

REPUBLIKA SRBIJA
PROJEKAT REHABILITACIJE TRANSPORTA

**PRIRUČNIK ZA PROJEKTOVANJE
PUTEVA U REPUBLICI SRBIJI**

9. PROJEKTOVANJE MOSTOVA

9.12 SEKUNDARNI ELEMENTI I OPREMA MOSTOVA

**9.12.8 OPLATE, OBRADA VIDLJIVIH
BETONSKIH POVRŠINA**

BEOGRAD, 2012.

Izdavač: Javno preduzeće Putevi Srbije, Bulevar kralja Aleksandra 282, Beograd

Izdanja:

Br.	Datum	Opis dopuna i promena
1	30.04.2012	Početno izdanje

SADRŽAJ

9.12.8	OPLATE, OBRADA VIDLJIVIH BETONSKIH POVRŠINA	1
9.12.8.1	Uvodni deo	1
9.12.8.2	Oplate betonskih površina	2
9.12.8.3	Obrada vidljivih betonskih površina	10
9.12.8.4	Oblaganje betonskih površina	17

9.12.8 OPLATE, OBRADA VIDLJIVIH BETONSKIH POVRŠINA

9.12.8.1 Uvodni deo

Konačni izgled svakog objekta je odraz kvaliteta i načina obrade površina. Vidne površine objekata treba da su kompaktne i glatke. Najznačajniji faktor koji utiče na konačan izgled vidnih površina jeste oplata. Oplata daje betonu oblik i izgled. Zato oplati treba posvetiti posebnu pažnju kod donošenja odluka o njenom izboru, obradi i rasporedu.

Obrada vidnih površina može se postići oblikovanjem sveže betonske mase u napred pripremljenoj oplati ili naknadnom obradom i bojenjem.

Pojedini delovi objekta mogu se oblagati prirodnim ili veštačkim kamenom, ako želimo da povećamo njihovu estetsku vrednost i to u krajevima u kojima se kamen kao građevinski materijal tradicionalno koristi.

9.12.8.1.1 Predmet priručnika

Normalan izgled površine igra glavnu ulogu u proceni kvaliteta izvedenih radova. Postoji mnogo vrsta završne obrade, u ovoj smernici obrađuju se samo najčešće, odnosno betoni u glatkoj oplati i otvorene betonske površine. Slede opisi i numerički zahtevi za individualni tretman. Priručnik obrađuje i mehaničku obradu površina nakon stvrdnjavanja betona te oblaganje površina kamenom.

9.12.8.1.2 Referentni normativi

U ovu smernicu uključeni su delovi opštih smernica za mostove (SRDM, poglavlje 9.3) evropske norme za projektovanje betonskih konstrukcija:

- EN 1992-1-1 Part 1-1 General Rules and Rules for Buildings
- EN 1992-1-3 Part 1-3 General Rules – Precast Concrete Elements and Structures
- EN 1992-1-4 Part 1-4 General Rules – Light-weight Aggregate concrete with Closed Structure
- EN 1992-1-6 Part 1-6 General Rules – Concrete Structures
- EN 1992 Part 2 Concrete Bridges
- SRPS EN 206-1: Beton - Deo 1: Specifikacija, karakteristike i kriterijumi usaglašenosti
- EN 206-9: Concrete - Part 9: Additional Rules for Self-compacting Concrete

- SRPS ENV 13670-1: Izvođenje betonskih konstrukcija - Deo 1: Opšte
- SRPS EN 13369: Opšta pravila za prefabrikovane betonske proizvode
- CEN/TR 15739: 2008 - Precast concrete products– Concrete finishes - Identification

9.12.8.1.3 Terminologija

Oplata je površinski element od drveta, čelika, plastičnih i drugih materijala koji daje oblik površini betona.

Obloga od kamena je oblaganje zidova od primereno oblikovanog lomljenog kamena.

Kameni nabačaj su suvo složeni komadi kamena kockastog ili pločastog oblika primerene veličine koji se upotrebljava za potporne zidove.

Obloga je zaštita slobodnih površina na objektima brizganim ili drugim betonom, prefabrikovanim elementima ili drugim primerenim materijalom.

Obrada površine opis izgleda betonske površine, koja uključuje aspekte geometrije, teksture, boje itd.

Vidna površina je površina, koja će biti vidljiva u upotrebi.

Površinski sloj je sloj betona na vidljivoj strani elementa. Može da bude od različitih materijala i / ili svojstva u odnosu na celo telo ili niži sloj proizvoda.

Otvorena ploča je površina koja nije u kontaktu sa oplatom. Ova površina može da bude dodatno obrađena dok je beton još svež, kako bi se ujediniio izgled površine. Različiti tretmani obrade su mogući.

Ravnanje je završna obrada povlačenjem daske preko površine betona.

Grubo gletovanje je završna metoda koja koristi grubu veliku drvenu gletericu ili sličan alat.

Fino gletovanje je način završetka koji koristi mistriju, malu finu gletericu ili sličan alat.

Utiskivanje je završni metod koji koristi valjak ili slični alat.

Metljanje je način obrade i hrapavosti podloge urađeno pomoću metle na svežom malteru.

Štokovanje (ozrnavljanje) je način obrade površine betona udarnim profilisanim čekićem, okljucavanje ili špikovanje, ručno ili mašinsko.

Brazdanje je način obrade površine betona sa brazdanjem, mašinsko urađeno.

Hemijsko usporenje je način obrade sa hemijskim pomoćnim sredstvom.

Brušenje je površinska obrada, metod kod kojeg se brusi bez vidljivih kanala. Vidljive su pore i brazde od metanja.

Peskarenje abrazivom je način obrade površine očvrslog betona peskom ili drugim abrazionim materijalom. Korišćena veličina čestica, tvrdoća peska / abrazionog materijala te pritisak mlaza omogućava različite opcije uklanjanja površinskog sloja, od nežnog do jakog brušena površina, tako da se delimično izloži kameni agregat.

Pranje pod visokim pritiskom je način obrade, tako da betonske površine izložimo vodom pod visokim pritiskom oko 500 bar i više.

Vazdušne rupice ili pore su šupljine na površini betona, za vidljivi beton, to su greške koje se javljaju kao mehuri, uglavnom oko 5 mm dubine i prečnika od nekoliko mm do nekoliko cm.

Razlike u boji označavaju razliku u boji betonske površine u istom području elementa.

Eflorescenca, predstavlja beli kristalni krečni sekret koji se javlja na spoljašnjoj površini betona.

Hidrofobiranje je dodatna zaštita u oblastima sa materijalima koji smanjuju veličinu kapilara u betonu, dok omogućavaju dovoljno zračenje. Skoro da ne apsorbuju vodu i prljavštinu. Hidrofobiranje može biti površinsko ili unutrašnje - već u fazi izgradnje.

9.12.8.1.4 Korištene skraćenice

SRDM – srpski priručnik za projektovanje puteva u Republici Srbiji

RAL – sistem označavanja nijansa boja

CIB – skala sive boje

PE – polietilen

PVC – polivinilhlorid

UV – ultraljubičasti

TiO₂ – titanijum dioksid

9.12.8.2 Oplate betonskih površina

9.12.8.2.1 Uopšteno

Kada se govori o vidnim betonskim površinama, misli se na one betone i njegove elemente koji svojim izgledom dopunjuju estetsku vrednost nekog objekta. To važi i za objekte visoke i niske gradnje. Kod visoke gradnje je pojam vidnog betona još bolje izražen pošto su ti objekti mnogo više izloženi kritičkim pogledima nego objekti niske gradnje.

Kada je u pitanju trajnost objekta onda su objekti sa kompaktnom i glatkom površinom betona trajniji. Jedan od najznačajnijih elemenata, koji utiče na konačan izgled vidnih betonskih površina, je oplata. Oplata daje betonu oblik i izgled, ako se te površine ne oblažu. Radi toga treba, kod izbora, obrade i rasporeda, oplati posvetiti posebnu pažnju. Savremena tehnologija izrade vidnih betonskih površina upotrebljava drvo, metal i plastične mase.

Drvo se najviše upotrebljava za izradu oplata za vidne betonske površine. Zbog svojih mehaničkih osobina (nosivost, obradivost, specifična težina...) je cenjen materijal. Može se upotrebljavati kod svih konstrukcija. Osnovni nedostatak drveta, kao materijala za izradu oplata za vidne betone je kod višestruke upotrebe, kada nastaju oštećenja i oplata postaje neupotrebljiva. Naknadno popravljavanje vidnih betonskih površina nije dozvoljeno.

Za izradu prefabrikovanih montažnih elemenata upotrebljavaju se čelične oplate. Pre betoniranja treba očistiti oplate i premazati zaštitnim premazom. Kod ovakvih premaza mora da se pazi da premaz, koji ostane na oplati, ne utiče na izgled vidne površine betona.

Ako je betonska površina zakrivljena, oplate se mogu izvoditi od plastičnih modularnih elemenata. Sastav za ove vrste ploča mora da bude od postojanih, nepropusnih i hemijski neutralnih materijala (npr. PE, PVC, poliester) što ih čini postojanim na mehaničke i vremenske uticaje. Moraju biti i dovoljno kruti, da onemogućavaju lokalno savijanje ili čak torziju.

U nacrtima oplata treba navesti sve zahteve i upozorenja koje izvođač mora da poštuje prilikom izrade i montaže.

9.12.8.2.2 Spojevi

Neprecizni i zamaknuti spojevi između elemenata oplate utiču na izgled vidnih betonskih površina i pored njihove kasnije obrade. Ovakvi spojevi stvaraju negativan utisak o ukupnom izgledu površine. Broj spojeva između pojedinih ploča oplate treba smanjiti na najmanju moguću mjeru.

Raspored spojeva na vidnim betonskim površinama treba predvidjeti u nacrtima oplate. Spojevi treba da budu ravnomjerni i što jednostavnije raspoređeni. Treba izbjegavati bilo kakve imitacije zidanih veza i zamaknute spojeve.

Na površinama koje se jedna na drugu priključuju pod proizvoljnim uglom treba i raspored spojnice da bude takav da se nastavljaju pod istim uglom.

9.12.8.2.3 Oplate od drvenih elemenata

Oplate izrađene od dasaka razlikuju se od oplata koje su izrađene od ploča. Kod drvenih ploča zahteva se potpuno glatka površina bez rubova. Poželjno je, da se na jednom konstruktivnom elementu (npr. rasponska konstrukcija, krajna potpora, stubovi) upotrebljava samo jedna vrsta oplate. Obične dimenzije ploča su 50/200/2,5 cm. Spojeve ploča treba izvesti tako da se međusobno ne zamaknu.

Kod oplata koje su napravljene od dasaka dimenzije svih dasaka treba da budu jednake. Ploče za oplatu treba da budu istog oblika i veličine. Kod izvođenja uglova i krajeva treba upotrebiti isti materijal, koji je upotrebljen za oplate. Smer ugrađivanja mora da bude isti za sve elemente oplate, bilo da se radi o daskama ili pločama. Sve uglove treba odseći.

Višeslojne vezane šper ploče

Sastav i uslovi za pojedine vrste tih (šper) ploča su date u standardu SRPS EN 636. Treba napomenuti da spoljni zaštitni slojevi mogu da budu UV nestabilni (npr. polifenoli), i zato mora da prethodi testiranje adekvatnosti posmatrane površine, posebno u pogledu razlike nijansi boje i mrlja na površini betona.

Višeslojne ploče obložene sa posebnim slojem

Sastav ovog tipa ploče je poboljšana, tako da je spoljašnji zaštitni sloj napravljen od materijala vodootpornih (npr. polipropilen), pa

su zato otporni na vremenske uslove i pogodan za ponovnu upotrebu panela oplate.

Dopuštene greške na oblozi oplate

Primeri mogućih grešaka na oblozi glatke oplate detaljno su opisani u tabeli 1. Ovaj dodatak važi za vidljive betone, gde je vizuelni utisak veoma važan.

9.12.8.2.4 Bojenje vidnih betonskih površina

Obično se zahteva da vidne betonske površine sačuvaju prirodnu boju betona. Ukoliko se vrši premazivanje, treba nastojati da bude ujednačeno, bez pojedinačnih mrlja. Za zaštitu elemenata oplate, upotrebljavaju se lakši premazi, koji ne smeju da ostavljaju mrlje i nejednako boje vidnu površinu. Obično se koriste RAL boje 7032 za svetlije nijanse betona i RAL 7030 za tamnije nijanse betona.

9.12.8.2.5 Sidrenje i razupiranje oplate

Kod ugrađivanja betona nastupaju određena horizontalna opterećenja na oplatu koje treba preuzeti sa sidrima za vezivanje oplate (sopstvena težina svežeg betona). Sidra su pričvršćena sa spoljne strane oplate. Nakon skidanja oplate, na betonskoj površini ostaju vidna mesta na kojima je oplata bila međusobno povezana.

Ova mesta se ne mogu izbeći, te ostaju primetna i nakon eventualne naknadne obrade ovih spojeva. Zato elemente za sidrenje treba ravnomerno rasporediti, a raspored navesti u nacrtima oplate.

Treba težiti da broj sidara i razupora bude što manji. Na površini ne smeju ostati delovi metalnih sidara koji bi rđali.

Sve rupe koje ostanu od sidara treba popuniti istom betonskom mešavinom kojom je betoniran i konstruktivni element. Ukoliko sidra ostanu u betonu, njihovi krajevi moraju da budu ispod površine betona.

Kod postavljanja oplate treba ravnomerno rasporediti i ugraditi distancere i podmetače za armaturu. Nakon uklanjanja oplate ovi distanceri i podmetači su vidni. Obavezno treba upotrebljavati betonske distancere koji treba da su izgrađeni iz iste betonske smese koja će se upotrebiti za betoniranje samog elementa.

9.12.8.2.6 Ugrađivanje betona

Na konačni kvalitet i izgled vidnih površina utiče i kvalitet ugrađivanja betonske

mešavine. Najbolji raspored se postiže vibriranjem, posebno, ako se upotrebljavaju vibracione daske. Ovaj metod vibriranja upotrebljava se samo kod izrade prefabrikovanih elemenata u betonjerama. Na gradilištu se najviše upotrebljavaju vibratori u obliku igle.

Kod prefabrikovanih elemenata i elemenata koji se betoniraju na gradilištu ne izvode se oštre ivice, nego se rubovi odsecaju, čime se

izbegava ljuštenje i odlamanje betona. Ove ivice se rade pomoću ugrađenih letvi trougaonog poprečnog preseka. Dimenzija letve zavisi od dimenzije konstruktivnog elementa, a ne treba da bude manja od 1,5 / 1,5 cm. Letva može da bude drvena ili plastična. Kod čeličnih oplata, ove letve su većinom plastične.

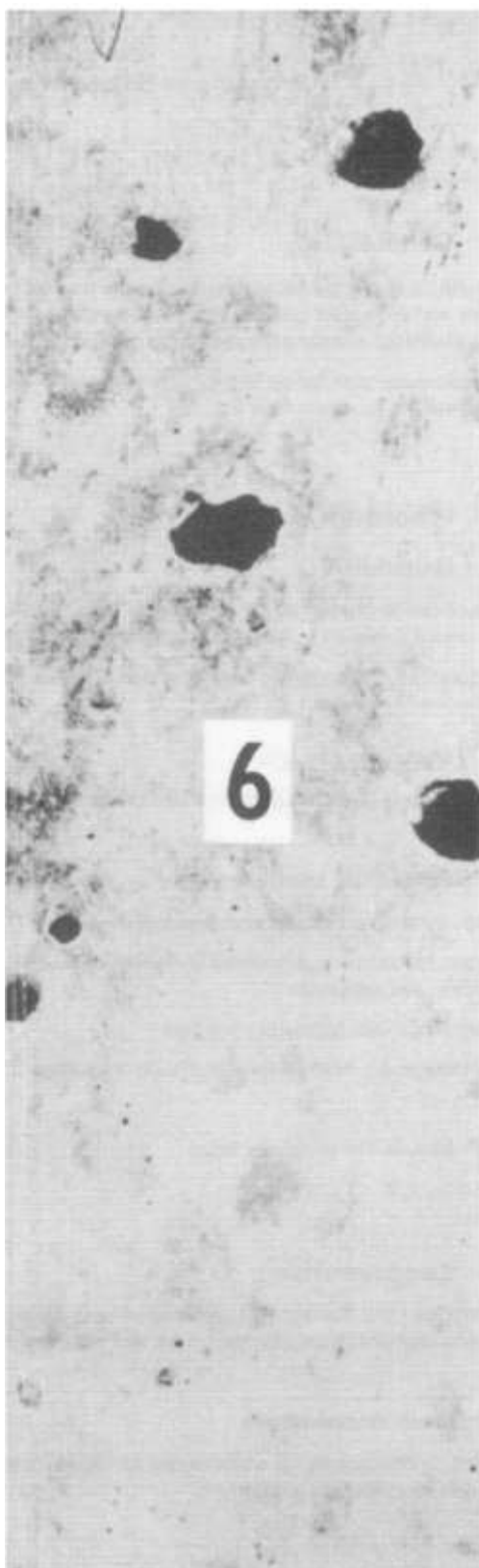
Kriterijumi za konačni izgled su dati u tabeli 2 i na slikama od 1 do 8.

Tabela 9.12.8.1: Dopusštena odstupanja na oblozi glatke oplata

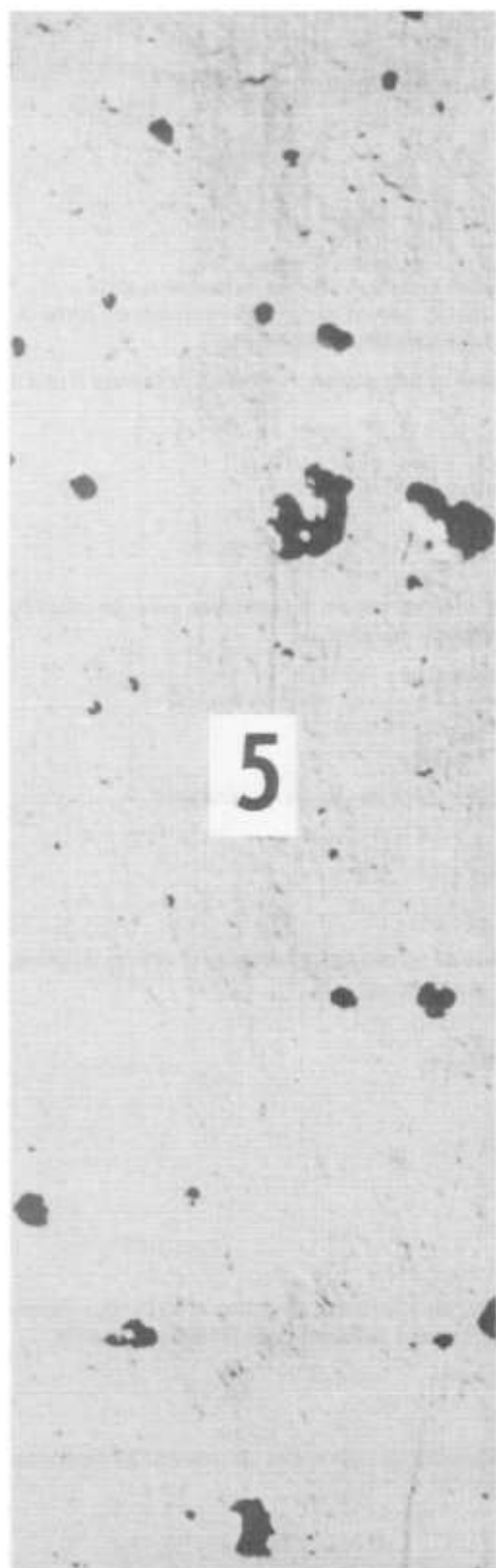
Vidne površine betona za objekte	Posebni zahtevi
podvožnjaci, potporna konstrukcija nadvožnjaka, mostova i ostalo manje vidljivo	<ul style="list-style-type: none"> - proboje u oplati zaptivati (popravka) - dozvoljeno: otvori u oplati zbog eksera, ali bez cepanja drva, manje ogrebotine, manji ostaci skorelog cementa - nije dozvoljeno: povreda zbog vibratora, ostaci betona
Vijadukti, mostovi – rasponska konstrukcija i krov	<ul style="list-style-type: none"> - nije dozvoljeno: proboji, povrede zbog vibratora, ostaci betona, izbočine na području eksera - posle usklađivanja dozvoljeno: male ogrebotine i popravke na mestima gde su se nalazili ekseri, skoreli cement

Tabela 9.12.8.2: Dopuštena odstupanja na oblozi glatke oplata

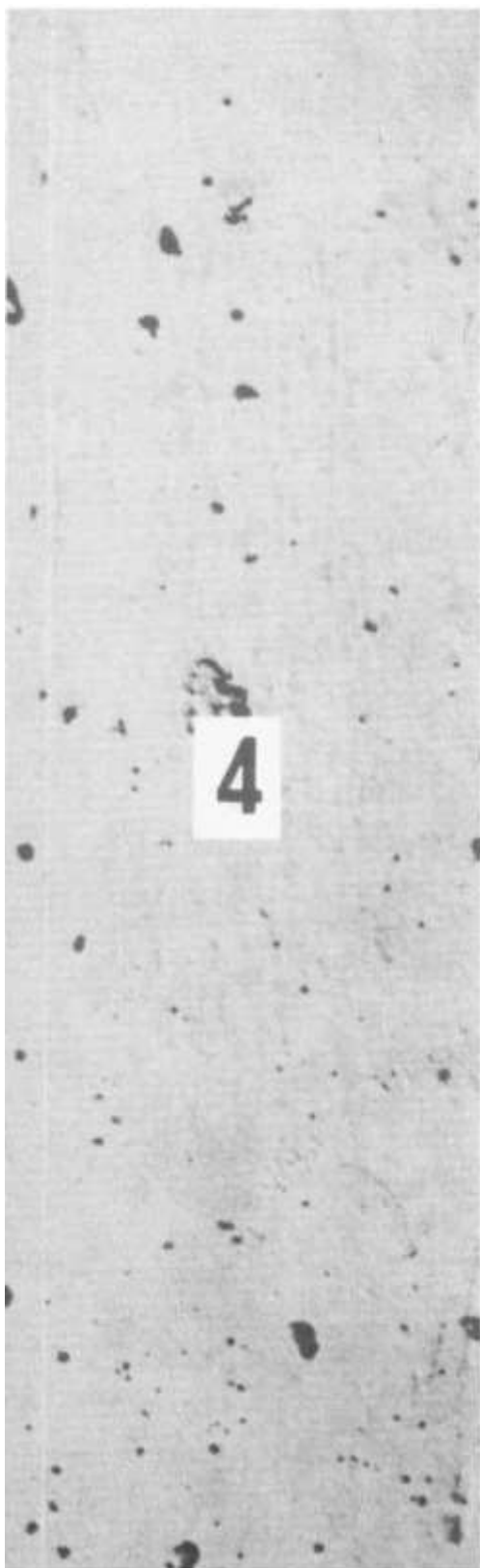
Vrsta	Običajna upotreba	Općenite i/ili posebne zahteve za vidne površine betona
Osnovna obrada	Ako nije dat nikakav poseban zahtev – npr. temelji	Bez segregacije, lomljenja ivice ili mrlja. Urađeno ravnanje letvom, grubo ili fino gletovana gornja – otvorena ploča. Beton bez zahteva za vidnu površinu.
Obična obrada	Ako izgled nije važan ili ako je predviđena obrada sa nanosom – npr. malterisane ploče ili nevidljive površine, npr. unutra stubova ili u rasponskoj konstrukciji.	Dodatno: bez snažnih vazdušnih rupica ili pora (prečnika većeg od 7 mm i dubine 3 mm), ali najviše 3 % na celokupnu površinu. Koncentracija pora u grupama na 10 % od celokupne površine. Osmatrač je najmanje na 10 m od površine betona.
Jednostavna obrada	Ako je vizuelni učinak važan – npr. ploče, koje se vide samo u retkim prilikama i direktno bojene arhitektonski obrađene površine.	Dodatno: bez snažnih vazdušnih rupica ili pora (prečnika većeg od 3 mm i dubine 2 mm), najviše 2 % na celokupnu površinu. Koncentracija pora u grupama na 5 % od celokupne površine. Površine mogu dodatno fino da se izbruse kao dodatni zahtev kod bojenja arhitektonski obrađenih površina. Osmatrač je najmanje na 5 m od površine betona.
Posebna obrada	Reprezentativni elementi objekta –	Dodatno: odstupanje u boji dozvoljeno po kriterijumu T(4), vazdušne rupice i pore te tekstura po E(4) – vidi sliku 4, ravnina po kriterijumu P(4) ili najviše 3 mm ispod ravnala 200 mm ili 8 mm ispod 2 m letve. Moguće je i dodatno štokovanje površina, fino pranje, fino ili grubo brušenje, peskarenje abrazivom ili hemijsko zavlačenje usporivačem. Osmatrač je najmanje na 2 m od površine betona. Viđena greška na površini ne sme da bude veća od 6 cm ² , kod udaljenosti osmatrača 2 m.



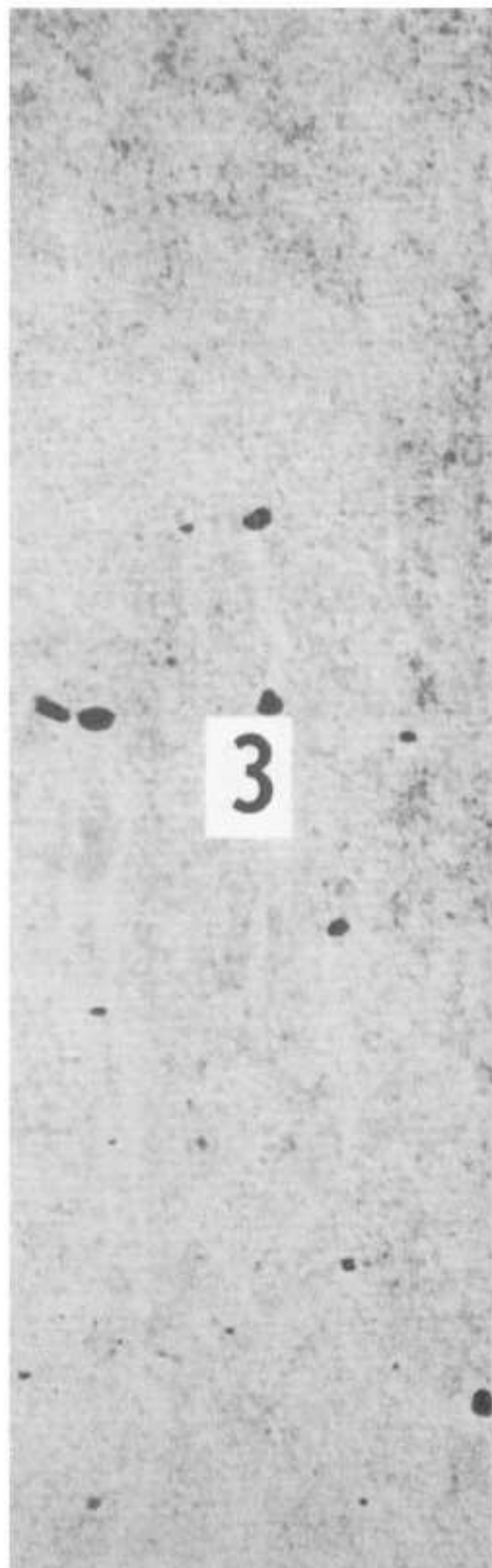
Slika 9.12.8.1 – Koncentracija vazdušnih pora kod osnovne obrade



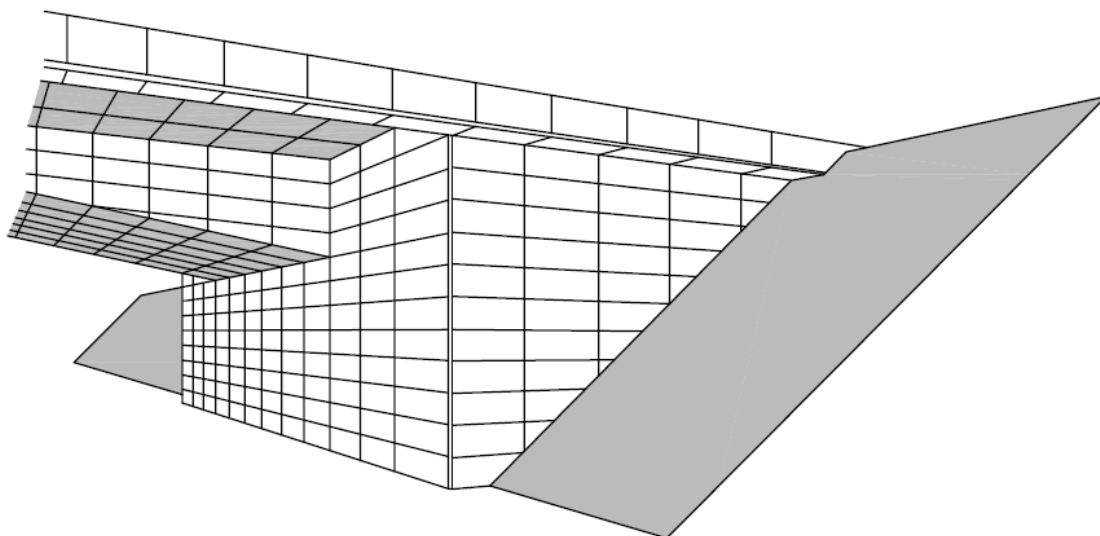
Slika 9.12.8.2 – Koncentracija vazdušnih pora kod obične obrade



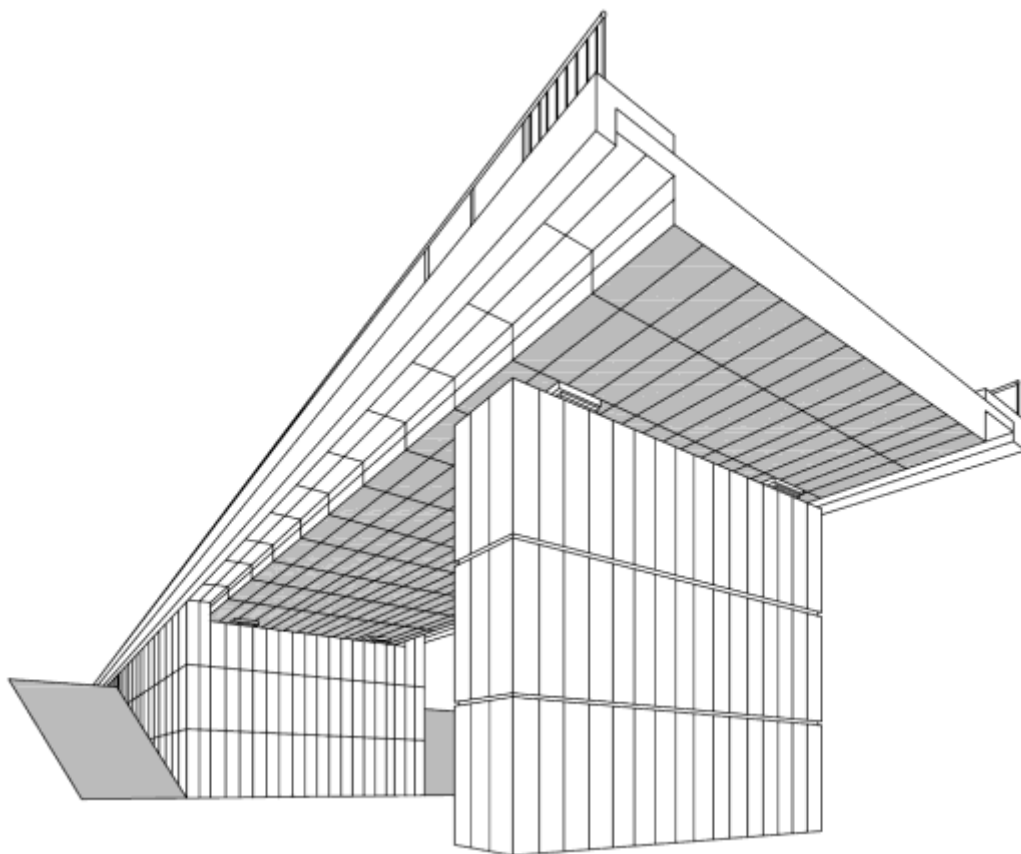
Slika 9.12.8.3 – Koncentracija vazdušnih pora kod jednostavne obrade



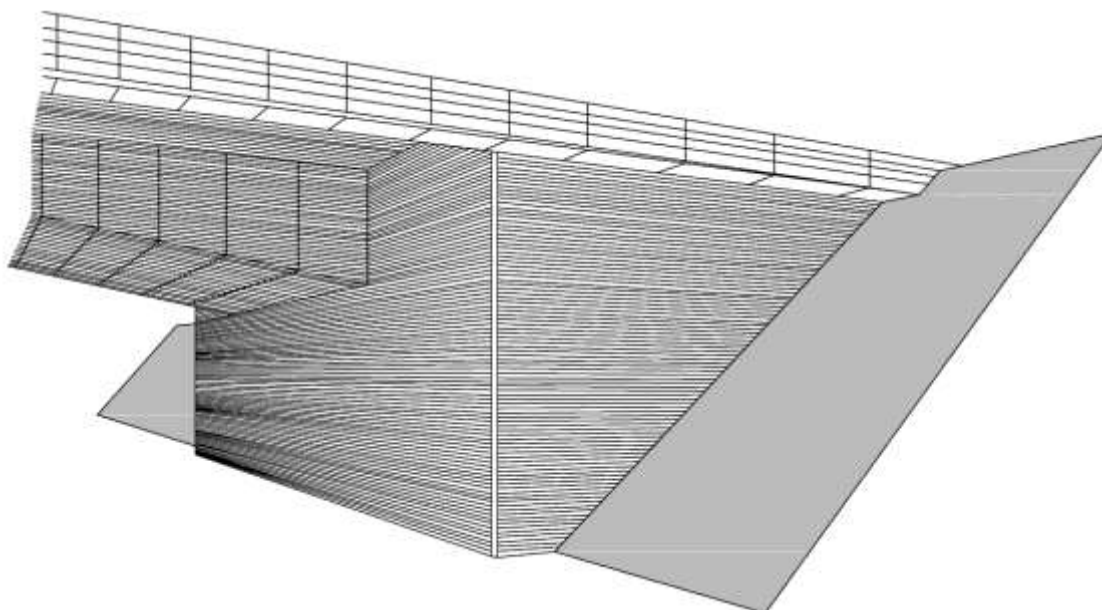
Slika 9.12.8.4 – Koncentracija vazdušnih pora kod posebne obrade



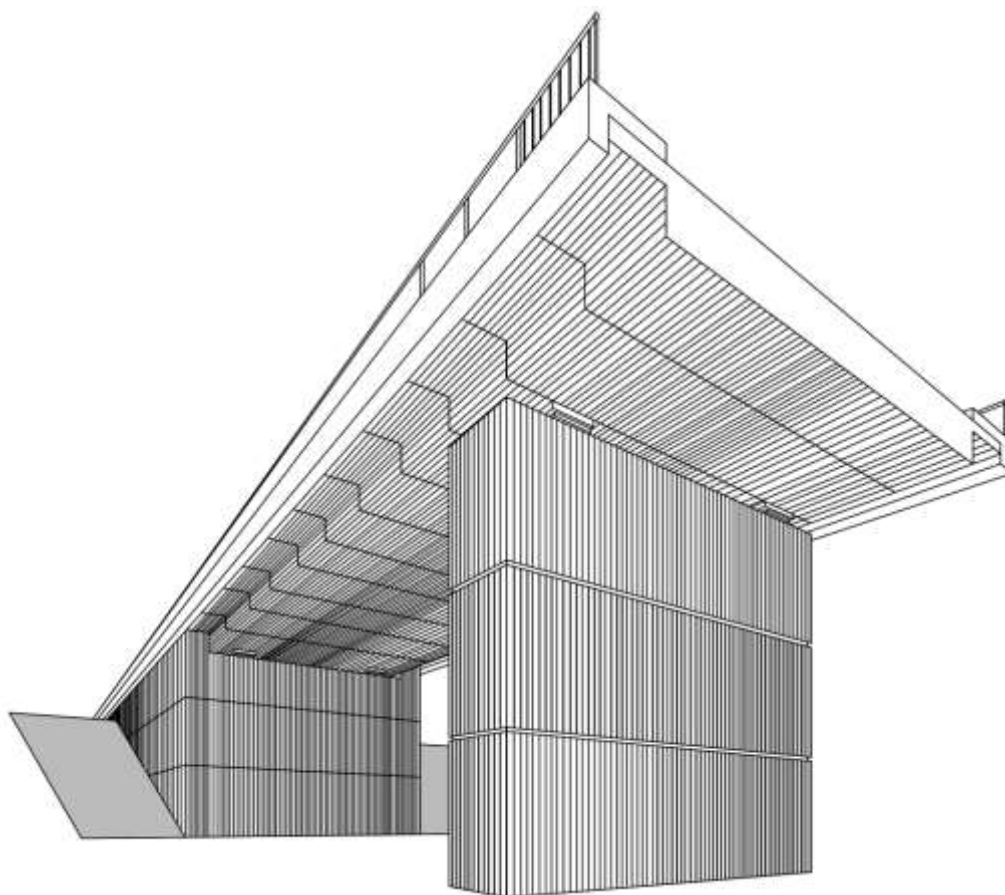
Slika 9.12.8.5: Raspored oplata okvirne armirano-betonske konstrukcije od ploča



Slika 9.12.8.6: Raspored oplata gredne armirano-betonske konstrukcije od ploča



Slika 9.12.8.7: Raspored oplate okvirne armiranobetonske konstrukcije od dasaka



Slika 9.12.8.8: Raspored oplate gredne armiranobetonske konstrukcije od dasaka

9.12.8.3 Obrada vidljivih betonskih površina

9.12.8.3.1 Uopšteno

Obrada vidljivih betonskih površina može se izvesti oblikovanjem sveže betonske mase u već pripremljenoj oplati, naknadnom obradom premazivanjem ili kamenorezačkom obradom.

9.12.8.3.2 Zaštitni sloj betona

Odlučujuću ulogu u nosivosti nekog betonskog elementa ima presek armature i betona unutar njega. Za trajnost, a posebno za zaštitu armature od agresivnih spoljnih uticaja, odlučujuću ulogu ima zaštitni sloj betona iznad armature. Svi agresivni uticaji, zajedno sa uticajem podneblja i okoline deluju na beton sa spoljašnje strane. Radi toga trajnost betona zavisi od osobine njegove površine odnosno od osobine i sastava površinskog sloja u kome se mogu razdvojiti tri sloja:

- cementna kora približne debljine 0,1 mm
- kora finog maltera približne debljine 4 mm
- kora betona približne debljine 30 mm

Kvalitet betona površinskog sloja je slabiji od kvaliteta betona u unutrašnjosti ili od betona uzorka za ispitivanje. Razlozi za takvu razliku su sledeći: učinak zida u oplati, anizotropija betona koja nastupa kao posledica sedimentacije i segregacije nakon zgušnjavanja, različiti uslovi obrade površine i različiti uslovi negovanja. Usled ovih uticaja dolazi do većeg variranja vrednosti v/c (voda/cement), razmere a/c (agregat/cement), modula zrnivosti agregata, veće poroznosti površinskih slojeva u poređenju sa unutrašnjim betonom. Veća poroznost omogućava lakšu penetraciju agresivnih materijala iz vazduha ili raznih rastvora i povećanje rastezanja u uslovima smrzavanja - otapanja, naročito u vreme upotrebe soli.

Kod svake dodatne intervencije za postizanje bolje otpornosti betonskog elementa kao što su impregnacije, zaštitni premazi itd. treba odstraniti cementnu koru, a često i ukupnu koru betona.

Evropske norme za projektovanje armirano-betonskih konstrukcija određuju minimalne debljine zaštitnog sloja iznad armature u zavisnosti od stepena agresivnosti okoline.

Evrokod 2 propisuje, u zavisnosti od stepena izloženosti, minimalne debljine zaštitnog sloja u rasponu od 10 do 40 mm sa dodatkom 5 do

10 mm što zavisi od izvedene kontrole kvaliteta.

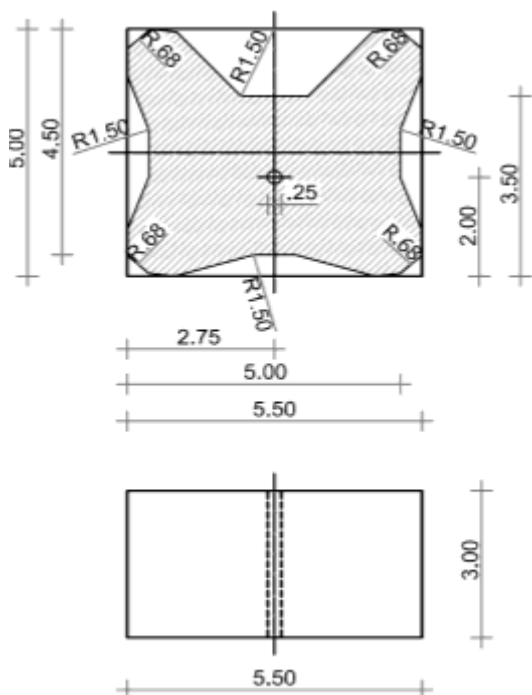
Praksa je pokazala, da su propisane debljine zaštitnih slojeva iznad armature premale, posebno ako se radi o konstrukcijama, koje se nalaze u agresivnoj okolini kao što je upotreba soli u zimskom periodu. U ovakvim slučajevima trebalo bi debljinu zaštitnog sloja odrediti na osnovu izračunate brzine penetracije, agresivnih materija odnosno pretpostavljenog mehanizma raspadanja betona koji se određuje kroz upotrebu inženjerskog modela. Veća debljina zaštitnog sloja osigurava bolju vezu armature sa betonom i bolju zaštitu protiv vlage i požara, a omogućava upotrebu većih frakcija agregata.

Projektnu debljinu zaštitnog sloja treba obezbediti ugrađivanjem tačkastih ili linijskih distancera na pristojnom razmaku. Materijal distancera mora da omogućava dobru vezu sa betonom, posebno u agresivnim sredinama. Geometrijski oblik mora da obezbedi stabilnost u postavljenom položaju.

Debljini i kvalitetu zaštitnog sloja treba posvetiti veliku pažnju i kod izvođenja radova. Na postizanje projektnog kvaliteta i osobine koje je uslov za trajnost zaštitnog sloja, snažno utiče kvalitet i gustoća ugrađivanja distancera te intenzivna i kvalitetna nega betona. Slabo negovanje može da poveća propusnost betona u zaštitnom sloju i do 100 puta.

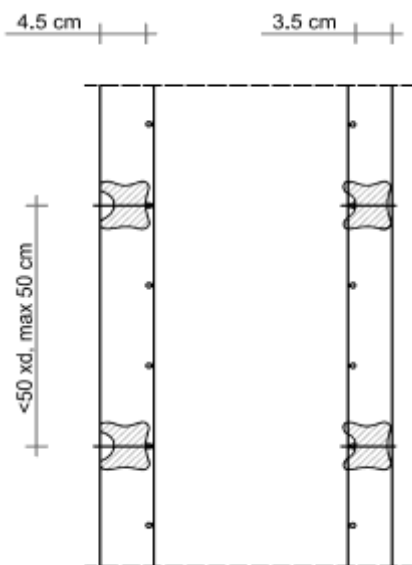
Kod mostova minimalna debljina zaštitnog sloja iznosi 4,5 cm za spoljne površine te 3,5 cm za unutrašnje površine. Za delove nosive konstrukcije koji su u dodiru sa zemljom minimalna debljina zaštitnog sloja je 5 cm.

Za obezbeđenje debljine zaštitnog sloja upotrebljavaju se distanceri kao na slici 9. Svojim oblikom distancer obezbeđuje debljine slojeva od 4,5 cm i 3,5 cm u zavisnosti od položaja ugrađivanja. U sredini ima rupu $\varnothing 2,5$ mm koja služi za vezanje podmetača za armaturu.



Slika 9.12.8.9: Distancer za pravilno određivanje zaštitnog sloja

Distanceri se rade od visokovrednog mikro betona. Distanceri se raspoređuju prema slici 10. Međusobni razmak je $50d$ u oba smera (d = debljina armaturne palice koja je najbliža oplati), a ne sme biti veći od 50 cm. Distancer treba dobro pričvrstiti žicom na palicu koja je najbliža oplati tako da obezbeđuje stabilnost armature i željenu debljinu zaštitnog sloja.



Slika 9.12.8.10: Način postavljanja distancera

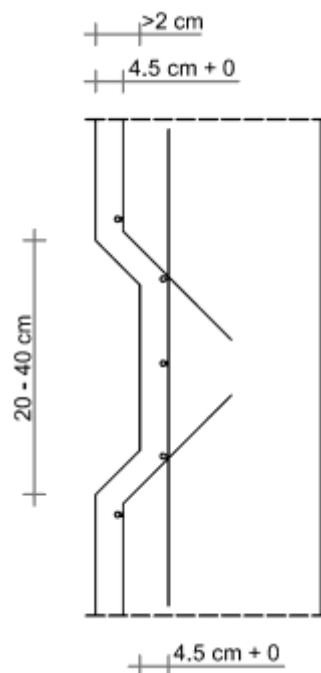
Najmanja debljina zaštitnog sloja zavisi od vrste konstrukcije, stepena agresivnosti okoline, klase betona, prečnika armature i načina ugrađivanja betona.

U slučajevima kada je potrebno da debljina zaštitnog sloja bude veća od 5 cm, zaštitni sloj mora da se armira tankom armaturnom mrežom. Razmak između armature u zaštitnom sloju i spoljne površine betona ne sme da bude manji od 2 cm.

9.12.8.3.3 Obrada vidljivih betonskih površina u oplati i obrada otvorenih ploha

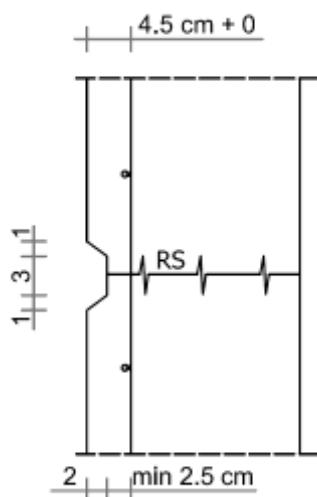
Vidljive betonske površine u oplati treba oblikovati tako, da se u pripremljenu oplatu ugrade letve prema željama za veličinu pojedinih utora.

Kao što se vidi na slici 11 mogući su horizontalni utori na međusobnom razmaku 80 – 120 cm.



Slika 9.12.8.11: Obrada horizontalnog utora dubine veće od 2 cm

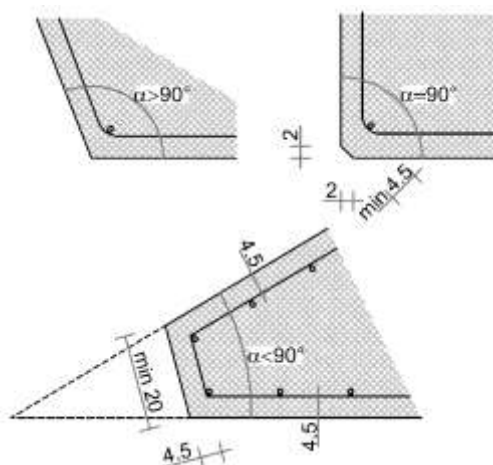
Horizontalni utori dubine do 2 cm izvode se bez intervencija u armaturi betona kao što je prikazano na slici 12. Ako se izvode utori veće dubine od 2 cm onda treba izvršiti korekciju armature, te područje armirati na odgovarajući način (slika 11).



Slika 9.12.8.12: Obrada horizontalnog utora dubine do 2 cm

Ako se betoniranje izvodi pomoću horizontalne fuge, poželjno je da se taj radni spoj sakrije u udubljenju utora. Na taj način se izbjegava nepravilan spoj starog i novog betona.

Obradivanje rubova ima uticaj na konačan izgled betonskih površina. Rubovi su osetljivi, brzo dolazi do njihovog oštećenja. Da bi se izbegla ova oštećenja, rubovi se posebno obrađuju. Ako je ugao između dve susedne stranice 90° , rub se skine po 2 cm na svaku stranu. Ovo skidanje postiže se ugrađivanjem letve u obliku trougla.



Slika 9.12.8.13: Obrada ivica

Oštre ivice se moraju skinuti – odseći već kod projektovanja pojedinih elemenata. Skinuta površina ne sme da bude manja od 20 mm, a za nju važe ista pravila u pogledu armiranja kao i za susedne površine.

Treba dodati i sledeće zahteve, prema potrebi za svaku vrstu obrade:

- Materijal za oblogu oplata. Prihvatljivost materijala za oblogu oplata, ako pušta tragove na betonu, koji nisu eksplicitno deo obrade. Sloboda graditelja da koristi različite materijale za oblogu kako bi se omogućila višekratna upotreba istog materijala.
- Boja. Ne postoji uslov za stabilnost boje ili nijanse, osim za posebnu obradu korišćenjem obojenih materijala.
- Vazdušne rupice i pore. Pokazati veličinu, dubinu i frekvence.
- Grubi nedostaci. Ukazati na veličinu i frekvence. Ova anomalija je nezavisna od odstupanja od tolerancije dozvoljene za element i treba da obuhvati nedostatke na oblozi oplata.
- Popravka. Da li su dozvoljene popravke u cilju poboljšanja obrade.
- U tabeli 3 je tipična upotreba određenih vrsta obrade površine, kao savet u izradi uslova za implementaciju specifikacije.

Tabela 9.12.8.3 – Tipovi obrade površine

Tipovi	Uobičajena upotreba	Primeri
Površine u oplati		
Osnovna obrada	Ako nije dat nikakav poseban zahtev	Temelji
Obična obrada	Ako izgled nije važan ili ako je predviđena obrada premazom ili malterom	Malterisane ploče ili nevidljive površine, kao što su unutrašnjost stubova ili šahtova
Jednostavna obrada	Ako je vizuelni učinak značajan	Ploče koje su retko vidljive i ploče neposredno obojene površine, ako nema nikakvih posebnih zahteva
Posebna obrada	Ako je potrebno postaviti posebne zahteve	Ploče za koje je značajna pravilnost površine i boje
Otvorene površine		
Osnovna obrada	Ravnomerno zatvorena površina, koja se dobija ravnanjem. Ne zahtevaju se nikakvi dodatni radovi.	Ploča za koju je predviđena obrada daskom ili druge obrade površine
Obična obrada	Ravnomerno ravna površina, koja se dobija grubim gletovanjem ili sličnim postupkom	Ploča obrađena kao slepa tla ili druge obrade tla
Jednostavna obrada	Gusta glatka površina, koja se dobija gletovanjem i sl.	Npr. završna obrada gornje površine krajnjeg temelja na mostu.
Posebna obrada	Površina kod koje mora da bude dat poseban zahtev za sledeću obradu drugačijeg tipa	Površine tla za posebne saobraćajne slučajeve

9.12.8.3.4 Obrada novih vidljivih betonskih površina nakon skidanja oplata

Naknadnu obradu novih vidljivih površina treba svesti na minimum. Konačan izgled novih vidljivih površina treba projektovati već u izradi planova oplata.

Naknadnu obradu kamenorezačkim alatima treba ograničiti na dekorativne betonske ograde, vence i krilne zidove. Kod ovakvih obrada treba voditi računa da zaštitni sloj bude 5 cm.

Naknadna obrada novih betonskih površina u agresivnim okolinama je zabranjena pošto se sa njom narušava kompaktnost betonske površine. Nove vidne betonske površine mogu, se nakon skidanja oplata, premazati bojom izgleda betona. Premazivanje novih betonskih površina se preporučuje samo u slučajevima u kojima dolazi do povećane otpornosti na uticaje agresivne okoline.

U zadnje vreme pojavila se mogućnost obrade sveže betonske mase bojenjem uz istovremeno utiskivanje kamene teksture. Nanose se samo na horizontalnim betonskim površinama. Na taj način se obezbeđuje

trajnost boje koja ne prouzrokuje štetne uticaje na beton.

Kod određivanja boje kamena i oblika teksture treba uzeti u obzir izgled okolne prirode. Obrada površina ovakvim materijalom primjenjuje se na hodnicima i dostupnim stazama.

Popravke

Kod popravki treba uzeti u obzir zahteve standarda serije SRPS EN 1504.

Eflorescencija

Mrlje je sa površine moguće oprati vodom, ali na mladim betonima se može ponovo pojaviti eflorescencija nakon nekoliko godina. Značajna mera zaštite je hidrofobiranje maldog betona.

Grafiti

Reč je o grafitima nastalim u vreme izgradnje, a ne kasnije tokom eksploatacije.. Moguće je oprati površinu posebnim sredstvima za čišćenje, kao što su gumice i slično, ali uspeh zavisi od teksture i starosti konkretnih risova.

Mesta i mrlje od rđe

Ove mrlje potiču od čelične oplata, a ne od korozije armature. Moguće je oprati površinu posebnim sredstvima za čišćenje ili očistiti finim brušenjem, ali uspeh zavisi od teksture betona i stanja mrlja na betonu. Ankerisanu armaturu treba obavezno zaštititi PVC folijom, ako se rad nastavlja, ili prajmerisati zaštitnim premazima od cementa, ako se radovi prekidaju na neko vreme.

Razlike u boji, masne mrlje, „rascvetali“ beton nakon skidanja oplata

Ove varijacije potiču od tipova oplata i/ili ulja za opaltu i/ili tipa betona ili načina betoniranja. Dopušteno da je se izvrše lokalne korekcije manjih nepravilnosti glazurom ili bojom odgovarajuće RAL

nijanse, ili finim brušenjem, mrlje od masti treba oprati deterdžentom i vodom pod visokim pritiskom, manje mrlje mogu se odstraniti posebnim rastvaračem koji se na vazduhu pretvara u prah, ili celu površinu jednostavno peskariti ali konačan uspeh zavisi od veličine, oblika i vrste nepravilnosti.

Lomovi ivica, segregacija

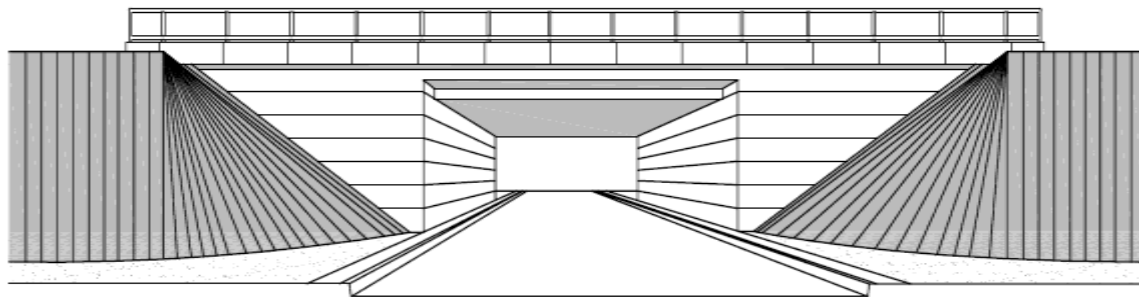
Popravke moraju da se vrše malterom za popravke ili finom glet masom. U ovom slučaju treba izabrati modifikovani cementni malter i mase, koje su obično svetlije od uobičajenog zbog dodatog izbeljivača (npr. TiO_2 u prahu), a ponekad i tamnije od uobičajenog (druge boje pigmenti) . Pre nego što se odabere nijansu boje i osvetljenost treba uzeti u obzir stepen odstupanja prema CIB skali u okviru CEN/TR 15739. Za manje elemente je potrebno izvršiti popravku čitavog elementa, zbog ujednačeniheg izgleda. Težiti je po uniformnosti tekstura i boja preko vidljive površine. Posle tih popravka je potrebno spoljne vidljive površine još hidrofobirati. Za reprezentacijske delove se za izradu popravke već preporučuju restoratori.

9.12.8.3.5 Obrada vidljivih površina podvoza

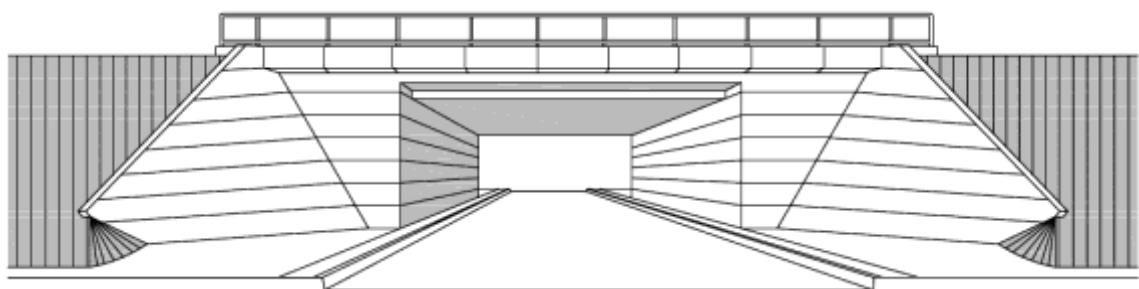
Podvožnjaci sa paralelnim i kosim krilima

Krila podvožnjaka su paralelna i zajedno sa keglama i oblikovanim kosinama zaključuju objekat. Mogu da budu i kosa (slika 15). Predlaže se izrada površinskog reljefa na površinama zidova podvoza sa horizontalnim utorima širine 7 cm, dubine 2 cm koji su međusobno razmaknuti 80-100 cm.

Moguće je „produbljenje“ čelnog dela nosača iznad ulaza u podvoz izvođenjem konzolne konstrukcije u dubinu 35 cm. Na taj način se minimalnim sredstvima oblikovanja postiče utisak postojanja portala i naznačena briga za njegovo oblikovanje (slika 14 i 15). Portal se može istaći i „produbljenjem“ čitavog portala, odnosno ploče i vertikalnih zidova.



Slika 9.12.8.14: Podvožnjak sa paralelnim krilima sa delimično istaknutim portalom



Slika 9.12.8.15: Podvožnjak sa kosim krilima i delimično istaknutim portalom

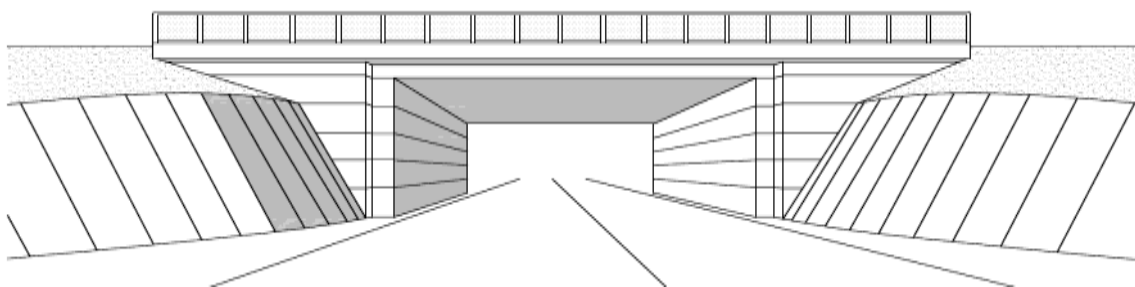
Podvožnjaci sa cilindričnim krilnim zidovima

Predlaže se vertikalna deklinacija polukružnih zidova na ulazu u podvožnjak te njihova površinska struktura – reljef sa vertikalnim utorima širine 15 cm, dubine 2 cm sa razmakom od 80 cm.

Predlaže se površinska struktura – reljef betonskih potpornih zidova podvoza sa

horizontalnim utorima širine 7 cm, dubine 2 cm sa razmakom 80 – 100 cm.

Moguća je izrada podvojenog portala na ulazu u podvoz sa oblikovanjem 40 cm širokog i 35 cm dubokog utopljenog okvira, koji je odvojen horizontalnim fugama u vidu nastavljanja presavijenog zida (slika 16).



Slika 9.12.8.16: Podvožnjak sa cilindričnim krilima i istaknutim portalom

9.12.8.3.6 Obrada vidljivih površina nadvožnjaka

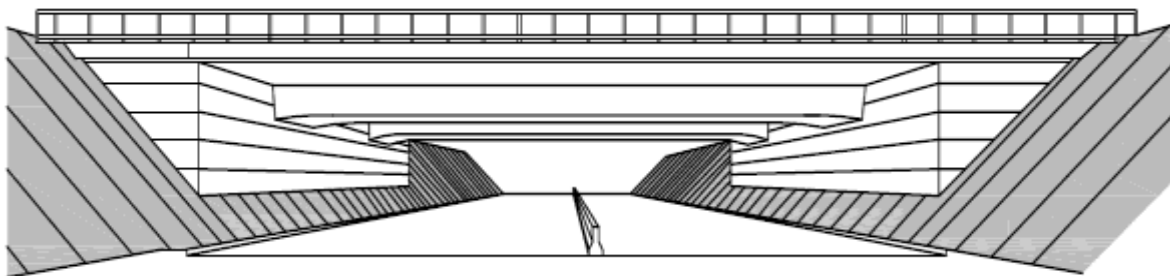
Nadvožnjak sa jednim rasponom

Ova varijanta je sa aspekta oblikovanja neutralna. Nosač je oblikovan u vidu blagog luka što konstrukciji daje eleganciju i lakoću.

Preporučuje se za nadvožnjak u useku (slika 17).

Objekti na autoputevima su većinom inženjerske konstrukcije. Njihovoj lepoti pridonosi pravi izbor nosivog sistema konstrukcije i skladnost dimenzija. Zato treba, pri samom izboru koncepta, razmišljati o

njegovom oblikovanju. Svaki element na ovakvim objektima, koji nema funkcionalni značaj, deluje neskladno.



Slika 9.12.8.17: Nadvožnjak sa jednim rasponom

Nadvožnjak sa dva raspona

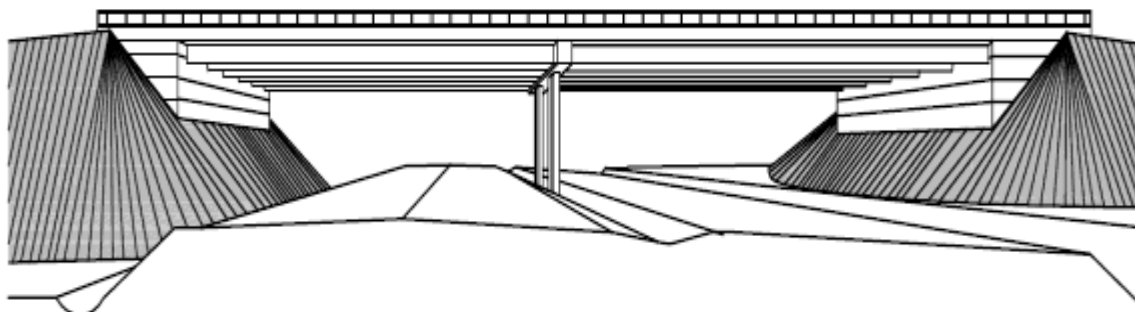
Nadvožnjak sa dva raspona se najviše upotrebljava kada se autoput nalazi u polu useku. Na slici 18 prikazan je nadvožnjak od montažnih prednapregnutih nosača. Svi ostali konstruktivni delovi su monolitni.

Oblikovanje ovakvih objekata postiže se kroz izbor odgovarajuće konstrukcije, koja u datom ambijentu najbolje odgovara. U ovakvim slučajevima ima smisla da se istakne i kompozicijska obrada velike

betonske površine krajnjih i srednjih stubova. I u ovom primeru predlaže se površinska struktura potpora nadvožnjaka sa horizontalnim utorom širine 7 cm, dubine 2 cm na razmaku 80 – 100 cm.

Krajnji stubovi mogu imati i vertikalni žljeb dimenzije 30 x 30 cm u kojem je sakrivena vertikalna cev za odvodnjavanje objekta.

Stub ili stubovi ovakvog nadvožnjaka mogu se oblikovati i drugačije što zavisi od projektanta.



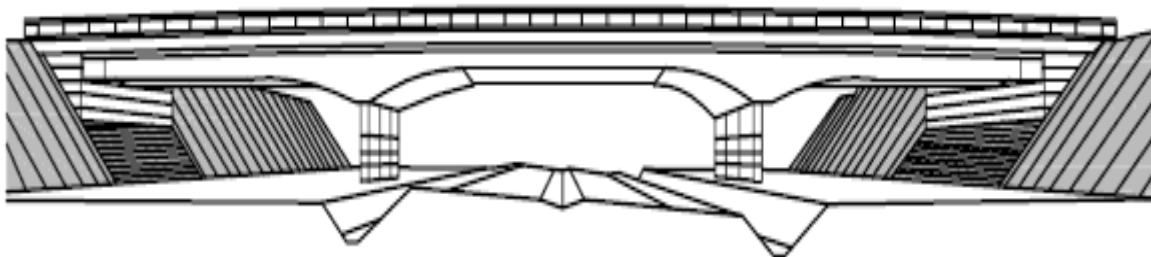
Slika 9.12.8.18: Nadvožnjak sa dva raspona

Nadvožnjak sa tri raspona

Nadvožnjak sa tri raspona najčešće se upotrebljava kod nadvožnjaka u nasipu kod kojih je pojas za razdvajanje autoputa manje širine.

Nadvožnjak sa tri raspona premošćava autoput sa srednjim većim rasponom dok su krajnji rasponi manji. Ravnu ili zakrivljenu konstrukciju podupiru stubovi različitog oblika.

Sa ovakvim konstruktivnim rešenjem, vizuelno je oblikovan otvoreni profil prostora puta čime je obezbeđena i njegova transparentnost. Objekat koji je komponovan u skladu sa statičkim i konstruktivnim uslovima istovremeno postaje racionalan i skladno oblikovan. Predlaže se reljef horizontalnih linija na stubovima i krajnjim osloncima koje su međusobno razmaknute 80 – 120 cm.

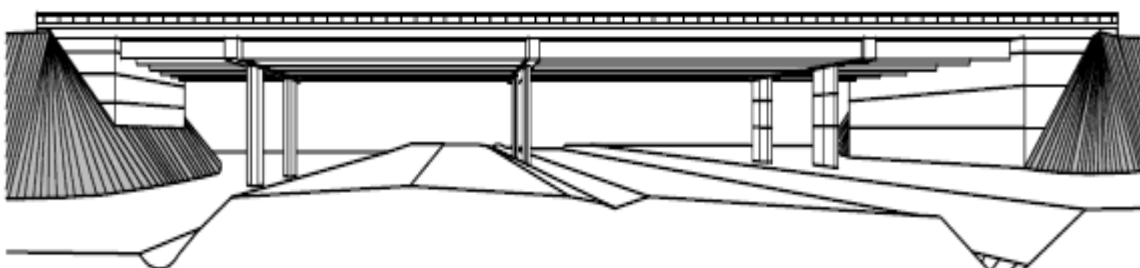


Slika 9.12.8.19: Nadvožnjak sa tri raspona

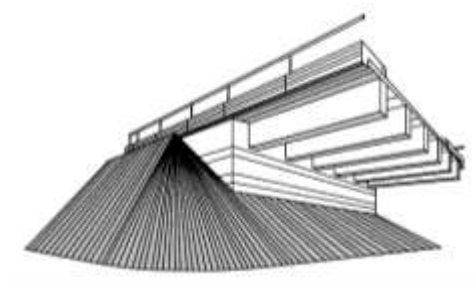
Nadvožnjak sa četiri raspona

Nadvožnjak sa četiri raspona upotrebljava se u slučajevima kod kojih su pojasevi za razdvajanje autoputa široki, kada autoput ima tri kolovozne trake ili kada je u pitanju autoput sa dve kolovozne trake, ali se ostavlja rezervni prostor za treću kolovoznu traku.

Za nadvožnjak sa četiri raspona važi sve što je navedeno za prethodne tipove nadvožnjaka. Objekti mogu biti sa različitim rasponskim konstrukcijama (slika 20 i 21), a oblikovanje betonskih površina može biti identično kao kod prethodnih tipova nadvožnjaka.



Slika 9.12.8.19: Nadvožnjak sa četiri raspona u spregnutoj ili monolitnoj izradi



Slika 9.12.8.20: Krajnji stub sa grednom rasponskom konstrukcijom



Slika 9.12.8.21: Krajnji stub sa monolitnom rasponskom konstrukcijom

9.12.8.4 Oblaganje betonskih površina

9.12.8.4.1 Uopšteno

Pojedine delove objekata, pre svega krajnji stubovi moguće je obložiti prirodnim ili čak veštačkim kamenom u slučajevima kada želimo da povećamo njihovu estetsku vrednost i to u krajevima u kojima se kamen pojavljuje kao tradicionalni građevinski

materijal. Oblaganjem se postiže veća otpornost građevinskih elemenata na spoljašnje uticaje.

Opštem izgledu vidljivih kamenih površina doprinosi vrsta, kvalitet i boja kamena, odnos većih i manjih komada kamena, njihov oblik i veličina te način obrade površine i međusobne povezanosti.

Kod oblikovanja kamenih obloga važe sledeća pravila:

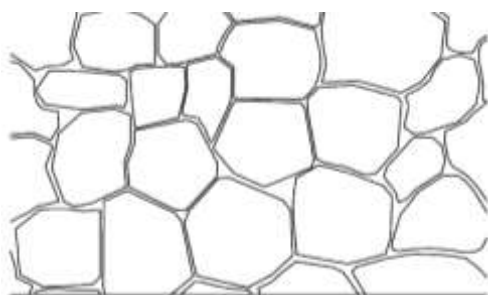
- treba izabrati takvu obradu kamena koja će što više naglasiti njegovu strukturu i na kojoj će se što manje primjećivati tragovi upotrebe alata;
- veće komade kamena treba ugraditi u donje redove. Poželjno je da su pojedini komadi za upola duži u odnosu na visinu, a preklapanje treba da je min. 20 cm;
- međusobni spojevi treba da budu približno jednaki, malter treba da bude što manje uočljiv na fasadi zida, oštećenja i nedostatke ne treba popravljati malterom te ne treba crtati lažne spojeve po malteru;
- opšti izgled zida ne sme da liči na podlogu od kaldrme.

Vidljive betonske površine mogu se oblagati i betonskim prefabrikovanim pločama, ako imaju istovremeno i funkciju oplata.

9.12.8.4.2 Obloge od nepravilno složenog kamena – ciklopski zidovi

Obloge ili zidovi od nepravilno raspoređenog kamena – ciklopski zidovi upotrebljavaju se samo kod oblaganja ili zidanja potpornih zidova na putevima, dok se za oblaganja objekata ne preporučuju.

Karakteristika ciklopskih zidova ogleda se u poligonalnom obliku njihovog lica, a nikako u veličini pojedinog kamena.



Slika 9.12.8.22: Izgled ciklopskog zida

Kod izrade ovakve obloge ili zida pojedini komadi se sakupljaju na taj način, da se mogu ugraditi uz malu doradu. Ugrađivanje se izvodi tako, da svaki kamen ima najmanje tri površine na koje se oslanja. Pojedini komadi kamena moraju ići u dubinu zida najmanje 20 cm. Poželjno je da se na svaka 2 m² površine lica zida uzida jedan veći blok koji bi ulazio u masu betona približno 40 cm. Komadi kamena u ciklopskom zidu imaju dimenzije 60 cm i oblik petougona. Spojevi

između kamena na licu zida imaju širinu 20 – 40 mm.

9.12.8.4.3 Oblaganje lomljenim kamenom

Za oblaganje lomljenim kamenom upotrebljavaju se komadi sa prirodnim ili obrađenim površinama. Širina fuga (spojnica) je 15 do 30 mm. Spoj slijedećeg sloja treba da je zamaknuti od donjeg spoja za 10 cm. Visina slojeva u istom zidu može biti različita. Pojedine komade kamena treba slagati tako da rezultanta opterećenja, odnosno sila pritiska djeluje vertikalno na smjer sloja. Kod zidanja sa lomljenim ili delomično obrađenim kamenom važe isti principi i pravila, koja su navedena kod ankerisanja ili oblaganja ciklopskog zida s tim da je pravilnije oblikovanje lica zida. Komadi kamena imaju dimenzije (20-40) / (40-80) cm i imaju pravougaoni oblik.



Slika 9.12.8.23: Izgled zida iz lomljenog kamena

U zavisnosti od oblika ugrađenog bloka, lice zida može da ima različite oblike:

- da ima naznačenu slojevitost sa slojevima približno iste veličine ili sa slojevima različite visine;
- da se pravilno mijenjaju deblji i tanji slojevi;
- da jedan blok kamena prelazi kroz dva ili više slojeva, sa čime su slojevi međusobno povezani;
- izgled može biti bez naznačenih slojeva;
- vidna površina može biti reljefna-neobrađena.

9.12.8.4.4 Obloge od tesanog kamena

Komadi tesanog kamena obrađeni su do približno 15 cm u dubinu. Horizontalni spojevi su bez prekida, dok vertikalni spojevi treba da su uspravni u odnosu na ležišni spoj. Visine pojedinih slojeva obloge mogu biti različite. Odnos visine i dužine kod pojedinih komada je u granicama 1 : 1,2 kod kamena od škriljaca, a 1:1 kod tvrdog kamena.

Oblaganje betonskih zidova može da se izvede na dva načina. Istovremeno sa betoniranjem gde kamena obloga ima funkciju oplata ili se oblaganje izvodi naknadno. U prvom primeru treba pojedine komade ankerisati na svakom drugom ili trećem spoju za masu zida (na ostalim spojevima ugrađuju se obične spojnice za međusobnu vezu između pojedinih komada kamena). Kod zidova koji se naknadno oblažu treba oštokovati - ohrapaviti površinu zida, da bi se obezbedile što bolje veze između obloge i zida. I kod ovog načina oblaganja treba vezu između obloge i zida izvesti pomoću metalnih pijavica. Prostor između zida i obloge se zaliva cementnim malterom ili betonom sitne granulacije.

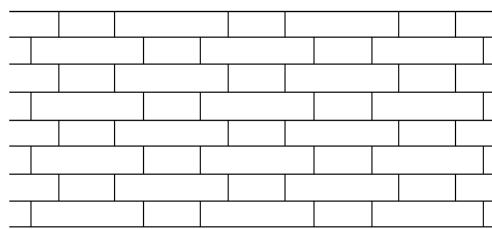
Obrada spojeva u velikoj meri utiče na izgled lica zida. Kod kvalitetnije obrađenog kamena mogu se izvesti uži spojevi i obratno. Širina spojeva kod tesanog kamena varira od 5 do 20 mm. U zavisnosti od širine spoja vrši se izbor maltera za ugrađivanje. Za uske spojeve upotrebljava se pesak sitnije granulacije i obratno. Po završenom oblaganju i završenom procesu sleganja pristupa se definitivnoj obradi vidljivih delova spojeva. Boja maltera za obradu spojeva bira se prema želji naručioca.

Vidljiva površina spoja može biti:

- u ravni sa licem kamena
- utopljena unutar lica zida
- izvučena izvan površine lica zida

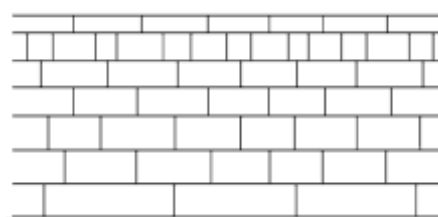
Izgled fasade kamenog zida zavisi od načina ugrađivanja kamene obloge. Obloga se može ugrađivati na više načina.

Način polaganja tesanog kamena kod koga su horizontalni slojevi jednaki, a pojedini komadi se ugrađuju na krst, kao što je prikazano na slici 24, predstavlja gotski stil oblaganja. Gornjeg sloj je preklopljen u odnosu na donji je za jednu četvrtinu.



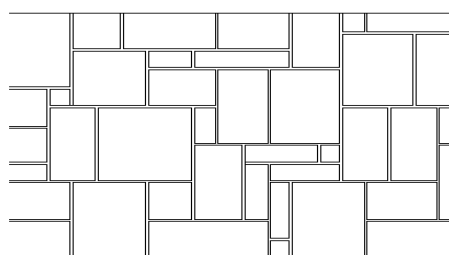
Slika 9.12.8.24: Izgled zida u gotskom stilu

Slojevi kresanog kamena mogu da budu različite visine. Kod ovakvog načina ugrađivanja treba paziti da veći komadi kamena budu u nižim slojevima. Važno je da se pojedinačni komadi preklapaju za 10 cm.

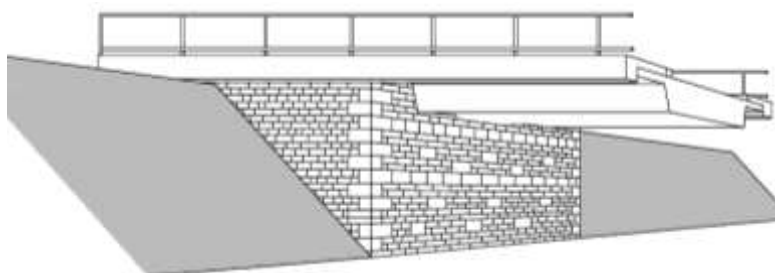


Slika 9.12.8.25: Izgled zida od tesanog kamena sa ravnim stojnicama

Tesani kamen se može ugrađivati u nepravilnom obliku. U ovakvom zidu nema horizontalnih slojeva. Kod ovog načina treba izbegavati spoj tri komada u jednoj tački.



Slika 9.12.8.26: Izgled zida od tesanog kamena sa nepravilnim spojnicama



Slika 9.12.8.27: Izgled kamenom obložene krajnje potpore

Kod objekata na putevima oblažu se krajnje potpore, ako se nalaze u okolini koja to dozvoljava i ako se time postiže veća trajnost potpora. U izuzetnim slučajevima oblažu se i srednji stubovi, ako se nalaze u koritu reke čime se štite od abrazije.