

REPUBLIKA SRBIJA
PROJEKAT REHABILITACIJE TRANSPORTA

**PRIRUČNIK ZA PROJEKTOVANJE
PUTEVA U REPUBLICI SRBIJI**

9. PROJEKTOVANJE MOSTOVA

9.12.3 HIDROIZOLACIJE

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

9.12.3.1	UVODNI DEO	1
9.12.3.1.1	Opšte.....	1
9.12.3.1.2	Primenjeni standardi	1
9.12.3.1.1	Tumačenje izraza.....	1
9.12.3.1.3	Karakteristike postupaka za zaptivanje	3
9.12.3.1.4	Osnovni premaz podloge	3
9.12.3.1.5	Sloj za zaptivanje	3
9.12.3.1.6	Zaštitni sloj	3
9.12.3.2	OSNOVNI MATERIJALI.....	3
9.12.3.2.1	Vrste materijala	4
9.12.3.3	KVALITET MATERIJALA.....	4
9.12.3.3.1	Materijali sa bitumenskim vezivom	4
9.12.3.3.2	Materijali od veštačkih organskih tvari	10
9.12.3.4	IZVOĐENJE RADOVA.....	11
9.12.3.4.1	Opšte.....	11
9.12.3.4.2	Način izrade	12
9.12.3.4.3	Osnovni premaz.....	13
9.12.3.4.4	Izolacioni slojevi	15
9.12.3.4.5	Zaštitni slojevi	18
9.12.3.4.6	Habajući slojevi	19
9.12.3.4.7	Izolacija graničnih površina – spojeva	19

9.12.3.1 Uvodni deo

9.12.3.1.1 Opšte

Beton i ugrađena armatura ili čelična konstrukcija mostova i drugih konstrukcija na putevima su u toku eksploatacije izloženi različitim uticajima koji utiču na pojavu oštećenja. Najbrojnija su oštećenja od prodora padavinskih voda, slane vode u zimskom periodu i različitih hemijskih i fizičkih uticaja. Oštećenja u armiranim betonskim i čeličnim konstrukcijama najčešće se pojavljuju zbog:

- neodgovarajućeg kvaliteta betona,
- male debljine zaštitnog sloja betona iznad armature,
- prodora obične i slane vode u beton kroz nastale pukotine,
- karbonizacije betona,
- neodgovarajuće zaštite od korozije,
- velike agresivnosti atmosfere usled prisustva sumporovog oksida, ugljenika, azota i drugih uticaja.

Ovi uticaji u velikoj meri mogu unapred da se predvide i da se uzmu u obzir tokom projektovanja konstrukcije kroz izbor odgovarajućeg sistema hidroizolacione zaštite. Način izrade i kvalitet hidroizolacije direktno utiče na upotrebljivost i trajnost konstrukcija u eksploataciji. Različiti i prihvaćeni materijali za hidroizolacije mogu bez posledica da podnesu specifična opterećenja kojima su izloženi samo do određene mere. Zbog toga izbor odgovarajućeg materijala za hidroizolaciju ima istu važnost kao i njegovo ugrađivanje.

Na odabir sistema zaštite utiču unapred poznati parametri:

- kategorija saobraćajnice,
- kategorija objekta,
- klimatski uslovi,
- konstruktivni sistem objekta,
- izabrani materijal od kojeg je izgrađena kolovozna konstrukcija,
- dužina i rasponi konstrukcije.

Cilj ove smernice ogleda se u detaljnijem opisivanju savremenih postupaka za zaptivanje primenom materijala koji mogu da obezbede primerenu zaštitu novih objekata i obnovu zaštite objekata koji su duže vreme u upotrebi.

Navedeni postupci su najbolje primenjivi u zaptivanju objekata na putevima i obezbeđuju njihovu zaštitu od fizičkih i hemijskih opterećenja usled površinske i podzemne vode i u vodi rastopljenih agresivnih materija. Smernica može direktno

da se primeni kako na novoizgrađenim objektima tako i na objektima koji se renoviraju

U smernici su sa datiranim i nedatiranim referencama uključene odredbe drugih publikacija. Kod datiranih referenci moraju da se uzmu u obzir sve naknadne dopune i promene, ako su uključene kroz dopune ili reviziju. Kod nedatiranih referenci važi poslednje izdanje referentne dokumentacije.

9.12.3.1.2 Primenjeni standardi

U ovoj smernici primenjeni su sledeći proizvodni standardi. Standardi za postupke ispitivanja pojedinih materijala navedeni su u tabelama uslova kvaliteta.

EN 1031

EN 1038

EN 1504-1

EN 13808

EN 13969

EN 14188-1

EN 14695

9.12.3.1.1 Tumačenje izraza

U ovoj smernici upotrebljeni izrazi imaju sledeća značenja:

Bitumenska traka (bitumen waterproofing sheeting, Bitumendichtungsbahn) je traka za izolaciju sa nosećim uloškom koji je prekriven bitumenskom masom. Pripremljena je za lepljenje ili varenje na podlogu.

Drenažni epoksidni beton (drainage epoxy concrete, Drän-Epoxidbeton) je jednofrakcijski beton sa velikim učešćem prolaznih mikrošupljina; za vezivo se upotrebljava epoksidna smola.

Drenažna traka (drainage tape, Dränband) je traka koja se ugrađuje ili izrađuje na hidroizolacionoj traci uz ivičnjake sa obe strane objekta i koja omogućuje prolaz vode koja protiče kroz asfaltne slojeve ili hodnike objekta.

Dubina hrapavosti (depth of roughness, Rauhtiefe) je koeficijent dobijen od zapremine udubljenja na površini sloja i pripadajuće površine. Upotrebljava se kao merilo grube hrapavosti, a određuje se prostiranjem peska (Sand-patch-method) ili merenjem isticanja vode po Mooru.

Fuga (joint, Fuge) je prostor (žleb) između dva građevinska elementa ili prostor u građevinskom elementu koji služi za sprečavanje pojave nekontrolisanih pukotina

ili za ujednačavanje promena u dužini usled uticaja temperature.

Habajući sloj (wearing course, Deckschicht) je krovni – završni sloj kolovoznog zastora. Sastav mešavine materijala zavisi od predviđenih klimatskih i saobraćajnih uslova.

Hidroizolacija (waterproofing, Wasser - abdichtung) znači zaštita površine od prodiranja vode.

Ravnanje lopaticom (leveling with spatula, Kratzspachtelung) predstavlja popunjavanje udubljenja koja obrazuje hrapavost podloge sa odgovarajućim materijalom koji se ugrađuje pomoću lopatice u debljini do vrha zrna u podlozi.

Lepljenje trake za zaptivanje (waterproofing sheet sticking, Kleben der Dichtungsbahn) znači podlivanje zagrejane bitumenske mase za lepljenje ispod trake za izolaciju kako bi se ostvarila dobra veza sa podlogom.

Liveni asfalt (gussasphalt, Gussasphalt) je asfaltna mešavina koja je na visokoj temperaturi u gusto tečnom stanju, zbog čega tokom ugrađivanja ne sme da se zgusne, već se sabija.

Masa za lepljenje (lepilo) (adhesive, Klebstoff) je materija (na bitumenskoj osnovi ili osnovi veštačkih materija) kojom se na pripremljenu podlogu lepi traka za zaptivanje.

Masa za zaptivanje (joint sealing compound, Fugenvergussmasse) je hladna ili vruća tečna masa bez određenog oblika koja služi za zaptivanje fuga i spojeva zalivanjem, a istovremeno omogućuje željeno ponašanje spoja.

Obloga na objektu (bridge surfacing, Brückenbelag) sastoji se od zaštitnog i habajućeg sloja.

Osnovni (temeljni) premaz (primer, Grundanstrich/Grundierung) je premaz podloge (sa epoksidnom smolom ili rastvorom bitumenskoga veziva) koji služi za bolje prijanjanje sledećih slojeva i popunjavanje udubljenja.

Postupak sa vodenim mlazom (procedure with water jet, Wasserstrahlverfahren) je hidromehanički postupak pripreme (čišćenje, hrapavljenje) podloge.

Preklop (overlapping, Überlappung) znači preklop ivica dve trake koje su ugrađene

jedna do druge.

Premaz za zalivanje (sealing, Versiegelung) znači nanos neprekinutog filma veziva na šupljikavu podlogu.

Proizvođač (producer, Producent) proizvodi materijale koji se upotrebljavaju.

Projektant (designer, Konstrukteur) je odgovoran za projektovanje, planiranje i tehničke uslove.

Sačmarenje (shotblast, Sandstrahlung) je način mehaničkog čišćenja podloge (betonske ili čelične) usmerenim mlazom metalnih granula (sačme).

Sloj za ravnanje (leveling course, Ausgleichschicht) je sloj kojim se obezbeđuje ravnost podloge i njene odgovarajuće visine.

Sloj za prijanjanje (bonding layer, Haftbrücke) predstavlja međusloj koji poboljšava prijanjanje i trajnu vezu dva sloja.

Sloj za zaptivanje (waterproof membrane, Dichtungsschicht) predstavlja osnovni sloj kod zaptivanja objekata.

Spoj (joint, Stoss) predstavlja planirano ili uslovljeno dodirivanje dva ili više susednih građevinskih elemenata bez međusobne veze, koji su povezani sredstvima za zatvaranje spojeva.

Traka za zaptivanje (sealing strip, Dichtungsstreifen) je sredstvo sa određenim presekom za punjenje fuga i zaptivanje spojeva.

Varenje bitumenske trake (bitumen waterproofing sheeting welding, Schweissen einer Bitumendichtungsbahn) predstavlja ravnomerno zagrevanje podloge i površine bitumenske trake pomoću odgovarajućih gorionika po čitavoj širini, kako bi se stvorili uslovi za odgovarajuće mekšanje bitumenske mase i lepljenje trake na podlogu.

Zaptivanje – dihtovanje (seal, Abdichtung) je kombinacija slojeva za zaptivanje podloge. Sastoji se od osnovnog premaza, premaza za zalivanje ili izravnjanje sa lopaticom, sloja za zaptivanje i zaštitnog sloja.

Zaštitni sloj (protective layer, Schutzschicht) je sloj koji se ugrađuje za zaštitu sloja za zaptivanje od oštećenja, a može i da poboljša zaptivanje objekta.

9.12.3.1.3 Karakteristike postupaka za zaptivanje

Izbor postupaka za izradu hidroizolacija zavisi pre svega od:

- vrste i namene objekta na putu,
- specifičnih lokalnih uticaja: saobraćaja, klime, oblikovanja puta, posebnih osobina konstrukcije objekta i održavanje objekta.

Od štetnih uticaja vode objekti mogu da se zaštite na sledeće načine:

- ugradnjom krutih materijala (tzv. „bele kade“) i
- primenom različitih kombinacija pretežno elastičnih slojeva za zaptivanje (tzv. „crna kada“).

Kod postupka sa krutim materijalima, osnovni materijal koji obezbeđuje vodonepropusnost je cementni beton. Bitne osobine betona ograničavaju njegovu upotrebu, pre svega na delove objekata na putevima koji nisu izloženi delovanju soli. U ovakvim uslovima bolja je primena postupka po kojem se na podlogu ugrađuju vezani materijali (lepljene izolacije). U svim primerima ovakvih hidroizolacija potrebno je da se obezbedi dobar i trajan spoj izolacione trake sa pripremljenom podlogom.

Ispunjenje gore navedenog uslova zahteva izvršenje sledećih predradnji:

- nanos osnovnog premaza,
- nanos zalivnog premaza ili nanos ravnajućeg sloja sa lopaticom.

Način zaptivanja objekta na putevima mora detaljno da bude određen u projektu.

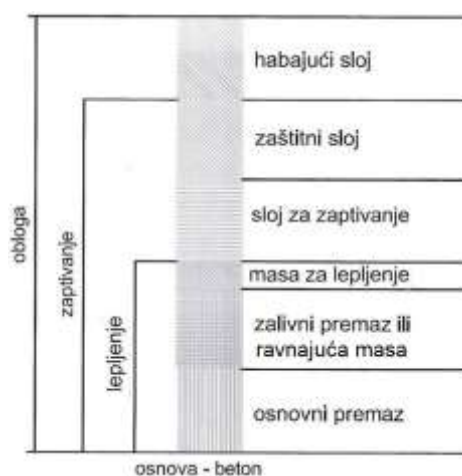
Svako zaptivanje objekta na putevima sa lepljenim materijalima-slojevima („crna kada“) po pravilu se sastoji od slojeva za lepljenje, zaptivanje i sloja za zaštitu (slika 9.12.3.1).

9.12.3.1.4 Osnovni premaz podloge

Na vertikalnim i jako nagnutim površinama gde se voda ne zadržava, izvodi se prethodni premaz sa rastvorom bitumenskog veziva, a predstavlja prvi postupak u sklopu zaptivanja. Izrada prethodnog premaza uslovljava i izradu zalivnog premaza ili ravnjanja lopaticom.

Na površinama sa malim nagibima i na horizontalnim površinama, po pravilu treba izvesti osnovni premaz (grundiranje) sa dva nanosa epoksidne smole, od kojih je prvi posut kremenovim peskom sušenim u vatri. Po pravilu se epoksidni premaz u periodu kada temperatura podloge ne raste.

Premaz podloge mora da obezbedi zadovoljavajuću vrednost čvrstoće prijanjanja na podlogu, a na betonskim objektima i blokadu za vodenu paru.



Slika 9.12.3.1: Sastav obloge („crna kada“) na objektu

9.12.3.1.5 Sloj za zaptivanje

Sloj za zaptivanje mora da bude izgrađen od materijala koji je varenjem, lepljenjem ili prskanjem na sloj za lepljenje adhezivno povezan sa podlogom.

Sloj za zaptivanje mora da ima sposobnost da prati sva pomeranja objekata.

9.12.3.1.6 Zaštitni sloj

Da bi se zaštitili slojevi za zaptivanje na vodoravnim ili na površinama sa malim nagibom, treba izvesti zaštitni sloj koji lepljenjem obezbeđuje potpunu vezu zaštitnog sloja sa slojem za zaptivanje. Kod površina sa većim nagibom za zaštitu mogu da se upotrebe i materijali koji obezbeđuju potrebnu zaštitu sloja za zaptivanje i delimičnim (tačkastim) povezivanjem sa podlogom.

9.12.3.2 Osnovni materijali

Upotrebljivost (kvalitet i kompatibilnost) svih materijala koji su predviđeni za izolaciju objekata na putevima, mora da se proverí odgovarajućim prethodnim ispitivanjima i da se dokaže prethodno izdatim certifikatima.

Za sve materijale moraju da se obezbede uputstva proizvođača sa tačnim opisom načina upotrebe materijala.

9.12.3.2.1 Vrste materijala

Svi materijali koji se upotrebljavaju za zaptivanje objekata moraju da budu proizvedeni sa bitumenskim vezivom ili od veštačkih organskih materija. Za određene slojeve u sklopu izolacije objekata mogu da se upotrebe i neki drugi materijali.

9.12.3.2.1.1 Materijali sa bitumenskim vezivom

Materijali sa bitumenskim vezivom su pogodni za korišćenje kod sledećih postupaka:

- za slojeve koji služe za prijanjanje,
- za osnovni premaz: rastvori bitumenskih veziva,
- za zalivni premaz ili za ravnanje lopaticom: modifikovana bitumenska veziva sa polimerima (po potrebi i sa dodacima),
- za masu za lepljenje: bitumenska veziva sa odgovarajućim dodacima.
- za slojeve za zaptivanje:
 - bitumenske trake za lepljene,
 - bitumenske trake za varenje,
 - modifikovana bitumenska veziva sa polimerima,
 - za zaštitne i habajuće slojeve:
 - bitumenski beton,
 - liveni asfalt,
 - skeletni mastiks asfalt,
 - za premaz površine habajućeg sloja:
 - rastvori bitumenskih veziva,
 - sa polimerima modifikovana bitumenska veziva.

Za zaptivanje – popunjavanje različitih spojnica na objektima (spojnice dva ista ili različita materijala) upotrebljavaju se:

- bitumenske mase (kitovi) za popunjavanje – zaptivanje spojnica
- bitumenske trake za zaptivanje.

Pre upotrebe je kod oba postupaka neophodno da se izvede prethodni premaz sa odgovarajućim bitumenskim vezivom.

9.12.3.2.1.2 Veštački organski materijali

Veštačkih organski materijali mogu da se koriste za zaptivanje objekata u sledećim postupcima:

- za slojeve koji služe za prijanjanje:
 - za osnovne premaze: tečni polimeri – reakcijske (epoksidne) smole,
 - za zalivni premaz ili mase za ravnanje lopaticom: tečni polimeri (reakcijske - epoksidne smole) sa odgovarajućim dodacima,
- za slojeve za zaptivanje:
 - tečni polimeri za prskanje,

- polimerne folije (za lepljene),
- za delimično zaštitne slojeve (ili za slojeve razdvajanja kod plivajućih izolacija):
 - polimerna drenažna tkanina,
 - drenažno pletivo,
- za zaptivanje spojeva,
 - reakcijske organske mase.

9.12.3.2.1.3 Ostali materijali

Za ojačanje polimerima modifikovanog bitumena koji služi za sloj za zaptivanje, treba upotrebiti odgovarajuće mreže od veštačkih materijala, metalnih žica ili odgovarajućih tkanina od staklenih ili poliesterskih vlakana.

Zaštitni slojevi za zaptivanje objekata ili delova objekata koji se nalaze u nasipu mogu da budu izvedeni od cementnog maltera ili betona koji su pripremljeni po odgovarajućoj recepturi.

Za zaštitu sloja za zaptivanje vertikalnih betonskih površina mogu da se upotrebe različiti građevinski materijali, npr. drvene ploče, opeka, stiropor, stirodur, pluta, i dr.

9.12.3.3 Kvalitet materijala

Sve vrednosti koje su uslovljene za pojedine osobine osnovnih materijala su granične i moraju se obezbediti.

9.12.3.3.1 Materijali sa bitumenskim vezivom

9.12.3.3.1.1 Bitumenska emulzija

Za osnovni premaz upotrebljava se katjonska emulzija od bitumena za kolovoze ili bitumena modifikovanog sa polimerima.

Tehnički uslovi za osobine katjonskih emulzija od bitumena za kolovoze navedeni su u tabeli 9.12.3.1. Za osnovni premaz mogu da se upotrebe i anjonske bitumenske emulzije, ako je to predviđeno u projektu ili to odobri nadzorni inženjer.

9.12.3.3.1.2 Polimerima modifikovano bitumensko vezivo

Za zaptivanje objekata se upotrebljavaju i modifikovana bitumenska veziva koja se pripremaju u posebnim pogonima kao homogena fizička mešavina ili kao proizvod hemijske reakcije bitumena i na visokoj temperaturu otpornog polimera – elastomera.

Tehnički uslovi za bitumenska veziva modifikovana polimerima navedeni su u tabeli 9.12.3.2.

Tabela 9.12.3.1: Tehnički uslovi za svojstva bitumenskih emulzija (prema standardu EN 13808)

Svojstvo	Propis za ispitivanje	Jedinica mere	Tip bitumenske emulzije			
			3	4	5	6
Stabilnost	EN 13075-1	-	50 - 100	70 - 130	120 - 180	170 do 230
Stabilnost sa cementom	EN 12848	g	≥ 2	-	-	-
Vreme dodavanja finih delova	EN 13075-2	s	≥ 300	-	-	-
Sadržaj veziva (za sadržaj vode)	EN 1428	m.-%	48 - 52	53 - 57	58 - 62	63 - 67
Sadržaj veziva (za destilaciju)	EN 1431	m.-%	≥ 48	≥ 53	≥ 58	≥ 63
Udeo uljne komponente	EN 1431	m.-%	≤ 3,0	≤ 5,0	≤ 8,0	≤ 10,0
Vreme isticanja, 2 mm, 40 °C	EN 12846	s	15 - 45	35 - 80	70 - 130	-
Vreme isticanja, 4 mm, 40 °C	EN 12846	s	-	-	-	10 - 45
Ostatak na situ: - 0,5 mm - 0,16 mm	EN 1429	m.-% m.-%	≤ 0,2 ≤ 0,5	≤ 0,5 -	- -	- -
Ostatak na situ 0,5 mm (posle 7 dana skladištenja)	EN 1429	m.-%	≤ 0,2	≤ 0,5	-	-
Sleganje (7 dana uskladištenja)	EN 12847	m.-%	≤ 10	-	-	-
Adhezivnost	EN 13614	% površine	≥ 90	-	-	-

Tabela 9.12.3.2: Tehnički uslovi za svojstva bitumenskih veziva modifikovanih polimerima

Osnovni zahtevi	Svojstvo	Propis za ispitivanje	Jedinica mere	Tip bitumna									
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Konsistenca kod srednje temperature korišćenja	Penetracija kod 25 °C	EN 1426	0,1 mm	novosti	10 - 40	25 - 55	45 - 80	40 - 100	65 - 105	75 - 130	90 - 150	120 - 200	200 - 300
Konsistenca kod povišene temperature korišćenja	Tačka razmekšanja	EN 1427	°C	novosti	≥ 80	≥ 75	≥ 70	≥ 65	≥ 60	≥ 55	≥ 50	≥ 45	≥ 40
Kohezija	Duktulitet (sa merenjem sile)	EN 13703 EN 13589	J/cm ²	novosti	≥ 3 kod 5 °C	≥ 2 kod 5 °C	≥ 1 kod 5 °C	≥ 2 kod 0 °C	≥ 2 kod 10 °C	-	-	-	-
	Čvrstoća na zatezanje kod 5 °C	EN 13703 EN 13587	J/cm ²	novosti	≥ 3	≥ 2	≥ 1	-	-	-	-	-	-
	Vialit klatno	EN 13566	J/cm ²	novosti	≥ 0,7	-	-	-	-	-	-	-	-
Trajnost	Promena mase	EN 12607-1 ali EN 12607	%	novosti	≥ 0,3	≥ 0,5	≥ 0,8	≥ 1,0	-	-	-	-	-
	Održana vrednost penetracije	EN 1426	%	novosti	≥ 35	≥ 40	≥ 45	≥ 50	≥ 55	≥ 60	-	-	-
	Porast tačke razmekšanja	EN 1427	°C	novosti	≥ 8	≥ 10	≥ 12	-	-	-	-	-	-
Druga svojstva	Plamenište	EN ISO 2592	°C	novosti	≥ 250	≥ 235	≥ 220	-	-	-	-	-	-

Modifikovana polimerna bitumenska veziva se upotrebljavaju i kao zalivni premazi ili za ravnanje lopaticom, a čine sastavni deo sistema za zaptivanje objekta.

9.12.3.3.1.3 Bitumenska masa za lepljenje

Osobine bitumenske mase za lepljenje izolacione trake (po vrućem postupku) na podlogu moraju da odgovaraju zahtevima koji su navedeni u tabeli 9.12.3.3.

Tabela 9.12.3.3: Tehnički uslovi za svojstva bitumenskih masa za lepljenje

Svojstvo bitumenske mase za lepljenje	Jedinica mere	Zahtevana vrednost	Propis za ispitivanje
Udeo punjenja	m.-%	0	EN 12697-1
Udeo pepela, najviše	m.-%	2	EN 12692-1
Tačka mekšanja bitumena po PK, najmanje	°C	90	EN 1427
Tačka loma bitumena po Fraassu, najviše	°C	-5	EN 1109
Penetracija bitumena	mm/10	20 do 30	EN 1426
Otpornost na potiskivanje mase na 50 °C, najmanje	N/mm ²	0,8	
Specifična deformacija potiskivanja na 50 °C	%	navesti	RVS 15.362

9.12.3.3.1.4 Bitumenska traka

Potrebne osobine bitumenskih traka za varenje i lepljenje koje se upotrebljavaju za zaptivanje horizontalnih i blago nakošenih površina navedene su u tabelama 9.12.3.4 i 9.12.3.5.

Potrebne osobine bitumenskih traka za varenje koje se upotrebljavaju za zaptivanje vertikalnih ili veoma nakošenih površina, navedene su u tabeli 9.12.3.6.

Tabela 9.12.3.4: Tehnički uslovi za svojstva bitumenskih traka

Način izrade	Zahtevana vrednost				Propis za ispitivanje
	Postupak sa lepljenjem		Postupak sa varenjem		
	Debljina trake	Sadržaj bitumenskog veziva	Debljina trake	Sadržaj bitumenskog veziva	
	mm	g/m ²	mm	g/m ²	
Sa jednom trakom, najmanje	3,0	2000	4,5	4200	SRPS U.M8.080 EN 1849-1
Sa dve trake, najmanje	3,0	2000	3,6	3200	
Bandažiranje, najmanje	2,0	1600	2,0	1600	

Tabela 9.12.3.5: Tehnički uslovi za svojstva bitumenskih traka za horizontalne izolacije (EN 14695)

Svojstvo bitumenske trake	Jedinica mere	Zahtevana vrednost	Propis za ispitivanje
Postojanost na -5 oC(savijanje oko trna sa r=30 mm)	-	postojan	EN 1109
Postojanost na 90 oC, srednja vrednost tečenja, najviše	m	0,5	EN 1110
Sila kidanja, podužno i poprečno (5 cm), prosečna vrednost, najmanje	N	800	EN 12311-1
Izduženje kod prekida: - traka sa staklenom tkaninom. prosečno najmanje Vrednost	%	2	EN 12311-1
- traka sa poliestersko-polipropilenskom folijom, najmanja prosečna vrednost	%	40	EN 12311-1
Otpornost na smicanje kod 50 °C: - traka: najmanja prosečna vrednost - bitumenska masa: najmanja prosečna vrednost	N/mm ² N/mm ²	0.8 0.8	RVS 15362
Bitumenska masa za traku: - tačka mekšanja: najmanje - linearno skupljanje: najviše	°C %	150 2	EN 1107-1
Masa nosača – poliesterske polipropilenske folije, najmanje - debljina mase za lepljenje na donjoj strani nosača, najmanje - na gornjoj strani	g/m ² mm mm	200 3 0,5-1,3	ZTV TP-BEL/1
Udeo kamenih zrna većih od 0,71 mm: najviše	m.-%	5	EN 993-1
Upijanje vode – najviše	m.-%	5	
Propusnost vode (pritisak 1 bar/24 sata)	-	vodonepropustan	EN 1928
Debljina trake	mm	≥ 5	EN 1849-1
Najmanja pojedinačna vrednost debljine trake	mm	≥ 4,7	EN 1849-1

Tabela 9.12.3.6: Tehnički uslovi za svojstva bitumenskih traka za vertikalne izolacije (EN 13969)

Svojstva bitumenske trake	Jedinica mere	Zahtevana vrednost	Propis za ispitivanje
Postojanost pri 0° C	-	postojan	EN 1109
Postojanost pri 70° C			EN 1110
Sila kidanja, uzdužno i poprečno: - nosač od staklenog voala: najmanje - nosač od poliesterskog polipropilenskog filca: najmanje	N N	300/200 300/300	EN 12311-1 EN 12311-1
Izduženje prilikom kidanja: - nosač od staklenog voala: najmanje - nosač od poliesterskog polipropilenskog filca: najmanje	% %	2 30	EN 12311-1
Debljina trake: najmanje	mm	3,6	EN 1849
Propusnost vode	kPa	60	EN 1928

Noseći element bitumenske mase u traci koja se upotrebljava za izolaciju horizontalnih površina mora da bude od tkanine od staklenih vlakana ili poliesterskog filca. Mora da ima odgovarajuću otpornost na prekid i otpornost na uticaj topline.

Površina bitumenske trake mora da bude homogena, suva, bez primesa i pukotina i zaštićena na odgovarajući način polietilenskom folijom ili posipanjem sitnim kamenim zrnima.

Odstupanje prosečne debljine bitumenske trake od propisane ne sme da bude veće od $\pm 0,3$ mm.

Bitumenska traka za zaptivanje ima širinu 1000 mm, rubovi treba da budu ravni.

Najveće dozvoljeno odstupanje širine iznosi ± 10 mm.

Ako se izolacija izvodi preklapanjem bitumenskih traka, traka mora da ima oblik klina barem po jednoj uzdužnoj ivici. Širina klina iznosi od 80 do 100 mm.

Raslojavanje bitumenske trake po debljini ne sme da bude prisutno, a rola ne sme da bude deformisana.

9.12.3.3.1.5 Tečni polimer za prskanje

Potrebne osobine tečnih polimera za prskanje koji se upotrebljavaju za zaptivanje horizontalnih i malo nakošenih površina, navedene su u tabeli 9.12.3.11.

Tabela 9.12.3.11: Tehnički uslovi za tekuće polimere za prskanje

Svojtvo	Propis za ispitivanje	Zahtevana vrednost
Minimalna debljina	Po odobrenju nadzornog inženjera	2 mm
Specifična težina očvrstnute membrane	BS EN ISO 2811-1-2011	$>1,1 \text{ g/cm}^3$ kod 23 °C
Izduženje	ISO 37:1994; ASTM D638	$>100\% - <150\%$
Čvrstoća prijanjanja	ASTM 4541 BS 4624:2003	Betonska podloga $> 1,5 \text{ MPa}$ Čelična podloga $>2,0 \text{ MPa}$
Propusnost za vodenu paru	ASTM E96-80	$4 \text{ g/m}^2/\text{dan}$ kod 23 °C
Sila zatezanja	ASTM 638; ISO 37:1994	$>11 \text{ MPa}$
Sila kidanja	ASTM D624; ISO 34-1 2004	70 N/mm
Tvrdoća	ISO 868: 1985	>50 (Shore D)
Čvrstoća prijanjanja asfaltne nadgradnje		Valjani asfalt $> 0.9 \text{ MPa}$ kod 23 °C Tvrđoliveni asfalt $>1.0 \text{ MPa}$ kod 23 °C
Smicanje zastora u odnosu na hidroizolacioni sistem	Valjani asfalt Tvrđoliveni asfalt	$>1,92 \text{ MPa}$ kod -10 °C $>0,6 \text{ MPa}$ kod 23 °C $>0.2 \text{ MPa}$ kod 40 °C $>0,9 \text{ MPa}$ kod 23 °C
Kidanje hidroizolacije od betona	ISO8510-1:1990 (ugao 90°)	750 N/m
Premošćenje pukotina	ASTM C836	$>3,2\text{mm}$ kod -26 °C

Tekuća polimerna membrana nanosi se prskanjem u dva sloja od kojih svaki mora da ima debljinu najmanje 1 mm a ukupna debljina ne sme da bude manja od 2 mm. Materijali za ova dva sloja treba da budu različito obojeni zbog olakšanja kontrole nanošenja.

Kod nanošenja treba pratiti vremenske uslove koje propisuje proizvođač materijala.

9.12.3.3.1.6 Asfaltne mešavine za zaštitne i habajuće slojeve

Uslovljena svojstva asfaltnih mešavina za zaštitne i habajuće slojeve na objektima su jednake kao i kod asfaltnih slojeva koji se upotrebljavaju na kolovozu puta.

Izbor vrste asfaltne smese (asfalt beton, liveni asfalt ili skeletni mastiks asfalt) za izradu zaštitnog sloja zavisi od vrste, dužine te naklona objekata i od očekivanog prometnog opterećenja. Liveni asfalt manje je pogodan za objekte kojih uzdužni ili poprečni nagib prelazi vrednost od 5%.

Za proizvodnju asfaltnih mešavina za zaštitne i habajuće slojeve od asfalt betona, skeletnog mastiks asfalta i livenog asfalta upotrebljavaju se frakcije kamenog materijala veličine do 8 ili 11 mm i odgovarajuće modifikovano bitumensko vezivo.

Za izradu asfaltne mešavine za zaštitni sloj, frakcije mogu biti da budu od kamena karbonatnog porekla.

Asfaltna mešavina skeletnog mastiks asfalta u svemu mora da odgovara zahtevima za mešavine koje se ugrađuju na kolovoznim konstrukcijama za teško opterećenje.

Kod asfaltne mešavine za liveni asfalt koji se upotrebljava kao zaštitni sloj na objektima sa većim saobraćajnim opterećenjem (srednji i teški saobraćaj) dubina penetracije (5 cm², 40° C, 30 min., 525 N) nakon 30 minuta mora da bude 1 do 2,5 mm, i za sledećih 30 minuta najviše još 0,4 mm.

9.12.3.3.1.7 Bitumenska masa za popunjavanje spojeva

Osobine trajnoelastične bitumenske mase za popunjavanje spojeva na graničnim površinama različitih materijala u oblozi konstrukcije i okolnih elemenata određene su u tabeli 9.12.3.7.

9.12.3.3.1.8 Bitumenska traka za zaptivanje spojeva

Osobine trajnoelastične bitumenske trake za zaptivanje spojeva na graničnim površinama, pre svega spojeva zaštitnog i habajućeg sloja sa ivičnjacima (u sklopu hodnika na objektima) moraju da budu slične osobinama mase za ispunjavanje spojeva navedenim u tabeli 9.12.3.7, osim osobina iz alineja 1 i 2 koje na ovim trakama ne mogu da se provere

Tabela 9.12.3.7: Tehnički uslovi za svojstva bitum. masa za ispunjavanje spojeva (EN 14188-1)

Svojstva bitumenske mase	Jedinica mere	Zahtevana vrednost	Propis za ispitivanje
Sposobnost zalijevanja na 180° C	-	dobra	ZTV TL biff fug 82
Temperatura zalijevanja	°C	navesti	
Tačka razmekšanja mase po PK, najmanje	°C	85	EN 1427
Konusna penetracija na 25° C, (150 g, 5 s)	mm / 10	40 do 90	EN 13880-2
Tečenje kod 60° C, (5 sata, 75° C), najviše	mm	5	EN 13880-5
Tečenje nakon pregrevanja, najviše	mm	5	EN 13880-5
Promena tačke mekšanja mase po PK posle zagrevanja (apsolutno), najviše	°C	10	EN 1427
Promena konusne penetracije posle toplotne obrade kod 70° C, najviše	%	25	EN 13880-4
Postojanost na toploti po Nüsselu na 45° C (24 sati), najviše	-	6,5	EN 13880-2
Postojanost na mrazu po Hermannu (-20° C, 5 sati)		izdrži 3 do 4	DIN 1996-18
Rastegljivost (20° C, 15x30 mm), najmanje	mm	5	EN 13880-13
Otpornost na mekšanje (150° C, 30 min.), najviše	%	5	EN 13399

9.12.3.3.1.9 Bitumenski premaz za zaptivanje površine

Za premaz i zaptivanje površine habajućeg sloja asfalt betona upotrebljavaju se:

- bitumenske emulzije,
- bitumenska veziva modifikovana polimerima,
- bitumenske mase za lepljenje.

Osobine navedenih materijala moraju da odgovaraju zahtevima iz tabela 9.12.3.1, 9.12.3.2 i 9.12.3.3.

9.12.3.3.2 Materijali od veštačkih organskih tvori

9.12.3.3.2.1 Reakcijske (epoksidne) smole

Za osnovni premaz (grundiranje) površine cementnog betona objekata upotrebljava se reakcijska smola bez sredstva za rastapanje i bez punjenja sa malo viskoznosti i otporna na toplinu.

Reakcijska smola napravljena na bazi epoksidnih smola mora da odgovara zahtevima koji su navedeni u tabeli 9.12.3.8.

Sastav epoksidne smole treba odrediti IR analizom. Karakteristike osnovne komponente i učvršćivača, ekstrakta i reakcijske smole treba odrediti prethodnim

ispitivanjima, a rezultati služe kao osnova za dalju proveru identičnosti.

9.12.3.3.2.2 Polimerna folija

Folije za delimično zaštićene ili odvojene slojeve moraju da budu proizvedene iz polipropilenskih ili poliesterskih vlakana. Izbor vrste folije zavisi od uslova upotrebe.

9.12.3.3.2.3 Drenažne tkanine

Osobine drenažnog pletiva za delimično zaštićene ili odvojene slojeve moraju da se odrede u projektu. Po pravilu treba uzeti u obzir osnovne podatke o pletivu koje nudi proizvođač.

Osobine drenažnih tkanina moraju da odgovaraju vrednostima koje su navedene u tabeli 9.12.3.9.

9.12.3.3.2.4 Pesak za posipanje

Pesak za posipanje osnovnog premaza sa epoksidnom smolom mora da ima osobine koje se zahtevaju u tabeli 9.12.3.10, ako u uputstvima proizvođača epoksidne smole nije drukčije određeno.

U određenim primerima ovakav pesak je upotrebljiv i za posipanje osnovnog premaza sa bitumenskim vezivom.

Tabela 9.12.3.8: Tehnički uslovi za svojstva epoksidnih smola (EN 1504-2)

Svojstva epoksidne smole	Jedinica mere	Zahtevana vrednost	Propis za ispitivanje
Viskoznost: kod 23° C, najviše	Pa s	1	ZTV-BEL-B / 1995 Teil 3
Viskoznost: kod 12° C, najviše	Pa s	4	
Viskoznost: kod 8° C	Pa s	navesti	
Gustina pojedine komponente	g/cm ³	navesti	
Ostatak po žarenju, najviše	m.- %	1	
Vreme za obradu, najmanje	min	10	
Vreme stvrdnjavanja:		navesti	
- 46 sati, 8° C, relativna vlažnost vazduha 75 % u normalnoj klimi, najviše	h	18	
- kod 40° C, relativnoj vlažnosti vazduha, najmanje	h	2	
- kod 12° C in 75 % relativnoj vlažnosti vazduha, najviše	h	40	
Sadržaj materija koje ne isparavaju, najmanje	m.- %	98	
Upijanje vode u čvrstom stanju, najviše	m.- %	2,5	
Postojanost na vrućini (silikonsko ulje), najmanje	°C	250	
Sila prijanjanja nakon ispitivanja na vrućini, najmanje	N/mm ²	1,5	
Postojanost kod uskladištenja, najmanje	godina	1	

Tabela 9.12.3.9: Tehnički uslovi za svojstva drenažnih tkanina

Svojstva drenažnih tkanina	Jedinica mere	Zahtevana vrednost			Propis za ispitivanje
		300 g	400 g	500 g	
Površinska masa, najmanje	g/m ²	300	400	500	DIN 53854
Dozvoljeno odstupanje mase, najviše	%	10	10	10	DIN 53854
Debljina a ₂₀₀ mase, najmanje	mm	2	2,5	3	DIN 53855/1
Dozvoljeno odstupanje debljine, najviše	%	10	10	10	DIN 53855/1
Maksimalna sila zatezanja / podužna i poprečna), najmanje	N/50	150	200	250	DIN 53857/2
Izduženje pri maksimalnoj sili zatezanja, najmanje	mm ^{*1}	60	60	60	DIN 53857/2
Otpornost na probijanje, najmanja *2	%	1,500	1,500	1,500	DIN 54307
Otpornost na vatru *3	N	B2	B2	B2	ÖN 3800/1
Otpornost na truljenje *4	-				
Otpornost na planinske vode *4	-		Otporna nije topiva		
Vodopropusnost, najmanje	l/dm ² /min	60	60	60	Darcy

Legenda:

*1 za iglane drenažne tkanine bez ojačanja N/100 mm

*2 za drenažne tkanine za tunele najmanje 800 N, ako je podloga od pumpanog betona

*3 za tunele

*4 poliolefinske drenažne tkanine odgovaraju zahtevima

Tabela 9.12.3.10: Tehnički uslovi za svojstva peska za posipanje epoksidnih smola i bitumenskih veziva

Svojstva peska za posipanje	Jedinica mere	Zahtevana vrednost	Propis za ispitivanje
- Frakcija 0,2 / 0,7 mm			TL Min - Stb
- isprani delići (< 0,063 mm), najviše	m.- %	0,5	
- zrna ispod mere, najviše	m.- %	5	
- zrna iznad mere do 1 mm, najviše	m.- %	10	
- Frakcija 0,5 / 1,2 mm			
- isprani delići (> 0,063 mm), najviše	m.- %	0,3	
- zrna ispod mere, najviše	m.- %	5	
- zrna iznad mere do 2 mm, najviše	m.- %	10	

9.12.3.4 Izvođenje radova

9.12.3.4.1 Opšte

Osnovni cilj kvalitetnog zaptivanja – izolovanja objekta u svim fazama izgradnje i

upotrebe jeste obezbeđenje kvalitetnog i neštetnog odvođenja površinske i procedne vode sa objekta.

Po pravilu se zaptivanje objekta izvodi samo u povoljnim vremenskim uslovima. Granične vrednosti ne smeju da budu prekoračene. Ovi

uslovi ograničavaju vreme u kome postoje optimalni uslovi za izvođenje ovih radova i uslovljavaju način izvođenja radova u težim uslovima. Tada treba predviđati posebne mere koje će obezbediti odgovarajuću zaštitu radova i kvalitet izvođenja zaptivanja – ugrađivanje izolacije.

Izvođač mora unapred da dokaže prikladnost postupka koji treba da obezbedi kvalitet izvedenog zaptivanja – izolovanja objekta. Mora da proveri uputstva proizvođača za upotrebu materijala, odnosno da ustanovi da isti nisu u suprotnosti sa osnovnim zahtevima koji su određeni u ovoj smernici. Ova uputstva uvek moraju da budu na raspolaganju na gradilištu.

Pre početka izvođenja radova na zaptivanju – ugrađivanju hidroizolacije, beton mora da bude star najmanje 21 dan. Kod izvođenja radova na opravci ograničenog obima, beton mora da bude star najmanje sedam dana. Ako uputstva proizvođača dopuštaju izvođenje radova na zaptivanju – polaganju hidroizolacije na površinama koje nemaju propisanu starost prema posebno pripremljenom postupku, taj postupak mora da bude proveren u sličnim uslovima koji su predviđeni za izvođenje radova.

Pojedinačni postupci od pripreme betonske podloge do ugrađivanja zaštitnog sloja moraju da se sprovode i izvode u uslovima koje propisuju proizvođači materijala. Pojedinačni slojevi zaptivanja međusobno moraju da budu slepljeni, odnosno slepljeni po celoj površini betona, ako je takav postupak predviđen po projektu. Svaki sledeći sloj izolacije može da se ugrađuje tek posle izvršene kontrole kvaliteta izvedenih radova na ugrađivanju prethodnog sloja.

Neposredno pre ugrađivanja svakog sloja treba da se proveri kvalitet odvodnjavanja podloge, a izvođenje radova treba prilagoditi datim uslovima.

Po hidroizolacionom sloju dozvoljeno je hodaње ili vožnja samo u obimu koji je potreban za izvođenje sledećeg sloja. Okretanje vozila nije dozvoljeno. Što pre treba ugraditi zaštitni sloj.

Po zaštitnom sloju je dozvoljen saobraćaj vozilima samo za potrebe ugrađivanja habajućeg sloja, koji treba ugraditi što pre.

Ako saobraćaj po zaštitnom sloju mora da se odvija duže vreme, ovaj sloj treba privremeno

nadgraditi, a po mogućnosti ugraditi odvojeno zaštitni i habajući sloj.

Zaustavljanje vozila i radnih strojeva na zaštitnom i habajućem sloju dozvoljeno je ukoliko su preduzete odgovarajuće mere za zaštitu. Poprečni i uzdužni spojevi na zaštitnom i habajućem sloju moraju međusobno da budu zamaknuti.

Za zgušnjavanje asfaltnih mešavina zaštitnih i habajućih slojeva na objektima dozvoljena je upotreba oscilacijskih i statičkih valjaka.

Sve radove u vezi sa zaptivanjem – ugrađivanjem hidroizolacije moraju da vode stručno osposobljeni kadrovi sa proverenim znanjem.

9.12.3.4.2 Način izrade

9.12.3.4.2.1 Priprema betonske podloge

Uspeh zaptivanja objekta zavisi od kvaliteta pripremljene podloge odnosno površine betona na koju se ugrađuje hidroizolacija.

Podlogu odnosno površinu betona potrebno je očistiti usisivačima ili komprimiranim vazduhom. Sva zrna koja nisu dobro povezana treba odstraniti. Mrlje od ulja treba očistiti, odstraniti zaprljane delove betona ili dodatnih maltera mehaničkim alatima, peskiranjem ili vodenim mlazom pod visokim pritiskom. Ovim postupcima istovremeno se obezbeđuje propisana hrapavost bez oštrih ivica.

Dubina hrapavosti površine betona koja se postiže sa peskiranjem mora da iznosi:

- najmanje 0,8 mm,
- do 1,5 mm za varene bitumenske trake,
- do 2 mm za lepljene bitumenske trake,
- najviše do 4 mm na pojedinim mestima.

Eventualne pukotine, valovita i segregirana mesta na površini betona treba natopiti epoksidnom smolom i posuti kvarcnim peskom (veličina zrna 0,5/1 mm), a veće neravnine prethodno popraviti drugim odgovarajućim materijalom (npr. epoksidnim malterom).

Površina betona mora pre ugrađivanja hidroizolacije mora da bude suva. Može da bude delimično vlažna ako se za osnovni premaz upotrebljavaju materijali koji garantuju prijanjanje vlažnom podlogom.

Vlažnost površine betona određuje se gravimetrijski bušenim sondama dubine 2 cm, merenjem električne provodljivosti ili

drugim proverenim metodama. dozvoljena vlažnost površine betona iznosi 4 %.

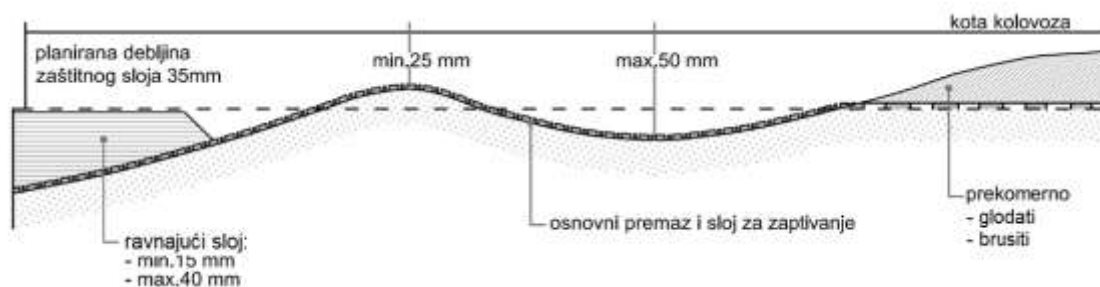
Samo informativno i u izuzetnim slučajevima vlažnost može da se odredi i pomoću upijajućeg ili novinskog papira. Na ovakvom papiru koji se pritisne na površinu betona ne smeju da ostanu tragovi upijanja vode. Vlažnost može da se utvrdi i lokalnim zagrevanjem površine betona pomoću suvog vazduha pošto zagrejana suva površina ima svetliju boju.

Površina betona na objektu mora da bude što ravnija. Merenja 4 m dugom letvom mogu da imaju sledeća odstupanja:

- na dužini 4 m najviše 40 mm
- na dužini 2 m najviše 20 mm
- na dužini 1 m najviše 10 mm

Da bi se poboljšala ravnost površine, može da se ugradi ravnajući sloj, ali samo iznad izolacije.

Sva odstupanja visina iznad 40 mm treba popraviti neposredno na betonu pre izvođenja hidroizolacije, kao i sva izbočenja (ivice i grebene) koji sprečavaju ugrađivanje zaštitnog sloja minimalnom debljinom.



Slika 9.12.3.2: Način ravnjanja i obezbeđenja graničnih vrednosti debljine zaštitnog sloja

Odstupanja visina površine betona između 15 i 40 mm ispod projektovane kote treba da budu popravljena sa odgovarajućim ravnajućim slojem epoksidnog ili mikroarmiranog cementnog maltera. Ako su ovakva odstupanja na površini u manjem obimu, dozvoljava se ručno ugrađivanje ravnajućeg asfalta, neposredno na sloj izolacije (sl. 9.12.3.2).

Način izvođenja potrebnog ravnjanja površine betona određuje nadzorni organ na osnovu geodetskih merenja, ocene i pregleda izvedenog stanja.

Srednja vrednost otpornosti na kidanje za zaptivanje pripremljene površine betona mora da bude najmanje $1,5 \text{ N/mm}^2$ (pojedinačna vrednost najmanje 1 N/mm^2), tako da je obezbeđena čvrsta i trajna veza sa nadgrađenim slojem.

9.12.3.4.2.2 Priprema čelične podloge

Čelična površina objekata mora biti oslobođena od valjaoničke kovarine, zaostalih delova vara nanetih u fazi montaže, tehnološki otvori moraju da budu zatvoreni na propisan način a površina obrađena. Površina mora da bude čista, bez masnoća i drugih zagađenja.

Površina mora da bude peskiranjem ili sačmarenjem očišćena do metalnog sjaja. Finoća peskirane površine mora da se kreće od SA 2,5 (za čelične površine stanja početne korozije A i B) do SA 3 (za čelične površine stanja početne korozije C i D). Peskirana površina mora da bude čista, suva, bez masnoće i drugih zagađenja. Peskirana površina pre nanošenja prethodnog premaza sme, da stoji otvorena najviše četiri sata (relativna vlažnost vazduha ne sme da prelazi 75%).

Pripremljena podloga preuzima se zapisnički, a zapisnik potpisuju izvođač i nadzorni inženjer.

9.12.3.4.3 Osnovni premaz

9.12.3.4.3.1 Osnovni premaz sa reakcijskim smolama

Osnovni premaz treba izvesti sa reakcijskim smolama koje se posipaju sa peskom.

Ovaj premaz ne može da nanosi bez odgovarajućih zaštitnih mera ako su u pitanju sledeći uslovi:

- za vreme padavina, nastajanja rose, vlažnosti usled magle,
- ako je relativna vlaga vazduha veća od 85%,

- ako je temperatura površine podloge betona ispod $+8^{\circ}\text{C}$,
- ako je temperatura površine podloge iznad $+40^{\circ}\text{C}$,
- ako temperatura brzo raste ili opada.

Temperatura površine podloge mora da bude najmanje 3°K iznad temperature rošnja.

Višekomponentne reakcijske smole treba mešati po uputstvima proizvođača. Promena materijala ili njihovog sastava i odnosa mešanja nije dozvoljena, ako u uputstvima nije drugačije određeno.

Dubina hrapavosti podloge za osnovni premaz sa reakcijskom smolom po pravilu nije definisana.

Pripremljenu podlogu površine betona treba zaštititi (popuniti pukotine) nanošenjem jednog ili više premaza sa epoksidnom smolom. Prvi sloj se nanosi po uputstvima proizvođača (četkom, valjkom, prskanjem). Smolu količine od 300 do 500 g/m^2 treba ravnomerno rasporediti po površini bez lokvi. Sveža površina smole posipa se kvarcnim peskom krupnoće zrna $0,5/1,2\text{ mm}$, izuzetno $0,2/0,7\text{ mm}$, u količini od $1,5$ do 2 kg/m^2 .

Posipni materijal koji se nije prilepio za smolu treba odstraniti metlom ili kompresovanim vazduhom.

Ako postoji mogućnost izlaganja unutrašnjih površina betona agresivnom delovanju vode, i njih treba zaštititi premazom od reakcijskih smola i posipanjem kvarcnim peskom.

Spojevi osnovnih premaza pojedinačnih slojeva moraju da se izvode stepenasto, pravolinijski i sa međusobnim rastojanjem od 10 cm .

Srednja vrednost otpornosti na kidanje pripremljene površine betona obrađene reakcijskim smolama mora da iznosi najmanje $1,5\text{ N/mm}^2$. Lom mora da se pojavi u betonskoj podlozi.

Dubina hrapavosti površine koja je premazana sa reakcijskim smolama i posuta sa kvarcnim peskom ne sme da bude veća od $1,5\text{ mm}$.

9.12.3.4.3.2 Osnovni premaz sa bitumenskim vezivima

Kod izrade hidroizolacije objekata u određenim uslovima, za osnovni premaz mogu da se upotrebe odgovarajuća bitumenska veziva. Kod površina sa većim

nagibom, ovaj postupak se upotrebljava u većoj meri, dok se kod površina sa manjim nagibom i većim opterećenjem upotrebljava u manjoj meri, uglavnom na objektima, gde je kao zaštitni sloj upotrebljen cementni beton.

Pripremljenu površinu betona treba premazati hladnim rastvorom bitumenskog veziva (nanosi se četkom ili valjkom), u količini 200 do 400 g/m^2 . Količina mora da bude minimalna i homogena (bez prekida).

Ako se bitumenski rastvor upotrebljava u vrućem stanju, nanosi se pumpanjem.

Temperatura površine podloge tokom nanosa mora biti najmanje $+5^{\circ}\text{C}$.

Samo u izuzetnim slučajevima i uz prethodno odobrenje nadzornog inženjera može da se upotrebi nestabilna bitumenska emulzija.

Treba izbegavati nanošenje osnovnog premaza u ranim jutarnjim satima.

Dubina hrapavosti podloge na koju se nanosi osnovni premaz od bitumenskog veziva, zalivni premaz ili sloj za ravnjanje mora da iznosi najmanje $0,6\text{ mm}$.

9.12.3.4.3.3 Zalivni premaz

Zalivni premaz predstavlja dodatni sloj epoksidne smole debljine $0,3$ do $0,5\text{ mm}$ koji se upotrebljava u slučaju potrebe nakon nanosa osnovnog premaza. Premaz sa zalivnom masom stvara tanki film na čitavoj površini i prekriva eventualne prekide osnovnog premaza.

Zalivni premaz ne treba posipati kvarcnim peskom.

9.12.3.4.3.4 Ravnjanje lopaticom

Za ravnjanje lopaticom obično se upotrebljava epoksidni malter.

Ravnjanje se izvodi na svežem osnovnom premazu (epoksidnom smolom), a uz odobrenje nadzornog inženjera u izuzetnim slučajevima može da se upotrebiti i na stvrdnutom osnovnom premazu.

Epoksidni malter se poravnava lopaticom po površini čime se ispunjavaju udubljene hrapave površine betona. Karakteristike ovako pripremljene površine su slične površinama na kojima su naneti osnovni premazi. Poravnate površine posipaju se kvarcnim peskom granulacije $0,5/1\text{ mm}$ bez prekida.

Ako se za izolaciju upotrebljavaju bitumenske trake, za ravnanje mogu da se upotrebe odgovarajući vrući bitumenski materijali. Najviše se upotrebljava bitumenska masa za lepljenje. Upotrebom mase za lepljenje smanjuje se zavisnost nastavljanja izvođenja radova na izradi hidroizolacije od vremenskih uslova. Potrošnja mase iznosi 1,5 do 2 kg/m².

Masa za ravnanje ne sme da se prekriva na spojevima.

Prekomernu hrapavost površine (iznad 4 mm) na pojedinim mestima treba ravnati epoksidnim malterom. Odnos mešanja epoksidna smola: jednofrakcijski pesak je 1:3 do 1:4, ukoliko u uputstvima proizvođača nije drugačije određeno. Obično se u praksi upotrebljavaju pripremljene gotove mešavine.

9.12.3.4.4 Izolacioni slojevi

Za izolacioni sloj mogu da se upotrebe:

- pojedinačne bitumenske trake (jednoslojna izolacija) ili
- sa bitumen modifikovan polimerima ili
- prskane polimerne membrane.

Za vezane (lepljene) izolacione slojeve odnosno za vezu izolacionog sloja sa slojevima za lepljenje može da se pojavi potreba za primenom dodatnog sloja za lepljenje. Postupak izrade ovog sloja naveden je u uputstvima proizvođača. Za ovaj dodatni sloj potrošnja iznosi oko 250 g/m².

Za nevezane (plivajuće) vertikalne ili kose izolacione slojeve kod mostova mogu da se upotrebe glatke nelepljene ili polimerne folije sa čepovima.

Posebni uslovi i postupci ugrađivanja nevezanih izolacionih slojeva kao i zaštita polimernih folija dati su u uputstvima proizvođača.

9.12.3.4.4.1 Bitumenska traka

varenom ili lepljenom bitumenskom trakom može da se izvede:

- zaptivanje pojedinih elemenata konstrukcije objekta npr. ispod hodnika, ivičnih venaca, ivičnjaka i
- gornje zaptivanje objekata na putevima.

Bitumenske trake između pojedinih elemenata se obično ugrađuju podužno prilepljene za lepljivu masu koja se nalazi na osnovnom premazu od bitumenskog veziva. U područje kolovoza moraju da prelaze

najmanje 20 cm čime se obezbeđuje kvalitetan spoj sa trakama gornje izolacije. Trake treba privremeno zaštititi od mehaničkih oštećenja, npr. sa bitumenskom krovnom lepenkom koja se uklanja pre ugrađivanja zaštitnog sloja.

Mehaničke osobine bitumenskih traka za izolaciju koja se ugrađuje između elemenata delimično mogu da odstupaju od zahtevanih vrednosti koje su date u tabeli 9.12.3.6.

Za gornje zaptivanje sa pojedinačnim bitumenskim trakama upotrebljava se postupak zavarivanja za podlogu.

Reakcijska smola u izvedenom sloju za lepljenje mora da bude stara najmanje 48 sati i dovoljno stvrdnuta.

Ako se bitumenske trake ugrađuju kao gornje trake na osnovni premaz od bitumenskog veziva ili ravnajući sloj od lepljivih masa napravljen lopaticom to ravnanje mora da bude suvo.

Temperatura vazduha za vreme ugrađivanja bitumenskih traka mora da ima najmanje 5° C, a podloga ne sme biti zamrznuta.

Bitumenske trake treba prvo razmotati i poravnati, po pravilu podužno u smeru objekta. Kod ravnanja treba uzeti u obzir širine preklapanja (ako nije predviđeno čeonu spajanje traka) u širinama:

- na podužnim ivicama najmanje 8 cm
- normalnim najmanje 10 cm
- na poprečnim ivicama najmanje 10 cm

Kod čeonog spajanja, trake mogu da budu razdvojene do 10 mm.

Poprečni spoj traka mora da bude udaljen najmanje 50 cm.

Čeonu spajanje bitumenskih traka treba početi na višoj strani objekta, a ako je spajanje na preklapanje onda na nižoj strani objekta.

Ako je bitumenska traka zaštićena plastičnom folijom, pre ugrađivanja treba je udaljiti ako je debljina veća od 0,05 mm.

Poravnate bitumenske trake treba naviti na čaure – valjke koji odgovarajuće mase.

Tokom ponovnog razmotavanja bitumenske trake se zagrevaju čitavom širinom (pomoću više gorionika ili odgovarajućeg izvora

toplote), a bitumenska masu ispod trake treba se rastapa zagrevanjem. Temperaturu izvora toplote i udaljenost izvora toplote od trake i osnovne mase (gorionici na nosećoj pokretnoj konstrukciji) treba prilagoditi trenutnim vremenskim uslovima (temperatura, vetar).

Ako se bitumenske trake zavaruju na sloj od reakcijske smole, temperatura zagrevanja površine podloge ne sme da bude viša od 250° C.

Osnovne uslove za zagrevanje bitumenskih traka koje se vare određuje proizvođač. Upotreba pojedinačnih gorionika za zagrevanje može da se primeni samo u izuzetnim slučajevima uz odobrenje nadzornog inženjera.

U određenim uslovima dozvoljava se ugrađivanje odgovarajućih bitumenskih traka lepljenjem na osnovni premaz (rastvor bitumenskog veziva) od vruće bitumenske mase. Temperatura ove mase kod podlivanja mora da odgovara uslovima iz uputstava proizvođača. Zagrevanje bitumenske mase za lepljenje mora da se izvodi u odgovarajućim kazanima sa indirektnim zagrevanjem, termostatom i mešalicom. U toku zagrevanja i upotrebe masu treba stalno mešati i kontrolisati njenu temperaturu. Potrošnja bitumenske mase iznosi 1,5 – 2,0 kg/m², što zavisi od kvaliteta pripremljene betonske površine.

Ispred bitumenske trake koja je namotana na valjak uvek mora da bude toliko rastopljene (plastificirane) mase da se ispred nje stvara greben.

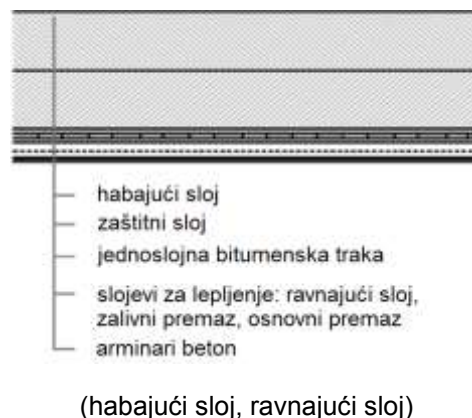
Neposredno nakon razmotavanja potrebno je traku pritisnuti uz podlogu da se prilepio čitavom širinom i odstrani vazduh iz spoja.

Bitumensku masu koja na ističe ili je bila istisnuta na ivicama, treba ravnomerno poravnati uz sam spoj. Veću količinu istisnute mase treba odstraniti. Ako u području spoja nema istisnute masa i ako je na određenim mestima ostala praznina, onda ta mesta moraju dodatno da se popune.

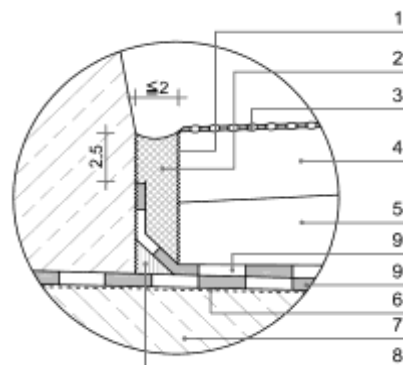
Prodiranje bitumenske mase na području čeonih spojeva u nadgrađene asfaltne slojeve treba sprečiti pokrivanjem spoja u širini od oko 20 cm sa trakom za bandažiranje. Ova traka lepi na podlogu dodatnim zagrevanjem područja spoja.

Čvrstoća prianjanja bitumenskih traka mora da bude najmanje 0,8 N/mm² za prosečnu vrednost tri uzorka, odnosno najmanje 0,4 N/mm² za pojedinačna ispitivanja.

Na slici 9.12.3.3 prikazana je hidroizolacija sa jednom bitumenskom trakom, a na slikama 9.12.3.4 i 9.12.3.5 prikazana je obrada i zaptivanje spoja hidroizolacija i slojeva asfalta sa ivičnjacima.



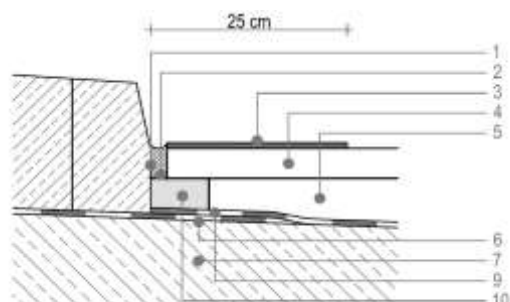
Slika 9.12.3.3: Hidroizolacija konstrukcije sa jednom bitumenskom trakom



Legenda:

- 1 – osnovni premaz
- 2 – masa za punjenje spoja
- 3 – premaz za zatvaranje površine sloja asfalta
- 4 – habajući sloj
- 5 – zaštitni sloj
- 6 – osnovni premaz, zalivni premaz, ravnanje lopaticom
- 7 – armirana betonska konstrukcija
- 8 – zaobljenje ivice bitumenskom masom ili cementnim malterom
- 9 – bitumenska traka

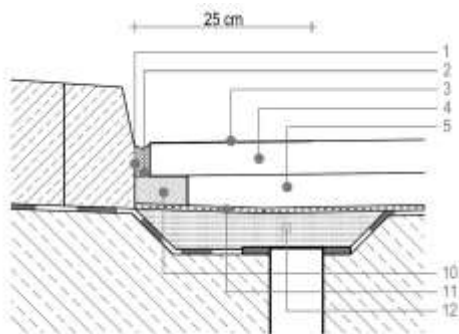
Slika 9.12.3.4: Detalj obrade spoja uz ivičnjak

**Legenda:**

- 1 – osnovni premaz
- 2 – masa za zaptivanje – punjenje spoja
- 3 – premaz za zatvaranje površina asfalt betona
- 4 – habajući sloj
- 5 – zaštitni sloj
- 6 – osnovni premaz, zalivni premaz, ravnanje lopaticom
- 7 – a.b. konstrukcija
- 9 – bitumenska traka
- 10 – drenažni epoksidni beton

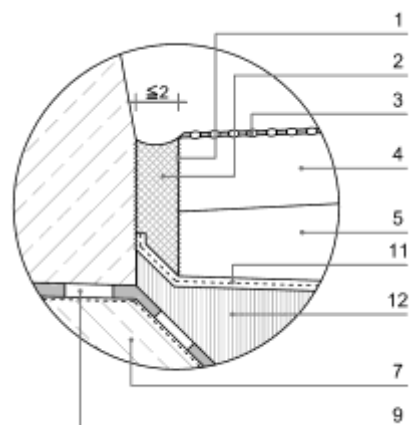
Slika 9.12.3.5: Hidroizolacija konstrukcije uz ivicu kolovoza

Na slikama 9.12.3.6 i 9.12.3.7 pregledno je prikazana hidroizolacija uz otvore za oticanje vode, a na slici 9.12.3.8 dat je detaljniji prikaz. Podužni drenažni žleb mora da obezbedi odvajanje ukupne procedne vode koja dospeva do hidroizolacije u području ivičnjaka ili elementa ograde i istu odvesti u sistem odvodnjavanja objekta.

**Legenda:**

- 1 – osnovni premaz
- 2 – masa za zaptivanje – punjenje spoja
- 3 – premaz za zatvarane površina asfalta habajućeg sloja
- 4 – habajući sloj
- 5 – zaštitni sloj
- 10 – drenažni epoksidni beton (drenažna traka)
- 11 – zaštitni drenažni filc
- 12 – drenažni epoksidni beton

Slika 9.12.3.6: Hidroizolacija oko otvora za oticanje vode

**Legenda:**

- 1 – osnovni premaz
- 2 – masa za zaptivanje – punjenje spoja
- 3 – premaz za zatvaranje površina asfalt betona
- 4 – habajući sloj
- 5 – zaštitni sloj
- 7 – a.b. konstrukcija
- 9 – bitumenska traka
- 11 – zaštitni drenažni filc
- 12 – drenažni epoksidni beton

Slika 9.12.3.7: Detalj izolacije uz ivičnjak i otvor za oticanje vode

9.12.3.4.4.2 Sa polimerima modificirani bitumen

Sa polimerima modificirano bitumensko vezivo najviše se upotrebljava za brizganu hidroizolaciju betonskih površina koje imaju veliki ugao nagiba, a retko za vodoravne površine.

Potrošnja ovakvog bitumena kreće se od 2 do 3 kg/m² što zavisi od hrapavosti površine.

Po pravilu se ovakvo zaptivanje nanosi u više slojeva (približno 1 kg/m² za jedan sloj) na pripremljenu podlogu sloja za lepljenje, a onda se vrši njeno ojačanje tkaninama ili mrežama od veštačkih vlakana ili metala. Ovo ojačanje treba postaviti pre nanošenja završnog pumpanog sloja za zaptivanje.

Zaptivanje modifikovanim bitumenskim vezivom sa polimerima treba na površini zaštititi odgovarajućim materijalom (npr. filcom, čepastom plastičnom folijom, drvenim pločama, opekom).

9.12.3.4.4.3 Prskana polimerna membrana

Prskana polimerna membrana može da se upotrebi za zaptivanje tako horizontalne kao i vertikalne površine. Može da se nanese u jednom ili u dva koraka. U tom slučaju je drugi nano , obojen drugom bojom da bi se pojednostavila kontrola nanošenja. Na

površinu polimerne membrane se nanosi toplotno aktiviran kontaktni nanos koji obezbeđuje dobru vezu sa odabranim asfaltnim zaštitnim slojem.

9.12.3.4.5 Zaštitni slojevi

Za zaštitne slojeve vodoravnih ili blago nakošenih hidroizolacija najviše se upotrebljavaju mešavine asfalt betona, skeletnog mastiks asfalta ili livenog asfalta. U određenim uslovima može da se upotrebi i cementni beton.

Na kraćim objektima dužine do 30 m za zaštitni sloj se preporučuje upotreba livenog asfalta.

Da bi se zaštitila hidroizolacija sa većim nagibom treba upotrebiti druge odgovarajuće materijale, npr. filc, stiropor, stirodur, čepaste plastične folije, drvene ploče, opeku i dr.

Da bi se zaštitila izolacija na vertikalnim betonskim površinama, kod okvirnih objekata treba upotrebiti materijal koji sprečava bilo kakva mehanička oštećenja izolacije.

Tokom dovoženja materijala za zaštitni sloj treba obratiti pažnju da vozila ne oštete hidroizolaciju.

Prosečna vrednost čvrstoće prijanjanja je najmanje $1,0 \text{ N/m}^2$, a pojedinačna vrednost najmanje $0,7 \text{ N/mm}^2$.

9.12.3.4.5.1 Asfaltni zaštitni slojevi

Asfaltni zaštitni slojevi se po pravilu ugrađuju samo na suhu podlogu. Pre ugrađivanja zaštitnog sloja, sloj za zaptivanje ne sme da bude oštećen u meri koja bi ugrožavala potpunu zaštitu.

Vrsta asfaltne mešavine za zaštitni sloj mora biti određena u projektu.

Debljina zaštitnoga sloja ne sme da bude tanja od 2,5 cm kao ni deblja od 5 cm (slika 9.12.3.2).

Sva udubljenja na sloju za zaptivanje veća od 5 cm treba poravnati odgovarajućom asfaltnom mešavinom za ravnjanje i slojevima debljine od 1,5 do 4 cm.

Kod mašinskog ugrađivanja asfaltne mešavine za zaštitne slojeve po pravilu se upotrebljavaju finišeri sa točkovima. Ako se upotrebljavaju finišeri sa gusenicama, sloj za zaptivanje treba prethodno zaštititi.

Najveća neravnina na mašinsko ugrađenom zaštitnom sloju može da bude 6 mm, izmerena letvom dugom 4,0 m.

U toku ugrađivanja zaštitnog sloja ne sme da dođe do utiskivanja bitumenske mešavine iz sloja za zaptivanje u zaštitni sloj, a koja bi mogla štetno da utiče na osobine zaštitnog sloja. Osim toga ne sme da dođe do pomeranja pojedinih slojeva za zaptivanje.

Zaštitni sloj treba ugraditi što pre po ugrađivanju sloja za zaptivanje. Temperatura asfaltne mešavine ne sme da prelazi vrednost 160° C , a temperatura livenog asfalta 250° C . Postepeno zagrevanje izolacije postiže se pravilnim ugrađivanjem mešavine zaštitnog sloja. Prvo se prostre manja količina, a odmah nakon toga preostali deo. Na ovaj način se obezbeđuje da bitumenske trake ne budu previše zagrijane.

Vruća asfaltna mešavina može da se zadržava ispred ravnjače finišera od jednog do tri minuta, što zavisi od temperature okoline. Ovo pravilo važi i kod zaustavljanje finišera. Brzina ugrađivanja finišerom ne sme da bude manja od 2 m/min.

Radni spojevi se izvode po principu vruće na vruće. Uzdužni spojevi ne smeju da se izvode u području kolotruga.

Po sloju za zaptivanje može da se dozvoli prelaz vozila koji dovoze asfaltnu mešavinu kao i prelaz finišera, ako se na izolaciji ne nalaze rasuta zrna asfaltne mešavine iz prethodno izvedenog transporta.

Udeo pora u asfaltnoj mešavini zaštitnog sloja sme da iznosi do 4 V % (stepen zbijanja najmanje 98 %). Jednake uslove mora da ispunjava i asfaltna mešavina koja se ugrađuje za ravnjanje udubljenja.

Radne spojeve zaštitnog sloja od livenog asfalta treba izvesti po postupku vruće na vruće. U ostalim slučajevima radni spojevi se oblikuju kao fuge, a zatim se zaliju.

Ako je zaštitni sloj izveden od livenog asfalta na koji se ugrađuje habajući sloj od asfalt betona ili skeletnog mastiks asfalta, onda na površinu zaštitnog sloja mora da se utisne približno 1 kg/m^2 drobljenog materijala zrnivosti 2/4 mm ili 4/8 mm koji prethodno mora da bude obavijen vezivom.

9.12.3.4.5.2 Drugi zaštitni slojevi

Način ugrađivanja drugih materijala za zaštitne slojeve treba da bude prilagođen njihovim osobinama. Pre svega, sloja za

zaptivanje treba da bude zaštićen od oštećenja u toku ugrađivanja zaštitnog sloja.

9.12.3.4.6 Habajući slojevi

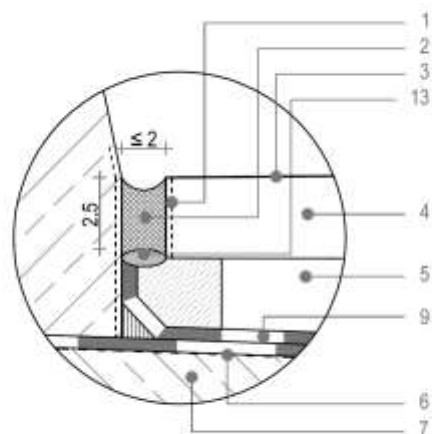
Habajući slojevi na objektima u sklopu konstrukcije zaptivanja moraju da obezbede iste uslove za vožnju kao na ostalom kolovozu, zbog čega se i grade od sličnih materijala.

Kod ugrađivanja habajućih slojeva na objektima treba uzeti u obzir ograničenu upotrebu mašina za sabijanje vibriranjem. U svemu drugom su uslovi za ugrađivanje slični kao na površinama izvan objekta.

9.12.3.4.7 Izolacija graničnih površina – spojeva

Zaptivanje mora biti povezano sa graničnim površinama ostalih konstruktivnih elemenata. Zbog toga na ovim graničnim površinama treba obezbediti odgovarajuće razmake – fuge širine 15 do 20 mm koje se popunjavaju odgovarajućim bitumenskim masama ili drugim materijalom za zaptivanje. Širina fuga mora da bude određena u projektu, a dubina zalivanja mora da bude izvedena u skladu sa uputstvima proizvođača materijala za zaptivanje.

Spojeve između graničnih površina zaštitnog i habajućeg sloja i susednih materijala na kolovozu treba popunjavati odvojeno. Uz ivičnjake treba popuniti fugu uz zaštitni sloj sa bitumenskom masom za zaptivanje spojeva na čitavoj visini. Fugu uz habajući sloj treba popuniti sa bitumenskom masom nekoliko mm iznad habajućeg sloja. Radi toga u određenim uslovima do visine 2,5 cm ispod površine habajućeg sloja može da se ugradi odgovarajući uložak za zaptivanje (npr. traka iz profilisane gume, slika 9.12.3.8). Ove trake se ne ugrađuju na saobraćajnim površinama.



Legenda:

- 1 - osnovni premaz
- 2 - masa za zaptivanje spoja
- 3 - osnovni premaz
- 4 - habajući sloj
- 5 - zaštitni sloj
- 6 - osnovni premaz, zalivni premaz, ravnanje lopaticom
- 7 - armirana betonska konstrukcija
- 9 - hidroizolacija – bitumenske trake
- 13 - uložak za zaptivanje

Slika 9.12.3.8: Detalj zaptivanja uz ivičnjak sa uloškom

Pre ugrađivanja mase za zaptivanje spojeva, sve površine u fugi – razmaku moraju da budu suve, čiste i premazane odgovarajućim materijalom za osnovni premaz. Zaštita ivičnjaka osnovnim premazom ili masom za zaptivanje spojeva mora da bude najmanje 2 cm iznad kote habajućeg sloja.

Bitumenska masa koja se upotrebljava za zalivanje eventualno treba da se zagreva u posebnim kazanima prema uputstvu proizvođača. Dozvoljeno je da se masa ponovo zagreva pod uslovom da ne izgubi osobine i zahteve koji su navedeni u tabeli 9.12.3.7.

Ako se bitumenska masa previše skupi nakon hlađenja, zalivanje treba ponoviti tako da je fuga u potpunosti popunjena masom.

Ako se za zaptivanje graničnih površina zaštitnog i habajućeg sloja upotrebljava bitumenska traka, onda ona mora da se ugradi po uputstvima proizvođača, pre ugrađivanja zaštitnog i habajućeg sloja.

Granične vodoravne površine na habajućem sloju uz fugu koje su popunjene masom za zaptivanje spojeva treba premazati masom za zatvaranje površine u širini oko 25 cm od ivičnjaka (slika 9.12.3.5). Za ovu zaštitu najviše se upotrebljava masa za ravnanje

lopaticom koju treba naneti na osnovni premaz od bitumenske emulzije ili bitumenske mase za lepljenje. Dodatni premaz od modifikovanog bitumenskog veziva (od 1 do 1,5 kg/m²) i posipanje peskom (granulacije 2/4 mm, do 2,5 kg/m²) mora da obezbedi potpuno zaptivanje navedene površine.