТЕВА
## СА ПРЕДЛОГОМ АКЦИОНОГ ПЛАНА

**Бр. 4160/10**

Институт ИМС а.д.
Генерални директор,

др Венцислав Грабулов, дипл.инж.

Београд
Јун 2010. године

**Институт за испитивање материјала а.д. Београд**
**Центар за материјале**
**Лабораторија за акустику и вибрације**
Београд, Булевар војводе Мишића 43
тел: (011) 26 50 322 факс: (011) 3692 772, 3692 782
www.institutims.rs

| | |
|---|---|
| **Предмет:** | ИЗВЕШТАЈ О СТУДИЈИ ИЗВОДЉИВОСТИ ТЕХНИЧКИХ МЕРА СМАЊЕЊА ШТЕТНОГ УТИЦАЈА БУКЕ ОД ДРУМСКОГ САОБРАЋАЈА НА ОДАБРАНИМ ДЕОНИЦАМА ДРЖАВНИХ ПУТЕВА СА ПРЕДЛОГОМ АКЦИОНОГ ПЛАНА |
| **Наручилац:** | ЈАВНО ПРЕДУЗЕЋЕ „ПУТЕВИ СРБИЈЕ“, Булевар краља Александра 282, Београд |
| **Уговор:** | ЈППС VIII br. 454-843 од 13.10.2009.г. / ИМС бр. 41-12445 od 09.10.2009.г. |
| **Руководилац стручног тима:** | Ecological Consulting a.s.<br><br>Mgr. Milan Bussinow, Ph.D. |
| **Руководилац пројекта:** | Институт ИМС а.д.<br>Центар за материјале<br>Лабораторија за акустику и вибрације<br><br>мр Борислав Б. Будисављевић, дипл.инж. |

Београд
Јун 2010. године

# ИЗВЕШТАЈ О СТУДИЈИ ИЗВОДЉИВОСТИ

Јавно предузеће "Путеви Србије" је као Инвеститор Уговором ЈППС VIII бр. 454-843 од 13.10.2009.г. (ИМС бр. 41-12445 од 09.10.2009.г.) поверило Институту ИМС а.д. израду Студије изводљивости техничких мера смањења штетног утицаја буке од друмског саобраћаја на одабраним деоницама државних путева (у даљем тексту: Студија).

Институт ИМС а.д, Београд, је у сарадњи са чешким партнером Ecological Consulting a.s, Olomouc, израдио Нацрт Студије изводљивости техничких мера смањења штетног утицаја буке од друмског саобраћаја на одабраним деоницама државних путева (у даљем тексту: Нацрт Студије).

На основу Закона о заштити од буке у животној средини (Службени гласник РС, бр. 36/2009) и Закона о јавним путевима, (Службени гласник РС, бр. 101/2005) при пројектовању, грађењу и реконструкцији објеката саобраћајне инфраструктуре носилац пројекта је дужан да спроведе мере звучне заштите, односно изгради објекте и опрему за заштиту од буке у складу са овим законима и другим прописима.

Општи циљеви:

- Смањење негативног утицаја транспорта на животну средину у складу са принципима одрживог развоја,
- Смањење штетног утицаја друмског саобраћаја на животну средину,
- Остварење путне инфраструктуре која је прилагођена природном и културном окружењу, на начин да се природни ресурси чувају, а утицаји саобраћаја имају подношљив / прихватљив утицај на здравље и добробит људи,
- Успостављење циљане контроле буке на најфреквентнијим саобраћајницама,
- Заштита од саобраћајне буке и
- Смањивање емисије буке у најугроженијим локацијама и очување квалитета амбијенталне буке тамо где је он добар.

Специфични циљеви израде Студије су:

- Утврђивање просторне, еколошке, друштвене, финансијске, тржишне и економске оправданости инвестиције за извођење техничких мера смањења штетног утицаја буке од друмског саобраћаја на одабраним деоницама постојећих државних путева, и
- Стварање стручног основа за доношење одлуке о оправданости улагања и покретању поступка за издавање одобрења за уградњу техничких мера заштите од буке на постојећим путевима.

Локација пројекта је мрежа државних путева I и II реда на целокупној територији Републике Србије. Студија изводљивости техничких мера смањења штетног утицаја буке од друмског саобраћаја израђује се на нивоу целе мреже за одабране деонице државних

путева са просечним годишњим протоком саобраћаја већим од три милиона возила односно са другим индикаторима угрожености садржаја буком.

Нацрт Студије обима од 471 стране предат је Инвеститору 01.02.2010.г. у року предвиђеним Уговором. Нацрт Студије садржи 3 дела и то:

А. Општу документацију,
Б. Пројектни задатак и
В. Текстуални део.

Текстуални део садржи 14 поглавља и то:

1. Уводне аналитичке и истраживачке активности пројекта,
2. Утврђивање и опис потенцијално угрожених садржаја дуж одабраних деоница државне путне мреже и објеката,
3. Дефинисање садашњих и будућих вредности емисија саобраћајне буке,
4. Утврђивање могућих, планираних и пројектованих техничко-технолошких решења,
5. Утврђивање потребних инпута за примену звучне заштите,
6. Утврђивање просторних аспеката пројектоване заштите,
7. Идентификација еколошких аспеката – ефекти техничких мера заштите од буке,
8. Утврђивање финансијске ефикасности са оценом рентабилности мера,
9. Утврђивање друштвено-економске ефикасности,
10. Анализа осетљивости и ризика инвестирања,
11. Анализа извора финансирања, финансијских обавеза и динамике,
12. Анализа организационих и кадровских могућности за примену техничких мера заштите од буке,
13. Закључак о изводљивости и оправданости инвестиције и
14. Литература.

Студија је у свему усклађена са пројектним задатком и са регулативом наведеном у оквиру ње. Домаћа законска регулатива представљала је основу за израду Студије.

Овај тип студије на самом почетку израде је оцењен као пионирски и нов и направљен је уз велики труд и залагање инвеститора.

Студија је урађена у периоду непосредно после усвајања Закона о заштити од буке у животној средини (Службени гласник РС бр. 36/2009), а у време док нису израђена сва подзаконска акта, нити су исправљене значајне грешке које у поменутом Закону постоје.

У оквиру обрађиване проблематике посебно је указано на методолошки приступ као и на стандардну терминологију, дефиниције и појмове у области акустике, а посебно звучне заштите код које се показало да је у сличним документима у великој мери мањкаво.

Процена броја становника по зонама угрожености је податак на који треба у знатној мери обратити пажњу. На њега се у Студији указује, а даља обрада и израда критеријума треба да буде предмет неког будућег пројекта.

Студија садржи дефиницију садашњих и будућих вредности емисије саобраћајне буке, као и карте буке као значајан показатељ проблематике.

Оно што је посебно важно истакнути је општи приказ могућих решења заштите од буке. У Студији је специфицирано могућих 10 решења као потпун скуп и то решење:

1) звучном изолацијом фасаде и фасадних елемената,
2) звучном баријером,
3) тунелом,
4) избором коловозног застора,
5) дубоким засадима дрвећа,
6) одржавањем коловоза,
7) дислокацијом пута,
8) изменама саобраћајног режима,
9) подизањем квалитета фонда транспортних средстава и
10) активном заштитом.

Овако дата решења могу да се групишу по питању ефикасности по различитим принципима. Са становништа улагања и трошкова инвестиционих и експлоатационих могу се класификовати по захтевима и типу решења као глобална техничка, еколошка, социјално-урбанистичка или политичка. Поделу је могуће класификовати и према типу мера као акустичке и неакустичке.

Као техничко решење са акустичког аспекта Студија сагледава решење звучне заштите кроз спровођење 3 мере наведене под 1), 2) и 4): звучном изолацијом фасаде и фасадних елемената, звучном баријером и избором коловозног застора.

Такође, Студија указује на уврежено лаичко мишљење да дрвореди и засади могу да се пројектују као допринос смањењу саобраћајне буке, што је сасвим погрешно.

Значајно је указати да интервенције на фасади, поред највећег доприноса смањењу буке, могу да допринесу и великом повећању енергетске ефикасности, па је корист двострука.

Звучне баријере као једна од могућих мера акустичких решења са друге стране значајно ремети остале саобраћајне, техничке и еколошке аспекте, у првом реду безбедност, оријентацију, али и пејсаж и визуре. Из тог разлога Студија садржи илустративни преглед неких техничких решења звучним баријерама.

Студија указује и на неакустичке мере као могућа решења која превазилазе обим саме Студије: одржавање коловоза, измене саобраћајног режима и подизање квалитета фонда транспортних средстава.

Коначно, дислокација пута је увек погодно решење за једну зону, али са бројним негативним последицама. Као баналне последице треба поменути миграцију становништва за путем и заузеће нових површина.

# ПРЕДЛОГ АКЦИОНОГ ПЛАНА

Акциони план треба изводити по два независна и одвојена поступка. Први поступак представљају припремне радње, а други поступак низ конкретних корака на реализацији заштите од буке за конкретну локацију.

## 1. Фаза припреме

У оквиру припремног дела треба припремити део недостајеће документације. Редослед корака је следећи.

1.1. Израда јединствене методологије праћења саобраћајних токова са мерењем брзине и буке.

1.2. Израда јединствене методологије за одређивање звучне изолације прозора и његов избор.

1.3. Израда јединствене методологије за одређивање звучне изолације и звучне апсорпције баријере и њен избор.

*Напомена: Тачке 1.2. и 1.3. подразумевају израду пројектног задатка, дефиницију прорачуна и техничких услова.*

1.4. Израда моделских извештаја за потребе мониторинга буке:

- систематизација по врсти мерења,
- октавна анализа (статистичка анализа),
- прилагођена методологија мерења за потребе Ј.П. “Путеви Србије”
- израда стандарднох извештаја са упоредним показатељима,
- услови за стручну кућу,
- услови за тендер.

*Напомена: За тачке у фази припреме израдити одговарајућа техничка упутства.*

## 2. Фаза реализације

2.1. Иницијатива за заштиту од буке на некој локацији настаје на основу:

- података о бројању саобраћаја и процени угрожености (карата буке),
- појединачних или систематских мерења буке,
- пријаве и жалбе грађана,
- планирањем (одлука инвеститора на бази мастер плана).

2.2. Израда мастер плана еколошке угрожености агломерација у зони путева од буке друмског саобраћаја.

2.3. Формирање листе приоритета.

2.4. Одлука о отварању поступка.

2.5. Организација мониторинга буке.

2.6. Провера оправданости иницијативе. Одлука о потреби заштите за конкретну локацију доноси се на основу мониторинга.

2.7. Контрола реализованих параметара.

2.8. Израда пројекта редукције буке за приоритетне локације:

- дефиниција критеријума и пројектног задатка,
- избор пројектне организације,
- пројектовање.

2.9. Усвајање пројекта.

2.10. Обезбеђивање финансијских средстава за финансирање одабраних пројеката:

- утврђивање обима и динамике потребних средстава на основу израђене пројектне документације,
- идентификација потенцијалних извора финансирања,
- аплицирање са средства код идентификованих извора финансирања.

2.11. Имплементација изабраних пројеката са финансијском конструкцијом у Програм рада Ј.П. "Путеви Србије" за наредну годину.

2.12. Избор најповољнијег понуђача.

2.13. Извођење радова на приоритетним локацијама.

2.14. Мониторинг и евалуација остварених резултата са предлогом мера за унапређење поступка у наредном планском циклусу.

Активности наведеног акционог плана може реализовати Ј.П. "Путеви Србије" уз помоћ одређеног броја спољних организација. Такође, инвеститор се може определити за реализацију пројеката по систему „кључ у руке" и целокупан посао поверити одговарајућој организацији из области пројектног менаџмента која би организовала реализацију свих активности из акционог плана.

Потребно је овај акциони план уврстити у програм за наредну годину.

*Напомена: Погодно је да се мере заштите од буке провере на пробним деоницама за сваку од три предложене мере заштите са праћењем акустичких параметара.*

*Напомена: Чека се усвајање Правилника за израду карата буке.*

У Београду, 28. јуна 2010.г.

Руководилац пројекта

мр Борислав Б. Будисављевић, дипл.инж.