



**ЈАВНО ПРЕДУЗЕЋЕ  
ПУТЕВИ СРБИЈЕ**

Београд, Булевар краља Александра 282

VI Број: 404-178/2019-2

Датум: 01.04.2019.

**ИЗМЕНА (АДЕНДУМ 1)**  
**КОНКУРСНЕ ДОКУМЕНТАЦИЈЕ**

**ЈАВНА НАБАВКА У ОТВОРЕНОМ ПОСТУПКУ**

**ИЗГРАДЊА ДРЖАВНОГ ПУТА II-A РЕДА БР. 197 ДЕОНИЦА:  
ГОЛИЈСКА РЕКА – ПРЕКО БРДО (од km 0+000,00 до km  
3+544,47) И ДРЖАВНОГ ПУТА II-A РЕДА БР. 198 ДЕОНИЦА:  
ПРЕКО БРДО – ОДВРАЋЕНИЦА (од km 0+160.636 до km  
11+937.895)**

**Број јавне набавке: 24/2019**

**Београд  
март 2019. године**

На основу члана 63. став 1. Закона о јавним набавкама („Сл. гласник РС“, бр. 124/12, 14/15 и 68/15 у даљем тексту: Закон), члана 2. Правилника о обавезним елементима конкурсне документације у поступцима јавних набавки и начину доказивања испуњености услова („Сл. гласник РС“, бр. 86/15), Одлуке о покретању поступка јавне набавке бр. 404-178/2019 и Решења о образовању комисије за јавну набавку бр. 404-178/2019-1, Јавно Предузеће «ПУТЕВИ СРБИЈЕ» Београд, Булевар краља Александра број 282 (у даљем тексту: Наручилац) у року предвиђеном за подношење понуда, врши измену и допуну конкурсне документације за јавну набавку у отвореном поступку:

**ИЗГРАДЊА ДРЖАВНОГ ПУТА II-A РЕДА БР. 197 ДЕОНИЦА:  
ГОЛИЈСКА РЕКА – ПРЕКО БРДО (од km 0+000,00 до km 3+544,47) И  
ДРЖАВНОГ ПУТА II-A РЕДА БР. 198 ДЕОНИЦА: ПРЕКО БРДО –  
ОДВРАЋЕНИЦА (од km 0+160.636 до km 11+937.895)**

**Број јавне набавке: 24/2019**

У поглављу **III ВРСТА РАДОВА, РОК ИЗВРШЕЊА И ТЕХНИЧКИ УСЛОВИ**, додају се Технички услови који гласе:

## TEHNIČKI USLOVI

### 2.1 PRIPREMNI RADOVI

#### 2.1.1 GEODETSKI RADOVI

##### 2.1.1.1 Opis

Geodetski radovi obuhvataju:

- iskolčavanje trase i objekata,
- sva merenja koja su povezana sa prenošenjem podataka iz projektna dokumentacije u prirodu ili iz prirode u odgovarajuću tehničku dokumentaciju,
- merenja pomaka u sklopu geotehničkih promatranja i
- održavanje iskolčenih oznaka na terenu tokom čitavog perioda od početka radova do primopredaje svih radova naručiocu.

Među geodetske radove spada i preuzimanje i održavanje svih osnovnih geodetskih podloga i planova i iskolčavanja na terenu koje naručilac preda izvođaču na početku radova.

Izvođač geodetskih radova treba o svim radovima pravovremeno da obaveštava nadzornog inženjera, kao i da mu omogući da u njima saraduje.

Obim geodetskih radova treba u svemu da zadovolji potrebe gradnje, kontrole radova, obračuna i ostalog što čini uslove za realizovanje poslova.

Geodetski radovi uključuju i izradu tehničke dokumentacije konačno iskolčenog i sagrađenog puta i/ili objekta. Tehnička dokumentacija treba da bude izrađena pre tehničkog pregleda izgrađenog puta i/ili objekta.

##### 2.1.1.4 Način izvođenja

###### 2.1.1.4.1 Primopredaja i preuzimanje trase

Naručilac treba izvođaču radova da preda:

- na terenu iskolčenu trasu puta i/ili iskolčen objekt sa svim potrebnim pisanim podacima. Iskolčena je samo osovina puta i/ili objekta u razmacima koje uslovljavaju karakteristike terena, međutim, ne većim od 25 m. Priključci su

- po pravilu iskolčeni uz ivicu pojasa za kočenje ili ubrzavanje ili pločnika, odnosno uz ivicu samog priključka
- na terenu iskolčene poligonske tačke. Poligonski vlak treba da bude vezan na trigonometrijske tačke, izračunate prema Gaus-Krigeru, sa dozvoljenim odstupanjima prema pravilniku za poligonsku mrežu I. reda
- na terenu određene visinske tačke (reper)
- projekat trase koji sadrži sledeće priloge:
  - situaciju u razmeru 1:1000 sa ucrtanom osom, kilometražom i navođenjem elemenata trase; u situaciju treba da budu ucrtane i skice povezanosti glavnih tačaka na poligon sa potrebnim podacima za iskolčavanje
  - proračun glavnih tačaka, odnosno pri elektronskom računanju koordinate glavnih tačaka sa stacionažom
  - popis poligonskih tačaka sa koordinatama i topografijom tih tačaka
  - popis repera sa visinama i topografijom repera.

Za manje važne prateće objekte, kao što su devijacije manje važnih puteva, regulacije i slično, mogu da se upotrebe i ostali postupci merenja, prilagođeni vrsti objekta i terena tako da izvođač može nesmetano da izvodi te radove.

Izvođač treba da na završetku radova na planumu posteljice na osnovu skice iskolčavanja iz poligonskih tačaka da obnovi osovina (situacijsku i visinsku). Ispravnost obnovljene osovine proverava nadzorni inženjer. Osovina treba da se obnovi i pre ugrađivanja habajućeg sloja kolovoza.

Od dana primopredaje nadalje izvođač treba da štiti sve poligonske tačke i repere. Ako se pojedini podaci na terenu zagube ili pomaknu (poligonske tačke, reperi), izvođač treba da ih obnoviti o svom trošku. Pravilnost tako obnovljenih tačaka proverava nadzorni inženjer.

###### 2.1.1.4.2 Obezbeđenje iskolčene osovine

Kada izvođač preuzme iskolčenu osovina puta ili drugog objekta, treba obostrano obezbediti da svaki profil (bez obzira na konfiguraciju terena) bude na takvoj udaljenosti od ivice nasipa ili iskopavanja da na istoj može da ostane do završetka gradnje. Svaka osiguravajuća tačka treba da

bude zaštićena trokuglom od letava preseka 2,5/5 cm. Osiguravajuća tačka - kočić preseka 5/5 cm - treba da ima ekserčić, a gore treba da bude obojena minijumom ili odgovarajućom postojanom bojom. Svako obezbeđenje treba da bude dva puta nivelisano.

Uz trougao treba levo i desno od osovine staviti tablu na kojoj treba da bude minijumom ili drugom odgovarajućom postojanom bojom napisan broj profila većim brojevima, a ispod kilometraža (stacionaža) profila.

#### 2.1.1.4.3 Postavljanje poprečnih profila

A

Izvođač ima pravo, ako nije zadovoljan predloženim poprečnim profilima iz glavnog projekta, da sam ponovno snimi poprečne profile, pod pravim uglom na osovinu puta, nivelmanskim ili tahimetrijskim postupkom.

Na nasipnim i iskopnim kosinama treba građevinske profile postaviti u nagibima, kao što su propisani u crtanim poprečnim profilima. Presek kosina sa terenom treba da se odredi računski tako da se u obzir uzmu i propisani lomovi kosina.

Profili treba da budu postavljeni čitavo vreme gradnje nasipa i/ili iskopa i treba ih produživati sa napredovanjem radova .

Građevinski profili treba po pravilu da budu od letava preseka 2,5/5 cm i od drvenih kočića preseka 5/5 cm. Kod visokih nasipa ili iskopa mogu da budu postavljeni u razmacima do najviše 50 m. Nadzorni inženjer može po potrebi da naruči postavljanje dodatnih građevinskih međuprofila.

Kod nagiba kosina uzima se u obzir linija nasipa ili iskopa bez humusa i bez zaokruživanja na dnu ili vrhu iskopa, odnosno kod pete nasipa.

#### 2.1.1.4.4 Iskolčavanje objekata

Izvođač treba na osnovu podataka iz tačke 2.1.1.4.1 da iskolči sve objekte prema svom sudu i potrebi, a nadzornom inženjeru treba prethodno da predloži nacrt iskolčavanja sa svim potrebnim podacima u skladu sa tačkama 2.1.1.4.2 i 2.1.1.4.3. Postavljanje poprečnih profila, obezbeđenje iskolčene osovine i proveravanje treba da budu izvršeni jednako kao za označavanje trase, ali prilagođeno potrebama građenja objekta.

Iskolčavanja objekata treba obezbediti pomoću stubića od cementnog betona na svakoj strani objekta. Plan iskolčavanja za veće objekte treba da sadrži proračun elemenata za situacijsko proveravanje iskolčavanja i izgradnju stubova sa presecima.

#### 2.1.1.4.5 Merenja pomeranja

Izvođač radova tokom građenja treba da izvodi merenja pomeranja, koja su određena u tehničkoj dokumentaciji u sklopu geotehničkih osmatranja, a koja utiču na tok građenja kao i na mere za obračun. O rezultatima merenja treba odmah obavestavati nadzornog inženjera.

#### 2.1.1.5 Kvalitet izrade

Tačnost merenja treba da bude u skladu sa geodetskim normama za odgovarajuće vrste merenja kao i u skladu sa zahtevanim kvalitetom pojedinih radova prema posebnim tehničkim uslovima.

U slučaju kada nadzorni inženjer utvrdi da rezultati merenja ne garantuju izvođenje radova prema projektnoj dokumentaciji, on može da zaustavi radove na merenjima. Tada izvođač treba da preduzme mere za preciznija merenja, odnosno dobijanje rezultata merenja kakve zahteva nadzorni inženjer.

#### 2.1.1.6 Kontrola kvaliteta

Izvođač treba sve vreme građenja da proverava iskolčenu trasu i redovno da obnavlja sve oznake na terenu, bez obzira na uzrok oštećenja. U slučaju promene projekta izvođač treba da izvrši ponovo sve radove iz tačaka 2.1.1.4.2. do 2.1.1.4.4. Sve podatke o iskolčavanju izvođač treba da dostavi nadzornom inženjeru i da mu omogući nesmetanu upotrebu svih oznaka za njegove potrebe. Ako nadzorni inženjer merenjima i proveravanjima podataka utvrdi da merenja izvođača nisu u redu, ima pravo da poslove merenja preda trećoj stručnoj organizaciji i to na teret izvođača i prema stvarnim troškovima.

#### 2.1.1.7 Merenje i preuzimanje radova

##### 2.1.1.7.1 Merenje

Geodetske radove treba meriti na sledeći način:

- iskolčavanje trase u kilometrima iskolčene trase
- postavljanje profila u komadima obostrano postavljenog profila
- snimanje visina i merenja pomaka u komadima.

#### 2.1.1.7.2 Preuzimanje

Izvođač je dužan da nakon završetka radova naručiocu preda tehničku dokumentaciju iskolčenog izgrađenog puta i/ili objekta u tri primerka i to pre tehničkog pregleda. Tehnička dokumentacija treba da sadrži i podatke o poligonskim tačkama i reperima u skladu sa tačkom 2.1.1.4.1. O tome treba sačiniti primopredajni zapisnik.

Izvođač radova treba pre tehničkog pregleda da ponovo iskolči osovину, odnosno ivicu kolovoza, i da postojanom bojom označi građevinske profile.

#### 2.1.1.8 Obračun radova

Radovi se obračunavaju prema jedinstvenoj ceni, odnosno prema paušalnim cenama, na osnovu dogovorenog predračuna. U jedinstvene cene su uključeni svi radovi, opisani u ovom poglavlju, sa svim materijalima i spoljašnjim i unutrašnjim prevozima. U cenu su uključene i sva dodatna merenja i iskolčavanja, zajedno sa merenjima na pozajmištima materijala i u ostalim sličnim slučajevima, koja su potrebna za izvršenje radova. Izvođač nema pravo da traži nikakve doplata za takve radove. Osnova za paušalni obračun određuje se kao procenat vrednosti izvršenih ugovornih radova.

Cena obuhvata i :

- izradu tehničke dokumentacije iskolčenog i izgrađenog puta i/ili objekta, koju izvođač treba da podnese naručiocu pre zahteva za tehnički pregled izgrađenog puta i/ili objekta ili zajedno sa njim,
- iskolčenje osovine, odnosno ivice kolovoza i
- označavanje građevinskih profila na kolovoznoj površini.

Troškovi merenja i proveravanja podataka, koje je izvršio naručilac, padaju na teret izvođača, ako se utvrdi da su rezultati merenja i podaci izvođača netačni.

## 2.1.2 ČIŠĆENJE TERENA

### 2.1.2.1 Opis

Čišćenje terena obuhvata:

- uklanjanje grmlja, drveća, granja i panjeva
- uklanjanje saobraćajne signalizacije i opreme
- rušenje i uklanjanje kolovoznih konstrukcija
- rušenje i uklanjanje objekata.

#### 2.1.2.1.1 Uklanjanje grmlja, drveća, granja i panjeva

Posao obuhvata:

- sečenje i uklanjanje grmlja i drveća
- uklanjanje granja sa prethodno posečenog drveća
- uklanjanje panjeva starih i novoposečenih stabala
- čišćenje ili otkopavanje površina koje obuhvata sečenje i uklanjanje grmlja, drveća i granja, iskopavanje panjeva i korenja, iskopavanje panjeva iz humusa, uklanjanje organskog materijala koji je ostao nakon uklanjanja grmlja, drveća, granja i panjeva i odvoz svega na određena mesta za odlaganje izvan trase.

Površine koje treba očistiti i/ili otkopati treba da budu prikazane u planovima ili pre početka radova treba da ih odredi nadzorni inženjer.

#### 2.1.2.1.2 Uklanjanje saobraćajne opreme i signalizacije

Posao obuhvata:

- otkopavanje i demontažu i premeštaj saobraćajnih znakova i informativnih ploča,
- otkopavanje i demontažu bezbednosnih i zaštitnih ograda,
- otkopavanje i demontažu putokaza,
- rušenje i uklanjanje zaštitnih ograda.

Saobraćajna oprema, koja je predviđena za ponovnu upotrebu, treba da bude prikazana u planovima. Njenu ponovnu upotrebu može da odredi i nadzorni inženjer.

#### 2.1.2.1.3 Rušenje i uklanjanje kolovoznih konstrukcija

Posao obuhvata:

- rušenje i uklanjanje zastora kolovoza,
- struganje i odvoz asfaltnih zastora,
- rezanje asfaltnih slojeva,
- rušenje i uklanjanje ivičnjaka.

Svi radovi u sklopu rušenja i uklanjanja postojećih kolovoznih konstrukcija treba da budu detaljno određeni u planovima. Svako odstupanje treba da odobri nadzorni inženjer.

#### 2.1.2.1.4 Rušenje i uklanjanje objekata

Posao obuhvata:

- rušenje i uklanjanje propusta, kanalizacije i šahtova,
- rušenje i uklanjanje objekata za premošćavanje,
- rušenje i uklanjanje zgrada i zidova.

Rušenjem i uklanjanjem treba da budu obuhvaćeni svi objekti koji bi na bilo koji način mogli da ometaju izvođenje radova.

U te poslove ne spadaju razna uklanjanje vodova u upotrebi, kao što su električni vodovi i kablovi za visoki i niski napon, telefonski vodovi i kablovi, vodovodi, gasovodi i instalacije koje treba premestiti, a uključeni su samo oni delovi uređaja koji se smatraju kao temelji ili kao delovi objekata od masivnog materijala, a koji će da budu srušeni nakon premeštanja ili odmicanja navedenih vodova i uređaja.

Postupanje sa otpadom koji nastaje pri građevinskim radovima treba da bude u skladu sa odredbama Pravilnika o postupanju sa otpadom.

#### 2.1.2.4 Način izvođenja

##### 2.1.2.4.1 Uklanjanje grmlja, drveća, granja i panjeva

Grmlje, drveće, granje i panjeve treba ukloniti sa svih u planovima prikazanih, odnosno određenih, površina i sa pojedinih mesta koje odredi (za pojedina stabla i panjeve) nadzorni inženjer.

Pojedina stabla koja odredi nadzorni inženjer treba da ostanu i ne smeju da se oštete. Za sprečavanje štete na stablima koja treba da ostanu, treba pažljivo rušiti ostala stabla. Kada treba sprečiti bilo kakvu štetu na objektima, na ostalim stablima ili na imovini ili kada treba smanjiti opasnost ili sprečiti ometanje poseda, stabla treba pažljivo rušiti od vrha prema dole.

Sa površina iskopa za novu trasu treba ukloniti sve panjeve i korene, osim na zaokruženim površinama kosina, gde mogu da budu odsečeni u visini tla. Panjeve i

korene treba ukloniti pre početka otkopavanja humusa, busena i/ili plodne zemlje.

Na površinama temeljnog tla, sa kojih treba ukloniti loše nosive slojeve ili koji će biti zbijeni, treba ukloniti sve panjeve i korene do dubine od najmanje 20 cm ispod planuma temeljnog tla i/ili najmanje 50 cm ispod planuma posteljice.

Pri iskopavanju loše nosivog tla (lakognječive do žitke konsistencije) po pravilu treba ukloniti korene i panjeve zajedno sa iskopavanjem zemlje.

##### 2.1.2.4.2 Ostala uklanjanja

Uklanjanja koja su opisana u tačkama 2.1.2.1.2 do 2.1.2.1.4 treba izvršiti na svim površinama na kojima je potrebno čišćenje zbog izvođenja građevinskih radova ili zbog estetskog uređenja neposredne okoline puta.

Saobraćajna oprema treba da bude otkopana i demontirana tako da se sastavni delovi ne oštete, odnosno da ostanu neoštećeni i da mogu ponovo da se upotrebe. U tu svrhu treba pre demontaže u dogovoru sa nadzornim inženjerom utvrditi koje delove treba sačuvati, uskladištiti i zaštititi od propadanja, a koji delovi mogu da se bace, odnosno ukloniti. Mesto skladištenja demontirane saobraćajne opreme i signalizacije određuje nadzorni inženjer, a izvođač treba da privremeno uskladišti demontirane delove u svojim skladištima, koja su dostupna vozilima, sve dok ih ne preuzme nadzorni inženjer. Dan preuzimanja određuje nadzorni inženjer.

Sve radove u sklopu rušenja i uklanjanja kolovoznih konstrukcija i objekata treba izvršiti tako da se učini što manja šteta na susednim objektima, fauni i preostalom kolovozu i da područje rušenja ostane funkcionalno upotrebljivo za svrhe predviđene u projektu, odnosno prema odredbama nadzornog inženjera.

Uklanjanje ivičnjaka, rušenje putnih objekata, zgrada i sličnih prepreka treba izvršiti tako da navedene prepreke budu potpuno uklonjene, odnosno da ne postoje prepreke za kvalitetno izvođenje radova, kao ni one koje ometaju estetski izgled puta i okoline. Pri uklanjanju izvođač radova treba da vodi računa da upotrebljivi sastavni delovi ne budu oštećeni i da mogu da se ponovo upotrebe.

Delove raznih vodova i instalacija koje treba premestiti zbog građenja puta (kao što su temelji ili delovi masivnih konstrukcija), a koji ne mogu da se demontiraju ili odseku, treba ukloniti na isti način kao i ostale uređaje u sklopu čišćenje terena.

O načinu uklanjanja i rušenja odlučuje izvođač. On treba da postupa u skladu sa propisima o zaštiti na radu i da spreči bilo kakvu štetu na ostaloj imovini, kao i ometanje poseda. Sve štete koje nastanu za vreme radova padaju na teret izvođača.

Izvođač nema pravo da traži za taj materijal nikakvo plaćanje. Ako je to u skladu sa ugovornim poslovima, sav dobijeni materijal treba da se ponovo upotrebi.

### 2.1.2.7 Merenje i preuzimanje radova

#### 2.1.2.7.1 Merenja

Obim uklanjanje grmlja, drveća, granja i panjeva, starih i novoposečenih stabala, sa svim radovima, navedenim u tačkama 2.1.2.1.1 i 2.1.2.4.1, utvrđuje se nakon obavljenog posla.

Obim ostalog uklanjanja, navedenog u tačkama 2.1.2.1.2 do 2.1.2.1.4 treba izmeriti nakon stvarno obavljenog posla i izraziti u odgovarajućoj jedinici stvarnih količina.

#### 2.1.2.7.2 Preuzimanje

Izvršeni radovi se preuzimaju prema odredbama opštih tehničkih uslova i odredbama ovih posebnih tehničkih uslova.

### 2.1.2.8 Obračun radova

Sve količine radova, određene u tačkama 2.1.2.7, treba da budu obračunate i plaćene prema jediničnim cenama iz prihvaćenog predračuna.

Jedinična cena predstavlja punu kompenzaciju za sve radne postupke navedene u tačkama 2.1.2.1 i/ili one koji su potrebni za potpun završetak radova.

Radovi prema tačkama 2.1.2.4.1, stavka 5., treba da budu obračunati prilikom

## 2.2 ZEMLJANI RADOVI

### 2.2.2 DNEVNI ISKOPI

#### 2.2.2.1 Opis

Dnevni iskopi obuhvataju:

- površinski iskop sloja plodnog tla (humusa) odgovarajuće debljine (do dubine najviše 40 cm) sa guranjem do 50 m ili utovarom za odvoz na deponiju,
- sve široke iskope svih kategorija zemljanih materijala i stena koji su projektovani zajedno sa guranjem do 50 m ili utovarom za odvoz iskopanog materijala u nasipe, zasipe, klinove i/ili na deponije, u zavisnosti od toga kako će se materijal upotrebljavati prilikom izvođenja radova. U ove radove spadaju i svi iskopi za stepenice, za iskopavanje u pozajmištima i na devijacijama puteva, kao i svi široki iskopi pri izvođenju objekata,
- sve iskope za temelje objekata, kanalske i ostale rovove (za propuste, šahte, drenaže) u svim kategorijama materijala i do svih dubina
  - širine do 1,0 m,
  - širine preko 1,0 do 2,0 m.

Ovaj posao obuhvata i

- sve što je potrebno za podizanje iskopanog materijala na potrebnu visinu,
- sve iskope građevinskih jama za objekte koji su širi od 2,0 m u svim kategorijama materijala i do svih dubina, sa odvozom viška materijala na deponije ili na mesta za ugradnju u nasipe, zasipe ili klinove. Posao obuhvata i podizanje viška materijala na potrebnu visinu,
- sve iskope za kanale različitih dubina i širina i slične radove u svim kategorijama materijala. Ovde spadaju i produblivanja i proširivanja postojećih kanala,
- sve iskope za odvodne kanale i korita vodenih tokova pored tela puta, gotovog planuma ili postojećeg puta, sa odbacivanjem iskopanog materijala i/ili utovarom i odvozom na deponije,
- sve iskope za kaldrme i obloge na površinama, gde su projektovane, sa odbacivanjem materijala i/ili utovarom i odvozom na deponije i uređenjem planuma.

U ove radove spadaju i

- sve potrebne mere koje su propisane i određene važećim propisima o zaštiti na

- radu, kao što su podupiranje (uključujući i plan, odnosno statički proračun), nagibi, proširivanja i slično,
- svi radovi za odvodnjavanje atmosferske, izvorske i podzemne vode za vreme gradnje (uključujući i potrebna ispumpanja), kako bi se osiguralo stalno i kontrolisano odvođenje i sprečavanje zadržavanja vode i kvašenje nasutih materijala. U ovo spadaju i svi dodatni radovi radi preusmeravanja površinskih, odnosno izvorskih vodenih tokova,
  - svi iskopi, utovar i istovar neodgovarajućeg ili viška materijala na deponije izvan objekta. Površine za deponije izvan trase (objekta), kao i za uređenje (razgrtanje, sejanje trave, odvodnjavanje) treba da obezbedi izvođač.

Svi radovi iz ove tačke treba da budu obuhvaćeni jediničnom cenom iskopa materijala i izvođač nema pravo na nikakvu doplatu.

Posebni tehnički uslovi za izvođenje zemljanih radova u sklopu gradnje drumskih tunela na putevima detaljno su određeni u tački 2.8 ovih tehničkih uslova.

### 2.2.2.2 Osnovni materijali

Osnovni materijali, koji su dobijeni iskopavanjima i/ili bočnim oduzimanjima, su zemljani materijali i stene i upotrebljava se pri građevinskih radova.

Sve vrste zemljanih materijala i stena za građevinske radove se razvrstavaju u sledeće nominalne kategorije:

- |                       |              |
|-----------------------|--------------|
| - plodno tlo          | kategorija 1 |
| - slabonosivo tlo     | kategorija 2 |
| - zemljani materijali | kategorija 3 |
| - meke stene          | kategorija 4 |
| - tvrde stene         | kategorija 5 |

Merilo za razvrstavanje zemljanih materijala i stena u kategorije su karakteristična svojstva koja utiču na pojedine građevinske radove. Uzimajući u obzir savremenu mehanizaciju za izvođenje građevinskih radova to su iskopavanje, prevoz i ugrađivanje.

Opis zemljanih materijala, način iskopavanja i ocena upotrebljivosti prikazani su u tabeli 2.2.2.1.

Ako se slojevi zemljanog materijala i/ili stene u iskopu menjaju tako da otežavaju ili čak čini nemogućim tačno određivanje kategorije pojedinog materijala, onda može da se

odredi prosečna vrsta, odnosno kategorija materijala.

Sav materijal koji je iskopan pri površinskim i širokim iskopavanjima, iskopavanjima za temelje i kanalske rovove, za građevinske jame, odvodne kanale, rigole i kaldrmu treba rasporediti prema osnovama koje su navedene u ovoj tački.

Pre početka rada i za vreme rada treba pri svakoj promeni kvaliteta materijala uzeti odgovarajuće uzorke za ispitivanje upotrebljivosti materijala za planiranu namenu.

Izvođač mora da dobije stručno mišljenje u vezi sa upotrebljivošću materijala iz svakog značajnije većeg iskopa ili mesta sa koga bi mogao da se dobija lokalni materijal za mešavine kamenih zrna za nevezane i/ili vezane noseće habajuće slojeve puta, za cementnobetonske mešavine i za materijal za nasipanje, odnosno materijal za prethodno opterećenje i preopterećenje. Ako je u tu svrhu planirana upotreba materijala iz iskopa, trošnu glinu treba ukloniti pre miniranja i upotrebiti je za nasipe ili odložiti na odgovarajuće mesto koje predlaže izvođač, a prihvata nadzorni inženjer.



Tabela 2.2.2.1: Razvrstavanje zemljanih materijala i stena

Ktg	Naziv kategorije	Opis materijala	Veličina zrna materijala	Način iskopavanja	Ocena upotrebljivosti
1	plodno tlo	nalazi se na površini terena: humus i busen, sa primesama šljunka, peska, prašine i/ili gline	-	buldožer, bager	prikladno samo kao osnova za zelene površine; nije nosivo, stabilno niti otporno na eroziju
2	slabonosivo tlo	lakognječive do žitke konzistencije ( $I_c \leq 0,5$ ); može da sadržavati organske materije (treset, trulež)	$> 15 \text{ m.} - \% \Phi < 0,063 \text{ mm}$	bager, buldožer	u prirodnom stanju nije upotrebljivo
3	koherentan zemljani materijal i nekoherentan zemljani materijal	nalazi se ispod plodnog tla - u srednjegnečivoj do čvrstoj konzistenciji (zemlja, trulež) ili - u sabijenom stanju (pesak, sitnež, tucanik, šljunak, jalovina)	$> 15 \text{ m.} - \% \Phi > 0,063 \text{ mm}$  $< 15 \text{ m.} - \% \Phi > 0,063 \text{ mm}$ $< 30 \text{ m.} - \% \Phi > 63 \text{ mm}$	buldožer, bager,  buldožer sa rijačem (povremeno)	u prirodnom stanju i odgovarajućem vremenu upotrebljiv za nasipe; nosivost i stabilnost zavise od spoljašnjih uticaja
4	meke stene	laporac, fliš, škriljac, tuf, konglomerat, šljunak i raspucani, drobljivi i trošni pešćar, dolomit i vapnenac	$> 30 \text{ m.} - \% \Phi > 63 \text{ mm}$ $\Phi < 300 \text{ mm}$	buldožer sa čeljusti, bager sa špicom, sečenje, miniranje (povremeno)	po popravilu dobre nosivosti i stabilnosti; odgovarajuće veličine zrna za nasipe i posteljicu
5	tvrde stene (sedimentnog porekla) <sup>1)</sup>	krečnjak, kompaktni dolomit ili materijal sa preko 50 m.-% komada $\Phi > 600 \text{ mm}$ , koje treba minirati	$\Phi > 600 \text{ mm}$	miniranje, sečenje (povremeno)	primerena veličina zrna, vrlo dobra nosivost i stabilnost, odgovarajuće za nasipe i/ili preradu

<sup>1)</sup> Silikatne stene eruptivnog porekla nisu razvrstane.

### 2.2.2.3 Način izvođenja

Sva iskopavanja treba izvršiti prema profilima, upisanim kotama, nagibima i do dubina u skladu sa projektnom dokumentacijom. Pritom treba uzeti u obzir svojstva pojedinih kategorija materijala i zahtevana svojstva za namensku upotrebu iskopanog materijala.

Površinsko iskopavanje plodnog tla u odgovarajućoj debljini treba izvršiti na svim mestima na kojima je planirano dalje iskopavanje i/ili priprema temeljnog tla. Iskopano plodno tlo treba ukloniti u skladu sa projektom i ovim tehničkim uslovima. Sav iskopani materijal treba odložiti uz trasu van područja planiranog iskopavanja, na način koji što manje ometa izvođenje radova. Nasipanje, odnosno guranje plodnog tla na deponiju treba izvoditi pažljivo tako da ne dođe do mešanja tog materijala sa ostalim neplodnim materijalima kako bi se očuvao kvalitet iskopanog plodnog tla za kasniju upotrebu pri uređenju kosina i zelenih površina.

Na deponiji plodnog tla uz iskop treba i sa spoljašnje strane obezbediti kontrolisano odvodnjavanje i sprečiti zadržavanje atmosfere vode i kvašenje površina.

Pri radu u slabonosivom tlu treba sav iskopani materijal odvesti i odložiti na posebne deponije izvan područja za gradnju (npr. izvan područja bočnih nasipa). Takve deponije treba da budu odgovarajuće uređene.

Treba ukloniti sav ostali materijal za koji se utvrdi da je neupotrebljiv za gradnju trupa puta. Izvođač mora da uredi deponiju tog materijala na mestu koje odredi nadzorni inženjer.

Ako nije drukčije određeno, viškom materijala prvenstveno treba proširivati nasipe kako bi se dobio prostor za parkiranje i tačke za razgledanje. Ako nisu određeni u projektnoj dokumentaciji ove prostore određuje nadzorni inženjer.

Pri izvođenju iskopavanja treba voditi računa o sledećem:

1. Sva iskopavanja treba izvršiti prema projektovanim, odnosno zahtevanim poprečnim profilima, planiranim visinskim kotama i nagibima u skladu sa projektnom dokumentacijom, odnosno zahtevima nadzornog inženjera.

Pri iskopavanju treba se pridržavati svih odredbi važećih propisa o zaštiti na radu

(podupiranje, otvaranje, otkopavanje u terasama i ostalo), obezbediti postojeće objekte, komunikacije i uređaje i obezbediti redovno održavanje korišćenih javnih površina i dostupnih javnih puteva.

2. Podzemna i široka iskopavanja, iskopavanja za temelje i kanalske rovove, za građevinske jame, kanale i rigole i za kadmru treba načelno izvoditi upotrebom mehanizacije i ostalih sredstava tako da ručni rad ograniči na minimum i izvodi samo na mestima na kojima mašinskom opremom nije moguće postići zahtevani kvalitet ili kada to nameću geomehanička svojstva materijala.
3. Slabonosivo tlo treba iskopavati odgovarajućom mehanizacijom da bi specifično opterećenje odgovaralo nosivosti površine. Za planiranje kosina i dna potreban je delimičan ručni rad, pre svega za uklanjanje rasutog iskopanog materijala. Odguravanje iskopanog slabonosivog tla obično nije izvodljivo. Namenski je upotrebljivo samo plodno tlo koje može da se upotrebi za zaštitu i sejanje trave na kosinama i bočnim nasipima.
4. Tvrdu, a povremeno i meku stenu, treba iskopavati mašinskim bušenjem, dubinskim i običnim miniranjem i ponovnim miniranjem većih blokova, ako zahteva namenska upotreba iskopane tvrde stene. Ako su projektovane ravne kosine iskopa, onda treba upotrebiti odgovarajući postupak glatkog miniranja (tkzv. presplitting).

Radi obezbeđivanja ravnosti temeljnog tla miniranjem treba usitniti 25 do 30 cm debeo površinski (ravnavajući) sloj preostale stene.

5. Nagibi iskopanih kosina zavise od kategorije tla, vlažnosti materijala i njegove slojevitosti. Ova geotehnička svojstva navedena su u projektnoj dokumentaciji u geološko-geomehaničkom elaboratu. Trošne slojeve zemljanog materijala, koji se pojave kod iskopa, uključujući i trošne slojeve na vrhu i središnjim zonama, treba upotrebiti ako za to postoje uslovi. U suprotnom, sa njima treba postupati prema odredbama u projektnoj dokumentaciji, odnosno prema uputstvima nadzornog inženjera.

U ovaj rad uključeno je i čišćenje svih mesta na kojima su potrebne zaštitne i bezbednosne mere, kao što je obezbeđenje trošnih zona, džepova, kaverna, izvora voda i sl., ako takvi radovi već nisu planirani pri ostalim radovima. Za vreme iskopavanja nadzorni inženjer mora zajedno sa izvođačem i stručnim saradnicima da odredi potencijalno potrebne promene nagiba kosina iskopa i to u skladu sa svojstvima zemljanih materijala, geološkim zaključcima i ostalim pojavama u iskopima; izvođač ovo treba da poštuje prilikom rada.

6. Na kosinama sa nagibima do  $20^\circ$ , na kojima će biti izgrađeni nasipi, moraju u temeljnom tlu da budu iskopane stepenice širine 1,0 - 1,5 m. Čeone površine stepenica moraju da budu iskopane pod nagibom 2 : 1.

Na kosinama sa nagibima između  $20^\circ$  i  $30^\circ$  prostori između stepenica moraju da budu širine 1,0 m.

Na kosinama sa nagibima preko  $30^\circ$  mogu da se sagrađe stepenice bez međuprostora.

Nagib stepenica u koherentnim zemljanim materijalima treba da iznosi najmanje 3 % prema čeonoj površini i najmanje 3 % uzdužno, kako bi bilo obezbeđeno kontrolisano odvodnjavanje. U slučaju kada u projektnoj dokumentaciji nije planirano iskopavanje stepenica, izvođač je dužan da ga izvrši na zahtev nadzornog inženjera, ako isti utvrdi da je to potrebno.

7. Dno iskopa i kosine iskopa u slabo nosivom tlu moraju da budu ravni kako bi bila obezbeđena mogućnost odgovarajućeg ugrađivanja geotekstilnog materijala i/ili slojeva propusnog kamenog materijala.
8. Prilikom izvođenja radova treba paziti da ne dođe do potkopavanja ili oštećenja kosina iskopa. Svaki takav slučaj izvođač mora naknadno da popravi prema uputstvima nadzornog inženjera, bez da za to traži bilo kakvu odštetu ili priznavanje plaćanja za dopunski rad ili neplanirani dodatni rad.

Ako za vreme izgradnje dođe do iskopavanja preko određenog profila usled greške izvođača, isti je dužan da o

svom trošku izvrši stručnu popravku na način na koji to traži nadzorni inženjer.

9. Organizacija rada pri iskopavanju mora da bude takva da ne može da dođe do većih smetnji prouzrokovanih atmosferskom ili drugom vodom. To važi pre svega za zemljane materijale. Posebno se treba pobrinuti za odvodnjavanje vode iz iskopa (najkraćim putem) i da se odjednom iskopa samo onolika količina zemljanog materijala koju je moguće u skladu sa efektom mašina i prevoznih sredstava redovno odvoziti, odnosno ugrađivati. Posledice koje mogu da nastanu zbog nepridržavanja ovog uputstva idu na teret izvođača, koji nema pravo da ni za to traži nikakvu odštetu, niti promene radnog postupka na štetu naručioca.

10. Iskop u slabo nosivom tlu po pravilu ne sme da bude duže otvoren: napredovanje iskopavanje treba da bude obavezno usklađeno sa zasipavanjem, odnosno uređivanjem kosine. Atmosfersku vodu po potrebi treba redovno ispumpavati, sve dok nasip ne premaši visinu podzemne vode. Šteta koja može da nastane ako se voda ne ispumpava ide pada na teret izvođača. Lokalno oštećene kosine (klizište) izvođač treba da očisti i popuni odgovarajućim materijalom o svom trošku.

Zbog specifičnosti koherentnog zemljanog materijala, iskopani materijal za vreme izgradnje ne sme da bude odložen u iskop ili uz njega, nego treba da bude za vreme iskopavanja direktno utovaren na vozila.

Ako iskop u slabonosivom tlu preseca melioracioni kanal ili potok, mora da se izgradi privremeni propust odgovarajućeg preseka. Ako postoji mogućnost preusmeravanja vodotoka u drugi, onda to treba uraditi.

11. U slučaju opasnosti od klizanja ili urušavanja kosine treba raditi postupno kako bi se sprečile takve pojave ili (pre svega kod većih visina) treba izvršiti odgovarajuće podupiranje.
12. Za iskopavanja u kojima će biti upotrebljen eksploziv, izvođač mora zaposliti obučenu i kvalifikovanu radnu snagu. Prilikom miniranja ili iskopavanja treba minimizovati sve uticaje koji bi mogli da prouzrokuju ometanje saobraćaja, ljudi i okoline, pri čemu treba postaviti i svu potrebno saobraćajnu signalizaciju. Ako

dođe do poremećaja, izvođač treba odmah da ih ukloni o svom trošku.

Ako je izvođač načinom miniranja povredio kosinu stene, on mora da je popravi o svom trošku.

13. Prilikom iskopavanja u blizini saobraćajnih komunikacija ili uz objekte treba izvršiti i posebne bezbednosne mere.

U slučaju miniranja ili ako se radi u direktnoj blizini elektroenergetskih ili telefonskih vodova i uređaja, treba se pridržavati odgovarajućih propisa i potrebno je dobiti saglasnost nadležnih organa.

14. Građevinske jame treba oblikovati i obraditi prema projektnoj dokumentaciji (kako vertikalne stranice iskopa tako i kosine i dno). U ovaj rad uključena je i izrada potrebnih drenaža, kanala i slivnika za vreme gradnje i premeštanje tih uređaja radi mogućnosti odvodnjavanja kako atmosferskih, tako i izvorskih voda.

Podupiranje i postavljanje oplata u jame, ako to zahtevaju geomehanička svojstva zemljanog materijala i geološki uslovi, treba obaviti stručno i pravilno. Način podupiranja iskopanih stranica bira sam izvođač, koji je dužan da nadzornom inženjeru podnese plan podupiranja (sa statičkim proračunom), osim ako to nije planirano projektom i ako se prema njemu i izvodi. Ako između stvarnog stanja i projektne dokumentacije nastanu razlike, izvođač mora odmah da preduzme mere i o tome obavestiti nadzornog inženjera.

15. Prilikom iskopavanja kanala dozvoljeno je da se iskopani materijal privremeno deponuje na planiranoj primerenoj udaljenosti od gornje ivice kanala obostrano, ako je to moguće s obzirom na terenske i ostale uslove, u suprotnom jednostrano. Plodno tlo treba odvojiti od ostalog materijala.

Rad treba da bude organizovan na takav način da u slučaju lošeg vremena (nevremena) ne dođe do štete na već obavljenim radovima. U tu svrhu izvođač mora stalno da vodi računa o odgovarajućem oticanju svih voda (i izvorske vode).

Ako projektnom dokumentacijom nije planirana upotreba iskopanog materijala

za određene namene, materijal treba nakon završetka rada odvesti i razastreti na dogovorena mesta za odlaganje, na takav način da plodno tlo bude na površini.

Rad treba izvršiti u određenom poprečnom i uzdužnom nagibu prema projektnoj dokumentaciji. Načelno voda ne sme nigde da se zaustavlja. Bez doplate treba ukloniti i poseći sve korene, biljke i ostale prepreke.

16. Kanale i rigole treba iskopati u skladu sa projektnom dokumentacijom. Sve površine iskopa treba izraditi ravno i sa traženim nagibima i zaokruženjima, na način da se voda ne zaustavlja ili da ne dolazi do oštećenja već sabijenih površina.

Za vreme rada treba uzeti u obzir mogućnost promene vremenskih ili klimatskih uslova koji mogu nepovoljno da utiču na već iskopane površine. Zato izvođač mora da organizuje radove tako da budu izvršeni istovremeno ili da se radovi na kanalima i rigolama slede. Mogući dodatni radovi i naknadno potrebni radovi koji mogu da nastanu zato što su izostavljeni navedeni radovi za odvodnjavanje padaju na teret izvođača.

Prilikom građenje na slabonosivom tlu, na mestima na kojima su planirani bočni nasipi bočne odvodne kanale uz spoljašnji rub bočnih nasipa treba urediti još pre iskopavanja, odnosno istovremeno sa izravnavanjem terena. Nakon završenih radova kanale za odvodnjavanje treba finalno obraditi, odnosno popraviti. Bočni odvodni kanali, koji su stalni, treba da budu povezani sa već postojećim regulisanim melioracionim kanalima ili sa drugim stalnim kanalima za odvodnjavanje.

17. Iskopavanja za kaldrmu i obloge treba izvršiti tačno prema projektnoj dokumentaciji ili prema uputstvima nadzornog inženjera.

Planum temeljnog tla na kojem je planirana kaldрма treba da odgovara propisanim uslovima, u zavisnosti od vrste projektovane kaldrme ili obloge.

### 2.2.2.3.1 Raspoređivanje količina

Materijal, dobijen prilikom iskopavanja, treba namenski upotrebiti prvenstveno za izradu ugovorenih radova (za nasipe, zasipe i klinove), preostali višak ili za izgradnju neupotrebljivi materijal treba ukloniti – prema odredbama projektne dokumentacije – ili u zasipe ili na deponije. Troškovi utovara i istovara ili guranja viška materijala treba da budu uključeni u jediničnu cenu za iskopavanje. Nadzorni inženjer po potrebi daje detaljnija uputstva, ako projektom dokumentacijom nije tačno određena upotreba iskopanog materijala.

Raspoređivanje količina u principu treba izvršiti u skladu sa projektom dokumentacijom, odnosno profilom količina, koji predstavlja samo pomoć pri sastavljanju ponuđene cene i ne obavezuje naručioca u slučaju mogućih promena.

### 2.2.2.3.2 Pozajmišta

Ako je pozajmište planirano projektom dokumentacijom, izvođač mora zajedno sa nadzornim inženjerom da snimi teren pre početka uzimanja materijala, ako je takvo uzimanje vezano za obračun radova. Ti snimci - obostrano odobreni i potpisani – osnova su za izračunavanje količina.

Izvođač mora da:

- izradi predlog uređenja pozajmišta nakon završenog korišćenja,
- dobije za predloženo uređenje saglasnost nadzornog inženjera i
- na osnovu odobrenog predloga uredi pozajmište.

Ako projektom dokumentacijom za osiguranje količina, pozajmište nije planirano, a na trasi nedostaje materijala, izvođač sam da obezbedi pozajmište. U tom slučaju izvođač mora (o svom trošku) da dobije saglasnost vlasnika zemljišta, dokaže kvalitet i količinu materijala u predloženom pozajmištu i podnese nadzornom inženjeru na odobrenje predlog pozajmišta (sa situacijom i poprečnim profilima).

U situaciji u projektnoj dokumentaciji mora da bude označeno mesto na koje će biti deponovano plodno tlo i ostali višak, odnosno neodgovarajući materijal. Na osnovu predloga i dokazanog kvaliteta nadzorni inženjer daje dozvolu za upotrebu.

Za naknadne promene (proširivanja ili produbljivanja) pozajmišta izvođač mora da

pravovremeno dobije odobrenje nadzornog inženjera. Sve troškove radova koji nisu navedeni u projektnoj dokumentaciji snosi izvođač, uključujući odštetu za korišćenje zemljišta, za kulture i zemljište, kao i ostalu štetu koja može da nastane zbog toga.

Pri otvaranju i korišćenju pozajmišta treba obezbediti nesmetano odvodnjavanje atmosferskih voda i izvora.

### 2.2.2.3.3 Proboji

Proboje za kanalske rovove i/ili druge postupke i načine izvođenja tih radova izvođač može da izvodi pod uslovom da način gradnje neće biti na štetu kvaliteta izvršenih radova i da izvođač za to neće tražiti plaćanje većih troškova.

### 2.2.2.3.4 Prepreke

Ako se pri iskopavanju pojave neplanirane prepreke, npr. instalacije, kablovi, kanali, drenaže, ostaci objekata, veći usamljeni blokovi stene i slično, izvođač o tome mora da obavesti nadzornog inženjera, koji će odrediti, kakve mere treba da preduzme izvođač.

Prilikom izvođenja svih mera za zaštitu objekata, instalacija, kanala, drenaža, kablova i sličnog izvođač je dužan da se pridržava svih propisa i uputstava upravljača navedenih uređaja. Nije dozvoljeno opterećivati ili hodati po uređajima koje za vreme gradnje treba podupreti ili okačiti na posebne konstrukcije.

### 2.2.2.3.5 Radni prostor

Kao potreban radni prostor između građevinskog objekta i zida građevinske jame izvođaču se priznaje širina od najviše 50 cm. Pravilnom širinom radnog prostora smatra se:

- kod nepodprtih građevinskih jama vodoravno merena udaljenost između pete iskopane kosine i spoljašnje strane zida ili spoljašnje strane oplata građevinske konstrukcije,
- kod podprtih građevinskih jama svetla udaljenost između oplata jame i spoljašnje strane zida ili spoljašnje strane oplata građevinske konstrukcije. Dodatno iskopavanje za radni prostor ne priznaje se u slučaju kada se u objekt ugrađuje cementni beton do zida iskopa.

Pri iskopavanju za kanalske rovove kao maksimalno potrebna svetla širina radnog prostora (ako u projektnoj dokumentaciji nije drukčije određeno) smatra se širina spoljašnjeg promera, odnosno najveća širina preseka

instalacije + 40 cm dodatka spoljašnjem prečniku, odnosno najvećoj širini cevne instalacije, ali ne manje od 60 cm ukupne širine iskopa kod dubina kanalskog rova do 2,00 m i ne manje od 80 cm širine kod većih dubina. Svetlom širinom kod nepoduprtih rovova smatra se širina dna, a kod poduprtih rovova razmak oplata.

Dubina i širina dna određena je projektom dokumentacijom i potrebnim radnim prostorom. Konačna dubina dna mora da bude određena projektom dokumentacijom.

Dno iskopa za temelj treba da bude izrađeno vodoravno, a kod različitih dubina stepenasto.

Dno za kanalske rovove i drenažu treba da bude izrađeno sa tačno propisanim nagibom i u obliku koji traži projekt.

Područje dna jame za temelj nije dozvoljeno raztresati. Treba ga zaštititi od oštećenja, kao što su prevozi, razgrtanje, ispiranje i smrzavanje. Oštećeno dno od koherentnog zemljanog materijala treba direktno pre betoniranja ili zidanja iskopati i zameniti. Oštećeno dno od nekoherentnog zemljanog materijala treba popraviti odgovarajućim sabijanjem.

Dno iskopa za temelj, građevinsku jamu i odvodni kanal mora da bude oblikovano tačno prema projektom dokumentaciji. Prema projektom dokumentaciji dozvoljena su visinska odstupanja od nivelete  $\pm 2$  cm, ako u projektom dokumentaciji nije drukčije određeno. Ravnost dna može na dužini od 4 m da odstupa od merne letve u određenom pravcu najviše 3 cm.

Ako izvođač vlastitom greškom napravi predubok iskop, isti mora bez doplate da uradi sve popravke koje zahtevaju statički uslovi i koje odredi nadzorni inženjer.

Kod koherentnog zemljanog materijala za besprekorno temeljenje treba ostaviti zadnji sloj iskopa (u odgovarajućoj debljini) kao zaštitu od oštećenja, ako u projektom dokumentaciji nije određeno drukčije. Taj sloj je dozvoljeno ukloniti tek neposredno pre dalje gradnje (betoniranja, polaganja cevi i sl.).

Tek kada je iskop završen i preuzet, izvođač može da nastavi gradnju.

#### 2.2.2.3.6 Kosine za nepoduprte građevinske jame

Nagibi kosina zavise od svojstva materijala i vremena tokom kojeg treba ostaviti jamu otvorenu. Uz to treba uzeti u obzir sva opterećenja i vibracije, koja mogu da nastanu zbog radova u jami ili u njenoj blizini.

Kod materijala koji su podvrgnuti uticajima isušivanja, upijanja vode, smrzavanja ili klizanja, treba izrađivati odgovarajuće blaže nagibe kosina i preduzeti sve što je potrebno za odvodnjavanje svih voda, kako bi se sprečile štete.

Izbor nagiba kosina prepušten je izvođaču, ako u projektom dokumentaciji nije izričito drukčije traženo, međutim, za to treba prethodno dobiti saglasnost nadzornog inženjera. O bezbednosti i održavanju kosina za vreme gradnje treba da brine izvođač.

Na gornjoj ivici kosine za nepoduprte građevinske jame treba održavati slobodan zaštitni pojas, širok najmanje 60 cm, kao branu.

#### 2.2.2.4 Kvalitet izrade

Radovi prilikom iskopavanja treba da budu izvršeni kvalitetno i u skladu sa propisima, projektom dokumentacijom i odredbama i zahtevima ovih tehničkih uslova.

Sve završne površine iskopa treba da budu izrađene prema zahtevima u projektom dokumentaciji.

Ravnost planuma dna širokog iskopa, izmerena 4 metarskom letvom, može da odstupa

- u zemljanim materijalima do 3 cm od merne letve ili merne ravnine,
- u stenama do 5 cm.

Iskopi za odvodne kanale i rigole treba da budu izrađeni tako da omogućavaju neometano oticanje vode.

Iskopi za kanale za odvodnjavanje i rigole, za koje je planirana određena obloga ili učvršćenje, moraju da odgovaraju projektovanima. Odstupanja na štetu debljine obloge, odnosno učvršćenja kanala nisu dozvoljena.

Izvođač mora prilikom izvođenja iskopa da upozori nadzornog inženjera na sve probleme koji se pojave i mogu da utiču na kvalitet izvršenih radova, koji je zahtevan ovim tehničkim uslovima. U slučaju da izvođač propusti da upozori nadzornog inženjera,

izvođač preuzima svu odgovornost i sve moguće troškove popravke.

Izvođač mora da izvodi sve potrebne unutrašnje kontrole radova u skladu sa ovim tehničkim uslovima.

## 2.2.2.6 Merenje i preuzimanje radova

### 2.2.2.6.1 Merenje radova

Merenje izvršenih radova treba da bude obavljeno u skladu sa tačkom 1.2.2.2 opštih tehničkih uslova i prema sledećim odredbama:

- svi iskopi (površinski, široki, za temelje, kanalske rovove i građevinske jame, za kanale za odvodnjavanje, rigole i za kaldrumu) mere se prema stvarno izvršenim količinama u kubnim metrima u raznim kategorijama materijala prema tački 2.2.2.2.
- za utvrđivanje stvarno iskopanih količina treba upotrebiti poprečne profile, snimljene pre izvršenog iskopavanja i nakon njega. Odgovarajuća površina profila, merena od gornje ivice iskopa do dna iskopa, predstavlja – uzimajući u obzir debljine pojedinih slojeva i kategoriji tla i udaljenosti između profila - stvarnu obračunsku količinu, međutim, samo u okviru projektne dokumentacije, odnosno promena koje je odobrio, odnosno naručio, nadzorni inženjer.

Prilikom merenja treba posebno uzeti u obzir sledeće:

- površinski iskop obuhvata sloj debljine do 40 cm.
- kod širokog iskopa se sočiva, džepovi i kaverne, koje ne prelaze 1 m<sup>2</sup> (u poprečnom profilu), ne odbijaju, a veći se odbijaju od pojedinih kategorija materijala u celokupnoj površini.
- kod iskopa za temelje, kanalske rovove i građevinske jame obračunava se stvarno izvršeno iskopavanje prema odredbama u tč. 2.2.2.3.5. Za određivanje dubina tih iskopa polazni nivo je prosečna kota terena i obod iskopa.
- kod iskopa za kanale za odvodnjavanje kao polazni nivo uzimaju se prosečne visinske kote terena i iskopa u osovini poprečnog profila, koji predstavljaju srednju vrednost obeju visine kota u krajnjim tačkama kanala.

Sav iskopani materijal, koji se upotrebi u druge svrhe, osim za nasipe, zasipe i posteljicu i ako ga izvođač nije nadoknadio iz pozajmišta (bez doplate), odbija se pri određivanju obračunskih količina iskopavanja.

### 2.2.2.6.2 Preuzimanje radova

Izvršene radove treba preuzeti prema odredbama tačke 1.2.2.3 opštih tehničkih uslova i prema odredbama ovih posebnih tehničkih uslova.

### 2.2.2.7 Obračun radova

Izvršene radove treba obračunati u skladu sa tačkom 1.2.2.4 opštih tehničkih uslova.

Količine, određene u tački 2.2.2.6.1, treba obračunati prema ugovorenoj jediničnoj ceni za 1 m<sup>3</sup> iskopanog materijala, odvojeno po kategorijama materijala, pri čemu je jediničnim cenama obuhvaćen:

- ukupan rad pri iskopavanju i guranju na određeno mesto upotrebe ili deponiju, obavljen prema projektnoj dokumentaciji i/ili uputstvima nadzornog inženjera,
- ukupan rad pri iskopavanju i utovaru, obavljen prema projektnoj dokumentaciji i/ili uputstvima nadzornog inženjera,
- ukupan rad pri prevozu i istovaru na određeno mesto upotrebe ili deponiju, obavljen prema projektnoj dokumentaciji i/ili uputstvima nadzornog inženjera,
- ukupan rad pri razastiranju viška materijala na deponiji,
- ukupan rad pri uklanjanju korenja i panjeva, zajedno sa iskopavanjem slabonosivog tla od gnječive do žitke konzistencije,
- ukupan rad pri uređenju trajnih i privremenih deponije za višak ili neodgovarajuće materijale,
- dobijanje odgovarajućih površina za trajne i privremene deponije sa odgovarajućim odštetama,
- planiranje svih iskopanih i oštećenih susednih površina,
- čišćenje terena nakon završenih radova i odvoz viška materijala,
- uklanjanje svih prepreka na koje se naiđe prilikom rada, osim prepreka koje su od kulturno-istorijskog značaja,
- održavanje izvršenih radova do konačnog preuzimanja.

Pored navedenog u jediničnu cenu je uključeno

- kod širokih iskopa:
  - uređivanje kosina i čišćenje nevezanih kamenih blokova sa kosina i
  - iskopavanje stepenica, planirano projektnom dokumentacijom ili zbog naknadno utvrđene potrebe,
- kod iskopa za sve temelje i kanalske rovove:

- sva potrebna podupiranja i postavljanje oplata u rovove za temelje ili kanale,
- kod iskopa za građevinske jame:
  - potrebne ostavljene oplata u građevinskoj jami,
  - vraćanje u prvobitno stanje objekata i terena oštećenih prilikom rada i
  - sva potrebna podupiranja i postavljanja oplata na kosinama građevinske jame,
- kod iskopa kanala:
  - uređenje planuma za obloge prema odredbama projektne dokumentacije; ova odredba važi ako se obloge izvode u postojećim kanalima.

## 2.2.3 PLANUM TEMELJNOG TLA

### 2.2.3.1 Opis

Uređenje planuma temeljnog tla uključuje:

- pripremu temeljnog tla za ugrađivanje nasipa, zasipa, klinova i/ili posteljice nakon izvršenog površinskog iskopavanja plodnog tla ili širokog iskopa u zemljanom materijalu ili steni, koji obuhvata
  - grubo planiranje i
  - zbijanje površinskih slojeva temeljnog tla,
  - kod poboljšanja, učvršćenja i/ili stabilizacije vezivima i
    - isporuku i razastiranje veziva,
    - kvašenje,
    - mešanje i
    - održavanje planuma temeljnog tla do nadgradnje.

### 2.2.3.2 Osnovni materijali

Planum prirodnog, poboljšanog, učvršćenog ili stabilizovanog temeljnog tla moguće je urediti u zemljanim materijalima i stenama, koje ne sadrže materijale koji vremenom zbog biohemijskih procesa ne menjaju svoja mehaničko-fizička svojstva u tolikoj meri da štetno utiču na stabilnost tela puta.

Zemljani materijali i stene u temeljnom tlu treba da omoguće takvo zbijanje temeljnog tla da isto bude sposobno da preuzme sva opterećenja planirana projektom dokumentacijom.

Za poboljšanje, učvršćenje ili stabilizovanje temeljnog tla moguće je pre svega upotrebiti hidratizovani kreč i pucolanski ili metalurški cement. Za poboljšanje temeljnog tla u određenim slučajevima moguće je upotrebiti i odgovarajuću smesu kamenih zrna.

#### 2.2.3.2.1 Zemljani materijali i stene

Za zemljane materijale i stene u temeljnom tlu upotrebljava se razvrstavanje prema tački

2.2.2.2. Zemljani materijali i stene u temeljnom tlu treba da odgovaraju sledećim uslovima:

- vlažnost zemljanog materijala treba da bude takva da pri zbijanju može da se postigne propisana gustina. Ako ni poboljšanjem, ni učvršćivanjem ili stabilizovanjem, ne može da se obezbedi odgovarajuća vlažnost materijala za zbijanje, onda treba primeniti druge odgovarajuće tehničke i tehnološke postupke
  - sadržaj humusnih i organskih primesa ne sme da premaši količinu koju odredi nadzorni inženjer. Pri ispitivanju u skladu sa EN 1744-1 najveći dozvoljeni sadržaj humusnih i/ili organskih primesa ne sme da oboji rastvor natrijumove baze tamnije od referentne boje.

#### 2.2.3.2.1.1 Koherentni zemljani materijali

Upotrebljivost koherentnog zemljanog materijala u temeljnom tlu treba utvrditi prethodnim ispitivanjima karakterističnih uzoraka. Treba proveriti sledeća svojstva:

- vlažnost,
- optimalnu vlažnost i najveću gustinu standardnim Proktorovim postupkom,
- granice konzistencije i
- udeo humusnih i/ili organskih primesa.

Srednje i visoko plastične gline (sa granicom žitkosti  $W_L > 35\%$  i indeksom plastičnosti  $I_p > 12\%$ ) nije dozvoljeno ostaviti u slojevima ispod planuma temeljnog tla (do najviše 0,5 m ispod kote planuma posteljice), ako neće biti poboljšane, učvršćene ili stabilizovane.

Odlučujući kriterijum za odlučivanje o primerenosti kvaliteta zemljanog materijala za učvršćenje ili stabilizaciju je vremenska postojanost učvršćenog ili stabilizovanog zemljanog materijala.

Vrstu i broj ispitivanja određuje nadzorni inženjer.

#### 2.2.3.2.1.2 Nekoherentni zemljani materijali

Za uređenje planuma temeljnog tla po pravilu su odgovarajuće sve vrste nekoherentnog zemljanog materijala.

Ako sastav materijala ima nedostataka, tako da nije moguće obezbediti tražena svojstva planuma temeljnog tla, njih je moguće poboljšati dodavanjem odgovarajuće mešavine kamenih zrna i mešanjem.

U slučajevima kada postoji sumnja da materijal sadrži previše humusnih i/ili organskih primesa



treba na zahtev nadzornog inženjera izvršiti odgovarajuća ispitivanja.

#### 2.2.3.2.2 Veziva

Za poboljšanje, učvršćenje ili stabilizovanje sloja koherentnog zemljanog materijala ispod planuma temeljnog tla upotrebljiva su sva veziva koja obezbeđuju uslovljena svojstva poboljšanog, učvršćenog ili stabilizovanog materijala.

Upotrebljivost veziva treba da bude potvrđena odgovarajućim dokazima, koje podnosi izvođač, a koja uslovljavaju

- sposobnost vezanja (čvrstoća na pritisak) i
- početak i kraj vezivanja.

### 2.2.3.3 Način izvođenja

#### 2.2.3.3.1 Grubo planiranje

Planum temeljnog tla treba nakon izvršenog površinskog iskopa ili širokog iskopa grubo isplanirati tako da u datim terenskim uslovima bude obezbeđeno što bolje odvodnjavanje.

Rad treba da bude izvršen prema projektnoj dokumentaciji i tehničkim uslovima.

#### 2.2.3.3.2 Poboljšanje, učvršćenje ili stabilizovanje zemljanih materijala u temeljnom tlu pomoću veziva

Poboljšanje, učvršćenje ili stabilizovanje zemljanog materijala pomoću veziva potrebno je da bi se osigurala odgovarajuća vlažnost i/ili stabilnost temeljnog tla.

Veziva za poboljšanje, učvršćenje ili stabilizovanje koherentnog ili nekoherentnog materijala treba razastreti na prethodno grubo isplaniran planum temeljnog tla u količini i na način koji osigurava zahtevanu ravnomernost dodanog veziva (tačnost doziranja  $\pm 1 \text{ kg/m}^2$ ) i tražena svojstva mešavine.

Razastrto vezivo treba pomešati sa prirodnim materijalom odgovarajućim mašinama, po pravilu u najmanje 20 cm debelom sloju, da bi se postigla ravnomernost mešavine prirodnog materijala sa vezivom.

Po potrebi za obezbeđivanje ravnomerne i optimalne vlažnosti poboljšanog, učvršćenog i/ili stabilizovanog materijala na odgovarajući način treba dozirati i potrebnu dodatnu vodu.

Mešanjem treba obezbediti ravnomernost mešavine materijala i veziva sa vodom u celoj planiranoj debljini sloja.

Poboljšanje, učvršćenje i stabilizovanje koherentnog ili nekoherentnog materijala u temeljnom tlu pomoću veziva moguće je samo po toplom vremenu (temperatura preko  $+ 3^\circ\text{C}$ ) i u odsustvu padavina.

#### 2.2.3.3.3 Zbijanje

Prirodno temeljno tlo i poboljšane, učvršćene ili hemijski stabilizovane koherentne ili nekoherentne materijale u temeljnom tlu treba nakon završenog planiranja i mešanja sabiti u punoj širini sloja valjcima sa glatkim i/ili pneumatiskim točkovima.

Sva za valjke nedostupna mesta treba prema zahtevima projektne dokumentacije učvrstiti ostalim sredstvima za zbijanje ili postupcima koje odobri nadzorni inženjer. Nadzorni inženjer određuje i uslove pod kojima treba upotrebljavati takva sredstva ili postupke.

Upotrebljivost sredstava za zbijanje i tehnološki postupak treba prethodno ispitati u smislu tačke 1.2.1.3 opštih tehničkih uslova.

Sloj prirodnog, poboljšanog, učvršćenog i stabilizovanog temeljnog tla, odnosno mešavine treba pre početka zbijanja da sadrži toliko vode da ga je moguće odgovarajuće sabiti.

U slučaju potrebe nadzorni inženjer može da odredi dodatne postupke koji će osigurati odgovarajuću vlažnost i odgovarajuću ugradnju materijala i/ili mešavine.

Ako se posle zbijanja i provere kvaliteta planuma temeljnog tla ne nastavi odmah sa ugrađivanjem nasipa, zasipanjem ili ugrađivanjem klinova, nego tek nakon dužeg razdoblja sa različitim vremenskim uslovima, onda treba pre nastavka radova ponovno proveriti gustinu slojeva ispod planuma temeljnog tla. Samo ako kvalitet odgovara može dase nastaviti sa radovima.

#### 2.2.3.3.4 Skladištenje veziva

Veziva za poboljšanje, učvršćenje i stabilizovanje koherentnog i nekoherentnog materijala u temeljnom tlu treba da budu po pravilu uskladištena u silosima ili cisternama za veziva.

### 2.2.3.4 Kvalitet izrade

## 2.2.3.4.1 Zbijenost

Zbijenost materijala ispod planuma temeljnog tla izvođač mora da dokaže rezultatima ispitivanja u sklopu unutrašnje kontrole, po pravilu brzim postupkom nedestruktivnog merenja pomoću izotopnog merača.

Sloj prirodnih, poboljšanih, učvršćenih i stabilizovanih materijala ispod planuma temeljnog tla treba ispunjava zahtevane vrednosti zbijenosti i nosivosti prema tabeli 2.2.3.1.

Tabela 2.2.3.1: Zahtevi za zbijenost i nosivost na planumu temeljnog tla

Opis radova	Zahtev za zbijenost		Zahtev za nosivost $E_{v2}$ MN/m <sup>2</sup>
	prema SPP %	prema MPP	
Planum temeljnog tla preko 2 m ispod planuma posteljice od			
- koherentnog zemljanog materijala	92	-	-
- poboljšanog koherentnog zemljanog materijala	92	-	-
- učvršćenog i stabilizovanog koherentnog zemljanog materijala	92	-	-
- nekoherentnog materijala	-	92	-
Planum temeljnog tla na manje od 2 m ispod planuma posteljice od			
- koherentnog zemljanog materijala	95	-	15
- poboljšanog koherentnog zemljanog materijala	95	-	20
- učvršćenog i stabilizovanog koherentnog zemljanog materijala	95	-	30
- nekoherentnog materijala	-	95	60
Planum temeljnog tla na planumu posteljice od			
- koherentnog zemljanog materijala	98	-	20
- poboljšanog koherentnog zemljanog materijala	98	-	25
- učvršćenog i stabiliziranog koherentnog zemljanog materijala	98	-	40
- nekoherentnog materijala	-	98	80

SPP – standardni Proktorov postupak

MPP – modifikovani Proktorov postupak

Tražene vrednosti zbijenosti prema tabeli 2.2.3.1 predstavljaju prosečne vrednosti. Donja granična vrednost ne sme da bude manja za više od 3 % od odgovarajuće tražene prosečne vrednosti.

Zbijenost koherentnih i nekoherentnih materijala ispod planuma temeljnog tla treba na svakom mernom mestu da doseže donju graničnu vrednost. Neodgovarajuće zbijene materijale ispod planuma temeljnog tla izvođač mora da sabije prema zahtevima tehničkim uslova bez doplate.

Ako nadzorni inženjer na osnovu rezultata unutrašnjih i/ili nezavisnih ispitivanja naknadno utvrdi da postoje neodgovarajuće zbijena mesta na planumu temeljnog tla, samostalno odlučuje o daljim merama.

## 2.2.3.4.2 Nosivost

Nosivost planuma temeljnog tla izvođač mora da dokaže – ako se ne vrši merenje zbijenosti – rezultatima unutrašnjih ispitivanja nosivosti pomoću merenja statičkih i/ili dinamičkih deformacionih modula ( $E_{v2}$  i  $E_{din}$ ).

Tražene prosečne donje granične vrednosti statičkih deformacionih modula  $E_{v2}$  na planumu temeljnog tla navedena su u tabeli 2.2.3.1.

Informativne donje granične vrednosti dinamičkih deformacionih modula  $E_{vd}$  iznose približno 50 % traženih donjih graničnih vrednosti statičkih deformacionih modula  $E_{v2}$ .

Odnos statičkih deformacionih modula  $E_{v2} : E_{v1}$  sme da bude najviše 2,2. Ako izmerena

vrednost modula  $E_{v1}$  prelazi 50 % tražene vrednosti modula  $E_{v2}$ , traženi odnos nije odlučujući za ocenu nosivosti sagrađenog planuma temeljnog tla.

Tražene vrednosti nosivosti prema tabeli 2.2.3.1 predstavljaju donje granične vrednosti. Krajnja donja granična vrednost pojedinačnog merenja (do 5 % od ukupnog broja merenja) može da bude do 20 % manja.

Nosivost planuma temeljnog tla od vezivom učvršćenog ili stabilizovanog materijala po pravilu je može da se kontroliše tek 7 dana nakon zbijanja.

Ako nadzorni inženjer na osnovu rezultata unutrašnjih i/ili spoljašnjih ispitivanja naknadno utvrdi da na planumu temeljnog tla postoje mesta neodgovarajuće nosivosti, on samostalno odlučuje o daljim merama.

#### 2.2.3.4.3 Učvršćeni i stabilizovani koherentni ili nekoherentni materijali

Svojstva prirodnih materijala učvršćenih i stabilizovanih pomoću veziva izvođač mora da dokaže rezultatima ispitivanja u sklopu unutrašnje kontrole i to:

- ispitivanjima čvrstoće na pritisak na 7 dana održanim probnim telima, pripremljenim u skladu sa uslovima za izradu prema odgovarajućem Proktorovom postupku, koja treba da daju rezultat
- kod koherentnih zemljanih materijala najmanje 0,4 MN/m<sup>2</sup>
- kod nekoherentnih zemljanih materijala najmanje 1,5 MN/m<sup>2</sup> i
- vremenskom postojanošću probnih tela, izrađenih prema opisanim uslovima, a koja je određena odnosom čvrstoća na pritisak suvih i 24 sata kvašenih uzoraka nakon 7 dana i treba da iznosi najmanje 0,70.

Nadzorni inženjer može po potrebi da promeni navedene uslove za kvalitet stabilizovanih prirodnih materijala za slojeve ispod planuma temeljnog tla.

Zahtevane vrednosti čvrstoća na pritisak predstavljaju prosečne vrednosti. Donja granična vrednost može da bude manja od zahtevane vrednosti za 0,1, odnosno 0,2 MN/m<sup>2</sup>, a krajnja donja granična vrednost za 0,2, odnosno 0,5 MN/m<sup>2</sup>.

#### 2.2.3.4.4 Ravnost i visina planuma temeljnog tla

Tabela 2.2.3.2: Prethodna ispitivanja za pripremu temeljnog tla

#### 2.2.3.4.4.1 Ravnost

Postupak merenja ravnosti određen je u smernicama (SRMG, tč. 3.1.2.1).

Planum temeljnog tla može na 4 m dužine – u proizvoljnom pravcu u odnosu na osovину puta – da odstupa od merne letve ili merne ravnine

- kod prirodnih, poboljšanih, učvršćenih i stabilizovanih koherentnih materijala najviše 30 mm
- kod nekoherentnih materijala najviše 30 mm
- kod stena najviše 50 mm

#### 2.2.3.4.4.2 Visina

Planum temeljnog tla može na proizvoljnom mestu da odstupa od projektovane kote

- kod prirodnih, poboljšanih, učvršćenih i stabilizovanih koherentnih materijala najviše  $\pm 25$  mm
- kod nekoherentnih materijala najviše  $\pm 25$  mm
- kod stena najviše  $\pm 40$  mm

### 2.2.3.5 Kontrola kvaliteta

#### 2.2.3.5.1 Prethodna ispitivanja

Pre početka učvršćivanja temeljnog tla izvođač mora da proveri da li su karakteristična svojstva materijala, utvrđena prethodnim geotehničkim ispitivanjima, u skladu sa svojstvima uzoraka materijala, izvađenih prilikom početka radova.

Prethodnim ispitivanjima na probnom polju izvođač mora prema uputstvima nadzornog inženjera da proveri karakteristike, određene u tabeli 2.2.3.2.

Za svaku karakterističnu vrstu materijala ispod planuma temeljnog tla treba pre početka radova da se odredi tehnološki postupak, vrsta sredstva za zbijanje i njegov dubinski učinak.

Svojstva materijala	Jedinica mere	Zahtevana vrednost	Postupak ispitivanja
- Upotrebljivost materijala :			
- prirodna vlažnost	m.-%	tč. 2.2.3.2.1/1	EN 13286-2
- ispitivanje po Proktoru:			
- optimalna vlaga	m.-%	-	
- najveća gustina	t/m <sup>3</sup>	-	
- granice konzistencije:			TS CEN ISO 17892-12
- granica žitkosti w <sub>L</sub>	%	≤ 35	
- indeks plastičnosti I <sub>p</sub>	%	≤ 12	
- udeo humusnih i/ili organskih primesa	-	tč. 2.2.3.2.1/2	EN 1744-1
- Upotrebljivost veziva:			
- sposobnost vezivanja:	m.-%	tč. 2.2.3.2.1/1	EN 12390-2
- čvrstoća mešavine na pritisak:			
- koherentnog materijala	MN/m <sup>2</sup>	≥ 0,4	
- nekoherentnog materijala	MN/m <sup>2</sup>	≥ 1,5	
- vremenska postojanost	-	≥ 0,7	-
- početak i kraj vezivanja	h	-	EN 196-3

## 2.2.3.5.2 Provera učvršćivanja

## 2.2.3.5.2.1 Unutrašnja kontrola

Na osnovu prethodnih ispitivanja nadzorni inženjer određuje obim unutrašnje kontrole pri učvršćivanju planuma temeljnog tla i ako je već određen programom prosečne učestalosti kontrole.

Minimalna učestalost unutrašnje kontrole pri učvršćivanju planuma temeljnog tla, koja uključuje

- ispitivanja materijala i
- ispitivanja prilikom ugrađivanja, određena je u tabelama 2.2.3.3 i 2.2.3.4.

U slučaju da nadzorni inženjer na osnovu rezultata unutrašnjih kontrolnih ispitivanja utvrdi veća odstupanja od rezultata prethodnih

ispitivanja ili od svojstava, određenih u dokazima o usklađenosti, on može da promeni obim unutrašnje kontrole. U slučaju homogenosti rezultata ispitivanja nadzorni inženjer može i da smanji obim unutrašnje kontrole.

## 2.2.3.5.2.2 Nezavisna kontrola

Obim nezavisne kontrole koju po pravilu izvodi naručilac u je u odnosu 1 : 4 sa unutrašnjom kontrolom.

Mesta za uzimanje uzoraka za nezavisnu kontrolu i merna mesta za merenje ravnosti, visina, gustina, vlažnosti i nosivosti određuje nadzorni inženjer po pravilu statističkim slučajnim izborom (SRCS, tč. 1.4.1).

Tabela 2.2.3.3: Minimalna učestalost ispitivanja materijala pri unutrašnjoj kontroli učvršćivanja planuma temeljnog tla

Svojstva temeljnog tla	Postupak ispitivanja	Minimalna učestalost ispitivanja
- prirodna vlažnost		na 40 m <sup>1</sup>
- ispitivanje po Proktoru	EN 13286-2	na 400 m <sup>1</sup>
- granice konzistencije	TS CEN ISO 17892-12	na 400 m <sup>1</sup>
- udeo humusnih i/ili organskih primesa	EN 1744-1	na 400 m <sup>1</sup>

Tabela 2.2.3.4: Minimalna učestalost ispitivanja ugrađivanja pri unutrašnjoj kontroli učvršćivanja temeljnog tla

Svojstva temeljnog tla	Postupak ispitivanja	Minimalna učestalost ispitivanja	Osnova za ocenu
- udeo vlage i		20 m <sup>1</sup>	tč.

gustina prirodnog materijala				2.2.3.2.1.1
- količina razastrtog veziva			100 m <sup>1</sup>	tč. 2.2.3.3.2
- mešavina:			100 m <sup>1</sup>	
- udeo vlage i gustina			40 m <sup>1</sup>	tč. 2.2.3.3.2
- čvrstoća na pritisak	EN 12390-3		100 m <sup>1</sup>	tč. 2.2.3.4.3
- vremenska postojanost			200 m <sup>1</sup>	tč. 2.2.3.4.3
- planum temeljnog tla:			100 m <sup>1</sup>	
- zbijenost	SRCS, tč. 1.2.4		20 m <sup>1</sup>	tč. 2.2.3.4.1
- nosivost (E <sub>vd</sub> )	SRDM, tč. 8.3.3		20 m <sup>1</sup>	tč. 2.2.3.4.2
- ravnost i visina	SRMG, tč. 3.1.2.1		20 m <sup>1</sup>	tč. 2.2.3.4.4

### 2.2.3.6 Merenje i preuzimanje radova

#### 2.2.3.6.1 Merenje radova

Izvršene radove treba izmeriti u skladu sa tačkom 1.2.2.2 opštih tehničkih uslova.

Količine svih radova izvršenih na planumu temeljnog tla izračunavaju se u kvadratnim metrima.

Sve količine mere se prema stvarno izvršenom obimu i vrsti radova u okviru projektne dokumentacije.

Za količine veziva koje su isporučene na gradilište izvođač mora da podnese odgovarajuće dokaze.

#### 2.2.3.6.2 Preuzimanje radova

Planum temeljnog tla preuzima nadzorni inženjer prema zahtevima za kvalitet u tehničkim uslovima i u skladu sa tačkom 1.2.2.3 opštih tehničkih uslova.

Sve utvrđene nedostatke u odnosu na zahteve za kvalitet izvođač mora da popravi pre nego što nastavi sa radovima.

Svi troškovi za otklanjanje nedostataka padaju na teret izvođača, uključujući i troškove za sva merenja i ispitivanja koja su pokazala neodgovarajući kvalitet izvršenih radova, pa je bilo potrebno nakon izvršene odgovarajuće popravke ponovnim ispitivanjima utvrditi kvalitet radova.

Za sve radove koji ne odgovaraju zahtevima u tehničkim uslovima, a izvođač ih nije popravio prema uputstvima nadzornog inženjera, izvođač nema pravo da tražiti nikakvo plaćanje. U tom slučaju naručilac ima pravo da

produži garantni period za sve radove koji su zavisni od neobavljenih na najmanje 5 godina.

### 2.2.3.7 Obračun radova

#### 2.2.3.7.1 Opšte

Izvršene radove treba obračunati u skladu sa tačkom 1.2.2.4 opštih tehničkih uslova.

Količine, određene prema tački 2.2.3.6.1, treba obračunati prema ugovornoj jediničnoj ceni.

Ugovornom jediničnom cenom treba da budu obuhvaćene sve usluge potrebne za potpun završetak radova. Izvođač nema pravo da naknadno traži nikakvu doplatu.

#### 2.2.3.7.2 Odbici zbog neodgovarajućeg kvaliteta

##### 2.2.3.7.2.1 Materijali

Zbog uslovljenog odgovarajućeg kvaliteta materijala pri obračunu izvršenih radova nema odbitaka.

##### 2.2.3.7.2.2 Veziva

Zbog uslovljenog odgovarajućeg kvaliteta veziva za poboljšanje, učvršćenje ili stabilizaciju materijala pri obračuna nema odbitaka.

##### 2.2.3.7.2.3 Zbijenost i nosivost

Donje granične vrednosti zbijenosti i nosivosti i pojedine vrednosti do krajnje donje granične vrednosti (do 5 % ukupnog broja merenja) znače 100 % vrednost po ponuđenoj jediničnoj ceni. Zbog uslovljene odgovarajuće zbijenosti i nosivosti pri obračunu nema odbitaka.

#### 2.2.3.7.2.4 Učvršćeni i stabilizovani materijali

Donja granična vrednost kvaliteta, određena u tč. 2.2.3.4.3, znači 100 % vrednosti po ponuđenoj ceni, a krajnja donja granična vrednost rad bez vrednosti. Međuvrednosti treba odrediti linearnom interpolacijom.

#### 2.2.3.7.2.5 Ravnost planuma

Zbog uslovljenog obezbeđenja odgovarajuće ravnosti planuma pri obračunu nema odbitaka.

#### 2.2.3.7.2.6 Visina planuma

Zbog uslovljenog obezbeđenja planirane visine planuma pri obračunu nema odbitaka.

## 2.2.5 NASIPI, ZASIPI I POSTELJICA

### 2.2.5.1 Opis

Smernica za nasipe, zasipe i posteljicu uključuje:

- mašinsko razastiranje materijala za nasipe,
- mašinsko i/ili ručno razastiranje materijala u zasipima temelja, kanalskim rovovima, građevinskim jamama, kanalima melioracija, regulacija i odvodnim kanalima,
- mašinsko i/ili ručno razastiranje materijala u klinovima za objekte ili na prelazima iz iskopa na nasipe,
- mašinsko i/ili ručno razastiranje materijala za posteljicu u skladu sa zahtevima u projektnoj dokumentaciji i/ili nadzornog inženjera i u skladu sa ovim tehničkim uslovima,
- kvašenje, mešanje, grubo planiranje i sabijanje materijala u nasipima, zasipima i klinovima u merama i kvalitetu koji su određeni u projektnoj dokumentaciji i ovim tehničkim uslovima,
- mašinsko razastiranje materijala za prethodno opterećenje i prethodno opterećenje na mestima planiranim u projektnoj dokumentaciji i u skladu sa ovim tehničkim uslovima,
- izradu posteljice u merama i kvalitetu određenom u projektnoj dokumentaciji i tehničkim uslovima,
- uređenje planuma gornjih slojeva nasipa, zasipa i posteljice, kao što je to određeno u projektnoj dokumentaciji i u skladu sa ovim tehničkim uslovima.

### 2.2.5.2 Osnovni materijali

#### 2.2.5.2.1 Koherentni i nekoherentni materijali

Za nasipe, zasipe i posteljicu u skladu sa projektnom dokumentacijom moguće je upotrebiti odgovarajući koherentni i nekoherentni materijal, meku i tvrdnu stenu, elektrofilterski pepeo iz termoelektrana i toplana i odgovarajuće sekundarne sirovine (troska, reciklirani građevinski materijali).

U nasipe, zasipe i posteljicu ne sme da bude ugrađeno plodno ili slabonosivo tlo i ostali materijali koji bi vremenom mogli zbog biohemijskih procesa da promene svoja mehaničko-fizička svojstva.

Materijali za nasipe, zasipe i posteljicu mogu da budu dobijeni iskopavanjima u trasi i/ili u pozajmištima.

Za materijale za izgradnju nasipa, zasipa i posteljice se upotrebljava materijal, raspoređen u tački 2.2.2.2 ovih tehničkih uslova.

Materijali za nasipe, zasipe i posteljicu treba da zadovoljavaju sledeće uslove:

- vlažnost materijala treba da bude takva da se pri zbijanju može postići propisana gustina,
- sadržaj humusne i/ili organske primese u materijalu ne sme pri ispitivanju prema EN 1744-1 da oboji rastvore natrijumove baze tamnije od referentne boje.

Izvođač mora da od nadzornog inženjera dobije stručno mišljenje u vezi sa upotrebljivošću materijala iz svakog karakterističnog većeg iskopa ili mesta sa koga je moguće dobiti lokalni materijal ili sekundarnu sirovinu za nasipe, zasipe i posteljicu.

#### 2.2.5.2.1.1 Koherentni zemljani materijal

Upotrebljivost koherentnog zemljanog materijala treba da se utvrdi prethodnim ispitivanjima karakterističnih uzoraka iz iskopa i/ili pozajmišta. Treba proveriti sledeća svojstva:

- vlažnost,
- optimalnu vlažnost i najveću gustinu dobijenu standardnim Proktorovim postupkom,
- granice konzistencije i
- udeo humusnih i/ili organskih primesa.

Srednje i visoko plastične gline (sa granicom žitkosti  $W_L > 35\%$  i indeksom plastičnosti  $I_p > 12\%$ ) nije dozvoljeno ugrađivati u završne slojeve ako isti neće biti učvršćeni ili stabilizovani vezivom. Odlučujući kriterijum za odlučivanje o usklađenosti kvaliteta koherentnog zemljanog materijala za učvršćenje ili stabilizovanje vezivom je vremenska postojanost mešavine.

U završne slojeve nasipa, zasipa i klinova nije dozvoljeno ugraditi jednakozrnaste prašine i pesak, koji u prisutnost vode mogu da isteknu.

Vrsta i broj ispitivanja koherentnog zemljanog materijala treba da bude određeni u programu prosečne učestalosti i kontrole. U suprotnom određuje ih nadzorni inženjer.

#### 2.2.5.2.2.1 Nekoherentni materijal

Upotrebljivost nekoherentnog materijala za nasipe, zasipe i posteljicu treba utvrditi prethodnim ispitivanjima karakterističnih uzoraka iz iskopa i/ili pozajmišta. Treba proveriti sledeća svojstva:

- veličinu zrna,
- optimalnu vlažnost i najveću gustinu dobijenu modifikovanim proktorovim postupkom i
- udeo humusnih i/ili organskih primesa.

Količnik neravnomernosti nekoherentnog materijala  $U = d_{60}/d_{10}$  za nasipe, zasipe i posteljicu treba da iznosi najmanje 6, a preporučuju se vrednosti  $8 \leq U \leq 50$ .

Najveće zrno u nekoherentnom materijalu za nasipe i zasipe ne sme da bude veće od dve trećine debljine sloja (debljina sloja odgovara 1,5-strukom prečniku najvećeg zrna), međutim, ne veće od 300 mm (10 m.-% u celokupne mase materijala prečnik zrna može da ima od 300 do 400 mm), ako u projektnoj dokumentaciji nije drukčije određeno.

Najveće zrno u nekoherentnom materijalu za posteljicu ne sme da prelazi polovinu debljine ugrađenog sloja, međutim, po pravilu ne sme da bude veće od 125 mm.

Od gornjih uslova može se odstupiti ako se dokaznim ugrađivanjem utvrde tražena svojstva ugrađenog sloja nekoherentnog materijala.

Za nekoherentne materijale koji sadrže zrna prečnika preko 63 mm treba prethodnim ispitivanjima utvrditi:

- gustinu ugrađenog sloja materijala odgovarajuće debljine (metodom zamene po SRCS, tč. 1.2.4), koja može da se upotrebi kao osnova za dalja merenja zbijenosti ugrađenog materijala na površini sloja i
- optimalnu vlažnost materijala.

Ako je nekoherentni materijal ugrađen u nasipe, zasipe i posteljicu do kritične dubine zamrzavanja  $h_{min}$ , koja je određena postupkom dimenzioniranja kolovozne konstrukcije (po SRDM, tč. 8.3.4), pri nepovoljnim hidrološkim uslovima (visoki nivo podzemne vode, mogućnost kapilarnog podizanja vode) isti može da sadrži:

- ako je  $U \geq 15$ :
  - na deponiji do 5 m.-% zrna veličine do 0,063 mm (kategorija  $f_5$ ),
  - u ugrađenom stanju do 8 m.-% zrna veličine do 0,063 mm (kategorija

- $f_8$ ),
- ako je  $U \leq 6$ :
  - do 15 m.-% zrna veličine do 0,063 mm (kategorija  $f_{15}$ )

Međuvrednosti između navedenih graničnih vrednosti treba odrediti linearnom interpolacijom.

U području do dubine prodiranja mraza  $h_m$  (ispod kritične dubine zamrzavanja  $h_{min}$ ) mešavina zapreminsko postojanih zrna mora da sadrži  $\leq 15$  m.-% zrna veličine do 0,02 mm (prema klasifikaciji USCS).

Ako nekoherentni materijal za nasipe, zasipe i posteljicu nije otporan na truljenje, treba ga odmah nakon ugradnje na odgovarajući način zaštititi od vremenskih uticaja.

Prekonsolidirane gline, laporce i druge osetljive materijale koji mogu da se raspanu zbog uticaja vremena treba izdrobiti i ugrađivanjem obezbediti da preostali uticaji na njih ne deluju štetno.

#### 2.2.5.2.2 Veziva za poboljšanje, učvršćenje ili stabilizovanje

Za poboljšanje, učvršćenje ili stabilizovanje prirodnih materijala u nasipima, zasipima i posteljici mogu da se upotrebe pre svega hidraulična veziva i to hidratizovani kreč, pucolanski ili metalurški cement i elektrofilterski pepeo, kome po potrebi (u zavisnosti od njegovog sastava) treba dodati odgovarajuću količinu kreča za pospešivanje i obezbeđivanje vezivanja (elektrofilterski malter).

Za ugradnju u nasipe, zasipe i posteljicu odgovarajući je pre svega elektrofilterski pepeo koji ima dobra pucolanska svojstva i koji je zapreminski postojan. Upotrebljiv je i stari, već odležali i za potrebe vezivanja na odgovarajući način drobljeni elektrofilterski pepeo.

Kada se pri određenim okolnostima za izgradnju nasipa, zasipa zahteva najmanja težina istih, za upotrebu je pogodan elektrofilterski pepeo sa što manjom zapreminskom masom.

Karakteristična svojstva elektrofilterskog pepela su optimalna vlažnost i najveća gustina, koju treba odrediti prethodnim ispitivanjima standardnim Proktorovim postupkom. Vrsta i broj ispitivanja treba da budu određeni u



programu ispitivanja. Ako to nije slučaj, određuje ih nadzorni inženjer.

Za poboljšanje, učvršćenje i/ili stabilizovanje prirodnih materijala upotrebljiva su sva veziva koja mogu da obezbede svojstva koja su određena u tački 2.2.5.4 za u nasipe, zasipe i posteljicu ugrađene poboljšane, učvršćene i/ili stabilizovane materijale.

Zbog toga treba da bude potvrđena odgovarajućim dokazima i prethodnim ispitivanjima upotrebljivost svakog veziva koju uslovljavaju

- vrsta veziva,
- sposobnost vezivanja (čvrstoća na pritisak) i
- početak i kraj vezivanja.

Vrsta i broj ispitivanja veziva treba da budu određeni programom prosečne učestalosti i kontrole. Ako to nije slučaj, određuje ih nadzorni inženjer.

Veziva za poboljšanje, učvršćenje i/ili stabilizovanje materijala treba pre upotrebe da budu uskladištena na odgovarajući način (u silosima i/ili cisternama).

#### 2.2.5.2.3 Sekundarne sirovine

Ako se za nasipe, zasipe i/ili posteljicu upotrebljava sekundarna sirovina, onda treba proveriti njenu hemijsku inertnost, odnosno otpornost na ekstrakciju.

#### 2.2.5.2.4 Prethodna ispitivanja materijala

Pre početka ugrađivanja u nasipe, zasipe i posteljice treba ispitati sva zahtevana svojstva koherentnih i nekoherentnih materijala, veziva i mešavina, ako to odredi nadzorni inženjer.

Za prethodna ispitivanja zahtevanih svojstva materijala po pravilu je dovoljan jedan karakterističan uzorak svakog materijala. U posebnim slučajevima nadzorni inženjer može da odredi i veći broj uzoraka.

Sva prethodna ispitivanja upotrebljivosti koherentnih i nekoherentnih materijala, veziva, sekundarnih sirovina i mešavina mora da na zahtev nadzornog inženjera obezbedi, odnosno izvrši, izvođač, ako rezultati ispitivanja već nisu navedeni u projektnoj dokumentaciji ili dodatnim informacijama. Za takva ispitivanja izvođač nema pravo da naknadno traži nikakvu doplatu.

#### 2.2.5.2.5 Deponovanje zemljanih materijala

Za privremeno deponovanje podloga treba da bude pripremljena na odgovarajući način. Treba obezbediti da privremeno deponovani materijal sačuva karakteristična svojstva.

Trajna deponija treba da bude pripremljena i uređena prema projektnoj dokumentaciji i mora da obezbedi stabilnost, uređeno odvodnjavanje i usaglašenost sa okolinom.

### 2.2.5.3 Način izvođenja

#### 2.2.5.3.1 Priprema planuma podložnog sloja

Ugrađivanje nasipa, zasipa i posteljice može da se započne kada je planum podložnog sloja (temelnog tla) uređen u skladu sa zahtevima u projektnoj dokumentaciji i u ovim tehničkim uslovima prema tački 2.2.3 i/ili ugrađen sloj za razdvajanje, drenažu ili filtriranje u smislu tačke 2.2.4 i kada je izvršeni rad preuzet od nadzornog inženjera.

#### 2.2.5.3.2 Dovoženje materijala i veziva

Dovoženje materijale na odgovarajuće pripremljen planum podložnog sloja (prema tački 2.2.5.3.1) može da se započne tek kada to odobri nadzorni inženjer. Isti može i da zaustavi radove, ako postoji opasnost od pogoršanja vremena i da odredi odgovarajuće obezbeđenje već izvršenih radova.

Materijal za nasipe, zasipe i posteljicu se po pravilu ne sme navoziti po planumu podložnog sloja, nego samo po već razastrtom sloju materijala. Pripremljeni materijal treba čeonu ili bočno istovariti i mašinama odgurati na mesto ugradnje.

Prolazi vozila koja dovoze materijal treba da budu što ravnomernije raspoređeni po celoj širini planuma razastrtog sloja.

Za dovoženje veziva za poboljšanje, učvršćenje i/ili stabilizovanje koherentnog i/ili nekoherentnog materijala treba upotrebljavati odgovarajuća vozila.

Vozila sa blatom na točkovima ili podvozju ne smiju da se kreću po već razastrtoj ili sabijenoj mešavini kamenih zrna za posteljicu.

#### 2.2.5.3.3 Razastiranje i planiranje

Svaki sloj materijala za nasipe, zasipe i posteljicu treba da bude razastrt i isplaniran u uzdužnom pravcu najviše po nagibu, koji je jednak projektovanom podužnom nagibu puta.

U poprečnom pravcu svaki sloj materijala treba da bude razastrt u jednostranom ili dvostranom (krovnom) poprečnom nagibu, koji treba da iznosi kod koherentnog materijala najmanje 3 %, a kod nekoherentnog materijala, elektrofilterskog pepela, sekundarnih sirovina i učvršćenih i stabilizovanih koherentnih materijala poprečni nagib sloja mora da bude sličan projektovanom nagibu površine kolovoza.

Ako uređeni planum temeljnog tla zbog datih i terenskih uslova nema odgovarajući minimalan poprečni nagib za odvodnjavanje (3 %), onda minimalni poprečni nagib treba obezbediti prvim ugrađenim slojem nasipa ili zasipa.

Svaki sloj materijala treba da bude razastrt odmah i u tolikoj širini da je nakon grubog izravnavanja površine i zbijanja slojeva obezbeđen traženi kvalitet do ivice nasipa (do kosine).

Debljina svakog sloja razastrtog i isplaniranog materijala treba da bude usklađena sa dubinskim učincima za zbijanje planiranih kompresorskih sredstava i svojstvima upotrebljenog materijala, što treba proveriti probnim ugrađivanjem.

Materijal ne sme da se razastire i/ili ugrađuje na smrznute površine, a u nasipe, zasipe i posteljicu ne smeju da se ugrađuju smrznuti materijali.

#### 2.2.5.3.4 Poboljšanje, učvršćenje i/ili stabilizovanje materijala

Poboljšanje materijala (pre svega koherentnog zemljanog materijala) vezivima je potrebno da bi se osigurao odgovarajući kvalitet zapravo neodgovarajućih materijala za nasipe, zasipe i posteljicu.

Učvršćenje i stabilizovanje materijala vezivima treba da obezbedi očuvanje dobijenih poboljšanih svojstava prirodnih materijala i pri nepovoljnim vremenskim uslovima.

Veziva za poboljšanje, učvršćenje i/ili stabilizovanje materijala treba razastirati na prethodno odgovarajuće pripremljeni planum razastrtog i profilisanog materijala u količini (prema zahtevu u projektnoj dokumentaciji i/ili dodatnoj informaciji) i na način koji će osigurati traženu ravnomernost dodanog veziva (tačnost doziranja  $\pm 1 \text{ kg/m}^2$ ) i postignutih svojstava materijala.

Razastrto vezivo treba mešati sa materijalom pomoću odgovarajućih mašina u sloju koji je po popravilu debeo najmanje 15 cm, i tako da bude postignuta ravnomernost mešavine materijala sa vezivom.

Za obezbeđivanje ravnomerne i optimalne vlažnosti učvršćenog i stabilizovanog materijala po potrebi se na odgovarajući način dozira dodatna voda. Mešanjem treba da bude obezbeđena ravnomernost mešavine materijala sa vodom u celoj projektovanoj debljini sloja.

Poboljšanje, učvršćenje i/ili stabilizovanje materijala vezivima moguće je samo po toplom vremenu (temperature preko  $+ 3 \text{ }^\circ\text{C}$ ) i u odsustvu padavina.

Pošto se učvršćivanjem i stabilizovanjem prirodnih materijala u mešavinama povećava ugao unutrašnjeg trenja, moguće je i odgovarajuće povećanje nagiba kosina.

#### 2.2.5.3.5 Ugrađivanje elektrofilterskog pepela

Elektrofilterski pepeo treba po pravilu ugraditi sa optimalnom vlažnošću. Optimalnu vlažnost pepelu treba da bude obezbeđena (homogenizovanjem) na mestu uzimanja (dobijanja) ili na mestu ugrađivanja. Na vozilima pepeo može da se doveze i sa manjom vlažnošću (približno 15 m.-%), a na mestu ugrađivanja se dodaje preostala potrebna količina vode.

Izvođač može da doveze i suvi elektrofilterski pepeo u cisternama i da ga na gradilištu homogenizuje vodom. Za ovakav način isporuke potrebni su dodatni silosi i uređaji za homogenizaciju.

#### 2.2.5.3.6 Zbijanje

Nekoherentne materijale i vezivima učvršćene i/ili stabilizovane koherentne zemljane materijale treba nakon završenog razastiranja i planiranja sabiti u slojeve odgovarajuće debljine (u punoj širini sloja) valjcima sa glatkim ili pneumatskim točkovima, a odgovarajuće prirodne i/ili poboljšane koherentne zemljane materijale valjcima - ježevima i sa glatkim točkovima.

Zbijanje po pravilu mora da se odvija od spoljašnje ivice prema sredini zbijene površine i od niže ivice sloja prema višoj. Za

obezbeđivanje odgovarajuće zbijenosti i nosivosti po celoj planiranoj širini sloja treba isti na svakoj ivici proširiti za planiranu debljinu sloja + 10 cm.

Visina pojedinačnog razastrtog sloja materijala treba da bude u skladu sa dubinskim učinkom korišćenih sredstava za zbijanje, vrstom materijala za nasip i zahtevanom zbijenošću u nasip ugrađenog materijala.

Sva mesta, koja su nedostupna za valjke, treba prema zahtevima u projektnoj dokumentaciji učvrstiti ostalim sredstvima za zbijanje ili postupcima koje odobri nadzorni inženjer. Nadzorni inženjer određuje i uslove pod kojima treba takva sredstva ili postupke upotrebljavati.

Upotrebljivost sredstava za zbijanje i tehnološki postupak treba prethodno ispitati na probnoj površini u skladu sa tačkom 1.2.1.3 opštih tehničkih uslova. Učinak sredstva za zbijanje treba izmeriti nakon svakog prelaska za svaki sloj materijala.

Nakon završenog zbijanja treba na planumu sloja za nasip

- izmeriti gustinu i vlagu nedestruktivnim postupkom pomoću izotopnog merača, a radi provere rezultata i drugim odgovarajućim postupkom za određivanje gustine i vlage (SRCS, tč. 1.2.4),
- izmeriti nosivost određivanjem statičkog i dinamičkog deformacionog modula (SRDM, tč. 8.3.3) i
- uzeti uzorke materijala iz probne površine za određivanje optimalne vlage i gustine Proktorovim postupkom (EN 13286-2).

Na osnovu rezultata ispitivanja na probnoj površini treba pre početka radova detaljno odrediti tehnološki postupak i vrstu sredstva za zbijanje.

U slučaju kada se za proveravanje gustine ugrađivanog materijala koristi postupak kontinuiranog merenja, na probnoj površini treba izvršiti kalibraciju sistema.

Svaki sloj materijala i/ili mešavine pre početka zbijanja mora da sadrži onu količinu vode koja omogućava da upotrebljena vrsta materijala može da se sabije do zahtevane gustine.

Po potrebi nadzorni inženjer može da odredi dodatne postupke koji će osigurati odgovarajuću vlažnost materijala i odgovarajuću ugradnju.

Ako izvođač nakon zbijanja i provere kvaliteta radova ne nastavi odmah sa radovima na sledećem sloju, nego to učini tek nakon dužeg razdoblja pri različitim vremenskim uslovima, pre nastavka radova treba ponovo proveriti gustinu ugrađenog materijala ili mešavine. Samo ako je kvalitet odgovarajući može da se nastavi sa radovima.

Izgradnju nasipa, zasipa i posteljice treba prekinuti kada zbog atmosferskih uslova nije moguće postići traženu zbijenost materijala.

Ako pri radu dođe do zastoja greškom izvođača, troškovi ponovnih merenja i moguća potrebna poboljšanja padaju na trošak izvođača. U suprotnom, svi troškovi padaju na teret naručioca.

Zbijanje vezivima učvršćenog i stabilizovanog materijala treba da bude završeno tokom perioda koji uslovljava tehnološki postupak.

Izvođač može da predloži naručiocu promenu tehnološkog postupka. U tom slučaju treba da rezultatima prethodnih ispitivanja (koja treba da izvrši o svom trošku) dokaže kvalitet predložene promene u poređenju sa planiranim izvođenjem.

#### 2.2.5.3.7 Skladištenje materijala i veziva

Ako izvođač pre ugrađivanja skladišti prirodne materijale, elektrofilterski pepeo i/ili sekundarnu sirovinu koji su planirani za nasipe, zasipe i posteljicu, onda prostor za to mora da bude prethodno odgovarajuće pripremljen i očišćen, kako ne bi došlo do mešanja upotrebljivog materijala sa neodgovarajućim materijalima.

Veziva za poboljšanje, učvršćenje i/ili stabilizovanje materijala treba po pravilu da budu uskladištena u silosima ili cisternama za veziva.

#### 2.2.5.3.8 Uređenje planuma posteljice

Uređenje planuma posteljice uključuje

- u nekoherentnom materijalu izravnavanje preostalih vrhova i u posebnim slučajevima nasipanje sloja mešavine kamenih zrna za izravnavanje (u debljini sloja do 10 cm) i razastiranje, kvašenje, fino planiranje i zbijanje sloja za izravnavanje,
- u koherentnim zemljanim materijalima, poboljšanim, učvršćenim i/ili stabilizovanim prirodnim materijalima i elektrofilterskom pepelu pre svega fino planiranje planuma.

U slučaju da previsoka prirodna vlažnost materijala onemogućava odgovarajuće zbijanje planuma posteljice, nadzorni inženjer može da odredi potrebne mere za obezbeđivanje traženog kvaliteta izvršenih radova.

Pri ugrađivanju materijala u nasipe iza krajnih stubova objekta (klinove) treba pored navedenih uzeti u obzir i dodatne uslove izvođenja.

Iskop za temelj mora do kote terena zasuti izvođač objekta prema odredbama ovih tehničkih uslova za radove na nasipima na trasi u direktnoj blizini, što treba dokazati rezultatima merenja.

Nasipe iza krajnih stubova objekta treba izvesti (po potrebi odgovarajuće stepenasto u izgrađenom nasipu ili terenu) tako da je

- od vrha do dubine 2 m ispod kote planuma posteljice priključna kosina na nasip pod nagibom 1:4,
- na gornjoj polovini preostale visine pod nagibom 1:3,
- na donjoj polovini preostale visine pod nagibom 1:2,
- kod temelja stubova priključna kosina na nasip odmaknuta od stuba barem 1 m.

Kao nasipe iza krajnih stubova objekta treba po pravilu uzeti u obzir radove nad temeljnim tlom.

Područja nasipa iza krajnih stubova ispod prelaznih ploča treba da pre ugrađivanja ploča budu konsolidovana do stepena koji je određen u projektnoj dokumentaciji.

Nasipi na prelazu nasipa u iskop (klinovi) treba da budu izvedeni na području iskopa

- u koherentnim zemljanim materijalima do dubine 1,0 m i
- u nekoherentnim materijalima do dubine 0,3 m,

a u slučaju debljeg sloja truleži prema uputstvima nadzornog inženjera i dublje, i sa podužnim nagibom 1:4, kako bi u celosti bila uklonjena trulež pri dodiru nasipa sa iskopom.

Nasipe na prelazu treba sagraditi sličnim materijalima kao što su oni upotrebljeni za gornji sloj obližnjeg nasipa.

Priključak nasipa u iskopima u nekoherentnom materijalu na izravnavajući sloj mešavine kamenog materijala treba uraditi u debljini 10 cm.

## 2.2.5.4 Kvalitet izrade

### 2.2.5.4.1 Zbijenost

Zbijenost svakog sloja nasipa, zasipa i posteljice izvođač mora da dokaže rezultatima ispitivanja (u sklopu unutrašnje kontrole) postupkom (nedestruktivnim) merenja gustine i vlage izotopnim meračem (SRCS, tč. 1.2.4).

Za materijale, ugrađene u nasipe, zasipe i posteljicu, zahtevane zbijenosti navedene su u tabeli 2.2.5.1. Zahtevane vrednosti zbijenosti prema ovoj tabeli predstavljaju prosečne vrednosti. Donja granična vrednost pojedinog rezultata ne sme da bude manja više od 3 % od odgovarajuće prosečne vrednosti. Dozvoljeni broj takvih odstupanja sme da iznosi do 10 % ukupnog broja merenja.

Zbijenost slojeva materijala za nasipe, zasipe i posteljicu treba na svakom mernom mestu da doseže donju graničnu vrednost. Neodgovarajuće zbijene slojeve materijala izvođač mora da sabije u skladu sa zahtevima u tehničkim uslovima bez doplate.

### 2.2.5.4.2 Nosivost

Nosivost u nasipe i zasipe ugrađenih materijala izvođač mora da dokaže – ako ne meri zbijenosti – rezultatima unutrašnje kontrole nosivosti.

U svakom slučaju izvođač mora rezultatima unutrašnje kontrole da dokaže nosivost planuma posteljice.

Nosivost po pravilu treba odrediti merenjima statičkih i/ili dinamičkih deformacionih modula.

Deformacioni moduli treba po pravilu da budu izmereni na planumu gornjeg sloja nasipa, međutim, u dubini najviše 0,5 m ispod planuma posteljice i na planumu posteljice.

Tabela 2.2.5.1: Zahtevi za zbijenost i nosivost nasipa, zasipa i posteljice

Opis radova	Tražena zbijenost s obzirom na gustinu materijala		Tražena nosivost $E_{v2}$ MN/m <sup>2</sup>
	po SPP	po MPP %	
- Nasipi i zasipi preko 2 m ispod planuma posteljice od			
- koherentnog zemljanog materijala	92	-	-
- poboljšanog koherentnog materijala	92	-	-
- učvršćenog i stabilizovanog materijala i elektrofilterskog pepela	92	-	-
- nekoherentnog materijala	-	92	-
- Nasipi i zasipi manje od 2 m ispod planuma posteljice do planuma ispod posteljice od			
- koherentnog zemljanog materijala	95	-	15
- poboljšanog koherentnog materijala	95	-	20
- učvršćenog i stabilizovanog koherentnog materijala i elektrofilterskog pepela	95	-	30
- nekoherentnog materijala	-	95	60
- Nasipi i zasipi na koti planuma posteljice od			
- koherentnog zemljanog materijala	98	-	20
- poboljšanog koherentnog materijala	98	-	25
- učvršćenog i stabilizovanog koherentnog materijala i elektrofilterskog pepela	98	-	40
- nekoherentnog materijala	-	98	80

SPP – standardni Proktorov postupak

MPP – modifikovani Proktorov postupak

$E_{v2}$  – deformacioni modul

Zahtevane donje granične vrednosti statičkih deformacionih modula  $E_{v2}$  navedene su za pojedina zahtevana mesta merenja u tabeli 2.2.5.1. Krajnja donja granična vrednost pojedinačnog merenja (do 5 % ukupnog broja merenja) sme da bude manja do 20 %.

Odnos statičkih deformacionih modula  $E_{v2}:E_{v1}$  za koherentne i nekoherentne materijale može da iznosi najviše 2,2. Ako izmerena vrednost statičkog deformacionog modula  $E_{v1}$  prelazi 50 % tražene vrednosti statičkog deformacionog modula  $E_{v2}$ , traženi odnos nije odlučujući za ocenu nosivosti ugrađenog sloja materijala.

Za slojeve nekoherentnih materijala za nasipe i zasipe odnos statičkih deformacionih modula  $E_{v2}:E_{v1}$  sme da iznosi do 3,0.

Vrednosti dinamičkih deformacionih modula  $E_{vd}$  treba da iznose najmanje 50 % uslovljenih vrednosti statičkih deformacionih modula  $E_{v2}$ . Nosivost planuma sloja elektrofilterskog pepela, učvršćenog i stabilizovanog materijala po pravilu je moguće kontrolirati tek 7 dana nakon zbijanja ugrađene mešavine.

Nosivost slojeva materijala za nasipe, zasipe i posteljicu kao kriterijum za preuzimanje umesto zbijenosti mora da odobri nadzorni inženjer, koji može da odredi i dodatne uslove za vrednovanje rezultata nosivosti.

#### 2.2.5.4.3 Učvršćeni i stabilizovani materijali

Svojstva materijala učvršćenih i/ili stabilizovanih vezivima (mešavina) izvođač mora da dokaže rezultatima unutrašnje kontrole

- čvrstoće na pritisak probnih tela od učvršćenog ili stabilizovanog materijala, koja su pripremljena po uslovima za izradu prema odgovarajućem Proktorovom postupku, a koja je izvršena na 7 dana održavanim probnim telima, koja treba da dosegne
  - kod koherentnog materijala 0,5 MN/m<sup>2</sup>,
  - kod nekoherentnog materijala 2,0 MN/m<sup>2</sup>,
- vremenske postojanosti probnih tela od učvršćenog ili stabilizovanog materijala,

koja su pripremljena po opisanim uslovima, a koja je određena odnosom čvrstoća na pritisak suvih i 24 sata kvašenih uzoraka nakon 7 dana; ista mora da iznosi najmanje 0,70.

Nadzorni inženjer može po potrebi da promeni gore navedene uslove kvaliteta za učvršćene i stabilizovane materijale za nasipe, zasipe i posteljicu.

Tražene vrednosti čvrstoća na pritisak mešavina predstavljaju prosečne vrednosti.

Donja granična vrednost može da bude do 20 % manja, a krajnja donja granična vrednost do 40 % manja od navedenih traženih čvrstoća na pritisak.

#### 2.2.5.4.4 Ravnost slojeva

Izvođač mora da ugradi svaki sloj nasipa, zasipa i posteljice prema uslovima u tački 2.2.5.3.

U određenom pravcu u odnosu na osovinu puta ravnost planuma gornjeg sloja može – osim za posteljicu – da odstupa od 4 m duge merne letve ili merne ravnine najviše

- 30 mm kod koherentnog zemljanog materijala, poboljšanih, učvršćenih i stabilizovanih materijala, elektrofilterskog pepela i sekundarnih sirovina,
- 50 mm kod krupnozrnih stena.

Ukoliko zbog neodgovarajuće ravnosti ugrađenih slojeva materijala za nasipe i zasipe nastanu oštećenja, izvođač treba da ih popravi o svom trošku.

Ako takva odstupanja od ravnosti uzastopno slede, o načinu popravke odlučuje nadzorni inženjer.

#### 2.2.5.4.5 Visina i nagib planuma posteljice

Da se prevozima vozila i mašina ne bi oštetio planum posteljice, što bi moglo da ometa normalno oticanje vode, prevozi po planumu posteljice nisu dozvoljeni.

Planum posteljice može na proizvoljnom mestu da odstupa od projektovane kote najviše 20 mm.

Nagib planuma posteljice treba po pravilu da bude jednak poprečnom i podužnom nagibu kolovoza, a od planiranog nagiba može da odstupa najviše  $\pm 0,4$  % apsolutne vrednosti nagiba.

### 2.2.5.5 Kontrola kvaliteta

Za svaku karakterističnu vrstu materijala, ugrađenog u nasip, zasip ili posteljicu treba pre početka radova odrediti tehnološki postupak, vrstu sredstva za zbijanje i njegov dubinski učinak.

Usklađenost izvršenih radova sa zahtevima u projektnoj dokumentaciji i tehničkim uslovima treba proveriti

- prethodnim ispitivanjima svojstava planiranih materijala za ugradnju u nasipe, zasipe i posteljicu i
- proverom ugrađivanja od strane unutrašnje i nezavisne kontrole.

#### 2.2.5.5.1 Prethodna ispitivanja

Prilikom početka ugrađivanja zemljanih materijala u nasip, zasip i posteljicu izvođač mora da proveri karakteristična svojstva materijala koja su navedena u tabeli 2.2.5.2.

#### 2.2.5.5.2 Provera ugrađivanja

##### 2.2.5.2.1.1 Unutrašnja kontrola

Unutrašnja kontrola izvođača za vreme izvođenja radova mora da utvrdi usaglašenost svojstava svih materijala koji se koriste za nasipe, zasipe i posteljicu sa zahtevima u projektnoj dokumentaciji i tehničkim uslovima.

Vrsta i učestalost ispitivanja u sklopu unutrašnje kontrole treba da budu određeni u potvrđenom programu prosečne učestalost i kontrole. Ako to nije slučaj, određuje ih nadzorni inženjer.

Mesta za uzimanje uzoraka i merna mesta određuje nadzorni inženjer statističkim slučajnim izborom (SRCS, tč. 1.4.1).

Tabela 2.2.4.2: Prethodna ispitivanja materijala za nasipe, zasipe, klinove, posteljicu i glineni naboj

Svojstva materijala	Jedinica mere	Tražena vrednost	Postupak ispitivanja
---------------------	---------------	------------------	----------------------

- Upotrebljivost materijala:			
- prirodna vlažnost	m.-%	tč. 2.2.5.2	EN 13286-46 EN 13286-2
- ispitivanje po Proktoru:			
- optimalna vlaga	m.-%	-	
- najveća gustina	t/m <sup>3</sup>	-	
- granice konzistencije:			TS CEN ISO 17892-12
- granica žitkosti w <sub>L</sub>	%	≤ 35	
- indeks plastičnosti I <sub>p</sub>	%	≤ 12	
- udeo humusnih i/ili organskih primesa	-	tč. 2.2.5.2	EN 1744-1
- veličina zrna nekoherentnog materijala	m.-%	tč. 2.2.5.2	EN 933-1
- Upotrebljivost veziva:			
- sposobnost vezivanja:			
- čvrstoća na pritisak mešavine:			EN 12390-2
- koherentnog materijala	MN/m <sup>2</sup>	≥ 0,5	
- nekoherentnog materijala	MN/m <sup>2</sup>	≥ 2,0	
- vremenska postojanost	-	≥ 0,7	-
- početak i kraj vezivanja	h	-	EN 196-3

Za vreme ugrađivanja materijala u nasip, zasip i posteljicu laboratorija treba da uzme uzorke i

proveri usaglašenost svojstava sa učestalošću koja je određena u tabeli 2.2.5.3.

Tabela 2.2.5.3: Minimalna učestalost ispitivanja materijala pri unutrašnjoj kontroli ugrađivanja nasipa, zasipa, i posteljice

Svojstva materijala	Postupak ispitivanja	Minimalna učestalost ispitivanja
- veličina zrna nekoherentnog materijala	EN 933-1	1000 m <sup>3</sup>
- prirodna vlažnost	EN 13286-46	1000 m <sup>3</sup>
- ispitivanje po Proktoru	EN 13286-2	4000 m <sup>3</sup>
- granice konzistencije koherentnog zemljanog materijala	TS CEN ISO 17892-12	4000 m <sup>3</sup>
- udeo humusnih i/ili organskih primesa	EN 1744-1	4000 m <sup>3</sup>

U slučaju da nadzorni inženjer na osnovu rezultata unutrašnjih kontrolnih ispitivanja utvrdi veća odstupanja od rezultata prethodnih ispitivanja, obim unutrašnje kontrole može da se promeni, a u slučaju homogenosti rezultata ispitivanja nadzorni inženjer može i da smanji obim unutrašnje kontrole.

Sporazumno sa nadzornim inženjerom kvalitet ugrađenih slojeva može da se odredi i drugim priznatim postupcima. U tom slučaju u saglasnosti nadzornog inženjera moraju da budu navedeni i kriterijumi kvaliteta ugrađivanja i način i obim ispitivanja.

Minimalni obim ispitivanja pri unutrašnjoj kontroli ugrađivanja nasipa, zasipa i posteljice određen je u tabeli 2.2.5.4.

Tabela 2.2.5.4: Minimalna učestalost ispitivanja pri unutrašnjoj kontroli ugrađivanja nasipa, zasipa, posteljice

Svojstva materijala	Postupak ispitivanja	Minimalna učestalost ispitivanja	Osnova za ocenu
- udeo vlage i gustina prirodnog materijala	TS CEN ISO 17892-12	200 m <sup>3</sup> /20 m <sup>1</sup>	tč. 2.2.5.2.1
- količina razastrtog veziva		100 m <sup>1</sup>	
- mešavina:	SRCS, tč. 1.2.4 EN 12390-3	200 m <sup>3</sup>	tč. 2.2.5.3.4
- udeo vlage i gustina		100 m <sup>1</sup>	tč. 2.2.5.4.3
- čvrstoća na pritisak		200 m <sup>1</sup>	tč. 2.2.5.4.3
- vremenska postojanost	SRCS, tč. 1.2.4	4000 m <sup>3</sup> /200 m <sup>1</sup>	tč. 2.2.5.4.1
- gustina krupnozrne stene			
- planum nasipa, zasipa i posteljice:	SRDM, tč. 8.3.3		tč. 2.2.5.4.2
- nosivost:			
- deformacioni modul E <sub>vd</sub>		10 m <sup>1</sup>	
- deformacioni modul E <sub>v2</sub>	SRMG, tč. 3.1.2.1	100 m <sup>1</sup>	
- ravnost		20 m <sup>1</sup>	tč. 2.2.5.4.4
- visina		20 m <sup>1</sup>	tč. 2.2.5.4.5

#### 2.2.5.2.2.1 Nezavisna kontrola

Obim nezavisne kontrole, koju izvodi od naručioca ovlašćena institucija po pravilu je u odnosu 1:4 sa unutrašnjom kontrolom.

Mesta za uzimanje uzoraka za ispitivanja i merna mesta za merenje ravnosti, visina, gustine, vlažnosti i nosivosti određuje nadzorni inženjer statističkim slučajnim izborom.

#### 2.2.5.6 Merenje i preuzimanje radova

##### 2.2.5.6.1 Merenje radova

Izvršene radove treba meriti u skladu sa tačkom 1.2.2.2 opštih tehničkih uslova i prema sledećim odredbama:

- količine u nasipe, zasipe i posteljicu ugrađenih materijala treba izračunati u kubnim metrima
- količine planuma ugrađenih materijala izračunati u kvadratnim metrima.

Sve količine treba izmeriti prema stvarno izvršenom obimu i vrsti radova i u okviru projektne dokumentacije.

Za sve količine veziva, elektrofilterskog pepela, sekundarnih sirovina i ostalih materijala, isporučenih na gradilište, izvođač mora da podnese odgovarajuće dokaze.

##### 2.2.5.6.2 Preuzimanje radova

Svaki izgrađeni sloj nasipa, zasipa i posteljice nadzorni inženjer treba da preuzme prema zahtevima za kvalitet u ovim tehničkim

uslovima i u skladu sa tačkom 1.2.2.3 opštih tehničkih uslova. Sve utvrđene nedostatke u odnosu na ove zahteve izvođač mora da popravi pre nego što nastavi sa radovima. Svi troškovi otklanjanja nedostataka padaju na teret izvođača, uključujući i troškove za sva merenja i ispitivanja koja su pokazala neodgovarajući kvalitet izvršenih radova, pa je bilo potrebno nakon izvršenih odgovarajućih popravki ponovnim ispitivanjem utvrditi kvalitet radova.

Za sve radove koji ne odgovaraju zahtevima za kvalitet u ovim tehničkim uslovima i izvođač ih nije popravio prema uputstvima nadzornog inženjera, izvođač nema pravo da traži nikakva novčana sredstva, a investitor u takvom slučaju ima pravo da produžiti garantni period za sve radove koji zavise od neobavljenih na najmanje 5 godina.

#### 2.2.5.7 Obračun radova

##### 2.2.5.7.1 Opšte

Izvršene radove treba obračunati u skladu sa tačkom 1.2.2.4 opštih tehničkih uslova.

Količine, određene prema tački 2.2.5.6.1, treba obračunati prema ugovornoj jediničnoj ceni.

Jediničnom ugovorenim cenom treba da budu obuhvaćene sve usluge potrebne za potpun završetak radova. Izvođač nema pravo da naknadno traži nikakvu doplatu.



Nadzorni inženjer određuje razgraničenje radova između izvođača zemljanih radova na trasi i izvođača objekta, ako je to potrebno.

#### 2.2.5.7.2 Odbici zbog neodgovarajućeg kvaliteta

##### 2.2.5.2.1.1 Materijali za nasipe, zasipe i posteljicu

Zbog zahtevanog odgovarajućeg kvaliteta materijala pri obračunu izvršenih radova nema odbitaka.

##### 2.2.5.2.2.1 Veziva za poboljšanje, učvršćenje i stabilizovanje materijala

Zbog zahtevanog odgovarajućeg kvaliteta veziva pri obračunu nema odbitaka.

##### 2.2.5.2.3.1 Zbijenost i nosivost

Donje granične vrednosti zbijenosti i nosivosti i pojedine vrednosti do krajnje donje granične vrednosti (do 5 % ukupnog broja merenja) znače 100 %-nu vrednost po ponuđenoj jediničnoj ceni.

Zbog zahtevane odgovarajuće zbijenosti i nosivosti pri obračunu nema odbitaka.

##### 2.2.5.2.4.1 Učvršćeni i stabilizovani materijali

Donja granična vrednost kvaliteta prema tački 2.2.5.4.3 znači 100 %-nu vrednost po ponuđenoj jediničnoj ceni, a krajnja donja granična vrednost rad bez vrednosti. Vrednosti između graničnih treba odrediti linearnom interpolacijom.

##### 2.2.5.2.5.1 Ravnost planuma

Zbog zahtevanog obezbeđenja odgovarajuće ravnosti planuma (prema tački 2.2.5.4.4) pri obračunu nema odbitaka.

##### 2.2.5.2.6.1 Visina planuma

Zbog zahtevanog obezbeđenja planirane visine planuma (prema tački 2.2.5.4.5) pri obračunu nema odbitaka.

## 2.2.6 KOSINE I ZELENE POVRŠINE

### 2.2.6.1 Opis

Smernica određuje uređenje i zaštitu od erozije površina prirodnih kosina, iskopa i nasipa i zelenih površina

- humusiranjem i sejanjem trave,
- biotorkretom sa steljom,
- sađenjem ukrasnih stabala i grmlja,
- mrežama,
- nabacivanjem kamena
- oblaganjem kamenom (roliranjem),
- torkretiranjem i
- montažnim elementima (kasetama, šupljim elementima od cementnog betona, pločama za zatravljanje i sličnim elementima).

U ovaj rad su uključeni

- svi materijali, uključujući i utovar, prevoz i istovar,
- priprema podloge,
- sejanje i sađenje,
- ugrađivanje i učvršćivanje materijala.

### 2.2.6.2 Osnovni materijali

Izvođenje ovih radova zahteva upotrebu odgovarajućih materijala za različite postupke uređenja i osiguranje kosina i zelenih površina.

Za vegetativno osiguranje kosina i zelenih površina mogu da se upotrebe sledeći materijali:

- humus,
- slama i seno za stelju,
- vrbove šibe, sadnice,
- drveće i grmlje i
- seme za zatravljanje.

Građevinsko osiguranje kosina moguće je izvršiti

- pletenim mrežama,
- nabacivanjem kamena,
- oblaganjem kamenom (roliranjem),
- torkretiranjem i
- montažnim elementima.

Kvalitet svih upotrebljenih materijala treba da odgovara opštim i posebnim tehničkim uslovima i zahtevima planiranim za te materijale.

Izvođač mora pre početka radova da nadzornom inženjeru podnese dokaze o

usklađenosti svih proizvoda koje namerava da upotrebi za osiguranje kosina.

#### 2.2.6.2.1 Vegetativno osiguranje

##### 2.2.6.2.1.1 Humus

Za uređenje kosina i zelenih površina treba upotrebiti aktivan humusni materijal koji obezbeđuje trajni rast.

##### 2.2.6.2.1.2 Stelja

Stelja od slame ili sena treba da bude izvedena tako da njena debljina pri odgovarajućem đubrenju i prskanju bitumenskom emulzijom obezbedi zatravljanje i postojanost osiguranja.

##### 2.2.6.2.1.3 Pleteri

Za pletere treba upotrebiti sveže i žive vrbove šibe (selix purpurea), debljine 0,5 do 3 cm, ili druge vrste za koje nadzorni inženjer mora da da saglasnost. Upotrebljene vrste šiba treba da obezbede vegetativno razmnožavanje.

Može da se upotrebi jače i stabilnije mrtvo protiverozijsko pletivo sa vegetativnim izdancima ili sadnicama. Kolčići za pleter treba budu dugi od 70 do 80 cm i debeli od 2 do 3 cm.

##### 2.2.6.2.1.4 Drveće i grmlje

Vrste drveća i grmlja treba da odgovaraju biološkim uslovima. Treba odabrati sadnice koje obezbeđuju trajni rast.

Na položajima koji su izloženi vetru treba odabrati vrste drveća, odnosno grmlja, koje odolevaju sili vetra i klizanju snega.

##### 2.2.6.2.1.5 Seme za zatravljanje

Za zatravljanje treba odabrati vrstu semena mešane trave i deteline koja odgovara biološkim (ekološkim) uslovima i obezbeđuju trajni rast. Za privremenu zaštitu moguće je upotrebiti i neko žitno seme.

#### 2.2.6.2.2 Građevinsko osiguranje

##### 2.2.6.2.2.1 Osiguranje mrežama

Mogu da se upotrebe pletene mreže od dva puta pocinkovane čelične žice prečnika od 1,6 mm ili 3,1 mm, sa ukupnom debljinom zaštitnog sloja cinka najmanje 0,07 mm. Žice mogu da budu pletene u mreže sa

pravogaonim ili šestougaonim otvorima veličine 5 do 10 cm.

Za pričvršćivanje mreža može da se upotrebe dva puta pocinkovana sidra od čelika sa antikorozivnim slojem debljine 0,07 do 0,08 mm. Za dodatno pričvršćivanje mreža na kosinama mogu da se upotrebe i dva puta pocinkovane cevi prečnika od 3/2" (spoljašnji prečnik 48,25 mm, debljina zida 3,5 mm) sa debljinom zaštitnog sloja cinka od najmanje 0,07 mm.

Za zatezanje pletenih zaštitnih mreža mogu da se upotrebe tegovi od cementnog betona odgovarajućeg oblika i veličine prema projektnoj dokumentaciji. Cementni beton za tegove treba da odgovara važećim zahtevima za cementni beton (EN 206-1).

#### 2.2.6.2.2.2 Nabacivanje kamena i oblaganje kamenom (roliranje)

Kamen za nabacivanje i roliranje mora da bude zdrav i vremenski postojan.

Kamen za nabacivanje i roliranje se koristi neobrađen. Debljina kamena za nabacivanje ne sme da pređe 50 cm, a za roliranje 30 cm.

#### 2.2.6.2.2.3 Osiguranje torkretiranjem

Cementni beton i čelične mreže za ojačanje za osiguranje padina i kosina torkretiranjem moraju namenski da odgovaraju uslovima u projektnoj dokumentaciji.

#### 2.2.6.2.2.4 Osiguranje montažnim elementima

Montažni elementi za osiguranje padina i kosina treba da odgovaraju važećoj tehničkoj regulativi, uključujući i sav osnovni materijal. Montažne elemente treba odabirati prema planiranoj nameni i u skladu sa uputstvima proizvođača.

### 2.2.6.3 Način izvođenja

#### 2.2.6.3.1 Vegetativna osiguranja

Vegetativno osiguranje treba izvršiti na mestima i na način koji su određeni u projektnoj dokumentaciji i u ovim tehničkim uslovima.

Izvođač mora da izvrši vegetativno osiguranje radova tako da osigurane površine budu optimalno obrasle bez obzira na traženi kvalitet i uslove. Izvođač mora da naknadno obnovi neuspešne radove.

Na padinama i kosinama sa glatkim površinama, na kojima mogu da nastanu klizišta, treba obezbediti hrapavost približno 15 cm širokim vodoravnim zasecima sa razmakom od približno 1,0 m.

Iskopi i nasipi treba da budu izrađeni sa takvim nagibima da bude obezbeđena stabilnost kosine i njena zaštita. Ako je uzrok nestabilnosti voda, kosine treba da budu odgovarajuće drenirane.

Površinska voda sa slivnog zaleđa padina i kosina treba da bude kontrolisano odvedena.

Ivice ukopanih kosina i pete nasipa treba zaokružiti radijusom 3,0 m.

Drveće koje zbog njihanja (usled vetra) olabavljuje teren, treba poseći u širini približno 3 do 4 m od ivice iskopa.

Kosine nasipa, a pre svega iskopa, treba da budu grubo isplanirane, kako bi bila obezbeđena odgovarajuća hrapavost za povezivanje vegetacione zaštite sa kosinom.

Debljina slojeva humusa na grubo isplaniranoj kosini sme pri razastiranju da iznositi najviše 10 cm.

Radi osiguranja puta kosine nasipa od elektrofilterskog pepela treba da budu prethodno obložene filterskim materijalom. Površinska voda treba da bude kontrolisano odvedena sa planuma nasipa.

Površine kosina nasipa mogu da se humusiraju razastiranjem do 20 cm debelog sloja humusa na ravnajući sloj i to na onim mestima na kojima debljina sloja za izravnavanje odgovara projektovanom opterećenju. Na mestima na kojima je u projektnoj dokumentaciji planiran bočni nasip debljine do 70 cm sloj za filtriranje treba zaštititi 20 do 30 cm debelim slojem kamenog materijala, koji treba prekriti slojem humusa. Sejanje trave treba izvršiti kao i kod ostalih kosina.

Kod iskopa u trošnoj i zrnastoj steni, koje su inače stabilne, a površinski brzo istrule i vrlo su erozivne (kao npr. raspadljivi dolomiti, milonitne zone u dolomitima, laporci, odnosno fliš), na kosinama treba izraditi približno 15 cm široke vodoravne zaseke sa razmakom od približno 1 m. Ako zemljani materijal ne sadrži barem minimalne količine aktivnog koherentnog materijala (5 m.-% i više), površinu treba humusirati i prekriti

slojem aktivnog koherentnog materijala u debljini 8 do 10 cm (u ulegnutom stanju debljine približno 6 cm).

Površine takvih kosina treba preplesti na udaljenosti od približno 5,0 m pleterom. Stelju (približno 60 kg slame ili sena po aru), poprskanu bitumenskom emulzijom (oko 80 kg na ar), treba zatraviti setvom, pri čemu treba posejati oko 0,5 kg semena po aru. Količina upotrebljenog đubriva treba da iznosi približno 8,0 kg po aru. Treba zasaditi po jednu sadnicu na svaka 2 m<sup>2</sup> površine.

Kod nekoherentnih materijala, trulih materijala, aluvijalnih nanosa, koherentnog zemljanog materijala (ilovače, gline), trulih laporaca i fliševa i ostalih zemljanih materijala sa prevladavajućim glinenim materijalima za popunjavanje, površinska podloga obično je dovoljno plodna i kosinu nije potrebno humusirati ili oblagati slojevima trave; inače je izvođenje zaštite jednako opisanom.

Kod nasipa od nekoherentnog vodopropusnog materijala, koji je dobijen iskopavanjima u tvrdim i polutvrdim stenama, površine kosina treba humusirati u slojevima debljine 10 cm, preplesti pleterom (približno 0,2 m<sup>1</sup>/m<sup>2</sup>) i zatraviti sejanjem u kanale (0,75 kg semena po aru). Đubrenje treba izvršiti sa oko 8 kg đubriva po aru. Treba zasaditi 0,4 sadnice odgovarajućih vrsta stabala ili grmlja, odnosno sadnica po kvadratnom metru.

Kod nasipa od materijala dobijenih iz nanosa, odnosno iskopavanjem raspadljivih kosina, humusiranje nije potrebno ako su materijali dovoljno aktivni (više od 5 m.-% mase aktivnih čestica). Površinu treba preplesti pleterom (0,2 m<sup>1</sup>/m<sup>2</sup>). Treba upotrebiti približno 8 kg đubriva po aru. Za stabilnost treba razgrnuti stelju (60 kg po aru) slame ili sena, koje treba poprskati bitumenskom emulzijom (80 kg po aru). U tako pripremljenu stelju treba posejati 0,8 kg semena trave po aru. Treba zasaditi 0,4 sadnice ili izdanaka na kvadratni metar.

Površine kosina nasipa od koherentnih zemljanih materijala (glina, ilovača) treba preplesti pleterom (0,2 m<sup>1</sup>/m<sup>2</sup>). Treba upotrebiti približno 0,8 kg đubriva po aru i zatraviti je sejanjem u kanale (brazdanje), pri čemu treba računati na potrošnju oko 0,8 kg semena po aru. Treba saditi sadnice odgovarajućih biljnih vrsta (0,4 kom. po m<sup>2</sup>) i voditi računa o delomičnom dodatnom humusiranju.

Zatravlivanje sejanjem, pre svega u stelji zaštićenoj bitumenskom emulzijom ili na humuziranim površinama treba obaviti tako da površine budu pokrivene i obrasle travnom vegetacijom, u glavnom bez drača.

Pletere koji su namenjeni za sprečavanje brazdanja zbog vodenih bujica, odnosno za učvršćivanje površinskih slojeva materijala, treba u celosti ugraditi tako da je gornja ivica pletera bude u visini završno izravnate površine kosine.

Grmlje i drveće treba saditi u skupinama u humusiranim jamama tako da ne ometaju previše travnate zaštite kosine i da ne smanjuju preglednost korisnicima puta. Markantno drveće i skupine grmlja je, stoga, potrebno postaviti pre svega na konveksnoj strani puta. Za bolju zaštitu materijala od erozije drveće i grmlje treba saditi u skupinama (približno 1 sadnica na m<sup>2</sup> na 50 % ukupne površine), a u dogovoru i prema uputstvima nadzornog inženjera.

Nakon završenih radova izvođač mora da očisti radilište, uspostaviti prvobitno stanje i brine o svim vegetacijskim zaštitama do zaključnog preuzimanja radova, odnosno najkraće godinu dana. U ovu brigu spada i dopunsko sejanje, redovno đubrenje, čišćenje površina od prljavštine, smeća i drača i zalivanje površina zbog suše.

#### 2.2.6.3.2 Građevinska osiguranja

##### 2.2.6.3.2.1 Osiguranje mrežama

Mesto i vrstu osiguranja mrežama određuje nadzorni inženjer u skladu sa zahtevima u projektnoj dokumentaciji i prema ovim tehničkim uslovima. Pre polaganja mreže kosina treba da bude uređena prema projektnoj dokumentaciji i tehničkim uslovima. Treba ukloniti sve što može da spreči naleganje mreže na teren. Za zaštitu od odlomljenog kamenja za strmije nagibe (3:1 do 2:1) treba upotrebljavati viseće mreže koje su na donjem delu opterećene tegovima od cementnog betona, a na gornjoj ivici kosine pričvršćene sidrima i cevima, tako da odlomljeno kamenje može da kontrolisano sklizne do podnožja iskopa.

Kod blažih nagiba treba predvideti sidrima pričvršćene mreže. Udaljenosti između sidara treba odabrati u skladu sa geomehaničkim svojstvima stene; treba računati sa udaljenošću oko 1,0 m. Kod stena u koje nije moguće direktno zabijanje sidara u ovu svrhu treba izbušiti rupe.

Pojedine mreže treba međusobno povezati pletenjem sa dvostruko pocinkovanom žicom promera od 3,1 mm i jednakog kvaliteta kao što je materijal mreže.

#### 2.2.6.3.2.2 Nabacivanje kamena i slaganje kamena (roliranje)

Nabacivanje kamena i roliranje mora da bude obavljeno tako da kamen bude nabačen, odnosno složen, tačno u profilu nasipa, kao što je određeno projektnom dokumentacijom i označeno na terenu građevinskim profilima.

Kod roliranja svaki kamen treba da ima bezbedno ležište i da bude osiguran klinom tako da ne može da dođe do rušenja kosine nasipa zbog nestabilnosti pojedinog kamena ili iz drugih razloga. Peta rolirane kosine treba da bude čvrsto ugrađena u zdravu podlogu i izvedena tako da ne može da dođe do urušavanja rolirane kosine usled atmosferskih uticaja ili zbog ostalih štetnih pojava.

Završetak roliranja na vrhu kosine nasipa treba da bude izveden tako da ne može da dođe do oštećenja zbog upotrebe bankina i slično.

#### 2.2.6.3.2.3 Osiguranje torkretiranjem (mlaznim cementnim betonom)

Cementni beton za osiguranje kosina treba da bude prskan na odgovarajuće pripremljenu kosinu pod pritiskom.

Čelične mreže za ojačanje trebaju da budu prethodno pričvršćene na kosinu i prekrivene najmanje 2 cm debelim slojem mlaznog cementnog betona.

#### 2.2.6.3.2.4 Osiguranje montažnim elementima

Kod osiguranja padina i kosina montažnim elementima (kasetama, šupljim elementima od cementnog betona i sličnim elementima) treba se prvenstveno pridržavati uputstava proizvođača i zahteva projektne dokumentacije. Za određeni rad treba odabrati odgovarajući montažni element i to u skladu sa odredbama projektne dokumentacije ili nadzornog inženjera.

Podlogu za oblogu kosine treba pripremiti na odgovarajući način. Ukoliko je tlo peščano, za podlogu treba upotrebiti pesak sa veličinom zrna do 4 mm. Podloga mora da bude odgovarajuće učvršćena i u zbijenom

stanju 2 do 5 cm debela, u zavisnosti od namene.

U slučaju da je tlo slabe nosivosti, treba u odgovarajućoj meri povećati debljinu podloge. U slučaju kada se očekuju dodatni erozivni uticaji atmosferske ili podzemne vode na oblogu ili veća opterećenja podlogu treba izraditi podložnim cementnim betonom odgovarajuće debljine (prema projektnoj dokumentaciji).

Montažne elemente treba polagati tako da međusobno budu odvojeni fugama širine 3 do 5 mm. Montažne elemente (većinom šuplje) treba nakon polaganja ispuniti odgovarajućim materijalom (humus, peščani materijal, troska i slično), a pre svega u zavisnosti od namene i zahteva projektne dokumentacije.

Ako su obloge namenjene za povremena saobraćajna opterećenja, onda položene obloge treba ugraditi na odgovarajući način.

### 2.2.6.4 Kvalitet izrade

#### 2.2.6.4.1 Vegetativno osiguranje

Radi pravilnog izbora vrsta bilja i đubriva izvođač mora da izvrši kontrolu pedoloških svojstava pojedinih skupina zemljanih materijala. Rezultati analize unutrašnje kontrole treba budu podneti na uvid nadzornom inženjeru.

Unutrašnju kontrolu kvaliteta semena treba izvoditi prema opšte važećim propisima, odnosno prema opštekorišćenim metodama. Dokazi proizvođača o usaglašenosti semena treba da budu podneti nadzornom inženjeru pre početka radova.

#### 2.2.6.4.2 Građevinsko osiguranje

##### 2.2.6.4.2.1 Osiguranje mrežama

Izvođač mora da podnese nadzornom inženjeru dokaze proizvođača o usaglašenosti mreža i sidara, koji treba da sadrže podatke o kvalitetu osnovnog materijala i o kvalitetu antikorozivnih zaštitnih premaza ili prevlaka.

##### 2.2.6.4.2.2 Nabacivanje kamena i slaganje kamena (roliranje)

Kvalitet upotrebljenog materijala treba da zadovoljava odredbe za vremensku postojanost.

Površine kosina roliranih nasipa treba da odgovaraju važećoj tehničkoj regulativi i odredbama projektne dokumentacije u vezi sa oblikovanjem nagiba.

Odstupanja od planirane površine dozvoljena su u granicama vidljive tačnosti između pojedinih građevinskih profila prema projektnoj dokumentaciji.

#### 2.2.6.4.2.3 Osiguranje torkretiranjem

Kvalitet upotrebljenog mlaznog cementnog betona i čeličnih mreža za ojačanje treba da odgovara zahtevima u ovim tehničkim uslovima.

Izvršeni radovi treba da odgovaraju važećoj tehničkoj regulativi i odredbama projektne dokumentacije, odnosno zahtevima nadzornog inženjera.

#### 2.2.6.4.2.4 Osiguranje montažnim elementima

Dozvoljena je samo upotreba montažnih elemenata koji obezbeđuju odgovarajuću trajnost i vremensku postojanost i za koje izvođač podnese odgovarajuće dokaze o usklađenosti.

Kvalitet izrade površine montažnih elemenata treba da odgovara projektnoj dokumentaciji i zahtevima nadzornog inženjera.

Oblikovanje nagiba kosina određeno je projektnom dokumentacijom ili zahtevima nadzornog inženjera, pa su zato odstupanja bez prethodne saglasnosti dozvoljena samo u granicama vidljive tačnosti između pojedinih građevinskih profila prema projektnoj dokumentaciji.

### 2.2.6.5 Kontrola kvaliteta

#### 2.2.6.5.1 Vegetativno osiguranje

Nadzorni inženjer treba da proveri izbor i upotrebu biljnih vrsta i đubriva na osnovu odredbi projektne dokumentacije i izvođenjem unutrašnje kontrole pedološkog sastava zemljanog materijala. Treba da proveriti i kvalitet semena prema opšte važećim propisima i metodama, ili kontrolnim ispitivanjem ili ocenjivanjem rezultata ispitivanja izvođača na osnovu predloženih dokaza proizvođača o usklađenosti semena.

Završni kvalitet radova utvrđuju nadzorni inženjer i izvođač prilikom preuzimanja.

#### 2.2.6.5.2 Građevinsko osiguranje

##### 2.2.6.5.2.1 Osiguranje

Nadzorni inženjer treba da proveri dokaze o usklađenosti za isporučene mreže i sidra i njihov zaštitni premaz. Ako oceni da korišćeni materijal i predloženi dokazi ne pružaju garanciju za kvalitetan rad, on može da traži dodatne dokaze, odnosno da propiše dodatna ispitivanja.

##### 2.2.6.5.2.2 Nabacivanje kamena i slaganje kamena (roliranje)

Nadzorni inženjer treba da proveri kvalitet isporučenog kamena sa stanovišta propisanih svojstava i zahteva. Ako oceni da nije garantovan kvalitet kamenog materijala i rada, može da propiše i dodatna ispitivanja.

##### 2.2.6.5.2.3 Osiguranje torkretiranjem

Nadzorni inženjer mora da proveri kvalitet isporučenog cementnog betona, dokaze o usklađenosti isporučenih čeličnih mreža za ojačanje i ugrađivanje i njihovu usklađenost sa odredbama projektne dokumentacije

##### 2.2.6.5.2.4 Osiguranje montažnim elementima

Nadzorni inženjer mora da proveri kvalitet isporučenih montažnih elemenata, njihovu usklađenost sa odredbama projektne dokumentacije, oblik i površinsku izradu i kvalitet materijala koji se ugrađuje u montažne elemente. Nadzorni inženjer proverava i kvalitet ugrađivanja, zbijenost podloge i vizuelnu usklađenost sa okolinom.

### 2.2.6.6 Merenje i preuzimanje radova

#### 2.2.6.6.1 Merenje radova

Izvršene radove treba izmeriti u skladu sa tačkom 1.2.2.2 opštih tehničkih uslova. Posebno treba uzeti u obzir i moguće dodatne odredbe.

##### 2.2.6.6.1.1 Vegetativno osiguranje

Stvarno humusirane i zatravljene površine treba izmeriti u kvadratnim metrima i u okviru projektne dokumentacije.

Površine stvarno obrađene biotorkretom i pleterom treba izmeriti u kvadratnim metrima i u okviru projektne dokumentacije.

Sadnice drveća i grmlja treba izmeriti u komadima stvarno posađenih i izraslih živih sadnica, odvojeno po pojedinim vrstama.

#### 2.2.6.6.1.2 Građevinsko osiguranje

Stvarno položene mreže u okviru projektne dokumentacije treba izmeriti u kvadratnim metrima.

Nabacivanje kamena treba izmeriti na osnovu projektne dokumentacije i u kubnim metrima.

Stvarno rolirane površine u okviru projektne dokumentacije treba izmeriti u kvadratnim metrima. Vodoravne završne površine na nasipima se ne mere i sastavni su deo radova za završetak roliranja.

Torkretirane površine kosina i montažnim elementima obložene kosine u okviru projektne dokumentacije treba izmeriti u kvadratnim metrima.

#### 2.2.6.6.2 Preuzimanje radova

Radove treba preuzeti u skladu sa odredbama u tački 1.2.2.3 opštih tehničkih uslova i odredbama ovih posebnih tehničkih uslova.

Sve ustanovljene nedostatke prema ovim zahtevima za kvalitet izvođač mora u određenom roku da ukloniti o svom trošku. Na trošak izvođača padaju i troškovi za sva merenja i ispitivanja koja su potrebna i koja su pokazala neodgovarajući kvalitet.

### 2.2.6.7 Obračun radova

#### 2.2.6.7.1 Opšte

Izvršeni radovi obračunavaju se u skladu sa tačkom 1.2.2.4 opštih tehničkih uslova.

Sve količine, određene u tački 2.2.6.6.1, obračunavaju se prema ugovornoj jediničnoj ceni.

Ugovorenom jediničnom cenom treba da budu obuhvaćene sve usluge koje su potrebne za potpun završetak radova. Izvođač nema pravo da naknadno traži nikakvu doplatu.

Za hortikulturene radove zaključno preuzimanje se obavlja tek nakon odgovarajućeg, ugovorom određenog razdoblja, kada je obezbeđen stalni rast i uspeh izvršenih radova. Tokom tog vremena

izvođač mora o svom trošku da zameni svaku uginulu sadnicu, a kod sejanja trave da ponovi sejanje do konačnog uspeha.

#### 2.2.6.7.2 Odbici

Zbog uslovljenog odgovarajućeg kvaliteta za pojedine radove pri obračunu izvršenih radova nema odbitaka.

### 2.3.3 ODPOVRŠINSKO ODVODNJAVANJE -DRENAŽE

Podpovršinsko odvodnjavanje sa drenažama namenjeno je sprečavanju doticanja vode u trup puta i obezbeđuje odvodnjavanje i sniženje nivoa podzemne vode. Isto tako se ubrzava konsolidacija, stabilizacija i poboljšava nosivost jako stišljivog, malo propusnog i slabo nosivog koherentnog tla.

Podpovršinsko odvodnjavanje obezbeđuju drenaže i prateći objekti koji su povezani sa drenažama.

Podpovršinsko odvodnjavanje sa drenažama mora se izvesti u dimenzijama, koje su određene tehničkom dokumentacijom i u skladu sa ovim tehničkim uslovima. Svaku promenu sa kojom se slaže odgovorni projektant, mora pre početka izvođenja radova odobriti i nadzor.

#### 2.3.3.1 Opis

Za ovu vrstu odvodnjavanje se upotrebljavaju

- plitke i duboke podužne i poprečne drenaže, i
- vertikalne drenaže i drenažne bušotine.

Plitke i duboke podužne i poprečne drenaže mogu se ugraditi na

- planumu iskopa,
- nabijenoj glini,
- podložnom sloju iz cementnog betona.

Vertikalne drenaže i drenažne bušotine mogu biti

- bušene (sa ostranjivanjem jezgra) ili
- utisnute.

Izvođenje svih vrsta drenaža za obezbeđenje podpovršinskog odvodnjavanja obuhvata nabavku svih odgovarajućih materijala i ugrađivanje na mestima i na način koji je detaljno obrađen u tehničkoj dokumentaciji.

U ove radove nisu uključeni potrebni zemljani radovi za iskope i nasipanje, koji su uključeni i detaljno određeni u delu 2.2 ovih tehničkih uslova.

Vodu iz iskopa za duboko odvodnjavanje potrebno je crpeti svo vreme sve dok zasipanje nije izvedeno do nivoa podzemne vode. Šteta, nastala radi obustavljanja crpljenja vode, ide na teret izvođača.

Način izrade drenaža treba da je određen u tehničkoj dokumentaciji, ako nije, onda je određuje nadzor.

#### 2.3.3.2 Osnovni materijali

Osnovni materijali za dubinsko odvodnjavanje sa drenažama su

- materijali za podložne slojeve,
- drenažne cevi,
- materijali za zasipanje drenaža,
- drenažne trake.

##### 2.3.3.2.1 Materijali za podložne slojeve

Kod dubinskog odvodnjavanja upotrebljavaju se podložni slojevi iz nabijene gline ili mešavine cementnog betona.

##### 2.3.3.2.2 Drenažne cevi

Cevi za plitke i duboke podužne i poprečne drenaže mogu biti

- polimerne (savitljive i tvrde) ili
- iz cementnog betona.

Presek cevi za drenaže može biti kružni ili u obliku tunela. Cevi moraju biti perforirane.

##### 2.3.3.2.3 Materijali za zasipanje drenaža

U plitke i duboke podužne i poprečne drenaže mogu se ugrađivati neobavijene ili obavijene sa geosintetikom

- smese kamenih zrna ili
- mešavine cementnog betona.

Smese kamenih zrna peska, prirodnog ili drobljenog šljunka mogu se upotrebljavati i za zasipanje drenažnih cevi i drenažnih rebara i za zapunjavanje vertikalnih drenaža (bušotina).

##### 2.3.3.2.4 Drenažne trake

Za vertikalno dreniranje upotrebljavaju se drenažne trake iz geosintetika ojačane sa apretirnim srestvom, sa plastičnim jedrom ili bez njega.

#### 2.3.3.3 Kvalitet materijala

##### 2.3.3.3.1 Materijali za podložni sloj

###### Nabijena glina

Kvalitet materijala i izrade za sloj nabijene gline je detaljno opisan u delu 2.2 i 2.4 ovih tehničkih uslova.

###### Mešavina cementnog betona

Kvalitet materijala za mešavine cementnog betona za podložne slojeve za dubinsko odvodnjavanje mora odgovarati zahtevima, koji su navedeni u delu 2.4 ovih tehničkih uslova.

Ako u tehničkoj dokumentaciji nije drukčije određeno, tada cementni beton za podložne



slojeve za drenaže mora odgovarati zahtevima iz dela 2.4 ovih tehničkih uslova.

U posebnim uslovima izvođenja dubinskog odvodnjavanja nadzor može dopuniti navedene zahteve za cementni beton za podložne slojeve.

#### 2.3.3.3.2 Drenažne cevi

Polimerne drenažne cevi za drenaže moraju odgovarati zahtevima za

- dimenzije: prečnik cevi i debljina zida,
- masu,
- raspored i površinu drenažnih otvora za vodu,
- krutost.

Kvalitet polimernih cevi i fazonskih komada za drenaže mora odgovarati zahtevima DIN 4262-1 Sistemi cevi za podzemno odvodnjavanje.

Za sve drenažne cevi i fazonske komade iz polimernih materijala, moraju se u tehničkoj dokumentaciji navesti sledeći podaci

- prečnik,
- zahtevani tip perforacije: TP (360o), LP (220o), MP (120o), UP (bez perforacije) i
- kategorija cevi u zavisnosti od zahtevane obodne krutosti: ND odnosno SD.

U tehničkoj dokumentaciji može se zahtevati i veća krutost od minimalno zahtevane u standardu (nestandardni zahtevi), ali za takve primere moraju se izraditi posebne cevi.

Za dreniranje tunela mogu se upotrebiti drenažne cevi tipa R2, C1 i C2. Tip drenažne cevi mora se odrediti u tehničkoj dokumentaciji.

Cevi za dreniranje tunela moraju odgovarati sledećim zahtevima:

- ukupna površina drenažnih otvora 200cm<sup>2</sup>/m<sup>1</sup>
- širina drenažnih otvora 5 ± 1 mm
- vrsta perforacije (ugao 220o) LP

Kod cevi sa okruglim profilom mora se vidno označiti sredinska podužna osa perforacije.

Drenažne cevi iz cementnog betona moraju odgovarati propisanim zahtevima za

- dimenzije: dužina i prečnik cevi te debljina zida,
- ravnost,
- raspored i površina otvora za ulvanje vode,
- otpornost na temeni pritisak i
- otpornost na savijanje.

#### 2.3.3.3.3 Materijali za zasipanje

##### Smese kamenih zrna

Sastav smese kamenih zrna za zasipanje poprečnih, podužnih i vertikalnih drenaža, koje nisu obavljene sa geotekstiom, moraju odgovarati sledećim graničnim vrednostima:

$$12 < \frac{d_{15D}}{d_{15Z}} < 40$$

$$12 < \frac{d_{50D}}{d_{50Z}} < 52$$

gde je:

$d_{15D}$ ,  $d_{50D}$  prečnik zrna kod 15 % odnosno 50 % prosejavanja smesa kamenih zrna za zasipanje drenaže

$d_{15Z}$ ,  $d_{50Z}$  prečnik zrna kod 15 % odnosno 50 % proseavanja zemljanog materijala uz drenažu, kojem se želi sprečiti pristup u drenažu.

Prečnik najvećeg zrna u smesi kamenih zrna za zasipanje drenaže može iznositi 63 mm, ako zahtevi u tehničkoj dokumentaciji ili nadzora nisu drukčiji.

Ako je smesa kamenih zrna za zasipanje obavljena sa geotekstilom, onda se smesa kamenih zrna mora sastaviti tako da obezbeđuje koeficijent vdopropusnosti  $k > 10^{-4}$  m/s. Uzorak za ispitivanje mora se pripremiti po modifikovanom Proctorovom postupku.

Stepen neravnomernosti granulacija  $U = d_{60}/d_{10}$  mora biti veći od 8 kod neobavijenih smesa kamenih zrna. Kod obavijenih smesa U mora biti veći od 3, ako je smesa sastavljena iz više od tri frakcije, kod jednofrakcijske smese zrna (osnovna frakcija) vrednost stepena U prema dole nije ograničena.

##### Geotekstil

Geotekstil za obavijanje smesa kamenih zrna ili mešavina cementnog betona za dubinsko odvodnjavanje - drenaže, mora odgovarati zahtevima iz tabele 2.3.11.

Tabela 2.3.11: Minimalni zahtevi geotekstila za dubinsko odvodnjavanje

Osobine geotekstila	Jed. mere	Min. zahtevi	Postupak za ispitivanje
Mehaničke osobine			
- čvrstoća na zatezanje – poprečno, podužno	kN/m	> 14	EN ISO 10319
- izduženje pri lomu-kidanju	%	> 30	EN ISO 10319
- otpornost na dinamički proboj	mm	< 30	EN 918
- otpornost na proboj (CBR)	N	> 2000	EN ISO 12236
Hidrauličke osobine			
- karakteristična veličina pora	mm	$0.05 \leq O_{90} < 0.5$	EN ISO 12956
- indeks brzine toka	m/s	$3 \times 10^{-3}$	EN ISO 11058
- koeficijent propusljivosti pri 20 kPa	m/s	$> 10 k_{zemlje}$	E-DIN 60 500-4

Donja granična vrednost ne sme biti manja od zahtevane vrednosti iz tabele 2.3.11.

#### Mešavine cementnog betona

Ako u tehničkoj dokumentaciji nije drukčije određeno, onda su karakteristike mešavine cementnog betona za zasipanje drenaža za dubinsko odvodnjavanje, slične karakteristikama podložnih slojeva iz dela 2.4. Sastav smese kamenih zrna za pripremu mešavine cementnog betona za zasipanje drenaža mora biti takav da omogućava obezbeđenje keficijenta vodopropusnosti ugrađenog cementnog betona  $k \geq 10^{-4}$  m/s.

#### 2.3.3.3.4 Drenažne trake

Uslovljeni minimalni zahtevi za osobine drenažnih traka moraju se uskladiti sa uslovima geotehničkog elaborata.

Izabrana drenažna traka mora biti opredeljena na osnovu sledećeg opšteg opisa:

- koncepta,
- vrste materijala i
- dimenzija.

U geotehničkom elaboratu moraju se definisati zahtevi za osobine drenažne trake navedeni u tabeli 2.3.12.

Pavilnost izbora drenažne trake za raspoloživu tehnologiju utiskivanja treba potvrditi na probnom polju. Donja granična vrednost ne sme biti manja od zahtevanih vrednosti iz tabele 2.3.12.

Tabela 2.3.12: Zahtevane osobine drenažnih traka

Osobine drenažnih traka	Jed. mere	Min. zahtevi	Postupak za ispitivanje
Mehaničke osobine jezgra			
- čvrstoća na zatezanje	N/cm	150	EN 527
- izduženje pri lomu-kidanju	%	25	
Odvodna sposobnost trake – podužno	m <sup>3</sup> /s	$5 \times 10^{-5}$	EN ISO 12956
Mehaničke osobine ovoja - geosintetike			
- čvrstoća na zatezanje	N/cm	120	EN 29073
- izduženje pri lomu-kidanju	%	40	
Filtersko-drenažne osobine ovoja – geosintetike			
- efektivni otvor pora	μm	< 100	EN ISO 12956
- koeficijent propusnosti	m/s	$1 \times 10^{-3}$	EN ISO 11058
- permitivnost	s <sup>-1</sup>	1.2	EN ISO 11058

Za drenažne trake treba upotrebiti puno ili šuplje jezgro sa rebrastim presekom iz polietilena male gustine, ako nije drukčije određeno u tehničkoj dokumentaciji.

Dimenzije polietilenskog jezgra moraju se odrediti u tehničkoj dokumentaciji. Dozvoljena ostupanja mora odobriti nadzor.

#### 2.3.3.4 Način izvođenja

##### 2.3.3.4.1 Nalazište materijala

Izvođač mora blagovremeno pre početka izvođenja dubokog odvodnjavanja - drenaža, saopštiti nadzoru vrstu svih materijala, koje namerava upotrebiti i dostaviti odgovarajuće dokaze za njihov kvalitet odnosno

usklađenost sa zahtevima iz tehničke dokumentacije i ovih tehničkih uslova.

Sve zahtevane osobine iz dela 2.4 moraju se obezbediti, osim ako u ovim tehničkim uslovima nisu zahtevane druge osobine. Materijal koji ne odgovara određenim zahtevima, izvođač mora isključiti i posebno obeležiti.

#### 2.3.3.4.2 Deponovanje materijala

Ako izvođač, pre početka izvođenja radova, privremeno deponuje potrebne materijale, onda za njih mora pripremiti odgovarajući prostor. Pri ovome se moraju uzeti u obzir upustva proizvođača određenih materijala za skladištenje i upustva nadzora, posebno u pogledu izlaganja polimernih materijala na UV zračenje.

Rezerve svih materijala koji su potrebni za dubinsko odvodnjavanje sa drenažama, moraju na deponijama biti tolike da obezbeđuju kontinuirano izvođenje radova.

#### 2.3.3.4.3 Priprema podloge

Podloga za podložni sloj za podužne i poprečne drenaže po pravilu predstavlja planum iskopa, koji se mora izvesti ravno i sa odgovarajućim nagibima po tehničkoj dokumentaciji.

Planum sloja odnosno voznog platoa za ugrađivanje vertikalnih drenaža mora se pripremiti po tehničkoj dokumentaciji i zahtevima iz dela 2.2 ovih tehničkih uslova.

Pre početka ugrađivanja podložnog sloja za drenaže, planum podloge mora preuzeti nadzor.

#### 2.3.3.4.4 Proizvodnja mešavine cementnog betona

Uslovi za proizvodnju mešavine cementnog betona određeni su u delu 2.4 ovih tehničkih uslova.

#### 2.3.3.4.5 Navoženje

Na pripremljeni planum podloge, koji ne sme biti zamrznut, može se početi sa navoženjem koherentnog materijala za sloj nabijene gline ili mešavinu cementnog betona za podložni sloj, tek nakon odobrenja nadzora.

Isti uslovi važe i za navoženje smese kamenih zrna za zasipavanje podužnih, poprečnih i vertikalnih drenaža.

Za prevoz traka moraju se upotrebiti odgovarajuća vozila koja obezbeđuju i čuvaju osobine materijala od promene u toku transporta.

Broj vozila za prevoz mora se prilagoditi uslovima ravnomernog ugrađivanja drenaža za duboko odvodnjavanje.

#### 2.3.3.4.6 Ugrađivanje

##### Podložni sloj

Podložni sloj iz nabijene gline ili mešavine cementnog betona mora se ugraditi u dimenzijama iz tehničke dokumentacije, ravno ili u projektovanim nagibima sa čime se obezbeđuje nesmetano oticanje vode.

Nabijene gline ili mešavine cementnog betona za podložni sloj ugrađuje se po pravilu ručno zbog ograničenog prostora.

Način i uslove ugrađivanja podložnih slojeva za dubinsko odvodnjavanje određuje nadzor.

##### Drenažne cevi

Izvođač može početi sa ugrađivanjem drenažnih cevi, odnosno drugih materijala za dreniranje tek nakon preuzimanja podložnog sloja od strane nadzora.

Spajanje drenažnih cevi mora se izvoditi prema upustvima proizvođača ili nadzora. Spojevi na pero i žleb ostaju slobodni bez popunjavanja, međutim spojeve priključnih drenažnih cevi na šahtove potrebno je zaptivati po tehničkoj dokumentaciji.

##### Zasipanje

Izvođač može početi sa zasipavanjem iskopa drenaže, odnosno sa ugrađivanjem smese kamenih zrna ili mešavine cementnog betona tek nakon odobrenja nadzora.

Zasipanje i zbijanje treba izvoditi u slojevima tako da je obezbeđena približno 80 %-na gustina ugrađene smese kamenih zrna (određena po modifikovanom Proctorovom postupku). Pri zbijanju ne sme biti ugrožena drenažna cev ni prekomerno utiskivanje kamenih zrna u zemljani materijal uz vertikalnu drenažu.

Ušća bušenih vertikalnih drenaža u vreme zasipavanja moraju se zaštititi, dok se preostali deo bušotine štiti samo u slučaju potrebe koja se odnosi na uslovljeni kvalitet zasipavanja drenaže.

Utisnute vertikalne drenaže sa zasipanjem treba izvesti sa nasipavanjem smese kamenih frakcija u utisnutu cev i odgovarajućim dinamičkim zgušnjavanjem pri izvlačenju cevi.

Završni sloj zasipanja mora se izvoditi funkcionalno i u skladu sa nastavljanjem izgradnje po tehničkoj dokumentaciji.

### Vertikalne drenaže i trake

Vertikalne drenaže u obliku traka moraju se utisnuti u zemlju sa odgovarajućom napravom sa zaštitnom vođicom, tako da je promena stanja zemljanog materijala uz drenažnu traku nakon izvlačenja zaštitne vođice što manja, a drenažna traka čista.

Svaka utisnuta drenažna traka može se samo jedanput produžiti. Spoj se mora izvesti sa uključivanjem na način koji obezbeđuje slobodan protok vode i mehaničke osobine drenažne trake, koje su potrebne pri utiskivanju.

U mekim materijalima potrebno je drenažnu traku sidrati na dnu, sa čime se obezbeđuje projektovana dubina dreniranja.

Sve koherentne materijale koji se pri izvlačenju zaštitne vođice nakupe na ušću prilikom utiskivanja vertikalne drenažne trake, treba odstraniti, čime se osigurava slobodan protok vode.

Utisnute vertikalne drenažne trake moraju biti minimalno 30 cm iznad planuma sloja sa koga su utisnute, odnosno iznad planuma povoznog platoa. Taj deo drenažne trake mora se položiti na planum i prekriti sa odgovarajućim propusnim materijalom.

#### **2.3.3.5 Kvalitet izrade**

Izvođač mora blagovremeno pre početka radova dostaviti nadzoru dokaze o kvalitetu svih osnovnih materijala, koje namerava upotrebljavati pri dubinskom odvodnjavanju sa drenažama, u smislu zahteva iz dela 2.4 ovih tehničkih uslova.

Ugrađivanje delimično oštećenih materijala može odobriti nadzor samo ako to ne šteti kvalitetu dubinskog odvodnjavanja.

Izvođač ne sme početi sa radovima pre odobrenja nadzora.

Zahtevane osobine kvaliteta osnovnih materijala, određene u delu 2.4 ovih tehničkih uslova, znače granične vrednosti, ako nije drukčije određeno. U pogledu karakteristika pojedinačnih radova, krajne granične vrednosti određuje nadzor.

#### **2.3.3.6 Proveravanje kvaliteta izvođenja**

##### **2.3.3.6.1 Unutrašnja kontrola**

Obim unutrašnje kontrole pri radovima za dubinsko odvodnjavanje sa drenažama, koju

mora izvoditi ovlašćena laboratorija, određuje nadzor na osnovu predložene dokumentacije po zahtevima iz dela 2.4 te na osnovu napredovanja izvođenja radova.

Nadzor mora po statistički slučajnom izboru odrediti mesto za uzimanje uzoraka i merna mesta.

Minimalni obim unutrašnje kontrole kod radova na dubinskom odvodnjavanju sa drenažama, naveden je u tabeli 2.3.13.

Tabela 2.3.13: Minimalna učestalost ispitivanja kod unutrašnje kontrole dubinskog odvodnjavanja sa drenažama

Osobine	Minimalna učestalost ispitivanja
- nabijene gline (po delu 2.2)	400 m <sup>1</sup>
- mešavine cementng betona (po delu 2.4 i 2.5)	400 m <sup>1</sup>
- drenažnih cevi (po delu 2.4)	400 m <sup>1</sup>
- smese kamenih farkcija (po delu 2.4)	200 m <sup>3</sup>
- geotekstila (po delu 2.4)	4000 m <sup>2</sup>
- drenažnih traka (po delu 2.4)	20000 m <sup>1</sup>

##### **2.3.3.6.2 Spoljašnja kontrola**

Obim ispitivanja za spoljnu kontrolu koju izvodi od naručioca ovlašćena institucija po pravilu je u odnosu 1 : 5 u odnosu na ispitivanje unutrašnje kontrole. Mesto za uzimanje uzoraka za spoljnu kontrolu usklađenosti izvođenja određuje nadzor po statističkom slučajnom izboru.

#### **2.3.3.7 Merenje i preuzimanje radova**

##### **2.3.3.7.1 Merenje radova**

Izvedene radove treba izmeriti u skladu sa opštim tehničkim uslovima i izračunati u odgovarajućim jedinicama mere.

Sve količine treba izmeriti u stvarno izvedenom obimu i vrsti radova, koji su izvedeni u okviru dimenzija iz tehničke dokumentacije ili na osnovu izmena i dopuna, koje je odobrio nadzor. Sve izmerene količine treba blagovremeno pismeno dokumentovati.

##### **2.3.3.7.2 Preuzimanje radova**

Izgrađenu drenažu mora da preuzme nadzor prema zahtevima za kvalitet iz ovih tehničkih uslova i u skladu sa opštim tehničkim uslovima. Sve ustanovljene nedostatke po

ovim zahtevima izvođač treba popraviti pre nastavljanja radova.

### 2.3.3.8 Obračun radova

#### 2.3.3.8.1 Opšte

Izvedene radove treba obračunati u skladu sa opštim tehničkim uslovima.

Ovako izmerene i preuzete radove treba obračunati po ugovorenim jediničnim cenama.

U ugovorenoj jediničnoj ceni sadržani su svi radovi i usluge potrebne za potpuno dovršenje radova. Izvođač nema pravo zahtevati naknadna plaćanja.

#### 2.3.3.8.2 Odbici radi neodgovarajućeg kvaliteta

##### Kvalitet materijala

Kvalitet osnovnih materijala za drenaže za dubinsko odvodnjavanje određen sa graničnim vrednostima, po pravilu mora biti osiguran.

Ako nadzor za kvalitet odredi granične vrednosti, onda mora odrediti i postupak za obračun odbitaka, ako se razlikuje od odredbi iz opštih tehničkih uslova.

Ako izvođač u drenaže za dubinsko odvodnjavanje ugradi materijal, koji ne odgovara zahtevima iz deka 2.4 ovih tehničkih uslova, tada o načinu obračuna odlučuje nadzor, koji može u celosti odbiti izvedene radove.

##### Kvalitet izrade

Kvalitet dubinskog odvodnjavanja sa drenažama mora se odrediti sa tehničkom dokumentacijom i osobinama, koje su određene sa ispitivanjima navedenim u tabeli 2.3.13. Ako izvođač nije obezbedio zahtevani kvalitet izvođenja onda o načinu obračuna, dubinskog odvodnjavanja sa drenažama, odlučuje nadzor.

## 2.3.4 ZATVOREN SISTEM ODVODNJAVANJA

Kanalizacija je namenjena dubinskom odvajanju površinskih otpadnih i fekalnih voda. Mora se izvesti u dimenzijama koje su određene u tehničkoj dokumentaciji i u skladu sa ovim tehničkim uslovima. Svaku promenu sa kojom se slaže odgovorni projektant, mora odobriti i nadzor pre početka izvođenja radova.

### 2.3.4.1 Opis

Kanalizacija se može graditi

- iz cevi,
- na polumontažni način iz prefabrikovanih elemenata pričvršćenih za dno i/ili svod iz cementnog betona,
- upotrebom opeke, blokova i/ili cementnog betona.

Izrada kanalizacije uključuje nabavku svih odgovarajućih materijala i ugrađivanje na mestima i na način koji je detaljno opisan u tehničkoj dokumentaciji.

U ove radove nisu uključeni potrebni zemljani radovi za iskope i zasipanje, koja su uzeta u obzir i detaljno opisana u delu 2.2 ovih tehničkih uslova. U ove radove nisu uključeni radovi na izradi većeg i/ili posebnog poprečnog preseka, koji se grade na samom mestu izgradnje, a detaljno su obrađeni u delu 2.4 ovih tehničkih uslova.

Vodu iz iskopa za kanalizaciju treba ispumpavati čitavo vreme dok se ne završe radovi na zasipanju do nivoa podzemne vode. Eventualna šteta koja nastane u slučaju prekida pumpanja vode ide na teret izvođača.

Način građenja i ispitivanja kanalizacije po pravilu se određuje u tehničkoj dokumentaciji. Ako nije, onda o tome odlučuje nadzor.

### 2.3.4.2 Osnovni materijali

Osnovni materijali za izgradnju kanalizacije su

- materijali za podložne slojeve,
- cevi za kanalizaciju,
- materijali za obradu spojeva i
- materijali za zasipanje.

#### 2.3.4.2.1 Materijali za podložne slojeve

Podložni sloj ispod kanalizacijskih cevi mora se izgraditi iz

- smese kamenih frakcija i/ili
- mešavine cementnog betona.

U izuzetnim slučajevima kanizacione cevi se mogu neposredno položiti na planum iskopa.

#### 2.3.4.2.2 Cevi za kanalizaciju

Za kanalizaciju se upotrebljavaju

- polimerne cevi (polipropilen, poliester, polietilen, polivinilhlorid),
- cevi od cementnog betona,
- cevi od duktilnog livenog metala,
- livenogvozdene cevi.

Za kanalizaciju se retko upotrebljavaju

- čelične cevi ili
- keramičke cevi.

Cevi za kanalizaciju su po pravilu kružnog preseka, a cevi od cementnog betona za posebne namenske kanalizacije mogu imati i jajasti presek ili presek u obliku potkovice sa kinetom.

Vrsta cevi za kanalizaciju mora se odrediti u tehničkoj dokumentaciji.

2.3.4.2.3 Materijali za obradu spojeva  
Cementni malter za obradu spojeva između cevi mora se spravljati od smese peska, cementa i vode.

Osnovni materijali za pripremu odgovarajuće mešavine cementnog maltera opisani su delu 2.4 i 2.5 ovih tehničkih uslova.

Spojevi između cevi za kanalizaciju mogu se popuniti i sa bitumeniziranim užetom ili bitumeniziranom smesom za zalivanje, gumenim obručima za zaptivanje ili gitom za zaptivanje.

2.3.4.2.4 Materijali za zasipanje  
Odgovarajući materijali za zasipanje rova za kanalizaciju detaljno su određeni u delu 2.2 ovih tehničkih uslova.

### 2.3.4.3 Kvalitet materijala

2.3.4.3.1 Materijali za podložne slojeve

#### Smesa kamenih frakcija

Kvalitet smesa kamenih frakcija za podložni sloj ispod kanalizacionih cevi određen je u delu 2.2 ovih tehničkih uslova.

#### Mešavine cementnog betona

Kvalitet materijala za mešavine cementnog betona za podložne slojeve ispod cevi za kanalizaciju moraju odgovarati zahtevima koji su navedeni u delu 2.2 ovih tehničkih uslova.

Cementni beton za podložne slojeve za kanalizaciju moraju odgovarati zahtevima iz dela 2.4 ovih tehničkih uslova, ako u tehničkoj dokumentaciji nije drukčije određeno.

Ako se kanalizacija gradi u posebnim uslovima, onda nadzor može dopuniti navedene zahteve za mešavine cementnog betona za podložne slojeve.

2.3.4.3.2 Cevi za kanalizaciju

Zahtevani kvalitet cevi za kanalizaciju određen je kroz odgovarajuće propise.

Cevi za kanalizaciju moraju imati pero i žleb za potrebe međusobnog spajanja. Upotrebu drugih cevi mora odobriti nadzor.

Cevi za kanalizaciju moraju odgovarati zahtevima za

- dimenzije: prečnik, dužina i debljina zida,
- vodonepropusnost,
- otpornost na temeni pritisak.

Kvalitet polimernih cevi i fazonskih komada za kanalizaciju mora odgovarati zahtevima i standardima koji su navedeni u tabeli 2.3.14.

Ako cevi nisu standardizovane, tada se zahtevane vrednosti moraju odrediti u dokumentaciji proizvođača i tehničkoj dokumentaciji.

Tabela 2.3.14: Standardi za određivanje kvaliteta polimernih cevi i fazonskih komada za kanalizaciju

Vrsta polimerne cevi – fazonskog komada	Standard za ispitivanje
- s strukturiranim zidom	EN 13476
- s punim zidom: polietilen	EN 12666
neomekšani polivinilhlorid	EN 1401
polipropilen	EN 1852
armirani poliester	EN 1636

2.3.4.3.3 Materijali za obradu spojeva

#### Cementni malter

Kvalitet materijala za cementni malter za obradu spojeva između cevi za kanalizaciju određen je detaljno u delu 2.4 ovih tehničkih uslova.

#### Ostali materijali

Kvalitet drugih materijala za obradu spojeva određeni su detaljno sa odgovarajućim propisanim osobinama u dokumentaciji proizvođača, prema odluci nadzora.

#### Materijali za zasipanje

Kvalitet koherentnog ili kamenog materijala za zasipanje kanala za kanalizaciju (vlažnost, udeo organskih primesa) mora odgovarati uslovima za gustinu ugrađenog materijala:

- u području trupa puta određen je sa zahtevima iz dela 2.4,
- izvan toga područja mora gustina iznositi 95 % u odnosu na gustinu upotrebljenog materijala za nasip, koja je određena po standardnom Proctorovom postupku.

Materijal za zasipanje kanala za kanalizaciju ne sme sadržavati frakcije veće od 63 mm do

minimalne visine 30 cm iznad temena cevi. Materijal u ovom području treba ugrađivati ručno.

#### 2.3.4.4 Način izvođenja

2.3.4.4.1 Nalazište materijala  
Izvođač mora blagovremeno pre početka izvođenja kanalizacionih radova dostaviti nadzoru za sve vrste materijala, koje namerava upotrebljavati odgovarajuće dokaze o kvalitetu i usklađenosti sa zahtevima iz tehničke dokumentacije i ovih tehničkih uslova.

Sve zahtevane osobine materijala iz dela 2.4 moraju se obezbediti. Materijal koji ne ispunjava navedene zahteve mora se isključiti iz upotrebe i posebno označiti.

##### 2.3.4.4.2 Deponovanje materijala

Uslovi za deponovanje materijala za kanalizaciju u principu su određeni u delu 2.4 ovih tehničkih uslova.

##### 2.3.4.4.3 Priprema podloge

Kao podloga za podložni sloj za kanalizaciju može se upotrebiti planum iskopa, pripremljen po zahtevima iz dela 2.2 ovih tehničkih uslova. Svako odstupanje od ovih zahteva mora prethodno odobriti nadzor.

Planum podloge mora preuzeti nadzor pre početka ugrađivanja podložnog sloja za kanalizaciju, ako se cevi polažu neposredno na planum iskopa.

##### 2.3.4.4.4 Proizvodnja mešavine cementnog betona i cementnog maltera

Uslovi proizvodnje mešavine cementnog betona na podložne slojeve i cementne maltere za obrađivanje spojeva cevi, detaljno su opisani u delu 2.4 ovih tehničkih uslova.

##### 2.3.4.4.5 Navoženje

Na pripremljeni planum podloge, koja ne sme biti smrznuta, može početi navoženje smese kamenih zrna ili mešavine cementnog betona za podložni sloj, tek nakon odobrenja nadzora.

Za prevoz se upotrebljavaju odgovarajuća vozila. Smesa kamenih zrna i mešavina cementnog betona mora ostati homogena u toku prevoza, odnosno ne smeju se promeniti druge osobine mešavine cementnog betona.

Broj vozila za prevoz mora se prilagoditi uslovima ravnomernog ugrađivanja kanalizacije.

##### 2.3.4.4.6 Ugrađivanje

###### Podložni sloj

Podložni sloj iz smjesu kamenih zrna ili mešavine cementnog betona i podmetači iz cementnog betona ili drveta moraju se ugraditi sa odgovarajućim nadvišenjem u

dimenzijama iz tehničke dokumentacije, ravno ili u projektovanim nagibima, tako da omogućavaju ugrađivanje i zalivanje cevi za kanalizaciju i nesmetano odvajanje površinskih, otpadnih i fekalnih voda.

Radi ograničenog prostora, obično se materijali za podložne slojeve ugrađuju ručno.

Uslove za ugrađivanje podložnih slojeva za cevi kanalizacije određuje nadzor.

Vreme ugrađivanja mešavine cementnog betona ne sme biti duže od jednog sata.

###### Cevi za kanalizaciju

Izvođač sme početi sa ugrađivanjem cevi za kanalizaciju tek nakon preuzimanja podložnog sloja od strane nadzora.

Cevi za kanalizaciju treba ugrađivati zajedno na dužini između dva šahta (reviziona okna).

Spojevi cevi za kanalizaciju moraju biti vodonepropusni. Vodonepropustan mora biti i priključak cevi kanalizacije na šaht.

Ako u tehničkoj dokumentaciji nije obrađen detalj spoja, tada način spajanja određuje nadzor.

Za spajanje polimernih, livenogvođenih i cevi iz duktilnog livenog metala za kanalizaciju treba uzeti u obzir uputstva proizvođača. Za spajanje betonskih cevi za kanalizaciju, spojevi se dodatno moraju obraditi sa 3 do 5 cm debelim i 6 do 10 cm širokim prstenom iz cementnog maltera uz prethodno popunjenu spojnicu.

###### Zasipanje

Za zasipanje kanala za kanalizaciju u principu važe odredbe iz dela 2.2 ovih tehničkih uslova.

Zbijanje zasutog materijala do visine 30 cm iznad temena, treba izvoditi pažljivo i sa odgovarajućom opremom.

Ako se radi o posebnim uslovima, onda način zasipavanja određuje nadzor, koji određuje i uslove za kvalitet.

###### Ojačanje cevi

Osnove za statički proračun cjevovoda su:

- predviđena opterećenja,
- predviđeni kvalitet zemljanog materijala,
- predviđeni način izvođenja (oblik iskopa), a određene u tehničkim regulativama ATV

A 127 Smernice za statički proračun odvodnih kanala i uređaja.

Ako je statičkim proračunom ustanovljeno, da deklarirana čvrstoća polimernih cevi nije dovoljna, tada se cevi statično ojačaju sa dodatnim slojem cementnog betona, koji se dimenzioniše i izvodi tako, da je sposoban preuzeti ukupna očekivana opterećenja. U ovakvim primjerima polimerne cevi služe samo kao oplata i obezbeđuju vodonepropusnost sistema.

Način i kvalitet obetoniranja cjevovoda mora se odrediti u tehničkoj dokumentaciji.

U tehničkoj dokumentaciji treba navesti tip i nazivnu čvrstoću za sve cevi i fazonske komade iz polimernih materijala, u zavisnosti od predviđenog sistema opterećenja.

Za ojačanje plašta cevi za kanalizaciju može se upotrebiti plašt iz cementnog betona koji ima kvalitet prema delu 2.4 za podložne slojeve.

### 2.3.4.5 Kvalitet izvođenja

Izvođač mora blagovremeno pre početka radova dostaviti nadzoru dokaze o kvalitetu osnovnih materijala koje namerava upotrebljavati pri radovima na kanalizaciji, sve u smislu zahteva iz dela 2.4 ovih tehničkih uslova.

Ugrađivanje delimično oštećenih cevi za kanalizaciju može odobriti nadzor, pod uslovom da oštećenja ne umanjuju kvalitetu izvedenih radova.

Pre početka ugrađivanja izvođač mora dostaviti probni (laboratorijski) sastav mešavine cementnog betona, koju namerava upotrebiti za podložni sloj te sastav cementnog maltera. Probna mešavina mora sadržavati sve podatke o svim osnovnim osobinama mešavine cementnog betona i maltera, koje su navedene u delu tački 2.4. Pored toga mora dostaviti dokaze o izboru i upotrebljivosti svih materijala koji su upotrebljeni u pripremi probnog sastava. Izvođač ne sme početi sa radovima pre davanja saglasnosti od strane nadzora.

Izvedeno zasipanje cevi za kanalizaciju moraju imati najmanje iste osobine kao materijal susednog nasipa ili temeljnog tla.

Zahtevane osobine kvaliteta materijala iz dela 2.4 ovih tehničkih uslova su granične vrednosti, pod uslovom da nije određeno

drukčije. U odnosu na karakteristike pojedinačnih radova, granične vrednosti mora odrediti nadzor.

### 2.3.4.6 Proveravanje kvaliteta izvođenja

#### 2.3.4.6.1 Unutrašnja kontrola

Obim unutrašnje kontrole kod izvođenja kanalizacije, koju mora izvoditi ovlašćena laboratorija, određuje nadzor na osnovu predložene dokumentacije po zahtevima iz dela 2.4 te na osnovu napredovanja izvođenja radova.

Minimalni obim unutrašnje kontrole kod izgradnje kanalizacije, naveden je u tabeli 2.3.15.

Ako je u tehničkoj dokumentaciji zahtevana vodonepropusnost izgrađene kanalizacije tada treba obaviti ispitivanja na nezasutom ali obezbijeđenom cevovodu. Na najnižim mjestima cjevovoda, pritisak treba da iznosi 1m stuba vode iznad kote nivoa vode koja je određena u tehničkoj dokumentaciji, dok na najvišoj tački taj pritisak ne treba prelaziti 0.5m iznad nivoa vode. Pritisak pri ispitivanju treba da traje 5 sati. Način i druge uslove za takvo proveravanje određuje nadzor. On određuje i obim geodetskih merenja ugrađenih cevi za kanalizaciju.

Tabela 2.3.15: Minimalna učestalost ispitivanja za unutrašnju kontrolu pri izgradnji kanalizacije

Osobine	Minimalna učestalost ispitivanja
- smesa kamenih frakcija (po delu 2.4)	2000 m <sup>1</sup>
- mešavina cementnog betona (po delu 2.4)	400 m <sup>1</sup>
- cevi (po delu 2.4)	200 m <sup>1</sup>
- cementni malter (po delu 2.4)	800 m <sup>1</sup>
- materijali za zasip (po delu 2.2)	Tabela 2.3.16

Nadzor mora po statističkom slučajnom izboru odrediti mesta oduzimanja uzoraka i mjernih mesta.

#### 2.3.4.6.2 Spoljašnja kontrola

Obim ispitivanja za spoljnu kontrolu, koju izvodi ovlašćena institucija za račun naručioca, po pravilu je u odnosu 1:5 u odnosu na ispitivanja unutrašnje kontrole. Mesta za oduzimanja uzoraka i mesta za merenje za spoljnu kontrolu izvođenja mora



odrediti nadzor po statistički slučajnom izboru.

### **2.3.4.7 Merenje i preuzimanje radova**

#### **2.3.4.7.1 Merenje radova**

Izvedene radove treba izmeriti u skladu sa opštim tehničkim uslovima i izračunati u odgovarajućim jedinicama mere.

Sve količine treba izmeriti u stvarno izvedenom obimu i vrsti radova, koji su izvedeni u okviru dimenzija iz tehničke dokumentacije ili na osnovu promena i dopuna, koje je odobrio nadzor. Sve izmerene količine treba blagovremeno pismeno dokumentovati.

#### **2.3.4.7.2 Preuzimanje radova**

Izgrađenu kanalizaciju mora da preuzme nadzor prema zahtevima za kvalitet iz ovih tehničkih uslova i u skladu sa opštim tehničkim uslovima. Sve ustanovljene nedostatke po ovim zahtevima izvođač treba popraviti pre nastavljanja radova.

### **2.3.4.8 Obračun radova**

#### **2.3.4.8.1 Opšte**

Izvedene radove treba obračunati u skladu sa opštim tehničkim uslovima.

Ovako izmerene i preuzete radove treba obračunati po ugovorenim jediničnim cenama.

U ugovorenoj jediničnoj ceni sadržani su svi radovi i usluge potrebne za potpuno dovršenje radova. Izvođač nema pravo zahtevati naknadna plaćanja.

#### **2.3.4.8.2 Odbici radi neodgovorajućeg kvaliteta**

##### **Kvalitet materijala**

Kvalitet osnovnih materijala za kanalizaciju određen je sa graničnim vrednostima, koje se moraju postići.

Ako nadzor odredi krajnje granične vrednosti kao merilo kvaliteta osnovnih materijala, onda mora odrediti i postupak za obračun odbitaka, ako se razlikuju od odredbi iz ovih tehničkih uslova.

Ako izvođač za izradu kanalizacije upotrebi materijal, koji ne odgovara zahtevima iz ovih tehničkih uslova, onda o načinu obračuna odlučuje nadzor. Nadzor može u celosti odbiti izvedene radove.

##### **Kvalitet izvođenja**

Kvalitet izgrađene kanalizacije mora se odrediti u tehničkoj dokumentaciji i sa osobinama koje su određene na osnovu ispitivanja iz tabele 2.3.15. Ako izvođač nije obezbedio zahtevani kvalitet izvedenih radova, onda o načinu obračuna odlučuje nadzor.

## 2.4 KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE

### 2.4.2 NEVEZANI SLOJEVI

#### 2.4.2.1 Opšte

Nevezani slojevi su delovi kolovoznih konstrukcija, ugrađeni kao

- nevezani noseći slojevi ili
- nevezani habajući slojevi.

Nevezane mešavine pretežno kamenih materijala su po pravilu ugrađene i u bankinama, izuzev u specifičnim uslovima, kada je ugrađen asfaltni ili popločani gornji sloj.

Ugrađivanje nevezanih slojeva materijala u kolovozne konstrukcije je po pravilu određeno u projektnoj dokumentaciji i mora da bude u skladu sa ovim tehničkim uslovima.

#### 2.4.2.2 Nevezani noseći slojevi

##### 2.4.2.2.1 Opis

Izrada nevezanog nosećeg (mehanički zbijenog, tamponskog) sloja (NNS) uključuje nabavku i ugrađivanje odgovarajuće mešavine frakcija za nevezani noseći sloj na mestima koja su određena projektnom dokumentacijom.

Radove treba izvoditi kada je temperatura vazduha iznad 2°C i kada nema padavina.

Nevezani noseći slojevi (NNS) mogu da se ugrađuju u kolovozne konstrukcije za sve grupe saobraćajnih opterećenja, po pravilu, između posteljice i vezanog nosećeg sloja.

##### 2.4.2.2.2 Osnovni materijali

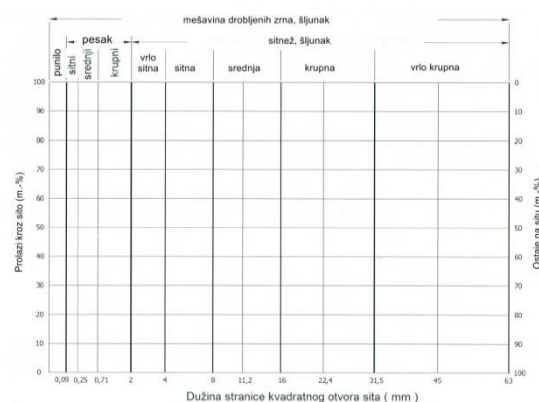
Osnovni materijali za NNS su mešavine prirodnih, drobljenih ili mešanih zrna.

Mešavine prirodnih zrna sadrže zrna sa zaobljenim ivicama, koja su nastala tokom prirodnog raspadanja masivnog kamena.

Mešavine drobljenih zrna sadrže zrna koja su nastala drobljenjem stena, veštačkih sirovina ili grubih prirodnih kamenih zrna.

Kombinovane mešavine sadrže frakcije prirodnih i drobljenih zrna.

U ovim posebnim tehničkim uslovima za frakcije upotrebljeni su nazivi, koji su navedeni u tabeli 2.4.2.1 i prikazani na slici 2.4.2.1.



Slika 2.4.2.1: Dijagram za određivanje granulometrijskog sastava agregata

Tabela 2.4.2.1: Frakcije agregata

Nazivna frakcija	Veličina zrna		Naziv kamenog agregata
	od mm	do mm	
0/1*	0	2	pesak
0/2	0	4	
0/4	0	4	
1/4*	0,5	8	
0/8	0	11,2	mešavina drobljenih zrna, šljunak
0/11*	0	16	
0/16	0	22,4	
0/22*	0	31,5	
0/32	0	45	
0/45*	0	63	
0/63	0	125	
2/4*	1	8	sitnež, (šljunak)
4/8	2	11,2	
8/11*	4	16	
8/16	4	22	
11/16*	8	22	
16/22*	11,2	31,5	
16/32	11,2	45	
22/32*	16	45	
32/45*	22,4	63	
32/63	22,4	125	
45/63*	31,5	125	

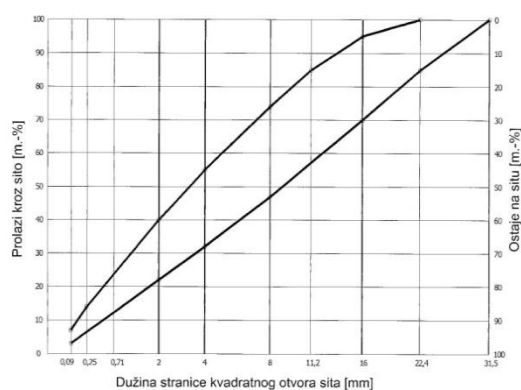
\* Međuzrnastost, međufrakcija

### 2.4.2.2.3 Kvalitet agregata

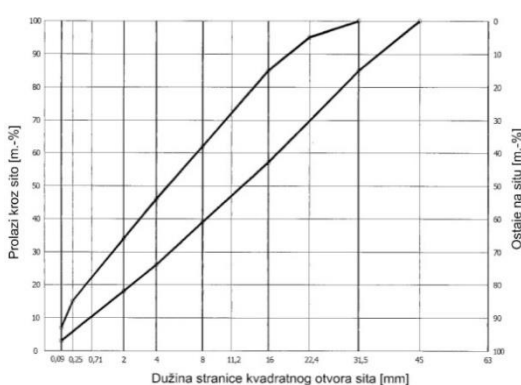
Uslovljeni kvalitet agregata za NNS detaljno je naveden u EN 13242 – Agregati za nevezane i sa hidrauličkim vezivima vezane materijale za upotrebu u inženjerskim i putnim konstrukcijama.

#### 2.4.2.2.3.2 Sastav agregata

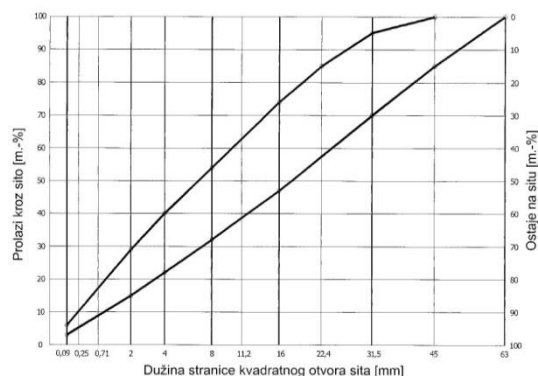
Prirodni ili drobljeni agregat, kao i mešani agregat, sačinjavaju frakcije šljunka ili drobljenih zrna, odnosno šljunka i sitneži, pesak i punilo čime je obezbeđen sastav agregata koji se zahteva na slikama 2.4.2.2, 2.4.2.3 i 2.4.2.4. Određivanje sastava agregata je navedeno u EN 933-1.



Slika 2.4.2.2: Područje granulometrijskog sastava agregata 0/22 mm za nevezane noseće slojeve



Slika 2.4.2.3: Područje granulometrijskog sastava agregata 0/32 za nevezane noseće slojeve



Slika 2.4.2.4: Područje granulometrijskog sastava agregata 0/45 mm za nevezane noseće slojeve

Udeo drobljenih kamenih zrna u mešavini za nevezani noseći sloj mora da se odredi (prema EN 933-5) u sklopu dimenzioniranja kolovozne konstrukcije uzimanjem u obzir raspodele u EN 13242 (kategorija C<sub>90/3</sub> ili C<sub>50/10</sub>).

Sastav agregata za NNS mora da bude u skladu sa predviđenim saobraćajnim opterećenjem i svojstvima sirovina koje su određene u projektnoj dokumentaciji. Za veća saobraćajna opterećenja treba za kolovozne konstrukcije upotrebiti krupnija zrna. U ovakvim slučajevima treba uzeti u obzir da debljina sloja mora da bude 2,5 puta veća od prečnika najvećeg zrna u pripremljenoj mešavini.

Izvođač može da upotrebi za NNS i drukčiji sastav agregata, ako je usklađenost takve mešavine ustanovila institucija ovlašćena za ispitivanje usklađenosti i ako je istu odobrio i nadzorni inženjer.

Agregat za NNS može da sadrži deo zrna veličine do 0,063 mm (po EN 13242) i to

- na deponiji do 5 m.-% (kategorija f<sub>5</sub>),
- po ugrađivanju do 8 m.-% (kategorija f<sub>8</sub>).

Pojedinačni rezultati (najviše 5 % ukupnog broja) ispitivanja uzoraka, koji su uzeti na deponiji, smeju da prekorače navedenu vrednost do 10 %.

Udeo kamenih zrna veličine do 0,02 mm u agregatu ne sme da bude veći od 3 m.-%. Pojedinačni rezultati ispitivanja mogu da prekorače navedenu vrednost do 15 %.

Stepen neravnomernosti  $U = d_{60}/d_{10}$  mora da iznosi za mešavine

- prirodnih zrna 5 do 100, a
- drobljenih i mešanih zrna 8 do 50.

U slučaju kada nadzorni inženjer na osnovu rezultata ispitivanja ugrađivanja agregata sa stepenom neravnomernosti U koji je manji od 6 dozvoli upotrebu agregata, onda ona sme da sadrži do 15 m.-% frakcije veličine do 0,063 mm. Međuvrednosti treba odrediti linearnom interpolacijom.

Ekvivalent peska, određen (po EN 933-8) za agregat veličine do 4 mm, za nevezane noseće slojeve na putevima mora da iznosi :

- za velika saobraćajna opterećenja najmanje 60 % (kategorija SE<sub>60</sub>),
- za srednja ili mala saobraćajna opterećenja najmanje 50 % (kategorija SE<sub>50</sub>).

#### 2.4.2.2.3.2 Mehanička svojstva agregata

Koeficijent otpornosti agregata na drobljenje, određen postupkom Los Angeles (definisanim u EN 1097-2), za NNS na putevima sme da iznosi

- za srednja ili teška saobraćajna opterećenja najviše 30 % (kategorija LA<sub>30</sub>),
- za mala saobraćajna opterećenja najviše 35 % (kategorija LA<sub>35</sub>).

Otpornost kamenih zrna na zamrzavanje određena (prema EN 1367-2) ispitivanjem pomoću magnezijum-sulfata i izražena kao udeo oguljenih delova u odnosu na prvobitnu mešavinu uzorka sme da iznosi do 25 m.-% (kategorija MS<sub>25</sub>), a pri ispitivanju pomoću natrijum-sulfata do 5 m.-%.

U agregatu je dozvoljeno najviše 20 m.-% zrna čiji oblik ne odgovara uslovu  $l:d \leq 3:1$  (ispitivanja prema EN 933-4, kategorija SI<sub>20</sub>).

U agregatu, sadržaj organskih primesa ne sme da oboji 3 %-ni rastvor baze natrijuma tamnije od referentne boje (ispitivanje prema EN 1744-1).

Agregat za NNS ne sme da sadrži štetna nekvalitetna zrna ili primese (ispitivanja prema EN 1744-1). Pojedinačna trošna ili drobljiva kamena zrna mešavina može da sadrži samo u količini koja odgovara propisanim zahtevima.

Koeficijent nosivosti agregata, određen u laboratoriji kalifornijskim postupkom CBR, mora da iznosi

- za prirodne i mešane agregate, u kojima se nalazi manje od 50 m.-% drobljenih zrna najmanje 40 %,
- za drobljene i mešane agregate, u kojima se nalazi više od 50 m.-% drobljenih zrna

najmanje 80 %.

#### 2.4.2.2.4 Način izvođenja

##### 2.4.2.2.4.2 Nalazište agregata

Izvođač mora da blagovremeno, pre početka eksploatacije, saopšti nadzornom inženjeru lokaciju nalazišta agregata za NNS i da predoči dokaze o usklađenosti mešavine sa zahtevima iz tačke 2.4.2.2.3 ovih tehničkih uslova, kao i da od nadzornog inženjera dobije saglasnost (dozvolu) za upotrebu.

Agregat mora da se obezbedi na način koji obezbeđuje stalni kvalitet i ravnomernost.

Pozajmišta i kamenolomi moraju prethodno da se dobro očiste.

##### 2.4.2.2.4.2 Prethodna ispitivanja

Pre početka izvođenja radova ispitivanjima treba proveriti

- sastav i mehanička svojstva agregata (po tački 2.4.2.2.3) i
- optimalnu vlažnost i gustinu po Proktorovom postupku (prema EN 13286-2), radi upoređivanja usklađenosti karakterističnih svojstava agregata sa svojstvima koja su određene na osnovu prethodnih ispitivanja uzoraka koji su uzeti za unutrašnju kontrolu proizvodnje.

Za svaku karakterističnu vrstu agregata treba, pre početka radova, odrediti tehnološki postupak, vrstu sredstava za komprimiranje i njihov učinak po dubini. Iz navedenog razloga treba na probnom polju izmeriti učinak sredstava za komprimiranje posle svakog prelaza. Po završenom komprimiranja (zbijanju) treba na planumu NNS izmeriti

- gustinu i vlažnost ugrađenih slojeva agregata,
- nosivost ugrađenog sloja, i
- ravnost i visinu planuma ugrađenog sloja (sve u skladu sa tačkom 2.4.2.2.5).

##### 2.4.2.2.4.2 Priprema planuma podloge

Pre početka ugrađivanja agregata u NNS, planum podloge (posteljica) mora da bude pripremljen u skladu sa tačkom 2.2.5 ovih tehničkih uslova.

Sa ugrađivanjem NNS može da se započne nakon preuzimanja podloge u skladu sa zahtevima iz tačke 2.2.5 ovih tehničkih uslova. Izvođač je obavezan da do početka

ugrađivanja održava podlogu u stanju u kome je bila u vreme preuzimanja. Sva oštećenja mora da blagovremeno i na odgovarajući način popravi i da predoči nadzornom inženjeru dokaze o izvedenim popravkama.

#### 2.4.2.2.4.2 Deponovanje agregata

Ako izvođač privremeno deponuje agregat pre ugrađivanja u NNS, onda prostor za deponiju mora da se prethodno pripremi na odgovarajući način (izravna, utvrdi, odvodnjava).

Privremena deponija treba da bude što približnije pravougaonog oblika (dužine stranica do 50 m). Na visini do 3,0 m treba da budu razasrti agregati u slojevima, homogenizovani i na odgovarajući način navlašeni. Nagib kosina privremene deponije je 1 : 2.

Do privremene deponije mora da bude izgrađen privremeni prilazni put.

Privremena deponija mora da bude na odgovarajući način označena (lokacija, broj, veličina, faza preuzimanja). Nakon preuzimanja privremene deponije, na nju se ne smeju dovoziti novi agregati sve dok u potpunosti ne bude iskorišćena.

#### 2.4.2.2.4.2 Navoženje agregata

Na pripremljen planum podloge može se otpočeti sa navoženjem agregata za NNS nakon što je to odobrio nadzorni inženjer.

Po pravilu se navoženje ne sme obavljati po pripremljenom i preuzetom planumu posteljice, nego isključivo po već razasrtom sloju agregata. Vozila koja dovoze agregat treba istovarati kipovanjem unazad ili u stranu. Ako se zbog mašinskog razastiranja, odnosno ugrađivanja, zahteva dovoz delimično i po planumu posteljice, onda način dovoza mora da odobri nadzorni inženjer.

Za dovoz agregata treba upotrebiti vozila opremljena na odgovarajući način, dok se za razastiranje upotrebljava mašinska oprema koja omogućava zahtevano ravnomerno raspoređivanje agregata. Debljina sloja razasrtog agregata mora da odgovara zahtevanoj debljini sloja komprimiranog agregata prema projektnoj dokumentaciji.

Ako se agregat ugrađuje u više slojeva, onda se svaki pojedinačni sloj mora oblikovati i sabiti na odgovarajući način pre nego se počne sa navozom za sledeći sloj.

Ako se agregat navozi po već razasrtom i nezbijenom sloju, onda prelazi pojedinih vozila moraju da budu što ravnomernije raspoređeni po čitavoj širini razasrtog materijala.

Vozila sa blatom na točkovima ne smeju da se kreću po već razasrtom agregatu za NNS.

#### 2.4.2.2.4.2 Ugrađivanje agregata

Ugrađivanje agregata u NNS po pravilu se izvodi mašinama. Ručno ugrađivanje je dozvoljeno samo na mestima na kojima se ne mogu upotrebiti mašine i na mestima koja odobri nadzorni inženjer.

Agregat za NNS po pravilu mora da se doprema na gradilište odgovarajućim sredstvima i sa odgovarajućim sastavom. Svako popravljavanje granulometrijskog sastava agregata na gradilištu, odnosno mestu ugrađivanja, mora da odobri nadzorni inženjer na osnovu odgovarajućih rezultata prethodnog ispitivanja.

Količinu vode koja je potrebna za obezbeđivanje optimalne vlažnosti agregata radi boljeg komprimiranja treba ravnomerno unositi u agregat već na mestu nabavljanja.

Ako voda mora da se dodaje na mestu ugrađivanja, onda se ona dozira prskanjem sa čime se sprečava ispiranje sitnih zrna. U toku zbijanja vlažnost agregata sme da odstupa od optimalne vlažnosti najviše za  $\pm 2$  m.-%. Obezbeđivanje ovakve vlažnosti je još važnije ako se razastiranje agregata izvodi grederima.

Razastiranje agregata za NNS po pravilu se izvodi finišerima, ali može da se obavlja i grederima uz odobrenje nadzornog inženjera. Razastiranje buldozerima obavlja se samo u izuzetnim slučajevima. Razastiranje mora da se izvede istog dana kada je izvedeno i vlaženje.

Agregat se razastire i izravnavava u zahtevani profil prema projektnoj dokumentaciji, dok se zbijanje mora izvesti odgovarajućim mašinama po čitavoj širini sloja. Radi obezbeđenja odgovarajuće zbijenosti po čitavoj širini kolovoza, treba povećati širinu sloja za projektovanu debljinu sloja + 10 cm, ako to u projektnoj dokumentaciji nije predviđeno.

Zbijanje se izvodi od niže prema višoj ivici sloja. Broj prelaza odgovarajućih sredstava za zbijanje, koji je prethodno određen na

probnom polju, treba proveravati ispitivanjem u sklopu unutrašnje kontrole gustine, odnosno zbijenosti ugrađenog sloja agregata.

Sve nepravilnosti, koje se ustanove u toku zbijanja, treba popraviti prema zahtevu nadzornog inženjera.

Sva mesta koja su nedostupna za mašine treba komprimirati do zahtevane gustine drugim sredstvima, čiju upotrebu mora da odobri nadzorni inženjer, koji određuje i uslove pri kojima ovakva sredstva treba upotrebljavati.

Pre završetka komprimiranja treba odrediti gustinu i nosivost ugrađenog NNS.

Ako nisu postignute vrednosti zahtevane u projektnoj dokumentaciji, izvođač mora dodatnim merama da obezbedi kvalitet ugrađenog NNS.

#### 2.4.2.2.5 Kvalitet izrade

Pre početka rada mašina i opreme od kojih zavisi kvalitet izvedenih radova treba proveriti da li isti odgovaraju i da li mogu da osiguraju ravnomeran kvalitet u skladu sa zahtevima ovih tehničkih uslova.

Sva oprema i mašine moraju da imaju sertifikat, a njihovi kapaciteti moraju da zadovoljavaju zahteve projektne dokumentacije.

#### 2.4.2.2.5.2 Komprimiranje - zbijanje

Zbijenost ugrađenog agregata u NNS, koja je određena gustom ispitanom Proktorovim postupkom, mora u proseku da iznosi najmanje 98 %. Donja granica zbijenosti ne sme da bude manja od ustanovljene prosečne vrednosti za više od 3 %.

Gustina i vlažnost u NNS ugrađenog agregata, po pravilu se određuje merenjem pomoću izotopskog merača (nuklearnim densitometrom, (SRCM, tč. 1.2.4).

#### 2.4.2.2.5.2 Nosivost

Nosivost NNS, koja je određena statičkim deformacionim modulom  $E_{v2}$  ili dinamičkim deformacionim modulom  $E_{vd}$  (po smernicama SRDM, tč. 8.3.3 Nosivost), mora da odgovara zahtevima koji su navedeni u tabeli 2.4.2.2.

Tabela 2.4.2.2: Zahtevane vrednosti deformacionih modula na planumu nevezanog nosećeg sloja

Vrsta agregata (mešavine kamenih zrna)	Saobraćajno opterećenje					
	vrlo teško ili teško			srednje ili lako		
	$E_{v2}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{v2}/E_{v1}$	zahtevana vrednost			
			$E_{vd}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{v2}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{v2}/E_{v1}$	$E_{vd}$ MN/m <sup>2</sup>
- prirodni	≥ 100	≤ 2,2	≥ 45	≥ 90	≤ 2,4	≥ 40
- drobljeni ili mešani	≥ 120	≤ 2,0	≥ 55	≥ 100	≤ 2,2	≥ 45

Odnos deformacionih modula  $E_{v2}/E_{v1}$  nije odlučujući za ocenu nosivosti sloja nevezanog agregata, ako je vrednost deformacionog modula  $E_{v1}$  veća od 50 % zahtevane vrednosti  $E_{v2}$ . Donja granična vrednost deformacionog modula može da bude do 20 % manja od zahtevane vrednosti iz tabele 2.4.2.2 (do 10 % od ukupnog broja merenja).

Ako izvođač ne dostigne zahtevani odnos deformacionih modula  $E_{v2}/E_{v1}$ , onda o nastavku daljih aktivnosti odlučuje nadzorni inženjer.

#### 2.4.2.2.5.2 Ravnost, visina, nagib

Neravnost planuma NNS određuje se merenjem odstupanja ispod položene letve dužine 4 m, koja se postavlja duž bilo kog pravca u odnosu na osovinu puta (SRMG, tč. 3.1.2.1). Planum NNS može da odstupa od letve najviše do 20 mm (gornja granica). Ako se ovakva odstupanja pojavljuju u kontinuitetu jedno za drugim, tada mora da se izvede popravka ravnosti prema uputstvu koje odredi nadzorni inženjer.

Visinu pojedinačnih mernih mesta na planumu NNS treba odrediti nivelirom. Planum NNS sme na proizvoljnom mestu da odstupati od projektovane kote najviše za ± 10 mm (gornja granična vrednost).

Nagib planuma NNS po pravilu treba da bude jednak poprečnom ili podužnom nagibu kolovoza. Dozvoljena odstupanja su određena dozvoljenim neravninama i odstupanjima od visine planuma NNS, ali ne smeju da budu veća od  $\pm 0,4$  % apsolutne vrednosti nagiba (krajnja granična vrednost).

#### 2.4.2.2.6 Kontrola kvaliteta

Za svaku značajnu vrstu agregata, koja se predviđa za upotrebu u NNS, treba odrediti usklađenost sa zahtevima projektne dokumentacije i ovih tehničkih uslova:

- na početku ugrađivanja prethodnim

ispitivanjima

- u toku ugrađivanja ispitivanjima u sklopu unutrašnje i nezavisne kontrole.

#### 2.4.2.2.6.2 Prethodna ispitivanja

Prethodna ispitivanja za proveru usklađenosti svojstava agregata koja su određena u tački 2.4.2.2.3 su za NNS data u tabeli 2.4.2.3.

Rezultati prethodnih ispitivanja moraju da budu usklađeni sa predloženim dokazima izvođača o svojstvima dobavljenih agregata.

Tabela 2.4.2.3: Zahtevi za svojstva agregata za prethodna ispitivanja za nevezane noseće slojeve

Svojstva agregata	Jedinica mere	Zahtevana vrednost	Postupak ispitivanja
- sastav agregata	m.-%	tč. 2.4.2.2.3	EN 933-1
- udeo zrna veličine do 0,063 mm	m.-%	f <sub>5</sub> /f <sub>8</sub>	EN 933-1
- udeo drobljenih zrna	m.-%	C <sub>90/3</sub> / C <sub>50/10</sub>	EN 933-5
- oblik grubih zrna	m.-%	SI <sub>20</sub>	EN 933-4
- stepen neravnomernosti U	-	tč. 2.4.2.2.3	-
- ekvivalent peska	%	SE <sub>60</sub> /SE <sub>50</sub>	EN 933-8
- otpornost na drobljenje – koeficient Los Angeles	%	LA <sub>30</sub> /LA <sub>35</sub>	EN 1097-2
- udeo organskih primesa	-	tč. 2.4.2.2.3	EN 1744-1
- nosivost – postupak CBR	%	40/80	TP BF-StB, B7.1
- ispitivanja po modifikovanom Proktorovom postupku:			EN 13286-2
- optimalna vlažnost	m.-%	-	
- najveća gustina	t/m <sup>3</sup>	-	
- merenja ugrađenog agregata:			
- vlažnost	m.-%	-	SRCS, tč. 1.2.4
- zbijenost	%	tč. 2.4.2.2.5	SRCS, tč. 1.2.4
- nosivost:		tč. 2.4.2.2.5	SRDM, tč. 8.3.3
- dinamički deformacioni modul E <sub>vd</sub>	MN/m <sup>2</sup>		
- statički deformacioni modul E <sub>v2</sub>	MN/m <sup>2</sup>		
- ravnost, visina, nagib	-	tč. 2.4.2.2.5	SRMG, tč. 3.1.2.1

#### 2.4.2.2.6.2 Unutrašnja kontrola

Unutrašnja kontrola izvođača (koju mora da obavlja ovlašćena laboratorija) mora, u toku ugrađivanja agregata za NNS, da utvrditi usklađenost agregata sa zahtevima projektne dokumentacije i ovih tehničkih uslova.

Vrsta i učestalost ispitivanja u sklopu unutrašnje kontrole ugrađivanja agregata u NNS mora da se odredi u overenom programu prosečne učestalosti kontrole. Ako programa nema, onda učestalost određuje nadzorni inženjer koji određuje i mesta za uzimanje uzoraka i merna mesta statističkim slučajnim izborom (SRCM, tč. 1.4.1).

U toku ugrađivanja agregata u NNS, laboratorija mora da uzme i proveriti usklađenost svojstava sa učestalošću koja je određena u tabeli 2.4.2.4.

Uzorci agregata moraju po pravilu da se uzmu na privremenoj deponiji (2/3-ski deo) i iz ugrađenog nevezanog nosećeg sloja (1/3-ski deo).

Minimalna učestalost ispitivanja pri unutrašnjoj kontroli ugrađivanja agregata u NNS određena je u tabeli 2.4.2.5.

Tabela 2.4.2.4: Minimalna učestalost ispitivanja agregata pri unutrašnjoj kontroli ugrađivanja u NNS

Svojstva ugrađivanog agregata	Postupak ispitivanja	Minimalna učestalost ispitivanja
- sastav mešavine agregata - udeo zrna veličine do 0,063 mm - vlažnost i gustina po Proktoru - udeo organskih primesa	EN 933-1 EN 933-1 EN 13286-2 EN 1744-1	4000m <sup>2</sup> /1000m <sup>3</sup> 4000m <sup>2</sup> /1000m <sup>3</sup> 4000m <sup>2</sup> /1000m <sup>3</sup> 8000m <sup>2</sup> /2000m <sup>3</sup>

Tabela 2.4.2.5: Minimalna učestalost ispitivanja pri unutrašnjoj kontroli agregata ugrađenog u NNS

Svojstva ugrađenog agregata	Postupak ispitivanja	Minimalna učestalost ispitivanja
- udeo vlage i gustina - nosivost: - dinamički deformacioni modul E <sub>vd</sub> - statički deformacioni modul E <sub>v2</sub>	SRCM, tč. 1.2.4 SRDM, tč. 8.3.3 -	200 m <sup>2</sup> 400 m <sup>2</sup> 2000 m <sup>2</sup>
- planum sloja: - ravnost - visna i nagib	SRMG, tč. 3.1.2.1 -	20 m <sup>1</sup> 20 m <sup>1</sup>

U dogovoru sa nadzornim inženjerom kvalitet agregata ugrađenog u NNS može da se odredi i na osnovu drugih priznatih postupaka. U ovim slučajevima merila za ispitivanja kvaliteta ugrađenih agregata, kao i način i učestalost ispitivanja, moraju da se usaglase sa nadzornim inženjerom.

#### 2.4.2.2.6.2 Nezavisna kontrola

Obim radova na nezavisnoj kontroli pri izgradnji NNS je po pravilu u razmeri 1:4 u odnosu na obim unutrašnje kontrole. Kontrolna ispitivanja mora da obavlja institucija koja je ovlašćena od strane naručioca.

Mesta za uzimanje uzoraka agregata na privremenoj deponiji i pri ugrađivanju u NNS mora da odredi nadzorni inženjer statističkim slučajnim izborom (SRCS, tč. 1.4.1).

Uzimanje uzoraka za nezavisnu kontrolu, kao i za ispitivanje i merenja na gradilištu, mora da se izvodi u prisustvu izvođača i nadzornog inženjera.

#### 2.4.2.2.7 Merenje i preuzimanje radova

##### 2.4.2.2.7.2 Merenje radova

Izvedeni radovi se po pravilu mere u skladu sa tačkom 1.2.2.2 opštih tehničkih uslova i izračunaju u kubnim metrima (m<sup>3</sup>).

Sve količine treba izmeriti po stvarno izvedenom obimu i vrsti radova, koji su izvedeni u okviru dimenzija u projektnoj dokumentaciji.

##### 2.4.2.2.7.2 Preuzimanje radova

Ugrađene NNS mora da preuzme nadzorni inženjer nakon pisanog obaveštenja izvođača o završetku radova. Preuzimanje se izvodi u skladu sa zahtevima iz ovih tehničkih uslova i u skladu sa tačkom 1.2.2.3 opštih tehničkih uslova.

Izvođač mora blagovremeno da dostavi nadzornom inženjeru sve podatke i izveštaje unutrašnje kontrole o ispitivanjima, kao i konačnu ocenu o usklađenosti, koju je izdala ovlašćena institucija.

Sve ustanovljene nedostatke izvođač mora da popravi pre nastavka radova.

##### 2.4.2.2.8 Obračun radova

###### 2.4.2.2.8.2 Opšte

Izvršene radove treba obračunati u skladu sa tačkom 1.2.2.4 opštih tehničkih uslova.

Količine, određene u tački 2.4.2.2.7, moraju da se obračunaju po ugovorenim jediničnim cenama.



U ugovorenu jediničnu cenu moraju da budu uključeni svi troškovi koji su potrebni za konačno dovršenje radova. Izvođač nema pravo da zahteva naknadno plaćanje, osim ako ugovorom nije drugačije određeno.

#### 2.4.2.2.8.2 Odbici zbog neodgovarajućeg kvaliteta

Zbog zahtevanog kvaliteta agregata za nevezane noseće slojeve, pri obračunu se ne primenjuju odbici.

Ako izvođač ugradi u NNS agregat koji ne odgovara zahtevima iz tačke 2.4.2.2.3 ovih tehničkih uslova, onda o obračunu odlučuje nadzorni inženjer.

Donja granična vrednost kvaliteta izvođenja po tč. 2.4.2.2.5 za

- zbijenost,
- nosivost i
- ravnost i visinu

znači 100 % vrednosti po ponuđenoj jediničnoj ceni.

Zbog zahtevanog obezbeđenja donje granične vrednosti kvaliteta izrade pri obračunu nema odbitaka.

Ako izvođač nije obezbedio zahtevani kvalitet izrade prema tački 2.4.2.2.5, onda o načinu obračuna odlučuje nadzorni inženjer.

### 2.4.2.3 Nevezani habajući slojevi

#### 2.4.2.3.1 Opis

Izrada nevezanog mehanički utvrđenog (makadamskog) habajućeg sloja (NHS) uključuje nabavku i ugrađivanje odgovarajućeg agregata (mešavine kamenih zrna) za nevezani habajući sloj na mestima koja su određena projektnom dokumentacijom.

Radove treba izvoditi kada pri ugrađivanju nema padavina i kada je temperatura vazduha iznad 2 °C.

Nevezani habajući slojevi (NHS) po pravilu se ugrađuju jedino u kolovozne konstrukcije sa vrlo malim saobraćajnim opterećenjem ili za privremeno utvrđivanje saobraćajne površine.

#### 2.4.2.3.2 Osnovni materijali

Osnovni materijali za NHS po pravilu su mešavine zrna drobljenih stena ili grubih kamenih zrna, iznimno i mešavina istih sa

drobljenim sekundarnim sirovinama. Upotrebljavaju se frakcije 0/22 mm, 0/32 mm i 0/45 mm kao osnovne, kao i frakcije 0/8 mm za učvršćenje i zaptivanje površine NHS.

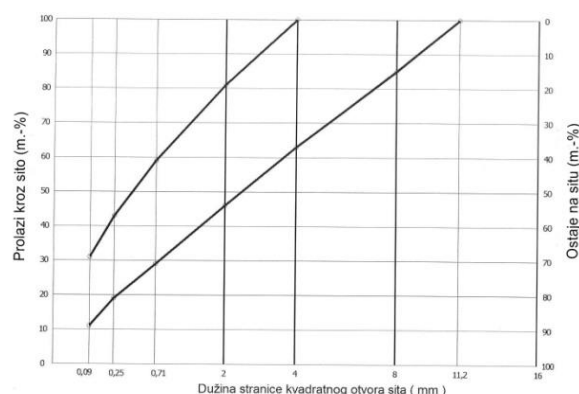
#### 2.4.2.3.3 Kvalitet materijala

##### 2.4.2.3.3.2 Granulometrijski sastav agregata

Granulometrijski sastav osnovnih frakcija mešavine kamenih zrna mora da osigura što bolju skeletnu osnovu, određenu graničnim krivama na slikama 2.4.2.2 do 2.4.2.4. Korisno je da granulometrijska kriva mešavine leži što bliže donjoj graničnoj krivoj, tj. da u mešavini bude veći udeo krupnijih kamenih zrna.

Ostali uslovljeni bitni zahtevi za kvalitet agregata za osnovni skelet u nevezanim habajućim slojevima su navedeni u tč. 2.4.2.2.3.1.

Odgovarajuće područje granulometrijskog sastava agregata za učvršćenje i zaptivanje površine NHS je određeno graničnim krivama na slici 2.4.2.5. Po pravilu se za učvršćenje i zaptivanje površine NHS upotrebljavaju mešavine isključivo drobljenih kamenih zrna. Od zahteva za kvalitet sastava mešavina zrna za osnovni skelet NHS razlikuje se jedino zahtev za ekvivalent peska, koji mora da iznosi najmanje 40 % (kategorija SE<sub>40</sub>).



Slika 2.4.2.5: Područje granulometrijskog sastava agregata 0/8 mm za zaptivanje i učvršćenje nevezanih habajućih slojeva

#### 2.4.2.3.3.2 Mehanička svojstva agregata

Mehanička svojstva agregata za osnovni skelet za NHS određene su u tački 2.4.2.2.3.2.

Za agregat koji se upotrebljava za zaptivanje i učvršćivanje zahtevaju se sledeća mehanička svojstva:

- otpornost na mraz, određena (po EN 1367-2) na osnovu ispitivanja magnezum-sulfatom i izražena kao udeo oguljenih delova u odnosu na početnu mešavinu zrna, sme da iznosi do 25 m.-% (kategorija MS<sub>25</sub>), a na osnovu ispitivanja natrijum-sulfatom do 10 m.-%.
- sadržaj organskih primesa u agregatu ne sme da oboji 3 %-ni rastvor natrijumove baze tamnije od referentne boje (ispitivanje prema EN 1744-1).

#### 2.4.2.3.4 Način izvođenja

##### 2.4.2.3.4.2 Nalazište mešavine kamenih zrna

Uslovi za nalazište mešavine kamenih zrna za osnovni skelet i za učvršćivanje NHS određeni su u tački 2.4.2.2.4.1 ovih tehničkih uslova.

##### 2.4.2.3.4.2 Prethodna ispitivanja

Zahtevi za prethodna tehnološka ispitivanja agregata za NHS su jednaka onima koji su navedeni u tački 2.4.2.2.4.2.

##### 2.4.2.3.4.2 Priprema planuma podloge

Za ovu fazu rada važe odredbe navedene u tački 2.4.2.2.4.3.

##### 2.4.2.3.4.2 Deponovanje agregata

Za deponovanje mešavina kamenih zrna za NHS važe odredbe navedene u tački 2.4.2.2.4.4.

##### 2.4.2.3.4.2 Navoženje agregata

Navoženje skeletne mešavine kamenih zrna i mešavine za učvršćivanje i zaptivanje mora da bude odvojeno. Za sve ostalo važe odredbe, navedene u tački 2.4.2.2.4.5.

#### 2.4.2.3.4.2 Ugrađivanje agregata

Za ugrađivanje skeletne mešavine kamenih zrna važe odredbe iz tačke 2.4.2.2.4.6.

Mešavinu kamenih zrna za učvršćivanje i zaptivanje treba razastreti na već ugrađeni sloj skeletne mešavine kamenih zrna u količini koja je potrebna za potpuno popunjavanje šupljina na površini sloja, kao i za delimično pokrivanje. Količinu vode koja se dodaje za poboljšanje prodiranja zrna u šupljine skeletnog sloja, odnosno za učvršćivanje površine skeletnog sloja agregata za NHS, treba dodavati ravnomerno prskanjem.

Za postizanje konačne gustine upotrebljavaju se lakši statički valjci.

Kvalitet izvedenih radova pri ugrađivanju NHS uslovljava minimalnu debljinu sloja od 15 cm.

##### 2.4.2.3.5 Kvalitet izrade

Pre početka rada mašina i opreme od kojih zavisi kvalitet izvedenih radova treba proveriti njihove mogućnosti sa stanovišta postizanja odgovarajućeg i ravnomernog kvaliteta u skladu sa zahtevima ovih tehničkih uslova.

Sva oprema i mašine moraju da poseduju sertifikate, i da svojim kapacitetima zadovoljavaju zahteve projektne dokumentacije.

##### 2.4.2.3.5.2 Komprimiranje - zbijanje

Za zbijanje u NHS ugrađenih agregata važe zahtevi koji su navedeni u tački 2.4.2.2.5.1.

##### 2.4.2.3.5.2 Nosivost

Nosivost NHS određena statičkim deformacionim modulom  $E_{v2}$  ili dinamičkim deformacionim modulom  $E_{vd}$ , mora da odgovara zahtevima navedenim u tabeli 2.4.2.6.

Tabela 2.4.2.6: Zahtevane vrednosti deformacionih modula na planumu nevezanog habajućeg sloja

Mešavina kamenih zrna	Zahtevana vrednost		
	$E_{v2}$ MN/m <sup>2</sup>	$E_{v2}/E_{v1}$	$E_{vd}$ MN/m <sup>2</sup>
- drobljena, prirodna drobljena	≥ 100	≤ 1,8	≥ 45
- mešana, iz sekundarnih sirovina	≥ 90	≤ 2,0	≥ 40

Za sve ostalo važe odredbe iz tačke 2.4.2.2.5.2.

#### 2.4.2.3.5.2 Ravnost, visina i nagib planuma

Za navedene karakteristike planuma NHS važe zahtevi koji su navedeni u tački 2.4.2.2.5.3.

#### 2.4.2.3.6 Kontrola kvaliteta

##### 2.4.2.3.6.2 Prethodna ispitivanja

Za prethodna ispitivanja mešavina kamenih zrna za NHS važe odredbe iz tačke 2.4.2.2.6.1.

##### 2.4.2.3.6.2 Unutrašnja kontrola

Za unutrašnju kontrolu skeletne mešavine kamenih zrna važe odredbe iz tačke 2.4.2.2.6.2.

U minimalna ispitivanja u sklopu unutrašnje kontrole usklađenosti agregata za učvršćivanje i zaptivanje uključeni su

- sastav mešavine kamenih zrna na 4000 m<sup>2</sup>
- otpornost zrna na mraz na 8000 m<sup>2</sup>
- udeo organskih primesa na 8000 m<sup>2</sup>.

Minimalnu unutrašnju kontrolu pri ugrađivanju treba obaviti istovremeno za obe mešavine kamenih zrna. Zahtevi u pogledu obima ovih ispitivanja navedeni su u tački 2.4.2.2.6.2.

##### 2.4.2.3.6.2 Nezavisna kontrola

Za nezavisnu kontrolu NHS važe odredbe iz tačke 2.4.2.2.6.3.

#### 2.4.2.3.7 Merenje i preuzimanje radova

Za merenje i preuzimanje radova u sklopu NHS važe u celini zahtevi navedeni u tačkama 2.4.2.2.7.1 i 2.4.2.2.7.2.

#### 2.4.2.3.8 Obračun radova

Za obračun izvedenih radova važe zahtevi koji su navedeni u tački 2.4.2.2.8.

### 2.4.2.4 Bankine

#### 2.4.2.4.1 Opis

Bankine su podužne trake/elementi uz spoljašnje ivice kolovoza koje nisu

namenjene za saobraćaj, nego samo obezbeđuju stabilnost kolovozne konstrukcije i služe za postavljanje saobraćajne signalizacije i opreme puta.

Bankine moraju da se izgrade prema dimenzijama koje su određene u projektnoj dokumentaciji i u skladu sa ovim tehničkim uslovima.

Izrada bankina obuhvata i ugrađivanje svih odgovarajućih materijala za konstrukciju bankina na mestima koja su određena projektnom dokumentacijom.

Konstrukcija bankine sastoji se iz jednog ili više slojeva materijala koji su predviđeni projektnom dokumentacijom.

Radovi mogu da se izvode kada temperatura vazduha iznosi više od 2 °C i kada nema padavina.

#### 2.4.2.4.2 Osnovni materijali

Osnovni materijali za izradu bankine su pre svega nevezane mešavine kamenih zrna (agregati), za gornje slojeve i humus, ploče za zatravljivanje (od cementnog betona) i bitumenizirane mešavine.

#### 2.4.2.4.3 Kvalitet materijala

Zahtevani kvalitet materijal za konstrukciju bankina određen je u tački 2.4.2.2.3 ovih tehničkih uslova.

Humusni materijal mora da bude aktivan da bi se obezbedila trajnost sloja.

Odgovarajući kvalitet ploča za zatravljivanje naveden je u tački 2.4.5.4.

Kvalitet bitumeniziranih mešavina mora da odgovara zahtevima za habajući sloj na susednoj saobraćajnoj traci (tč. 2.4.3.4.4 ili 2.4.3.4.3).

#### 2.4.2.4.4 Način izvođenja

Za izgradnju bankina u principu važe uslovi navedeni u tački 2.4.2.2.4 ovih tehničkih uslova.

Podloga za konstrukciju bankina može da bude

- planum posteljice, pripremljen po tački 2.2.5 ili
- planum nevezanog nosećeg sloja, pripremljen po tački 2.4.2.2.5.

Materijali ugrađeni u konstrukciju bankina moraju da budu tako povezani da erozija bude što manja.

Debljina sloja mešavine kamenih zrna u konstrukciji bankine mora da iznosi najmanje 30 cm.

Kod bankina sa humusom osnovni sloj mešavine kamenih zrna treba da ima minimalnu debljinu 20 cm, a debljina krovnog sloja humusa iznosi najviše 10 cm.

Konstrukcija bankine sa pločama za zatavljanje mora da se izgradi od 20 cm debelog osnovnog sloja odgovarajućeg agregata i najmanje 5 cm debelog podložnog sloja peska. Vrstu ploča određuje nadzorni inženjer.

Bankine koje su učvršćene drobljenim kamenim zrnima i popunjene sa humusom moraju da se izgrade od osnovnog sloja agregata, minimalne debljine 20 cm i najmanje 10 cm debelog sloja mešavine drobljenih kamenih zrna, koji je popunjen slojem humusa prosečne debljine 5 cm, koji treba da se ugradi u sloj mešavine drobljenih kamenih zrna i zaseje travom.

Bankine sa habajućim asfaltnim slojem moraju da se izgrade najviše 10 cm od odbojnika čelične sigurnosne ograde. Konstrukcija bankine mora da bude izgrađena sa istom debljinom kao i susedna saobraćajna traka pri čemu se umesto vezanih nosećih slojeva ugrađuje nevezana mešavina kamenih zrna.

Bankina na nasipu mora da prelazi najmanje 50 cm iza stuba čelične sigurnosne ograde.

#### 2.4.2.4.5 Kvalitet izrade

Kvalitet izrade konstrukcija bankina od mešavina kamenih zrna mora da odgovara uslovima navedenim u tački 2.4.2.2.5 ovih tehničkih uslova.

Kvalitet izrade konstrukcija bankina sa pločama za zatavljanje mora da odgovara uslovima iz tačke 2.4.5.4.

Ostale konstrukcije bankina po kvalitetu moraju u principu da odgovaraju zahtevima iz ovih tehničkih uslova.

Planum bankine mora da se izradi sa nagibom prema spolja (minimum 4 %) i najmanje 1 cm ispod ivice susednog

kolovoza. Poslednji uslov ne važi za bankine sa asfaltnim habajućim slojem.

#### 2.4.2.4.6 Kontrola kvaliteta

Uslovi za obim provere kvaliteta izrade konstrukcija bankina su u principu određeni u tačkama 2.4.2.2.6 i 2.4.2.5.6. ovih tehničkih uslova.

Uslovi za obim proveravanja kvaliteta izrade bankina sa asfaltnim habajućim slojem su u principu određeni u tački 2.4.3.5.

#### 2.4.2.4.7 Merenje i preuzimanje radova

Način merenja i preuzimanja izgrađenih bankina je određen u tačkama 2.4.2.2.7 i 2.4.2.5.6 ovih tehničkih uslova.

#### 2.4.2.4.8 Obračun radova

Za obračun izvedenih radova na bankinama u principu važe uslovi navedeni u tačkama 2.4.2.2.8 i 2.4.2.5.7.

## 2.4.3 BITUMENOM VEZANI SLOJEVI

### 2.4.3.1 Opis

Bitumenizirane mešavine kamenih zrna su danas u najvećoj meri korišćen materijal za asfaltne slojeve u savremenim kolovoznim konstrukcijama.

U ovim tehničkim uslovima navedeni su osnovni zahtevi za:

- mešavine kamenih zrna,
- bitumenska veziva i
- proizvodnju, prevoz i ugradnju bitumeniziranih mešavina

za asfaltne noseće, vezne, habajuće, zaptivne i drenažne slojeve kolovoznih konstrukcija na površinama namenjenim javnom saobraćaju.

Bitumenizirane mešavine definisane u ovim tehničkim uslovima mogu da se ugrade samo na odgovarajuće pripremljenu i noseću podlogu/sloj, kako pri novogradnji, tako i pri sanaciji i obnovi postojećih kolovoznih konstrukcija.

Debljina i raspored slojeva bitumeniziranih mešavina u kolovoznoj konstrukciji moraju da budu određeni u postupku dimenzionisanja kolovozne konstrukcije. Pri tom treba uzeti u obzir povećana opterećenja koja su posledica

- kanalisnog saobraćaja i uskih krivina,
- sporog saobraćaja,
- čestog kočenja i ubrzavanja vozila,
- saobraćaja u raskrscima i na priključcima, i
- zaustavljenih vozila.

Opterećenja mogu da budu jače izražena i zbog klimatskih uticaja kao što su

- duži periodi sa visokom ili niskom temperaturom i
- intenzivna insolacija na južnim padinama.

Zahtevi za kvalitet u ovom priručniku koji su navedeni pored osnovnih zahteva u EN, važe za pojedinačnu vrstu bitumeniziranih smeša i pojedinačnu grupu saobraćajnog opterećenja granične vrednosti. Dozvoljena odstupanja sadrže rasipanje pri uzimanju uzoraka, interval poverenja pri postupcima ispitivanja, kao i radom uslovljene neravnomernosti. Granične vrednosti moraju da budu obezbeđene, ako za pojedinačni slučaj nije pisanim putem određen drugačiji zahtev.

### 2.4.3.2 Osnovni materijali

Kao osnovni materijali u postupku izvođenja asfaltnih slojeva izgrađenih sa bitumeniziranim mešavinama u ovim tehničkim uslovima određene su vrste i kvalitet

- mešavine kamenih zrna,
- bitumenskih veziva,
- dodataka i
- asfaltnog granulata.

#### 2.4.3.6.1 Mešavine kamenih zrna

##### 2.4.3.6.1.1 Vrste mešavina kamenih zrna

Za bitumenizirane mešavine za asfaltne slojeve mogu da se upotrebe mešavine drobljenih i prirodnih (zaobljenih) zrna.

- od prirodnih silikatnih i karbonatnih stena,
- od veštačkih stena – proizvedenih materijala (npr. zgure, gline, pepela)
- reciklirani materijal – asfaltni granulata.

##### 2.4.3.6.1.2 Kvalitet mešavine kamenih zrna

Svojstva mešavine kamenih zrna za bitumenizirane mešavine za asfaltne slojeve se u usklađenim evropskim standardima EN razvrstavaju u

- geometrijska,
- fizička i
- hemijska,

a za svako karakteristično svojstvo detaljnije u kategorije.

Minimalni zahtevi za karakteristična svojstva smeša kamenih zrna za bitumenizirane mešavine za asfaltne slojeve su – preuzeti iz EN 13043 – određeni kategorijama. Primerena geometrijska, fizička i hemijska svojstva mešavine kamenih zrna su detaljno razvrstana u klase kvaliteta u tabeli 2.4.3.2.1.

Za bitumenizirane mešavine skeletnog mastiks asfalta SMA 8 i SMA11 za zaštitne slojeve na objektima je, pored navedenih, dozvoljena upotreba smeša kamenih zrna klase Z4.

Za površinske obrade na kolovozima treba upotrebiti mešavine kamenih zrna sa osobinama određenim u tabeli 2.4.3.2.1 za klasu mešavine zrna Z1, a na drugim saobraćajnim površinama mešavine kamenih zrna klase Z3.

Uslovi za osobine punila za bitumenizirane mešavine određeni su posebno.

Tabela 2.4.3.2.1.1: Zahtevana osnovna svojstva mešavine kamenih zrna za bitumenizirane mešavine za asfaltne slojeve (EN 13043)

Svojstva mešavine kamenih zrna	Jedinica mere	Postupak ispitivanja EN	Klase mešavine zrna i zahtevane vrednosti					
			Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Z6
<b>Geometrijska svojstva:</b>								
Zrnavost	mm	933-1	frakcije 0/2, 0/4, 2/4, 4/8, 8/11, 8/16, 11/16, 16/22, 16/32, 22/32				dozvoljene frakcije i mešavine zrna	
Zrnavost za mešavine sitnih zrna ( $D \leq 8$ mm)	m.-%	933-1	G <sub>TC</sub> 20				G <sub>TC</sub> NR	
Udeo finih čestica ( $\leq 0,063$ mm)	m.-%	933-1	grube: $f_1^{(2)}$ sitne, mešovite: $f_{10}^{(3)}$				grube: $f_2$ sitne, mešovite: $f_{NR}$	
Kvalitet finih čestica ( $D \leq 0,125$ mm)	g/kg	933-9	M <sub>B</sub> F10; najviše 5					
Oblik grubih zrna ( $d > 2$ mm)	m.-%	933-3, -4	F <sub>I20</sub> ili S <sub>I20</sub>					
Udeo drobljenih zrna u mešavini grubih zrna	m.-%	933-5	C <sub>100/0</sub>	C <sub>90/1</sub>			C <sub>50/30</sub>	C <sub>NR</sub>
<b>Fizička svojstva:</b>								
Otpornost grubih zrna na drobljenje	-	1097-2, pogl.5	LA <sub>20</sub>	LA <sub>25</sub>	LA <sub>30</sub>			LA <sub>40</sub>
Otpornost grubih zrna na izgladivanje	-	1097-8	PSV <sub>50</sub>	PSV <sub>50</sub> <sup>1)</sup>	PSV <sub>30</sub>	PSV <sub>NR</sub>		
Otpornost na habanje	-	1097-1	M <sub>DE</sub> NR - navesti vrednost				M <sub>DE</sub> NR	
Upijanje vode u gruba zrna <sup>4)</sup>	m.-%	1097-6, pasus 7	WA <sub>24</sub> 1					
Otpornost grubih zrna (8/16mm) na zamrzavanje/odležavanje	m.-%	1367-2	MS <sub>18</sub> ; najviše 5			MS <sub>NR</sub> – navesti vrednost		
Obavijenost grubih zrna bitumenskim vezivom	%	12697-11, postupak A	najmanje 80					
Ispitivanje "Sonnenbrand" bazalta	m.-%	1367-3	SB i SB <sub>LA</sub> - navesti vrednosti					
<b>Hemijska svojstva:</b>								
Postojanost zapremine zgure	V.-%	1744-1	V <sub>3,5</sub>					
Udeo grubih organskih primesa <sup>5)</sup>	m.-%	1744-1	m <sub>LPC</sub> 0,5					

<sup>1)</sup> Važi za mešavine grubih zrna (sitneži); sitna zrna 0/2 mm (peska) mogu da budu proizvedena od stene koja odgovara zahtevu PSV<sub>30</sub>

<sup>2)</sup> Za frakciju 2/4 mm se zahteva kategorija  $f_4$ , a za frakciju 4/8 mm kategorija  $f_2$

<sup>3)</sup> Zahtevana kategorija za mešavine zrna eruptivnog porekla; presejavanje kroz sito 0,063mm sme da iznosi najviše 5m.-%

<sup>4)</sup> Važi za prethodno ispitivanje otpornosti grubih zrna na mraz (ako se zahteva!)

<sup>5)</sup> Ispitati u slučaju dvoumljenja

## 2.4.3.2.1.1 Geometrijska svojstva

Zahtevi za geometrijska svojstva mešavine kamenih zrna za bitumenizirane mešavine za asfaltne slojeve određuju uslove za

- sastav mešavine grubih kamenih zrna,
- udeo čestica manjih od 0,063mm,
- oblik grubih zrna i
- udeo drobljenih zrna u mešavini grubih zrna.

Sastav mešavine grubih kamenih zrna

Za određenu primenu, mešavine kamenih zrna mogu da budu sačinjene od jedne ili više frakcija kamenih zrna i kamenog brašna.

Frakcije kamenih zrna moraju da budu označene donjom (d) i gornjom (D) graničnom (nazivnom) veličinom stranice kvadratnog otvora na situ.

Granične vrednosti prosejavanja za sastav grubih smeša kamenih zrna za bitumenizirane mešavine za asfaltne slojeve navedene su u tabeli 2.4.3.2.2.

Tabela 2.4.3.2.2: Granične vrednosti za sastav grubih mešavina kamenih zrna ( $D > 2\text{mm}$ ) za asfaltne slojeve (ispitivanje prema EN 933-1)

Veličina stranice otvora sita (mm)	Veličina otvora na gornjem graničnom situ D (mm)						
	4	5 (5,6)	8	11 (11,2)	16	22 (22,4)	32 (31,5)
	Ostatak pri prosejavanju (m.-%)						
1,4 D	100	100	100	100	100	100	100
D	90 – 100	90 – 100	90 – 100	90 – 100	90 – 100	90 – 100	90 – 100
2	50 – 85	15 – 72	10 – 72	10 – 60	10 – 50	10 – 50	20 – 36
0,063	5 – 17	2 – 15	2 – 13	2 – 12	0 – 12	0 – 11	0 – 8

Osnovni uslovi za sastav mešavine zrna stranog punila navedeni su u tabeli 2.4.3.2.3.

Tabela 2.4.3.2.3: Osnovni uslovi za sastav mešavine zrna stranog punila (ispitivanje prema SIT EN 933-1)

Veličina stranice otvora sita (mm)	Apsolutno područje za pojedinačne rezultate Ostatak pri prosejavanju (m.-%)
2	100
0,125	85 – 100
0,063	70 – 100

Ostatak pri prosejavanju mešavine sitnih kamenih zrna ( $D \leq 2\text{ mm}$  – kategorija  $G_{F85}$ ) mora da iznosi

- na situ 2 D 100 m.-%,
- na situ D 85 do 99 m.-%.

Slični uslovi za sastav mešavine kamenih zrna za karakteristične vrste bitumeniziranih smeša za asfaltne slojeve određeni su u ovim tehničkim uslovima.

Udeo čestica manjih od 0,063 mm

Udeo čestica manjih od 0,063mm mora da odgovara zahtevima koji su određeni u tabeli 2.4.3.1.

Ako udeo finih čestica u prirodnoj mešavini zrna peska iznosi od 3 m.-% do 10 m.-%, treba ispitati udeo nepoželjnih zrna u frakciji 0/0,125 mm postupkom prema EN 933-9. Vrednost metilen plavo (kategorija  $MB_{F10}$ ) sme da iznosi najviše 4 g/kg.

Ako je udeo finih čestica u mešavini zrna peska veći od 10 m.-%, fine čestice moraju da odgovaraju zahtevima za punila koji su određeni u EN 13043, tč. 5.

U mešavini zrna peska dozvoljen je veći udeo finih čestica od navedenih, ako ekvivalent peska određen prema postupku u EN 933-8 iznosi

- u prirodnoj mešavini zrna peska najmanje  $SE_{Z0}$  i
- u drobljenoj mešavini zrna peska najmanje  $SE_{60}$ .

Oblik grubih zrna

Oblik grubih zrna određen ispitivanjem u skladu sa EN 933-4 mora u mešavinama zrna za asfaltne slojeve da odgovara kategoriji  $Sl_{20}$ .

Udeo drobljenih zrna u mešavini grubih zrna

Udeo drobljenih zrna određen prema EN 933-5 mora za bitumenizirane mešavine za asfaltne slojeve na putevima da odgovara zahtevima koji su određeni u tabeli 2.4.3.2.1

Ako je otpornost bitumenizirane mešavine na stvaranje kolotraga, koja je proverena ispitivanjem početnog sastava, odgovarajuća za predviđeno saobraćajno opterećenje, udeo zaobljenih zrna u sastavu mešavine kamenih zrna za teško i srednje saobraćajno opterećenje može da iznosi do 5 m.-%.

#### 2.4.3.2.1.1.2 Fizička svojstva

Fizička svojstva mešavine grubih kamenih zrna ( $d > 2\text{mm}$ ) za bitumenizirane mešavine za asfaltne slojeve moraju da odgovaraju ustaljenim uslovima u vezi sa

- otpornošću na drobljenje,
- otpornošću asfaltnih habajućih slojeva na izgladivanje,
- otpornošću na habanje,
- otpornošću na mraz (upijanje vode),
- otpornošću na zamrzavanje/odležavanje i
- obavijenošću bitumenskim vezivom.

Otpornost grubih zrna na drobljenje

Zahtevi za otpornost grubih zrna na drobljenje određeni su različitim uslovima upotrebe, kao i tehničkim i privrednim aspektima. Treba uzeti u obzir pre svega:

- saobraćajne uslove,
- lokalno raspoložive izvore mešavina kamenih zrna i
- sastav bitumeniziranih mešavina.

Vrednosti otpornosti na drobljenje grubih zrna (sa vrednošću koeficijenta Los Angeles) za asfaltne slojeve navedene su u tabeli 2.4.3.2.1.

Otpornost grubih zrna za asfaltne habajuće slojeve na izgladivanje

Otpornost na izgladivanje grubih zrna u bitumeniziranim mešavinama ugrađenim u asfaltne habajuće slojeve mora da odgovara kategorijama koje su navedene u tabeli 2.4.3.2.1.

Ako se prethodnim merenjima utvrdi odgovarajuća sposobnost trenja bitumenizirane mešavine ugrađene u asfaltni sloj, vrednost koeficijenta PSV za određeno saobraćajno opterećenje, odnosno predviđenu gustinu saobraćaja može da

bude i manja od navedenih graničnih vrednosti u tabeli 2.4.3.2.1.

Otpornost na habanje

Zahtev za otpornost grubih zrna na habanje u bitumeniziranim mešavinama u asfaltnim habajućim slojevima nije određen. U slučaju zahteva za izvođenje ispitivanja treba navesti utvrđenu vrednost.

Do dobijanja dovoljnog broja rezultata ispitivanja, vrednosti koeficijenata  $M_{DE}$  su samo informativne.

Otpornost na mraz (upijanje vode)

Upijanje vode u gruba zrna u bitumeniziranim mešavinama za asfaltne slojeve – kao prethodno ispitivanje otpornosti na mraz – ne sme da bude veće od 1 m.-% (kategorija  $WA_{241}$ ).

Postupak za ispitivanje upijanja vode određen je u EN 1097-6, tč. 8 i 9.

Otpornost na zamrzavanje/odležavanje

Otpornost na zamrzavanje/odležavanje mešavine kamenih zrna u bitumeniziranim mešavinama za asfaltne slojeve mora da se ispita postupkom sa magnezijum-sulfatom, koji je određen u EN 1367-2.

Obavijenost grubih zrna bitumenskim vezivom

Obavijenost grubih kamenih zrna bitumenom B100/150, ispitana postupkom koji je određen u EN 12679-11 mora za bitumenizirane mešavine za asfaltne slojeve da iznosi najmanje 80%.

I u slučaju kada će mešavine grubih kamenih zrna da budu upotrebene u sastavu bitumenizirane mešavine sa polimernim bitumenom, mora da se izvrši ispitivanje obavijenosti bitumenom B100/150 definisanim postupkom.

U tehničkoj regulativi su povremeno dodatno definisani zahtevi za sledeća fizička svojstva mešavine grubih kamenih zrna i punioce za bitumenizirane mešavine za asfaltne slojeve:

Otpornost na vrućinu

U slučaju da se u mineraloškom sastavu kamenih zrna nalazi kremen, treba proveriti otpornost grubih zrna na vrućinu; treba



izvršiti proveru prema EN 1367-5 i navesti rezultat ispitivanja (kategorija HR<sub>NR</sub>).

Udeo vode u punilu

Ispitivanjem određenim u EN 1097-5 treba proveriti udeo vode u stranom punilu; on ne sme da bude veći od 1m.-%.

Sadržaj šupljina u zbijenom suvom punilu

Sadržaj šupljina u zbijenom suvom punilu određen ispitivanjem po Rigdenu, koje je definisano u EN 1097-4, mora da odgovara za bitumenizirane mešavine za asfaltne slojeve kategoriji V<sub>28/38</sub>.

Tačka razmekšanja punila »Delta prsten-kuglica«

Stvrdnutost bitumena, određena ispitivanjem povišenja tačke razmekšanja punila postupkom »Delta prsten-kuglica« po EN 13179-1, mora da odgovara kategoriji Δ<sub>R&B8/25</sub>.

Ispitivanje "Sonnenbrand" bazalta

U slučaju upotrebe mešavine zrna proizvedenih od bazaltne stene, za vruće bitumenizirane mešavine treba izvršiti ispitivanje »Sonnenbrand« prema postupku koji je određen u EN 1367-3.

Utvrđena vrednost otpornosti mora da bude navedena (po pravilu koeficijent Los Anđeles uvećan za ≤ 8%).

#### 2.4.3.2.1.1.3 Hemijska svojstva

Zahtevi za hemijska svojstva mešavine kamenih zrna za bitumenizirane mešavine za asfaltne slojeve određuju uslove za

- udeo grubih organskih primesa u prirodnim smešama zrna i
- postojanost zapremine zrna zgure, povremeno i za
- osetljivost punila na vodu i
- otpornost zrna zgure na izluženje.

Udeo organskih primesa

Udeo grubih čestica organskih primesa u prirodnim mešavinama zrna većih od 2mm treba odrediti ispitivanjem određenim u EN 1744-1, tč. 14.2. Mora da odgovara kategoriji mLPC<sub>0,5</sub>.

Postojanost zapremine zrna zgure

Postojanost zapremine zrna zgure za bitumenizirane mešavine za asfaltne slojeve mora da bude proverena ispitivanjem prema EN 1744-1 i da odgovara kategoriji V<sub>3,5</sub>.

Osetljivost punila na vodu

U slučaju da se zahteva provera osetljivosti punila za bitumenizirane mešavine na vodu, treba izvršiti proveru prema EN 1744-2 i navesti rezultat ispitivanja.

Otpornost zrna zgure na izluženje.

Otpornost zrna zgure na izluženje mora da odgovara uslovima koji su određeni u važećim zakonskim odredbama.

#### 2.4.3.6.2 Bitumenska veziva

##### 2.4.3.6.1.2 Vrste bitumenskih veziva

Za bitumenizirane mešavine za asfaltne slojeve može kao vezivo da se upotrebe:

- standardizovani bitumeni za gradnju puteva,
- bitumeni za gradnju puteva modifikovani polimerima (pre svega na SBS osnovi) ili granulatom gume (polimerni ili gumirani bitumeni)
- bitumenske emulzije,
- sastavljena bitumenska veziva i
- prirodni asfalti.

##### 2.4.3.6.1.3 Kvalitet bitumenskih veziva

Svojstva bitumenskih veziva za bitumenizirane mešavine za asfaltne slojeve određena su:

- za standardizovane bitumene za gradnju puteva sa penetracijom od 20 do 300 mm/10 u EN 12591,
- za polimerne bitumene u EN 14023,
- za katjonske bitumenske emulzije u EN 13808 i
- za prirodne asfaltne u EN 13108-4:2005, Dodatak B.

Pri izboru vrste bitumenskog veziva treba uzeti u obzir prvenstveno saobraćajna opterećenja, klimatske i mikroklimatske uslove, mesto ugradnje bitumenizirane mešavine (usponi, trake za spori saobraćaj, raskrsnice), otpornost bitumenskog veziva na termička opterećenja u postupku proizvodnje, prevoza i ugradnje, kao i udaljenost gradilišta od pogona za proizvodnju bitumeniziranih mešavina.

Zahtevi za svojstva bitumenskih veziva, uključujući i postupke ispitivanja, definisani su

- za standardizovane bitumene za gradnju puteva u tabeli 2.4.3.2.4,
- za polimerne bitumene u tabelama 2.4.3.2.5 i 2.4.3.2.6,
- za gumirane bitumene u tabeli 2.4.3.2.7 i
- za katjonske bitumenske emulzije u tabeli 2.4.3.2.8.

Preporučeni tipovi bitumenskih veziva su sa stanovišta karakteristika primene navedeni u tabeli 2.4.3.2.9.

Svojstva bitumenskih veziva moraju da odgovaraju definisanim svojstvima za izabrani tip bitumena za gradnju puteva, polimernog ili gumiranog bitumena.

Udeo granulata gume u gumiranom bitumenu mora da iznosi najmanje 15 m.-%. Zbog stabilnosti gumiranog bitumena, skladištenje (u odgovarajućim uslovima) je ograničeno na najviše 2 dana. Preporučuje se skladištenje gumiranog bitumena samo do 24 časa na temperaturi 175 °C.

Tabela 2.4.3.2.4: Zahtevi za svojstva standardizovanih bitumena za gradnju puteva (prema EN 12591)

Svojstva	Postupak za ispitivanje	Jedinica mere	Tip bitumena					
			20/30	35/50	50/70	70/100	100/150	160/220
Penetracija na 25°C	EN 1426	0,1 mm	20 - 30	35 - 50	50 - 70	70 -100	100 - 150	160 - 220
Tačka razmekšanja	EN 1427	°C	55 - 63	50 - 58	46 - 54	43 - 51	39 - 47	35 - 43
Otpornost na stvrdnjavanje na 163°C:	EN 12607- 1							
- očuvana vrednost penetracije		%	≥ 55	≥ 53	≥ 50	≥ 46	≥ 43	≥ 37
- povećanje tačke razmekšanja, najviše – zahtevnost 1		°C	≤ 8	≤ 8	≤ 9	≤ 9	≤ 10	≤ 11
ili		°C	≤ 10	≤ 11	≤ 11	≤ 11	≤ 12	≤ 12
- povećanje tačke razmekšanja, najviše – zahtevnost 2								
Tačka paljenja (plamište)	EN ISO 2592	°C	≥ 240	≥ 240	≥ 230	≥ 230	≥ 230	≥ 220
Topljivost	EN 12592	%	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0	≥ 99,0
Promena mase po RTFOT	EN 12607-1	%	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,8	≤ 0,8	≤ 1,0
Posebni nacionalni uslovi: - Indeks penetracije	EN 12591 Dodatak B		- 1,5 do +0,7	- 1,5 do +0,7	- 1,5 do +0,7	- 1,5 do +0,7	- 1,5 do +0,7	- 1,5 do +0,7
- Kinematička viskoznost na 135°C	EN 12595	mm <sup>2</sup> /s	≥ 530	≥ 370	≥ 295	≥ 230	≥ 175	≥ 135
- Dinamička viskoznost na 60°C	EN 12596	Pa.s	≥ 440	≥ 225	≥ 145	≥ 90	≥ 55	≥ 30
- Tačka kidanja po Frasu	EN 12593	°C	-	≤ - 5	≤ -8	≤- 10	≤ - 12	≤ - 15

Tabela 2.4.3.2.5: Osnovni zahtevi za svojstva bitumena koji su modifikovani polimerima (prema EN 14023)

Osnovni zahtevi	Svojstva	Postupak za ispitivanje	Jedinica mere	Tip bitumena				
				PmB 10/40-60	PmB 25/55-65	PmB 45/80-50	PmB 45/80-65	PmB 90/150-45
Konzistencija na srednjoj temperaturi upotrebe	Penetracija na 25 °C	EN 1426	0,1 mm	10 – 40	25 – 55	45 – 80	45 – 80	90 - 150
Konzistencija na povećanoj temperaturi upotrebe	Tačka razmekšanja	EN 1427	°C	≥ 60	≥ 65	≥ 50	≥ 65	≥ 45
Kohezija	Duktilnost sa merenjem sile	EN 13703 EN 13589	J/cm <sup>2</sup> J/cm <sup>2</sup>	≥ 2 pri 10 °C	≥ 3 pri 5 °C	≥ 3 pri 5 °C	≥ 3 pri 5 °C	≥ 2 pri 5 °C
	Zatezna čvrstoća na 25 °C ili	EN 13703 EN 13589	J/cm <sup>2</sup>	nije određena				
	Vialit klatno	EN 13566	J/cm <sup>2</sup>	nije određena				
Trajnost (otpornost na stvrdnjavanje po EN 12607-3)	Promena mase	EN 12607-1 ili 12607-3	%	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5
	Očuvana vrednost penetracije	EN 1426	%	≥ 60	≥ 60	≥ 60	≥ 60	≥ 50
	Porast tačke razmekšanja	EN 1427	°C	nije određen				
Druga svojstva	Tačka paljenja (plamište)	EN ISO 2592	°C	≥ 250	≥ 250	≥ 250	≥ 250	≥ 235

Tabela 2.4.3.2.6: Dodatni zahtevi za svojstva ustaljenih bitumena koji su modifikovani polimerima (prema SIST 1035)

Dodatni zahtevi za svojstva	Postupak za ispitivanje	Jedinica mere	Tip bitumena				
			PmB 10/40-60	PmB 25/55-65	PmB 45/80-50	PmB 45/80-65	PmB 90/150-45
Tačka kidanja po Frasu	EN 12593	°C	≤ -7	≤ -12	≤ -15	≤ -18	≤ -18
Elastična povratna deformacija na 25 °C	EN 13398	%	≥ 50	≥ 70	≥ 60	≥ 80	≥ 70
Elastična povratna deformacija na 10 °C	EN 13398	%	nije određena				
Područje plastičnosti	-	°C	nije određeno				
Stabilnost pri skladištenju – razlika u tačkama razmekšanja	EN 13399 EN 1427	°C	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
Stabilnost pri skladištenju Razlika u penetracijama	EN 13399 EN 1426	0,1 mm	nije određena				
Promena tačke razmekšanja po EN 12607-1/-3	EN 1427	°C	nije određena				
Elastična povratna deformacija na 25 °C po EN 12607-1/-3	EN 13398	%	≥ 50	≥ 60	≥ 60	≥ 70	≥ 70
Elastična povratna deformacija na 10 °C po EN 12607-1/-3	EN 13398	%	nije određena				

Tabela 2.4.3.2.7: Zahtevi za svojstva bitumena koji su modifikovani granulatom gume (RmB)

Svojstva	Postupak za ispitivanje	Jedinica mere	Zahtevana vrednost
Penetracija na 25 °C	EN 1426	mm/10	25 – 100
na 4 °C		mm/10	15 - 25
Tačka razmekšanja na	EN 1427	°C	≥ 54
Elastičnost na 25 °C	EN 13880-3	%	≥ 20
Dinamička viskoznost na 175 °C	EN 12596	mPa.s	1500 - 5000

Tabela 2.4.3.2.8: Zahtevi za svojstva katjonskih bitumenskih emulzija (prema EN 13808)

Svojstva	Postupak 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	$\geq 2$	-	-	-
Vreme umešavanja finih čestica	EN 13075-2	s	$\geq 300$	-	-	-
Udeo veziva (sa sadržanom vodom)	EN 1428	m.-%	48 - 52	53 - 57	58 - 62	63 - 67
Udeo veziva (sa destilacijom)	EN 1431	m.-%	$\geq 48$	$\geq 53$	$\geq 58$	$\geq 63$
Udeo uljne komponente	EN 1431	m.-%	$\leq 3,0$	$\leq 5,0$	$\leq 8,0$	$\leq 10,0$
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:	EN 1429					
- 0,5 mm		m.-%	$\leq 0,2$	$\leq 0,5$	-	-
- 0,16 mm		m.-%	$\leq 0,5$	-	-	-
Ostatak na situ 0,5 mm (po 7-dnevnom skladištenju)	EN 1429	m.-%	$\leq 0,2$	$\leq 0,5$	-	-
Sleganje (7-dnevno skladištenje)	EN 12847	m.-%	$\leq 10$	-	-	-
Adhezivnost	EN 13614	% površine	$\geq 90$	-	-	-

Tabela 2.4.3.2.9: Preporuka za upotrebu bitumenskih veziva za bitumenizirane mešavine za asfaltne slojeve

Karakteristike primene		Tip bitumena za gradnju puteva						Tip polimernog bitumena				
		20/30	35/50	50/70	70/100	100/150	160/220	10/40-60	25/55-65	45/80-50	45/80-65	90/150-45
Vrsta bitumenizirane mešavine	AC surf (BB)	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+
	AC bin (BD)	-	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-
	AC base (BD, BP)	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-
	SMA (DBM)	-	-	+	+	+	-	-	-	+	+	-
	PA (DA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Razred saobraćajnog opterećenja (PGDO)	IT (izuzetno teško)	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-
	VT (vrlo teško)	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	-
	T (teško)	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+
	S (srednje)	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+
	L (lako)	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+
	VL (vrlo lako)	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	+
Gustina saobraćaja (PGDS)	> 20.000	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	-
	10.000 - 20.000	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-
	5.000 - 10.000	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+	+
Brzina saobraćaja	S (spor) <sup>1)</sup>	+	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-
	B (brz)	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+
Klimatsko područje	M (mediteransko)	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-
	C (kontinentalno)	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+

1) ≤ 35 km/h

#### 2.4.3.6.2 Dodaci

Odgovarajućim vrstama i kvalitetom dodataka bitumenskom vezivu

- za poboljšanje adhezivnosti između veziva i kamenih zrna,
- za povećanje otpornosti bitumenskog veziva na oksidaciju ili starenje,
- za sniženje temperature pri proizvodnji bitumeniziranih mešavina i
- za povećanje debljine filma bitumenskog veziva na kamenim zrnima i posledično produženje trajnosti bitumeniziranih mešavina u asfaltnim habajućim slojevima i

- za smanjenje buke asfaltnih habajućih slojeva,
- u posebnim uslovima je moguće obezbediti odgovarajuća svojstva.

Količina stabilizujućih dodataka za bitumensko vezivo (pretežno mineralna vlakna u granulama) i drugih dodataka u bitumeniziranim mešavinama za posmatrane habajuće slojeve mora da obezbedi odgovarajuća svojstva.

Zahtevi za zrnavost granulata gume dati su u zavisnosti od načina dobijanja, tj. drobljenjem starih (pohabanih) pneumatika ili brušenjem u postupku proizvodnje pneumatika, u tabeli 2.4.3.2.10.

Tabela 2.4.3.2.10: Zahtevi za zrnavost granulata gume

Sita ISO 525		Sita EN		Sita ASTM		Sita EN	
stranica	ostatak pri prosejavanju	stranica	ostatak pri prosejavanju	stranica	ostatak pri prosejavanju	stranica	ostatak pri prosejavanju
mm	m.-%	mm	m.-%	mm	m.-%	mm	m.-%
0,075	0 – 5	0,063	0 – 5	0,075	0 – 5	0,063	0 – 5
0,250	5 – 25	0,125	2 – 10	0,150	0 – 10	0,125	0 – 10
0,425	45 – 70	0,250	5 – 25	0,300	0 – 45	0,250	0 – 35
0,600	85 – 100	0,500	65 – 85	0,600	25 – 85	0,500	15 – 70
0,850	95 – 100	0,710	90 – 100	1,180	70 – 100	0,710	35 – 90
1,180	100	1,000	100	2,000	100	1,000	55 – 100
-	-	-	-	-	-	2,000	100

Granulat gume koji je proizveden od pneumatika sme da kao nečistoće sadrži

- do 0,5 m.-% tkanina i
- do 0,01 m.-% nerđajućih metala.

Specifična masa gume mora da iznosi  $1,15 \pm 0,10 \text{ g/cm}^3$ .

Pri upotrebi dodataka treba poštovati uputstva i informativne količine koje navodi proizvođač dodatka.

#### 2.4.3.2.2 Asfaltni granulat

Vrlo različite vrste i kvalitet bitumeniziranih mešavina ugrađenih u postojeće asfaltno slojeve zahtevaju različite vrste i kvalitet asfaltnog granulata, koji moraju da budu detaljno poznati radi ponovne upotrebe u proizvodnji novih bitumeniziranih mešavina..

Kvalitet kamenih zrna u asfaltnom granulatu planiranom za ponovnu upotrebu mora u

osnovi da odgovara zahtevima određenim u tč. 2.4.3.2.1.2.

Zrnavost asfaltnog granulata koji se ponovo koristi u proizvodnji bitumeniziranih mešavina za asfaltno slojeve mora da odgovara

- za habajuće slojeve kategoriji DRA<sub>80/8</sub> ili DRA<sub>110/11</sub> i
  - za vezane noseće slojeve kategoriji DRA<sub>160/16</sub>, DRA<sub>220/22</sub> ili DRA<sub>320/32</sub>,
- u zavisnosti od zrnivosti planirane nove bitumenizirane mešavine.

Detaljni uslovi za proveru zrnivosti asfaltnog granulata i udeo u proizvedenoj novoj bitumeniziranoj mešavini za asfaltni sloj su određeni u EN 13108-8.

Asfaltni granulat sme da sadrži samo bitumensko vezivo koje odgovara zahtevima određenim u tč. 2.4.3.2.2.2



Količinu bitumenskog veziva u asfaltnom granulatu koji je dobijen postupkom određenim u EN 12697-3 ili EN 12697-4, treba odrediti u skladu sa uslovima datim u EN 12697-1 i razvrstati u odgovarajući tip bitumena B.

Udeo nečistoća u asfaltnom granulatu koji je određen ispitivanjem prema EN 12697-42 mora da odgovara

- za habajuće slojeve: kategoriji F1 i
- za vezane noseće slojeve: kategoriji F5 ili F<sub>dec</sub>.

### 2.4.3.3 Način izvođenja

Osnove za izvođenje radova u sklopu bitumenom vezanih slojeva mešavine kamenih zrna moraju da budu određene

- u tehnološkom elaboratu i
- dokaznom ugrađivanju bitumeniziranih mešavina.

Za asfaltne slojeve uobičajeno se koriste sledeće vrste bitumeniziranih mešavina:

- za asfaltni donji noseći sloj:
  - bitumenizirana mešavina kamenih zrna – AC base, stab
- za asfaltni gornji noseći sloj:
  - bitumenizirana drobina (šljunak) – AC base
- za asfaltni vezni sloj:
  - bitumenizirana drobina – AC bin
- za asfaltni habajući sloj:
  - bitumenski beton – AC surf
  - skeletni mastiks asfalt (standardizovanog, šupljikavog i otvorenog sastava ili sastava za malu buku) - SMA
  - drenažni asfalt (standardizovanog i otvorenog sastava) – PA
  - liveni asfalt – MA
  - tankoslojna obrada - SS
  - površinska obrada - SD.

Područja primene navedenih bitumeniziranih mešavina i granične (tehnološki uslovljene) projektne debljine asfaltnih slojeva su detaljno određeni u ovom sklopu obrade slojeva vezanih bitumenom.

#### 2.4.3.3.1 Tehnološki elaborat

Izvođač mora najmanje 14 dana pre početka ugradnje bitumenizirane mešavine u asfaltni sloj nadzornom inženjeru da da na potvrdu tehnološki elaborat koji mora da bude pripremljen prema zahtevima definisanim u opštim tehničkim uslovima (OTP).

U tehnološkom elaboratu mora da bude uključena sledeća propisana dokumentacija o proizvodu:

- sertifikat kontrole proizvodnje sa prilogom
- izjava o usaglašenosti sa CE informacijom
- izveštaj o ispitivanju postojanosti bitumenizirane mešavine za habajući sloj pri teškom saobraćajnom opterećenju na niskoj temperaturi
- izveštaj o početnom ispitivanju (na zahtev nadzornog organa).

U zavisnosti od obima planiranog posla, nadzorni inženjer može da dozvoli i odstupanje od navedenih zahteva.

#### 2.4.3.3.1.1 Tehnološki postupci pri izvođenju radova

Izvođač radova mora u tehnološkom elaboratu da odredi detaljan opis pojedinačne faze rada u zavisnosti od tehnološkog postupka.

#### 2.4.3.3.1.2 Podaci o mehanizaciji

Izvođač mora da navede osnovne podatke o mašinama, transportnim sredstvima i opremi (vrsta, izvor, kapacitet) koje će upotrebiti za izgradnju asfaltnih slojeva od bitumeniziranih mešavina.

Pre početka rada mašina i uređaja od kojih zavisi kvalitet radova, treba proveriti njihovu prikladnost za obezbeđivanje ravnomernog kvaliteta u skladu sa zahtevima važećih tehničkih uslova.

Sva oprema i mašine koje će biti uključeni u tehnološki postupak ugradnje bitumeniziranih mešavina u asfaltni sloj, moraju da budu ispitani i da po kapacitetu odgovaraju zahtevima određenim u projektnoj dokumentaciji i u tehničkim uslovima.

#### 2.4.3.3.1.3 Program prosečne učestalosti kontrole

Izvođač mora da u tehnološkom elaboratu priloži program prosečne učestalosti unutrašnje kontrole koji mora da bude izrađen na osnovu određene minimalne učestalosti ispitivanja u skladu sa ovim tehničkim uslovima. Kada nadzorni inženjer potvrdi program, učestalost ispitivanja je određena.

#### 2.4.3.3.1.4 Podaci o radnom osoblju i odgovornim radnicima na projektu

Radi pravovremene provere stručne osposobljenosti izvođač mora da priloži detaljan spisak odgovornih i stručnih radnika na gradilištu.

#### 2.4.3.3.2 Dokazno ugrađivanje bitumeniziranih mešavina

##### 2.4.3.3.2.1 Opšte

Bitumenizirane mešavine za asfaltne slojeve moraju da budu proizvedene vrućim postupkom. Temperatura mešanja bitumenizirane mešavine zavisi od vrste upotrebljenog veziva. Preporučene i granične temperature bitumeniziranih mešavina u proizvodnji navedene su u tabeli 2.4.3.3.1. U izuzetnim okolnostima, najviša temperatura bitumenizirane mešavine može da bude do 10 °C veća od navedene.

Za proizvodnju bitumeniziranih mešavina treba, po pravilu, upotrebiti uređaje za

mešanje sa šaržirnim postupkom, pri kojem mora da se merenjem mase obezbedi tačno odmeravanje količine frakcija kamenog brašna i vrućih kamenih zrna, bitumenskog veziva i svih upotrebljenih dodataka (sredstava za dopiranje, stabilizatora, i dr.). Bitumensko vezivo je dozvoljeno odmeravati i zapreminski, pri čemu treba uzeti u obzir promenu zapremine (i s tim mase zapremine) sa temperaturom.

Tabela 2.4.3.3.1 Temperatura proizvedene bitumenizirane mešavine u zavisnosti od tipa upotrebljenog bitumenskog veziva

Tip bitumena	Temperatura proizvedene bitumenizirane mešavine (°C)	
	preporučena	najviša
B 160/220	140 ± 10	165
B100/150	145 ± 10	170
B 70/100	150 ± 10	175
B 50/70	160 ± 10	180
B 35/50	170 ± 10	190
PmB	prema uputstvu proizvođača PmB	
RmB	165	175

Vreme mešanja i drugi uticaji na kvalitet obavijanja zrna vezivom, odnosno na raspodelu veziva u mešavini, moraju da budu tako podešeni da se obezbedi jednoobrazna bitumenizirana mešavina. U slučaju upotrebe polimernog bitumena treba dosledno pratiti uputstva proizvođača veziva pri čemu treba posvetiti posebnu pažnju najvišoj dozvoljenoj temperaturi (da se vezivo ne pregreje).

Pri proizvodnji i skladištenju treba u najmanjoj mogućoj meri koristiti sredstvo za sprečavanje slepljivanja bitumenizirane mešavine sa metalom.

Proizvodni kapaciteti uređaja za mešanje, transportnih sredstava i mehanizacije za ugradnju moraju da budu međusobno usklađeni.

Ako izvođač nije priložio odgovarajuće dokaze, onda mora na zahtev nadzornog inženjera da dokaže prikladnost

- prevoza na gradilište i
- ugradjivanja bitumenizirane mešavine.

Pri dokaznom ugrađivanju ispitivanjima treba

- utvrditi prikladnost opreme za ugradnju u skladu sa zahtevima iz ovih tehničkih uslova,
- uzeti na mestu ugradnje dva uzorka vruće bitumenizirane mešavine za potpuno ispitivanje,
- na mestu uzimanja uzoraka bitumenizirane mešavine uzeti dva jezgra,
- kalibrisati izabrani merač gustine za izabranu vrstu bitumenizirane mešavine i
- izmeriti gustinu ugrađene bitumenizirane mešavine nedestruktivnim postupkom.

Kontrolni uzorci bitumenizirane mešavine moraju da pokažu usaglašenost sa izjavom proizvođača i

- da je sastav ekstrahovane mešavine kamenih zrna unutar područja dozvoljenih tolerancija navedenih u tabeli 2.4.3.3.2,
- da je količina ekstrahovanog bitumena u području ± 0,5 m.-% količine u početnom sastavu bitumeniziranih mešavina,
- da je minimalna količina ekstrahovanog bitumena u bitumeniziranim mešavinama skeletnog mastiks asfalta i drenažnog asfalta u skladu sa odredbama u EN 13108-5 i 13108-7; zbog odstupanja pri određivanju udela ekstrahovanog bitumenskog veziva dozvoljeno dodatno

odstupanje iznosi  $\pm 0,2$  m.-% (granična vrednost), odnosno - 0,3 m.-% (krajnja granična vrednost)

Tabela 2.4.3.3.2: Dozvoljeno odstupanje sastava mešavine kamenih zrna u uzorcima za kontrolna ispitivanja u odnosu na vrednosti u početnom sastavu

Veličina zrna	Pojedinačni uzorci Dozvoljeno odstupanje od ostatka pri prosejavanju			Srednja vrednost četiri uzorka Dozvoljeno odstupanje od ostatka pri prosejavanju i početnog sastava		
	Sitnozrne mešavine D < 16 mm	Krupnozrne mešavine D $\geq$ 16 mm	Liveni asfalt D < 16 mm	Sitnozrne mešavine D < 16 mm	Krupnozrne mešavine D $\geq$ 16 mm	Liveni asfalt D < 16 mm
	m.-%					
D	-8 +5	-9 +5	-8 +5	$\pm 4$	$\pm 5$	$\pm 4$
D/2 ili karakteristično grubo sito	$\pm 7$	$\pm 9$	$\pm 8$	$\pm 4$	$\pm 4$	$\pm 4$
2 mm	$\pm 6$	$\pm 7$	$\pm 8$	$\pm 3$	$\pm 3$	$\pm 3$
0,063 mm	$\pm 2$	$\pm 3$	$\pm 4$	$\pm 1$	$\pm 2$	$\pm 2$

Granične vrednosti mehaničkih i prostornih svojstava bitumeniziranih mešavina u asfaltnim slojevima određene su u ovim tehničkim uslovima za pojedinačnu vrstu bitumenizirane mešavine.

Svojstva ekstrahovanog standardnog bitumena za gradnju puteva mogu da se promene u odnosu na upotrebljeni tip

- u tački razmekšanja za najviše 10 °C i
- u penetraciji do 60 %.

Pri upotrebi bitumena za gradnju puteva B 20/30 tačka razmekšanja ekstrahovanog bitumena po PK može da se promeni do najviše 74 °C, a pri upotrebi polimernog bitumena za najviše 10 °C u odnosu na tačku razmekšanja isporučenog polimernog bitumena.

Dokazno ugrađivanje treba ponoviti pri svakoj promeni osnovnog materijala i/ili sastava bitumenizirane mešavine kao što je određeno u EN 13108-20.

Dokazno ugrađivanje mora da bude izvedeno na delu gradilišta na kojem je prema projektnoj dokumentaciji predviđena ugradnja bitumenizirane mešavine iste vrste. Ako to nije moguće, probno polje mora da bude izvedeno istom mehanizacijom za ugradnju na drugom gradilištu.

Bitumeniziranu mešavinu treba ugraditi u planiranoj debljini sloja. Na probnom polju treba uzeti najmanje 5 jezgara iz ugrađenog sloja i izvršiti najmanje 20 merenja gustine ugrađene bitumenizirane mešavine sa

nedestruktivnim postupkom (npr. izotopskom sondom). Kalibrisanje opreme za unutrašnje i nezavisno kontrolno ispitivanje mora da bude izvedeno merenjem gustina na ugrađenim slojevima na mestima uzimanja jezgara, pre njihovog uzimanja.

Dokazno ugrađivanje treba ponoviti pri svakoj promeni mehanizacije za ugradnju bitumenizirane mešavine.

Ako je izvođač u sličnim uslovima već gradio asfaltni noseći ili habajući sloj koristeći istu bitumeniziranu mešavinu, rezultati mogu da se smatraju probnom proizvodnjom i ugrađivanjem. O tome odlučuje nadzorni inženjer.

Za puteve sa teškim saobraćajnim opterećenjima, treba pre početka radova izvesti ispitivanje otpornosti bitumenizirane mešavine na stvaranje kolotruga prema postupku koji je određen u EN 12697-22. Kategorija WTS<sub>AIR</sub>, odnosno PRD<sub>AIR</sub>, definisana u EN 13108, mora da bude određena u zavisnosti od saobraćajnog opterećenja koje je određeno na osnovu podataka o saobraćaju i predviđeno u projektnoj dokumentaciji. Za bitumeniziranu mešavinu za vezani gornji noseći sloj je - u navedenim uslovima primene - preporučljivo proveriti i njenu otpornost na zbijanje.

Važne osobine i postupci za ispitivanje sastava bitumeniziranih mešavina za asfaltno slojeve navedeni su u tabeli 2.4.3.3.3.

Tabela 2.4.3.3.3: Ispitivanja ugrađivanih bitumeniziranih mešavina

Vrsta bitumenizirane mešavine	Standard za kvalitet EN	Svojstvo bitumenizirane mešavine	Postupak za ispitivanje
AC surf, AC bin, AC base, AC base stab, SMA, MA, PA, SS, SD	13108-1,-5,-6,-7	udeo veziva	EN 12697-1
AC surf, AC bin, AC base, AC base stab, SMA, MA, PA, SS, SD	13108-1,-5,-6,-7	Zrnavost	EN 12697-2
AC surf, AC bin, AC base, AC base stab, SMA, PA, SS	13108-1,-5,-7	sadržaj šupljina sadržaj šupljina u mešavini zrna ispunjenost šupljina vezivom	EN 12697-8, EN 12697-6, EN 12697-5
AC surf, AC bin, AC base, SMA	13108-1,-5	otpornost na trajne deformacije (Wheel tracking)	EN 12697-22
AC surf, AC bin, AC base, SMA, PA	13108-1,-5,-7	osetljivost na vodu	EN 12697-12
SMA, PA	13108-5, -7	isticanje veziva	EN 12697-18
AC surf, SMA, PA, SD	13108-1, -5, -7	slepljivanje bitumena i zrna	EN 12697-11
PA	13108-7	Vodopropusnost	EN 12697-19
PA	13108-7	gubitak čestica	EN 12697-17
MA	13108-6	dubina utiskivanja	EN 12697-20

Ako prilikom proizvodnje ili ugradnje bitumeniziranih mešavina u asfaltne slojeve nastane bilo kakva promena, izvođač mora da nadzornom inženjeru u pisanom obliku da dostavi predlog izmene.. Izmenu može da bude sprovedena tek kada je odobri nadzorni inženjer.

#### 2.4.3.3.2 Prevoz bitumeniziranih mešavina

Za prevoz bitumenizirane mešavine treba upotrebiti odgovarajuća vozila - kiperi, opremljene za istovar (u finišer) i sa odgovarajućom zaštitom za bitumeniziranu mešavinu od padavina, hlađenja i zagađenja. Unutrašnju površinu (stranice i dno) metalnih tovarnih sanduka teretnih vozila treba pre utovara bitumenizirane mešavine poprskati sredstvom za sprečavanje slepljivanja (na bazi sapuna, biljnih ulja ili drugih nerastvarača) koji ne deluje štetno na bitumeniziranu mešavinu.

Broj vozila za prevoz bitumenizirane mešavine na gradilište mora da bude – u skladu sa rastojanjem prevoza – prilagođen uslovima ravnomernog ugrađivanja.

Prevoz vrućih bitumeniziranih mešavina je, po pravilu, ograničen na najveću udaljenost od 100 km i najduže vreme do 2 časa, pod uslovom da se za prevoz koristi vozilo sa termo tovarnim sandukom. U suprotnom slučaju udaljenost prevoza adekvatno zaštićene vruće bitumenizirane mešavine je

ograničena na 70 km i trajanje najviše 1,5 časa.

I za prevoz na manjim udaljenostima i kraće vreme bitumenizirana mešavina mora da bude odgovarajuće zaštićena. Za način transporta vruće bitumenizirane mešavine na gradilište, izvođač mora da dobije saglasnost nadzornog inženjera.

#### 2.4.3.3.2.3 Priprema podloge

Nabacivanje bitumenizirane mešavine za asfaltni sloj na odgovarajuće pripremljen planum bitumenizirane podloge, koji ne sme da bude prašnjav ili vlažan, može da se započnetek kada to odobri nadzorni inženjer.

Sa istrugane površine podloge treba odstraniti sav nevezani materijal.

Planum podloge za asfaltne slojeve mora da bude ravan. Odstupanje planuma podloge ispod 4 m duge merne letve sme (u proizvoljnom smeru) da iznosi, u slučaju nadgradnje

- asfaltnim habajućim slojem do 10 mm
- asfaltnim veznim ili gornjim nosećim slojem do 15 mm i
- asfaltnim donjim nosećim slojem: do 20 mm.

Postupak merenja ravnosti definisan je u smernici SRMG, tč. 3.1.2.1 odnosno u EN 13036-7.

Ako se utvrde veća odstupanja i/ili se primete drugi nedostaci, takve nedostatke treba odkloniti pre nadgradnje asfaltnim slojem.

Za obezbeđivanje slepljenosti slojeva (osim dvoslojnog drenažnog asfalta) mora da se izvrši prskanje podloge bitumenskom emulzijom. Količina emulzije za prskanje zavisi od stanja podloge i treba je prilagoditi svakom stanju posebno. Informativna količina emulzije za prskanje iznosi 0,3 do 0,5 kg/m<sup>2</sup>. Pri upotrebi polimernog bitumena za sastav bitumenizirane mešavine treba za prskanje upotrebiti i emulziju polimernog bitumena. Ako je podloga za drenažni asfalt vodopropusni sloj, treba zaptivanje površine podloge prskanjem

- polimernim bitumenom 1,0 do 1,5 kg/m<sup>2</sup>
- polimernom bitumenskom emulzijom 1,5 do 2,2 kg/m<sup>2</sup>.

Poprskanu podlogu za drenažni asfalt treba posuti kamenim brašnom ili neobavijenim ili minimalno obavijenim zrnima sitneži

- frakcije 4/8 mm u količini 5 do 8 kg/m<sup>2</sup> ili
- frakcije 8/11 mm u količini 7 do 10 kg/m<sup>2</sup> i valjkom ih blago utisnuti u podlogu. Pre ugrađivanja sloja drenažnog asfalta treba odstraniti višak posute sitneži.

Prskanje podloge mora da se izvede mašinski i pravovremeno da bi se omogućilo da voda, odnosno sredstvo za razređivanje bitumena ispari pre početka ugrađivanja bitumenizirane mešavine. - U izuzetnim slučajevima ručno prskanje mora da odobri nadzorni inženjer. Podloga za habajući sloj livenog asfalta ne sme da bude poprskana.

Prskanje podloge nije potrebno ako će asfaltni sloj biti neposredno ugrađen na sloj podloge, vezan ili zaštićen bitumenskim vezivom, po kojem se nije vršio saobraćaj. O tome odlučuje nadzorni inženjer.

Visinu (niveletu) pojedinačnih mernih mesta na planumu podloge treba odrediti nivelisanjem. Radi obezbeđivanja uslova za odgovarajuće odvodnjavanje na području vitoperenja kolovoza, gustinu mernih mesta treba primereno povećati. Na proizvoljnom mestu planum sme da odstupa od projektovane kote najviše ± 10 mm.

Dozvoljena odstupanja nagiba određena su dozvoljenom neravnošću i odstupanjem od visine planuma, ali ne smeju da budu veća od ± 0,4 % apsolutne vrednosti nagiba.

Ugrađivanje bitumenizirane mešavine za asfaltni sloj na odgovarajuće pripremljen planum podloge, koji ne sme da bude prašnjav ili vlažan, može da se započne tek kada to odobri nadzorni inženjer..

#### 2.4.3.3.2.4 Ugrađivanje bitumenizirane mešavine

Ugrađivanje bitumenizirane mešavine mora da bude, po pravilu, mašinsko sa razastiračem (finišerom) koji pored razastiranja vrši i delimično zbijanje bitumenizirane mešavine. Stepem zbijenosti koji razastirač bitumenizirane mešavine (finišer) mora da ostvari je najmanje 85% referentne gustine laboratorijski ispitnog uzorka. Odstupanje od ovog zahteva mora da odobri nadzorni inženjer.

Razastiračem (finišerom) mora da se obezbedi ravnomeran sastav razastrte bitumenizirane mešavine.

Izuzetno je dozvoljena ručna ugradnja bitumenizirane mešavine, ako zbog ograničenog prostora upotreba mašina nije moguća. Ručnu ugradnju mora da odobri nadzorni inženjer.

Bitumeniziranu mešavinu je dozvoljeno ugrađivati samo pri odgovarajućim vremenskim uslovima. Odgovarajuća temperatura vazduha i podloge za ugrađivanje bitumeniziranih mešavina je

- za habajuće slojeve najmanje 3 °C,
- za asfaltne noseće slojeve najmanje 0 °C i
- za habajuće slojeve od gumiranih bitumeniziranih mešavina najmanje 12 °C.

Saglasnošću nadzornog inženjera dozvoljava se ugradnja bitumenizirane mešavine na suhu i zamrznutu podlogu po nevetovitom vremenu i na nižoj temperaturi, ako je pri tom debljina asfaltnog sloja na gornjem području tehnološke debljine za upotrebljenu zrnastost mešavine. Preporučena i najniža temperatura bitumenizirane mešavine na mestu ugradnje su u odnosu na tip upotrebljenog veziva za proizvodnju određene u tabeli 2.4.3.3.4.

Merenje temperature vruće bitumenizirane mešavine mora da bude izvršeno u skladu sa EN 12697-13.

Tabela 2.4.3.3.4: Preporučena i najniža temperatura bitumenizirane mešavine pri ugradnji

Tip bitumena	Preporučena temperatura bitumenizirane mešavine pri ugradnji (°C)	Najniža temperatura bitumenizirane mešavine iza mašine za ugrađivanje (°C)
B 160/220	135	110
B100/150	140	115
B 70/100	145	120
B 50/70	155	130
B 35/50	165	140
PmB	prema uputstvu proizvođača PmB	
RmB	165	140

Najviša temperatura bitumenizirane mešavine pri ugradnji sme da bude do 20 °C veća od preporučene, osim u slučaju upotrebe gumiranog bitumena, kada sme da bude najviše 10 °C veća od preporučene.

Pri ručnom ugrađivanju i zbijanju po vetrovitom i hladnom vremenu, najniža temperatura bitumenizirane mešavine mora da bude za 10 °C veća od zahtevane donje granične vrednosti za određenu vrstu veziva.

Ako uslovi rada to dozvoljavaju bitumeniziranu mešavinu u asfaltni sloj treba ugrađivati odjednom po celoj širini kolovoza. Ako se za ugrađivanje koristi više zamaknutih finišera, razlika u kvalitetu ugrađene bitumenizirane mešavine na području spoja ne sme da bude primetna.

Pri ugrađivanju bitumeniziranih mešavina podužne spojnice u odnosu na spojeve u sloju podloge moraju da budu po pravilu zamaknute za 20 cm, a najmanje za 10 cm, a poprečne (radne) spojnice najmanje za 50 cm.

Ugrađene trake bitumeniziranih mešavina treba spajati u podužnom pravcu vrućim postupkom. Ako to nije moguće, treba indirektno zagrevati spojnicu prethodno ugrađene trake ili za spajanje upotrebiti masu za zalivanje (može u obliku trake) ili bitumensku pastu. Ako se za spajanje ne upotrebi lepljiva masa, pri izradi podužnih i poprečnih spojnica površine ohlađenog sloja treba premazati bitumenskom emulzijom u količini najmanje 0,5 kg/m<sup>2</sup>. Treba premazati i 15 cm širok pojas na području spoja i po potrebi posuti ga peskom.

Svaki prekid rada je treba izvršiti po celoj širini kolovoza, odnosno saobraćajne trake, upravno na osovinu puta i vertikalno, te ravnomerno premazati bitumenskim vezivom.

Odstupanje od ovog je moguće samo uz saglasnost nadzornog inženjera.

Za zbijanje slojeva različitih bitumeniziranih mešavina mogu da se upotrebe odgovarajući valjci (statički, vibracioni, valjci sa gumenim točkovima, kombinovani) različitih masa. Valjci moraju da imaju ugrađen sistem za kvašenje točkova vodom ili drugim odgovarajućim sredstvom za sprečavanje lepljenja bitumenizirane mešavine na točkove. Upotreba naftnih derivata za kvašenje točkova nije dozvoljena.

Izabrana vrsta i broj valjaka, kao i način zbijanja, moraju da obezbede što ravnomerniju zahtevanu gustinu, odnosno zbijenost, bitumenizirane mešavine po celoj projektovanoj širini kolovoza. Zato treba uz ivice povećati širinu slojeva podloge za projektovanu debljinu sloja, ako to u projektnoj dokumentaciji već nije predviđeno (slika 2.4.3.6.1).

Bitumeniziranu mešavinu treba zbijati od ivice prema sredini sloja i od niže prema višoj ivici, odnosno položaju sloja. Pojedinačni prelazi valjaka moraju uvek da se preklapaju za 15 do 20 cm. Treba sprečiti svako zadržavanje valjka na ugrađenom sloju vruće bitumenizirane mešavine, kao i iznenadno kočenje i ubrzavanje valjka i promenu pravca valjanja na još nezbijenom sloju vruće bitumenizirane mešavine.

Sva za valjke nedostupna mesta treba zbijati do zahtevane zbijenosti drugim sredstvima čiju upotrebu mora da odobri nadzorni inženjer koji određuje i uslove pri kojima je takva sredstva treba upotrebiti.

#### 2.4.3.3.2.5 Obrada površine asfaltnog sloja

Na svakom sloju bitumenizirane mešavine, čak i ako je takva kolovozna površina samo privremeno (samo nekoliko dana) izložena

saobraćaju, preporučuje se da izvođač obezbedi uslove za bezbednu vožnju pri svim vremenskim prilikama.

Za to može da se upotrebi postupak obrade (zatvorene) kolovozne površine mašinskim posipanjem kamenih zrna frakcije 1/2 mm (1,5 do 2 kg/m<sup>2</sup>) ili 2/4 mm (2 do 3 kg/m<sup>2</sup>) na samo delimično zbijeni vrući sloj bitumenizirane mešavine (sa temperaturom najmanje 110 °C).

Bolje slepljivanje posutih kamenih zrna na površini ugrađenog asfaltnog sloja može da se obezbedi obavijanjem zrna za posip bitumenskim vezivom (tip 160/220, 100/150 ili 70/100, približno 1 m.-%).

Preostalim potrebnim prelazima valjaka za uslovljeno zbijanje ugrađene bitumenizirane mešavine treba učvrstiti posuta kamena zrna i obezbediti odgovarajuću sposobnost trenja

kolovozne površine. Za učvršćivanje posutih kamenih zrna treba upotrebiti statičke valjke sa čeličnim bandažama.

O posipu odlučuje nadzorni inženjer.

Na ugrađeni asfaltni sloj saobraćaj može da seпусти tek kada se bitumenizirana mešavina u sredini sloja ohladi na približno 30 °C. Nadzorni inženjer može da odredi i drugačije uslove za puštanje saobraćaja (npr. pri upotrebi niskotemperaturne bitumenizirane mešavine u zavisnosti od upotrebljenog dodatka).

#### 2.4.3.3.3 Uslovi za ugrađivanje

##### 2.4.3.3.3.1 Asfaltni donji noseći (stabilizovani) sloj (Asphalt concrete – base, stabilized)

Tabela 2.4.3.3.5: Područja primene bitumeniziranih mešavina proizvedenih vrućim postupkom za asfaltno donje noseće (stabilizovane) slojeve u zavisnosti od prosečnog godišnjeg dnevnog saobraćajnog opterećenja (PGDO)

Grupa saobraćajnog opterećenja	PGDO (NOO 100 kN)	Razred bitumenizirane mešavine	Razred mešavine kamenih zrna	Vrsta bitumenizirane mešavine		
				AC 16 base, stab	AC 22 base, stab	AC 32 base, stab
- izuzetno teško	> 3000	A1	Z4	-	+	+
- vrlo teško	> 800 do 3000	A2		-	+	+
- teško	> 300 do 800	A3	Z5	+	+	+
- srednje	> 80 do 300	A4	Z6	+	+	+
- lako	>30 do 80			+	+	+
- vrlo lako	≤ 30					

Tabela 2.4.3.3.6: Granične projektne debljine slojeva bitumeniziranih mešavina proizvedenih vrućim postupkom za asfaltno donje noseće (stabilizovane) slojeve

Projektna debljine sloja	Jedinica mere	Vrsta bitumenizirane mešavine		
		AC 16 base, stab	AC 22 base, stab	AC 32 base, stab
- najmanja	mm	60	80	100
- najveća	mm	100	120	180



## 2.4.3.3.2 Asfaltni gornji noseći sloj (Asphalt concrete – base)

Tabela 2.4.3.3.7: Područja primene bitumeniziranih mešavina za asfaltne noseće slojeve u zavisnosti od prosečnog godišnjeg dnevnog saobraćajnog opterećenja

Grupa saobraćajnog opterećenja	PGDO (NOO 100 kN)	Razred bitumenizirane mešavine	Razred mešavine kamenih zrna	Vrsta bitumenizirane mešavine		
				AC 16 base	AC 22 base	AC 32 base
- izuzetno teško	> 3000	A1	Z4	-	+	+
- vrlo teško - teško	> 800 do 3000 > 300 do 800	A2	Z4	+	+	+
- srednje	> 80 do 300	A3	Z5	+	+	+
- lako - vrlo lako	>30 do 80 ≤ 30	A4	Z6	+	+	-

Tabela 2.4.3.3.8: Granične projektne debljine slojeva bitumeniziranih mešavina za asfaltne noseće slojeve za novogradnje

Projektna debljina sloja	Jedinica mere	Vrsta bitumenizirane mešavine		
		AC 16 base	AC 22 base	AC 32 base
- najmanja	mm	50	60	80
- najveća	mm	70	100	140

Tabela 2.4.3.3.9: Granične projektne debljine slojeva bitumeniziranih mešavina za asfaltne noseće slojeve za radove na postojećim putevima

Projektna debljina sloja	Jedinica mere	Vrsta bitumenizirane mešavine		
		AC 16 base	AC 22 base	AC 32 base
- najmanja	mm	40	50	70
- najveća	mm	70	100	140

## 2.4.3.3.3.3 Asfaltni vezni soj (Asphalt concrete – binder)

Tabela 2.4.3.3.10: Područja primene bitumeniziranih mešavina za asfaltne vezne slojeve u zavisnosti od prosečnog godišnjeg dnevnog saobraćajnog opterećenja

Grupa saobraćajnog opterećenja	PGDO (NOO 100 kN)	Razred bitumenezovane mešavine	Razred mešavine kamenih zrna	Vrsta bitumenizirane mešavine	
				AC 16 bin	AC 22 bin
- izuzetno teško	> 3000	A1	Z4	+	+
- vrlo teško - teško	> 800 do 3000 > 300 do 800	A2	Z4	+	+

Tabela 2.4.3.3.11: Granične projektne debljine slojeva bitumeniziranih mešavina za asfaltne vezne slojeve

Projektna debljina sloja	Jedinica mere	Vrsta bitumenizirane mešavine	
		AC 16 bin	AC 22 bin
- najmanj	mm	50	60
- najveć	mm	80	100

## 2.4.3.3.4 Asfaltni habajući sloj

## 2.4.3.3.4.1 Bitumenski beton (Asphalt concrete – surface)

Tabela 2.4.3.3.12: Područja primene bitumeniziranih mešavina bitumenskih betona za asfaltna habajuće i noseće habajuće slojeve u zavisnosti od prosečnog godišnjeg dnevnog saobraćajnog opterećenja

Grupa saobraćajnog opterećenja	PGDO (NOO 100 kN)	Razred bitumenizirane mešavine	Razred mešavine kamenih zrna	Vrsta bitumenizirane mešavine			
				AC 4 surf	AC 8 surf	AC 11 surf	AC 16 <sup>4)</sup> surf
- izuzetno teško	> 3000	A1	Z1 <sup>1)2)</sup>	-	-	+	-
- vrlo teško	> 800 do 3000	A2	Z1 <sup>2)/Z2<sup>1)</sup></sup>	-	+	+	-
- teško	> 300 do 800			-	+	+	-
- srednje	> 80 do 300	A3	Z2 <sup>1)</sup>	-	+	+	-
- lako	>30 do 80	A4	Z2 <sup>3)/Z3<sup>1)</sup></sup>	+	+	+	+
- vrlo lako	≤ 30			+	+	+	+

<sup>1)</sup> Za bitumenizirane mešavine za zaštitne slojeve dozvoljena je upotreba mešavine zrna razreda Z4

<sup>2)</sup> U slučaju upotrebe mešavine grubih zrna zgre dozvoljeno je upotrebiti mešavinu zrna 0/2 mm razreda Z2

<sup>3)</sup> Uslov za državne puteve

<sup>4)</sup> Bitumenizirane mešavine za noseće habajuće slojeve

Tabela 2.4.3.3.13: Područja primene bitumeniziranih mešavina bitumenskih betona za asfaltna habajuće i noseće habajuće slojeve u zavisnosti od prosečnog godišnjeg dnevnog saobraćajnog opterećenja

Grupa saobraćajnog opterećenja	PGDS (vozila)	Razred bitumenizirane mešavine	Razred mešavine kamenih zrna	Vrsta bitumenizirane mešavine			
				AC 4 surf	AC 8 surf	AC 11 surf	AC 16 <sup>4)</sup> surf
- izuzetno teško	> 20000	A1	Z1 <sup>1)2)</sup>	-	-	+	-
- vrlo teško	> 10000 do 20000	A2	Z1 <sup>2)/Z2<sup>1)</sup></sup>	-	+	+	-
- teško	> 5000 do 10000			-	+	+	-
- srednje	> 2000 do 5000	A3	Z2 <sup>1)</sup>	-	+	+	-
- lako	>1000 do 2000	A4	Z2 <sup>3)/Z3<sup>1)</sup></sup>	+	+	+	+
- vrlo lako	≤ 1000			+	+	+	+
- hodnici za pešake, biciklističke staze	-	A5	Z3	+	+	+	-

<sup>1)</sup> Za bitumenizirane mešavine za zaštitne slojeve dozvoljena je upotreba mešavine zrna razreda Z4

<sup>2)</sup> U slučaju upotrebe mešavine grubih zrna zgre dozvoljeno je upotrebiti mešavinu zrna 0/2 mm razreda Z2

<sup>3)</sup> Uslov za državne puteve

<sup>4)</sup> Bitumenizirane mešavine za noseće habajuće slojeve

Tabela 2.4.3.3.14: Granične projektne debljine sloja bitumenskih betona za novogradnje

Projektna debljina sloja	Jedinica mere	Vrsta bitumenizirane mešavine			
		AC 4 surf	AC 8 surf	AC 11 surf	AC 16 <sup>1)</sup> surf
- najmanja	mm	15	25	35	50
- najveća	mm	30	40	50	80

<sup>1)</sup> Bitumenizirane mešavine za habajuće noseće slojeve

Tabela 2.4.3.3.15: Granične projektne debljine slojeva bitumenskih betona za radove na postojećim putevima

Projektna debljina sloja	Jedinica mere	Vrsta bitumenizirane mešavine			
		AC 4 surf	AC 8 surf	AC 11 surf	AC 16 <sup>1)</sup> surf
- najmanj	mm	20	25	30	40
- najveć	mm	30	40	50	80

<sup>1)</sup> Bitumenizirane mešavine za habajuće noseće slojeve

#### 2.4.3.3.4.2 Skeletni mastiks asfalt (Stone mastic asphalt)

Tabela 2.4.3.3.16: Preporučena područja primene bitumeniziranih mešavina skeletnog mastiks asfalta za asfaltne habajuće slojeve u zavisnosti od prosečnog godišnjeg dnevnog saobraćajnog opterećenja (PGDO)

Grupa saobraćajnog opterećenja	PGDO (NOO 100 kN)	Razred bitumenizirane mešavine	Razred mešavine kamenih zrna	Vrsta bitumenizirane mešavine							
				SMA 8	SMA 8 ln	SMA 8 hg	SMA 8 gg	SMA 11	SMA 11ln	SMA 11 hg	SMA 11 gg
- izuzetno teško	> 3000	A1	Z1 <sup>1)</sup> /Z2	+	+	+	+	+	+	+	+
- vrlo teško	> 800 do 3000	A2	Z2	+	+	+	+	+	+	+	+
- teško	> 300 do 800			+	+	+	+	+	+	+	+
- srednje	> 80 do 300	A3	Z2	+	+	+	+	+	+	+	+
- lako	>30 do 80	A4	Z2 <sup>2)</sup> /Z3	+	+	+	+	+	+	-	-
- vrlo lako	≤ 30			+	+	+	+	+	+	-	-

<sup>1)</sup> U slučaju upotrebe mešavine grubih zrna zguze dozvoljeno je upotrebiti mešavinu zrna 0/2 mm razreda Z2

<sup>2)</sup> Uslov za državne puteve

Tabela 2.4.3.3.17: Područja primene bitumeniziranih mešavina skeletnog mastiks asfalta za asfaltne habajuće slojeve u zavisnosti od prosečnog godišnjeg dnevnog saobraćaja (PGDS)

Grupa saobraćajnog opterećenja	PGDS (vozila)	Razred bitumenizirane mešavine	Razred mešavine kamenih zrna	Vrsta bitumenizirane mešavine							
				SMA 8	SMA 8 ln	SMA 8 hg	SMA 8 gg	SMA 11	SMA 11ln	SMA 11 hg	SMA 11 gg
- izuzetno teško	> 20000	A1	Z1 <sup>1)</sup> /Z2	+	+	+	+	+	+	+	+
- vrlo teško	> 10000 do 20000	A2	Z2	+	+	+	+	+	+	+	+
- teško	> 5000 do 10000			+	+	+	+	+	+	+	+
- srednje	> 2000 do 5000	A3	Z2	+	+	+	+	+	+	+	+
- lako	>1000 do 2000	A4	Z2 <sup>2)</sup> /Z3	+	+	+	+	+	+	-	-
- vrlo lako	≤ 1000			+	+	+	+	+	+	-	-

<sup>1)</sup> U slučaju upotrebe mešavine grubih zrna zguze dozvoljeno je upotrebiti mešavinu zrna 0/2 mm razreda Z2

<sup>2)</sup> Uslov za državne puteve

Tabela 2.4.3.3.18: Granične debljine sloja skeletnog mastiks asfalta za asfaltne habajuće slojeve

Debljina sloja	Jedinica mere	Vrsta bitumenizirane mešavine						
		SMA 4	SMA 8	SMA 8 hg	SMA 8 gg	SMA 11 gg	SMA 11 hg	SMA 11 gg
- najmanja	mm	15	20 <sup>1)</sup>	20 <sup>1)</sup>	15	25 <sup>1)</sup>	25 <sup>1)</sup>	25 <sup>1)</sup>
- najveća	mm	25	40 <sup>2)</sup>	40 <sup>2)</sup>	25	50 <sup>3)</sup>	45 <sup>3)</sup>	35

<sup>1)</sup> Za novogradnje najmanja debljina sloja mora da bude veća za 10mm

<sup>2)</sup> Za novogradnje najveća debljina sloja sme da bude 35mm

<sup>3)</sup> Za novogradnje najveća debljina sloja sme da bude 40 mm

## 2.4.3.3.4.3 Drenažni asfalt (Porous asphalt)

Tabela 2.4.3.3.19: Područja primene bitumeniziranih mešavina drenažnog asfalta za habajuće i drenažne slojeve u zavisnosti od prosečnog godišnjeg dnevnog saobraćajnog opterećenja (PGDO)

Grupa saobraćajnog opterećenja	PGDO (NOO 100 kN)	Razred bitumenizirane mešavine	Razred mešavine kamenih zrna	Vrsta bitumenizirane mešavine		
				PA 8, PA 8 og	PA 11	PA 11 og
- izuzetno teško	> 3000	A1	Z1 <sup>1)</sup>	+	+	+
- vrlo teško - teško	> 800 do 3000 > 300 do 800	A2	Z1 <sup>1)</sup> /Z2	+	+	+
- srednje	> 80 do 300	A3	Z2	+	+	+
- lako - vrlo lako	>30 do 80 ≤ 30	A4	Z2 <sup>2)</sup> /Z3	+	+	-

1) U slučaju upotrebe mešavine grubih zrna zgure dozvoljeno je upotrebiti mešavinu zrna 0/2 mm razreda Z2

2) Uslov za državne puteve

Tabela 2.4.3.3.20: Područja primene bitumeniziranih mešavina drenažnog asfalta za habajuće i drenažne slojeve u zavisnosti od prosečnog godišnjeg dnevnog saobraćaja (PGDS)

Grupa saobraćajnog opterećenja	PLDP (vozil)	Razred bitumenizirane mešavine	Razred mešavine kamenih zrna	Vrsta bitumenizirane mešavine			
				PA 8	PA 8 og	PA 11	PA 11 og
- izuzetno teško	> 20000	A1	Z1 <sup>1)</sup>	+	+	+	+
- vrlo teško - teško	> 10000 do 20000 > 5000 do 10000	A2	Z1 <sup>1)</sup> /Z2	+	+	+	+
- srednje	> 2000 do 5000	A3	Z2	+	+	+	+
- lako - vrlo lako	>1000 do 2000 ≤ 1000	A4	Z2 <sup>2)</sup> /Z3	+	-	+	-
- sportski objekti	-	A5	Z3	+	-	+	-

1) U slučaju upotrebe mešavine grubih zrna zgure dozvoljeno je upotrebiti mešavinu zrna 0/2 mm razreda Z2

2) Uslov za državne puteve

Ako se zahtevi u tabelama 2.4.3.3.19 i 2.4.3.3.20 za izbor bitumenizirane mešavine

međusobno razlikuju, treba uzeti u obzir mešavinu sa većim i kvalitetnijim zrnom.

Tabela 2.4.3.3.21: Granične projektne debljine slojeva drenažnog asfalta za habajuće i drenažne slojeve

Projektna debljina sloja	Jedinica mere	Vrsta bitumenizirane mešavine			
		PA 8	PA 8 og	PA 11	PA 11 og
- najmanja	mm	30	20	35	30
- najveća	mm	45	25	50	35

2.4.3.3.4.4 *Liveni asfalt (Mastic asphalt)*

Tabela 2.4.3.3.22: Područja primene bitumeniziranih mešavina livenog asfalta za asfaltne habajuće i zaštitne slojeve u zavisnosti od prosečnog godišnjeg dnevnog saobraćajnog opterećenja

Grupa saobraćajnog opterećenja	PGDO (NOO 100 kN)	Razred bitumenizirane mešavine	Razred mešavine kamenih zrna	Vrsta bitumenizirane mešavine		
				MA 4	MA 8	MA 11
- izuzetno teško	> 3000	A1	Z1 <sup>1)</sup>	-	-	+
- vrlo teško - teško	> 800 do 3000 > 300 do 800	A2	Z2 <sup>1)</sup>	-	+	+
- srednje	> 80 do 300	A3	Z3 <sup>1)</sup>	-	+	+
- lako - vrlo lako	>30 do 80 ≤ 30	A4	Z3 <sup>1)</sup>	+	+	+

<sup>1)</sup> Za bitumenizirane mešavine za zaštitne slojeve dozvoljena je upotreba mešavine zrna razreda Z4

Tabela 2.4.3.3.23: Područja primene bitumeniziranih mešavina livenog asfalta za asfaltne habajuće slojeve u zavisnosti od prosečne godišnje dnevne gustine saobraćaja

Grupa saobraćajnog opterećenja	PGDS (vozila)	Razred bitumenizirane mešavine	Razred mešavine kamenih zrna	Vrsta bitumenizirane mešavine		
				MA 4	MA 8	MA 11
- izuzetno teško	> 20000	A1	Z1 <sup>1)</sup>	-	-	+
- vrlo teško - teško	> 10000 do 20000 > 5000 do 10000	A2	Z2 <sup>1)</sup>	-	+	+
- srednje	> 2000 do 5000	A3	Z3 <sup>1)</sup>	-	+	+
- lako - vrlo lako	>1000 do 2000 ≤ 1000	A4	Z3 <sup>1)</sup>	+	+	+
- hodnici za pešake, biciklističke staze	-	A5	Z4	+	+	-

<sup>1)</sup> Za bitumenizirane mešavine za zaštitne slojeve dozvoljena je upotreba mešavine zrna razreda Z4

Tabela 2.4.3.3.24: Granične projektne debljine slojeva livenog asfalta za habajuće slojeve

Projektna debljina sloja	Jedinica mere	Vrsta bitumenizirane mešavine		
		MA 4	MA 8	MA 11
- najmanja	mm	15	20	30
- najveća	mm	25	35	40

Tabela 2.4.3.3.25: Vrsta bitumeniziranih mešavina i granične projektne debljine slojeva livenog asfalta za zaštitu slojeva za zaptivanje na putnim objektima

Grupa saobraćajnog opterećenja	Vrsta bitumenizirane mešavine	Uslovljena granična projektna debljina mm
izuzetno teško, vrlo teško i teško	MA 11	35 do 40
srednje, lako i vrlo lako	MA 8 MA 11	25 do 35 35 do 40

## 2.4.3.3.4.5 Tankoslojna obrada naneta hladnim postupkom (Slurry surfacing)

Tabela 2.4.3.3.26: Područja primene bitumeniziranih mešavina za tankoslojne obrade u zavisnosti od prosečnog godišnjeg dnevnog saobraćajnog opterećenja

Grupa saobraćajnog opterećenja	PGDO (NOO 100 kN)	Razred bitumenizirane mešavine	Razred mešavine kamenih zrna	Vrsta bitumenizirane mešavine			
				SS 2	SS 4	SS 6	SS 8
- teško	> 300 do 800	A2	Z1	-	-	+	+
- srednje	> 80 do 300	A3	Z1	-	+	+	+
- lako - vrlo lako	> 30 do 80 ≤ 30	A4	Z3	+	+	+	+
- koridori, biciklističke staze, parkirališta, zaustavne trake	-	A5	Z3	+	+	+	-

Tabela 2.4.3.3.27: Područja primene bitumeniziranih mešavina za tankoslojne obrade u zavisnosti od prosečne godišnje dnevne gustine saobraćaja

Grupa saobraćajnog opterećenja	PGDS (vozila)	Razred bitumenizirane mešavine	Razred mešavine kamenih zrna	Vrsta bitumenizirane mešavine			
				SS 2	SS 4	SS 6	SS 8
- izuzetno teško	> 20000	A1	Z1	-	-	-	+
- vrlo teško	> 10000 do 2000	A2	Z1	-	-	+	+
- teško	> 5000 do 10000	A2	Z1	-	+	+	+
- srednje	> 2000 do 5000	A3	Z1	-	+	+	+
- lako - vrlo lako	> 1000 do 2000 ≤ 1000	A4	Z3	- +	+	- -	- -

Tabela 2.4.3.3.28: Granične projektne debljine slojeva tankoslojnih obrada

Projektna debljina obrade	Jedinica mere	Vrsta bitumenizirane mešavine			
		SS 2	SS 4	SS 6	SS 8
- najmanja	mm	2	4 <sup>2)</sup>	6 <sup>1)</sup>	8 <sup>2)</sup>
- najveća	mm	4 <sup>1)</sup>	8 <sup>2)</sup>	12 <sup>1)</sup>	16 <sup>2)</sup>

Legenda:

1) ugradnja: jednoslojno ili dvoslojno

2) ugradnja: dvoslojno

Tabela 2.4.3.3.29: Karakteristike sastava hladnih tankoslojnih obrada

Karakteristike sastava tankoslojne obrade	Jedinica mere
- vrsta bitumenske emulzije	-
- svojstvo bitumenske emulzije (po SIST EN 13614) – obavijenost	-
- udeo bitumenske emulzije	m.-%
- svojstva mešavine kamenih zrna	-
- vrsta dodataka	-
- udeo dodataka	m.-%
- prividna specifična masa	g/cm <sup>3</sup>
- dubina makrotekture	mm

#### 2.4.3.3.3.4.6 Površinske obrade (Surface dressing)

Osnovni uslovi za izvođenje površinskih obrada navedeni su u EN 12271.

Specifični uslovi određuju izbor vrste površinske obrade koja može da bude

- jednoslojna sa jednostrukim posipom,
- jednoslojna sa dvostrukim posipom,
- dvoslojna i
- obrnuta dvoslojna,

a izvedena i kao sendvič.

U skladu sa saobraćajnim opterećenjem treba izabrati odgovarajuću vrstu bitumenskog veziva za prskanje (Tabela 2.4.3.3.30), a prema izabranoj vrsti površinske obrade količinu zrna određene frakcije i količinu bitumenskog veziva (Tabela 2.4.3.3.31).

Tabela 2.4.3.3.30: Područja primene površinskih obrada na kolovozima u zavisnosti od prosečnog godišnjeg dnevnog saobraćajnog opterećenja i od vrste bitumenskog veziva

Grupa saobraćajnog opterećenja	PLDP (vozil)	Vrsta bitumenskog veziva			
		bitumen za gradnju puteva B 160/220	polimerni bitumen PmB 90/150-45	bitumenska emulzija	
				BE C69B4	PmBE C69BP4
- izuzetno teško	> 20000				
- vrlo teško	> 10000 do 20000	-	+	-	+
- teško	> 5000 do 10000				
- srednje	> 2000 do 5000	-	+	+	+
- lako	> 1000 do 2000	+	+	+	+
- vrlo lako	≤ 1000				

Tabela 2.4.3.3.31: Vrste i informativne potrebne količine materijala za površinske obrade na kolovozima

Vrsta površinske obrade	Mešavina kamenih zrna		Bitumensko vezivo	
	frakcija (mm)	količina (kg/m <sup>2</sup> )	hladno <sup>1)</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	vruće <sup>2)</sup> (kg/m <sup>2</sup> )
<b>jednoslojna sa jednostrukim posipom</b>	2/4 4/8 8/11	7 do 12 10 do 18 15 do 20	1,2 do 1,6 1,5 do 2,0 1,8 do 2,3	0,8 do 1,1 1,1 do 1,4 1,3 do 1,6
<b>jednoslojna sa dvostrukim posipom</b>				
1. radna faza	8/11	11 do 20		
2. radna faza	2/4	3 do 8	1,8 do 2,2	1,2 do 1,5
ili				
1. radna faza	11/16	15 do 20		
2. radna faza	4/8	4 do 8	2,0 do 2,6	1,4 do 1,8
<b>dvoslojna</b>				
1. radna faza	8/11	12 do 18	1,4 do 2,1	1,0 do 1,5
2. radna faza	4/8	10 do 15	1,2 do 1,8	0,9 do 1,3
ili				
1. radna faza	2/4	8 do 12	1,0 do 1,4	0,7 do 1,0
2. radna faza	11/16	15 do 20	2,0 do 2,4	1,4 do 1,7
2. radna faza	4/8	4 do 8	1,3 do 1,7	0,9 do 1,2
<b>obrnuta dvoslojna</b>				
1. radna faza	2/4	7 do 12	1,2 do 1,6	0,8 do 1,0
2. radna faza	4/8	10 do 18	1,5 do 2,0	1,0 do 1,3
ili				
1. radna faza	8/11	15 do 20	1,2 do 1,5	0,8 do 1,0
2. radna faza	4/8	10 do 18	1,5 do 2,0	1,0 do 1,3
2. radna faza	11/16	15 do 22	1,2 do 1,5	0,8 do 1,0
<b>sendvič</b>				
1. radna faza	8/11	11 do 16		
2. radna faza	2/4	3 do 8	1,7 do 2,1	1,1 do 1,4
ili				
1. radna faza	8/11	11 do 16		
2. radna faza	4/8	4 do 8	1,8 do 2,2	1,2 do 2,4
ili				
1. radna faza	11/16	15 do 20		
2. radna faza	4/8	4 do 8	1,9 do 2,5	1,2 do 1,6

Legenda:

1) vrednosti za hladno vezivo se odnose na bitumensku emulziju (BE i PmBE)

2) vrednosti za vruće vezivo se odnose na bitumen za gradnju puteva i polimerni bitumen (B i PmB)

Uslov za kvalitetnu površinsku obradu je adekvatno ravna podloga.

U slučaju kada se za posip upotrebljavaju kamena bitumenskim vezivom obavijena (glazirana) zrna obavijanje treba izvršiti u proizvodnom pogonu za bitumenizirane mešavine. Količina bitumenskog veziva (0,6 do 0,8 m.-% B 35/50) mora da obezbedi

tečenje (privremeno deponovane) mešavine zrna.

Za prskanje bitumenskim vezivom treba upotrebiti samohodnu opremu sa mogućnošću zagrevanja i prepumpavanja veziva. Odgovarajućim rasporedom mlaznica za brizganje mora da bude obezbeđena ravnomerna količina nanetog bitumenskog veziva; za vruće bitumensko vezivo



dozvoljeno je odstupanje od uslovljene količine do 10 m.-%, a za hladno bitumensko vezivo do 15 m.-%).

Količina posutih kamenih zrna može da odstupa od zahtevane najviše do 10m.-%.

Za uvaljanje kamenih zrna u poprskano bitumensko vezivo po pravilu treba upotrebiti teške valjke sa pneumaticima.

Brzinu saobraćaja na novoizgrađenoj površinskoj prevlaci treba najmanje 2 - 3 dana ograničiti na najviše 30 - 40 km/h.

Kamena zrna koja nisu dobro vezana sa podlogom treba (odgovarajućom opremom) redovno odstranjivati sa kolovoza da ne bi ugrožavala učesnike u saobraćaju.

O tome odlučuje nadzorni inženjer.

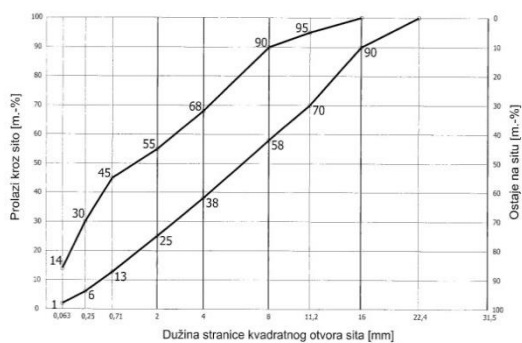
#### **2.4.3.1**

### 2.4.3.4 Kvalitet izrade

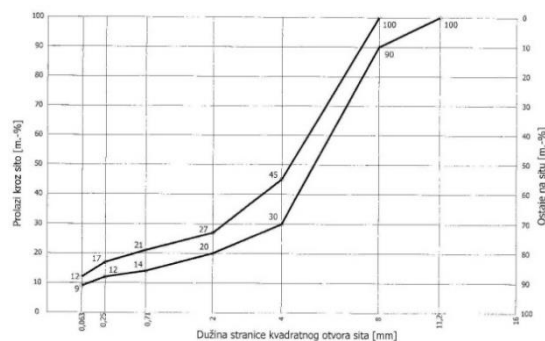
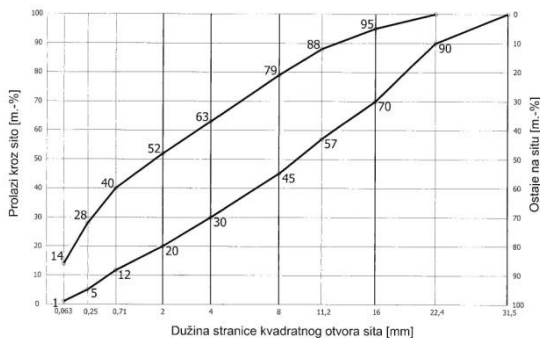
Merila za kvalitet izvršenih radova u sklopu bitumenom vezanih slojeva mešavine kamenih zrna definisane su

- graničnim krivama za preporučeno područje sastava mešavine kamenih zrna,
- graničnim vrednostima za prostorne i mehaničke osobine proizvedenih bitumeniziranih mešavina i
- graničnim vrednostima za prostorne karakteristike ugrađenih bitumeniziranih smeša.

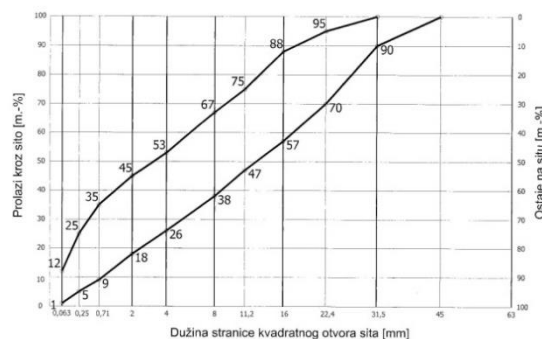
#### 2.4.3.4.1 Asfaltni donji noseći (stabilizovani) sloj (AC base, stab)



Slika 2.4.3.4.1: Granične krive područja za mešavine kamenih zrna za AC 16 base, stab



Slika 2.4.3.4.2: Granične krive područja za mešavine kamenih zrna za AC 22 base, stab



Slika 2.4.3.4.3: Granične krive područja za mešavine kamenih zrna za AC 32 base, stab

Tabela 2.4.3.4.1: Granične vrednosti za prostorne i mehaničke karakteristike bitumeniziranih mešavina proizvedenih vrućim postupkom, za asfaltne donje noseće (stabilizovane) slojeve

Svojstva bitumenizirane mešavine	Postupak za ispitivanje	Granične vrednosti	Jedinica mere	Grupe saobačajnih opterećenja, razredi i vrste bitumeniziranih mešavina AC base, stab					
				izuzetno teško	vrlo teško	teško	srednje	lako	vrlo lako
				A1/A2			A3	A4	
				AC 22, 32 base, stab			AC 16, 22, 32 base, stab		
				Z4	Z5	Z6			
Sadržaj šupljina u bitumeniziranoj mešavini	EN 13108-20, tč. D.2 <sup>1)</sup>	najmanja	V.-%	V <sub>min5</sub>		V <sub>min3</sub>	V <sub>min3</sub>		
		najveća		V <sub>max10</sub>					
Sadržaj šupljina u mešavini kamenih zrna ispunjenih bitumenom	EN 13108-20, tč. D.2 <sup>2)</sup>	najmanja	%	VFB <sub>min40</sub>					
		najveća		VFB <sub>max64</sub>		VFB <sub>max68</sub>	VFB <sub>max72</sub>		
Otpornost na trajnu deformaciju	EN 13108-20, tč. D.6 <sup>3)</sup>	najveća srazmerna dubina kolotruga	%	PRD <sub>AIRNR</sub>					
Osetljivost na vodu	EN 13108-20, tč. D.3 <sup>4)</sup>	najmanji omer indirektnih zatezne čvrstoće	%	ITSR <sub>NR</sub> navesti vrednost					
Sadržaj šupljina u mešavini kamenih zrna	EN 13108-20, tč. D.2 <sup>5)</sup>	najmanja	V.-%	VMA <sub>min NR</sub> navesti vrednost					

1) Uzorci za ispitivanje moraju da budu pripremljeni prema EN 13108-20, Tabela C.1. Sadržaj šupljina mora da bude određen po EN 13108-20, Tabela B.2.

2) Stepun popunjenosti šupljina mora da bude određen po EN 12697-8

3) Otpornost na trajnu deformaciju mora da bude određena po EN 13108-20; uslovi ispitivanja određeni su u EN 13108-20, Tabela D.1, tč. D.1.6 (temperatura uzoraka pri ispitivanju 60 °C i odstupanje sadržaja šupljina pojedinačne mešavine od deklarisanane  $V_{max} \pm 1,5 V.-%$ )

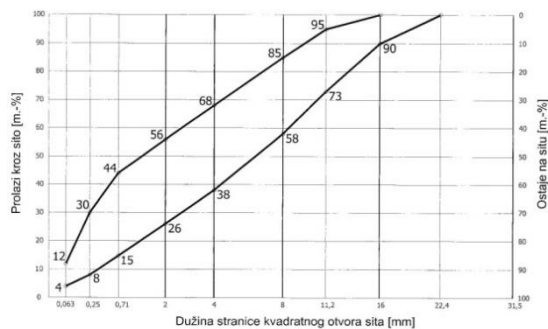
4) Osetljivost na vodu mora da bude određena po EN 12697-12

5) Šupljine u kamenoj mešavini moraju da budu određene po EN 12697-8 (temperatura probnih tela pri ispitivanju 25 °C)

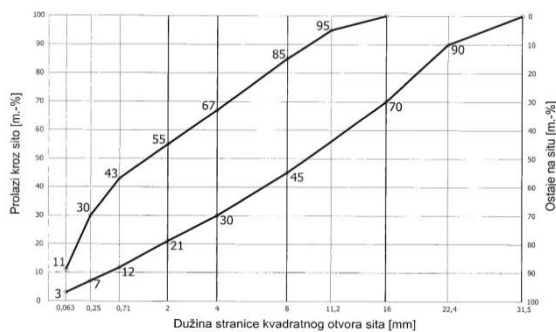
Tabela 2.4.3.4.2: Granične vrednosti za prostorne karakteristike ugrađenih bitumeniziranih mešavina proizvedenih vrućim postupkom, za asfaltne donje noseće (stabilizovane) slojeve

Svojstva ugrađene bitumenizirane mešavine	Jedinica mere	Zahtevana vrednost	Postupak ispitivanje
- zbijenost sloja	%	≥ 97	SRCM, tč. 1.2.4
- sadržaj šupljina u sloju	V.-%	V <sub>max12</sub>	EN 12697-8

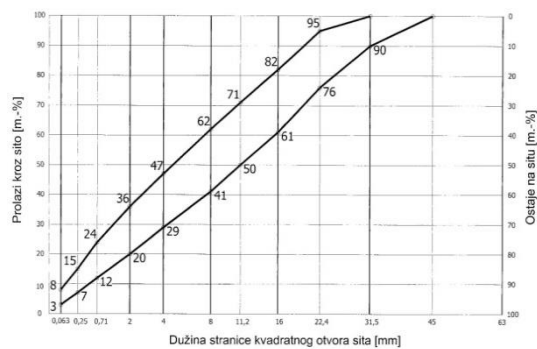
2.4.3.4.2 Asfaltni gornji noseći sloj (AC base)



Slika 2.4.3.4.4: Granične krive područja za mešavine kamenih zrna za AC 16 base



Slika 2.4.3.4.5: Granične krive područja za mešavine kamenih zrna za AC 22 base



Slika 2.4.3.4.6: Granične krive područja za mešavine kamenih zrna za AC 32 base

Tabela 2.4.3.4.3: Granične vrednosti za prostorne i mehaničke karakteristike proizvedenih bitumeniziranih mešavina za asfaltno noseće slojeve (po EN 13108-1)

Svojstva bitumenizirane mešavine	Postupak za ispitivanje	Granične vrednosti	Jedinica mere	Grupe saobraćajnih opterećenja te razredi i vrste bitumeniziranih mešavina AC base					
				izuzetno teško	vrlo teško	teško	srednje	lako	vrlo lako
				A1	A2		A3	A4	
				AC 22, 32 base	AC 16,22,32 base		AC 16,22,32 base	AC 16,22 base	
		Z4		Z5	Z6				
Sadržaj šupljina u bitumeniziranoj mešavini	EN 13108-20, tč. D.2 <sup>1)</sup>	najmanja	V.-%	$V_{\min 5}$		$V_{\min 3}$	$V_{\min 3}$		
		najveća		$V_{\max 7}$		$V_{\max 6}$	$V_{\max 5,5}$		
Sadržaj šupljina u mešavini kamenih zrna ispunjenih bitumenom	EN 13108-20, tč. D.2 <sup>2)</sup>	najmanjša	%	$VFB_{\min 50}$		$VFB_{\min 55}$	$VFB_{\min 55}$		
		najveća		$VFB_{\max 68}$		$VFB_{\max 74}$	$VFB_{\max 77}$		
Otpornost na trajnu deformaciju	EN 13108-20, tč. D.6 <sup>3)</sup>	najveća srazmerna dubina kolotruga	%	$PRD_{AIR7,0}$ <sup>6)</sup>		$PRD_{AIRNR}$			
Osetljivost na vodu	EN 13108-20, tč. D.3 <sup>4)</sup>	najmanji omer indirektno zatezne čvrstoće	%	ITSR <sub>NR</sub> navesti vrednost					
Sadržaj šupljina u mešavini kamenih zrna	EN 13108-20, tč. D.2 <sup>5)</sup>	najmanjša	V.-%	VMA <sub>min NR</sub> navesti vrednost					

1) Uzorci za ispitivanje moraju da budu pripremljeni prema EN 13108-20, Tabela C.1. Sadržaj šupljina mora da bude određen po EN 13108-20, Tabela B.1.

2) Stepun popunjenosti šupljina mora da bude određen po EN 12697-8

3) Otpornost na trajnu deformaciju mora da bude određena po SIST EN 13108-20; uslovi ispitivanja određeni su u EN 13108-20, Tabela D.1, tč. D.1.6 (temperatura uzoraka pri ispitivanju 60 °C i odstupanje sadržaja šupljina pojedinačne mešavine od deklarisanog  $V_{\max} \pm 1,5$  V.-%)

4) Osetljivost na vodu mora da bude određen po EN 12697-12

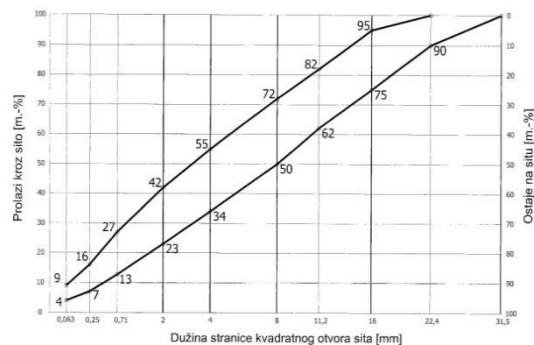
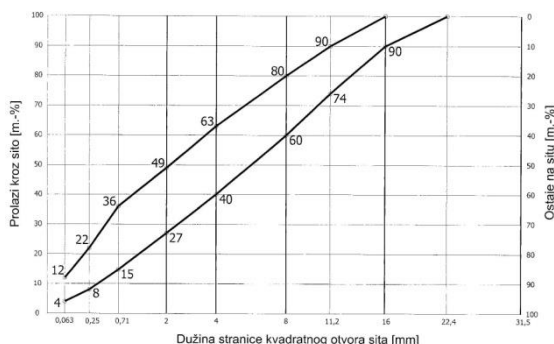
5) Šupljine u kamenoj mešavini moraju da budu određene po EN 12697-8 (temperatura probnih tela pri ispitivanju 25 °C)

6) Da bi se izbeglo dupliranje zahteva nije dozvoljena kombinacija sa šupljinama popunjenim bitumenom, određenim po EN 13108-1 tč. 5.3.6

Tabela 2.4.3.4.4: Granične vrednosti za prostorne karakteristike bitumeniziranih mešavina za asfaltno noseće slojeve

Svojstvo ugrađene bituminizovane mešavine	Jedinica mere	Zahtevana vrednost za saobraćajno opterećenje				Postupak za ispitivanje
		izuzetno teško	vrlo teško i teško	srednje	lako i vrlo lako	
- zbijenost sloja - sadržaj šupljina u sloju	% V.-%	$\geq 98$ $V_{\min 4} - V_{\max 9}$		$\geq 98$ $V_{\min 2} - V_{\max 8}$	$\geq 97$ $V_{\min 2} - V_{\max 8,5}$	SRCS, tč. 1.2.4 EN 12697-8

2.4.3.4.3 Asfaltni vezni sloj (AC bin)



Slika 2.4.3.4.8: Granične krive područja za mešavine kamenih zrna za AC 22 bin

Slika 2.4.3.4.7: Granične krive područja za mešavine kamenih zrna za AC 16 bin

Tabela 2.4.3.4.5: Granične vrednosti za prostorne i mehaničke karakteristike proizvedenih bitumeniziranih mešavina za asfaltna vezna slojeva

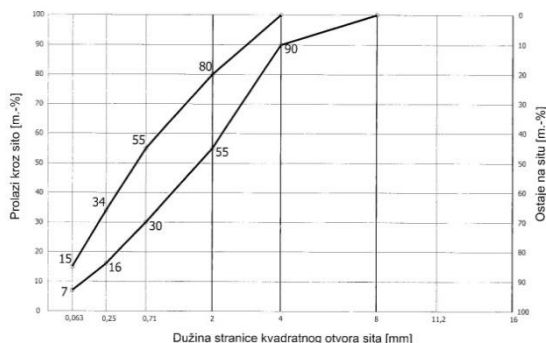
Svojstva bitumenizirane mešavine	Postupak za ispitivanje	Granične vrednosti	Jedinica mere	Grupe saobraćajnih opterećenja, razredi i vrste bitumeniziranih mešavina AC bin		
				izuzetno teško	vrlo teško	teško
				A1		A2
				AC 16 bin in AC 22 bin		
				Z4		
Sadržaj šupljina u bitumeniziranoj mešavini	EN 13108-20, tč. D.2 <sup>1)</sup>	najmanja	V.-%	V <sub>min4</sub>		
		najveća		V <sub>max7</sub>		
Sadržaj šupljina u mešavini kamenih zrna ispunjenih bitumenom	EN 13108-20, tč. D.2 <sup>2)</sup>	najmanja	%	VFB <sub>min55</sub>		
		najveća		VFB <sub>max77</sub>		
Otpornost na trajnu deformaciju	EN 13108-20, tč. D.6 <sup>3)</sup>	najveća srazmerna dubina kolotraga	%	PRD <sub>AIR3,0</sub> <sup>6)</sup>		
Osetljivost na vodu	EN 13108-20, tč. D.3 <sup>4)</sup>	najmanji omer indirektnih zatezne čvrstoće	%	ITSR <sub>NR</sub> navesti vrednost		
Sadržaj šupljina u mešavini kamenih zrna	EN 13108-20, tč. D.2 <sup>5)</sup>	najmanja	V.-%	VMA <sub>min NR</sub> navesti vrednost		

- 1) Uzorci za ispitivanje moraju da budu pripremljena prema EN 13108-20, Tabela C.1. Sadržaj šupljina mora da bude određen po EN 13108-20, Tabela B.1.
- 2) Step en popunjenosti šupljina mora da bude određen po EN 12697-8
- 3) Otpornost na trajnu deformaciju mora da bude određena po EN 13108-20; uslovi ispitivanja određeni su u EN 13108-20, Tabela D.1, tč. D.1.6 (temperatura uzoraka pri ispitivanju 60 °C i odstupanje sadržaja šupljina pojedinačne mešavine od deklarisanog V<sub>max</sub> ± 1,5 V.-%)
- 4) Osetljivost na vodu mora da bude određen po EN 12697-12
- 5) Šupljine u kamenoj mešavini moraju da budu određene po EN 12697-8 (temperatura probnih tela pri ispitivanju 25 °C)
- 6) Da bi se izbeglo dupliranje zahteva, nije dozvoljena kombinacija sa šupljinama popunjenim bitumenom, određenim po EN 13108-1 tč. 5.3.6

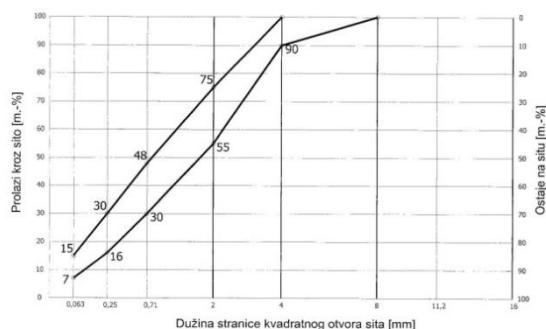
Tabela 2.4.3.4.6: Granične vrednosti za prostorne karakteristike ugrađenih bitumeniziranih mešavina za asfaltno vezne slojeve

Svojstva ugrađene bitumenizirane mešavine	Jedinica mere	Zahtevana vrednost	Postupak za ispitivanje
- zbijenost sloja	%	≥ 98	SRCS, tč. 1.2.4
- sadržaj šupljina u sloju	V.-%	$V_{min3} - V_{max9}$	EN 12697-8

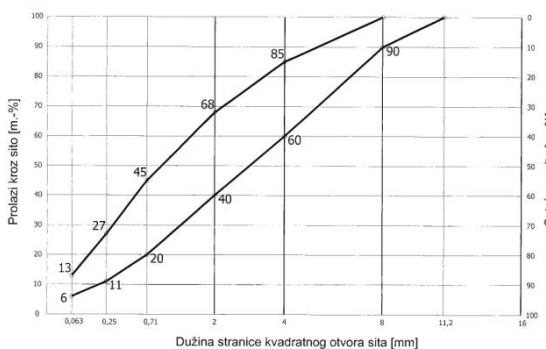
2.4.3.4.4 Asfaltni habajući sloj – Bitumenski beton (AC surf)



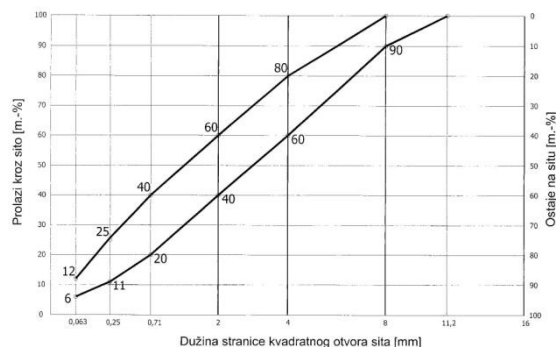
Slika 2.4.3.4.9: Granične krive područja za mešavine kamenih zrna za bitumenski beton AC 4 surf (Z3)



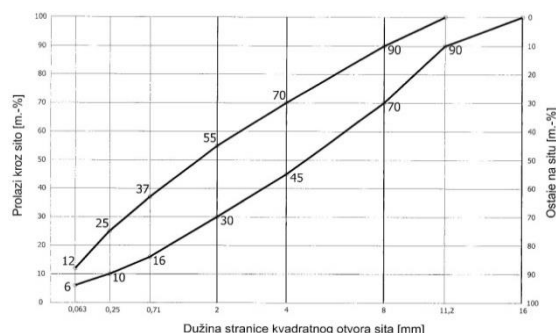
Slika 2.4.3.4.10: Granične krive područja za mešavine kamenih zrna za bitumenski beton AC 4 surf (Z2)



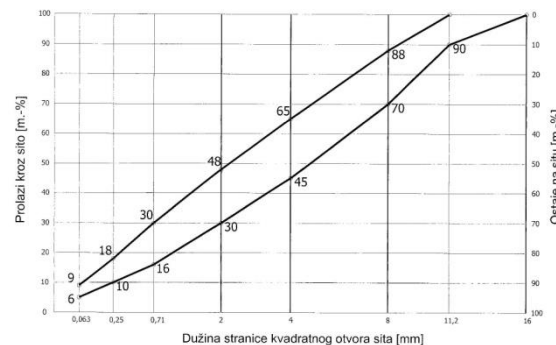
Slika 2.4.3.4.11: Granične krive područja za mešavine kamenih zrna za bitumenski beton AC 8 surf (Z3)



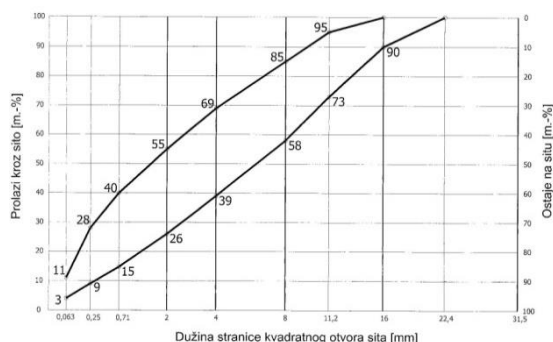
Slika 2.4.3.4.12: Granične krive područja za mešavine kamenih zrna za bitumenski beton AC 8 surf (Z1/Z2)



Slika 2.4.3.4.13: Granične krive područja za mešavine kamenih zrna za bitumenski beton AC 11 surf (Z3)



Slika 2.4.3.4.14: Granične krive područja za mešavine kamenih zrna za bitumenski beton AC 11 surf (Z1/Z2)



Slika 2.4.3.4.15: Granične krive područja za mešavine kamenih zrna za ANOP – AC 16 base / surf (Z2/Z3)

Tabela 2.4.3.4.7: Granične vrednosti za prostorne i mehaničke karakteristike proizvedenih bitumeniziranih mešavina bitumenskih betona za asfaltne habajuće i noseće habajuće slojeve (po EN 13108-1)

Svojstva bitumenizirane mešavine	Postupak za ispitivanja	Granične vrednosti	Jedinica mere	Grupe saobraćajnih opterećenja, razredi i vrste bitumeniziranih mešavina AC surf						
				izuzetno teško	vrlo teško	teško	srednje	lako	vrlo lako	hodnici za pešake, biciklističke staze ipd.
				A1	A2		A3	A4		A5
				AC 11 surf	AC 8,11 surf		AC 4,8,11 surf	AC 4,8,11 surf AC 16 surf, base		AC 4,8,11 surf
				Z1 <sup>7)</sup>	Z2 <sup>7)</sup>		Z2 <sup>8)</sup> /Z3 <sup>7)</sup>	Z4		
Sadržaj šupljina u bitumeniziranoj mešavini	EN 13108-20, tč. D.2 <sup>1)</sup>	najmanja	V.-%	V <sub>min3</sub>	V <sub>min3</sub>	V <sub>min3</sub>	V <sub>min1,5</sub>	V <sub>min1,5</sub>		
		najveća		V <sub>max6,5</sub>	V <sub>max6,5</sub>	V <sub>max6</sub>	V <sub>max5</sub>	V <sub>max2,5</sub>		
Sadržaj šupljina u mešavini kamenih zrna ispunjenih bitumenom	EN 13108-20, tč. D.2 <sup>2)</sup>	najmanja	%	VFB <sub>min65</sub>	VFB <sub>min65</sub>	VFB <sub>min70</sub>	VFB <sub>min75</sub>	VFB <sub>min78</sub>		
		najveća		VFB <sub>max77</sub>	VFB <sub>max80</sub>	VFB <sub>max86</sub>	VFB <sub>max89</sub>	VFB <sub>max93</sub>		
Otpornost na trajnu deformaciju	EN 13108-20, tč. D.6 <sup>3)</sup>	najveća srazmerna dubina kolotruga	%	PRD <sub>AIR5,0</sub> <sup>6)</sup>		PRD <sub>AIRNR</sub> – navesti vrednost				
Osetljivost na vodu	EN 13108-20, tč. D.3 <sup>4)</sup>	najmanji omer indirektnih zatezne čvrstoće	%	ITSR <sub>NR</sub> navesti vrednost						
Sadržaj šupljina u mešavini kamenih zrna	EN 13108-20, tč. D.2 <sup>5)</sup>	najmanja	V.-%	VMA <sub>min NR</sub> navesti vrednost						

1) Uzorci za ispitivanje moraju da budu pripremljeni prema EN 13108-20, Tabela C.1. Sadržaj šupljina mora da bude određen po EN 13108-20, Tabela B.1.

2) Stepunost popunjenosti šupljina mora da bude određen po EN 12697-8

3) Otpornost na trajnu deformaciju mora da bude određena po EN 13108-20; uslovi ispitivanja određeni su u EN 13108-20, Tabela D.1, tč. D.1.6 (temperatura uzoraka pri ispitivanju 60 °C i odstupanje sadržaja šupljina pojedinačne mešavine od deklarisanog  $V_{max} \pm 1,5$  V.-%)

4) Osetljivost na vodu mora da bude određen po EN 12697-12

5) Šupljine u kamenoj mešavini moraju da budu određene po EN 12697-8 (temperatura probnih tela pri ispitivanju 25 °C)

6) Da bi se izbeglo dupliranje zahteva, nije dozvoljena kombinacija sa šupljinama popunjenim bitumenom, određenim po EN 13108-1 tč. 5.3.6

7) Za bitumenizirane mešavine za zaštitne i izravnavajuće slojeve dozvoljena je upotreba mešavine zrna iz razreda Z4 sa svojstvima određenim u tabeli 2.4.3.2.1

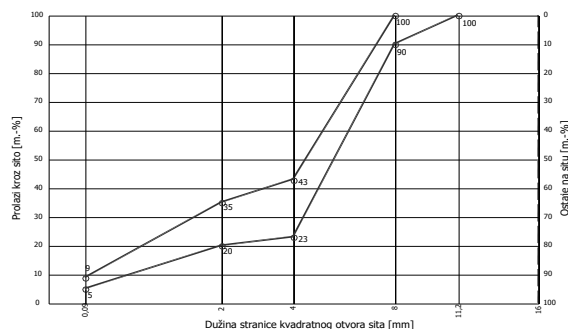
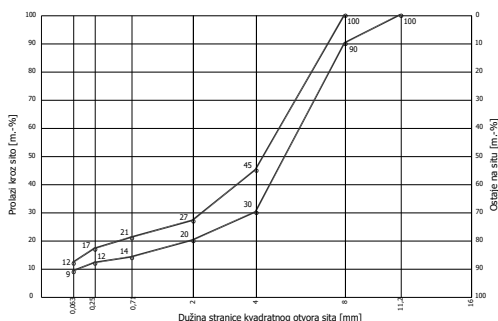
8) Uslov za državne puteve



Tabela 2.4.3.4.8: Granične vrednosti za prostorne karakteristike ugrađenih bitumeniziranih mešavina bitumenskih betona

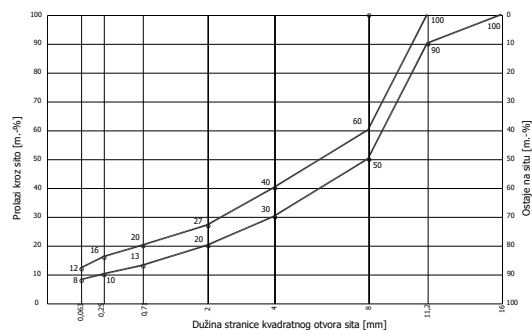
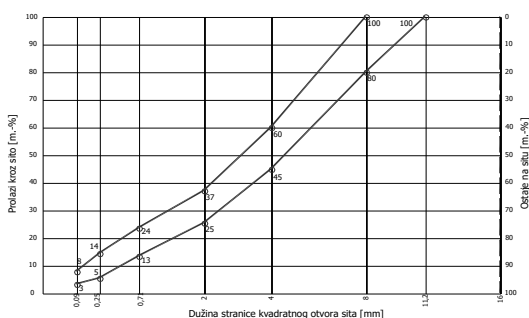
Svojstvo	Jedinica mere	Grupe saobraćajnih opterećenja i vrste bitumeniziranih mešavina AC surf					Postupak za ispitivanje	
		izuzetno teška	vrlo teška	teška	srednja	laka		vrlo laka
		A1	A2	A3	A4	A5		
- zbijenost sloja	%	≥ 98					≥ 96	SRCS, tč. 1.2.4
- sadržaj šupljina u sloju	V.-%	$V_{min2} - V_{max8,5}$		$V_{min2} - V_{max9}$	$V_{min1} - V_{max9}$	$V_{min1} - V_{max6,5}$	EN 12697-8	

2.4.3.4.5 Asfaltni habajući sloj - Skeletni mastiks asfalt (SMA)



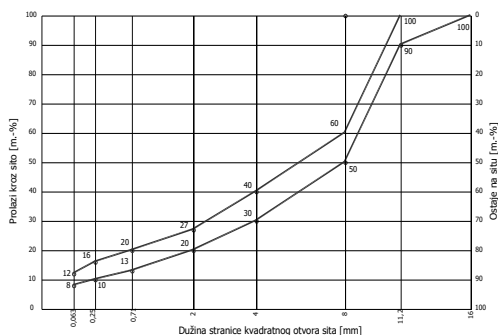
Slika 2.4.3.4.18: Granične krive za mešavine kamenih zrna za drobinu sa bitumenskim mastiksom sastava za smanjenje buke SMA 8 In (low noise)

Slika 2.4.3.4.16: Granične krive za područje mešavine kamenih zrna za drobinu sa bitumenskim mastiksom standardizovanog sastava SMA 8 i šupljikavog sastava SMA 8 hg (hollow graded)

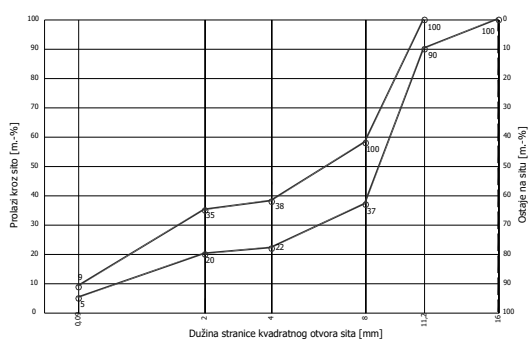


Slika 2.4.3.4.19: Granične krive za područje mešavine kamenih zrna za drobinu sa bitumenskim mastiksom standardizovanog sastava SMA 11 i šupljikavog sastava SMA 11 hg i

Slika 2.4.3.4.17: Granične krive za područje mešavine kamenih zrna za drobinu sa bitumenskim mastiksom poroznog sastava SMA 8 gg (gap graded)



Slika 2.4.3.4.20: Granične krive za područje mešavine kamenih zrna za drobinu sa bitumenskim mastiksom poroznog sastava SMA 11 gg



Slika 2.4.3.4.21: Granične krive za područje mešavine kamenih zrna za drobinu sa bitumenskim mastiksom sastava za smanjenje buke SMA 11 ln (low noise)

Tabela 2.4.3.4.9: Granične vrednosti za prostorne i mehaničke karakteristike proizvedenih bitumeniziranih mešavina skeletnog mastiks asfalta (po EN 13108-5)

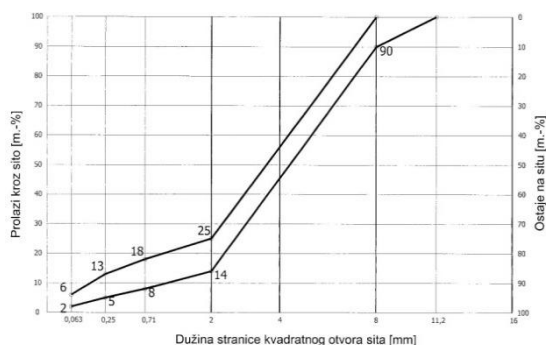
Svojstva bitumenizirane mešavine	Postupak za ispitivanje	Granične vrednosti	Jedinica mere	Grupe saobraćajnih opterećenja, razredi i vrste bitumeniziranih mešavina						Grupe saobraćajnih opterećenja, razredi i vrste bitumeniziranih mešavina						Grupe saobraćajnih opterećenja, razredi i vrste bitumeniziranih mešavina						Grupe saobraćajnih opterećenja, razredi i vrste bitumeniziranih mešavina					
				SMA						SMA In						SMA hg						SMA gg					
				izuzetno teška	vrlo teška	teška	srednja	laka	vrlo laka	izuzetno teška	vrlo teška	teška	srednja	laka	vrlo laka	izuzetno teška	vrlo teška	teška	srednja	laka	vrlo laka	izuzetno teška	vrlo teška	teška	srednja	laka	vrlo laka
				A1	A2	A3	A4			A1	A2	A3	A4			A1	A2	A3	A4			A1	A2	A3	A4		
Udeo veziva	EN 13108-20, tč. B.5	najmanja <sup>9)</sup>	m.-%	SMA 8 ≥ B <sub>min</sub> 6,5 SMA 11 ≥ B <sub>min</sub> 6,3			SMA 8 ≥ B <sub>min</sub> 6,8 SMA 11 ≥ B <sub>min</sub> 6,6			SMA 8 In ≥ B <sub>min</sub> 5,6 SMA 11 In ≥ B <sub>min</sub> 5,4			SMA 8 hg ≥ B <sub>min</sub> 6,5 SMA 11 hg ≥ B <sub>min</sub> 6,3			B <sub>min</sub> 7,0											
Sadržaj šupljina	EN 13108-20, tč. D.2 <sup>1)</sup>	najmanja	V.-%	V <sub>min2,5</sub>			V <sub>min2</sub>			V <sub>min6</sub>			V <sub>min10</sub>			V <sub>min3</sub>											
		najveća	V.-%	V <sub>max4,5</sub>			V <sub>max4</sub>			V <sub>max12</sub>			V <sub>max12</sub>			V <sub>max9</sub>											
Sadržaj šupljina u mešavini kamenih zrna, ispunjenih bitumenom	EN 13108-20, tč. D.2 <sup>2)</sup>	najmanja	%	VFB <sub>min75</sub>			VFB <sub>min78</sub>			VFB <sub>min50</sub>			VFB <sub>min53</sub>			VFB <sub>min62</sub>											
		najveća	%	VFB <sub>max88</sub>			VFB <sub>max90</sub>			VFB <sub>max70</sub>			VFB <sub>max61</sub>			VFB <sub>max87</sub>											
Otcuranje veziva	EN 13108-20, tč. D.13 <sup>3)</sup>	najveći udeo	m.-%	D <sub>0,6</sub>						D <sub>0,6</sub>						D <sub>NR</sub> – navesti vrednost											
Osetljivost na vodu	EN 13108-20, tč. D.3 <sup>4)</sup>	najmanji odnos indirektnih zatezne čvrstoće	%	ITSR <sub>NR</sub> navesti vrednost						ITSR <sub>NR</sub> navesti vrednost						ITSR <sub>NR</sub> navesti vrednost											
Otpornost na trajnu deformaciju	EN 13108-20, tč. D.6 <sup>5)</sup>	najveća srazmerna dubina kolotruga	%	SMA 8; PRD <sub>AIR</sub> 9,0 <sup>6)</sup> SMA 11; PRD <sub>AIR</sub> 7,0 <sup>6)</sup>			PRD <sub>AIRNR</sub>			SMA 8 In; PRD <sub>AIR</sub> 9,0 <sup>6)</sup> SMA 11 In; PRD <sub>AIR</sub> 7,0 <sup>6)</sup>			PRD <sub>AIRNR</sub>			SMA 8 In; PRD <sub>AIR</sub> 9,0 <sup>6)</sup> SMA 11 In; PRD <sub>AIR</sub> 7,0 <sup>6)</sup>			PRD <sub>AIRNR</sub>								

1) Uzorci za ispitivanje moraju da budu pripremljeni prema EN 13108-20:2006, Tabela C.1. Sadržaj šupljina mora da bude određen po EN 13108-20:2006, Tabela B.1.  
2) Stepen popunjenosti šupljina mora da bude određen po EN 12697-8  
3) Otpornost na trajnu deformaciju mora da bude određena po EN 13108-20:2006; uslovi ispitivanja određeni su u EN 13108-20:2006, Tabela D.1, tč. D.1.6 (temperatura uzoraka pri ispitivanju 60 °C i odstupanje sadržaja šupljina pojedinačne mešavine od deklarisanog V<sub>max</sub> ± 1,5 V.-%)  
4) Osetljivost na vodu mora da bude određena po EN 12697-12  
5) Šupljine u kamenj mešavini moraju da budu određene po EN 12697-8  
6) U slučaju upotrebe grubih zrna zgre dozvoljeno je upotrebiti mešavinu zrna 0/2 mm razreda Z2  
7) Uslov za državne puteve  
8) Da bi se izbeglo dupliranje zahteva, nije dozvoljena kombinacija sa šupljinama popunjenim bitumenom, određenim po SIST EN 13108-1 tč. 5.3.6  
9) Najmanji udeo veziva treba popraviti koeficijentom α, - određenim po obrascu α = 2,650/p<sub>s</sub>, gde je p<sub>s</sub> prosek specifične gustine mešavine kamenih zrna (t/m<sup>3</sup>)  
10) Za bitumenizirane mešavine za zaštitne i izravnavajuće slojeve dozvoljena je upotreba mešavine zrna iz razreda Z4 sa svojstvima određenim u tabeli 2.1.1

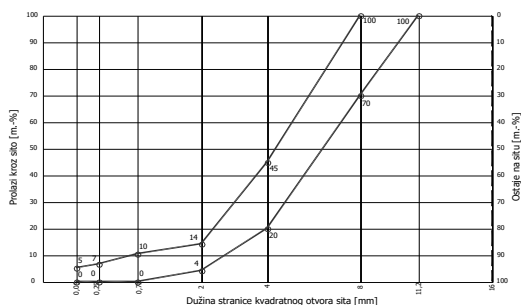
Tabela 2.4.3.4.10: Granične vrednosti za prostorne karakteristike ugrađenih bitumeniziranih mešavina skeletnog mastiks asfalta

Svojstvo ugrađene bitumenizirane mešavine	Jedinica mere	Grupe saobraćajnih opterećenja								Postupak za ispitivanje
		izuzetno teška, vrlo teška i teška				srednja, laka i vrlo laka				
		SMA	SMA In	SMA hg	SMA gg	SMA	SMA In	SMA hg	SMA gg	
- zbijenost sloja	%	≥ 97								SRCS, tč. 1.2.4
- sadržaj šupljina	V.-%	V <sub>min1,5</sub> – V <sub>max7</sub>	V <sub>min6</sub> – V <sub>max14</sub>	V <sub>min10</sub> – V <sub>max14</sub>	V <sub>min2,5</sub> – V <sub>max11</sub>	V <sub>min1</sub> – V <sub>max7</sub>	V <sub>min6</sub> – V <sub>max14</sub>	V <sub>min10</sub> – V <sub>max14</sub>	V <sub>min2,5</sub> – V <sub>max11</sub>	EN 12697-8
- u sloju	V.-%	V <sub>min3</sub> – V <sub>max7,5</sub>	-	-	-	V <sub>min2</sub> – V <sub>max7</sub>	-	-	-	EN 12697-8

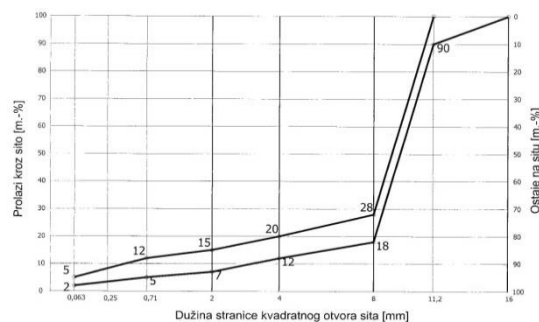
2.4.3.4.6 Asfaltni habajući sloj – Drenažni asfalt (PA)



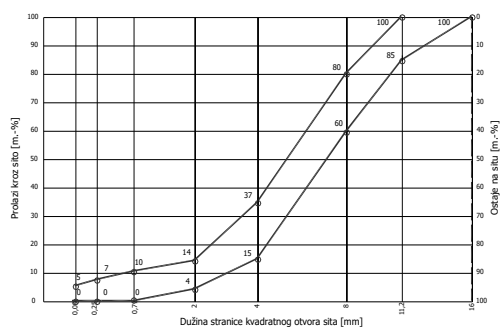
Slika 2.4.3.4.22: Granične krive za područje mešavine kamenih zrna za drenažni asfalt PA 8 standardizovanog sastava



Slika 2.4.3.4.23: Granične krive za područje mešavine kamenih zrna za drenažni asfalt PA 8 (open graded)



Slika 2.4.3.4.24: Granične krive za područje mešavine kamenih zrna za drenažni asfalt PA 11 standardizovanog sastava



Slika 2.4.3.4.25: Granične krive za područje mešavine kamenih zrna za drenažni asfalt PA 11 (open graded)

Tabela 2.4.3.4.11: Granične vrednosti za prostorne i mehaničke karakteristike proizvedenih bitumeniziranih mešavina drenažnog asfalta (po EN 13108-7)

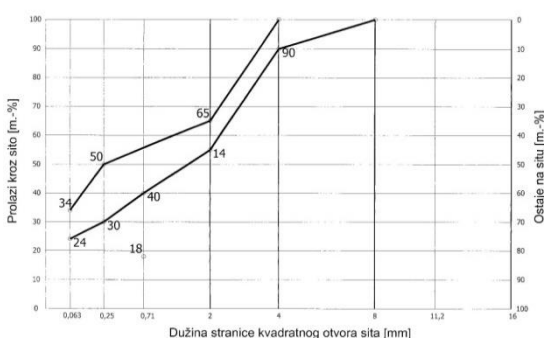
Svojstva bitumenizirane mešavine	Postupak za ispitivanje	Granične vrednosti	Jedinica mere	Grupe saobraćajnih opterećenja, razredi i vrste bitumeniziranih mešavina							Grupe saobraćajnih opterećenja, razredi i vrste bitumeniziranih mešavina							
				izuzetno teška	izuzetno teška	vrlo teška	teška	srednja	laka	vrlo laka	sportski objekti	izuzetno teška	izuzetno teška	vrlo teška	teška	srednja	laka	vrlo laka
				A1	A2		A3	A4		A5	A1	A2		A3	A4			
				PA 8, PA 11							PA 8, 11, 16	PA 8 og, PA 11 og						
Z1 <sup>7)</sup>		Z1 <sup>7)/Z2</sup>		Z2	Z2 <sup>8)/Z3</sup>		Z3	Z1 <sup>7)</sup>	Z1 <sup>7)/Z2</sup>		Z2	Z3						
Udeo veziva	EN 13108-20, tč. B.7	najmanja <sup>9)</sup>	m.-%	PA 8 ≥ B <sub>min5,5</sub>							B <sub>min</sub> ≥3,0	B <sub>min</sub> 7						
				PA 11 ≥ B <sub>min5,0</sub>														
Sadržaj šupljina	EN 13108-20, tč. D.2 <sup>1)</sup>	najmanja	V.-%	V <sub>min16</sub>							V <sub>min14</sub>	V <sub>min3,5</sub>						
		najveća		V <sub>max26</sub>							V <sub>max18</sub>	V <sub>max9</sub>						
Sadržaj šupljina u mešavini kamenih zrna, ispunjenih bitumenom	EN 13108-20, tč. D.2 <sup>2)</sup>	najmanja	%	-							VFB <sub>min75</sub>							
		najveća		-							VFB <sub>max90</sub>							
Osetljivost na vodu	EN 13108-20, tč. D.3 <sup>3)</sup>	najmanji odnos indirektnih zatezne čvrstoće	%	ITSR <sub>NR</sub> navesti vrednost														
Otpornost na trajnu deformaciju	EN 13108-20, tč. D.6 <sup>4)</sup>	najveća srazmerna dubina kolotruga	%	PRD <sub>AIRNR</sub> navesti vrednost														
Otcuranje veziva	EN 13108-20, tč. D.13 <sup>5)</sup>	najveći udeo	m.-%	D <sub>0</sub>							D <sub>NR</sub>	D <sub>NR</sub> - navesti						
Gubitak čestica	EN 13108-20, tč. D.16 <sup>6)</sup>	najveći udeo	m.-%	PL <sub>30</sub>			PL <sub>40</sub>	PL <sub>NR</sub>				-						

1) Uzorci za ispitivanje moraju da budu pripremljeni prema EN 13108-20, Tabela C.1. Sadržaj šupljina mora da bude određen po SIST EN 13108-20, Tabela B.1.  
2) Stepunost popunjenosti šupljina mora da bude određen po EN 12697-8  
3) Osetljivost na vodu mora da bude određena po EN 12697-12  
4) Šupljine u kamenj mešavini moraju da budu određene po EN 12697-8  
5) Otpornost na trajnu deformaciju mora da bude određena po EN 13108-20; uslovi ispitivanja određeni su u EN 13108-20, Tabela D.1, tč. D.1.6 (temperatura uzoraka pri ispitivanju 60 °C i odstupanje sadržaja šupljina pojedinačne mešavine od deklarisanog V<sub>max</sub> ± 1,5 V.-%)  
6) Gubitak čestica mora da bude određen po EN 12697-17  
7) U slučaju upotrebe mešavine grubih zrna zguze dozvoljeno je upotrebiti mešavinu zrna 0/2 mm razreda Z2  
8) Uslov za državne puteve  
9) Najmanji udeo veziva treba popraviti koeficijentom α, određenim po obrascu α = 2,650/ρ<sub>d</sub>, gde je ρ<sub>d</sub> prosek specifične gustine mešavine kamenih zrna (t/m<sup>3</sup>)

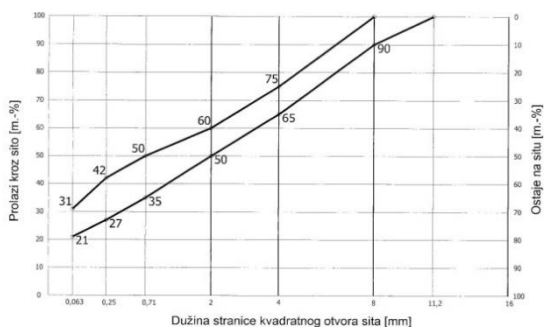
Tabela 2.4.3.4.12: Granične vrednosti za prostorne karakteristike ugrađenih bitumeniziranih mešavina drenažnog asfalta

Svojtvo ugrađene bitumenizirane mešavine.	Jedinica mere	Vrsta bitumenizirane mešavine				Postupak za ispitivanje
		PA 8	PA 8 og	PA 11	PA 11 og	
- zbijenost sloja	%	≥ 97				SRCS, tč. 1.2.4 SIST EN 12697-8
- sadržaj šupljina u sloju	V.-%	$V_{min15} - V_{max28}$	$V_{min2,5} - V_{max11}$	$V_{min15} - V_{max28}$	$V_{min2,5} - V_{max11}$	

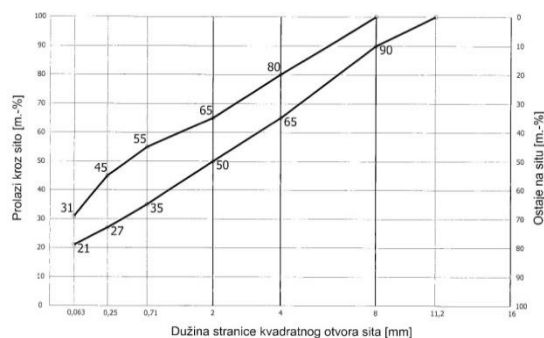
2.4.3.4.7 Asfaltni habajući sloj – Liveni asfalt (MA)



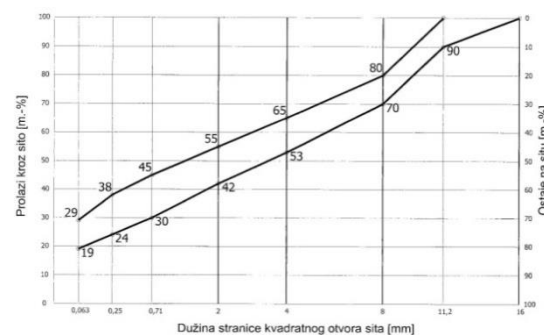
Slika 2.4.3.4.26: Granične krive za mešavine kamenih zrna za liveni asfalt MA 4



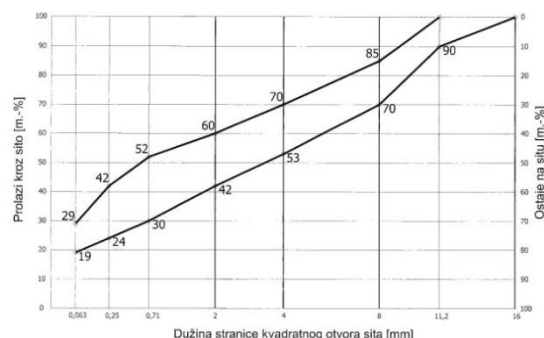
Slika 2.4.3.4.27: Granične krive za mešavine kamenih zrna za liveni asfalt MA 8 (Z2)



Slika 2.4.3.4.28: Granične krive za mešavine kamenih zrna za liveni asfalt MA 8 (Z3)



Slika 2.4.3.4.29: Granične krive za mešavine kamenih zrna za liveni asfalt MA 11 (Z1/Z2)



Slika 2.4.3.4.30: Granične krive za mešavine kamenih zrna za liveni asfalt MA 11 (Z3)

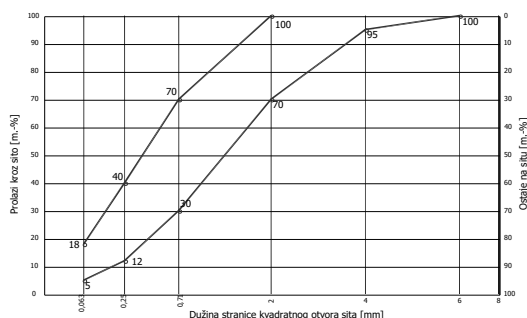
Tabela 2.4.3.4.13: Granične vrednosti za prostorne i mehaničke karakteristike proizvedenih bitumeniziranih mešavina livenog asfalta (po EN 13108-6)

Svojstva bitumenizirane mešavine	Postupak za ispitivanje	Granične vrednosti	Jedinica mere	Grupe saobraćajnih opterećenja, razredi i vrste bitumeniziranih mešavina MA						
				izuzetno teška	vrlo teška	teška	srednja	laka	vrlo laka	hodnici za pešake, biciklističke staze isl.
				A1	A2	A3	A4	A5		
				MA 11	MA 8, 11	MA 8, 11	MA 4, 8, 11	MA 4, 8, 11		
Z1 <sup>2)</sup>	Z2 <sup>2)</sup>	Z3 <sup>2)</sup>	Z3 <sup>2)</sup>	Z4						
Otpornost na trajnu deformaciju	EN 13108-20, tč. D.14, tabela D.5	najmanja vrednost dubine	mm	$I_{min1,0}$			$I_{min1,0}$	$I_{minNR}$		
		najveća vrednost dubine	mm	$I_{max3,0}$			$I_{max5,0}$	$I_{max10}$		
		najveća vrednost dubine utiskivanja, porast nakon 30 minuta	mm	$I_{nc0,4}$			$I_{nc0,6}$	$I_{ncNR}$		
		najveća dinamička dubina prodiranja	mm	$I_{dynNR}$ – navesti vrednost						
<sup>1)</sup> Otpornost na trajnu deformaciju mora da bude određena po EN 12697-20. <sup>2)</sup> Za bitumenizirane mešavine za zaštitne slojeve dozvoljena je upotreba mešavine zrna iz razreda Z4 sa svojstvima određenim u tabeli 2.4.3.2.1										

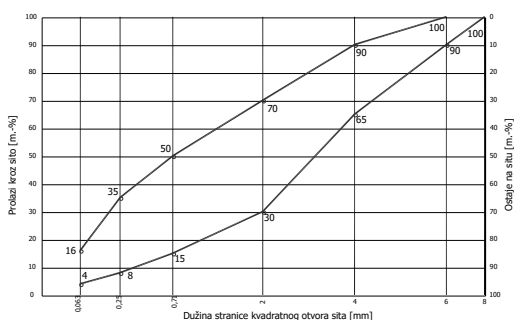
Tabela 2.4.3.4.14: Temperature proizvedenih bitumeniziranih mešavina livenog asfalta na početku ugrađivanja u zavisnosti od tipa upotrebljenog bitumenskog veziva

Tip bitumena	Temperatura proizvedene bitumenizirane mešavine (°C)	
	preporučena	najviša
70/100	190	230
50/70	190	230
40/60	200	240
35/50	200	240
30/45	200	240
20/30	210	250
PmB	prema uputstvima proizvođača	

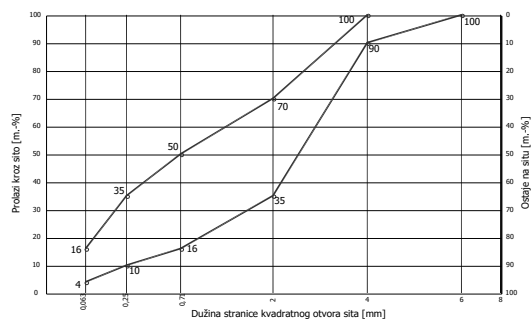
2.4.3.4.8 Asfaltni habajući sloj – Tankoslojna obrada (SS)



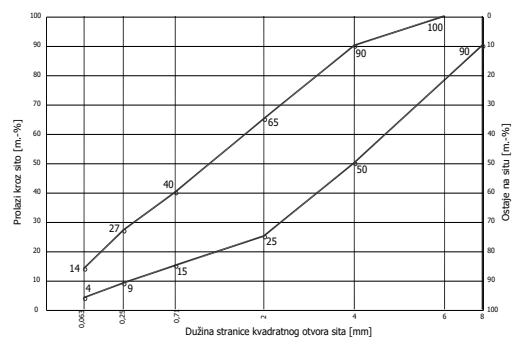
Slika 2.4.3.4.31: Granične krive područja za mešavine kamenih zrna za tankoslojne obrade SS 2 (Z3)



Slika 2.4.3.4.32: Granične krive područja za mešavine kamenih zrna za tankoslojne obrade SS 4 (Z1/Z3)



Slika 2.4.3.4.33: Granične krive područja za mešavine kamenih zrna za tankoslojne obrade SS 6 (Z1)



Slika 2.4.3.4.34: Granične krive područja za mešavine kamenih zrna za tankoslojne obrade SS 8 (Z1)

Dubina makroteksture tankoslojne obrade bitumenizirane mešavine razreda A1, određena postupkom zahtevanim u EN 13036-1, mora da odgovara zahtevu iz EN 12273 za kategoriju 3 ( $\geq 0,6$  mm), a bitumenizirane mešavine razreda A2 zahtevu za kategoriju 1 ( $\geq 0,2$  mm).



#### 2.4.3.4.9 Asfaltni habajući sloj – Površinska obrada (SD)

Dubina makroteksture površinske obrade na kolovozu određena postupkom određenim u EN 13036-1, mora odgovarati zahtevu za kategoriju 3 ( $\geq 1,0$  mm) po EN 12271.

Pošto ravnost kolovoza sa površinskom obradom ostaje slična kao što je bila prethodna ravnost podloge, zahtevi za to nisu promenjeni.

### 2.4.3.5 Kontrola kvaliteta

Provera kvaliteta i usaglašenosti bitumeniziranih mešavina sastoji se od stalne unutrašnje i nezavisne kontrole postupaka proizvodnje i ugradnje, a u skladu sa odredbama u EN 13108-21 i uslovima određenim u ovim tehničkim uslovima.

Svi neposredni uticaji na kvalitet i uslovi za ocenu usaglašenosti proizvedenih i ugrađenih bitumeniziranih mešavina moraju da budu navedeni u poslovniku kvaliteta.

Mesta za uzimanje uzoraka proizvedenih bitumeniziranih mešavina na gradilištu i ugrađenih bitumeniziranih mešavina za asfaltne noseće i habajuće slojeve, kao i merenje mesta zahtevanih svojstava ugrađenih bitumeniziranih mešavina treba odrediti statističkim slučajnim izborom (SRCM, tč. 1.4.1).

#### 2.4.3.5.1 Unutrašnja kontrola

Unutrašnja kontrolna ispitivanja tokom izvođenja radova mora da izvodi za to osposobljena laboratorija izvođača (odvojeni deo organizacije izvođača) ili druga nezavisna laboratorija (treća strana).

Osposobljenost laboratorije za unutrašnju kontrolu mora da bude obezbeđena na osnovu priznatih stručnih podloga za sistem kontrole i potvrdu usaglašenosti pri gradnji puteva u Republici Srbiji.

Obim unutrašnje kontrole ulaznih materijala i bitumeniziranih mešavina za asfaltne noseće i habajuće slojeve mora da bude određen programom (u skladu sa EN 13108-21) i uključen u odredbe ugovora, a konačno ga određuje nadzorni inženjer na osnovu rezultata probne proizvodnje i ugrađivanja, kao i na osnovu predloga izvođača koji mora pri izradi predloga programa ispitivanja uzeti u obzir minimalnu učestalost unutrašnjih kontrolnih ispitivanja.

Rezultate unutrašnjih kontrolnih ispitivanja i podatke o ulaznim materijalima izvođač mora da redovno prosleđuje organu koji je nadležan za izvođenje nezavisne kontrole. U slučaju da izvođač ustanovi odstupanje kvaliteta od zahtevanog nivoa, mora odmah da reaguje na odgovarajući način.

U slučaju da nadzorni inženjer ustanovi veća odstupanja rezultata od prethodnih ispitivanja, definisani obim minimalnih

unutrašnjih kontrolnih ispitivanja može naknadno da se poveća. U slučaju ujednačenih rezultata, nadzorni inženjer u saglasnosti sa izvođačem nezavisne kontrole može da smanji obim unutrašnjih kontrolnih ispitivanja.

Minimalni obim unutrašnjih kontrolnih ispitivanja u sklopu izvođenja asfalterskih radova određen je u tč. 2.4.3.5.1.1 do 2.4.3.5.1.3.

#### 2.4.3.5.1.1 Ispitivanja ulaznih materijala

Moraju da budu izvršena sledeća unutrašnja kontrolna ispitivanja svojstava osnovnih ulaznih materijala, tj. mešavina kamenih zrna i bitumenskog veziva.

- mešavina kamenih zrna
  - kameno brašno: od istog proizvođača na 300 t
  - sastav mešavine zrna
- pesak: istog proizvođača na 1000 t
  - sastav mešavine zrna
  - udeo sitnih zrna
- sitnež: svaka frakcija na 2000 t ili najmanje jednom nedeljno
  - sastav mešavine zrna
  - udeo sitnih zrna
  - oblik zrna (odnos 1: 3)
- bitumensko vezivo istog proizvođača svaka autocisterna ili najmanje jednom dnevno za svaki tip
- penetracija na 25 °C
- tačka razmekšanja postupkom PK

Navedeni uslovi za obim ispitivanja mešavina kamenih zrna ne važe ako je mešavina kamenih zrna dobavljena u pogon za proizvodnju bitumeniziranih mešavina neposredno iz pogona za proizvodnju mešavina kamenih zrna sa izjavom dobavljača o usaglašenosti sa zahtevima definisanim u tehničkim uslovima.

#### 2.4.3.5.1.2 Ispitivanja proizvedene bitumenizirane mešavine

Ispitivanja proizvedene bitumenizirane mešavine su u osnovi određena u EN 13108-21.

Unutrašnja kontrola proizvedene bitumenizirane mešavine obuhvata:

- proveru temperature na 1000 t <sup>1) 2)</sup>

- proizvedene bitumenizirane mešavine
- proveru sastava i mehaničkih i prostornih karakteristika na 1000 t <sup>1) 2)</sup>
  - proizvedene bitumenizirane mešavine iste vrste ili najmanje 1 x dnevno
  - udeo veziva
  - sastav ekstrahovane mešavine zrna
  - sadržaj celokupnih šupljina u bitumeniziranoj mešavini
  - sadržaj šupljina u mešavini kamenih zrna (proračun)
  - ispunjenost šupljina u mešavini kamenih zrna sa vezivom (proračun)

<sup>1)</sup> za asfaltne noseće slojeve, a za habajuće slojeve na 500 t.

<sup>2)</sup> u slučaju ugrađivanja manjih količina treba za svaku bitumeniziranu mešavinu dokazati odgovarajući kvalitet

Uzorke proizvedene bitumenizirane mešavine za unutrašnju kontrolu treba uzeti na mestu ugrađivanja. Mogu da se upotrebe i uzroci bitumenizirane mešavine uzeti u pogonu za proizvodnju bitumeniziranih mešavina.

Kao deo postupka vrednovanja usaglašenosti, proizvođač bitumeniziranih mešavina mora da priloži dokaz da svojstva svake bitumenizirane mešavine odgovaraju zahtevima određenim u ovih tehničkim uslovima.

Nivo usaglašenosti sastava mešavine zrna i udela topljivog bitumenskog veziva sa početnim sastavom bitumenizirane mešavine treba odrediti na osnovu dozvoljenog odstupanja pojedinačnih rezultata ispitivanja ili prosečne vrednosti četiri rezultata ispitivanja (Tabela 2.4.3.3.2)

U slučaju kada je za veličinu zrna 1,4 D uslovljen 100% ostatak pri prosejavanju, dozvoljeno odstupanje je -2 m.-%.

Za svaku bitumeniziranu mešavinu može da se odredi za karakterisanje sastava posebno važna veličina zrna u području između D i 2 mm.

Odstupanje od vrednosti u početnom sastavu bitumenizirane mešavine treba odrediti za svaku specifičnost sastava koja je navedena u tabeli 2.4.3.3.2.

Na osnovu rezultata ispitivanja i dozvoljenih odstupanja (u tabeli 2.4.3.3.2.) treba razvrstati sastave bitumeniziranih mešavina

na usaglašene i neusaglašene. Broj neusaglašenih rezultata od poslednja 32 pri pojedinačnim uzorcima, odnosno od 8 (32 rezultata) pri prosečnim vrednostima četiri uzroka, je osnova za određivanje nivoa usaglašenosti proizvodnje bitumeniziranih mešavina (Tabela 2.4.3.5.1).

Tabela 2.4.3.5.1: Određivanje nivoa usaglašenosti proizvodnje bitumeniziranih mešavina

Broj neusaglašenih rezultata od poslednja 32		Nivo usaglašenosti proizvodnje bitumeniziranih mešavina NSP
Pojedinačni rezultati	Prosečne vrednosti četiri rezultata	
do 2	0	A
3 do 6	1	B
> 6	≥ 2	C

Najmanju učestalost ispitivanja proizvedenih bitumeniziranih mešavina sa stanovišta nivoa usaglašenosti proizvodnje treba odrediti prema tabeli 2.4.3.5.2.

Tabela 2.4.3.5.2: Najmanja učestalost ispitivanja proizvedenih bitumeniziranih mešavina

Nivo učestalosti ispitivanja	Nivo usaglašenosti proizvodnje NSP		
	A	B	C
	Proizvedena bitumenizirana mešavina (t/ispitivanje)		
X	600	300	150
Y	1000	500	250
Z	2000	100	500

Količine proizvedene bitumenizirane mešavine navedene u tabeli 2.4.3.5.2 važe za rezultate ispitivanja određene za pojedinačne uzorke ili prosečne vrednosti četiri uzorka.

Učestalost ispitivanja proizvedene bitumenizirane mešavine treba odrediti u skladu sa najnižim nivoom usaglašenosti proizvodnje u prethodnoj nedelji.

Pri pokretanju novog pogona za proizvodnju bitumeniziranih mešavina ili nakon preseljenja pogona, treba uzeti učestalost ispitivanja za nivo usaglašenosti proizvodnje C, dok se ne izvrše 32 ispitivanja.

Ako je proizvodnja bitumeniziranih mešavina prekinuta 3 meseca ili duže, ili je bila izvršena veća popravka, nivo usaglašenosti proizvodnje treba smanjiti za jedan stepen, dok na raspolaganju ne budu 32 rezultata iz novog redosleda ispitivanja.

Nivo Z je najmanja učestalost ispitivanja uslovljena kod svih bitumeniziranih mešavina. Odredbama ugovora može da bude određena veća učestalost ispitivanja bitumeniziranih mešavina kao što je to, na primer, navedeno u tč. 2.4.3.5.1.1 i 2.4.3.5.1.2.

#### 2.4.3.5.1.3 Ispitivanja ugrađene bitumenizirane mešavine

Karakteristike bitumenizirane mešavine ugrađene u asfaltni gornji noseći ili habajućii sloj treba ispitati sledećim unutrašnjim kontrolnim ispitivanjima ugrađenog asfaltnog zastora:

- na jezgrima na 1000 t<sup>1)</sup>
  - debljina sloja
  - slepljenost sloja (ako je zahtevana)
  - gustina sloja
  - sadržaj šupljina u sloju
- na sloju: na 200 m<sup>2</sup><sup>2)</sup>
  - gustina merena nedestruktivnom metodom
  - ravnost planuma merena 4-metarskom letvom
  - visina planuma određena nivelisanjem
  - nagib planuma.

<sup>1)</sup> za asfaltno noseće slojeve, a za habajuće slojeve na 500 t.

<sup>2)</sup> za asfaltno noseće slojeve, a za habajuće slojeve na 100 m<sup>2</sup>

Jezgra treba uzeti na mestima za uzimanje uzorka ugrađivanih bitumeniziranih mešavina.

Za bitumenizirane mešavine nazivne zrnivosti do zaključno 16 mm treba uzeti jezgra prečnika najmanje 100 mm, a za veće

nazivne zrnivosti jezgra prečnika najmanje 150 mm.

Čista i bitumenskom emulzijom premazana mesta za uzimanje jezgara treba što pre popuniti vrućom bitumeniziranom mešavinom koja mora da bude od sličnih materijala i zrnivosti kao mešavina koja je ugrađena u asfaltni noseći ili habajućii sloj, i odgovarajuće ih sabiti.

#### 2.4.3.5.2 Nezavisna kontrola

Nezavisnu (spoljašnju) kontrolu može da izvodi samo imenovani organ.

Nezavisna kontrola

- proverava usaglašenost nabavljenih bitumeniziranih mešavina za asfaltno noseće i habajuće slojeve sa izjavama proizvođača o usaglašenosti sa CE informacijom
- izvodi kontrolu prevoza i ugrađivanja bitumeniziranih mešavina u skladu sa zahtevima u tehničkim uslovima i/ili u odredbama ugovora.

#### 2.4.3.5.2.1 Provere ulaznih materijala

Nezavisne kontrolne provere svojstava ulaznih materijala moraju se na zahtev nadzornog inženjera izvršiti u slučaju neusaglašenosti proizvoda sa zahtevima u ovim tehničkim uslovima i priloženim izjavama o usaglašenosti koji se zasnivaju na sertifikatima kontrole proizvodnje.

#### 2.4.3.5.2.2 Ispitivanja ugrađivane (proizvedene) bitumenizirane mešavine

Treba izvršiti sledeća nezavisna kontrolna ispitivanja svojstava ugrađivane (proizvedene) bitumenizirane mešavine:

- provera temperature bitumenizirane mešavine pri ugradnji na 4000 t<sup>1)</sup>
- provera sastava i mehaničkih i prostornih karakteristika ugrađivane bitumenizirane mešavine iste vrste: na 4000 t<sup>1)</sup>
  - udeo veziva
  - sastav ekstrahovane mešavine zrna
  - svojstva ekstrahovanog veziva:
    - penetracija na 25 °C
    - tačka razmekšanja postupkom PK
    - indeks penetracije

- (proračun)
  - tačka kidanja po Frasu
  - rastegljivost sa merenjem sile (force ductility)
  - zapreminska masa bitumenizirane mešavine (uzorci po Maršalu na 25 °C)
  - sadržaj celokupnih šupljina u bitumeniziranoj mešavini
  - sadržaj šupljina u mešavini kamenih zrna (proračun)
  - ispunjenost šupljina u mešavini kamenih zrna vezivom (proračun)
- <sup>1)</sup> za asfaltne noseće slojeve, a za habajuće slojeve na 2000 t.

Uzorke za nezavisna kontrolna ispitivanja proizvedene bitumenizirane mešavine treba uzeti na mestu ugradnje, a samo izuzetno i u pogonu za proizvodnju, ako to odobri nadzorni inženjer.

#### 2.4.3.5.2.3 Ispitivanja ugrađene bitumenizirane mešavine

Nezavisna kontrolna ispitivanja ugrađene bitumenizirane mešavine treba izvršiti radi određivanja sledećih karakteristika izgrađenog asfaltnog nosećeg i habajućeg sloja:

- na jezgrima (prečnika najmanje 100mm) na 4000 t <sup>1)</sup>
- debljina sloja
- slepljenost sloja (ako je zahtevana)
- gustina sloja
- zbijenost sloja
- sadržaj šupljina u sloju
- na sloju: na 400 m<sup>2</sup> <sup>2)</sup>
- gustina merena nedestruktivnom metodom
- ravnost planuma, merena 4-metarskom letvom i/ili profilometrom <sup>4)</sup>
- visina planuma određena nivelisanjem
- nagib planuma.
- sposobnost trenja <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> za asfaltne noseće slojeve, a za habajuće slojeve na 2000 t.

<sup>2)</sup> za asfaltne noseće slojeve, a za habajuće slojeve na 200 m<sup>2</sup>

<sup>3)</sup> na deonicama dugim najmanje 500m

<sup>4)</sup> podužna ravnost planuma merena profilometrom i vrednovana indeksom IRI

Jezgra treba uzeti na mestima za uzimanje uzoraka vruće bitumenizirane mešavine. Jezgra za proveru debljine i slepljenosti sloja

moraju da budu uzeta slučajnim izborom mesta za uzimanje uzoraka (SRCM, tč. 1.4.1).

#### 2.4.3.5.2.4 Dodatna ispitivanja bitumenizirane mešavine

Bitumenizirane mešavine za vrlo teška saobraćajna opterećenja treba proveriti i u vezi sa

- otpornošću pri visokim temperaturama na trajnu deformaciju (nastanak kolotruga) i
- otpornošću pri niskim temperaturama na prekoračenje zatezних čvrstoća (nastanak pukotina).

Bitumenizirane mešavine za drenažne slojeve treba proveriti i sa stanovišta gubitka čestica.

U bitumeniziranim mešavinama koje sadrže mešavine silikatnih i karbonatnih zrna (Z2) treba proveriti udeo silikatnih zrna.

#### 2.4.3.5.3 Zahtevana svojstva ugrađenih bitumeniziranih mešavina

Na osnovu rezultata ispitivanja u sklopu unutrašnje i nezavisne kontrole treba nakon završene redovne proizvodnje i ugrađivanja vrednovati prosečni sastav u sloj ugrađene bitumenizirane mešavine. Obrada mora da uključi i sve specifičnosti ugrađene bitumenizirane mešavine i osnovne statističke pokazatelje za njih.

##### 2.4.3.5.3.1 Step en zbijenosti i sadržaj šupljina

Zahtevane granične vrednosti stepena zbijenosti i sadržaja šupljina navedene su za posmatrane bitumenizirane mešavine ugrađene u asfaltne slojeve, u tč. 2.4.3.4.

##### 2.4.3.5.3.2 Debljina sloja

Granične projektne debljine sloja bitumeniziranih mešavina ugrađenih u asfaltne slojeve, navedene su u tč. 2.4.3.3.3.

Prosečna debljina sloja bitumenizirane mešavine ugrađene u habajući sloj može da bude do 25% manja od projektovane ili ugovorne debljine sloja (krajnja granična vrednost). Pojedinačne debljine sloja koje se vrednuju u sklopu prosečne debljine, mogu da budu manje do 30%.

Prosečna debljina sloja bitumenizirane mešavine u veznom, nosećem i nosećem habajućem sloju može da bude do 15 % manja od projektovane ili ugovorne debljine sloja (krajnja granična vrednost). Samo pojedinačno utvrđena debljina može da bude do najviše 25% manja od projektne ili ugovorne debljine.

Prosečna ukupna debljina sloja bitumeniziranih mešavina u habajućim i nosećim slojevima može da bude do 5 % manja od projektovane ili ugovorne ukupne debljine sloja (krajnja granična vrednost). Ako je, zbog premale debljine ugrađenog habajućeg, veznog i/ili nosećeg sloja, prosečna ukupna debljina sloja, koja je određena iz debljina pojedinačnih slojeva, manja od ugovorne debljine, naručilac može da zahteva odbitke.

Debljina sloja bitumenizirane mešavine u habajućem ili vezanom nosećem sloju može

da bude do 10% veća od najveće projektne debljine.

Prekomerne prosečne debljine sloja treba najpre uzeti u obzir za nadoknadu eventualne manje debljine podložnog sloja. Za preostalu prekomernu prosečnu debljinu sloja do najviše 5% iznad projektne ili ugovorne debljine, izvođač u osnovanim slučajevima ima pravo na isplatu. O tome odlučuje nadzorni inženjer.

#### 2.4.3.5.3.3 Slepljenost asfaltnih slojeva

Između ugrađenih nosećih i habajućih slojeva bitumeniziranih mešavina mora da bude obezbeđena sila slepljenosti određena Lojtnerovim postupkom (EN B 3639), navedena u tabeli 2.4.3.5.3.

Treba ispitati slepljenost habajućeg sloja drenažnog asfalta i sloja podloge i navesti silu slepljivanja.

Tabela 2.4.3.5.3: Kriterijumi za slepljenost asfaltnih slojeva

Kontakt asfaltnih slojeva	Saobraćajno opterećenje			
	Izuzetno teško, vrlo teško, teško		Srednje, lako, vrlo lako	
	Sila smicanja kN	Sila slepljivanja N/mm <sup>2</sup>	Sila smicanja kN	Sila slepljivanja N/mm <sup>2</sup>
- habajući / vezni - habajući / gornji noseći	≥ 15	≥ 0,85	≥ 10,5	≥ 0,60
- vezni / gornji noseći - habajući / postojeći - gornji noseći / donji noseći	≥ 12	≥ 0,68	≥ 8,5	≥ 0,48

Uzimanje uzoraka za ispitivanje sile smicanja, odnosno sile slepljivanja, asfaltnih slojeva sme da se vrši kada temperatura ugrađenih bitumeniziranih mešavina iznosi ≤ 25 °C.

Ako je odmah po ugradnji slepljenost asfaltnih slojeva slabija od zahtevane granične vrednosti, treba izvršiti ponovo ispitivanja nakon jednog meseca.

#### 2.4.3.5.3.4 Ravnost, visina, nagib planuma

Ravnost planuma asfaltnog nosećeg i habajućeg sloja treba utvrditi – u proizvoljnom pravcu u odnosu na osovину puta – kao odstupanje ispod položene 4 m

dugačke merne letve ili drukčijim adekvatnim postupkom merenja (SRMG, tč. 3.1.2.1 odnosno EN 13036-7).

Granične vrednosti odstupanja planuma bitumeniziranih mešavina ugrađenih u habajući ili noseći sloj od merne letve navedene su u tabeli 2.4.3.5.4.

Ako su odstupanja ravnosti veća ili takva odstupanja slede uzastopno, o tome odlučuje nadzorni inženjer.

Visinu pojedinačnih mernih mesta na planumu bitumenizirane mešavine ugrađene u asfaltni noseći i habajući sloj, treba odrediti nivelisanjem. Planum asfaltnog, veznog i/ili

gornjeg nosećeg sloja sme da na proizvoljnom mestu odstupa od projektovane kote najviše  $\pm 10$  mm (granična vrednost), a planum asfaltnog donjeg nosećeg sloja najviše  $\pm 15$  mm.

Nagib planuma asfaltnog nosećeg i habajućeg sloja mora da bude jednak poprečnom i podužnom nagibu kolovoza. Dozvoljena odstupanja nagiba određena su dozvoljenom neravnošću i odstupanjem od

visine planuma tog sloja, ali ne smeju da budu veća od planiranog nagiba za  $\pm 0,4$  % apsolutne vrednosti.

Na putevima na kojima su dozvoljene velike brzine vožnje, a podužni nagib je manji od 0,5% i planirani poprečni nagib manji od 1,5%, poprečni nagib može da bude 0,2% veći od planiranog.

Tabela 2.4.3.5.4: Granične vrednosti odstupanja ravnosti planuma asfaltnih slojeva

Saobraćajno opterećenje / uslovi izvođenja	Granična vrednost odstupanja ravnosti planuma		
	habajući slojevi	vezni i/ili gornji noseći slojevi	donji noseći slojevi
	(mm)		
- izuzetno teško, vrlo teško i teško saobraćajno opterećenje: - mašinsko ugrađivanje: - u jednom sloju - u dva sloja (na donji sloj)	$\leq 4$ -	$\leq 8$ $\leq 10$	$\leq 10$ $\leq 15$
- srednje, lako i vrlo lako saobraćajno opterećenje: - mašinsko ugrađivanje	$\leq 6$	$\leq 10$	$\leq 15$
- ugrađivanje na postojećim kolovozima uz ugrađivanje u slivnike i dilatacije, kao i ručno ugrađivanje	$\leq 10$	$\leq 15$	$\leq 20$

#### 2.4.3.5.4 Ocena usaglašenosti

Po završetku pojedinačnih radova ili faza radova u sklopu građenja asfaltnih slojeva, treba izvršiti statističke analize rezultata unutrašnje i nezavisne kontrole

- ulaznih materijala,
- proizvedene bitumenizirane mešavine i
- ugrađene bitumenizirane mešavine.

Statističku analizu rezultata kontrolnih ispitivanja moraju da pripreme izvođači unutrašnje i nezavisne kontrole, svaki za svoj rad.

Statističke analize i njihovo upoređivanje predstavljaju osnovu za ocenu usaglašenosti kvaliteta i za eventualne reklamacije i mere.

Ocenu usaglašenosti rezultata svih kontrolnih ispitivanja sa zahtevima u ugovornoj dokumentaciji i u tehničkim uslovima mora da

pripremi kontrolni organ za nezavisnu kontrolu i da je preda nadzornom inženjeru.

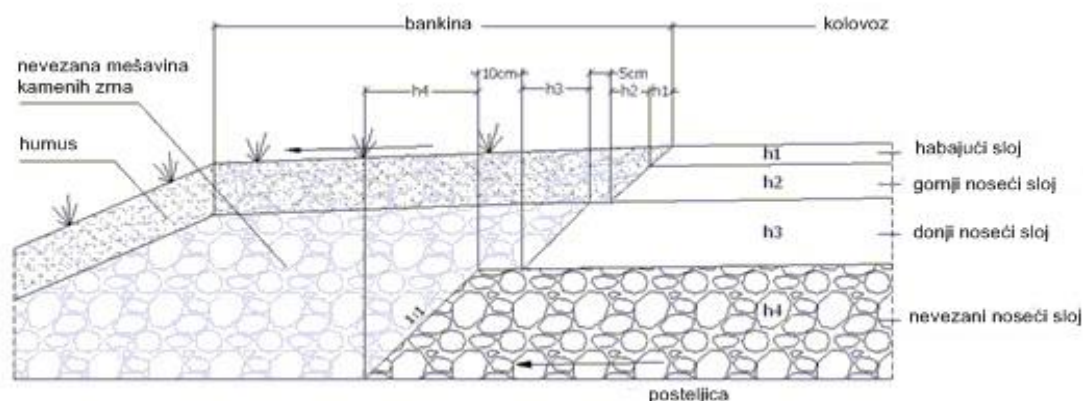
odredbama u opštim tehničkim uslovima (tč. 1.2.2.2).

### 2.4.3.6 Merenje i preuzimanje radova

#### 2.4.3.6.1 Merenje radova

Sve izvršene radove u sklopu slojeva povezanih bitumenom treba izmeriti saglasno

Izmerene vrednosti asfaltnih slojeva ugrađenih u kolovozne konstrukcije treba odrediti na osnovu širina definisanih proširenjima na slici 2.4.3.6.1.



Slika 2.4.3.6.1: Završetak asfaltnih slojeva ugrađenih u kolovozne konstrukcije

#### 2.4.3.6.2 Preuzimanje radova

Za preuzimanje svih izvedenih radova u sklopu slojeva vezanih bitumenom važe odredbe definisane u opštim tehničkim uslovima (tč. 1.2.2.3).

Ugrađeni asfaltni noseći i habajući sloj mora da preuzme nadzorni inženjer u skladu sa zahtevima za kvalitet u tehničkim uslovima i u skladu sa zahtevima u ugovornoj dokumentaciji, a posle pisanog obaveštenja izvođača o završetku radova. Izvođač mora istovremeno da dostavi nadzornom inženjeru sve podatke i izveštaj unutrašnje kontrole o usaglašenosti izvedenih radova sa zahtevima u tehničkim uslovima. Sve ustanovljene nedostatke u odnosu na zahteve izvođač mora da popravi pre nastavka radova, inače mu se obračunavaju odbici za neodgovarajući kvalitet izvršenih radova.

Svi troškovi otklanjanja nedostataka padaju na teret izvođača, uključujući i troškove za sva merenja i ispitivanja koja su pokazala neodgovarajući kvalitet izvršenih radova, i zbog čega je bilo potrebno po izvršenoj odgovarajućoj popravci ponovnim ispitivanjima utvrditi kvalitet radova.

Za sve radove koji ne odgovaraju zahtevima kvaliteta u ovim tehničkim uslovima (prevazilaze definisane granične, odnosno krajnje granične vrednosti) i izvođač ih nije popravio prema uputstvima nadzornog inženjera, izvođač nema pravo ni na kakvu isplatu. Naručilac ima pravo da u takvom slučaju produži garantni period za sve radove koji zavise od nepopravljenih radova, na najmanje 5 godina. Ako po isteku tako produženog garantnog perioda nema nikakvih vidljivih grešaka, koje bi bile posledica prethodno utvrđenih nedostataka, izvođač ima pravo na plaćanje za izvršeni rad.



### 2.4.3.7 Obračun radova

#### 2.4.3.7.1 Opšte

Količine izvršenih radova određene prema uslovima u tč. 2.4.3.6, treba obračunati po ugovornim jediničnim cenama.

U jediničnoj ceni moraju da budu uzete u obzir sve usluge potrebne za potpuno izvođenje asfaltnog nosećeg i habajućeg sloja. Izvođač nema pravo da naknadno zahteva doplatu, osim ako u ugovoru nije drugačije određeno.

Ako izvođač radova nije obezbedio kvalitet u okviru zahtevanih vrednosti i ako su mu bili obračunati odbici, za njega ostaju važeće sve obaveze iz ugovora u vezi sa garancijom.

#### 2.4.3.7.2 Odbici zbog neodgovarajućeg kvaliteta

Odbitak treba odrediti ili na osnovu neodgovarajuće prosečne vrednosti za izvršeni rad ili na osnovu neodgovarajućih pojedinačnih utvrđenih vrednosti. Merodavna je veća vrednost odbitka.

I u slučaju kada je

- u bitumeniziranog mešavini premali udeo bitumenskom veziva ili
  - u ugrađenom asfaltnom sloju prekomerni sadržaj šupljina,
- merodavna je veća vrednost odbitka.

#### 2.4.3.7.2.1 Osnovni materijali

Mora da budu obezbeđen kvalitet osnovnih materijala određen u tč. 2.4.3.2.1.2 i 2.4.3.2.2.2.

Ako izvođač ugradi u vezani noseći ili habajući sloj bitumeniziranu mešavinu čiji sastav je pri proizvodnji ili ugradnji odstupao od graničnih vrednosti definisanih za sastav, za odstupanje vrednosti između granične vrednosti za sastav i krajnje granične vrednosti za proizvedenu ili ugrađenu bitumeniziranu mešavinu obračunavaju se odbici.

Ako izvođač ugradi u vezni, noseći ili u habajući sloj bitumeniziranu mešavinu kod koje ustanovljene vrednosti premašuju uslovljene krajnje granične vrednosti ili u kojoj je osnovni materijal koji ne odgovara zahtevima u tč. 2.4.3.2.1.2 i 2.4.3.2.2.2, o načinu obračunavanja izvršenog rada odlučuje nadzorni inženjer koji može ceo izvršeni rad i da odbije.

#### 2.4.3.7.2.2 Izvedeni radovi

Naručilac može zbog

- premalog udela bitumenskog veziva u bitumeniziranoj mešavini, koji je određen u zahtevima za sastav bitumenizirane mešavine,
- neodgovarajućeg sadržaja šupljina u ugrađenom sloju bitumenizirane mešavine,
- premale debljine izgrađenog asfaltnog sloja,
- preslabe slepljenosti ugrađenih asfaltnih slojeva i
- neodgovarajuće ravnosti planuma izgrađenog asfaltnog sloja

da primeni odbitke. Granične vrednosti za pojedinačna karakteristična svojstva bitumeniziranih mešavina ugrađenih u asfaltnu zastore, definisane su u tč. 2.4.3.3.3 i 2.4.3.4. Krajnje granične vrednosti tj. odstupanja od granične vrednosti, navedene su u tabeli 2.4.3.7.1.

Tabela 2.4.3.7.1: Krajnja odstupanja od graničnih vrednosti svojstava ugrađenih asfaltnih zastora

Karakteristična svojstva	Jedinica mere	Odstupanje od granične vrednosti
- udeo bitumenskog veziva	m.-%	- 0,3
- sadržaj šupljina u ugrađenoj bitumeniziranoj mešavini	V.-%	2
- debljina ugrađenog asfaltnog sloja	%	-15 <sup>1)</sup> / -25 <sup>2)</sup>
- slepljenost ugrađenih asfaltnih slojeva	%	- 25
- ravnost planuma ugrađenog asfaltnog sloja:		
- 4 m letva ili	mm	+ 4 <sup>3)</sup> / +6 <sup>4)</sup>
- IRI	mm	0,6

<sup>1)</sup> progresivno preko 3 % do 15 % za noseće slojeve

<sup>2)</sup> progresivno preko 3 % do 25 % za habajuće slojeve

<sup>3)</sup> preko granične vrednosti za habajuće slojeve

<sup>4)</sup> preko granične vrednosti za noseće slojeve

Odbitke treba vrednovati na sledećim osnovama:

- **zbog premalog udela bitumenskog veziva u bitumeniziranoj mešavini** po obrascu

$$FO = p^2 \cdot C \cdot PD \cdot f$$

gde je:

$FO$  - finansijski odbitak (€)

$p$  - odstupanje od definisane donje granične vrednosti udela veziva, ali za najviše -0,3% (apsolutno) tj. do krajnjih graničnih vrednosti

$C$  - cena za jedinicu količine izvršenog rada (€/m<sup>2</sup>)

$PD$  - obim manjkavo izvršenog rada

$f$  - faktor težine

#### Primer 1:

Skeletni mastiks asfalt SMA 8:

- granična vrednost:  $B_{\min} \geq 6,5 \text{ m.-%} - 0,2 \text{ m.-%}$
  - utvrđena vrednost:  $B = 6,2 \text{ m.-%}$
  - dozvoljeno odstupanje:  $B_{\text{odst}} = 0,3 \text{ m.-%}$
  - cena po jedinici:  $C = 11,50 \text{ €/m}^2$
  - obim manjkavo izvršenog rada:  $PD = 6.800 \text{ m}^2$
  - faktor težine:  $f = 3$
- $p = B_{\min} - B = 6,3 - 6,2 = 0,1 \text{ m.-%}$
- $FO = 0,1^2 \cdot 11,50 \cdot 6.800 \cdot 3 = 2.346 \text{ €}$

- **zbog neodgovarajućeg sadržaja šupljina u ugrađenoj bitumeniziranoj mešavini**, ako je u zahtevima određena vrednost prekoračena, po obrascu

$$FO = \frac{p^2}{100} \cdot C \cdot PD \cdot f$$

gde je

$p$  - odstupanje od definisane granične vrednosti sadržaja šupljina, ali za najviše  $\pm 2 \%$  (apsolutno) tj. do krajnjih graničnih vrednosti

#### Primer 2:

Bitumenski beton za habajuće slojeve AC 11 surf:

- granična vrednost:  $V_{\max} = 8,5 \text{ V.-%}$
  - utvrđena vrednost:  $V = 9,2 \text{ V.-%}$
  - dozvoljeno odstupanje:  $V_{\text{odst}} = 2 \text{ V.-%}$
  - cena po jedinici:  $C = 10,00 \text{ €/m}^2$
  - obim manjkavo izvršenog rada:  $PD = 11.700 \text{ m}^2$
  - faktor težine:  $f = 6$
- $p = V - V_{\max} = 9,2 - 8,5 = 0,7 \text{ V.-%}$
- $FO = \frac{0,7^2}{100} \cdot 10,00 \cdot 11.700 \cdot 6 = 3.439,80 \text{ €}$

- zbog premale debljine izgrađenih asfaltnih slojeva:

$$FO = \frac{p^2}{100} \cdot C \cdot PD \cdot f$$

gde je

$p$  - % premale debljine asfaltnog sloja (odstupanje od granične vrednosti)

### Primer 3:

Bitumenski beton AC 11 surf

- ugovorna debljina 40 mm
- granična debljina (- 25%) 30 mm
- utvrđena prosečna debljina 32 mm (- 20%)
- cena po jedinici:  $C = 11,80 \text{ €/m}^2$
- obim manjkavo izvršenog rada:  $PD = 8.200 \text{ m}^2$
- faktor težine  $f$ :

p (%)	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25
FO'	1,25	1,29	1,33	1,37	1,43	1,49	1,56	1,64	1,73	1,83	1,94	2,00
f	0,313	0,215	0,166	0,137	0,119	0,106	0,098	0,091	0,087	0,083	0,081	0,080

$$FO = \frac{20^2}{100} \cdot 11,80 \cdot 8.200 \cdot 0,087 = 33.672,48 \text{ €}$$

### Primer 4:

Bitumenski beton AC 22 base

- ugovorna debljina 80 mm
- granična debljina (- 15%) 68 mm
- utvrđena prosečna debljina 72 mm (- 10%)
- cena po jedinici:  $C = 12,60 \text{ €/m}^2$
- obim manjkavo izvršenog rada:  $PD = 8.200 \text{ m}^2$
- faktor težine  $f$ :

p (%)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
FO'	1,25	1,27	1,30	1,33	1,37	1,42	1,48	1,55	1,64	1,74	1,86	2,00
f	0,313	0,254	0,217	0,190	0,171	0,158	0,148	0,141	0,137	0,134	0,133	0,133

$$FO = \frac{10^2}{100} \cdot 12,60 \cdot 8.200 \cdot 0,148 = 15.291,36 \text{ €}$$

**Primer 5:**

Asfaltni habajući, vezni i noseći sloj zajedno

- ugovorna ukupna debljina	40 + 60 + 100 = 200 mm
- granična ukupna debljina (- 3%)	194 mm
- utvrđena prosečna ukupna debljina	195 mm (- 2,5%)
- cena za ukupnu debljinu:	$C = 11,80 + 9,60 + 15,80 = 37,20 \text{ €/m}^2$
- obim manjkavo izvršenog rada:	$PD = 8.200 \text{ m}^2$
- faktor težine	$f=1$

$$FO = \frac{2,5}{100} \cdot 37,20 \cdot 8.200 = 7.626 \text{ €}$$

- **zbog preslabe slepljenosti ugrađenih asfaltnih slojeva**, ako je u zahtevima određena vrednost prekoračena, po obrascu:

$$FO_2 = \frac{p^2}{100} \cdot C \cdot PD \cdot f$$

gde je

- $p$  - odstupanje smičuće sile od definisane vrednosti, ali za najviše 4 kN (apsolutno) tj. do krajnjih graničnih vrednosti

**Primer 6:**

Slepljenost habajućeg zaptivnog i gornjeg nosećeg sloja

- granična vrednost smičuće sile:	$\geq 15 \text{ kN}$
- utvrđena vrednost:	12 kN
- dozvoljeno odstupanje:	25 %
- cena po jedinici:	$C = 11,50 \text{ €/m}^2$
- obim manjkavo izvršenog rada:	$PD = 2.900 \text{ m}^2$
- faktor težine	$f = 0,02$
	$p = (15 - 12) : 15 = 20 \%$
	$FO = \frac{20^2}{100} \cdot 11,50 \cdot 2.900 \cdot 0,02 = 2.668 \text{ €}$

- **zbog neodgovarajuće ravnosti planuma novoizgrađenog asfaltnog habajućeg sloja**, ako su vrednosti određene u zahtevima prekoračene, po obrascima:

- za merenja 4-metarskom letvom

$$FO_{4m} = \sum p^2 \cdot \bar{s} \cdot C \cdot f$$

gde je

- $p$  - odstupanje ravnosti planuma od definisane granične vrednosti, ali najviše 6 mm (apsolutno) tj. do krajnjih graničnih vrednosti

- za merenja profilometrom ZAG-VP:

$$FO_{IRI} = \sum p^2 \cdot PD \cdot C \cdot f$$

gde je

- $p$  - odstupanje ravnosti planuma od definisane granične vrednosti, ali najviše 0,6 vrednosti indeksa IRI (apsolutno) tj. do krajnjih graničnih vrednosti

**Primer 7:**

Merenja 4-metarskom letvom:

- granična vrednost neravnosti planuma: 4 mm
- dozvoljeno odstupanje: > 4 mm do 10 mm = 6 mm
- širina saobraćajne trake:  $\bar{s} = 3,50$  m
- cena po jedinici:  $C = 10,20$  €/m<sup>2</sup>
- faktor težine:  $f = 0,6$
- utvrđene vrednosti:

Izmerena neravnina (mm)	Odstupanje od granične vrednosti		Broj odstupanja n	p <sup>2</sup> x n
	p	p <sup>2</sup>		
4	-	-	-	-
5	1	1	1	1
6	2	4	3	12
7	3	9	1	9
8	4	16	2	32
9	5	25	-	-
10	6	36	1	36

$$\Sigma p^2: \quad 90$$

$$FO_{4m} = 90 \cdot 10,20 \cdot 3,50 \cdot 0,6 = 1.927,80 \text{ €}$$

**Primer 8:**

Merenja podužnog profila profilometrom:

- granična vrednost indeksa IRI:  $h_m = 2,0$
- dozvoljeno odstupanje:  $0,6$  ( $h_{sm} = 2,6$ )
- širina saobraćajne trake:  $\bar{s} = 3,50$  m
- cena po jedinici:  $C = 10,20$  €/m<sup>2</sup>
- faktor težine:  $f = \frac{h_m}{h_{sm} - h_m} = \frac{2,0}{2,6 - 2,0} = 3,33$

- utvrđene vrednosti IRI između  $h_{sm}$  i  $h_m$ :

Merna deonica (dužina 100 m)	Izmerena vrednost IRI
4	2,17
17	2,34
18	2,50
19	2,44
20	2,36
27	2,27
28	2,23

Ukupno 7                      16,31

$h_{pros}: \quad 2,33$

$$\Sigma p = \frac{h_{\text{povpr}} - h_m}{h_m} = \frac{2,33 - 2,0}{2,0} = 0,165$$

$$\Sigma p^2 = 0,0272$$

$$PD = 3,50 \cdot 100 \cdot 7 = 2.450 \text{ m}^2$$

$$FO_{IRI} = 0,0272 \cdot 2.450 \cdot 10,20 \cdot 3,33 = 2.263,49 \text{ €}$$

Prekomerno odstupanje ravnosti planuma izgrađenog asfaltnog sloja izvođač radova mora da popravi odgovarajućim merama, pri čemu planirana nosivost kolovozne konstrukcije ne sme da se smanji. Ako stanje nije moguće popraviti na odgovarajući način, nadzorni inženjer, odnosno naručilac može da odbije preuzimanje izvedenih radova.

#### 2.4.3.7.3 Garancija

Pri oceni trenutnog stanja izvedenih radova treba uzeti u obzir habanje koje je nastalo usled opterećenja u garantnom roku.

Izvođač mora da garantuje odgovarajuće stanje bitumeniziranih mešavina ugrađenih u asfaltno slojeve sa sledećim garantnim rokovima:

- garantni rok iznosi 5 godina (nakon puštanja saobraćaja) za bitumenizirane mešavine ugrađene u asfaltno noseće i habajuće slojeve ako su oni ugrađeni u sklopu kolovozne konstrukcije pri novogradnji koja je bila dimenzionisana po uslovima definisanim za projektovanje (SRDM, tč. 8.3.6) za planirano saobraćajno opterećenje
- za sve drugačije načine građenja (na odgovarajuće dimenzionisanu nosivost podloge), zaključno sa odgovarajuće dimenzionisanim presvlačenjem i ojačavanjem postojećih kolovoznih konstrukcija (nakon odstranjivanja uzroka nastale promene), važe sledeći garantni rokovi:
  - 2 godine
    - za habajuće slojeve debele najmanje 2 cm, ugrađene na postojeći podložni sloj od bitumenizirane mešavine
  - 3 godine
    - za noseće slojeve
  - 5 godina:
    - za zastore ugrađene vrućim postupkom debljine više od 7,5cm.

Ako se zbog gradilišta zahteva privremeno vođenje saobraćaja po asfaltnom sloju duže od jedne godine, u slučaju delimičnog preuzimanja pojedinačne saobraćajne trake za nju se garantni rok produžava za jednu godinu.

U slučaju kada je asfaltni sloj izgrađen postupkom koji nije definisan u ovim tehničkim uslovima, garantni rok mora da bude određen u ugovoru.

## 2.4.4 CEMENTOM VEZANI SLOJEVI

### 2.4.4.1 Cementom vezani donji noseći slojevi

#### 2.4.4.1.1 Opis

Izrada cementom vezanog (stabilizovanog) donjeg nosećeg sloja (CSDNS) sastoji se od nabavke odgovarajuće mešavine kamenih zrna (agregata) i cementa, proizvodnje i ugrađivanja odgovarajuće mešavine i negovanja ugrađenog nosećeg sloja na mestima koja su određena projektnom dokumentacijom.

Ove radove treba izvoditi kada nema padavina i kada temperatura podloge i vazduha (bez vetra) pri ugrađivanju iznosi od 5 °C do 25 °C.

Cementom vezani donji noseći slojevi najčešće se ugrađuju u asfaltno kolovozne konstrukcije za teška saobraćajna opterećenja, po pravilu, između nevezanog nosećeg sloja i vezanog gornjeg nosećeg sloja. Za lakša saobraćajna opterećenja na ovakav način pripremljen noseći sloj može da bude jedini vezani noseći sloj u kolovoznoj konstrukciji.

Vrsta cementom vezane mešavine kamenih zrna za donji noseći sloj po pravilu je određena u projektnoj dokumentaciji. Ako nije, onda je određuje nadzorni inženjer.

#### 2.4.4.1.2 Osnovni materijali

Osnovni materijali koji se primenjuju pri postupku izrade cementom vezanih donjih nosećih slojeva su:

- mešavine kamenih zrna (agregat),
- hidraulična veziva – cementi i
- voda.

#### 2.4.4.1.2.1 Mešavine kamenih zrna

Za cementom vezane (stabilizovane) donje noseće slojeve primenjuju se prirodni, drobljeni i mešani agregati, određeni u tč. 2.4.2.2 ovih posebnih tehničkih uslova.

Kvalitet mešavine kamenih zrna za CSDNS definisan je u normama EN 13242 Agregati za nevezane i sa hidrauličkim vezivima vezane materijale za upotrebu u inženjerijskim i kolovoznim konstrukcijama.

Za CSDNS koji su vezani hidrauličkim i sastavljenim vezivima mogu da se upotrebe mešavine kamenih zrna koje odgovaraju

uslovima definisanim za granulometrijski sastav na slikama 2.4.2.2 do 2.4.2.4 u tč. 2.4.2.3.1 ovih tehničkih uslova. Osim ovoga kamena zrna u mešavinama za CSDNS moraju da imaju sledeće mehanička svojstva:

- otpornost kamenih zrna na drobljenje, određena postupkom Los Angeles (definisani u EN 1097-2), sme da bude za puteve
  - sa vrlo velikim i velikim saobraćajnim opterećenjima najviše 30 % (kategorija LA<sub>30</sub>),
  - sa srednjim ili lakim saobraćajnim opterećenjima najviše 35 % (kategorija LA<sub>35</sub>),
- otpornost agregata na mraz, određena prema EN 1367-2: gubitak na osnovu ispitivanja sa magnezij-sulfatom i izražena kao procenat odvojenih delova od prvobitne mešavine uzorka, može da iznosi do 25 m.-% (kategorija MS<sub>25</sub>), a na osnovu ispitivanja sa natrijum-sulfatom do 8 m.-%,
- u mešavini je dozvoljeno najviše 20 m.-% zrna, čiji oblik (određen po EN 933-4) ne odgovara uslovu  $l : d \leq 3 : 1$  (kategorija Sl<sub>20</sub>),
- sadržaj organskih i drugih štetnih primesa u mešavini mora da omogući proizvodnju mešavina za CSDNS zahtevanog kvaliteta (ispitivanja u skaldu sa EN 1744-1).

Po pravilu sastav i kvalitet mešavine kamenih zrna treba da bude određen u projektnoj dokumentaciji. Ako to nije slučaj, onda treba upotrebiti krupnija kamena zrna za deblje noseće slojeve; njihova veličina je ograničena na 63 mm.

Izvođač radova za CSDNS može da upotrebi i drugačije mešavine kamenih zrna od

prethodno definisanih, ako je upotrebu takve mešavine pri određenim uslovima odobrila ovlašćena (nezavisna) institucija i ako je upotrebu dozvolio nadzorni inženjer.

Pre početka radova treba obaviti ispitivanja svake mešavine kamenih zrna, koja je predviđena za upotrebu u CSDNS prema navedenim zahtevima. Broj uzoraka određuje nadzorni inženjer.

Ako je nadzorni inženjer već odobrio izvođaču upotrebu istog agregata za nevezani noseći sloj ili u vezanom nosećem sloju, onda nije potrebno ponavljati ispitivanja mešavine.

#### 2.4.4.1.2.2 Cementi

Za stabilizovanje osobina materijala i proizvedenih mešavina ugrađenih u donje noseće slojeve mogu da se upotrebe sledeća hidraulična veziva:

- portland cement sa dodatkom pucolana (CEM II/B-P)
- portland cement sa dodatkom granulirane zgure iz visokih peći (CEM II/B-S).

Pri određenim uslovima može da se upotrebi i metalurški cement i složeno (kompleksno) vezivo, tj. mešavina portland cementa i elektrofilitarskog pepela. Izvođač radova može da upotrebi ova, a i druga veziva, ako dokaže njihovu upotrebljivost odgovarajućim dokazima i uz odobrenje nadzornog inženjera.

Zahtevana osnovna svojstva veziva za CSDNS su navedene u tabeli 2.4.4.1.1.

Tabela 2.4.4.1.1: Zahtevana svojstva cementa za stabilizaciju mešavina kamenih zrna za cementom vezane donje noseće slojeve

Svojstva cementa	Jedinica mere	Zahtevana vrednost	Postupak ispitivanja
- finoća mlevenja (ostatak na situ 0,09 mm), najviše	m.-%	10	EN 196-6
- vreme vezivanja:			EN 196-3
- početak, ne pre	h	1	
- kraj, ne kasnije	h	10	
- potrebna voda za standardnu konzistenciju, najviše	m.-%	31	EN 196-3

#### 2.4.4.1.2.3 Voda

Za pripremu mešavina za vezane donje noseće slojeve od mešavina kamenih zrna koje su vezane hidrauličkim vezivom može



da se upotrebi samo tekuća ili stojeća voda čija svojstva odgovaraju zahtevima u EN

1008 i zahtevima iz tabele 2.4.4.1.2.

Tabela 2.4.4.1.2: Zahtevana svojstva vode za stabilizaciju mešavine kamenih zrna za cementom vezane donje noseće slojeve

Svojstva vode	Jedinica mere	Zahtevana vrednost	Postupak ispitivanja
- vrednost pH, najmanje	-	6	EN 1008
- sadržaj sulfata (SO <sub>4</sub> ), najviše	mg/l	2700	EN 196-2
- sadržaj hlorovih iona, najviše	mg/l	300	EN 196-21
- sadržaj soli (suhi ostatak), najviše	mg/l	500	EN 1008

#### 2.4.4.1.3 Način izvođenja

##### 2.4.4.1.3.1 Nalazište materijala

Nalazište i/ili deponije mešavine kamenih zrna i cementa za CSDNS izvođač radova mora da blagovremeno, pre početka eksploatacije, pripremi na odgovarajući način i da nadzornom inženjeru saopštiti i predložiti dokaze o usklađenosti tih materijala sa zahtevima iz tč. 2.4.4.1.2 ovih tehničkih uslova, kao i da od njega dobije saglasnost (dozvolu) za upotrebu.

Deponije mešavina kamenih zrna moraju po pravilu da budu zaštićene od padavina, a oprema za skladištenje cementa mora da bude u stanju da spreči uticaj vlage iz vazduha.

Mešavine kamenih zrna i cement moraju da se skladište na način koji obezbeđuje stalni kvalitet i ravnomernost proizvodnje mešavine za CSDNS.

##### 2.4.4.1.3.2 Prethodna ispitivanja

Izvođač mora najmanje 7 dana pre početka ugrađivanja mešavine materijala za CSDNS da dostavi nadzornom inženjeru na overu tehnološki elaborat koji mora da sadrži:

- prethodni sastav mešavine materijala
- dokaze o usklađenosti svih materijala koje će upotrebljavati

- program prosečne učestalosti unutrašnje i nezavisne kontrole
- opis tehnoloških postupaka i
- podatke o mehanizaciji.

Pre početka rada mašina i opreme, od kojih zavisi kvalitet izvedenih radova, mora da se proveriti njihovo stanje i mogućnost da obezbede ravnomeran kvalitet u skladu sa zahtevima ovih tehničkih uslova.

Sva oprema i mašine moraju da budu sertifikovani i moraju po kapacitetima da zadovoljavaju zahteve projektne dokumentacije i ovih tehničkih uslova.

Pre početka izvođenja radova izvođač mora da predloži nadzornom inženjeru prethodni (laboratorijski) sastav (recepturu) za mešavine materijala za CSDNS, koji mora da sadrži

- vrstu i količinu mešavine kamenih zrna,
- vrstu i količinu cementa,
- količinu vode i
- mehanička svojstva mešavine materijala.

Prethodnim sastavom mešavine materijala izvođač radova mora da dokaže da može primenjenim tehnološkim postupkom da postigne zahtevani kvalitet mešavine, uslovljen u ovim tehničkim uslovima (tabela 2.4.4.1.3). Po pravilu zadovoljavanje svih zahteva mora da bude dokazano na probnom polju.

Tabela 2.4.4.1.3: Zahtevana svojstva mešavine materijala za CSDNS u prethodnom sastavu

Svojstva vode	Jedinica mere	Zahtevana vrednost	Postupak ispitivanja
- udeo cementa (informativno)	m.-%	2	-

- čvrstoća na pritisak očvrstle mešavine nakon 7 dana (probni cilindri D = 15 cm, h = 15 cm):			EN 12390-2
- prosečno	MN/m <sup>2</sup>	3,5	-
- najviše/najmanje	MN/m <sup>2</sup>	4,5/2,5	-
- otpornost na mraz / odnos	-	0,7	EN 12390-2

Izvođač ne sme da započne sa radovima pre nego što dobije saglasnost nadzornog inženjera za prethodni sastav mešavine materijala..

U koliko je izvođač u prethodnoj godini izrađivao CSDNS sa istim materijalima, onda mogu da se preuzmu rezultati unutrašnjih kontrola za proizvedene mešavine materijala. Konačnu odluku o ovome donosi nadzorni inženjer.

#### 2.4.4.1.3.3 Proizvodnja mešavina materijala

Proizvodnja mešavine materijala sastavljene od mešavine kamenih zrna, hidrauličnog veziva i vode mora da se izvode mešalicom uz pravilno doziranje pojedinih materijala šaržnim, a u izuzetnim slučajevima, kontinuiranim načinom rada.

Uređaji za merenje moraju da osiguraju odgovarajuću maseni udeo pojedinih sastavnih delova u mešavini. Određivanje sastavnih delova po zapremini dozvoljava se samo u slučajevima kada to odobri nadzorni inženjer.

Vreme mešanja i drugi uticaji moraju da se prilagode tako da bude obezbeđena ujednačenost mešavine materijala.

Ako u toku proizvodnje ili ugrađivanja CSDNS nastanu bilo kakve promene, izvođač mora u pisanom obliku da sačini predlog promena i da ga dostavi nadzornom inženjeru. Promene postaju važeće tek nakon potvrde nadzornog inženjera.

#### 2.4.4.1.3.4 Priprema planuma podloge

Kao podloga za CSDNS može da se upotrebi:

- planum nevezanog nosećeg sloja, koji treba da bude pripremljen prema zahtevima iz tačke 2.4.2.2.5 ovih tehničkih uslova, ili
- planum posteljice, koji treba da bude pripremljen po zahtevima iz tačke 2.2.5 ovih tehničkih uslova.

Sa izradom CSDNS može da se počne tek nakon preuzimanja planuma podloge od

strane nadzornog inženjera prema navedenim zahtevima.

Izvođač je obavezan da sve vreme do početka ugrađivanja CSDNS održava planum podloge u stanju u kome je bio u vreme preuzimanja. Sva oštećenja mora da blagovremeno popravi i da predoči nadzornom inženjeru dokaze o izvedenim popravkama.

#### 2.4.4.1.3.5 Navoženje mešavine materijala

Na pripremljen planum podloge koja ne sme da bude smrznuta navoženje mešavine materijala za CSDNS može da se započne tek kada to odobri nadzorni inženjer.

Za prevoz treba upotrebiti odgovarajuća vozila, opremljena za istovaranje unazad (u finišer) i sa ceradama koje služe za zaštitu tovara od isušivanja, padavina i prašine.

Unutarnje površine (dno i stranice) čeličnog sanduka teretnih vozila treba pre utovara mešavine materijala poprskati sa vodom.

Broj vozila za prevoz mešavine materijala na gradilište mora da bude prilagođen uslovima kontinuiranog ugrađivanja u skladu sa mogućnostima postrojenja za proizvodnju i transportnom daljinom.

#### 2.4.4.1.3.6 Ugrađivanje mešavine materijala

Površinu podloge na koju će se ugrađivati u CSDNS mešavina kamenih zrna, hidrauličnog veziva i vode potrebno je pre navoženja navlažiti vodom.

Ugrađivanje mešavine materijala u CSDNS mora po pravilu da bude mašinsko upotrebom finišera. Izuzetno se dozvoljava ručno ugrađivanje, ako radi ograničenog prostora upotreba mašina nije moguća. Ručno ugrađivanje mora da odobri nadzorni inženjer.

Ako uslovi rada to dozvoljavaju CSDNS treba ugrađivati istovremeno po čitavoj širini. Ako se pri ugrađivanju upotrebljavaju dva finišera sa pomakom, onda razlika kvaliteta na području spoja ne sme da bude vidljiva.

Kada se ugrađivanje obavlja u više slojeva, onda podužni spojevi CSDNS moraju da budu međusobno smaknuti najmanje za 20 cm, a poprečni (radni) spojevi najmanje za 50 cm.

Svaki prekid rada treba izvršiti po čitavoj širini kolovoza, odnosno saobraćajne trake vertikalno na osovini puta i vertikalno po debljini sloja. Odstupanja od navedenog su moguća samo uz saglasnost nadzornog inženjera.

Učinak finišera pri razastiranju mešavine materijala mora da obezbedi minimalnu zbijenost od 85 %.

U cilju obezbeđivanja zahtevanih svojstava ugrađene mešavine materijala, udeo vode sme da bude najviše do 1,5 m.-% veći od optimalne vrednosti po modifikovanom Proktorovom postupku.

Celokupni proces proizvodnje, prevoza, ugrađivanja i zbijanja mešavine materijala može da traje najviše 2 sata.

Izabrana vrsta valjaka i način zbijanja moraju da obezbede što ravnomerniju zahtevanu gustinu, odnosno zbijenost mešavine materijala na projektovanoj širini kolovoza. Iz ovog razloga potrebno je povećati širinu sloja za projektovanu debljinu +5 cm, ako to u projektnoj dokumentaciji nije predviđeno.

U CSDNS ugrađenu mešavinu treba zbijati od ivica prema sredini sloja i od niže prema višoj ivici sloja. Pojedini prelazi valjka moraju da se stalno prekrivaju. Treba sprečiti svako zadržavanje valjaka na ugrađenom sloju.

Sva mesta koja su nedostupna za mašine treba zbijati drugim sredstvima čiju upotrebu mora da odobri nadzorni inženjer zajedno sa uslovima u kojima ta sredstva treba upotrebiti.

Ako je u CSDNS ugrađena mešavina kamenih zrna, hidrauličnog veziva i vode, onda se preko njih može dozvoliti gradilišni saobraćaj, a može se odmah odpočeti sa ugrađivanjem sledećeg sloja kolovozne konstrukcije nakon što je sredstvo za zaštitu površine vezalo.

Nadzorni inženjer može da odredi i drugačije uslove sa puštanje saobraćaja na CSDNS.

Ugrađeni sloj mešavine materijala potrebno je negovati najmanje 3 dana vlaženjem ili odgovarajućim postupkom zaštite

odisušivanja (prskanje katjonskom emulzijom, prekrivanje, nadgradnja).

Ako je u CSDNS ugrađena mešavina kamenih zrna, hidrauličnog veziva i vode, onda mešavina materijala mora da postigne zahtevanu čvrstoću na pritisak i otpornost na mraz ili je treba štiti od mraza odgovarajućom nadgradnjom. O potrebi i načinu zaštite odlučuje nadzorni inženjer.

#### 2.4.4.1.4 Kvalitet izrade

Izvođač mora da ispita i dokaže pravilnost sastava ugrađene mešavine materijala u CSDNS.

Prosečna zbijenost ugrađene mešavine materijala mora da iznosi minimalno 97 % gustine mešavine prethodnog sastava, a donja granična vrednost je 94 %.

Udeo vode u ugrađenoj mešavini materijala može da bude do 1,5 m.-% veći od optimalnog, određenog pri prethodnom sastavu mešavine.

Prosečna čvrstoća na pritisak ispitanih uzoraka ugrađenih mešavina materijala nakon 7 dana mora da iznosi minimalno 3,5 MN/m<sup>2</sup>, najmanja pojedinačna vrednost 2,5 MN/m<sup>2</sup>, dok najveća pojedinačna vrednost može da bude 4,5 MN/m<sup>2</sup>.

Otpornost mešavine materijala na mraz mora da se odredi odnosom prosečnih vrednosti čvrstoća na pritisak ispitanih uzoraka, koji su izloženi naizmeničnom zamrzavanju i otapanju i uzoraka ispitanih u normalnim uslovima. Minimalna vrednost koeficijenta otpornosti mora da iznosi 0,7.

Ugrađeni sloj mešavine treba zaštititi od isušivanja prskanjem katjonske bitumenske emulzije (0,8 do 1,0 kg/m<sup>2</sup>), koja služi i za lepljenje dograđenog sloja sa CSDNS.

Debljina ugrađenog sloja mešavine može da odstupa od projektovane najviše -10 %, pojedinačna vrednost kod mešavine izuzetno -30 mm.

Visina planuma ugrađenog CSDNS sme da ustupa od planirane do +10 / -15 mm, neravnost (merena 4 m dugom letvom) najviše 15 mm, a nagib najviše + 0,4 % apsolutne vrednosti nagiba.

#### 2.4.4.1.5 Kontrola kvaliteta

##### 2.4.4.1.5.1 Unutrašnja kontrola

Unutrašnja kontrola izvođača u toku ugrađivanja CSDNS mora da ustanovi usaglašenost svojstava osnovnih materijala i proizvedenih i ugrađenih mešavina materijala sa odredbama iz ugovora i zahtevima iz projektne dokumentacije i ovih tehničkih uslova.

Vrsta i učestalost ispitivanja u sklopu unutrašnje kontrole izvođenja CSDNS mora da bude određena u overenom programu prosečne učestalosti kontrole. Ako program

ne postoji, onda isti mora da odredi nadzorni inženjer, koji na osnovu statističkog slučajnog izbora određuje mesta za uzimanje uzoraka i merna mesta (SRCM, tč. 1.4.1).

U toku ugrađivanja mešavine materijala u CSDNS laboratorija koja obavlja unutrašnju kontrolu mora da uzme uzorke za ispitivanja i da proveri usaglašenost svojstava u skladu sa učestalošću koja je navedena u tabeli 2.4.4.1.4.

Tabela 2.4.4.1.4: Minimalna učestalost ispitivanja mešavina materijala pri unutrašnjoj kontroli ugrađivanja u cementom vezani donji noseći sloj

Svojstva	Postupak za ispitivanje	Minimalna učestalost ispitivanja
- mešavina kamenih zrna: - sastav - svojstva – tč. 2.4.4.1.2	EN 933-1 EN 13043	3000 t 15000 t
- vezivo: - cement – tabela 2.4.4.1.1 - voda – tabela 2.4.4.1.2	EN 196 EN 1008	300 t po potrebi
- mešavina materijala: - optimalna vlažnost i gustina - udeo veziva - čvrstoća na pritisak - otpornost na mraz - gustina i vlažnost - debljina sloja - ravnost, visina, nagib	EN 13286-2 - EN 12390-2 - SRCM, tč. 1.2.4 - SRMG, tč. 3.1.2.1	10000 m <sup>2</sup> 5000 m <sup>2</sup> 5000 m <sup>2</sup> 20000 m <sup>2</sup> 150 m <sup>2</sup> 200 m <sup>2</sup> 200 m <sup>2</sup>

#### 2.4.4.1.5.2 Nezavisna (spoljna) kontrola

Nezavisna kontrola, koju mora da izvodi institucija ovlašćena od strane naručioca, sadrži:

- utvrđivanje usaglašenosti proizvedene i u CSDNS ugrađene mešavine materijala sa zahtevima u projektnoj dokumentaciji i ovim tehničkim uslovima
- nadzor nad unutrašnjom kontrolom.

Obim ispitivanja nezavisne kontrole po pravilu je u odnosu 1:4 sa ispitivanjima usaglašenosti pri unutrašnjoj kontroli.

Svojstva mešavine materijala za CSDNS, čiju je usklađenost sa zahtevima iz projektne dokumentacije ili ovih tehničkih uslova potrebno ispitati, moraju da budu navedena u potvrđenom programu prosečne učestalosti kontrole. Ako nisu, onda ih određuje nadzorni organ.

Uzorke za spoljnu kontrolu mešavine materijala po pravilu treba uzeti na mestu ugrađivanja. Mesta za uzimanje uzoraka u sklopu nezavisne kontrole mora da odredi nadzorni inženjer.

Uzimanje uzoraka za nezavisnu kontrolu kao i ispitivanja i merenja na gradilištu moraju po pravilu da se izvode uz prisustvo izvođača i nadzornog inženjera.

Statističke analize i poređenje rezultata ispitivanja u sklopu unutrašnje i nezavisne kontrole su osnova za ocenu usaglašenosti izvedenih radova sa zahtevima i za određivanje eventualnih mera za otklanjanje nedostataka.

Institucija koja izvodi nezavisnu kontrolu usklađenosti mešavina materijala sa zahtevima mora po pravilu da pripremi ocenu o usklađenosti u pisanom obliku i istu dostavi nadzornom inženjeru.

#### 2.4.4.1.6 Merenje i preuzimanje radova

##### 2.4.4.1.6.1 Merenje radova

Izvedeni radovi u sklopu CSDNS se po pravilu mere u skladu sa SRCS, tč. 1.2.2.2, a količine se izračunaju u kvadratnim metrima.

Sve količine treba izmeriti prema stvarno izvršenom obimu i vrsti radova, koji su bili

izvedeni u okviru dimenzija u projektnoj dokumentaciji i blagovremeno pisano dokumentovani.

#### 2.4.4.1.6.2 Preuzimanje radova

Ugrađeni CSDNS mora da preuzme nadzorni inženjer nakon pismaog obaveštenja izvođača o završetku radova u skladu sa zahtevima za kvalitet prema odredbama ovih tehničkih uslova i prema SRCS, tč. 1.2.2.3.

Sve ustanovljene nedostatke po navedenim zahtevima izvođač mora da popravi pre nastavka radova, u protivnom obračunaju mu se odbici za neodgovarajući kvalitet izvedenih radova.

#### 2.4.4.1.7 Obračun radova

##### 2.4.4.1.7.1 Opšte

Izvršeni radovi obračunavaju se u skladu sa opštim tehničkim uslovima (SRCS, tč. 1.2.2.4).

Količine određene u tački 2.4.4.1.6.1 i preuzete po tački 2.4.4.1.6.2, moraju da se obračunaju po ugovorenim jediničnim cenama.

U ugovorenoj jediničnoj ceni moraju da budu sadržani svi troškovi koji su potrebni za potpuno dovršenje radova. Izvođač nema pravo da naknadno zahteva doplatu, osim ako u ugovoru nije drugčije određeno.

Ako izvođač nije obezbedio kvalitet u okviru zahtevanih vrednosti i ako su mu već obračunati odbici, sve obaveze iz ugovora ostaju za njega važeće.

##### 2.4.4.1.7.2 Odbici radi neodgovarajućeg kvaliteta

- zbog neodgovarajućeg udela hidrauličkog veziva u mešavini, ako je na osnovu prethodnog sastava određena optimalna količina nedovoljna (relativno) za više od 5% (granična vrednost), po jednačini

$$FO = \frac{p^2}{100} \times 0,5 \times C \times PD$$

gde je:

FO - finansijski odbitak

p - prekoračenje navedene grančine vrednosti (relativno) u %, ali samo kada se uzimaju u obzir pojedinačne vrednosti do krajnje granične vrednosti prekoračenja 15 % i nedovoljne količine do 10 % (relativno)

C - cena za jedinicu količine izvršenog rada (KM),

##### 2.4.4.1.7.2.1 Kvalitet osnovnih materijala

Mora da bude obezbeđen kvalitet osnovnih materijala, koji je određen u tč. 2.4.4.1.2.

Zbog uslovljenog odgovarajućeg kvaliteta materijala za CSDNS, pri obračunu nema odbitaka.

Ako izvođač ugradi u CSDNS materijal koji ne odgovara zahtevima iz ovih tehničkih uslova, onda o načinu obračuna odluku donosi nadzorni inženjer koji može u potpunosti da odbije izvršeni rad.

##### 2.4.4.1.7.2.2 Kvalitet izrade

Za ocenu kvaliteta izrade i način odbitaka usled neodgovarajućeg kvaliteta primenjuju se odredbe iz tč. 2.4.4.1.5.

Ako izvođač ne obezbedi zahtevani kvalitet izrade, onda o načinu obračuna odlučuje nadzorni inženjer. Ako nadzorni inženjer pri ugrađivanju mešavine materijala ustanovi neodgovarajući

- udeo zamešanog hidrauličkog veziva,
  - zbijenost ugrađene mešavine materijala,
  - čvrstoću na pritisak i/ili
  - debljinu sloja,
- onda pri obračunu radova primenjuje finansijske odbitke, koje treba odrediti prema sledećim osnovama:

*PD* - obim izvedenog rada sa nedostacima ( $m^2$ )

Odbici se određuju na osnovu prosečne vrednosti za izvedene radove.

Izračunavanje odbitaka:  $FO' = p^2 \times 0,5$  (%)

p %	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
FO' (%)	0,5	2	4,5	8	12,5	18	24,5	32	40,5	50

- zbog premale zbijenosti ugrađene mešavine materijala (ispod 97 %) po modifikovanom Proktorovom postupku prema jednačini

$$FO = \frac{1}{100} \times (11p - 4,5) \times C \times PD$$

gde je:

*p* - % (apsolutno) zbijenosti ispod zahtevane vrednosti (97 %)

Izračunavanje odbitaka:  $FO' = 11p - 4,5$  (%)

p %	0,5	1	1,5	2	2,5	3
FO' (%)	1	6,5	12	17,5	23	28,5

- zbog nedovoljne čvrstoće mešavine materijala na pritisak po jednačini

$$FO = \frac{p}{100} \times 2 \times C \times PD$$

gde je:

$$p = \frac{\sigma_z - \sigma_d}{\sigma_z} \times 100(\%)$$

$\sigma_z$  - zahtevana čvrstoća na pritisak ( $MN/m^2$ )

$\sigma_d$  - postignuta čvrstoća na pritisak ( $MN/m^2$ )

Odbitak može da se odredi na osnovu prosečne vrednosti svih postignutih čvrstoća na pritisak ili na osnovu zbira odbitaka za pojedinačno ispitane uzorke. Merodavna je veća vrednost odbitka.

Izračunavanje odbitaka:  $FO' = p \times 2$  (%)

p %	2,5	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25
FO' (%)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50

- zbog nedovoljne debljine ugrađenog sloja mešavine materijala:

$$FO = \frac{p}{100} \times 3,75 \times C \times PD$$

gde je:

*p* - % nedovoljne debljine sloja preko donje granične vrednosti – 10 % (u odnosu na ugovorenu debljinu sloja)

Izračunavanje odbitaka:  $FO' = p \times 3,75$  (%)

p %	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
FO' (%)	7,5	15	22,5	30	37,5	45	52,5	60	67,5	75

Odbitak može da se odredi na osnovu prosečne vrednosti svih ustanovljenih debljina slojeva ili na osnovu zbira odbitaka za pojedinačno ustanovljene debljine sloja. Merodavna je veća vrednost odbitka.

Odbitak zbog manje prosečne debljine od ugovorene debljine do donje granične vrednosti obračunava se posebno smanjenjem jedinične cene u odnosu na stvarno ugrađene prosečne debljine i ugovorene debljine slojeva.

Odstupanje visine i ravnosti izgrađenog CSDNS treba popraviti odgovarajućim intervencijama, pri čemu ne sme da se smanji planirana nosivost kolovozne konstrukcije. Ako stanje ne može da se popravi na odgovarajući način, onda naručilac može da odbije prijem.

Ako izvođač radova nije obezbedio kvalitet u okviru zahtevanih vrednosti, iako su obračunati odbici, za njega ostaju važeće sve garancije prema ugovoru.

Ostala svojstva mešavina materijala koje prekoračuju uslovljene granične vrednosti, izvođač mora da obezbedi bez naknade troškova za izvršene popravke.

#### 2.4.4.2 Cementnobetonski zastor

##### 2.4.4.2.1 Uvodni deo

Cementnobetonski zastor (CBZ) može da se sagradi od cementom vezanog gornjeg nosećeg sloja i habajućeg sloja ili samo od jednog sloja cementnog betona u kolovoznoj konstrukciji.

CBZ na putevima se najviše upotrebljava za kolovozne konstrukcije sa velikim saobraćajnim i klimatskim opterećenjima. Projektovanje CBZ je određeno u priručniku SRDM, tč. 8.3.7.

Ugrađivanje cementnobetonskog zastora mora da se obavi tako u skladu sa dimenzijama i kvalitetom koji je određen u projektnoj dokumentaciji kao i u skladu sa ovim tehničkim uslovima, čime se obezbeđuje planirana nosivost i trajnost.

Izrada cementnobetonskog zastora se sastoji od nabavke i pripreme odgovarajućih osnovnih materijala, tj. mešavine kamenih zrna (agregata), cementnog veziva, vode i hemijskih dodataka, proizvodnje, navoženja i ugrađivanja sveže mešavine cementnog betona na mesta koja su određena projektnom dokumentacijom. Uključuje i sve radove na izradi spojnica i zaštiti površine cementnog betona nakon ugrađivanja u CBZ, a po potrebi i sve radove u vezi sa projektovanim ojačanjima (armiranjem) cementnog betona.

CBZ može da se gradi – pri izradi u 2 sloja – od mešavine cementnog betona istog sastava ili od mešavina različitog sastava koje moraju da budu kompatibilne. Mešavina cementnog betona izložena habanju na putevima sa srednjim ili teškim saobraćajnim opterećenjem treba da bude marke C 35/45 i da sadrži kamena zrna od silikatne stene. U ostalim slučajevima za CBZ može da bude upotrebljena mešavina cementnog betona C 30/37, ako u projektnoj dokumentaciji nije predviđeno drugo rešenje. O ovome odlučuje nadzorni inženjer.

Opšti uslovi za radove sa cementnim betonom dati su u tč. 2.5.1.1 ovih tehničkih uslova.

##### 2.4.4.2.2 Osnovni materijali

Svi osnovni materijali za cementnobetonске zstore moraju da imaju svojstva koja

odgovaraju za upotrebu u mešavinama cementnog betona (EN 13877).

Karakteristična zahtevana svojstva osnovnih materijala za mešavine cementnog betona, tj.

- mešavina kamenih zrna,
- cementa,
- vode i
- dodataka

navedena su u tč. 2.5.1.2 ovih tehničkih uslova, kao i svojstva zaštitnih sredstava.

Opšti uslovi za kvalitet osnovnih materijala za CBZ dati su u tč. 2.5.1.3, a za kvalitet čelika za ojačanje cementnog betona u tč. 2.5.2.3 ovih tehničkih uslova.

##### 2.4.4.2.2.1 Mešavine kamenih zrna

Osnovna svojstva mešavina kamenih zrna za mešavine cementnog betona za CBZ moraju da odgovaraju zahtevima EN 206-1.

Specifična zahtevana svojstva mešavina kamenih zrna za cementnobetonске zstore (krajne granične vrednosti) su navedena u tabeli 2.4.4.2.1.

Ako je nadzorni inženjer već odobrio izvođaču upotrebu iste mešavine kamenih zrna za CBZ, onda nije potrebno ponovno ispitivanje usaglašenosti.

Za pripremu mešavine cementnog betona za CBZ izvođač može da upotrebí i drugačiji sastav mešavine kamenih zrna, ako nadzornom inženjeru dostavi odgovarajuće dokaze da mehaničke karakteristike predloženog sastava mešavine cementnog betona odgovaraju karakteristikama koje su zahtevane u projektnoj dokumentaciji i u ovim tehničkim uslovima.

Mešavine kamenih zrna za cementni beton za CBZ moraju da imaju i zahtevane koeficijente otpora pri poliranju.

Mešavina cementnog betona za CBZ mora u frakcijama iznad 4 mm da sadrži

- najmanje 90 m.-% drobljenih zrna na putevima sa teškim saobraćajnim opterećenjem, a
- najmanje 50 m.-% drobljenih zrna na putevima sa srednjim i lakšim saobraćajnim opterećenjem.



Tabela 2.4.4.2.1: Zahtevana svojstva mešavina kamenih zrna za mešavine cementnog betona za CBZ (EN 12620)

Svojstva mešavina kamenih zrna	Jedinica mere	Zahtevana vrednost	Postupak ispitivanja
- otpornost kamenih zrna na drobljenje			EN 1097-2
- za habajuće slojeve:			
- za teško saobraćajno opterećenje	%	LA <sub>20</sub>	
- za ostala saobraćajna opterećenja	%	LA <sub>25</sub>	
- za noseće slojeve	%	LA <sub>30</sub>	
- otpornost kamenih zrna na smrzavanje/otapanje			EN1367-2
- za habajuće slojeve	m.-%	MS <sub>18</sub>	
- za noseće slojeve	m.-%	MS <sub>25</sub>	
- oblik grubih kamenih zrna	m.-%	Sl <sub>20</sub>	EN 933-4
- upijanje vode	m.-%	WA <sub>24</sub>	EN1097-6

## 2.4.4.2.2.2 Cement

Osnovna svojstva cementa za mešavine cementnog betona za CBZ navedena su u EN 197-1. Za mešavine cementnog betona naročito odgovaraju

- cementi vrste CEM I razreda čvrstoće 32,5,
- u posebnim slučajevima cementi vrste CEM II/A-S i CEM II/B-S razreda čvrstoće 42,5.

Za cimente koji se koriste za cementne betone za CBZ se ograničava

- početak vezivanja pri 20 °C na manje od 1 sata,
- početak vezivanja pri 30 °C na manje od 45 minuta,
- kraj vezanja na 10 sati.

Moraju da se obezbede zahtevana osnovna svojstva cementa (krajnje granične vrednosti).

Za mešavine cementnog betona u istom preseku CBZ mora da se upotrebi cement sa istim osobinama koji je proizveden od istih sirovina (ravnomeran kvalitet).

Izvođač mora blagovremeno i pre početka radova da dostavi nadzornom inženjeru dokaze o kvalitetu cementa, koji namerava da upotrebljava u mešavini cementnog betona za CBZ, u skladu sa zahtevima ovih tehničkih uslova.

Nadzorni inženjer može da zahteva ili da odobri i upotrebu cementa sa drugim karakteristikama, ako odgovara zahtevima standarda i projektne dokumentacije.

## 2.4.4.2.2.3 Voda

Svojstva vode za pripremu mešavine cementnog betona za CBZ su data u EN 1008. Zahtevana svojstva vode navedena su u tabeli 2.4.4.2.2.

Tabela 2.4.4.2.2: Zahtevana svojstva vode za mešavine cementnih betona za CBZ (EN 1008)

Svojstva vode	Jedinica mere	Zahtevana vrednost	Postupak ispitivanja
- pH vrednost, najmanje	-	6,5	EN 1008
- sadržaj hlorida (Cl), najviše	mg/l	300	EN 196-21
- sadržaj sulfata(SO <sub>4</sub> ), najviše	mg/l	400	EN 196-2

Moraju da se obezbede zahtevana svojstva vode za pripremu mešavine cementnog betona (krajnje granične vrednosti).

Voda iz javnog vodovoda može da se upotrebi za pripremu mešavine cementnog betona za CBZ i bez dokaza o kvalitetu.

#### 2.4.4.2.2.4 Hemijski dodaci

Svojstva hemijskih dodataka mešavinama cementnog betona određena su u EN 934-2.

Upotrebljeni hemijski dodaci moraju da obezbede poboljšanje svojstva u određenom stanju mešavina cementnog betona (sveža, u toku vezivanja, očvrsla). Hemijske dodatke treba prethodno proveriti na mešavini cementnoga betona koja će se upotrebljavati za ugrađivanje.

Izvođač mora blagovremeno i pre početka radova da dostavi nadzornom inženjeru dokaze o usklađenosti hemijskih dodataka mešavinama cementnog betona sa zahtevima za mešavine cementnog betona za slojeve CBZ koji su navedeni u projektnoj dokumentaciji i ovim tehničkim uslovima, .

#### 2.4.4.2.2.5 Čelik

Svojstva čelika za ojačanje cementnog betona u CBZ, kao i svojstva moždanika i ankera su određena u EN 10080.

Varene čelične mreže za ojačanje cementnog betona u CBZ, glatke čelične šipke za moždanike za ojačanje CBZ na poprečnim spojnicama i rebraste čelične šipke za ankere za poprečno povezivanje CBZ na podužnim spojnicama moraju da odgovaraju razredima kvaliteta koji su određeni u projektnoj dokumentaciji.

Moraju da se obezbede zahtevana svojstva čelika za mreže i šipke (krajnje granične vrednosti). Izvođač mora da nadzornom inženjeru dostavi dokaze o usaglašenosti čelika sa zahtevima navedenim u ovim tehničkim uslovima i projektnoj dokumentaciji.

Nadzorni inženjer može da odobri odstupanje od navedenih zahteva za čelik za CBZ, ako mu izvođač dostavi odgovarajuće dokaze.

#### 2.4.4.2.2.6 Zaštitna sredstva

Svojstva tečnih hemijskih sredstava za zaštitu površine mešavina cementnog betona ugrađenog u CBZ određena su u ovim

tehničkim uslovima i u uputstvima proizvođača za upotrebu sredstava.

Zaštitna sredstva moraju da obezbede uslove za odgovarajuću hidrataciju cementa i zaštitu od štetnih uticaja vremena u početnoj fazi (7 do 10 dana), a ne smeju štetno da utiču na površinu izgrađenog CBZ.

Dokaze o kvalitetu zaštitnih sredstava za površinu CBZ, a po potrebi i dopune uputstava za upotrebu, mora da pripremi ovlašćena institucija.

Izvođač mora blagovremeno i pre upotrebe zaštitnih sredstava da dobije saglasnost nadzornog inženjera.

#### 2.4.4.2.2.7 Materijali za zaptivanje spojnica

Materijali za zaptivanje spojnica na cementnobetonskim kolovozima moraju da odgovaraju zahtevima za specifičnu primenu (EN 14188). U ove materijale spadaju:

- ulošci za zaptivanje
- trake za ispunu donjeg dela spojnice
- sredstva za prethodno premazivanje gornjeg dela spojnica
- bitumenske elastične mešavine za zalivanje spojnica (EN 52132).

Kvalitet sredstava za prethodno premazivanje zidova gornjih delova spojnica određen je u odnosu na svojstva bitumenske elastične mešavine za zalivanje spojnica. Tehničke uslove i uputstva za upotrebu sredstava za prethodno premazivanje mora da propiše proizvođač mase za zalivanje.

Upotrebu svih materijala za zaptivanje spojnica na CBZ mora prethodno da odobri nadzorni inženjer na osnovu dostavljenih dokaza o usaglašenosti sa zahtevima u projektnoj dokumentaciji i ovim tehničkim uslovima.

#### 2.4.4.2.3 Način izvođenja

Opšti tehnički zahtevi za sastav mešavina cementnog betona, njihovu proizvodnju, svojstva svežeg i očvrsllog cementnog betona, kao i način utvrđivanja usaglašenosti proizvedenog cementnog betona, određeni su u EN 206-1. Ovi zahtevi moraju da se prilagode saobraćajnom opterećenju, kao i uslovima okoline i izgradnje CBZ.

##### 2.4.4.2.3.1 Nalazište materijala

O mestu pribavljanja mešavina kamenih zrna za pripremu mešavina cementnog betona za

CBZ izvođač mora blagovremeno, pre početka radova da obavesti nadzornog inženjera.

Dokaze o usklađenosti mešavina kamenih zrna sa zahtevima iz tačke 2.4.4.2.2.1 mora da izda ovlašćena institucija, a izvođač mora iste da dostavi nadzornom inženjeru.

Izvođač mora blagovremeno, pre početka upotrebe da dostavi nadzornom inženjeru i dokaze za sve druge materijale, koje namerava da upotrebi pri gradnji CBZ (cement, voda, dodaci, čelik, zaštitna sredstva i materijali za zaptivanje spojnica).

#### 2.4.4.2.3.2 Deponovanje materijala

Ako izvođač u toku pripreme cementnobetonke mešavine za CBZ privremeno deponuje mešavinu kamenih zrna, onda se prostor za to mora da se pripremi na odgovarajući način i da se pravilno zaštiti od padavina.

Cement mora da bude uskladišten u odgovarajućim silosima.

Ako se za pripremu cementnobetonke mešavine ne upotrebljava voda iz vodovoda, onda istu treba obezbediti cisternama.

Hemijske dodatke za cementni beton treba uskladištiti prema uputstvima proizvođača.

Čelične šipke i mreže za ojačanje treba na privremenim deponijama zaštititi od padavina. Zaštita moždanika nije potrebna, ako su fabrički izolovani.

Zaštitna sredstva za negu i održavanje svežeg, odnosno mladog cementnog betona, kao i materijal za zaptivanje spojnica za CBZ treba uskladištiti prema uputstvima proizvođača.

Rezerve svih materijala na deponijama moraju da bude takve da obezbeđuju kontinuiranu proizvodnju mešavine cementnog betona za CBZ.

#### 2.4.4.2.3.3 Priprema planuma podloge

Kao podloga za CBZ može da se upotrebi planum asfaltnog gornjeg nosećeg sloja od bitumenizirane mešavine, koji mora da bude pripremljen u skladu sa tč. 2.4.3.5.3 ovih tehničkih uslova.

Kao podloga za CBZ uz saglasnost nadzornog inženjera može da se upotrebi i planum donjeg nosećeg sloja, pripremljen u

skladu sa tč. 2.4.43.5.3, ili planum nevezanog nosećeg sloja, pripremljen u skladu sa tč. 2.4.2.2.5.

Cementnobetonki zastor ne sme da se ugrađuje na smrznutu ili prekomerno vodom zasićenu podlogu, kao ni na nečistu podlogu.

Ako materijal za podlogu upija vodu, onda ga pre ugrađivanja CBZ treba

- prekriti odgovarajućim vodonepropusnim materijalom (PVC folijom),
- isprskati bitumenskom emulzijom, ili
- navlažiti vodom.

Način pripreme podloge mora da odredi nadzorni inženjer.

Izvođač može da započne sa izradom CBZ tek nakon preuzimanja podloge od strane nadzornog inženjera u skladu sa navedenim zahtevima.

Izvođač je obavezan da sve vreme do početka ugrađivanja CBZ održava planum podloge u stanju u kojem je bila u vreme preuzimanja. Sva oštećenja mora blagovremeno i na odgovarajući način da popravi i o tome dostavi nadzornom inženjeru odgovarajuće dokaze.

#### 2.4.4.2.3.4 Proizvodnja mešavine svežeg cementnog betona

Proizvodnja mešavine svežeg cementnog betona mora da se vrši mašinski u odgovarajućoj betonjerki za pripremu mešavina šaržnim načinom rada. Proizvodni kapaciteti betonjerke za proizvodnju mešavina cementnog betona moraju da budu sertifikirani.

Betonjerka za proizvodnju mešavina cementnog betona mora da bude zaštićena od vremenskih uticaja. Mora se obezbediti mogućnost stalne vizualne provere količina pojedinih materijala.

Oprema za merenje mora da obezbedi propisanu količinu svih materijala po masi.

Vreme mešanja i drugi uticaji na kvalitet moraju da se podese tako da bude obezbeđena ujednačena mešavina cementnog betona.

Ako se radovi izvode pri niskim temperaturama, onda betonjerka za proizvodnju mešavina cementnog betona mora da ima mogućnost zagrevanja mešavina kamenih zrna i/ili vode do

odgovarajuće temperature, tako da mešavina svežeg cementnog betona ima temperaturu od 5 do 30°C.

Kapacitet betonjerke za proizvodnju mešavina cementnog betona za CBZ mora da obezbedi potrebnu količinu za ravnomerno i kontinuirano ugrađivanje finišerom.

Proizvedenu mešavinu cementnog betona treba odmah odvesti na mesto ugrađivanja u CBZ.

#### 2.4.4.2.3.5 Navoženje mešavine cementnog betona

Navoženje mešavine cementnog betona za CBZ na pripremljen planum podloge može da se započne tek kada to odobri nadzorni inženjer.

Za prevoz mešavina se po pravilu upotrebljavaju odgovarajuća vozila – kiperi (izuzetno i mikseri), koji direktno istovaruju mešavinu u finišer. Vozila - kiperi moraju da budu opremljena ceradom za zaštitu mešavine cementnog betona od padavina, isušivanja ili uticaja prašine. U toku prevoza mešavina cementnog betona mora da ostaje ujednačena, bez promene svojstava svežeg cementnog betona.

Broj vozila za prevoz svežeg cementnog betona na gradilište mora da se prilagodi uslovima ravnomernog ugrađivanja sa stanovišta kapaciteta postrojenja za proizvodnju i transportne dužine.

Uticaj na sastav mešavine cementnog betona u toku prevoza ili pre ugrađivanja u CBZ dozvoljen je jedino ako je već planiran u projektu cementnog betona.

#### 2.4.4.2.3.6 Ugrađivanje mešavine svežeg cementnog betona

Ugrađivanje mešavine svežeg cementnog betona u CBZ izvodi se po pravilu mašinski pomoću finišera. U izuzetnim slučajevima dozvoljeno je i ručno ugrađivanje cementnog betona u CBZ, ako zbog ograničenog prostora upotreba mašina nije moguća. Razastiranje mešavine svežeg cementnog betona grederima ili buldožerima dozvoljeno je jedino za noseći sloj. Ovakvo ugrađivanje mora da odobri nadzorni inženjer.

Mešavina svežeg cementnog betona može da se ugradi između fiksne oplata ili finišerom koji je opremljen kliznom oplatom. Ravnomerno razastrtu mešavinu cementnog

betona za CBZ treba i ravnomerno zbijati. Za zbijanje se po pravilu upotrebljavaju pervibratori koji su ravnomerno raspoređeni po čitavoj širini finišera i obezbeđuju ravnomerno i potpuno zbijanje sloja po čitavom preseku. Za zbijanje mešavina cementnog betona na manjim površinama može da se upotrebi i druga mašinska oprema.

Dnevne prekide betoniranja treba obraditi kao poprečne pritisnute spojnice vertikalno na osovini puta.

Ako se ojačanje CBZ vrši čeličnim mrežama, onda mreže moraju da naležu po čitavoj svojoj površini. Preklap mreža mora da bude

- u podužnom smeru najmanje 2 otvora
- u poprečnom smeru najmanje 1 otvor.

CBZ može da se ojača i mikroarmaturom. Uslovi takvog ojačanja moraju da se definišu u projektnoj dokumentaciji.

Ispred objekata za premošćavanje CBZ mora da se završi minimalno na 15 m ispred oporaca, a zadnja ploča se ojačava glatkim čeličnim šipkama minimalnog prečnika 16 mm.

Ugrađene mešavine cementnog betona u CBZ na stanicama za naplatu putarine ne smeju da se ojačavaju čeličnim varenim mrežama zbog indukcionih instrumenata sistema automatske naplate i sistema brojanja saobraćaja.

Način i uslove upotrebe sredstava za zbijanje mešavina cementnog betona u CBZ mora da odredi nadzorni inženjer.

Razastiranje i zbijanje mešavine cementnog betona u nosećem i habajućem sloju CBZ mora da se vremenski uskladi.

Vreme ugrađivanja CBZ ne sme da bude

- pri temperaturi vazduha do 30° C duže od jednog sata
- pri temperaturi vazduha iznad 30° C duže od pola sata.

Nadzorni inženjer može da odobri duže vreme ugrađivanja, ako mu izvođač dostavi dokaze kojima je obezbeđen zahtevani kvalitet CBZ.

Za završnu obradu površine CBZ upotrebljavaju se mašinske gladilice ili metle. Oba načina moraju da obezbede zahtevanu ravnost i dovoljno trenje kolovozne površine CBZ. Ako to nije obezbeđeno, onda mora da

se ugradi odgovarajući dodatni sloj mešavine cementnog betona. Dodavanje cementa, vode ili cementnog maltera nije dozvoljeno.

Temperatura cementnog betona pri ugrađivanju ne sme da bude

- manja od 10°C pri temperaturi vazduha 0° C,
- niža od 20°C pri temperaturi vazduha -3° C,
- viša od 30°C pri temperaturi vazduha višoj od 25° C.

Ako temperatura vazduha padne ispod -3° C, odnosno pri vlažnom vazduhu ispod 0 °C ili temperatura mešavine cementnog betona ispod 5° C, onda ugrađivanje cementnog betona u CBZ treba prekinuti, a ugrađeni CBZ zaštititi.

Ugrađivanje mešavine cementnog betona u CBZ treba prekinuti i u slučajevima kada temperatura svežeg cementnog betona poraste iznad 30°C.

Prekidi ugrađivanja cementnog betona u CBZ moraju da se planiraju na spojnicama u poprečnom smeru. Ove spojnice (radne spojnice) treba izvesti kao pritisnute spojnice.

Površinu ugrađenog CBZ treba zaštititi tako da temperatura ugrađenog cementnog betona ne padne ispod 5 °C sve dok se ne postigne najmanje 50 %-na zahtevana čvrstoća cementnog betona na pritisak.

Preko CBZ može da se dozvoli laki interni saobraćaj za potrebe gradilišta kada je postignuto 50 % vrednosti zahtevane čvrstoće cementnog betona na pritisak, teži saobraćaj za potrebe gradilišta kada je dostignuto 70 % čvrstoće, dok javni saobraćaj može da se dozvoli tek nakon dostizanja zahtevane čvrstoće cementnog betona na pritisak.

#### 2.4.4.2.3.7 Zaštita svežeg cementnog betona

Cementnobetonski zastor treba zaštititi od uticaja vremena. Pri ugrađivanju mešavine cementnog betona između fiksne oplata za jednodnevnu zaštitu mogu da se upotrebe prenosni svetli šatorski krovovi, dok se za trajniju zaštitu upotrebljavaju hemijska zaštitna sredstva (što svetlije boje). Pri ugrađivanju mešavine cementnog betona u CBZ finišerom sa kliznom oplatom upotrebljavaju se samo hemijska zaštitna sredstva (prskana folija).

Zaštitu habajućeg sloja treba obezbediti odmah nakon ugrađivanja cementnog betona primenom odgovarajućih sredstva.

Pri upotrebi sredstava za hemijsku zaštitu treba uzeti u obzir uputstva proizvođača, a po potrebi, i dopunska uputstva za upotrebu koja je izdala ovlašćena institucija.

Upotreba vode za vlaženje površine mešavine svežeg cementnog betona u CBZ ravnomernim prskanjem je dozvoljena samo kao dodatna mera pri zaštiti hemijskim sredstvima i to pri visokim temperaturama, a može da traje do 3 dana, u izuzetnim slučajevima do 7 dana.

Prekomerno i brzo hlađenje u CBZ ugrađene mešavine cementnog betona tokom njegovog vezivanja treba sprečiti pokrivanjem CBZ različitim pokrivačima ili na drugi odgovarajući način. Ova zaštita treba da traje sve dok cementni beton ne dostigne 50 % zahtevane čvrstoće na pritisak. CBZ koji je izgrađen u jesenjem periodu treba na odgovarajući način zaštititi od uticaja soli, koja se upotrebljava pri održavanju puteva u zimskom periodu.

Trajanje nege cementnog betona koji je ugrađen u CBZ je informativno određeno u EN 206-1.

#### 2.4.4.2.3.8 Izrada spojnica

Postupak izrade spojnica mora da obezbedi da kvalitet cementnog betona uz spojnice bude isti kao i na drugim mestima CBZ.

Mesto i način izrade spojnica mora da se odredi u projektnoj dokumentaciji. Ako to nije slučaj, onda o tome odlučuje nadzorni inženjer.

##### 2.4.4.2.3.8.1 Prividne spojnice

Zareze za poprečne i podužne prividne spojnice treba izraditi blagovremeno da se na cementnobetonskim pločama za CBZ ne bi pojavile nekontrolisane pukotine zbog skupljanja cementnog betona tokom vezivanja. Dubina zareza mora da iznosi približno 25 do 30 % debljine CBZ, a širina 3 do 4 mm.

Zahtevane dubine i širine naknadno raširenih zareza, odnosno razreza prividnih spojnica, određene su u tabeli 2.4.4.2.3.

Ako pri izradi CBZ odjedanput preko cele širine kolovoza treba izvesti određenu

podužnu spojnicu onda dubina razreza mora da iznosi 25 mm, a širina 8 mm.

Tabela 2.4.4.2.3: Zahtevana dubina i širina razreza prividnih spojnica u CBZ

Vrsta prividne spojnice	Širina pukotine ispod zareza (mm)	Mere razreza	
		dubina (mm)	širina (mm)
- poprečna	do 1	25	8
	1 do 2	30	12
	više od 2	35	15
- podužna	-	15	6

#### 2.4.4.2.3.8.2 Pritisnute spojnice

Pritisnute spojnice mogu da se izvedu kao radne i konstrukcione. One odvajaju cementnobetonke ploče po celoj debljini CBZ. Pritisnutim spojnicama dograđuju se nove cementobetonke ploče na već izgrađene.

Kod radnih (poprečnih) pritisnutih spojnica treba pre nastavka ugrađivanja CBZ premazati vertikalnu površinu cementnog betona odgovarajućim bitumenskim vezivom (0,8 do 1 kg/m<sup>2</sup>). Kod konstrukcionih (podužnih) pritisnutih spojnica treba vertikalnu površinu cementnog betona prvo premazati sredstvom za prethodno premazivanje, a nakon sušenja i odgovarajućim bitumenskim vezivom (1,0 do 1,5 kg/m<sup>2</sup>).

Dubine razreza pritisnutih spojnica moraju da budu 35 mm, a širine 10 mm.

#### 2.4.4.2.3.8.3 Prostorne spojnice

Prostorne spojnice moraju da odvoje CBZ celom debljinom. Ulošci u prostornim spojnicama moraju da dobro naležu, a mogu da budu prekriveni cementnim betonom najviše 50 mm.

Minimalna dubina razreza kod prostornih spojnica iznosi 30 mm (približno 1,5 širine

razreza), širina 20 mm i mora da bude najmanje 2 mm manja od debljine uložka.

Razrez prostornih spojnica treba napraviti 2 do 3 dana nakon ugrađivanja cementnog betona.

#### 2.4.4.2.3.8.4 Rezanje spojnica

Zarezivanje i razrezivanje treba obaviti blagovremeno, i to mašinskim putem, ravno i sa oštrim ivicama.

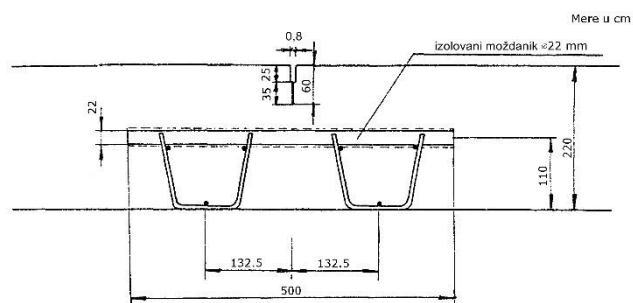
Dubinu razrezivanja treba prilagoditi vrsti materijala za zaptivanje spojnice.

#### 2.4.4.2.3.8.5 Zaptivanje spojnica

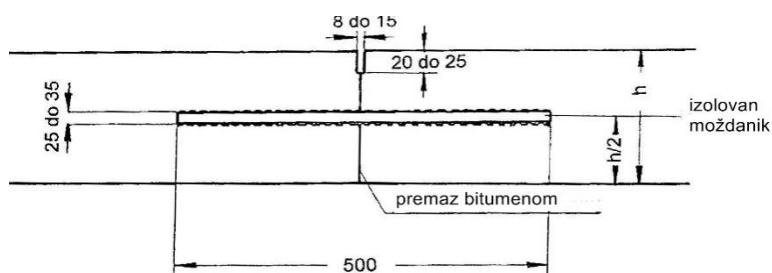
Pre zaptivanja spojnicu treba osušiti i razrezana mesta dobro očistiti. Nakon sušenja prethodnog premaza na zidove razreza ugrađuje se odgovarajući materijal za zaptivanje spojnica. Za primenu postupka izvođenja radova treba obezbediti saglasnost nadzornog inženjera.

#### 2.4.4.2.3.8.6 Ugrađivanje moždanika i ankera

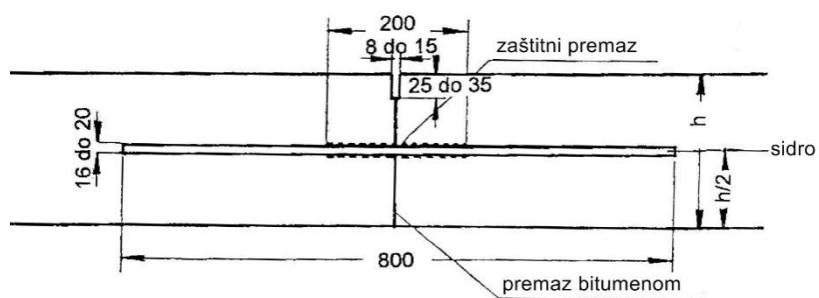
U poprečne prividne, pritisnute i prostorne spojnice moraju da se ugrade moždanici, a u podužne prividne i pritisnute spojnice ankeri (slike 2.4.4.2.1 do 2.4.4.2.4).



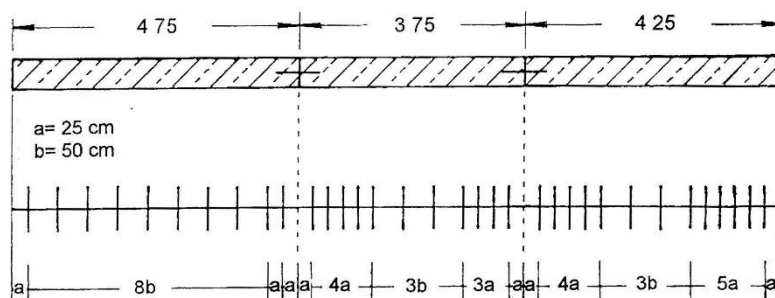
Slika 2.4.4.2.1: Poprečna prividna spojnica u cementnobetonskom zastoru



Slika 2.4.4.2.2: Poprečna pritisnuta spojnica sa ugrađenim moždanikom



Slika 2.4.4.2.3: Podužna pritisnuta spojnica sa ugrađenim sidrom



Slika 2.4.4.2.4: Raspored moždanika u poprečnoj spojnici

Moždanici moraju da budu izrađeni od čeličnih glatkih šipki prečnika 20 do 25 mm, dužine 500 mm i izolovani po čitavoj dužini. Ankeri moraju da budu od čeličnih rebrastih šipki prečnika 16 do 18 mm, dužine 800 mm i izolovani samo u sredini na dužini 200 mm.

Moždanici se po pravilu utiskuju vibriranjem u sredinu već zbijene mešavine cementnog betona u CBZ, tako da budu postavljeni u smeru vožnje. Ako se moždanici postavljaju pre ugrađivanja mešavine cementnog

betona, onda ih treba stabilizovati tako da tokom ugrađivanja cementnog betona u CBZ ostanu na sredini ploča i pravilno usmereni.

Ankeri moraju da se ugrade pod pravim uglom na smer vožnje pod nagibom kolovoza

- u podužnim prividnim spojnica do visine jedne trećine debljine CBZ (od donje ivice),
- u podužnim pritisnutim spojnica u sredini preseka CBZ.

Raspored moždanika i ankera u CBZ mora da se detaljno obradi u projektnoj dokumentaciji. Ako to nije slučaj, onda raspored određuje nadzorni inženjer.

#### 2.4.4.2.3.9 Induktivne petlje sistema za brojanje saobraćaja i naplatu putarine

Induktivne petlje sistema za automatsko brojanje saobraćaja i naplatu putarine moraju da se ugrade u žlebove koji se urezuju u cementno betonski zastor nakon što je cementni beton dostigao uslovljenu čvrstoću na pritisak.

Postupak ugrađivanja induktivnih petlji mora da se detaljno obradi u projektnoj dokumentaciji.

#### 2.4.4.2.4 Kvalitet izrade

Izvođač mora da blagovremeno, pre početka radova na izgradnji CBZ, odnosno ugrađivanja mešavine cementnog betona u CBZ, dostavi nadzornom inženjeru na overu projekat izgradnje CBZ sa svim podacima zahtevanim ovim tehničkim uslovima, a koji mora pre svega da sadrži:

- rezultate prethodnog (početnog laboratorijskog) ispitivanja mešavina cementnog betona
- opis proizvodnje i ugrađivanja mešavina cementnog betona.

Pre početka puštanja u rad mašina i opreme, od kojih zavisi kvalitet izvedenih radova, treba proveriti njihovu mogućnost da zadovolje konstantan i ujednačen kvalitet CBZ u skladu sa zahtevima ovih tehničkih uslova.

Sve mašine i oprema moraju da poseduju sertifikate i da po kapacitetima zadovoljavaju zahteve koji su navedeni u tehničkoj dokumentaciji i ovim tehničkim uslovima.

#### 2.4.4.2.4.1 Prethodna ispitivanja

##### 2.4.4.2.4.1.1 Sastav mešavine cementnog betona

Izvođač mora da nadzornom inženjeru dostavi rezultate prethodnog (početnog laboratorijskog) ispitivanja mešavine svežeg cementnog betona koju namerava da ugradi u CBZ.

Sastav mešavine cementnog betona mora da sadrži:

- vrstu i količinu pojedinih frakcija u mešavini kamenih zrna ( $\text{kg/m}^3$ ),
- vrstu i količinu cementa ( $\text{kg/m}^3$ ),
- količinu vode ( $\text{l/m}^3$ ),
- vrstu i količinu hemijskih dodataka (% na količinu cementa, odnosno  $\text{kg/m}^3$  mešavine cementnog betona).

Sve dok ne dobije saglasnost nadzornog inženjera za predloženi sastav mešavine cementnog betona, izvođač ne sme da započne ugrađivanje.

Ako je izvođač u protekloj godini koristeći slične mešavine cementnog betona već gradio CBZ, onda rezultati izvedenog sastava mešavine mogu da se preuzmu kao prethodna ispitivanja. O ovom odlučuje nadzorni inženjer.

##### 2.4.4.2.4.1.2 Svojstva cementnog betona

Predloženim sastavom mešavine cementnog betona izvođač mora da dokaže da se predviđenim sastavom mešavine kamenih zrna, cementa, vode i hemijskih dodataka mogu postići svojstva cementnog betona koja se zahtevaju u projektnoj dokumentaciji i ovim tehničkim uslovima (SRCM, tč. 2.5.1.5.2), a koja su određena i u EN 206-1.

Zahtevana svojstva mešavine svežeg cementnog betona za CBZ su navedena u tabeli 2.4.4.2.4.



Tabela 2.4.4.2.4: Zahtevane granične vrednosti svojstva mešavine cementnog betona

Svojstva mešavine cementnog betona	Jedinica mere	Zahtevana vrednost	Postupak ispitivanja
- sadržaj mikropora: - za CB 16 - za CB 32	V.-% V.-%	5 do 7 3 do 5	EN 12350-7
- udeo cementa i kamenih zrna do 0,25 mm: - ako je količina cementa $\leq 300 \text{ kg/m}^3$ - ako je količina cementa $\geq 350 \text{ kg/m}^3$	$\text{kg/m}^3$ $\text{kg/m}^3$	400 450+(C-350)	-

Dozvoljeno odstupanje mikropora – 1 % odn. + 2 % (apsolutno).

Udeo cementa i kamenih zrna do 0,25 mm su gornje granične vrednosti.

Vrednosti sadržaja pora su krajnje granične vrednosti.

Zahtevana svojstva očvrslog cementnog betona za CBZ su u zavisnosti od predviđenog saobraćajnog opterećenja navedena u tabeli 2.4.4.2.5.

Tabela 2.4.4.2.5: Zahtevana svojstva očvrslog cementnog betona (EN 206-1)

Svojstva očvrslog cementnog betona	Jedinica mere	Zahtevana vrednost	Postupak ispitivanja
- razred čvrstoće na pritisak - za izuzetno i vrlo teško saobraćajno opterećenje - za noseći sloj - za habajući sloj - za teško i lakša saobraćajna opterećenja - za CBZ	razred razred razred	C 30/37 C 35/45 C 30/37	EN 12390-3
- čvrstoća na zatezanje pri savijanju - za izuzetno i vrlo teško saobraćajno opterećenje - za teško i lakša saobraćajna opterećenja	$\text{MN/m}^2$ $\text{MN/m}^2$	S 5,5 S 5,0	EN 12390-5
- otpornost na smrzavanje / otapanje – stepen XF4, 50 ciklusa	$\text{mg/mm}^2$	$\leq 0,40$	EN 12390-9
- otpornost na prodiranje vode	mm	$\leq 30$	EN 12390-8

Čvrstoće na pritisak i na zatezanje pri savijanju su donje granične vrednosti.

Mesto dokaznog ugrađivanja mora da odobri nadzorni inženjer po pravilu na ugovorenom objektu tek nakon provere pripremljenog planuma podloge.

Otpornost na smrzavanje i otapanje određena je kao donja granična vrednost.

Prilikom probne proizvodnje i ugrađivanja ispitivanjima, koja mora da obavi ovlašćena institucija angažovana od strane izvođača, treba da se

Otpornost na prodiranje vode je krajnja donja granična vrednost.

#### 2.4.4.2.4.2 Probna proizvodnja i ugrađivanje

- ustanovi da li je kvalitet deponije i proizvodnog pogona - betonjerke za proizvodnju mešavine cementnog betona, način prevoza i opreme za ugrađivanje u skladu sa zahteva ovih tehničkih uslova,
- na mestu ugrađivanja uzme uzorak mešavine za ispitivanje svojstva svežeg i očvrslog cementnog betona,

Izvođač mora da proveri prethodni sastav mešavine cementnog betona u proizvodnji u odgovarajućem pogonu, prevoz na gradilište i ugrađivanje u CBZ, kada mu to odobri nadzorni inženjer.

- ustanovi obrada površine CBZ cementnog betona,
- ustanovi izrada spojnica na CBZ,
- ustanovi zaštita površine cementnog betona u CBZ,
- ustanovi debljina, ravnost, visina, nagib i pravac CBZ.

Ako je izvođač u protekloj godini pod sličnim uslovima već gradio CBZ koristeći slične mešavine cementnog betona, onda rezultati izvedenog sastava mogu da se preuzmu kao probna proizvodnja i ugrađivanje. O ovome odlučuje nadzorni inženjer.

#### 2.4.4.2.4.3 Redovna proizvodnja i ugrađivanje

Nadzorni inženjer može da odobri izvođaču redovnu proizvodnju mešavine cementnog betona tek na osnovu rezultata probne proizvodnje i ugrađivanja. Saglasnost za redovnu proizvodnju uključuje i uslove za karakteristike mešavine cementnog betona i uslove za unutrašnju kontrolu, koja je predviđena ovim tehničkim uslovima i ugovorenom dokumentacijom.

Saglasnost za redovnu proizvodnju i ugrađivanje mešavine svežeg cementnog betona u CBZ mora da sadrži i zahteve za eventualnu dodatnu pripremu površine podložnog sloja u smislu zahteva u tački 2.4.3.5.3 odnosno 2.4.2.2.5 ovih tehničkih uslova.

Ako u toku proizvodnje ili ugrađivanja mešavine cementnog betona u CBZ nastanu bilo kakve promene, izvođač mora da nadzornom inženjeru dostavi u pisanom obliku predlog promena. Promene može da izvrši tek nakon odobrenja nadzornog inženjera.

Granične debljine CBZ određene su u sklopu projektovanja cementnobetonkih kolovoznih konstrukcija (SRDM, tč. 8.3.7).

Prosečna debljina CBZ može da bude do 5 % manja od navedene granične, a pojedinačno izmerene vrednosti do 10 % manje (krajnja granična vrednost).

Neravnost planuma CBZ određuje se kao odstupanje ispod položene letve dužine 4 m u proizvoljnom smeru u odnosu na osovину puta. Planum CBZ sme da odstupa od letve (gornja granična vrednost)

- na kolovozima za izuzetno teško, vrlo teško i teško saobraćajno opterećenje:

- pri mašinskom ugrađivanju 4 mm
- pri ručnom ugrađivanju 6 mm
- na kolovozima za ostala saobraćajna opterećenja:
  - pri mašinskom ugrađivanju 6 mm
  - pri ručnom ugrađivanju 10 mm

Ako se ovakva odstupanja uzastopno ponavljaju, onda o svemu odlučuje nadzorni inženjer.

Visinu pojedinačnih mernih mesta na planumu CBZ treba odrediti nivelisanjem. Planum CBZ može na bilo kom mestu da odstupa od projektovane visine najviše  $\pm 10$  mm (gornja granična vrednost).

Nagib planuma CBZ mora po pravilu da bude jednak projektovanom poprečnom i podužnom nagibu kolovoza. Dozvoljena odstupanja određena su dozvoljenim neravninama i odstupanjem od visine planuma CBZ, ali odstupanje ne sme da bude veće od  $\pm 0,3$  % apsolutne vrednosti nagiba (krajnja granična vrednost).

Ivice ugrađenog CBZ mogu da odstupaju od pravca kolovoza (krajnja gornja granična vrednost)

- na kolovozima za izuzetno teška, vrlo teška i teška saobraćajna opterećenja najviše 30 mm
- na kolovozima za srednja i lakša saobraćajna opterećenja najviše 50 mm.

#### 2.4.4.2.5 Kontrola kvaliteta

##### 2.4.4.2.5.1 Unutrašnja kontrola

Vrstu i učestalost ispitivanja cementnog betona za CBZ u sklopu unutrašnje kontrole, koju mora da izvoditi ovlašćena laboratorija izvođača, mora da se odredi u potvrđenom programu prosečne učestalosti ispitivanja. Ako to nije slučaj, onda mesta za uzimanje uzoraka i merna mesta određuje nadzorni inženjer statističkim slučajnim izborom (SRCS, tč. 1.4.1).

U toku ugrađivanja cementnog betona u CBZ laboratorija mora da uzme uzorke za ispitivanja i da proveri usaglašenost svojstva sa učestalošću, koja je određena u tabeli 2.4.4.2.6 i SRCS, tč. 2.5.1.6.1.

Tabela 2.4.4.2.6: Minimalna učestalost ispitivanja cementnog betona pri unutrašnjoj kontroli ugrađivanja

Svojstvo ugrađenog cementnog betona	Postupak ispitivanja	Minimalna učestalost ispitivanja
- sadržaj mikropora u mešavini	EN 12350-7	100 m <sup>3</sup>
- čvrstoća na pritisak	EN 12390-3	400 m <sup>3</sup>
- čvrstoća na zatezanje pri savijanju	EN 12390-5	800 m <sup>3</sup>
- otpornost na smrzavanje/otapanje	EN 12390-9	1600 m <sup>3</sup>
- otpornost na prodiranje vode	EN 12390-8	1600 m <sup>3</sup>

Rezultate unutrašnjih kontrolnih ispitivanja izvođač mora redovno da dostavlja nadzornom inženjeru i izvođaču nezavisne kontrole. U slučaju da izvođač ustanovi odstupanje kvaliteta od zahtevanog, o tome mora odmah da obavesti nadzornog inženjera i da preduzme odgovarajuće mere.

Ravnost, visinu i nagib planuma CBZ treba ispitivati na 200 m<sup>2</sup>, a pravac izgrađenog kolovoza na 20 m<sup>1</sup>.

Usklađenost kvaliteta izgrađenog CBZ sa zahtevima u projektnoj dokumentaciji i ovim tehničkim uslovima treba vrednovati uzimajući u obzir kriterijume iz EN 206-1 i tačke 2.4.4.2.4 ovih tehničkih uslova.

#### 2.4.4.2.5.2 Nezavisna kontrola

Nezavisna kontrola izgradnje cementnobetonoskog zastora, koju izvodi od strane naručioca ovlašćena institucija, obuhvata:

- utvrđivanje usklađenosti proizvedene i u CBZ ugrađene mešavine cementnog betona sa zahtevima u projektnoj dokumentaciji i ovim tehničkim uslovima
- nadzor unutrašnje kontrole.

Obim ispitivanja usklađenosti proizvedene i u CBZ ugrađene mešavine cementnog betona nezavisne kontrole iznosi 1 : 4 u odnosu na ispitivanja unutrašnje kontrole. Nadzorni inženjer može da zahteva i drugačiju učestalost nezavisnih kontrolnih ispitivanja.

Ispitivanja usklađenosti svojstava cementnog betona moraju da se sprovedu u skladu sa overenim programom prosečne učestalosti nezavisne kontrole.

Uzorke za nezavisnu kontrolu usklađenosti cementnog betona po pravilu treba uzeti na mestu ugrađivanja, koje mora da odredi nadzorni inženjer (SRCS, tč. 1.4.1).

Uzimanje uzoraka za nezavisnu kontrolu i ispitivanja i merenja na gradilištu moraju da se izvode u prisustvu izvođača i nadzornog inženjera.

Ovlašćena institucija mora da pripremi pisani izveštaj o redovnom pregledu unutrašnje kontrole, uključujući ocenu rezultata svih kontrolnih ispitivanja, i da ga pošalje naručiocu i nadzornom inženjeru.

#### 2.4.4.2.6 Merenje i preuzimanje radova

##### 2.4.4.2.6.1 Merenje radova

Izvedene radove u sklopu CBZ treba izmeriti u skladu sa tačkom 1.2.2.2 opštih tehničkih uslova (SRCS) i izračunati u kvadratnim metrima.

Sve količine treba izmeriti prema stvarno izvedenom obimu i vrsti radova koji su izvedeni u okviru dimenzija u projektnoj dokumentaciji i blagovremeno ih dokumentovati u pisanoj formi.

##### 2.4.4.2.6.2 Preuzimanje radova

Ugrađeni CBZ mora da preuzme nadzorni inženjer u skladu sa zahtevima za kvalitet ovih tehničkih uslova i u skladu sa tačkom 1.2.2.3 opštih tehničkih uslova (SRCS). Sve ustanovljene nedostatke izvođač mora da popravi pre nego što nastavi radove. U protivnom biće mu obračunati odbici za neodgovarajući kvalitet izvedenih radova.

#### 2.4.4.2.7 Obračun radova

##### 2.4.4.2.7.1 Opšte

Izvedene radove treba obračunati u skladu sa tačkom 1.2.2.4 opštih tehničkih uslova (SRCS).

Količine, određene po tački 2.4.4.2.6.1 i preuzete po tački 2.4.4.2.6.2, treba

obračunati po ugovorenim jediničnim cenama.

Ugovorena jedinična cena uključuje sve usluge potrebne za potpun završetak radova. Izvođač nema pravo da zahteva naknadne doplate.

Ako izvođač nije obezbedio kvalitet u okviru zahtevanih vrednosti, bez obzira što su mu obračunati odbici, za njega i dalje važe sve obaveze prema ugovoru.

#### 2.4.4.2.7.2 Odbici zbog neodgovarajućeg kvaliteta

##### 2.4.4.2.7.2.1 Kvalitet osnovnih materijala

Zbog zahtevanog odgovarajućeg kvaliteta materijala za CBZ, pri obračunu nema odbitaka.

Ako izvođač ugradi u CBZ materijal koji ne odgovara zahtevima iz tačke 2.4.4.2.2 ovih tehničkih uslova, onda o obračunu odlučuje

nadzorni inženjer koji može da u potpunosti odbije izvedene radove.

##### 2.4.4.2.7.2.2 Kvalitet izrade

Potrebne osnove za ocenu kvaliteta izrade i obračun odbitaka zbog neodgovarajućeg kvaliteta cementnog betona u CBZ navedene su u tabelama 2.4.4.2.4 i 2.4.4.2.5.

Ako izvođač nije obezbedio zahtevani kvalitet izrade CBZ po tački 2.4.4.2.4 i 2.4.4.2.5, onda o obračunu odlučuje nadzorni inženjer.

Ako nadzorni inženjer ustanovi

- nedovoljnu čvrstoću na pritisak ,
  - nedovoljnu čvrstoću na zatezanje pri savijanju,
  - nedovoljnu debljinu CBZ i/ili,
  - neodgovarajuću ravnost planuma CBZ
- on može da pri obračunu radova primeni finansijske odbitke FO koji se određuju na sledeći način:

- zbog nedovoljne čvrstoće na pritisak cementnog betona u CBZ po jednačini

$$FO = \frac{0}{100} \times 3 \times C \times RN$$

gde je:

$0$  – odstupanje od granične vrednosti (%) koja se određuje po jednačini:

$$0 = \frac{f_{ck} - f_{ckd}}{f_{ck}} \times 100$$

$f_{ck}$  – propisana (karakteristična) čvrstoća na pritisak (MN/m<sup>2</sup>)

$f_{ckd}$  – postignuta (ustanovljena) čvrstoća na pritisak (MN/m<sup>2</sup>)

$C$  – ugovorena cena za jedinicu količine izvedenih radova (KM/m<sup>2</sup>)

$RN$  – obim izvedenih radova sa nedostacima (m<sup>2</sup>)

Određivanje finansijskog odbitka za svaki pojedinačni neodgovarajući rezultat ispitivanja čvrstoće na pritisak cementnog betona mora da se zasniva na zahtevanim graničnim vrednostima u projektnoj dokumentaciji (u tabeli 2.4.4.2.5) i određenim krajnjim graničnim vrednostima  $f_{cksm}$ .

- zbog nedovoljne čvrstoće na zatezanje pri savijanju cementnoga betona u CBZ po jednačini

$$FO = \frac{0}{100} \times 5 \times C \times RN$$

gde je:

$0$  – odstupanje od granične vrednosti (%), određene po jednačini  $0 = \frac{f_{fk} - f_{fk d}}{f_{fk}} \times 100$

$f_{fk}$  – propisana (karakteristična) čvrstoća na zatezanje pri savijanju (MN/m<sup>2</sup>)

$f_{fk d}$  – dostignuta (ustanovljena) čvrstoća na zatezanje pri savijanju (MN/m<sup>2</sup>)

Određivanje finansijskog odbitka za svaki pojedinačni neodgovarajući rezultat ispitivanja čvrstoće na zatezanje pri savijanju mora da se zasniva na zahtevanim graničnim vrednostima u

projektnoj dokumentaciji (tabela 2.4.4.2.5) i određenim odgovarajućim krajnjim graničnim vrednostima  $f_{k_{sm}}$

- zbog nedovoljne debljine CBZ po jednačini:

$$FO = 0 \times C \times RN$$

gde je:

$0$  – koeficijent odbitka, koji zavisi od vrednosti  $f$  (%)

$$f = \frac{h_n - h_{dop} - h_u}{h_n} \times 100$$

$h_n$  – projektovana debljina CBZ (cm)

$h_{dop}$  – dopušteno odstupanje debljine CBZ (cm)

$h_u$  – ustanovljena debljina CBZ (cm)

Vrednost koeficijenta  $0$  treba odrediti na osnovu vrednosti  $f$  prema tabeli 2.4.4.2.7.

Tabela 2.4.4.2.7: Određivanje koeficijenta odbitka  $0$

f (%)	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
0	7,5	15	22,5	30	37,5	45	52,5	60	67,5	75

- zbog neodgovarajuće ravnosti planuma CBZ po jednačini:

$$FO = \sum (p_i^2 \times A_i) \times 0,6 \times C$$

gde je:

$p_i$  – odstupanje ravnosti iznad granične vrednosti, određene u tački 2.4.4.2.4.3 (mm)

$A_i$  – pripadajuća širina trake neravnog planuma (m)

Odstupanje ravnosti planuma CBZ iznad granične vrednosti izvođač radova mora da popravi primenom odgovarajućih mera kojima ne sme da se smanji projektovana nosivost kolovozne konstrukcije. Ako stanje ne može da se popravi na odgovarajući način, onda nadzorni inženjer, odnosno naručilac, može da odbije prijem izvedenih radova.

Ostala svojstva CBZ koja premašuju granične vrednosti određene ovim tehničkim uslovima izvođač mora da obezbedi o svom trošku. O ovome odlučuje nadzorni inženjer.

## 2.4.5 KALDRMISANI ZASTORI

### 2.4.5.1 Uvodni deo

Kaldrmisani zastori (KZ) su delovi kolovozne konstrukcije iznad nosećih slojeva do kolovozne površine.

Ugrađivanje se izvodi u skladu sa načinom, dimenzijama i kvalitetom koji su određeni u projektnoj dokumentaciji i u skladu sa ovim tehničkim uslovima, čime se obezbeđuje planirana saobraćajna površina i njena trajnost.

Kaldrmisani zastori sastoje se od kamenih kocki ili ploča i sloja podloge. Ugrađuju se kao habajući slojevi za nevezane ili vezane noseće slojeve kolovoznih konstrukcija.

KZ su pre svega namenjeni za kolovozne konstrukcije sa lakšim saobraćajnim opterećenjima, kao i za spori i mirujući saobraćaj.

Izrada KZ obuhvata nabavku potrebnih materijala i ugrađivanje na mestima koja su

određena u projektnoj dokumentaciji, uključujući i izradu spojnica.

Vrsta KZ i kolovozne konstrukcije po pravilu je određena u projektnoj dokumentaciji. Ako to nije slučaj, onda ih određuje nadzorni inženjer.

### 2.4.5.2 Osnovni materijali

#### 2.4.5.2.1 Kamene kocke

Za kaldrmisane zastore za kolovozne površine najčešće se upotrebljavaju male ili velike kocke. Pri određenim uslovima male kocke upotreblijive su i za površine koje su namenjene za pešake.

Kamene kocke za KZ namenjene za saobraćaj vozila, moraju da budu izrađene od žilave, homogene stene eruptivnog porekla, koja je otporna na mraz i so. Kocke za spor saobraćaj i za površine namenjene pešacima mogu da budu od tvrde i žilave karbonatne stene.

Osnovne dimenzije kocki od prirodnih stena navedene su u tabeli 2.4.5.1.

Tabela 2.4.5.1: Osnovne dimenzije kamenih kocki

Vrsta kamenih kocki	Dimenzije kocki		
	dužina	širina	visina
	mm		
- male kamene kocke	80	80	80
	90	90	90
	100	100	100
- velike kocke	120 do 180	120	130
	140 do 200	140	150
	160 do 220	160	160

Dozvoljeno odstupanje od osnovnih mera u tabeli 2.4.5.1 iznosi do  $\pm 10\%$ .

Pošto se kocke u KZ pretežno ugrađuju u obliku lukova, upotrebljavaju se kocke trapezeoidnog ili pravougaonog oblika. Kocke duguljastog oblika potrebne su i za međusobno povezivanje.

Nadzorni inženjer može da odobri i upotrebu kocki drugih dimenzija.

#### 2.4.5.2.2 Ploče

Ploče koje su po pravilu izrađene od cementnog betona razlikuju se prema svrsi primene na saobraćajnim površinama:

- za zatavljanje površina za mirujući saobraćaj i za površine za pešake
- za površine pretežno za pešake od izribanog i opranog cementnog betona, izuzetno i od stena.

Ploče moraju da budu izrađene od gustog cementnog betona, bez pukotina sa

dimenzijama koje moraju da odgovaraju zahtevima iz tabele 2.4.5.2.

Nadzorni inženjer može da odobri i upotrebu ploča od cementnog betona sa drukčijim svojstvima.

Ako se ploče proizvode od dve vrste cementnog betona (jezgro i površinski sloj) onda mora da se obezbedi njihova potpuna povezanost.

Tabela 2.4.5.2: Zahtevana svojstva kocki i ploča od cementnog betona

Svojstva kocki i ploča	Jedinica mere	Zahtevana vrednost
- odstupanje dimenzija		
- dužina i širina, najviše	mm	± 3
- visina, najviše	mm	± 5
- izbočenje stranice ploče		
- visine do 80 mm, najviše	mm	2
- visine preko 80 mm, najviše	mm	3
- čvrstoća cementnog betona na pritisak :		
- prosečno, najmanje	MN/m <sup>2</sup>	C 35/45
- pojedinačno, najmanje	MN/m <sup>2</sup>	C 30/37
- otpornost na smrzavanje i otapanje	mg/mm <sup>2</sup>	≤ 0,40

#### 2.4.5.2.3 Mešavine kamenih zrna

Mešavine kamenih zrna za nevezane slojeve podloge za kamene kocke i ploče mogu da sadrže prirodne i drobljene frakcije peska, u izuzetnim slučajevima sitni drobljeni šljunak ili sitnež. Za ispunu fuga između ploča upotrebljavaju se isključivo mešavine drobljenih frakcija peska.

Mešavine kamenih zrna za nevezane slojeve podloga moraju da odgovaraju zahtevima EN 13242 i SRCS, tč. 2.4.2.2.3.

Upotrebljavaju se mešavine

- srednjeg peska 0/2 mm,
- grubog peska 0/4 mm te
- peska i sitne sitneži i/ili šljunka 0/4 mm.

Mešavine kamenih zrna za ispunu fuga između kamenih kocki moraju da budu od drobljenih ili prirodnih frakcija peska 0/2 mm. Udeo zrna do 0,063 mm u mešavini može da iznosi do 5 m.-%.

#### 2.4.5.2.4 Cementni i krečni malter

Cementni i krečni malteri za vezane slojeve podloga za KZ ili za ispunu fuga između kocki i ploča moraju da se sastoje od mešavine peska, cementa ili kreča i vode.

Pesak za cementne ili krečne maltere može da se sastoji od prirodnih i/ili drobljenih zrna.

Za cementne maltere za vezane podložne slojeve za KZ ili ispunu spojnika između kocki upotrebljavaju se kao vezivo

- portland cementi CEM I i
  - portland cementni sa dodacima granulirane zgre ili pucolana CEM II/A-S i CEM II/B-S, koji odgovaraju zahtevima određenim u EN 197-1,
- a za krečne maltere hidratizovani kreč.

Voda za cementne i krečne maltere može da bude prirodna ili veštački obrađena, sa dokazima da odgovara zahtevima iz EN 1008.

Zahtevi za kvalitet peska za cementni malter za vezane slojeve podloge i za ispunu fuga između kocki u principu su određeni u SRCS, tč. 2.4.2.2.3.

Zahtevi za cement određeni su u EN 197-1 i SRCS, tč. 2.4.4.2.2.2.

Zahtevana svojstva hidratizovanog kreča za krečni malter za vezani sloj podloge, određena su u tabeli 2.4.5.3.

Tabela 2.4.5.3: Zahtevana svojstva hidratizovanog kreča

Svojstva hidratizovanog kreča	Jedinica mere	Zahtevana vrednost
- sadržaj CO <sub>2</sub> , najviše	m.-%	7
- sadržaj aktivnog CaO + MgO, najmanje	m.-%	85
od toga MgO, najviše	m.-%	8
- finoća mlevenja:		
- ostatak na situ 0,5 mm, najviše	m.-%	0,5
- ostatak na situ 0,09 mm, najviše	m.-%	10

Potrebna svojstva vode za cementni i krečni malter određena su u SRCS, tč. 2.4.4.2.2.3.

#### 2.4.5.2.5 Mešavine za ispunu fuga

Za ispunu fuga između kocki i ploča upotrebljavaju se i posebne mešavine na bitumenskoj osnovi sa dodacima koji povećavaju elastičnost ili plastičnost.

Upotrebu svih materijala za zaptivanje fuga između kocki mora prethodno da odobri nadzorni inženjer na osnovu dostavljenih dokaza o kvalitetu za određenu namenu.

### 2.4.5.3 Način izvođenja

#### 2.4.5.3.1 Nalazište materijala

Izvođač mora blagovremeno, pre početka izvođenja radova na KZ da saopšti nadzornom inženjeru vrste svih materijala koje namerava da upotrebi i da mu dostavi odgovarajuće dokaze o usaglašenosti sa zahtevanim svojstvima.

Sva zahtevana svojstva materijala iz tačke 2.4.5.2 moraju da se obezbede (krajnje granične vrednosti).

#### 2.4.5.3.2 Deponovanje materijala

Ako izvođač pre ugrađivanja u KZ privremeno deponuje materijale, onda on mora da obezbedi i odgovarajuće prostore. Pri uređenju prostora moraju da se uzmu u obzir uputstva proizvođača i zahtevi nadzornog inženjera.

Rezerve svih materijala na deponijama moraju da budu takve da obezbede kontinuirano izvođenje svih ugovorenih radova u sklopu KZ.

#### 2.4.5.3.3 Priprema planuma podloge

Noseći sloj za KZ može da bude:

- planum nevezanog nosećeg sloja, pripremljen po tč. 2.4.2.2.5 u SRCS,
- planum vezanog donjeg nosećeg sloja, pripremljen po tč. 2.4.3.4.1 ili tč. 2.4.4.1.4 u SRCS,
- planum vezanog gornjeg nosećeg sloja, pripremljen po tč. 2.4.3.4.2 u SRCS.

Sadržaj šupljina u nosećem sloju ispod KZ i nagib ovih slojeva mora da obezbedi dobro odvođenje vode koja se može da se procedi kroz KZ.

U određenim uslovima za noseći sloj za KZ može da se upotrebi i bitumenizirana mešavina za asfaltni ili cementnobetonski habajući sloj. Ovo mora da odobri nadzorni inženjer.

Izvođač sme da započne sa izvođenjem KZ tek nakon preuzimanja nosećeg sloja od strane nadzornog inženjera u skladu sa navedenim zahtevima. Čitavo vreme do početka ugrađivanja KZ izvođač mora da održava planum tog sloja u stanju u kakvom je bio u vreme preuzimanja. Sva oštećenja mora blagovremeno da popravi na odgovarajući način i da o tome dostavi dokaze nadzornom inženjeru.

#### 2.4.5.3.4 Proizvodnja cementnog i krečnog maltera

Proizvodnja cementnog i krečnog maltera mora da bude mašinska u odgovarajućem pogonu za pripremu maltera sa šaržnim načinom rada.

Oprema za merenje mora da obezbedi odgovarajući maseni udeo veziva u malteru.

Vreme mešanja i drugi uticaji na kvalitet moraju da se podese tako da bude obezbeđena homogena mešavina cementnog i krečnog maltera.



Proizvedeni malter treba odmah transportovati na mesto ugrađivanja u KZ.

#### 2.4.5.3.5 Navoženje mešavine kamenih zrna i maltera

Za navoženje mešavine kamenih zrna za noseći za sloj ispod KZ treba upotrebiti kamione - kiperere. Navoženje može da se započne tek nakon odobrenja nadzornog inženjera.

Navoženje cementnog ili krečnog maltera za sloj podloge ispod kamenih kocki i ploča može da započne tek nakon pripremljenog planuma nosećeg sloja i prijema od strane nadzornog inženjera. Za prevoz treba koristiti odgovarajuća vozila – mikserere. Broj vozila za prevoz na gradilište mora da se prilagodi tako da se obezbedi ravnomerno ugrađivanje u skladu sa kapacitetom mašina za proizvodnju, udaljenošću prevoza i sposobnošću ugrađivanja.

#### 2.4.5.3.6 Ugrađivanje

##### 2.4.5.3.6.1 Sloj podloge

Na noseći sloj treba ravnomerno razastreti sloj odgovarajuće mešavine kamenih zrna peska ili sitneži tako da nakon zbijanja debljina sloja iznosi 3 do 6 cm. Za male kocke debljina je manja, a za veće kocke veća.

Ako će KZ biti izložen većem opterećenju, onda se u smesu kamenih zrna dodaje cement ili kreč. Ovo dodavanje se vrši u slučajevima u kojima se fuge ispunjavaju cementnim malterom.

Ako kao sloj podloge služi cementni malter, onda ga treba razastreti u ravnomernoj debljini. U ovom slučaju je noseći sloj za KZ od cementnog betona koji ne sme da počne da se stvrdnjava pre početka ugrađivanja KZ.

Kao sloj za podlogu za KZ može da se ugradi i najmanje 3 cm debeli sloj peska, a iznad njega 2 cm debeli gornji sloj podloge od krečnog maltera.

Sve vrste slojeva za podlogu po pravilu treba ugrađivati mašinski. Ručno ugrađivanje je dozvoljeno samo kada zbog ograničenog prostora nije moguća upotreba mašina. Način razastiranja materijala za slojeve podloge mora da odobri nadzorni inženjer.

##### 2.4.5.3.6.2 Kocke i ploče

Način razmeštanja kocki mora da bude određen u projektnoj dokumentaciji u obliku segmentnih lukova, u pravougaonim redovima ili dijagonalno na osovinu puta, mašinski ili ručno.

Ploče mogu da budu razvrstane u redove ili dijagonale, a ugrađivanje se po pravilu vrši ručno.

Ako se fuge ispunjavaju mešavinom peska, onda razmak između kocki i ploča mora da bude 3 do 5 mm. Ako se fuge ispunjavaju cementnim malterom ili bitumenskom mešavinom onda širina mora da bude najmanje 8 mm.

Prazne prostore u pločama za zatavljanje treba popuniti humusom i zasejati travom (0,5 do 0,8 kg/ar semena i 8 kg/ar veštačkog đubriva).

##### 2.4.5.3.6.3 Fuge

Pri izvođenju KZ sa fugama koje će biti ispunjene mešavinom kamenih zrna, treba ukupnu površinu ugrađenih kamenih kocki i ploča sa zasutim fugama prekriti mešavinom peska i navlažiti. Nakon utiskivanja, preostalu mešavinu peska treba očistiti sa površine KZ.

Pri izvođenju KZ sa fugama koje će biti ispunjene cementnim malterom ili bitumenskom mešavinom pesak iz fuga treba ukloniti do dubine min. 30 mm.

Ispunjavanje fuga cementnim malterom ili bitumenskom mešavinom treba izvesti na mestima na kojima se očekuju veći uticaji vode, ulja ili goriva.

Pri ugrađivanju cementnog maltera u fuge, kocke i ploče moraju da se navlaže, dok pri ugrađivanju bitumenizirane mešavine iste moraju da budu suve i, po potrebi, premazane u području fuga odgovarajućim sredstvom za prethodno premazivanje (bitumenska emulzija ili rezani bitumen).

Fuge između kocki i ploča treba ispunjavati u skladu sa napredovanjem radova.

Bitumenske mešavine za ispunjavanje treba ugraditi u fuge u slučajevima kada postoji potreba za većim pomeranjem KZ (na razmaku do 8 m na priključcima do objekata).

Kod upotrebe bitumenskih mešavina za zalivanje fuga između kocki i ploča za KZ treba uzeti u obzir uputstva proizvođača.

Temperatura cementnog maltera pri ugrađivanju koje mora da se izvodi pri temperaturi iznad 10° C, ne sme da bude niža od 10° C i ne viša od 30° C.

Površinu KZ sa fugama koje su ispunjene cementnim malterom treba najmanje 7 dana održavati vlažnom. Za to vreme KZ ne sme da bude izložen većim saobraćajnim opterećenjima.

#### 2.4.5.4 Kvalitet izrade

Izvođač mora blagovremeno, pre početka ugrađivanja KZ da dostavi nadzornom inženjeru na overu tehnološki elaborat, koji mora da sadrži pre svega:

- dokaze o usaglašenosti svih materijala koji će biti upotrebljeni
- rezultate prethodnog ispitivanja i
- opis tehnoloških postupaka proizvodnje i ugrađivanja materijala u KZ.

Pre početka puštanja u rad mašina i opreme od kojih zavisi kvalitet izvedenih radova treba proveriti njihovu ispravnost i sposobnost da obezbede ravnomeran kvalitet u skladu sa zahtevima ovih tehničkih uslova i projektne dokumentacije.

Sva oprema i mašine moraju da poseduju sertifikate i da po kapacitetima odgovaraju zahtevima koji su navedeni u projektnoj dokumentaciji i ovim tehničkim uslovima.

##### 2.4.5.4.1 Prethodna ispitivanja maltera

Prethodni sastav maltera za KZ mora da sadrži:

- vrstu i količinu pojedinačnih frakcija u mešavini kamenih zrna (kg/m<sup>3</sup>)
- vrstu i količinu veziva (v kg/m<sup>3</sup>)
- količinu vode (l/m<sup>3</sup>)
- karakteristike svežeg maltera:
  - analizu sastava (u kg/m<sup>3</sup>)
  - konzistenciju / sleganje kupe (u cm)
- karakteristike očvrsllog maltera:
  - čvrstoću na pritisak (u MN/m<sup>2</sup>)
  - čvrstoću na zatezanje pri savijanju (u MN/m<sup>2</sup>)
- otpornost na mraz i soli.

Prethodnim sastavom izvođač mora da dokaže, da se predviđenom mešavinom kamenih zrna i vezivom može postići kvalitet maltera koji je zahtevan u projektnoj dokumentaciji i ovim tehničkim uslovima.

Pre dobivanja saglasnosti od strane nadzornog inženjera za prethodni sastav maltera, izvođač ne sme da započne ugrađivanje.

Ako je izvođač u prethodnoj godini sličnom mešavinom kamenih zrna i vezivom već gradio KZ, onda rezultati izvedenog sastava mogu da se preuzmu kao rezultati prethodnog sastava koji su određeni u toku unutrašnje kontrole. O ovome odlučuje nadzorni inženjer.

Zahtevana svojstva cementnog maltera za KZ navedena su u tabeli 2.4.5.4.

Tabela 2.4.5.4: Zahtevana svojstva cementnog maltera

Svojstva cementnog maltera	Jedinica mere	Zahtevana vrednost		Postupak ispitivanja
		za sloj podloge	za zalivanje fuga	
- udeo cementa, najmanje	kg/m <sup>3</sup>	270	500	-
- čvrstoća na pritisak, najmanje	MN/m <sup>2</sup>	C8/10	C 30/37	EN 12390-3
- čvrstoća na zatezanje pri savijanju, najmanje	MN/m <sup>2</sup>	-	≥ 5,5	EN 12390-5
- otpornost na smrzavanje i otapanje – stepen XF4, 50 ciklusa	mg/mm <sup>2</sup>	-	≤ 60	EN 12390-9

Zahtevan udeo cementa, čvrstoća na pritisak i čvrstoća na zatezanje pri savijanju i

otpornost na smrzavanje i otapanje su određene kao donje granične vrednosti.

#### 2.4.5.4.2 *Dokazna proizvodnja i ugrađivanje*

Izvođač mora da proveriti prethodni sastav cementnog maltera u proizvodnji u odgovarajućem pogonu, prevoz na gradilište i ugrađivanje u KZ, kada mu to odobri nadzorni inženjer.

Mesto dokaznog ugrađivanja mora da odobri nadzorni inženjer po pravilu na ugovorenem objektu, nakon što je proverio pripremljeni planum nosećeg sloja ispod KZ.

Prilikom probne proizvodnje i ugrađivanja ispitivanjima, koja mora da izvodi ovlašćena institucija angažovana od strane izvođača, treba

- ustanoviti ispravnost deponije i pogona za proizvodnju maltera, načina prevoza i opreme za ugrađivanje, u skladu sa zahtevima ovih tehničkih uslova,
- na mestu ugrađivanja uzeti uzorak za ispitivanje očvrslog cementnog maltera,
- utvrditi kvalitet izvedenih fuga između ploča,
- utvrditi ravnost, visinu i nagib KZ.

Ako je izvođač u prethodnoj godini u sličnim uslovima već gradio KZ sličnim malterima, onda rezultati izvedenog sastava mogu da se preuzmu i kao dokazna proizvodnja i ugrađivanje. O ovome odlučuje nadzorni inženjer.

#### 2.4.5.4.3 *Redovna proizvodnja i ugrađivanje*

Nadzorni inženjer može da odobri izvođaču radni sastav i ugrađivanje tek nakon pregleda rezultata izveštaja o dokaznoj proizvodnji i ugrađivanju. Saglasnost za kontinuirani rad uključuje i uslove za karakteristike maltera i uslove za unutrašnju kontrolu, koji su predviđeni ovim tehničkim uslovima i projektnom dokumentacijom.

Ako u toku proizvodnje ili ugrađivanja maltera nastane bilo kakva promena, izvođač mora u pisanom obliku da dostavi predlog promene nadzornom inženjeru. Promene se smatraju prihvaćenim po odobrenju nadzornog inženjera.

Neravnost planuma za KZ određuje se kao odstupanje ispod položene letve dužine 4,0 m u bilo kom smeru u odnosu na osovину puta. Planum KZ sme da odstupa od letve najviše -10 mm (gornja granična vrednost). Ako se ovakva odstupanja pojavljuju uzastopno, onda o njima odlučuje nadzorni inženjer.

Visine pojedinačnih mernih mesta na planumu KZ treba odrediti nivelisanjem. Planum KZ može na bilo kom mestu da odstupa od projektovane visine najviše  $\pm 10$  mm (gornja granična vrednost).

Nagib planuma KZ po pravilu je jednak poprečnom i podužnom nagibu kolovoza. Dozvoljena odstupanja su određena dozvoljenim odstupanjima od visine planuma KZ, ali ne smeju da budu veća od  $\pm 0,4$  % apsolutne vrednosti nagiba (krajnja granična vrednost).

#### 2.4.5.5 **Kontrola kvaliteta**

##### 2.4.5.5.1 Unutrašnja kontrola

Vrstu i učestalost ispitivanja u sklopu unutrašnje kontrole KZ, koju mora da izvodi ovlašćena laboratorija izvođača, mora da bude određena i potvrđena u programu prosečne učestalosti ispitivanja.

Ako to nije slučaj, onda je određuje nadzorni inženjer, koji na osnovu statističkog slučajnog izbora određuje i mesta za uzimanje uzoraka i merna mesta (SRCS, tč. 1.4.1).

U toku ugrađivanja KZ laboratorija mora da uzme uzorke za ispitivanje i da proveriti usaglašenost svojstva sa učestalošću koja je navedena u tabeli 2.4.5.5.

Obim i vrstu ispitivanja krečnog maltera za KZ određuje nadzorni inženjer, ako to u projektnoj dokumentaciji nije određeno.

U sporazumu sa nadzornim inženjerom kvalitet ugrađenog KZ može da se odredi i na drugi način i priznatim postupcima. U tom slučaju moraju da se navedu kriteriji za ocenu kvaliteta ugrađivanja, kao i način i obim ispitivanja.

##### 2.4.5.5.2 Nezavisna kontrola

Obim ispitivanja nezavisne kontrole, koju izvodi ovlašćena institucija naručioca, po pravilu je u razmeri 1 : 4 u odnosu na unutrašnja ispitivanja. Mesta za uzimanje uzoraka i merna mesta za nezavisnu kontrolu kvaliteta izrade KZ mora da odredi nadzorni inženjer statističkim slučajnim izborom (SRCS, tč. 1.4.1).

Ovlašćena institucija mora da pripremi pisani izveštaj o redovnom pregledu unutrašnje kontrole, uključujući i ocenu rezultata svih

kontrolnih ispitivanja, i da ga dostavi naručiocu i nadzornom inženjeru.

Tabela 2.4.5.5: Minimalna učestalost ispitivanja pri unutrašnjoj kontroli ugrađivanja KZ od kocki i ploča

Svojstva ugrađenih kamenih kocki i ploča	Postupak ispitivanja	Minimalna učestalost ispitivanja
- kocke i ploče:		
- dimenzije	-	400 m <sup>2</sup>
- čvrstoća na pritisak (cementnog betona)	EN 12390-3	800 m <sup>2</sup>
- mešavine kamenih zrna:		
- sastav		
- svojstva	EN 12620	2000 m <sup>2</sup>
- sveži cementni malter:		
- sastav mešavine kamenih zrna	EN 933-1	800 m <sup>2</sup>
- udeo cementa	-	800 m <sup>2</sup>
- očvrslili cementni malter:		
- čvrstoća na pritisak	EN 12390-3	800 m <sup>2</sup>
- čvrstoća na zatezanje pri savijanju	EN 12390-5	2000 m <sup>2</sup>
- otpornost na smrzavanje i otapanje	EN 12390-9	200 m <sup>2</sup>
- bitumenska mešavina za zalivanje fuga	-	800 m <sup>2</sup>
- ravnost, visina i nagib planuma	-	200 m <sup>2</sup>

### **2.4.5.6 Merenje i preuzimanje radova**

#### 2.4.5.6.1 Merenje radova

Izvedene radove treba izmeriti u skladu sa tačkom 1.2.2.2 opštih tehničkih uslova (SRCS) i izračunati u kvadratnim metrima.

Sve količine treba izmeriti prema stvarno izvedenom obimu i vrsti radova koji su izvedeni u okviru dimenzija u projektnoj dokumentaciji i dokumentovati ih u pisanoj formi.

#### 2.4.5.6.2 Preuzimanje radova

Ugrađeni KZ mora da preuzme nadzorni inženjer u skladu sa zahtevima za kvalitet u ovim tehničkim uslovima i u skladu sa tačkom 1.2.2.3 opštih tehničkih uslova. Sve ustanovljene nedostatke izvođač mora da popravi pre nastavka radova. U protivnom biće mu obračunati odbici za neodgovarajući kvalitet izvedenih radova.

### **2.4.5.7 Obračun radova**

#### 2.4.5.7.1 Opšte

Izvedene radove treba obračunati u skladu sa tačkom 1.2.2.4 opštih tehničkih uslova.

Količine određene po tački 2.4.5.6.1 i preuzete po tački 2.4.5.6.2 ovih tehničkih uslova treba obračunati po ugovorenim jediničnim cenama.

Ugovorenom jediničnom cenom obuhvaćeni su svi troškovi i usluge koji su potrebni za potpun završetak radova. Izvođač nema pravo da traži nikakva naknadna plaćanja.

Ako izvođač nije obezbedio kvalitet u okviru zahtevanih vrednosti i ako su mu obračunati odbici, za njega i dalje važe sve ugovorne obaveze.

#### 2.4.5.7.2 Odbici zbog neodgovarajućeg kvaliteta

##### 2.4.5.7.2.1 Kvalitet materijala

Zbog zahtevanog kvaliteta materijala za KZ pri obračunu nema odbitaka.

Ako izvođač u KZ ugradi materijal koji ne odgovara zahtevima iz tačke 2.4.5.2 ovih tehničkih uslova, onda o tome odlučuje nadzorni inženjer. On može u potpunosti da odbaci izvedene radove.

##### 2.4.5.7.2.2 Kvalitet izrade

Zbog zahtevanog kvaliteta izrade KZ pri obračunu nema odbitaka.

Ako izvođač nije obezbedio zahtevani kvalitet izrade KZ, onda o načinu obračuna odlučuje nadzorni inženjer.

## 2.4.6 IVIČNI ELEMENTI

### 2.4.6.1 Uvodni deo

Ivični elementi kolovoza (IEK) su podužni elementi za ograničenje i uređenje spoljašnjih ivica saobraćajnih traka.

Ivični elementi kolovoza su:

- ivične trake
- ivičnjaci
- rigole
- sigurnosne ograde.

Njihova namena je da štite ivice kolovoznih konstrukcija i da povećaju bezbednost saobraćaja na svim vrstama puteva.

Ivični elementi moraju da se grade u dimenzijama koje su određene u projektnoj dokumentaciji i u skladu sa ovim tehničkim uslovima.

Izrada ivičnih elemenata kolovoza (IEK) obuhvata:

- nabavku svih potrebnih osnovnih materijala, njihovu preradu i ugrađivanje u IEK
- nabavku odgovarajućih prefabrikovanih elemenata i njihovo ugrađivanje

na mestima koja su određena projektnom dokumentacijom.

Izrada IEK obuhvata i sve radove na pripremi temelja za IEK, obradu fuga i potrebnu zaštitu površina nakon ugrađivanja, kao i sve radove u vezi sa ojačanjem (armiranjem) elemenata.

Radove treba izvoditi u odsustvu padavina i kada temperatura podloge (bez vetra) iznosi od 5 °C do 25 °C. Ako je trenutna temperatura viša ili niža, treba preduzeti posebne mere.

Ako vrsta ivičnih elemenata nije određena u projektnoj dokumentaciji, onda o tome odlučuje nadzorni inženjer.

### 2.4.6.2 Osnovni materijali

Osnovni materijali koji se upotrebljavaju su:

- mešavine cementnog betona za ivične trake i sigurnosne ograde
- mešavine cementnog betona i bitumenizirane mešavine za ivičnjake, koji mogu da budu i od eruptivnih (silikatnih) ili sedimentnih (karbonatnih) stena
- mešavine cementnog betona, kamene kocke (kaldrmisanje) i bitumenizirane

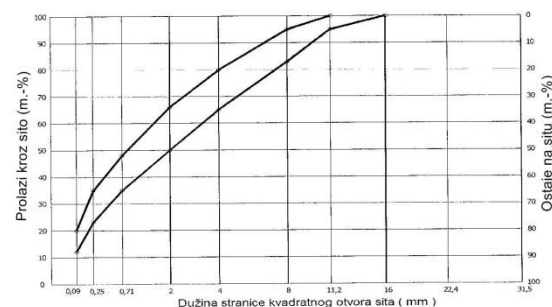
mešavine (bitumenski beton) za trouglaste i segmentne rigole.

Osnovni materijali koji se upotrebljavaju za proizvodnju mešavina cementnog betona za izradu IEK i njihov kvalitet navedeni su u tački 2.5.1.2 i 2.5.1.3 ovih tehničkih uslova.

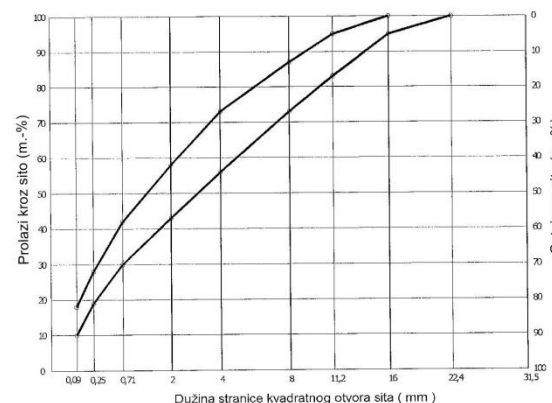
Osnovni materijali koji se upotrebljavaju za proizvodnju mešavina bitumenskog betona za izradu ivičnjaka i njihov kvalitet navedeni su u tački 2.4.3.2.

Zahtevano područje za granulaciju mešavine kamenih zrna za mešavinu bitumenskog betona, prikazano je:

- za bitumenski beton za ivičnjake AC 11i na slici 2.4.6.1
- za bitumenski beton za ivičnjake AC 16i na slici 2.4.6.2.



Slika 2.4.6.1: Granične krive mešavina kamenih zrna za mešavinu bitumenskog betona za ivičnjake AC 11i



Slika 2.4.6.2: Granične krive mešavina kamenih zrna za mešavinu bitumenskog betona za ivičnjake AC 16i

U toku proizvodnje granulacija mešavine kamenih zrna može da odstupa van područja ograničenog krivama do 3 m.-%.

Sva kamena zrna u mešavini moraju da budu isključivo drobljena. U izuzetnim slučajevima dozvoljena je upotreba prirodnog peska 0/2 mm, ali samo u odnosu 1:1 sa drobljenim peskom.

Za pripremu mešavine bitumenskog betona za ivičnjake treba upotrebiti tip bitumena B 50/70.

Kameni ivičnjaci i kocke moraju da budu od žilave, homogene stene koja je otporna na uticaj mraza i soli. Vidljive površine mogu da budu posebno obrađene.

Dozvoljena odstupanja dimenzija ivičnjaka od dimenzija koje su određene u projektnoj dokumentaciji mogu da budu:

- za širinu  $\pm 3$  mm,
- za dužinu  $\pm 10$  mm.

Dozvoljeno odstupanje dimenzija kocki iznosi  $\pm 10$  % od ugovorenih dimenzija (SRCS, tabela 2.4.5.1).

Prefabrikovani ivičnjaci, kocke, prizme i sigurnosne ograde od cementnog betona moraju da imaju karakteristike u skladu sa zahtevima u projektnoj dokumentaciji i u tački 2.5.1.5 ovih tehničkih uslova.

Dozvoljena iskrivljenost ivičnjaka u podužnom smeru sme da iznosi 5 mm, a u poprečnu smeru 2 mm. Odstupanje od ravnosti u podužnom smeru može da iznosi na dužini 1000 mm najviše 5 mm.

Za izradu sigurnosnih ograda od cementnog betona korišćenjem klizne oplata treba upotrebiti samo mešavine drobljenih kamenih zrna.

Elementi prefabrikovanih sigurnosnih ograda od cementnog betona mogu da odstupaju od zahtevanih dimenzija do  $\pm 10$  mm.

### 2.4.6.3 Način izvođenja

#### 2.4.6.3.1 Nalazište materijala

Izvođač mora blagovremeno, pre početka izvođenja radova na IEK da nadzornom inženjeru saopšti vrste svih osnovnih materijala i proizvoda koje namerava da upotrebi i da mu dostavi dokaze o usklađenosti sa zahtevanim svojstvima za ugrađivanje.

Moraju da se obezbede sva zahtevana svojstva osnovnih materijala i proizvoda iz tč. 2.4.6.2 (krajnje granične vrednosti).

#### 2.4.6.3.2 Priprema podloge

Kao podloga za ivične trake od cementnog betona može da se upotrebi

- planum cementom vezanog nosećeg sloja prema tački 2.4.4.1.4 i
- planum bitumenom vezanog donjeg nosećeg sloja, pripremljen po tački 2.4.3.4.1.

Kao podloga za temelje ivičnjaka i ivične trake može da se upotrebi planum nevezanog nosećeg sloja, izuzetno i planum posteljice pripremljen po tački 2.2.5.3.8 Za ivičnjake od bitumenskog betona i sigurnosne ograde, kao podloga može da se upotrebi:

- planum cementom vezanog nosećeg sloja prema tački 2.4.4.1.4 i
- planum bitumenom vezanog habajućeg ili nosećeg sloja, pripremljen po tački 2.4.3.4.4 ili 2.4.3.4.2.

Izvođač može da započne sa izradom IEK tek nakon preuzimanja planuma od strane nadzornog inženjera u skladu sa navedenim zahtevima. Sve do početka ugrađivanja IEK izvođač je dužan da održava planum podloge u stanju u kakvom je bio u vreme preuzimanja. Sva oštećenja mora da blagovremeno popravi i da o tome dostavi nadzornom inženjeru odgovarajuće dokaze.

#### 2.4.6.3.3 Deponovanje osnovnih materijala i prefabrikovanih elemenata

Za deponovanje mešavina kamenih materijala, veziva i prefabrikovanih elemenata za ugrađivanje u IEK, u principu važe zahtevi iz tačke 2.5.1.4.2.

#### 2.4.6.3.4 Proizvodnja mešavina

Za proizvodnju svih vrsta mešavina cementnog betona za IEK važe zahtevi navedeni u tački 2.5.1.4.4, a za proizvodnju prefabrikovanih elemenata zahtevi u tč. 2.5.1.4.5.

Za proizvodnju mešavina cementnog maltera za ispunjavanje fuga na ivičnjacima, kockama i sigurnosnim ogradama važe zahtevi navedeni u tački 2.4.5.3.4.

Za proizvodnju bitumenizirane mešavine za ivičnjake važe zahtevi iz tačke 2.4.3.3.2.1.

#### 2.4.6.3.5 Navoženje mešavina

Pri navoženju mešavina treba uzeti u obzir sledeće:

- za mešavine cementnog betona zahteve iz tačke 2.5.1.4.6
- za cementne maltere zahteve iz tačke 2.4.5.3.5 i
- za bitumenizirane mešavine zahteve iz tačke 2.4.3.3.2.2.

#### 2.4.6.3.6 Ugrađivanje

Ugrađivanje mešavine cementnog betona za izradu IEK, kao i za temelje i prefabrikovane elemente za IEK, je detaljno obrađeno u tački 2.5.1.4.7.

Potrebna zaštita cementnog betona i izrada IEK u principu su opisani u tački 2.5.1.4.7.4.

Pored zahteva za ugrađivanje bitumeniziranih mešavina koji su navedeni u tački 2.4.3.3.2.4, za ugrađivanje u ivičnjake dodatno treba uzeti u obzir sledeće:

- za ugrađivanje ivičnjaka od bitumeniziranih mešavina treba upotrebiti mašine koje obezbeđuju oblik ivičnjaka koji je određen u projektnoj dokumentaciji
- temperatura podloge (koja mora prethodno da se popraska bitumenskim vezivom) i vazduha mora da bude najmanje 10° C
- najveće odstupanje temperature bitumenizirane mešavine pri ugrađivanju od optimalne temperature, koja je određena prilikom probne proizvodnje i ugrađivanja, može da iznosi  $\pm 10^{\circ}$  C
- spoljašnja ivica ivičnjaka od bitumenskog betona mora da bude odmaknuta od spoljašnje ivice podložnog sloja bitumenizirane mešavine najmanje 5 cm
- ivičnjak može da se optereti tek kada se bitumenizirana mešavina ohladila do temperature okoline.

Prefabrikovani ivičnjaci i ivičnjaci iz stena te ivične trake ugrađuju se na temelj – podložni sloj iz svežeg cementnog betona (C 15/18) po projektnoj dokumentaciji.

Debljina tog podložnog sloja mora da bude:

- ispod ivičnjaka najmanje 15 cm i
- ispod ivične trake najmanje 10 cm.

Razmak između ivičnjaka, odnosno kocki za ivične trake mora da bude 10 do 15 mm. Ove fuge treba sa prednje i gornje strane do dubine najmanje 30 mm popuniti sa cementnim malterom, a na ostalom delu može se ugraditi odgovarajući pesak. Površinu cementnog maltera u fugi treba dobro oblikovati.

U izuzetnim slučajevima ivičnjaci i kocke za ivične trake mogu da se ugrade i na nevezani podložni sloj. O ovome odlučuje nadzorni inženjer.

#### 2.4.6.4 Kvalitet izrade

Izvođač mora najmanje 7 dana pre početka izrade i ugrađivanja u IEK da nadzornom inženjeru dostavi tehnološki elaborat koji mora da sadrži:

- dokaze o usaglašenosti svih osnovnih materijala i prefabrikovanih elemenata i
- opis tehnoloških postupaka izrade IEK.

##### 2.4.6.4.1 Cementni beton

Uslovi za kvalitet radova od cementnog betona za IEK detaljno su određeni u tački 2.5.1.5. Pored tih zahteva treba uzeti u obzir da zaštitni sloj cementnog betona iznad čelika za ojačanje u sigurnosnim ogradama mora da bude najmanje 4 cm.

Ako zahtevi za kvalitet cementnog betona za pojedine IEK nisu određeni u projektnoj dokumentaciji, onda mora da ih odredi nadzorni inženjer u skladu sa zahtevima za slične radove iz ovih tehničkih uslova.

##### 2.4.6.4.2 Bitumenizirana mešavina

Osnovni uslovi za kvalitet izrade ivičnjaka od bitumenizirane mešavine određeni su u tački 2.4.3.4. Dodatno treba uzeti u obzir i neka posebna svojstva koja su navedena u tabeli 2.4.6.1.

##### 2.4.6.4.3 Cementni malter

Uslovi za kvalitet cementnog maltera, navedeni u tabeli 2.4.5.4, važe u principu i za cementne maltere za ispunjavanje fuga kod svih IEK.

#### 2.4.6.5 Kontrola kvaliteta

##### 2.4.6.5.1 Unutrašnja kontrola

Obim unutrašnje kontrole pri ugrađivanju IEK određuje nadzorni inženjer na osnovu rezultata prethodnih tehnoloških ispitivanja.



Tabela 2.4.6.1: Zahtevana svojstva bitumenizirane mešavine za bitumenski beton za ivičnjake

Svojstva bitumenizirane mešavine	Jedinica mere	Zahtevana vrednost	Postupak ispitivanja
Ispitani uzorak po Maršalu: - stabilnost pri 60 °C, najmanje - tečenje pri 60 °C, najmanje - ukupni udeo šupljina - ispunjenost bitumenom šupljina u mešavini kamenih zrna	KN m <sup>3</sup> V, % %	2.4.6.6.1 Izvedene radove treba izmeriti u skladu sa tačkom 1.2.2.3 opštih tehničkih uslova (SRCS) i izračunati u odgovarajućoj jedinici mere. VFB <sub>86</sub> do VFB <sub>93</sub>	Merenje radova EN 12697-34 EN 12697-34 EN 12697-8 EN 12697-8
Jezgro: - udeo svih šupljina, najviše - zbijenost, najmanje	V, % %	V <sub>max6</sub> 96	blagovremeno ih dokumentovati u pisanoj formi EN 12697-8 SRCS, tč. 1.2.4

#### 2.4.6.6.2 Preuzimanje radova

Minimalna unutrašnja kontrola koju mora da obavi laboratorija izvođača obuhvata:

- za ivične trake u odgovarajućem obimu sva ispitivanja koja su navedena u tački 2.5.1.6.1,
- za ivičnjake i kamene kocke u rigolama u principu sva ispitivanja koja su navedena u tački 2.4.5.5.1, na 100 m<sup>1</sup>,
- za ivičnjake i rigole, koji se ugrađuju pomoću klizne oplata, sva odgovarajuća ispitivanja navedena u tački 2.5.1.6.1, na 100 m<sup>1</sup>,
- za ivičnjake i rigole od bitumenskog betona u principu sva ispitivanja koja su navedene u tački 2.4.3.5.1,
- za sigurnosne ograde sva odgovarajuća ispitivanja koja su navedena u tački 2.5.1.6.1, na 100 m<sup>1</sup>,

U dogovoru sa nadzornim inženjerom kvalitet ugrađenih IEK može da se odredi i na drugi način priznatim postupcima. U ovom slučaju nadzorni inženjer mora da navede i merila za kvalitet ugrađivanja i način i obim ispitivanja.

#### 2.4.6.5.2 Nezavisna kontrola

Obim ispitivanja nezavisne kontrole, koju izvodi ovlašćena institucija na zahtev naručioca, po pravilu je u odnosu 1 : 4 sa ispitivanjima unutrašnje kontrole. Mesto za uzimanje uzoraka i merna mesta za unutrašnju i nezavisnu kontrolu kvaliteta izrade IEK mora da odredi nadzorni inženjer statističkim slučajnim izborom (SRCS, tč. 1.4.1).

Institucija mora da pripremi pisani izvještaj o redovnom pregledu unutrašnje kontrole, uključujući i ocenu rezultata svih kontrolnih ispitivanja, i da ga dostavi nadzornom inženjeru.

Izgrađene IEK mora da preuzme nadzorni inženjer u skladu sa zahtevima za kvalitet u ovim tehničkim uslovima i u skladu sa tačkom 1.2.2.3 opštih tehničkih uslova (SRCS). Sve ustanovljene nedostatke u odnosu na ove zahteve izvođač mora da popravi pre nastavka radova. U protivnom biće mu obračunati odbici za neodgovarajući kvalitet izvedenih radova.

#### 2.4.6.7 Obračun radova

##### 2.4.6.7.1 Opšte

Izvedene radove treba obračunati u skladu sa tačkom 1.2.2.4 opštih tehničkih uslova (SRCS).

Količine određene u skladu sa tačkom 2.4.6.6.1 i preuzete u skladu sa tačkom 2.4.6.6.2 ovih tehničkih uslova treba obračunati po ugovorenim jediničnim cenama.

U ugovoreni jediničnu cenu uključene su sve usluge i troškovi neophodni za potpun završetak radova. Izvođač nema pravo da naknadno zahteva doplate.

Ako izvođač nije obezbedio kvalitet u okviru zahtevanih vrednosti, bez obzira što su mu obračunati odbici, za njega i dalje važe sve obaveze prema ugovoru.

##### 2.4.6.7.2 Odbici zbog neodgovarajućeg kvaliteta

#### 2.4.6.7.2.1 Kvalitet materijala

Zbog zahtevanog odgovarajućeg kvaliteta materijala za IEK pri obračuna nemu odbačaja.

Ako izvođač ugradi u IEK materijal koji ne odgovara zahtevima iz tačke 2.4.6.2 ovih tehničkih uslova, onda o obračunu odlučuje nadzorni inženjer, koji u celosti može da odbije izvedene radove.

#### 2.4.6.7.2.2 Kvalitet izrade

Za ocenu kvaliteta izrade i obračun odbačaja zbog neodgovarajućeg kvaliteta, navedene su potrebne osnove:

- za ivične trake, ivičnjake i sigurnosne ograde od cementnog betona u tabeli 2.4.4.2.5 i u tački 2.4.4.2.7.2.2
- za ivičnjake i kocke od stena u tabeli 2.4.5.1 i u tački 2.4.5.2,
- za ivičnjake od bitumenskog betona u tabeli 2.4.6.1 ovih tehničkih uslova.

Ako izvođač ne obezbedi zahtevani kvalitet izrade IEK u skladu sa tačkom 2.4.6.4, onda o načinu obračuna odlučuje nadzorni inženjer.

### 2.5.1 CEMENTNI BETON

#### 2.5.1.1. Uvodni deo

##### 2.5.1.1.1 Opšte

Posebni tehnički uslovi za radove sa cementnim betonom obuhvataju sve vrste cementnih betona koji se upotrebljavaju kod izgradnje objekata za premošćavanje te za proizvodnju poluproizvoda. U ove radove uključeni su i radovi sa cementnim betonom koji služe za posebne namene.

Cementni betoni ugrađuju se na način, dimenzijama i po kvalitetu koji je određen u projektnoj dokumentaciji i u skladu sa ovim tehničkim uslovima.

##### 2.5.1.1.2 Terminologija

U ovoj smernici upotrebljeni izrazi imaju sledeća značenja:

**Beton** (concrete, Beton) jeste materijal, koji se dobija mešanjem cementa, gruboga i finoga agregata i vode i mogućih hemijskih dodataka, koji tokom procesa hidratacije razvija svoje osobine.

**Sveži beton** (fresh concrete, Frischbeton) jeste potpuno izmešan beton u stanju koje omogućava ugrađivanje i kompaktiranje.

**Očvrslji beton** (hardened concrete, Festbeton) jeste beton, koji je dostigao određenu čvrstoću.

**Normalno težak beton** (standard concrete, Normbeton) jeste beton čija suva gustina dostiže od 2000 do 2600 kg/m<sup>3</sup>.

**Laki beton** (light-weight concrete, Leichtbeton) jeste beton čija suva gustina nije manja od 800 kg/m<sup>3</sup> i nije veća od 2100 kg/m<sup>3</sup> i proizvodi se u celini ili delimično od lakih agregata.

**Teški beton** (heavy weight concrete, Schwerbeton) jeste beton čija gustina nije manja od 2600 kg/m<sup>3</sup>.

**Beton visoke čvrstoće** (high performance concrete, Hochleistungsbeton) jeste beton čija čvrstoća na pritisak kod normalne gustine prelazi klasu C55/67.

**Automikser** (truck mixer, Mischfahrceug) jeste vozilo sa ugrađenim mikserom, koji omogućava transport betona u svežem i homogenom stanju.

**Šarža** (batch, Charge) jeste količina svežeg betona proizvedena u jednom radnom ciklusu mešalice.

**Hemijski dodatak** (admixture, Zusatzmittel) za beton jeste materijal koji se u tečnom ili suvom stanju dodaje betonu u malim količinama u odnosu na količinu cementa za poboljšanje određenih osobina svežeg ili stvrdnutog betona.

**Agregat** (aggregate, Zuschlagstoff) separirani zrnati materijal pogodan za izradu betona, koji može biti prirodni, veštački ili recikliran od već upotrebljenih građevinskih materijala.

**Cement** (cement, Zement) fino mleveni anorganski materijal, koji pomešan vodom sačinjava pastu koja uz reakciju hidratacije stvrdnjava a nakon stvrdnjavanja zadržava stabilnost.

**Vodocementna razmera** (water cement ratio, Waser-Zement wert) razmera efektivne količine vode mase cementa u betonskoj smesi.

**Karakteristična čvrstoća** (characteristic strength, charakteristische Festigkeit) čvrstoća betona ispod koje je moguće očekivati najviše 5% rezultata ispitivanja za određenu količinu betona.

**Izvođačka klasa** (execution class, Ausführungsklasse) je niz zahteva, koji propisuju nivo kvaliteta za izvođenje (pa i betoniranje) objekta u celini ili za pojedini sastavni deo.

**Izvođačka specifikacija** (execution specification, Ausführungsspezifikation) je dokumentacija, sastavljena iz svih planova, tehničkih podataka i zahteva, koja je potrebna za izvođenje određenog objekta, koju izvođaču obezbeđuje projektant konstrukcije. Sadrži specifikaciju za izgradnju (i betoniranje) objekta, koja dopunjuje i detaljnije određuje zahteve evropskog standarda za gradnju betonskih konstrukcija, a takođe se poziva i na državne propise, koje treba poštovati na mestu upotrebe (npr. za beton).

**Plan kvaliteta** (quality plan, Qualität planen) je dokument, koji propisuje koji postupci i pripadajuća sredstva moraju da budu upotrebljeni, ko i kada treba da ih upotrebi, da bi bili ispunjeni zahtevi za izgradnju (betoniranje) određenog objekta. Vodič o sadržaju plana kvaliteta sadrži SRPS ISO 9000.

#### 2.5.1.1.3 Korištene skraćenice

**SRCS**-srpske specifikacije za građenje puteva

**SRDM**-srpski priručnik za projektovanje puteva

#### 2.5.1.1.4 Referentni normativi

U pripremi priručnika upotrebljeni su sledeći standardi:

- SRPS EN 206-1 - Beton - Deo 1: Specifikacija, performanse, proizvodnja i usaglašenost
- SRPS EN 197-1 - Cement - Deo 1: Sastav, specifikacije i kriterijumi usaglašenosti za obične cemente
- SRPS EN 12620 - Agregati za beton
- SRPS EN 1008 Voda za pripremu betona
  - Specifikacije za uzimanje uzoraka, ispitivanje i ocenu pogodnosti vode za pripremu betona, uključujući vodu dobijenu iz procesa u industriji betona
- SRPS EN 934-2 - Dodaci betonu, malteru i injekcionoj masi - Deo 2: Dodaci betonu -

Definicije, zahtevi, usaglašenost, označavanje i obeležavanje

- SRPS EN 13055-1 - Laki agregati - Deo 1: Laki agregati za beton, malter i injekcione smese
- SRPS ENV 13670-1 - Izvođenje betonskih konstrukcija - Deo 1: Opšte

#### 2.5.1.1.5 Opis

Radovi sa cementnim betonom sadrže nabavku osnovnih materijala za proizvodnju mešavine cementnog betona (smesa kamenih zrna – frakcije agregata, cement, voda, hemijski i mineralni dodaci) te proizvodnju, transport i ugrađivanje sveže mase cementnog betona na mestima i na način koji je određen u projektnoj dokumentaciji. U ove radove uključena je i zaštita površine svežeg betona nakon ugrađivanja.

Radove treba izvoditi u vremenu bez padavina i pri temperaturi vazduha (bez vetra) od 5°C do 30°C. Ako se radovi izvode izvan navedenih okvira, onda pri proizvodnji treba obezbediti propisane temperature betona (zagrevanje, hlađenje), a nakon ugrađivanja primeniti odgovarajuće zaštite i negovanje.

Normalni cementni betoni (betoni za objekte na putevima) moraju se uskladiti sa zahtevima iz standarda SRPS EN 206-1.

Za posebne vrste cementnih betona npr:

- za puteve i druge saobraćajne površine,
- za drugi materijal (npr. vlakna) i osnovne materijale, koji nisu uključeni u standardu SRPS EN 206-1 (npr. polimeri),
- sa najvećim zrnom agregata 4 mm ili manjim (malteri),
- za posebne tehnologije (npr. mlazni ili prskani beton),
- za odlaganje tečnih ili gasovitih otpadaka,
- za bazene u kojima se čuvaju otpadni materijali koji ugrožavaju okolinu,
- za masivne konstrukcije (npr. pregrade),
- suve mešavine i drugo potrebno je u projektnoj dokumentaciji odrediti dodatne ili posebne zahteve.

U pogledu mesta pripremanja treba razlikovati:

- cementni beton pripremljen na gradilištu,
- transportni cementni beton pripremljen na betonskoj bazi i transportovan do gradilišta,
- cementni beton proizveden na betonskoj bazi za izradu raznih betonskih elemenata.

U pogledu vezivanja cementni beton može biti svež, u procesu stvrdnjavanja (mlad) i očvrslu beton.

U pogledu površine može biti obrađen kao vidni (uz pomoć oplata ili na drugi način obrađen) a može biti obrađen kao habajuću ili zaštitni cementni beton.

Odgovarajuća vrsta cementnog betona za određene uslove upotrebe mora se, po pravilu, odrediti u projektnoj dokumentaciji, kao i osigurati upotrebom odgovarajućih osnovnih materijala, postupcima proizvodnje i prethodnim ispitivanjima cementnog betona. Cementni beton za objekte mora biti usklađen sa SRPS EN 206-1.

U skladu sa SRPS EN 206-1 i na osnovu različitih karakteristika odnosno osobina, betoni su podeljeni u različite klase – razrede.

Sveži cementni beton u pogledu stepena konzistencije podeljen je u različite:

- stepene sleganja (S1 do S5),
- stepene gustine (C0 do C3) ili
- stepene razreda (F1 do F6),

pri čemu stepeni konzistencije nisu međusobno i neposredno zavisni i ne zavise od razreda koji je vezan za najveću frakciju agregata. U ovakvim slučajevima se za razvrstavanje uzima u obzir veličina najgrublje frakcije agregata u cementnom betonu, na osnovu koje je u skladu sa SRPS EN 12620 utvrđena veličina agregata.

Očvrslu cementni beton podeljen je u

- razrede čvrstoće (C 8/10 do C 100/115 za normalno teške i teške cementne betone odnosno LC 8/9 do LC 80/88 za lake cementne betone),

- razrede gustine cementnog betona (samo za lake cementne betone),
- stepene otpornosti na prodiranje vode (PV-I do PV-III),
- stepen otpornosti protiv karbonizacije (XC1 do XC4),
- stepen otpornosti protiv prodora hlorida, koji ne dolaze iz morske vode (XD1 do XD3),
- stepen otpornosti protiv hlorida iz morske vode (XS1 do XS3),
- stepen otpornosti na hemijsko delovanje (XA1 do XA3),
- stepene otpornosti na habanje (XB 1 do XB 3),
- stepen unutrašnje otpornosti cementnog betona na smrzavanje i topljenje (XF1, XF3),
- stepen otpornosti na smrzavanje i topljenje u prisustvu soli za otapanje (XF2, XF4).

Zahtevi za osobine svežeg i očvrslu cementnog betona objedinjeni su specifikaciji cementnog betona. Izdavač specifikacije (naručilac, projektant, izvođač i/ili proizvođač) mora kod pripreme specifikacije uzeti u obzir:

- upotrebu svežeg i očvrslu cementnog betona
- uslove negovanja
- dimenzije konstrukcije
- uticaje okoline (stepen izloženosti)
- zahteve u pogledu izgleda površine
- zahteve u vezi sa zaštitnim slojem
- ograničenje u pogledu upotrebe osnovnih materijala.

Radi različite izloženosti pojedinih konstruktivnih elemenata objekata na putevima potrebno je kod projektovanja i izvođenja uzeti u obzir dodatne zahteve u pogledu razreda i stepena izloženosti, za koje su primeri navedeni u tabeli 2.5.1.1.

Tabela 2.5.1.1: Primer definisanja klase cementnih betona i stepeni izloženosti

Konstruktivni elementi	Specifikacija cementnog betona
temelji »bele kade« ivični venci	C25/30, XC2, PV-I PV-II, XF3, C25/30, XF4, XD3, PV-II (preporučljivo v/c<0,5)
betonski kolovozi	C35/45, XF4, XB3, PV-II, XD3

Udeo hlorida u cementnom betonu, izražen u procentu hloridovih jona na masu cementa za navedenu namenu upotrebe cementnog betona ne sme prelaziti vrednosti navedene u tabeli 2.5.1.2.

Udeo hlorida u cementnom betonu treba odrediti računski u skladu sa SRPS EN 206-1.

### **2.5.1.2 Osnovni materijali**

Osnovni materijali za pripremu cementnog betona ne smeju sadržavati štetne primese u količinama koje mogu smanjiti trajnost cementnog betona ili prouzrokovati koroziju čelika za ojačanje. Svi osnovni materijali moraju imati osobine koje odgovaraju za upotrebu u cementom betonu.

Ako je osnovni materijal pripremljen u opštem smislu to ne znači da odgovara u svim uslovima i za svaki sastav cementnog betona.

U cementnom betonu koji je usklađen sa SRPS EN 206-1, mogu se upotrebiti samo oni osnovni materijali koji odgovaraju za propisanu upotrebu.

Tabela 2.5.1.2: Najveći dozvoljeni udeo

hlorida u cementnom betonu

Sastav cementnog betona	Stepen izloženosti	Razred udela hlorida	Najveći udeo Cl <sup>-</sup> na masu cementa*
sadrži čelik za ojačanje ili druge metale sa izuzetkom dizaličnih priprema otpornih na koroziju	-	Cl 1,00	1%
sadrži čelik za ojačanje ili druge ugrađene metale	XD1, XD2, XS1, XS2	Cl 0,20	0,20%
	XD3, XS3	Cl 0,40	0,40%
sadrži čelik za prednaprezanje	XD1, XD2, XS1, XS2	Cl 0,10	0,10%
	XD3, XS3	Cl 0,20	0,20%

Legenda:

Ako se upotrebljavaju mineralni dodaci tipa II i ako se uzimaju u obzir u količini cementa, onda se udeo hlorida izražava kao procenat mase hloridnih jona od ukupne mase cementa i mineralnih dodataka.

#### 2.5.1.2.1 Agregat (mešavine frakcija)

Agregat za mešavine cementnih betona može biti sastavljen iz prirodnih frakcija (šljunka ili peska) ili smese iz drobljenog kamenog šljunka i peska. Može se upotrebiti i reciklirani agregat.

Agregat za mešavine cementnih betona mora odgovarati zahtevima standarda SRPS EN 206-1, odredbama specifikacije cementnog betona i drugim posebnim zahtevima iz projektno dokumentacije. Prirodni i reciklirani prirodno teški agregati (zapreminska masa frakcija > 2000 kg/m<sup>3</sup>) moraju biti usklađeni sa odredbama standarda SRPS EN 12620, a laki agregati sa odredbama standarda SRPS EN 13055-1.

Kod izbora agregata, granulacija i ostalih kategorija (npr. pljosnati, otpornost na smrzavanje, otpornost na abraziju, udeo finih čestica) treba uzeti u obzir

- način izvođenja radova,
- krajnju upotrebu cementnog betona,
- zahteve u pogledu zaštitnog sloja cementnog betona,
- dimenzije konstrukcije,
- uslove okoline u kojima će konstrukcija biti izložena,
- sve zahteve za agregat, izložen na površini cementnog betona ili agregat za

mašinsku obradu površine cementnog betona.

Upotrebu recikliranog agregata treba prethodno dokazati.

Neseparirani agregat može se upotrebiti samo za betone do klase C12/15.

#### 2.5.1.2.2 Cement

Cement je hidrauličko vezivo, odnosno fino mleveni neorganski materijal, koji pomešan sa vodom čini pastu koja na osnovu reakcije i procesa hidratacije vezuje i stvrdnjava, a nakon stvrdnjavanja zadržava stabilnost.

Cement se sastoji iz različitih materijala. Od njihovog sastava zavise osobine cementa, a sa tim i osobine svežeg i očvrsllog cementnog betona.

Za cementne betone pripremljene u skladu sa SRPS EN 206-1 upotrebljava se cement čije su osobine propisane standardom SRPS EN 197-1. U posebnim slučajevima, za pripremu cementnih betona mogu se upotrebiti cementi koji nisu usklađeni sa SRPS EN 206-1 kao što sulfatootporni cement, kalcijum-aluminatni cement ili cement sa niskom toplotnom hidratacijom.

### 2.5.1.2.3 Voda

Kvalitet vode za pripremu cementnog betona može uticati na vreme vezivanja, razvoj čvrstoće na pritisak, postojanost i zaštitu čelika za ojačanje od korozije.

Kod ocenjivanja kvaliteta vode za pripremu cementnog betona treba uzeti u obzir namenu upotrebe proizvedenog cementnog betona. Uz uslove određene u standardu SRPS EN 1008, za pripremu cementnog betona može se upotrebiti

- pitka voda,
- voda obezbeđena iz procesa u industriji cementnog betona,
- podzemna voda,
- prirodna površinska voda i industrijska otpadna voda,
- u izuzetnim slučajevima morska ili manje slana voda.

Komunalna otpadna voda ni pod kojim uslovima ne odgovara za pripremu cementnog betona.

Za sve vode, osim pitke vode, treba ispitivanjem dokazati njenu upotrebljivost.

### 2.5.1.2.4 Hemijski dodaci

Hemijski dodaci su materijali koji se u toku mešanja cementnog betona dodaju u malim količinama u odnosu na masu cementa u cilju poboljšanja ili promene određenih osobina cementnog betona. Hemijski dodaci su:

- plastifikatori
- superplastifikatori
- dodaci za zadržavanje vode,
- aeranti,
- za ubrzanje vezivanja,
- za ubrzanje stvrdnjavanja,
- za usporavanje vezivanja,
- za povećanje gustine,
- za rad na niskim temperaturama.

Upotreba hemijskih i drugih dodataka mora se izvoditi u skladu sa odredbama SRPS EN 206-1.

Ukupna količina hemijskih dodataka ne sme prelaziti 50 g/kg cementa (ako proizvođač dodataka nije odredio drukčije).

Upotreba hemijskih dodataka u količini koja je manja od 2 g/kg cementa dozvoljava se samo uz prethodno ravnomerno mešanje sa vodom koja se upotrebljava za pripremu cementnog betona.

Ako količina tečnih dodataka prelazi 3 l/m<sup>3</sup>, onda treba dodatnu vodu uzeti u obzir kod određivanja vodocementnog faktora.

Uticaj hemijskih dodataka, njihova međusobna povezanost i povezanost sa upotrebljenim cementom mora se prethodno proveriti u okviru probnih ispitivanja.

Kod upotrebe hemijskih dodataka, obavezno treba uzeti u obzir uputstva proizvođača.

### 2.5.1.2.5 Mineralni dodaci

Mineralni dodatak je fino mleven i prosejan materijal koji se u cementnom betonu upotrebljava za poboljšanje određenih osobina svežeg ili očvrslog cementnog betona. Razlikuju se dve vrste neorganskih dodataka:

- inertni mineralni dodaci (tip I) i
- pucolanski ili latentno hidraulični mineralni dodaci (tip II).

Količine mineralnih dodataka tip I i II moraju se proveriti kroz probno ispitivanje.

Ako mineralni dodatak tip II važi kao odgovarajući, onda se njegova količina može uzeti kod proračuna udela cementa u vodocementnom faktoru. Kod ovakvih proračuna važi koncept k-vrednosti koji je opisan u SRPS EN 206-1, tačka 5.2.5.2.1. Upotrebljivost drugih postupaka treba dokazati prethodnim ispitivanjem.

### 2.5.1.2.6 Zaštitna sredstva

Za privremenu zaštitu površine svežih i stvrdnjavajućih cementnih betona od isušivanja i/ili oštećenja zbog padavina mogu se upotrebiti tečna hemijska zaštitna sredstva za ubrizgavanje koja na površini cementnog betona osiguravaju ravnomerni film.

Za trajniju zaštitu stvrdnjavajućih i očvrslih cementnih betona od vremenskih i hemijskih uticaja (karbonizacija, rđa na čeliku za ojačanje) mogu se upotrebiti tečna hemijska zaštitna sredstva

- kao dodaci kod pripreme cementnog betona (vodene emulzije silikona i akrilata),
- za premaz površine cementnog betona (epoksidne, akrilne i vinilne smole) i
- za površinsku i dubinsku penetraciju odnosno impregnaciju cementnog betona (npr. vodoodbojni materijali: silikoni, siloksani, silani, laneno ulje; razređene epoksidne i akrilne smole).

Dobar način zaštite očvrslog betona od vode i hemijskih uticaja jeste upotreba lanenog ulja, po potrebi razređenog sa 50% sredstava za topljenje ili se ulje zagreva, čime se povećava njegova sposobnost penetracije.

Kod upotrebe zaštitnih sredstava obavezno treba poštovati uputstva proizvođača.

#### 2.5.1.2.7 Polimeri

Za polimerni, polimerizovani (polimerima modifikovani) i polimerima impregnirani cementni beton i malter mogu se upotrebiti polimeri u obliku :

- dodataka za poboljšanje cementnog betona (polivinilacetatne, polivinilpropionatne, butadienstirenske i akrilatne vodene emulzije) i/ili
- lepila za cementni beton (epoksidne smole sa dodacima i aminskim sredstvom za stvrdnjavanje ili sa razređivačima i poliamidnim sredstvom za stvrdnjavanje).

#### 2.5.1.3 Kvalitet materijala

##### 2.5.1.3.1 Agregat

Za pripremu cementnih betona koji su u skladu sa SRPS EN 206-1, primenjuje se normalno težak agregat, u skladu sa odredbama standarda SRPS EN 12620, odnosno laki agregat u skladu sa SRPS EN 13055-1.

Izbor vrste agregata zavisi od namene i upotrebe cementnog betona, a zavisi od:

- načina izvođenja radova,
- konačne upotrebe cementnog betona,
- zahteva u pogledu zaštitnog sloja cementnog betona,
- dimenzija konstrukcije,
- uslova okoline kojima će konstrukcija biti izložena i
- izloženosti površina i eventualnoj mašinskoj obradi površine cementnog betona.

Agregat za cementni beton mora odgovarati granulometrijskom sastavu, frakcije moraju biti hemijsko inertne, oprane ili otprašene. Mora biti obezbeđena dobra sposobnost prijanjanja sa cementnim kamenom. Upotrebljivost pojedine vrste agregata za pripremu cementnog betona treba proveriti u okviru probnog ispitivanja cementnog betona. Osiguranje kvaliteta i potvrđivanje usklađenosti izvodi se u skladu sa sistemom 2+, što znači da proizvođač vrši kontrolu kvaliteta u skladu sa odredbama standarda, a od ovlašćene institucije za izdavanje sertifikata obezbeđuje sertifikat o kontroli proizvodnje. Proizvođač na osnovu sertifikata izdaje izjavu o usklađenosti proizvoda.

##### 2.5.1.3.1.1 Geometrijski, fizički i hemijski zahtevi

Agregat za cementni beton mora posedovati osobine navedene u tabeli 2.5.1.3.

Tabela 2.5.1.3: Zahtevane osobine agregata za cementni beton

Osobine kamenih frakcija	Zahtevana kategorija	Postupak za ispitivanje
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ upijanje vode kamenih frakcija</li> <li>○ otpornost kamenih frakcija na drobljenje po postupku Los Angeles</li> <li>○ otpornost kamena na delovanje mraza (postupak sa magnezijum sulfatom)</li> <li>○ sadržaj slabo oblikovanih kamenih frakcija</li> </ul>	<p>WA<sub>242</sub></p> <p>LA<sub>15</sub> do LA<sub>30</sub></p> <p>F<sub>1</sub> oz.</p> <p>MS<sub>18</sub></p> <p>SI<sub>15</sub></p>	<p>SRPS EN 1097-6</p> <p>SRPS EN 1097-2</p> <p>SRPS EN 1367-1</p> <p>SRPS EN 1367-2</p> <p>SRPS EN 933-4</p>

##### 2.5.1.3.1.2 Granulometrijski sastav

Izbor granulometrijskog sastava agregata za pripremu cementnih betona treba prilagoditi nameni upotrebe cementno-betonske mešavine i obezbediti dovoljnu obradljivost i zbijenost cementnog betona.

Kod izbora treba uzeti u obzir da najveće zrno u mešavini:

- ne sme biti veće od jedne četvrtine najmanje dimenzije preseka elementa iz cementnog betona (kod ploča ne sme biti veće od jedne trećine debljine ploče) i

- ne veće od 1,25 puta najmanjeg slobodnog vodoravnog razmaka između čeličnih palica – armature.

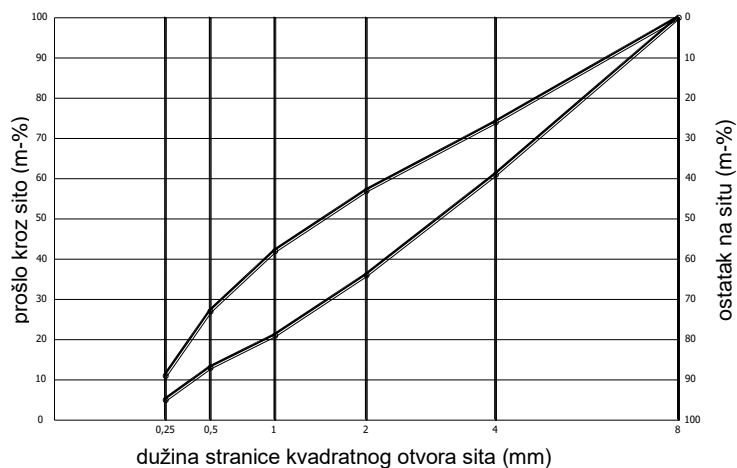
Upotrebljivost granulometrijskog sastava agregata potrebno je proveriti u okviru prethodnog ispitivanja cementno-betonske mešavine.

Preporučeno područje granulacije smese kamenih frakcija za mešavine cementnog betona navedeno je u tabeli 2.5.1.4 i na slikama 2.5.1.1 do 2.5.1.3.

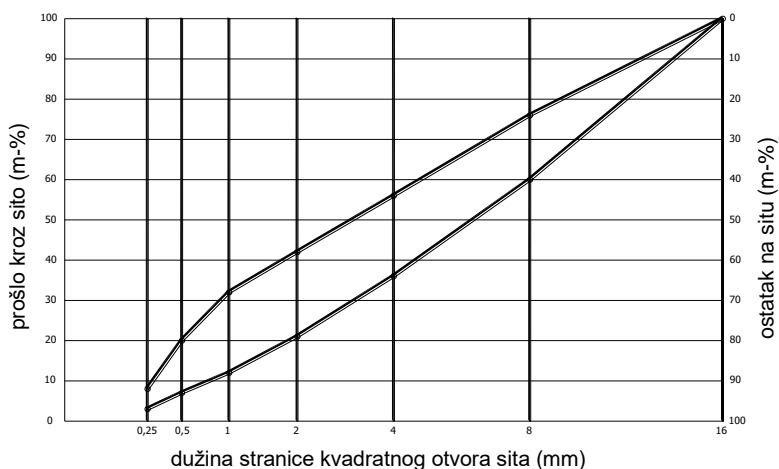


Tabela 2.5.1.4: Preporučene granične vrednosti za granulometrijski sastav agregata za cementne betone

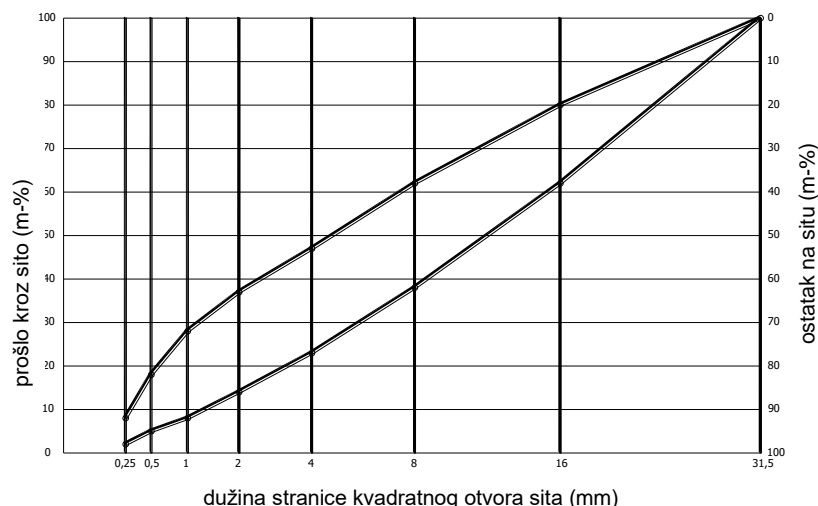
Smesa agregata	Granična krivulja	Veličina otvora sita [mm]							
		0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0	16,0	31,5
		prošlo kroz sito [m.-%]							
0/8 mm	gornja	11	27	42	57	74	100		
	donja	5	13	21	36	61	100		
0/16 mm	gornja	8	20	32	42	56	76	100	
	donja	3	7	12	21	36	60	100	
0/32 mm	gornja	8	18	28	37	47	62	80	100
	donja	2	5	8	14	23	38	62	100



Slika 2.5.1.1: Granične granulometrijske krivulje za agregat 0/8 mm



Slika 2.5.1.2: Granične granulometrijske krivulje za agregat 0/16 mm



Slika 2.5.1.3: Granične granulometrijske krivulje za agregat 0/32 mm

## 2.5.1.1.1

## 2.5.1.3.2 Cement

Kod izvođenja radova sa cementnim betonom za objekte na putevima treba upotrebljavati cement u skladu sa SRPS EN 197-1.

U pogledu sadržaja glavnih sastojaka, standard SRPS EN 197-1 razlikuje:

- Portland cementni klinker,
- granulisanu zguru iz visokih peći,
- mikrosiliku,
- prirodne i prirodno kalcinirane pucolane,
- silicijumske i kalcijumske elektrofiltarske pepele,
- sagorele škriljce,

- kreč i
- manje značajne sastojke (0-5%).

27 različitih vrsta cementa su raspoređeni u 5 glavnih vrsta:

- CEM I, portlandski cement
- CEM II, mešani portlandski cement
- CEM III, cement iz zgure
- CEM IV, pucolanski cement
- CEM V, mešani cement.

Pored toga, cementi su raspoređeni u 6 razreda u pogledu čvrstoće na pritisak (tabela 2.5.1.5).

Tabela 2.5.1.5: Razredi cementa prema SRPS EN 197-1 u pogledu čvrstoće na pritisak

Razred čvrstoće*	Čvrstoća na pritisak [MPa]				Tok vezivanja [min]	Zapreminska postojanost (ekspanzija) [mm]
	rana čvrstoća		standardna čvrstoća			
	2 dana	7 dana	28 dana			
32,5 N 32,5 R	- ≥ 10,0	≥ 16,0 -	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75	≤ 10
42,5 N 42,5 R	≥ 10,0 ≥ 20,0	- -	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60	
52,5 N 52,5 R	≥ 20,0 ≥ 30,0	- -	≥ 52,5	-	≥ 45	

\* *N* – ubičajena rana čvrstoća na pritisak, *R*-visoka rana čvrstoća na pritisak

Kod izbora cementa treba uzeti u obzir:

- način izvođenja radova
- konačnu potrošnju cementnog betona
- uslove negovanja
- dimenzije konstrukcija
- uslove okoline kojima će konstrukcija biti izložena
- potencijalnu reaktivnost agregata sa alkalijama iz osnovnih materijala.

Za obezbeđenje ravnomernog kvaliteta cementnog betona potrebno je osigurati ravnomerni kvalitet cementa.

Portland cement različitog kvaliteta i od različitih proizvođača ne sme se mešati ako odgovarajući kvalitet nije prethodno dokazan.

Za više slojeva cementnog betona u istom preseku po pravilu mora se upotrebiti cement istih osobina, koji je proizveden iz istih sirovina (ravnomernog kvaliteta).

Obezbeđenje kvaliteta i overavanje osobina cementa obavlja se prema sistemu 1+, što znači da kontrolu kvaliteta proizvoda u skladu sa odredbama standardna izvodi ovlašćen sertifikacioni organ, koji izdaje EC-certifikat o usklađenosti proizvoda. Proizvođač na osnovu sertifikata izdaje EC-izjavu o usklađenosti proizvoda.

#### 2.5.1.3.3 Voda

Zahtevane osobine vode za pripremu mešavine i za zaštitu cementnog betona kao i vrstu i učestalost ispitivanja definisane su u standardu SRPS EN 1008.

Pitka voda može se upotrebljavati bez dodatnog dokazivanja o njenoj ispravnosti za pripremu cementnog betona.

Morska voda se sme upotrebljavati samo kod pripreme cementnog betona za nearmirane konstrukcije, dok komunalna otpadna voda se ne upotrebljava za pripremu cementnog betona.

#### 2.5.1.3.4 Hemijski dodaci

Opšte važi da se za pripremu cementnog betona u skladu sa SRPS EN 206-1 upotrebljavaju hemijski dodaci koji su usklađeni sa SRPS EN 934-2.

Upotrebljeni hemijski i drugi dodaci moraju obezbediti zahtevana poboljšanja odgovarajućih osobina mešavine u

određenom stanju cementnog betona (sveži, u fazi stvrdnjavanja, mladi i stvrdnuti cementni beton). Sve navedeno treba proveriti kroz prethodna ispitivanja.

Obezbeđenje kvaliteta i potvrđivanje usklađenosti hemijskih dodataka obavlja se u skladu sa sistemom 2+.

#### 2.5.1.3.5 Mineralni dodaci

Za pripremu cementnog betona, a u skladu sa EN 206-1, upotrebljavaju se:

- mineralni dodaci tip I
- mineralna punila, usklađena sa SRPS EN 12620,
- pigmenti (SRPS EN 12878),
- mineralni dodaci tip II,
- elektrofiltarski pepeo (SRPS EN 450),
- mikrosilika (SRPS EN 13263).

Količine mineralnih dodataka tipa I i II treba proveriti kroz kontrolna ispitivanja cementnog betona.

Obezbeđenje kvaliteta i potvrđivanje usklađenosti mineralnih dodataka tipa I obavlja se u skladu sa sistemom 2+.

Obezbeđenje kvaliteta i potvrđivanje usklađenosti mineralnih dodataka tipa II obavlja se u skladu sa sistemom 1+.

#### 2.5.1.3.6 Zaštitna sredstva

Osobine tečnih hemijskih sredstava za zaštitu površine cementnog betona određene su u tehničkim uslovima i uputstvima proizvođača ovih sredstava.

Film hemijskog sredstva za privremenu zaštitu mora štiti površinu cementnog betona na odgovarajući način najmanje 7 do 14 dana, što zavisi od brzine procesa hidratacije cementa.

Zaštitna sredstva ne smeju štetno uticati na tok vezivanja cementa, odnosno na površinu i površinski sloj cementnog betona, što treba dokazati prethodnim ispitivanjima.

### 2.5.1.4 Izvođenje radova sa cementnim betonom

#### 2.5.1.4.1 Nalazište materijala

Izvođač mora blagovremeno pre početka radova dostaviti nadzornom organu spisak sa količinama predviđenih materijala. Za sve

ugrađene mešavine cementnog betona i sve materijale, koje namerava da upotrebi kod izrade mešavina cementnog betona (cement, voda, hemijski i drugi dodaci, zaštitna sredstva, lepila), izvođač mora, pre početka izvođenja radova, dostaviti nadzornom organu dokaze o upotrebljivosti istih na overavanje (izjava o usklađenosti, sertifikati).

#### 2.5.1.4.2 Deponovanje materijala

Ako izvođač privremeno deponuje frakcije kamenog agregata, onda se prostor za deponovanje mora označiti, pripremiti na odgovarajući način i po pravilu zaštititi od padavina.

Cement se mora uskladištiti u odgovarajućim silosima.

Ako se za proizvodnju cementnog betona ne upotrebljava voda iz vodovoda, onda istu treba čuvati u cisternama ili na način koji odobri nadzorni organ.

Hemijske i druge dodatke cementnom betonu treba uskladištiti prema uputstvu proizvođača.

Zaštitna sredstva za negu i održavanje svežeg odnosno mladog cementnog betona i polimera treba uskladištiti po uputstvu proizvođača.

Rezerve svih materijala na deponijama moraju biti tolike da obezbeđuju kontinuiranu proizvodnju odgovarajuće mešavine svežeg cementnog betona.

#### 2.5.1.4.3 Priprema podloge i oplata

Oplate za ugrađivanje svežeg cementnog betona moraju se izraditi prema zahtevima iz projektne dokumentacije u pogledu dimenzija i drugih predviđenih karakteristika.

Za podlogu cementnog betona može se upotrebiti nevezana smesa kamenih frakcija, ako je takav način predviđen projektnom dokumentacijom.

Ako podloga upija vodu, onda je treba

- prekriti sa odgovarajućim nepropusnim materijalom (PVC folija),
- poprskati bitumenskom emulzijom,
- namočiti vodom.

Način pripreme podloge treba predvideti projektnom dokumentacijom. Kvalitet pripreme mora da overi nadzorni organ.

Izvođač može početi sa ugrađivanjem cementnog betona tek nakon preuzimanja oplata ili podloge odnosno armature od strane nadzornog organa.

Izvođač je obavezan da sve vreme do početka ugrađivanja svežeg cementnog betona, održava oplatu ili podlogu i ugrađenu armaturu u stanju u kome je bila u vreme preuzimanja. Sva oštećenja mora blagovremeno i na odgovarajući način popraviti. Vidi i SRSC poglavlje 2.5.3.

#### 2.5.1.4.4 Geometrijske karakteristike i tolerancije

Nominalne vrednosti geometrijskih osobina betoniranih elemenata su date u tehničkoj dokumentaciji.

Geometrijske karakteristike konstrukcionih betonskih elemenata moraju da budu u skladu sa zahtevanim minimalnim nominalnim dimenzijama.

Geometrijske tolerancije za linearne nosače i stubove date su u SRPS ENV 13670-1. Vidi i SRSC poglavlje 2.5.11.3.

Za specifikaciju karakteristika površine ugrađenog betona treba pomenuti SRDM, poglavlje 9.12.8 gde su dati zahtevi

#### 2.5.1.4.5 Proizvodnja mešavine svežeg cementnog betona

Proizvodnja mešavine svežeg cementnog betona mora biti mašinska i obavljena u odgovarajućoj bazi za pripremu mešavine sa šaržnim načinom rada.

Ocenjivanje, nadziranje i sertifikovanje kontrole proizvodnje izvodi se u obimu i u učestalosti koja je određena u standardu SRPS EN 206-1.

Sastav mešavine cementnog betona mora se prilagoditi načinu prevoza i ugrađivanja.

Vreme mešanja i drugi uticaji na kvalitet moraju se podesiti tako da je osigurana homogena mešavina cementnog betona.

U koliko se radovi izvode pri niskim temperaturama, na bazi za proizvodnju cementnog betona mora se obezbediti mogućnost zagrevavanja frakcija agregata ili/i vode do određene temperature.

Proizvedena mešavina svežeg cementnog betona može se na kraće vreme uskladištiti u odgovarajuće silose na betonskoj bazi ili se odmah odvozi na mesto ugrađivanja. U toku

ovog procesa mora se sprečiti pojava sušenja, otvrdnjavanja, naknadno dodavanje prekomerne vode ili prekomerno zagrijavanje ili hlađenje mešavine svežeg cementnog betona.

#### 2.5.1.4.6 *Proizvodnja prefabrikovanih elemenata*

Baza za proizvodnju prefabrikovanih elemenata iz cementnog betona mora se opremiti sa odgovarajućim mašinama i uređajima za ugrađivanje svežeg cementnog betona kao i odgovarajućim prostorom za odležavanje prefabrikovanih elemenata. Ovaj prostor treba da je zaštićen od vremenskih uticaja (padavine, mraz, sunce).

Prefabrikovane elemente treba označiti (datum izrade, oznaka po projektnoj dokumentaciji, težina i položaj za ugrađivanje). Transport i ugrađivanje može se obaviti tek kada cementni beton postigne odgovarajuću čvrstoću. Eventualna oštećenja ne smeju uticati na nosivost, postojanost, izgled i upotrebljivost.

#### 2.5.1.4.7 *Transport mešavine svežeg cementnog betona*

U pripremljenu oplatu ili na podlogu koja ne sme biti smrznuta, može početi ugrađivanje mešavine odgovarajućeg svežeg cementnog betona, tek kada to odobri nadzorni organ.

Za prevoz treba upotrebiti odgovarajuća vozila, miksera ili agitatore. U toku prevoza mešavina svežeg cementnog betona mora ostati homogena, odnosno ne smeju se promeniti njene osnovne osobine.

Broj vozila za prevoz mešavine svežeg cementnog betona na gradilište mora se prilagoditi uslovima ravnomernog ugrađivanja i kapacitetima opreme za proizvodnju, transportnoj udaljenosti i kapacitetu samog ugrađivanja.

#### 2.5.1.4.8 *Ugrađivanje mešavine svežeg cementnog betona*

##### 2.5.1.4.8.1 Opšte

Cementni beton treba ugraditi što pre nakon spravljanja, kako se ne bi smanjila mogućnost njegove ugradivosti odnosno pre početka vezivanja cementa (ne više od 1,5 časa). U slučaju potrebe može se korigovati konzistencija, ali se pri korekciji moraju uzeti u obzir odredbe standarda SRPS EN 206-1 i uputstva proizvođača dodataka.

Visina slobodnog pada svežeg cementnog betona kod ugrađivanja ne sme biti veća od 1,5 m, ako nisu obezbeđene potrebne mere za sprečavanje segregacije.

Visina ugrađenih slojeva mora da se prilagodi načinu i učinku sredstava za zgušnjavanje kao i kapacitetima baze za proizvodnju svežeg cementnog betona. Svaki sloj mora da se ugradi na prethodni u vremenu u kome je obezbeđena dobra sposobnost prijanjanja oba sloja sa vibriranjem (rekompaktiranje) koje se obavezno mora izvoditi po čitavoj debljini oba sloja.

Sveži cementni beton zbija se mehaničkim vibratorima (pervibratori, planvibrator i oplatni vibratori), i to posebno pažljivo uz armaturne palice i uz oplatu. Način i uslove upotrebe sredstava za zbijanje cementnog betona mora da odobri nadzorni organ.

Temperatura svežeg cementnog betona u toku ugrađivanja mora biti najmanje 7°C (u izuzecima 3°C), a najviše 25°C (u izuzecima 30°C). Temperatura oplata, odnosno podloge za cementni beton mora da bude između 3°C i 40°C. Ako je temperatura vazduha niža od 5°C ili viša od 30°C, treba da se obezbedi stvrdnjavanje cementnog betona u odgovarajućim uslovima, koje mora odobriti nadzorni organ.

##### 2.5.1.4.8.2 Radni spojevi

Ako se sloj ugrađenog cementnog betona ne može obrađivati sa ponovnim vibriranjem, onda na tom mestu treba predvideti radni spoj. Način obrade ovakvih spojeva treba predvideti projektnom dokumentacijom. U projektnoj dokumentaciji moraju da se odrede, a u projektu ugrađivanja cementnog betona uzmu u obzir radni spojevi i način njihove obrade, na mestima gde se sveži beton dograđuje na već stvrdnuti. Broj radnih spojeva treba da bude što manji.

Kod prednapregnutih konstruktivnih elemenata radni spojevi cementnog betona ne smeju biti paralelni sa čeličnim žicama ili palicama.

Površinu cementnog betona, na području radnih spojeva, treba prethodno obraditi po odgovarajućem postupku (sa ispiranjem, izduvavanjem, peskiranjem, površinskim usporivačem vezivanja,...) tako da se dostigne struktura čvrstog betona.

Način obrade radnog spoja, uključujući upotrebu dodataka za usporavanje vezivanja cementnog betona i premaza za spajanje ili

maltera na osnovi polimernih dodataka ili lepila, izradu rebara, zubova, ugrađivanje čeličnih palica za povećanje nosivosti radnog spoja, mora da odobri projektant i nadzorni organ.

#### 2.5.1.4.8.3 Vidne površine cementnog betona

U projektnoj dokumentaciji mora se odrediti obim i način obrade vidnih površina cementnog betona.

Izvođač mora blagovremeno pre ugrađivanja cementnog betona da dostavi nadzornom organu uzorak vidne površine cementnog betona (struktura, vizuelni izgled, geometrija).

Boja i struktura odnosno izgled vidne površine cementnog betona mora biti ravnomeran. Sve popravke, koje mogu biti samo u manjem obimu, mora da odobri nadzorni organ.

Vidne površine cementnog betona mogu se urediti i sa naknadnom obradom površina oplata.

#### 2.5.1.4.8.4 Zaštita i nega cementnog betona

##### Opšte

Da bi cementni beton dostigao očekivane potencijalne osobine, posebno u zaštitnom sloju iznad armature, treba ga štititi i na odgovarajući način negovati. Postupke zaštite i negovanje treba otpočeti odmah nakon ugrađivanja i zgušnjavanja, odnosno površinske obrade.

Ugrađeni cementni beton treba zaštititi:

- u fazi vezivanja i stvrdnjavanja od isušivanja, hlađenja, oštećenja usled padavina, vibracija i mehaničkih oštećenja,
- u očvrslom stanju od uticaja hemikalija i mehaničkih oštećenja.

Pomoću zaštite cementnog betona treba sprečiti:

- prebrzo sušenje površine cementnog betona usled:
  - male vlažnosti vazduha,
  - visoke temperature vazduha,
  - visoke temperature cementnog betona,
  - velike brzine vetra i
  - direktnog izlaganja suncu;
- ispiranje zbog kiše i tekuće vode
- prebrzo hlađenje prvih dana nakon ugrađivanja,
- velike razlike između spoljne i temperature ugrađenog betona,

- neugodne posledice niskih temperatura na stvrdnjavanje i smrzavanje,
- štetne uticaje vibracija i udaraca usled kojih u mladom cementnom betonu mogu nastati pukotine ili oslabiti sposobnost prijanjanja betona i armature.

Negovanjem cementnog betona u kapilarima obezbeđuje se dovoljna količina vode odnosno vlage za što bolju hidrataciju cementa, čime se postižu očekivane osobine očvrsllog betona.

Prekomerno isušivanje ugrađenog cementnog betona može se sprečiti odgovarajućom mokrom negom i/ili hemijskim zaštitnim sredstvima. Odgovarajuću zaštitu cementnog betona treba obezbediti odmah po završenom vibriranju i održavati najmanje 7 dana odnosno toliko dugo da cementni beton dostigne 60% vrednosti predviđene čvrstoće na pritisak. Kod upotrebe hemijskih zaštitnih sredstava za zaštitu cementnog betona od isušivanja, treba uzeti u obzir tehničke uslove proizvođača. Uslove za trajnu zaštitu svežeg odnosno stvrdnjavajućeg cementnog betona predlaže izvođač u skladu sa ovim tehničkim uslovima, a iste potvrđuje nadzorni organ.

Prekomerno zagrevanje, brzo hlađenje i oštećenja većih površina ugrađenog svežeg betona i stvrdnjavajućeg cementnog betona usled padavina može da se spreči pokrivanjem površine sa tkaninom, plastičnom folijom ili drugim odgovarajućim materijalom. Takvu zaštitu treba održavati sve dok cementni beton nije dostigao 60% vrednosti zahtevane čvrstoće na pritisak.

Budući da poroznost površine očvrsllog cementnog betona ograničava njegovu trajnost, površinu betona treba zaštititi na odgovarajući način. To se postiže postupcima koji sprečavaju prodiranje vode u cementni beton. U projektnoj dokumentaciji predviđenu zaštitu ili predlog izvođača za zaštitu cementnog betona treba da odobri nadzorni organ.

##### Način negovanja

Postupak negovanja treba odrediti pre početka radova na gradilištu. Načini negovanja koji se mogu samostalno primeniti ili u međusobnim kombinacijama su:

- beton ostaje u oplati,
- pokrivanje sa plastičnom folijom,
- postavljanje mokrog pokrivača,
- prskanje vodom,
- potapanje u vodu,

- prskanje hemijskim sredstvima za negovanje koja stvaraju nepropustan zaštitni film.

U pogledu učinka pojedinih metoda važi pravilo da struktura betona postaje gušća kod mokrog negovanja, kada se cementni beton u toku stvrdnjavanja natapa vodom, u odnosu na metodu sa kojom se samo sprečava isparavanje vode iz cementnog betona. Po hladnom vremenu primena mokrog postupka nije dozvoljena. Prskanje toplih površina

hladnom vodom može prouzrokovati temperaturne napone i pojavu pukotina zbog čega voda treba da se pre upotrebe zagreje na odgovarajuću temperaturu.

Trajanje nege

Trajanje nege zavisi od klimatskih uslova i od postignute čvrstoće na pritisak na kraju nege koja se izražava kao odnos srednje čvrstoće na kraju negovanja i srednje vrednosti čvrstoće posle 28 dana (tabela 2.5.1.6).

Tabela 2.5.1.6: Uslovi okruženja i trajanje nege u zavisnosti od čvrstoće na pritisak cementnog betona na kraju negovanja

Klimatski uslovi		Prosečna vlažnost [%]	Zahtevani udeo čvrstoće
V	vlažno	> 80	0,1
Z	prilično	od 65 do 80	0,4
S	suvo	od 45 do 65	0,5
ZS	jako suvo	< 45	0,6

Merilo trajanja nege može da bude:

- minimalno vreme u odnosu na klimatske uslove i dinamiku stvrdnjavanja betona (tabela 2.5.1.7),

- zrelost cementnog betona, tj. dostignuti stepen hidratacije, koji se izražava zbirom produkata izmerenih temperatura i pripadajućeg vremena trajanja svake temperature.

Tabela 2.5.1.7: Trajanje nege u danima

Uslovi okruženja u toku negovanja	Relativna vlažnost vazduha [%]	Temperatura cementnog betona [°C]								
		5	10	15	5	10	15	5	10	15
		minimalno trajanje nege [dana]								
- nema direktnog uticaja sunca	> 80	2	2	1	3	3	2	3	3	2
- srednji uticaji sunca, srednja brzina vetra	> 50	4	3	2	6	4	3	8	5	4
- jaki uticaji sunca, velika brzina vetra	< 50	4	3	2	8	6	4	10	8	5
		brzo			prilično			lagano		
prirast čvrstoće cementnog betona										

#### 2.5.1.4.8.5 Betoniranje u hladnom vremenu

Opšte

Ovo poglavlje određuje uslove hladnog vremena, pri kome se zbog niskih temperatura usporava dinamika hidratacije cementa te određuju dodatne mere koje

treba preduzeti kod betoniranja radi zaštite mladog betona od smrzavanja i radi obezbeđenja uslova koji omogućavaju normalan razvoj predviđenih osobina očvrslog cementnog betona.

Hladno vreme je ono kada se temperatura vazduha bilo kada u toku dana spusti ispod 0°C i kada se srednja dnevna temperatura za više od tri uzastopna dana spusti ispod +5°C. Srednja dnevna temperatura je prosek najviše i najniže izmerene temperature od ponoći do ponoći. Vremenski period hladnog vremena prestaje kada se temperatura vazduha za tri uzastopna dana popne iznad 10°C i traje najmanje pola dana.

Prelazni period je vreme u kome nisu ispunjeni svi uslovi za hladno vreme, ali se u toku noći temperature mogu spustiti ispod 0°C.

Vreme zaštite predstavlja zahtevano vreme u kome treba održavati propisanu temperaturu ugrađivanja cementnog betona.

Kod betoniranja su određene sledeće aktivnosti: mešanje, transport, ugrađivanje, zaštita i negovanje cementnog betona.

Priprema pre betoniranja

Izvođač mora da blagovremeno dostavi nadzornom organu na odobrenje detaljan program postupaka koje namerava da izvodi kod betoniranja pri hladnom vremenu.

Na gradilištu se pre betoniranja moraju pripremiti svi materijali i/ili oprema za zaštitu cementnog betona, kao i oprema za redovno merenje temperature.

Na mestu ugrađivanja treba sa svih površina, na kojima je predviđeno ugrađivanje cementnog betona, uključujući i čelik za ojačanje, očistiti sneg i led. Betoniranje na smrznut ili usled mraza oštećen element nije dozvoljeno.

Temeljna tla treba otopiti do dubine koju mora da odredi geomehaničar. Temperatura temeljnog tla na koje se ugrađuje cementni beton, ne sme da bude niža od 3°C.

Temperatura cementnog betona, u kome se injektiraju kablovi za prednaprezanje, ne sme da bude manja od 5°C.

Betoniranje treba izvoditi u vreme najviših dnevnih temperatura.

Temperatura cementnog betona

*Temperatura pri ugrađivanju*

Najniža dozvoljena temperatura cementnog betona pri ugrađivanju i u vreme zaštite zavisi od najmanje dimenzije preseka, što je navedeno u tabeli 5.13. Temperature iz tabele ne smeju se prekoračiti za više od 10°C. Temperatura injekcione smese ne sme da bude manja od 5°C.

Kod masivnih cementnih betona temperatura u sredini preseka ne sme prekoračiti 60°C, dok razlika temperature na površini ne sme da bude veća od 20°C.

Temperaturu svežeg cementnog betona treba izmeriti kod svake dostavljene količine na gradilište i to u vreme pre ugrađivanja. Temperaturu stvrdnjavajućeg cementnog betona treba meriti najmanje jedanput dnevno na površini ili na spoju sa oplatom.

Tabela 2.5.1.8: Dozvoljene temperature cementnog betona u zavisnosti od dimenzija preseka

Najmanja dimenzija preseka	Najniža temperatura cementnog betona pri ugrađivanju	Najveći dozvoljeni pad temperature u 24 časa po odstranjivanju zaštite
- manja od 30 cm	11°C	20°C
- od 30 do 90 cm	9°C	17°C
- od 90 do 180 cm	7°C	12°C
- veća od 180 cm	5°C	10°C

Temperatura na kraju zaštite

da bude veći od vrednosti koje su navedene u tabeli 2.5.1.8.

Pad temperature stvrdnjavajućeg cementnog betona na kraju zaštite u 24 časa ne sme



## Čvrstoća cementnog betona

Pre izlaganja cementnog betona mrazu sa temperaturama ispod 5°C, njegova čvrstoća na pritisak mora da bude najmanje 5 MPa.

Tabela 2.5.1.9: Minimalna čvrstoća na pritisak cementnog betona u zavisnosti od srednje dnevne temperature

Očekivana srednja dnevna temperatura nakon završene zaštite	Procenat propisane karakteristične čvrstoće na pritisak
iznad 0°C	50
od 0°C do -5°C	65
od -5°C do -10°C	85
ispod -10°C	95

Čvrstoća cementnog betona pre skidanja vertikalne oplata mora da bude dovoljno velika da ne dođe do oštećenja površina.

Čvrstoću cementnog betona kod demontaže potpora i uz eventualnu upotrebu privremenih potpora, mora da odredi projektant. Ni u kom slučaju – u zavisnosti od očekivane temperature nakon odstranjivanja zaštite – čvrstoća cementnog betona ne sme biti manja od vrednosti iz tabele 2.5.1.9.

Čvrstoću treba određivati na najmanje tri uzorka koji su čuvani u istim uslovima zaštite kao i ugrađeni cementni beton.

## Betoniranje

*Priprema cementnog betona*

Frakcije agregata na deponiji u betonskoj bazi ne smeju da sadrže smrznute grudve ili led.

Početna temperatura cementnog betona nakon mešanja u betonjerci mora da bude veća od temperature pri ugrađivanju za predviđeno hlađenje u toku transporta. Ova razlika može najviše biti:

- 2°C, ako je spoljna temperatura veća od 1°C,
- 5°C, ako je spoljna temperatura od -1 do -10°C i
- 8°C, ako je spoljna temperatura od -10 do -15°C.

Temperatura svežeg cementnog betona ni u kom slučaju ne sme biti veća od 30°C, a izuzetak čine pareni cementni betoni.

Potrebnu početnu temperaturu treba postići zagrevanjem pojedinih materijala za

cementni beton, pri čemu se ne smeju prekoračiti sledeće vrednosti temperatura:

- vode 100°C
- agregata 65°C
- cementa 50°C.

Pre dodavanja cementa temperatura mešavine u mešalici sme da bude najviše 40°C.

U mešalici ne smeju da bude grudve smrznutog agregata, leda ili snega. Pesak ne sme da se zagrejava parom.

Za ubrzavanje hidratacije preporučuje se upotreba brzovezujućeg cementa, povećane količine cementa i/ili manja vrednost v/c ili upotreba hemijskih dodataka. Kod cementnih betona za prednapregnute konstrukcije nije dozvoljena upotreba hemijskih sredstava za ubrzavanje koja sadrže hloride.

*Transport i ugrađivanje*

Transport i ugrađivanje cementnog betona mora da se izvodi bez zastoja, što se postiže dobrom organizacijom rada.

*Negovanje i toplotna zaštita*

Odgovarajućim postupkom negovanja potrebno je u stvrdnjavajućem cementnom betonu obezbediti dovoljnu količinu vode, a toplotnom zaštitom potrebnu toplinu, za normalni proces hidratacije.

Mere za sprečavanje isušivanja cementnog betona treba preduzimati, odnosno nastavljati, ako je na zatvorenom ili slobodnom prostoru nakon uklanjanja zaštite:

- cementni beton topliji od 15°C, temperatura vazduha iznosi 10°C ili više,

- temperatura vazduha viša od 10°C, vlažnost manja od 40%.

Isušivanje cementnog betona treba obavezno sprečiti i u slučaju kada se pokriveni element ili zatvoreni prostor suvo zagrejava grejačima na naftu ili gas i pri jakom vetru uz istovremeno visoku temperaturu cementnog betona.

Za zaštitu od isušivanja i za negovanje može da se upotrebi para, vodom zasićeni prekrivač, nepropusna folija, hemijska sredstva ili voda. Negovanje sa vodom je najslabije, posebno ako postoji opasnost da se zasićeni cementni beton nakon uklanjanja toplotne zaštite može smrznuti. Negovanje sa parom ili vodom treba završiti najmanje 24 časova pre završetka zaštite, čime se cementnom betonu omogućava sušenje pre izlaganja niskim temperaturama.

Za toplotnu zaštitu ugrađenog cementnog betona pogodni su sledeći načini:

- prekrivanje slobodnih površina sa izolacionim materijalima, npr. pločama ekspanziranog polistirena, poliuretanskom penom, mineralnom vunom, celuloznim vlaknima, slamom ili tekstilom,
- prekrivanje celog elementa ili betoniranje u zatvorenom prostoru,
- toplotno izolovane oplate,
- vodena para.

Zaštita mladog cementnog betona u prelaznom periodu potrebna je najmanje 24 časova nakon betoniranja.

U hladnom vremenu cementni beton treba štiti i negovati:

- najmanje 3 dana, ako se od elementa ne zahteva određena čvrstoća, pri čemu treba uzeti u obzir minimalne temperature i dozvoljeno smanjenje temperature, što je navedeno u tabeli 5.13, ili
- sve dok nije postignuta za konstrukciju sigurna čvrstoća.

#### 2.5.1.4.9 Kvalitet izvođenja

Blagovremeno pre početka radova izvođač mora da dostavi nadzornom organu projekat cementnog betona sa svim traženim podacima prema ovim tehničkim uslovima.

##### 2.5.1.4.9.1 Izvođačke klase

Nadzor i kontrola radova moraju da obezbede da betoniranje protekne tačno u skladu sa izvođačkom specifikacijom za beton.

U vezi sa tim kontrola znači proveravanje usklađenosti osobina ugrađenih betona, koji će biti upotrebljeni, kao i kontrolu izvođenja radova.

Zahtevi za upravljanjem kvalitetom su propisani jednom od sledeće tri klase tako da zahtevana strogost raste od 1. do 3. klase:

- 1. izvođačka klasa;
- 2. izvođačka klasa;
- 3. izvođačka klasa.

Izvođačka klasa može da se odnosi na konstrukciju u celosti, na sastavne delove konstrukcije ili na određene betone odnosno tehnologije, upotrebljene kod izvođenja radova.

Izvođačka klasa, koju treba upotrebiti mora da bude određena u izvođačkoj specifikaciji. Videti još tabelu 2.5.1.14.

##### 2.5.1.4.9.2 Prethodna, dokazna receptura

U skladu sa odredbama standarda SRPS EN 206-1, izvođač mora pre upotrebe novog cementnog betona sa probnim ispitivanjem odrediti recepturu koja ispunjava propisane zahteve za sveži i očvršli cementni beton. Proizvođač može da dokaže mešavinu cementnog betona i na osnovu rezultata novijih ispitivanja ili dugoročnih iskustava.

Količina vazduha (mikropora) u cementnom betonu koji je izložen smrzavanju i uticaju soli (XF 4), koja je određena po postupku iz standarda SRPS EN 12350-7, mora da odgovara vrednostima iz tabele 2.5.1.10.

Tabela 2.5.1.10: Količina vazduha u cementnom betonu koji je izložen delovanju mraza i soli (XF4)

Najveća frakcija u smesi [mm]	Količina vazduha [V.-%]
16/32	4 do 6
8/16	5 do 7
4/8	7 do 10

Količina zraka (mikropora) u cementnom betonu može nadomestiti odgovarajuću zapreminu zrna manjih od 0,25 mm.

Osim izjave o recepturi cementno-betonske mešavine, izvođač mora da dostavi i odgovarajuće dokaze o izvoru i kvalitetu svih materijala koje će upotrebljavati u pripremi probne recepture.

Na osnovu probne recepture izvođač mora da dokaže da predviđeni sastav kamenih frakcija, cementa, vode, hemijskih i drugih dodataka može obezbediti zahtevani kvalitet cementnog betona u skladu sa ovim tehničkim uslovima.

Izvođač ne može da počne sa proizvodnjom i ugrađivanjem cementnog betona pre dobijanja saglasnosti nadzornog organa.

#### 2.5.1.4.9.3 Zahtevane osobine

Osobine ugrađenog cementnog betona moraju odgovarati odredbama projektne dokumentacije, standardu SRPS EN 206-1 i nacionalnom dodatku.

Za ocenu marke cementnog betona treba upotrebiti sledeće kriterijume:

- ako je na raspolaganju broj ispitivanja čvrstoće  $n \leq 6$  iz 2-4, ili 5-6 uzastopno uzetih uzoraka:

$$f_{cm} \geq f_{ck} + k_1 \quad (1)$$

$$f_{cmin} \geq f_{ck} - 4 \quad (2)$$

gde je:

- $k_1 = 3 \text{ MN/m}^2$  - kod 2-4 uzeta uzorka
- $k_1 = 2 \text{ MN/m}^2$  - kod 5-6 uzetih uzoraka
- $f_{cm}$  - aritmetička sredina u  $\text{MN/m}^2$
- $f_{ck}$  - karakteristična čvrstoća u  $\text{MN/m}^2$
- $f_{cmin}$  - najmanja vrednost uzastopnih rezultata ispitivanja u  $\text{MN/m}^2$

- ako je broj rezultata ispitanih uzoraka  $6 < n < 30$ , a standardno odstupanje  $\sigma$  je poznato na osnovu većeg broja rezultata prethodnih ispitivanja ( $n \geq 35$ ), i  $\sigma$  ne sme da bude manja od 4  $\text{MN/m}^2$  onda se ocena može dati po postupku:

$$f_{cm} \geq f_{ck} + (1,65 - 2,58/n^{1/2}) \sigma \quad (3)$$

$$f_{cmin} \geq f_{ck} - 4 \quad (4)$$

gde je:

- $\sigma$  standardna devijacija u  $\text{MN/m}^2$

Standardna devijacija dobijena je od najmanje 35 uzastopnih rezultata ispitivanja izvedenih u tri meseca pre početka proizvodnje. Ova vrednost uzima se kao ocenjena vrednost za sve rezultate ispitivanja:

$$\sigma = ((\sum f_{cm} - f_{ci})^2 / (n-1))^{1/2} \quad (5)$$

gde je:

- $f_{ci}$  - pojedinačna vrednost ispitivanja  $\text{MN/m}^2$

$f_{cm}$  - aritmetička sredina  $n$  uzoraka  $MN/m^2$

$n$  - broj uzoraka

Ako je broj rezultata ispitivanja  $n \geq 35$  i standardna devijacija ocenjena na osnovu prethodno dobijenih rezultata, onda je moguće izraditi ocenu na osnovu jednačina (3) i (4) pod uslovom da  $\sigma$  iznosi:

- za objekte raspona više od 10 m:  $\sigma \geq 5 MN/m^2$
- za objekte sa rasponom manje od 10 m:  $\sigma \leq 3 MN/m^2$

Ukoliko je izračunata  $\sigma$  manja od navedenih vrednosti treba uzeti najmanju moguću  $\sigma$  sa uvažavanjem klasifikacije objekata i broja rezultata ispitivanja.

Hemijski dodaci cementnom betonu mogu da promene osobine samo u granicama koje su određene u projektnoj dokumentaciji ili odgovarajućim tehničkim propisima.

Ako u projektnoj dokumentaciji nije drukčije određeno, onda vrednost vodocementnog faktora mešavine cementnog betona ojačanog sa armaturom može biti najviše 0,70.

Konzistencija svežeg cementnog betona nije određena, ali mora biti tolika da se sa raspoloživim transportnim sredstvima i sredstvima za ugrađivanje mogu postići zahtevane osobine ugrađenog svežeg ili očvrsllog cementnog betona.

#### 2.5.1.4.9.4 Probna proizvodnja i ugrađivanje

Izvođač mora da proveri i dokaže recepturu mešavine cementnog betona u proizvodnji na odgovarajućoj proizvodnoj bazi, prevoz na gradilište i ugrađivanje tek kada mu to odobri nadzorni organ.

Mesto probnog ugrađivanja odobrava nadzorni organ na ugovorenom objektu, tek nakon provere pripremljene oplata odnosno podloge i postavljanja čelika za ojačanje.

Kod probne proizvodnje i ugrađivanja treba na osnovu ispitivanja koja izvodi unutrašnja kontrola izvođača:

- ustanoviti pravilnost deponija i proizvodnog pogona za mešavine svežeg cementnog betona, pravilnost izabranog načina prevoza i opreme za ugrađivanje, a sve u smislu zahteva iz ovih tehničkih uslova;
- na mestu ugrađivanja uzeti uzorak mešavine za ispitivanje karakteristika svežeg i očvrsllog cementnog betona;
- ustanoviti pravilnost obrade vidne površine cementnog betona,
- ustanoviti izvođenje spojeva,
- odrediti zaštitu površine cementnog betona,
- ustanoviti ravnost i visinu cementnog betona.

Ako je izvođač u proteklom periodu u sličnim uslovima i sredstvima za spravljanje cementnog betona već ugrađivao cementni beton, onda se rezultati mogu priložiti kao rezultati probne proizvodnje i ugrađivanja. O svemu ovome odlučuje nadzorni organ.

#### 2.5.1.4.9.5 Redovna proizvodnja i ugrađivanje

Nadzorni organ može da odobri izvođaču izvođenje radova na osnovu rezultata prethodnih ispitivanja. Saglasnost za izvođenje uključuje i uslove za karakteristike mešavine cementnog betona i uslove za izvođenje unutrašnje kontrole kvaliteta koji su predviđeni ovim tehničkim uslovima.

Saglasnost za ugrađivanje mešavine svežeg cementnog betona mora da sadrži i potrebne zahteve za eventualnu dodatnu pripremu površine, oplata ili podložnog sloja u smislu tačke 2.5.1.4.3 ovih tehničkih uslova.

Ako u toku proizvodnje ili ugrađivanja mešavina svežeg cementnog betona nastanu bilo kakve promene, izvođač mora u pisanom obliku dostaviti nadzornom organu predlog promena.

#### 2.5.1.4.9.6 Proveravanje kvaliteta na gradilištu

##### Kontrola betoniranja po izvođačkim klasama

Kontrola u 1. izvođačkoj klasi je kontrola, koju može da obavlja neposredni izvođač radova. To znači kontrola koja mora da se vrši nad svim obavljenim poslovima – samokontrola.

Za kontrolu u 2. izvođačkoj klasi neka se pored samokontrole vrši i unutrašnja sistematska i redovna kontrola određenim i ustaljenim postupcima u okviru preduzeća, koje izvodi radove – unutrašnja sistematska kontrola.

Za kontrolu u 3. izvođačkoj klasi se može pored samokontrole i unutrašnje sistematske kontrole, koju vrši sam graditelj, zahtevati šira kontrola, u skladu sa državnim propisima i/ili izvođačkom specifikacijom. Ovu širu kontrolu može da obavlja nezavisna firma – nezavisna kontrola.

Za konstrukcije u 3. izvođačkoj klasi unutrašnja sistematska kontrola treba da obuhvata sve betonske radove, koji su od značaja za nosivost i trajnost konstrukcije. Ovo obuhvata prethodnu kontrolu čišćenja pre betoniranja, betona, betoniranja i nege.

Ako je zahtevana šira (ili nezavisna) kontrola, njen obim treba da bude najmanje jednak obimu koji je opisan za unutrašnju sistematsku kontrolu u 2. izvođačkoj klasi.

Za konstrukcije u 2. izvođačkoj klasi unutrašnja sistematska kontrola treba da obuhvata kontrolu svih radova sa betonom kod značajnih konstruktivnih elemenata, kao što su stubovi i nosači. Kod drugih konstruktivnih elemenata treba da se vrše nasumične provere, u obimu, koji zavisi od značaja konstruktivnog elementa za nosivost i trajnost.

##### *Izvođačka specifikacija betona*

Pre početka građenja (betoniranja) bilo kog dela objekta, mora da postoji kompletna izvođačka specifikacija, koja se odnosi na taj deo objekta.

U Izvođačku specifikaciju treba da budu uključene sledeće stavke:

- poziv na SRPS ENV 13670-1 i nacionalnu dopunu, ako je izdata,
- poziv na druge merodavne nacionalne propise i standarde,
- specifikaciju za beton i betoniranje objekta (projekat betona), koji sadrži informacije i zahteve za betoniranje određenog objekta i izražuje se da bi se dopunili ili prilagodili zahtevi iz gore navedenih dokumenata,
- planove i druga tehnička dokumenta, potrebna za izvođenje radova.

Tabela 2.5.1.12 sadrži kontrolni spisak zahteva i informacija, koje će po potrebi biti uključeni u izvođačku specifikaciju, za fazu betoniranja.

Ako je važno, treba odrediti i postupke za:

- izmenu prethodno dogovorenih zahteva,
- podelu, arhiviranje i registraciju tehničkih dokumenata, koji su bili upotrebljeni kod betoniranja betonske konstrukcije.

##### *Plan kvaliteta*

Plan kvaliteta, koji se nalazi u izvođačkoj specifikaciji mora da bude dostupan na gradilištu. Plan kvaliteta može da se odnosi na sve radove, ili su jednom preglednom planu dodati odvojeni planovi za različite faze i radove, koje treba obaviti.

##### *Dokumentacija zapisnika o betoniranju*

Potrebno je napraviti zapisnike prema tabeli 2, za pojedinačnu izvođačku klasu kvaliteta.

#### 2.5.1.4.9.7 Unutrašnja kontrola kvaliteta

Izvođač radova mora da dostavi obim ispitivanja u sklopu unutrašnje kontrole kvaliteta kod ugrađivanja cementnog betona nadzornom organu na odobrenje u skladu sa odredbama iz ovih tehničkih uslova. Minimalni obim unutrašnje kontrole kvaliteta, koju mora da vrši izvođač ili ovlašćena institucija u njegovo ime, naveden je u tabeli 2.5.1.11.

U slučaju da nadzorni organ u toku ispitivanja kvaliteta unutrašnje kontrole ustanovi veća odstupanja rezultata od prethodnih tehnoloških ispitivanja, on može da poveća obim minimalnih unutrašnjih ispitivanja. U slučaju da se dobri rezultati ponavljaju, nadzorni organ može da smanji obim ispitivanja.

Kvalitet ugrađenog cementnog betona može se odrediti i na osnovu drugih priznatih metoda, ali samo uz sporazum sa nadzornim organom. U tom slučaju moraju se navesti merila za ocenu kvaliteta ugrađivanja kao i način i obim izvođenja ispitivanja. Ova merila mora da odobri nadzorni organ

#### 2.5.1.4.9.8 Spoljna kontrola kvaliteta

Obim ispitivanja u sklopu spoljne kontrole kvaliteta, koju za naručioca izvodi ovlašćena institucija po pravilu je u odnosu 1:4 prema obimu ispitivanju unutrašnje kontrole. Mesta uzimanja uzoraka mešavine cementnog betona i merna mesta za ispitivanje unutrašnje i spoljne kontrole kvaliteta moraju da se odrede po slučajnom izboru.

Tabela 2.5.1.11: Minimalni obim ispitivanja u sklopu unutrašnje kontrole ispitivanja kvaliteta kod ugrađivanja cementnog betona

Osobina cementnog betona	Učestalost ispitivanja	Primedba	Postupak za ispitivanje
- sveži cementni beton - gustina - temperatura svežeg cementnog betona - konzistencija	na 20 m <sup>3</sup>	kod svakog ispitivanja betona u slučaju dvoumljenja u pogledu kvaliteta svake mešavine	SRPS EN 12350-6 - SRPS EN 1235-2 do 5 SRPS EN 12350-7
- sadržaj mikropora unutrašnji otpor cementnog betona na smrzavanje i topljenje - sadržaj mikropora površinska otpornost cementnog betona na smrzavanje i topljenje	na 20 m <sup>3</sup> na 5 m <sup>3</sup>	svaka nabavljena količina	SRPS EN 12350-7
- očvršli cementni beton - čvrstoća na pritisak	na 100 m <sup>3</sup>	1x dnevno, najmanje 3 uzorka za svaku partiju betona odnosno po posebnoj odredbi za svaki segment, kampadu, deonicu ili konstruktivni element	SRPS EN 12390-3
- otpornost na prodiranje vode	na 500 m <sup>3</sup>	najmanje 3 ispitivanja za cementne betone ugrađene u objekte istog izvođača na određenoj deonici puta i nabavljene iz iste betonjerke	SRPS EN 12390-8
- unutrašnja otpornost na smrzavanje i topljenje - površinska otpornost na	na 2000 m <sup>3</sup> na 1000 m <sup>3</sup>	najmanje 3 ispitivanja za cementne betone ugrađene u	SRPS CEN/TR 15177 SRPS CEN/TS 12390-9

smrzavanje i topljenje		objekte istog izvođača na određenoj deonici puta i nabavljene iz iste betonjerke	
- linearne deformacije (90 dana)	jedanput	cementni betoni za prednapregnute rasponske konstrukcije i zidove dužine iznad 100 m	-
- tečenje	na		-
- statički modul elastičnosti	objekat		-

Tabela 2.5.1.12: Kontrolni spisak informacija u izvođačkoj specifikaciji za betoniranje

Poglavlje	Tekst
1 Obim i područje upotrebe	Navesti sve posebne zahteve, koji su od značaja za pojedinu konstrukciju
	Navesti sve dodatne zahteve za laki beton, druge materijale ili posebne tehnologije ako je to potrebno,
	Navesti sve zahteve za betonske elemente koji se upotrebljavaju kao oprema u gradnji
2 Veza sa drugim standardima	Dodati sve merodavne nacionalne standarde ili propise, koji važe na gradilištu
3 Definicije	Odrediti referentnu liniju za zakoličavanje elemenata ili konstrukcije koja se betonira
4 Rukovođenje izvođenjem radova	U izvođačkoj specifikaciji treba detaljno obraditi sve potrebne tehničke informacije
	Navesti zahteve vezane za osposobljenost osoblja
	Nacionalni propisi, koje treba poštovati
	Uključiti postupak za promenu izvođačke specifikacije
	Zahtevi o podeli dokumenata
	Navesti, da li se traži plan kvaliteta
	Navesti obim posebne dokumentacije, ako se to zahteva
	Navesti izvođačku klasu i odrediti ko je odgovoran za kontrolu
	Navesti odredbe, koje se odnose na kontrolno osoblje
	Navesti dodatne zahteve za način rukovođenja kvalitetom, ako je to potrebno,
	Izabrati kontrole i ispitivanje proizvoda pri preuzimanju, koji nemaju oznake CE ili sertifikat trećeg lica
	Proveriti da li je obim ovih kontrola odgovarajući. Ako nije, postaviti dodatne zahteve
	Navesti opravku mogućih neusklađenosti ako je to potrebno.



5 Betoniranje	Proveriti da li su sve zahtevane osobine betona propisane u skladu sa SRPS EN 206-1 i sa državnim standardnima ili propisima, važećim na mestu upotrebe betona
	Navesti najmanju gornju veličinu sita D za beton
	Navesti da li se traži plan betoniranja
	Navesti da li se traži eksperimentalno betoniranje
	Navesti da li je potreban deblji zaštitni sloj
	Navesti da li je potrebno uzimati uzorke.
	Ako se upotrebljava pumpani beton, izvođačka specifikacija mora da bude u skladu sa EN 14487-2.
	Ako se upotrebljava klizna oplata, detalji moraju da budu kompatibilni sa opremom
	Ako treba da se vrši betoniranje pod vodom, detalji moraju da budu kompatibilni sa metodom betoniranja
	Navesti da li je potrebno mladi beton zaštititi od agresivnih materija
	Navesti klasu nege koja se mora upotrebiti
	Navesti moguće posebne zahteve za negu
	Navesti da li su potrebne posebne mere za smanjenje mogućnosti nastanka pukotina zbog toplotnog skupljanja.
	Navesti eventualne zahteve za obradu površine
6 Geometrijske tolerancije	Tačno odrediti da li važi 2. klasa tolerancije
	Navesti posebne tolerancije i elemente za koje važe
	Navesti tolerancije za preseke, koji bi se betonirali ispod vode
	Navesti zahteve za površine ležišta sa punim kontaktom ploča.
	Eventualni zahtevi vezani za kombinaciju konstruktivnih tolerancija i konstruktivnih deformacija
	Navesti zahteve za sekundarne linije

Tabela 2.5.1.13: Vrsta kontrole i dokumentacija

Stavka/Predmet	1. izvođačka klasa	2. izvođačka klasa	3. izvođačka klasa
Vrsta kontrole	Vizuelna kontrola i nasumična merenja	Vizuelna kontrola i sistematska kao i redovna merenja važnijih delova	Vizuelna kontrola. Detaljna kontrola svih delova, koji su značajni za nosivost i trajnost konstrukcije
Lice koje vrši kontrolu	Samokontrola	Samokontrola Kontrola u skladu sa postupcima građenja Eventualni dodatni zahtevi iz izvođačke specifikacije	Samokontrola Kontrola u skladu sa postupcima građenja Dodatni zahtevi iz izvođačke specifikacije za građenje objekta
Obim	Svi radovi	Pored samokontrole mora da se vrši i sistematska i redovna kontrola radova	Pored samokontrole mora da se vrši i sistematska i redovna kontrola radova
Izveštaj o kontroli	Nije potrebno	Potrebno	
Geometrija izgrađenog stanja	Nije potrebno	U skladu sa izvođačkom specifikacijom	

Tabela 2.5.1.14 – Preporuka za određivanje izvođačke klase

Merilo za određivanje izvođačke klase	1. izvođačka klasa	2. izvođačka klasa	3. izvođačka klasa
Vrsta konstrukcije	Najjednostavniji objekti na putevima	Mostovi raspona do 15 m Jednostavniji objekti na putevima	Mostovi raspona iznad 15 m Objekti saobraćajne infrastrukture
Konstruktivni element	Nosači i ploče raspona do 10 m Uobičajeni zidovi i stubovi Jednostavni trakasti temelji i temelji samci	Nosači i ploče raspona iznad 10 m Vitki zidovi i stubovi Zahtevni plići i duboki temelji Svodovi i lukovi raspona do 10 m Jednostavniji prednapregnuti elementi	Izuzetno zahtevni plići i duboki temelji Lukovi raspona iznad 10 m Prednapregnuti elementi
Tehnologija građenja	Betoniranje na objektu	Betoniranje na objektu Građenje prefabrikovanim proizvodima i elementima	Betoniranje na objektu Građenje prefabrikovanim proizvodima i

Merilo za određivanje izvođačke klase	1. izvođačka klasa	2. izvođačka klasa	3. izvođačka klasa
			elementima sa posebnim tolerancijama
Klasa čvrstoće betona	Do uključujući i C25/30	Sve	Sve
Stepen izloženosti	X0, XC1, XC2, (XF1, XA1, XM1)	Sve	Sve
Armiranje	Uobičajeni čelik	Uobičajeni čelik i čelik za prednaprezanje	Uobičajeni čelik i čelik za prednaprezanje

## 2.5.1.4.9.1

## 2.5.1.4.9.9 Naknadno dokazivanje pritiskne čvrstoće ugrađenog cementnog betona

Postupak je namenjen naknadnom dokazivanju pritiskne čvrstoće cementnog betona za koji iz bilo kojeg razloga uzorci nisu bili uzeti ili su dobijeni rezultati ispitivanja negativni.

Naknadno dokazivanje za uzorke uzete iz konstrukcije izvodi se u skladu sa standardom SRPS EN 13791. Uzorak se sastoji od najmanje 3 cilindra, prečnika i dužine 100 mm.

Dobijene rezultate moguće je vrednovati po dva postupka, ako je broj uzoraka manji od 15. Ako se ustanovi da su rezultati dobijeni na uzorcima uzetim iz konstrukcije niži zbog ograničene hidratacije cementa u konstrukciji, rezultati mogu da se koriguju sa korekcionim faktorom  $\gamma = 1/0,85$  (koeficijent nege betona).

## I. primer:

$$f_{ck, is, cube} = f_{cm, is} - 1,48 S \quad \text{ili} \quad (6)$$

$$f_{ck, is, cube} = f_{cmin, is} + 4 \quad (7)$$

## gde je:

$f_{ck, is, cube}$  karakteristična čvrstoća kocke uzete na gradilištu u  $MN/m^2$

S standardna devijacija za n uzoraka u  $MN/m^2$ ; kada je  $S < 2 MN/m^2$ , uzima se  $S = 2 MN/m^2$

$F_{cm, is}$  aritmetička sredina čvrstoće na cilindrima u  $MN/m^2$

$F_{cmin}$  najmanja vrednost rezultata na cilindru u  $MN/m^2$

## II. primer:

$$f_{ck, is, cube} = f_{cm, is} - k \quad \text{ili} \quad (8)$$

$$f_{ck, is, cube} = f_{cmin} + 4 \quad (9)$$

## gde je:

n – broj uzoraka

$k = 4 MN/m^2$  za  $n = 10-14$

$k = 5 MN/m^2$  za  $n = 7 - 9$

$k = 6 MN/m^2$  za  $n = 3 - 6$

## 2.5.1.4.9.10 Naknadno dokazivanje otpornosti na prodor vode pod pritiskom

Postupak je namenjen dokazivanju otpornosti cementnog betona na prodor vode pod pritiskom, kada iz bilo kojeg razloga uzorci nisu bili uzeti ili su rezultati ispitivanja negativni.

Naknadno dokazivanje otpora cementnog betona na prodor vode pod pritiskom na uzorcima uzetim iz konstrukcije izvodi se u skladu sa standardom SRPS EN 12390-8. Uzorak se sastoji od 3 cilindra uzetih iz konstrukcije prečnika i dužine 150 mm.

Dozvoljene dubine prodora vode shodno SRPS EN 12380-8 jesu:

- PV-I prosečno 50 mm, najviše 60 mm,
- PV-II prosečno 30 mm, najviše 40 mm,
- PV-III prosečno 20 mm, najviše 25 mm.

#### 2.5.1.4.9.11 Naknadno dokazivanje otpornosti površine cementnog betona na smrzavanje i otapanje u prisustvu soli za otapanje

Postupak je namenjen naknadnom dokazivanju otpornosti površine cementnog betona na smrzavanje i otapanje u prisustvu soli za otapanje za koji iz bilo kojeg razloga uzorci nisu bili uzeti ili su dobijeni rezultati ispitivanja negativni.

Probni uzorak se sastoji od tri cilindra prečnika 150 mm i dužine 100 mm.

Merenje gubitka mase treba izvoditi svakih 5 ciklusa smrzavanja-otapanja.

Dozvoljeni gubitak mase utvrđen je u standardu SRPS EN 12390-9.

#### 2.5.1.4.9.12 Naknadno dokazivanje unutrašnjosti cementnog betona na smrzavanje i otapanje

Postupak je namenjen za dokazivanje unutrašnje otpornosti cementnog betona na smrzavanje i otapanje ukoliko iz bilo kog razloga uzorci za ispitivanje nisu bili uzeti ili su rezultati na uzetim uzorcima negativni.

Naknadno dokazivanje unutrašnje otpornosti cementnog betona na smrzavanje i topljenje na uzorcima koji su uzeti iz konstrukcije, izvodi se u skladu sa odredbama standarda SRPS CEN/TR 15177 Probni uzorak sastoji se iz 3 valjka prečnika 100 mm i dužine 300 mm.

Na uzorcima se na svakih 25 ciklusa smrzavanja / topljenja (do zahtevanog broja) meri dinamički modul elastičnosti i upoređuje sa osnovnim merenjima koja se izvode na zasićenim uzorcima.

Dozvoljeni pad modula elastičnosti je 25%.

Ako je pad modula elastičnosti manji ili jednak 25% (prosek tri uzorka), onda se cementni beton može okarakterisati kao unutrašnje otporan na uticaj smrzavanja i topljenja.

#### 2.5.1.4.10 Merenje i preuzimanje radova

##### 2.5.1.4.10.1 Merenje radova

Izvedeni radovi mere se u skladu sa opštim tehničkim uslovima i izračunavaju u kubnim metrima.

Sve količine treba izmeriti u stvarno izvedenom obimu i u vrsti radova koji su izvedeni u okviru količina iz projektne dokumentacije.

##### 2.5.1.4.10.2 Preuzimanje radova

Nadzorni organ mora da preuzme ugrađeni cementni beton u skladu sa zahtevima za kvalitet iz ovih tehničkih uslova i u skladu sa opštim tehničkim uslovima. Sve ustanovljene nedostatke na osnovu ovih zahteva izvođač mora da popravi pre nastavka radova. U suprotnom će mu se obračunati odbici za neodgovarajući kvalitet izvedenih radova nedostatke na osnovu ovih zahteva izvođač mora da popravi pre nastavka radova.

#### 2.5.1.4.11 Obračun radova

##### 2.5.1.4.11.1 Opšte

Izvedene radove treba obračunati u skladu sa opštim tehničkim uslovima.

Količine određene i preuzete u skladu sa opštim tehničkim uslovima treba obračunati po ugovorenim jediničnim cenama.

U ugovorenoj jediničnoj ceni uključeni su svi troškovi i aktivnosti koji su potrebni za završetak radova. Izvođač nema pravo da zahteva naknadne doplate.

##### 2.5.1.4.11.2 Odbici radi neodgovarajućeg kvaliteta cementnog betona

Kvalitet materijala

Radi uslovljenog odgovarajućeg kvaliteta materijala za cementni beton, kod obračuna radova za kvalitet materijala nema odbitaka.

#### Kvalitet izvođenja

Ugrađeni cementni beton treba obračunavati:

- u količini koja je određena u skladu sa tačkom 2.5.1.4.10.1 ovih tehničkih uslova,
- po ugovorenim jediničnim cenama,
- u skladu sa odredbama dogovorenih opštih tehničkih uslova.

U slučaju nedostataka u kvalitetu ugrađenog cementnog betona, nadzorni organ može da aktivira odredbu finansijskih odbitaka.

Za ocenu neodgovarajućeg kvaliteta izvedenih radova i proračun odbitaka treba uzeti u obzir sledeće osnove:

Nedovoljna čvrstoća na pritisak

Finansijski odbici obračunavaju se po jednačini:

$$FO = \frac{O}{100} \cdot K \cdot C \cdot PD \quad (\text{€})$$

gde je:

O - odstupanje od granične vrednosti, određuje se po jednačini:

$$O = \frac{f_{ck} - f_{ckd}}{f_{ck}} \cdot 100 \quad (\%)$$

$f_{ck}$  propisana (karakteristična) čvrstoća na pritisak (MN/m<sup>2</sup>)

$f_{ckd}$  postignuta (ustanovljena) karakteristična čvrstoća na pritisak (MN/m<sup>2</sup>)

K količnik uticaja na upotrebljivost

C ugovorena jedinična cena (€/m<sup>3</sup>)

PD obim nedostataka izvedenih radova (m<sup>3</sup>).

Određivanje finansijskog odbitka za svaki pojedinačni neodgovarajući rezultat ispitivanja čvrstoće na pritisak cementnog betona mora da se oslanja na osnovne zahtevane (granične) vrednosti i određene krajnje granične vrednosti  $f_{cksm}$ .

Primer:

$f_{ck} = 37 \text{ MN/m}^2$

$f_{ckd} = 35,2 \text{ MN/m}^2$

$f_{cksm} = 33,3 \text{ MN/m}^2$

K = 3

C = 100 €/m<sup>3</sup>

PD = 50 m<sup>3</sup>:

$$FOI = \frac{37,0 - 35,2}{37,0} \cdot 3 \cdot 100 \cdot 50 = 750 \quad \text{€}$$

$$FO = 750 \quad \text{€}$$

Nedovoljna čvrstoća na zatezanje kod savijanja

Proračun finansijskih odbitaka obračunava se po jednačini:

$$FO = \frac{O}{100} \cdot K \cdot C \cdot PD \quad (\text{€})$$

gde je:

O - odstupanje od granične vrednosti, određeno po jednačini:

$$O = \frac{f_{fk} - f_{fk d}}{f_{fk}} \cdot 100 \quad (\%)$$

$f_{fk}$  propisana (karakteristična) čvrstoća na zatezanje kod savijanja,

$f_{fk d}$  dostignuta (karakteristična) čvrstoća na zatezanje kod savijanja.

Određivanje finansijskog odbitka za svaki pojedinačni neodgovarajući rezultat ispitivanja čvrstoće na zatezanje kod savijanja cementnog betona mora da se zasniva na osnovnim zahtevanim (graničnim) vrednostima i određenim krajnjim graničnim vrednostima  $f_{cksm}$ .

Primer:

$f_{fk} = 5 \text{ MN/m}^2$

$f_{fk sm} = 4 \text{ MN/m}^2$

$f_{fk d} = 4,4 \text{ MN/m}^2$

K = 5

C = 100 €/m<sup>2</sup>

PD = 150 m<sup>2</sup>

$$FOI = \frac{5,0 - 4,4}{5,0} \cdot 5 \cdot 100 \cdot 150 = 9.000 \quad \text{€}$$

Nedovoljna unutrašnja otpornost na smrzavanje / topljenje

Proračun finansijskih odbitaka vrši se po jednačini:

$$FO = \frac{O}{100} \cdot K \cdot C \cdot PD \quad (\text{€})$$

gde je:

O - odstupanje od granične vrednosti, određeno po jednačini:

$$O = \frac{0,75 - ZO_d}{0,75} \cdot 100 \quad (\%)$$

pri čemu krajnja granična vrednost iznosi  $ZO_{sm} = 0,65$

$ZO_d$  - stvarno postignuti odnos između  $E_{din}$  betonskih uzoraka koji su bili izloženi zahtevanom broju ciklusa i  $E_{din}$  betonskih uzoraka koji nisu bili izloženi ciklusima smrzavanja / topljenja

K - količnik uticaja na upotrebljivost = 1

C - ugovorena jedinična cena (€/m<sup>2</sup>)

PD - obim nedostataka izvedenih radova (m<sup>2</sup>)

Primer:

$ZO_d = 0,70$ ,

K = 1,

C = 100 €/m<sup>2</sup>,

PD = 150 m<sup>2</sup>

$$FO = \frac{0,75 - 0,70}{0,75} \cdot 1 \cdot 100 \cdot 150 = 1050 \quad \text{€}$$

Nedovoljna otpornost površine na

smrzavanje / topljenje

Proračun finansijskih odbitaka izvodi se po jednačini:

$$FO = \frac{O}{100} \cdot K \cdot C \cdot PD \text{ (KM)}$$

gde je:

O - odstupanje od granične vrednosti po jednačini:

$$O = \frac{m_d - m_m}{m_m} \cdot 100 \text{ (%)}$$

$m_{sm}$  krajnja granična vrednost = 0,40 mg/mm<sup>2</sup>

$m_m$  dozvoljena vrednost gubitaka mase kod zahtevanog ciklusa ispitivanja = 0,20 mmg/mm<sup>2</sup>.

$m_d$  postignuta (ustanovljena) vrednost gubitaka mase betona pri zahtevanim ciklusima smrzavanja (mg/mm<sup>2</sup>)

K količnik uticaja na upotrebljivost

C ugovorena jedinična cena (€/m<sup>2</sup>)

PD obim nedostataka izvedenih radova (m<sup>2</sup>)

Kod svakog prekoračenja  $m_d > m_n$  potrebno je izvesti zaštitu površine cementnog betona.

Primer:

$m_d = 0,30 \text{ mg/mm}^2$

$m_m = 0,20 \text{ mg/mm}^2$

K = 0,3

C = 100 €/m<sup>2</sup>

PD = 150 m<sup>2</sup>

$$FO = \frac{0,30 - 0,20}{0,2} \cdot 0,3 \cdot 100 \cdot 150 = 2.250 \text{ €}$$

Nedovoljna otpornost na prodor vode

Proračun finansijskih odbitaka izvodi se po jednačini:

$$FO = \frac{O}{100} \cdot K \cdot C \cdot PD \text{ (€)}$$

gde je :

O - odstupanje od granične vrednosti, po jednačini:

Tabela 2.5.1.15: Količnici odbitaka u zavisnosti odstupanja debljine zaštitnog sloja od planiranog

O (%)	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
f	0,03	0,05	0,10	0,15	0,19	0,23	0,27	0,31	0,35	0,39	0,42

$$O = \frac{e_{\max.d} - e_{\max.m}}{e_{\max.m}} \cdot 100 \text{ (%)}$$

$e_{\max.sm}$  krajnja granična vrednost najveće dubine prodora vode =  $e_{\max.m} + 2 \text{ cm}$

$e_{\max.m}$  dozvoljena vrednost najveće dubine prodora vode (cm)

$e_{\max.d}$  postignuta (ustanovljena) vrednost najveće dubine prodora vode (cm)

K količnik uticaja na upotrebljivost = 0,3

C ugovorena jedinična cena (€/m<sup>2</sup>)

PD obim nedostataka izvedenih radova (m<sup>2</sup>)

Kod svakog prekoračenja  $e_{\max.d} > e_{\max.m}$  potrebno je izvesti zaštitu površine cementnog betona.

Primer:

$e_{\max.d} = 4,0 \text{ cm}$

$e_{\max.m} = 3,0 \text{ cm}$

K = 0,3

C = 100 €/m<sup>2</sup>

PD = 150 m<sup>2</sup>

$$FO = \frac{4,0 - 3,0}{3,0} \cdot 0,3 \cdot 100 \cdot 150 = 1.485 \text{ €}$$

Nedovoljna debljina zaštitnog sloja

Proračun finansijskih odbitaka izvodi se po jednačini:

$$FO = f \cdot C \cdot PD \text{ (€)}$$

gde je:

f - količnik odbitaka koji zavisi od O

$$O = \frac{h_n - h_{dop} - h_d}{h_n} \cdot 100 \text{ (%)}$$

$h_n$  planirana debljina zaštitnog sloja (cm)

$h_{dop}$  dozvoljeno odstupanje debljine = 0,5 cm

$h_d$  postignuta (ustanovljena) debljina zaštitnog sloja (cm)

Vrednost količnika odbitaka f treba odrediti na osnovu tabele 2.5.1.15.

Finansijski odbitak treba odrediti za svaki pojedinačni rezultat debljine zaštitnog sloja na osnovu određenih graničnih vrednosti.

Primer:

$$\begin{aligned} h_n &= 24 \text{ cm} \\ h_d &= 22,5 \text{ cm} \\ C &= 100 \text{ €/m}^2 \\ PD &= 110 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$O = \frac{24,0 - 0,5 - 22,5}{24} \cdot 100 = 4,2\%$$

$$f = 0,20 \text{ (iz tabele 2.5.1.15)}$$

$$FO = 0,20 \cdot 100 \cdot 110 = 2.200 \text{ €}$$

Prekomerne neravnine

Ako pojedinačne neravnine na cementno-betonskom zaštitnom sloju prelaze graničnu vrednost, onda treba izračunati finansijski odbitak po jednačini:

$$FO = \sum O_i^2 \cdot \check{s} \cdot K \cdot C$$

gde je:

$\sum O_i^2$  zbir kvadrata odstupanja neravnina

$\check{s}$  širina vozne trake na mestu merenja, uključujući ivičnu traku (m)

Primer:

$$\begin{aligned} O_1 &= 2 \text{ mm} & O_1^2 &= 4 \\ O_2 &= 1 \text{ mm} & O_2^2 &= 1 \\ O_3 &= 2 \text{ mm} & O_3^2 &= 4 \\ & & \Sigma O_i^2 &= 9 \end{aligned}$$

$$K = 0,3$$

$$C = 100 \text{ €/m}^2$$

$$\check{s} = 4,25 \text{ m}$$

$$FO = 9 \cdot 0,3 \cdot 100 \cdot 4,25 = 1.147,50 \text{ €}$$

Neispunjeni zahtevi za vidne cementne betone

Zahtevi za vidni cementni beton

Za ocenu neodgovarajućeg kvaliteta vidnog cementnog betona uzimaju se u obzir zahtevi u pogledu neravnina i površinskih šupljina. Kod merenja neravnine dozvoljavaju se sledeća odstupanja:

- ispod letve za merenje dužine 4,0 m dozvoljeno je odstupanje  $OD_m = 20 \text{ mm}$ ,
- ispod letve za merenje dužine 2,5 m dozvoljeno je odstupanje  $OD_m = 16 \text{ mm}$ .

Kod određivanja površinskih šupljina uzimaju se samo pore sa prečnikom  $\geq 1 \text{ mm}$  i  $\leq 15 \text{ mm}$ . Dozvoljeni procenat površine ovih pora (na mernoj površini  $\geq 50 \times 50 \text{ cm}$ ) iznosi 0,3%.

Proračun odbitaka

Finansijski odbici računaju se po jednačini:

$$FO = \left( \frac{O_R}{100} \cdot K_R \cdot PD_R + \frac{O_{PP}}{100} \cdot K_{PP} \cdot PD_{PP} \right) \cdot C \text{ (€)}$$

gde je:

$O_R$  odstupanje od granične vrednosti; određuje se po jednačini:

$$O_R = \frac{OD_d - OD_m}{OD_m} \cdot 100 \text{ (%)}$$

$OD_{sm}$  krajna granična vrednost =  $OD_m + 4 \text{ mm}$

$OD_m$  dozvoljena vrednost odstupanja ravnosti u odnosu na dužinu letve (mm)

$OD_d$  postignuta (ustanovljena) vrednost odstupanja (mm)

$K_R$  količnik uticaja neravnina na upotrebljivost = 0,1

$C$  ugovorena cena na jedinicu mere ( $\text{€/m}^2$ )

$PD_R$  obim nedostataka izvedenih radova – neravnine ( $\text{m}^2$ )

$O_{PP}$  - odstupanje od granične vrednosti; određuje se po jednačini:

$$O_{PP} = \frac{PP_d - 0,3}{0,3} \cdot 100 \text{ (%)}$$

$PP_{sm}$  krajna granična vrednost procenta površine pora (na mernoj površini  $\geq 50 \times 50 \text{ cm}$ ) = 0,4%

$PP_d$  postignuta (ustanovljena) vrednost procenta površine pora (na mernoj površini  $\geq 50 \times 50 \text{ cm}$ ) (%)

$K_{PP}$  količnik uticaja površine pora na upotrebljivost = 0,3

$C$  ugovorena jedinična cena ( $\text{€/m}^2$ )

$PD_{PP}$  obim nedostataka izvedenih radova – površina pora ( $\text{m}^2$ )

Primer:

$$OD_d = 22 \text{ mm}$$

$$OD_m = 20 \text{ mm}$$

$$K_R = 0,1$$

$PD_R = 750 \text{ m}^2$   
 $PP_d = 0,35\%$   
 $PP_m = 0,30\%$   
 $K_{PP} = 0,3$   
 $PD_{PP} = 1200 \text{ m}^2$   
 $C = 100 \text{ €/m}^2$



$$FO = \left( \frac{22 - 20}{20} \cdot 0,1 \cdot 750 + \frac{0,35 - 0,30}{0,30} \cdot 0,3 \cdot 1200 \right) \cdot 100 = 100 \text{ odn. 0,750 i 1200 EUR}$$

- žice, palice i pleteni pramenovi (užad) za zaštitne cevi za prednapregnute kablove od čeličnih traka,
- lukovi za tunele ,
- sidra za tunele (SN, IBO).

#### 2.5.2.2.1 Ojačanje konstrukcija od cementnog betona

Za ojačanje (armiranje) konstrukcija od cementnog betona mogu se upotrebiti:

- glatka i rebrasta čelična žica ( $\varnothing \leq 12$  mm) i palice ( $\varnothing > 12$  mm) okruglog poprečnog preseka i
- čelične mreže (varene od žica ili od istegnutog metala).

Glatke žice od mekog čelika kvaliteta S235 i S275 imaju sledeće zvanične promjere: 5, 6, 8, 10 i 12 mm.

Glatke palice od mekog čelika kvaliteta S275 imaju sledeći zvanični promer: 14, 16, 18, 20, 22, 25, 28, 32 i 36 mm.

Rebraste žice i palice od visokokvalitetnog tvrdog čelika kvaliteta B500 B ili C koje imaju poprečna rebra sa promenljivim poprečnim presekom. Upotrebljavaju se sa zvaničnim prečnicima 6, 8, 10, 12, 14, 16, 19, 22, 25, 28, 32, 36 i 40 mm.

Vučene čelične žice za mreže sa nosivošću u uzdužnom pravcu i u oba smera imaju zvanične prečnike: 4,0, 4,2, 4,6, 5,0, 5,5, 6,0, 6,5, 7,0, 8,0, 8,5, 9,0, 10,0 i 12,0 mm.

#### 2.5.2.2.2 Čelik za prednapregnute konstrukcije od cementnog betona

Za prednapregnute konstrukcije od cementnog betona mogu se za prednaprezanje upotrebljavati samo:

- glatka i profilisana čelična žica okruglog poprečnog preseka,
- glatke i rebraste čelične palice okruglog preseka,
- čelična užad (od glatkih žica).

Čelične žice, palice i užad za prednaprezanje moraju da budu proizvedeni od legiranog ili nelegiranog vruće valjanog ugljeničnog čelika.

Zvanični prečnici žica i palica, koje se upotrebljavaju za prednapregnute konstrukcije od cementnog betona, su sledeći:

- glatka žica: 2,5, 3, 5, 7, 8, 10 i 12 mm
- profilisana žica: 4, 5 i 7 mm
- glatke i rebraste palice: 14, 16, 20, 25, 28, 32, 36 i 40 mm

## 2.5.2 ČELIK ZA OJAČANJE

### 2.5.2.1 Opšte

Čelik za ojačanje će preuzeti namenjenu ulogu samo, ako je pravilno i u skladu sa propisanim uslovima i odgovarajućim nacrtima pripremljen i ugrađen. Ovo pravilo jednako važi kako za najjednostavnije, tako i za najzahtevnije armiračke radove.

#### 2.5.2.1.1 Opis

Radovi sa čelikom predstavljaju klasično ojačanje konstrukcije od cementnog betona, a sadrže:

- ravnjanje,
- rezanje,
- savijanje čelične žice, palica ili mreža,
- polaganje,
- vezivanje na pripremljenu oplatu.

Kod upotrebe čelika za prednaprezanje konstrukcija od cementnog betona nisu uvek potrebne sve navedene faze rada.

Treba razlikovati tri vrste ojačanja čelikom:

- jednostavno: jednostruko ojačanje preko jednog polja za nosače i ploče, ojačanje za temelje, zidove i obične stubove;
- srednje zahtevno: jednostruko ojačanje preko jednog polja, ojačanje za kontinuirane temelje i nosače, lučne zidove i nosače, obične okvire i zahtevne stubove;
- zahtevno: dvostruko ojačanje preko više polja za nosače i ploče, ojačanje za kose okvire i ljuske.

Uslovi za injektiranje čelika za ojačanje prednaprnutih konstrukcija, detaljno su određeni u tački 2.2.5.7 ovih tehničkih uslova.

### 2.5.2.2 Osnovni materijali

Osnovni materijali iz čelika za ojačanje konstrukcija, koji se upotrebljavaju na izgradnji cesta, su:

- glatki i rebrasti čelik,
- čelične mreže,
- varene čelične mreže,

- čelična užad od:
  - dve ili tri glatke žice: prečnik svake pojedinačne žice 2 do 4 mm,
  - sedam glatkih žica: nominalni prečnik užeta 6, 4; 7, 9; 9,3; 11,0; 12,5 i 15,2 mm.

Za prednapregnute konstrukcije potrebne su i odgovarajuće naprave za sidranje čelika za ojačanje.

#### 2.5.2.2.3 Izgradnja podzemnih i potpornih objekata u nekoherentnim materijalima

Kod izgradnje podzemnih i potpornih objekata u nekoherentnim materijalima za ojačanje se mogu upotrebiti:

- čelična sidra,
- čelična koplja,
- čelični lukovi i
- čelična oplata – tunelske daske.

Kod radova za ojačanje objekata, izvođač može da upotrebi i druge materijale (npr. ugljeničke lamele, sidra od staklenih

vlakana), ako je prethodno dokazano da takvi materijali ispunjavaju uslove u pogledu sigurnosti i trajnosti objekta i ako njihovu upotrebu odobri nadzor.

#### 2.5.2.2.4 Kvalitet materijala

Kvalitet čelika za ojačanje klasičnih konstrukcija od cementnog betona, za prednapregnute konstrukcije od cementnog betona i za ojačanje pri izgradnji objekata u nekoherentnim materijalima, mora da odgovara svim propisanim zahtjevima.

Za overavanje usklađenosti odgovara proizvođač čelika ili drugog materijala, a za preuzimanje unutrašnja kontrola izvođača građevinskih radova i spoljna kontrola naručioca.

#### 2.5.2.2.4.1 Čelik za ojačanje cementnog betona

Za ojačanje cementnog betona u objektima na putevima može se upotrebiti čelik, koji odgovara zahtevima standarda koji su navedeni u tabeli 2.5.2.1.

Tabela 2.5.2.1: Vrsta čelika za ojačanje i tehnička regulativa

Vrsta čelika	Tehnička regulativa
- glatka i rebrasta	SRPS EN 10080, DIN 488,
- čelične mreže	SRPS EN 10080, DIN 488,
- varene čelične palice	SRPS EN ISO 17660, SRPS EN 10080, DIN 488,

#### 1.5.8.4.1.1

#### 2.5.2.2.4.2 Čelik za prednaprezanje cementnog betona

objekata na cestama, sme se upotrebiti čelik koji odgovara zahtevima standarda, koji su navedeni u tabeli 2.5.2.2.

Za prednaprezanje cementnobetonkih konstrukcija i sidrenja potpornih konstrukcija, sidrenja u tunelima i izgradnju drugih

Tabela 2.5.2.2: Vrste čelika za prednaprezanje i tehnička regulativa

Vrsta čelika	Tehnička regulativa
- žice, palice i pleteni pramenovi (užad) za prednaprezanje	SRPS EN 10138
- zaštitne cevi za prednapregnute kablove od čeličnih traka	SRPS EN 523

#### 2.5.2.2.4.4

## 2.5.2.2.4.3 Podupiranje tunelskih svodova

Za podupiranje tunelskih svodova i za građenje drugih podzemnih objekata na

cestama, smeju se upotrebiti čelici, koji odgovaraju zahtevanim standardima, navedenim u tabeli 2.5.2.3

Tabela 2.5.2.3: Vrste čelika za podupiranje tunelskih svodova i tehnička regulativa

Vrsta čelika	Tehnička regulativa
- tunelski lukovi	DIN 21544, DIN 21545, SRPS EN 10025, NTS*
- tunelska sidra (SN, IBO)	Tehnička saglasnost

Legenda:

\* NTS – nacionalno tehnička saglasnost

## 2.5.2.2.4.4

2.5.2.2.4.4 Preuzimanje građevinskih proizvoda od čelika

Za preuzimanje građevinskih proizvoda od čelika odgovara unutrašnja kontrola izvođača

građevinskih radova i spoljna kontrola naručioca.

Minimalni obim i vrsta ispitivanja za pojedinačne vrste proizvoda, određen je u tabeli 2.5.2.4.

Tabela 2.5.2.4: Minimalna učestalost ispitivanja unutrašnje i eksterne kontrole kod preuzimanja građevinskih proizvoda iz čelika

Vrsta čelika	Mehaničke osobine	Hemijska analiza	Učestalost unutrašnje kontrole	Učestalost spoljne kontrole	Preostala kontrola
glatki čelik	Re, Rm, A10 (Agt), savijanje, povratno savijanje		1 ispitivanje / 20 tona	1 ispitivanje / 80 tona	
rebrasti čelik	Re, Rm, A10 (Agt), savijanje, povratno savijanje	C, Mn, Si, P, S, N, Cekv	1 ispitivanje / 20 tona	1 ispitivanje / 80 tona	
čelične mreže	Rp0,2, Rm, Agt, savijanje, sile smicanja	C, Mn, Si, P, S, N	1 ispitivanje / 20 tona	1 ispitivanje / 80 tona	
Varene čelične palice, glatke i rebraste	Rm, savijanje	C, Mn, Si, P, S, N	2 × ispitivanje na zatezanje / 150 varova 2 × ispitivanje na savijanje / 150 varova	2 × ispitivanje na zatezanje / 600 varova 2 × ispitivanje na savijanje / 600 varova	
žice, palice i pramenovi za prednaprezanje	Rp0,2, Rm, E, Agt Relaksacija čelika *		1 ispitivanje / kolut	- ako su svi konačni proizvodi za objekat iz jedne šarže (do 40 tona): 3 ispitivanja - ako su svi konačni proizvodi za objekat iz više šarži: najmanje 2 ispitivanja / 2 šarže	- vizuelna kontrola površine (mora da bude bez grešaka i korozijskih optećenja) - koluti moraju da budu zaštićeni protiv oštećenja, kontaminacije i korozije
zaštitne cevi za prednapregnute kablove od čeličnih traka	kontrola dimenzija	C, Mn, Si, P, S, N	1 uzorak / objekat		
tunelski lukovi	Rp0,2, Rm, A5, žilavost	C, Mn, Si, P, S, N	1 ispitivanje / 30 tona	1 ispitivanje / 120 tona	
tunelska sidra	- sidro kao celina Fm, palica ReH, Rm, A10 - palica, spojnica, podložna ploča i matica: tvrdoća po Brinellu, metalografsko ispitivanje (po potrebi - npr. u primeru, da su ti elementi od livenog gvožđa)	C, Mn, Si, P, S, N (posebno za palicu spojnicu, podložnu ploču i maticu)	1 ispitivanje / 200 komada	1 ispitivanje / 800 komada	* izvodi se u fazi sertifikovanja

## 2.5.2.2.5 Način

## izvođenja

betona obično je detaljno određeno u odgovarajućim nacrtima.

## 2.5.2.2.5.1 Oblikovanje -savijanje

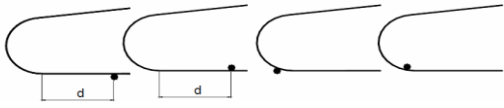
Oblikovanje čelika za ojačanje i prednaprezanje objekata od cementnog

Najmanji promeri trna za savijanje i izradu kuka navedeni su u tabelama 2.5.2.5 i 2.5.2.6 za različite vrste žica, šipki i varenih čeličnih mreža.

Tabela 2.5.2.5: Najmanji promeri trna za savijanje i izradu kuka za šipke armature

Armatura	Kuke, pregibi, petlje		Povijene šipke		
	Promer šipke		Najmanji zaštitni sloj betona, okomit na ravninu krivulje		
	<20 mm	≥20 mm	>100 mm i >7Ø	>50 mm i >3Ø	≤50 mm i >3Ø
Glatka S 220	2,5 Ø	5 Ø	10 Ø	10 Ø	15 Ø
Rebrasta B400, B500	4 Ø	7 Ø	10 Ø	15 Ø	20 Ø

Tabela 2.5.2.6: Najmanji promeri trna za zavarenu armaturu i mreže

Najmanji promer savija		
Varovi izvan savija		Varovi unutar savija
		
za $d < 4 \text{ Ø}$ : najmanji promer savija 20 Ø	20 Ø	20 Ø
za $d \geq 4 \text{ Ø}$ : primena tabele 2.5.2.5		

Standardne kuke na krajevima glatkih palica i čeličnih žica su polukružne (180°) a na krajevima uzengija kose (135°). Na krajevima rebrastih čeličnih žica i palica, kuke su standardne vertikalne (90°).

## 2.5.2.2.5.2 Raspoređivanje

Raspored čelika za ojačanje i prednaprezanje cementnog betona detaljno je određen u projektnoj dokumentaciji.

Horizontalni ili vertikalni razmak između paralelnih žica ili palica:

- ne sme da bude manji od 3 cm,
- mora da bude najmanje jednak promjeru (deblje) palice,

- ne sme da bude manji od 0,8 veličine najvećeg zrna u mješavini cementnog betona,

- mora da omogućava pristup odgovarajućeg sredstva za zbijanje cementnog betona.

Prema potrebi mogu se razvrstati (najviše četiri) žice ili palice u snopove bez međusobnog razmaka. Promjer snopa može iznositi najviše 44 mm. Ako su obezbeđeni uslovi za efikasno sljepljivanje i sidranje čeličnih žica i palica, onda se smeju upotrebiti snopovi većih promjera. Ovakav raspored mora odobriti nadzor.

### 2.5.2.2.5.3 Spajanje

Spajanje čeličnih žica, palica i mreža za ojačanje može se izvoditi:

- sa preklomom,
- sa preklomom i kukama,
- sa električnim čeonim zavarivanjem,
- sa varenim prečkama.

Dužina spoja sa preklomom određuje se u zavisnosti od promjera žica ili palica i uslova adhezije, ali ne sme biti manja od 20 cm.

Kvalitet spajanja žica i palica varenjem treba dokazati prethodnim ispitivanjem.

Upotrebljeni način spajanja mora obezbediti propisanu sigurnost.

Spajanje užadi za prednaprezanje konstrukcija od cementnog betona i čeličnih sidra za ojačanje kod izgradnje tunela po pravilu nije dozvoljeno bez obzira što se injektiraju.

Spajanje čeličnih lukova, koplja i ploča oplata mora se detaljno odrediti u projektnoj dokumentaciji. Ako to nije slučaj o tome odlučuje nadzor.

### 2.5.2.2.5.4 Ankerisanje

Čelične žice i palice mogu da se ankerišu:

- pomoću ravnog produženja,
- pomoću kuke,
- pomoću omče,
- pomoću varenih prečki.

Mreže za ojačanje se ankerišu bez kuka, osim ako se ne upotrebljavaju za uzengije. Propisani uslovi za ankerisanje svih čeličnih elemenata, koji se upotrebljavaju za ojačanje, moraju se uzeti u obzir kod izrade projekta. Uslovi za ankerisanje moraju da budu navedeni u projektnoj dokumentaciji.

Ako izvođač želi da uredi ankerisanje na način koji nije naveden u projektnoj dokumentaciji, mora probnim ispitivanjem, da dokaže da je faktor sigurnosti ankerisanja 1,8. Takav način ankerisanja može da upotrebi tek nakon odobrenja nadzora.

### 2.5.2.2.5.5 Prednaprezanje

Prednaprezanje objekata i pojedinih elemenata treba izvoditi po zahtjevima iz projektno dokumentacije.

Prednaprezanje se može izvesti tek nakon što je cementni beton postigao projektom predviđenu čvrstoću kod naprezanja.

Redosled naprezanja čeličnih žica, palica ili užadi te veličina sile naprezanja mora čitavo vreme da odgovara veličinama sila iz projektno dokumentacije. U zapisniku o prednaprezanju mora se navesti izmerena sila i produženje čelične žice, palice ili užeta te naponi koji su ustanovljeni sa neposrednim merenjem (ako je to predviđeno u projektnoj dokumentaciji). Vidi i SRCS poglavlje 2.5.4.

### 2.5.2.2.8.1 Zaštita

Čelične žice, palice i mreže za ojačanje pretežno su izložene uticaju agresivne okoline. Ovim uticajima mora odgovarati propisana debljina zaštitnog sloja cementnog betona, koja iznosi najmanje 3,5 cm ili zaštitni premaz, ako se radi o čeličnim žicama, palicama ili mrežama van betonskog preseka.

Zaštitni sloj cementnog betona iznad čeličnih palica ne sme da bude manji od promera snopa palica. Ako je potreban zaštitni sloj deblji od 5 cm, onda je zaštitni sloj potrebno ojačati dodatnom tankom čeličnom mrežom koja mora da bude najmanje 2 cm udaljena od spoljne površine cementnog betona.

Uslovljeni razmak čeličnih žica, palica ili armaturnih mreža od oplata treba obezbediti odgovarajućim podmetačima, koji moraju da budu trajni i moraju da osiguraju stabilan položaj ugrađene armature.

Potrebna debljina zaštitnog sloja mase za injektiranje čeličnih užadi za prednaprezanje konstrukcija od cementnog betona te za čelična sidra za ojačanje mora da bude određena projektnom dokumentacijom.

U projektnoj dokumentaciji mora se odrediti i vrsta cevi za zaštitu čeličnih žica, palica i cevi za prednaprezanje pred dodiranjem sa cementnim betonom u toku izvođenja radova.

#### 2.5.2.2.6 Kvalitet izvođenja

Izvođač mora blagovremeno i pre početka izvođenja radova da dostavi nadzoru tehnološki elaborat sa svim potrebnim dokazima o poreklu i kvalitetu svih čeličnih elemenata koji su predviđeni za ojačanje po projektnoj dokumentaciji ili po ovim tehničkim uslovima.

Svi čelični elementi za ojačanje moraju da budu ugrađeni prema rešenjima iz projektne dokumentacije i zahtevima iz ovih tehničkih uslova.

#### 2.5.2.2.7 Proveravanje kvaliteta izvođenja

Kvalitet oblikovanja (savijanja) i način rasporeda, spajanja, ankerisanja i zaštite čeličnih elemenata za ojačanje u smislu zahteva projektne dokumentacije i ovih tehničkih uslova nadzor mora da proveri pre početka ugrađivanja cementnog betona i injekcijske mase. Površina ugrađenih čeličnih elemenata za ojačanje mora da bude čista. Dozvoljava se samo delimična površinska rđa.

Čelične šipke moraju da budu pričvršćene na način koji obezbeđuje njihovu stabilnost na pomicanje ili dodatno savijanje.

Izvođač mora sve nedostatke da otkloni pre početka ili nastavljanja radova.

Obim unutrašnje i spoljašnje kontrole čeličnih elemenata za ojačanje treba planski prilagoditi specifičnim uslovima upotrebe i uslovima odgovarajućih propisa.

U sklopu unutrašnje kontrole treba proveriti sve uslovljene osobine:

- čelične žice, palice i užadi na svakih 20 tona čelika istih dimenzija i porekla sa 5 ispitanih uzoraka,
- čeličnih mreža za ojačanje na 1% od broja dobavljenih mreža sa odgovarajućim brojem uzoraka za pojedinačno ispitivanje,
- čeličnih lukova, koplja i ploča za oplatu na svakih 20 tona čelika sa tri uzorka za ispitivanje.

Predloženi program ispitivanja unutrašnje kontrole kvaliteta za svaki objekat mora da overi nadzor.

Obim ispitivanja spoljnje kontrole kvaliteta određuje nadzor u odnosu 1:4 prema ispitivanjima unutrašnje kontrole.

#### 2.5.2.2.8 Merenje i preuzimanje radova

##### 2.5.2.2.8.1 Merenje radova

Izvedeni radovi se mere u skladu sa postupkom iz opštih tehničkih uslova i izračunavaju u odgovarajućim jedinicama mere.

Sve količine moraju da budu izmerene po stvarno izvršenom obimu i vrsti radova, koji su izvedeni u okviru količina iz projektne dokumentacije.

##### 2.5.2.2.8.2 Preuzimanje radova

Ugrađeni čelik za ojačanje mora da preuzme nadzor po zahtevima i kvalitetu iz ovih tehničkih uslova i u skladu sa opštim tehničkim uslovima. Sve ustanovljene nedostatke po navedenim zahtjevima izvođač je dužan da popravi prije nastavljanja radova.

#### 2.5.2.2.9 Obračun radova

##### 2.5.2.2.9.1 Opšte

Izvršeni radovi obračunavaju se u skladu sa postupkom iz opštih tehničkih uslova.

Količine određene po tački 2.5.2.2.8.1 i preuzete po tački 2.5.2.2.8.2 treba obračunati po ugovorenim jediničnim cenama.

U ugovorenoj jediničnoj ceni sadržani su svi troškovi i sve aktivnosti koje su potrebne za potpuno dovršenje radova. Izvođač nema pravo da zahteva naknadne doplate.

U izuzetnim slučajevima čelik za ojačanje može da bude uključen u jediničnu cenu kubnog metra cementnog betona. Ovakav način obračuna mora da odobri nadzor.

##### 2.5.2.2.9.2 Odbici radi neodgovarajućeg kvaliteta

Ako je urađeni čelik za ojačanje uslovljenog ili odgovarajućeg kvaliteta, pri obračunu radova nema odbitaka za kvalitet.

Ako izvođač ugradi čelik za ojačanje, koji ne odgovara zahtjevima iz tačke 2.5.2.2.4 ovih tehničkih uslova, onda o načinu obračuna odlučuje nadzor. Nadzor ima pravo da odbije prijem celokupno izvedenih radova.

Ako izvođač ne obezbedi zahtevani kvalitet radova po tački 2.5.2.2.6 ovih tehničkih uslova, onda o načinu obračuna odlučuje nadzor.

#### 2.5.3.2.4 Provera kvaliteta izrade

Kvalitet svih upotrebljenih materijala mora da odgovara zahtevima određenim u projektnoj dokumentaciji i u odgovarajućim elaboratima

izvođača (nacrti oplate).

#### 2.5.3.2.5 *Merenje i preuzimanje radova*

##### 2.5.3.2.5.1 *Merenje radova*

Izvršene radove treba meriti u skladu s SRCS, odredba 1.3. tehničkih uslova i izračunati u odgovarajućim jedinicama mere.

Sve količine moraju da budu izmerene po stvarnom izvršenom obimu i vrsti posla koji su bili izvršeni u okviru predračuna u projektnoj dokumentaciji.

##### 2.5.3.2.5.2 *Preuzimanje radova*

Izvršene radove kod konstrukcija mora da preuzme nadzornik prema zahtevima za kvalitet u tim tehničkim uslovima i skladno sa odredbama SRCS 1.3. Sve utvrđene nedostatke prema zahtevima izvođač je dužan da otkloni.

#### 2.5.3.2.6 *Obračun radova*

##### 2.5.3.2.6.1 *Opšte*

Izvršene radove treba obračunati u skladu sa SRCS, poglavlje 1.3 tehničkih uslova.

Preuzete količine treba obračunati prema ugovorenoj jediničnoj ceni.

U jediničnoj ceni iz ugovora moraju da budu obuhvaćene sve usluge potrebne za završetak radova. Izvođač nema prava naknadno da zahteva doplatu.

Odbici zbog nezadovoljavajućeg kvaliteta

##### 2.5.3.2.6.2 *Kvalitet materijala*

Zbog ispoštovanog adekvatnog kvaliteta materijala za rad na skelama u obračunu rada za kvalitet materijala nema odbitaka.

Ako izvođač ugradi materijal koji ne odgovara zahtevima ovih tehničkih uslova, nadzornik odlučuje o načinu obračuna.

##### 2.5.3.2.6.3 *Kvalitet izrade*

Ako izvođač ne garantuje zahtevan kvalitet rada na konstrukcijama, o načinu obračuna odlučuje nadzornik.

## 2.6.2 ZIDARSKI I KAMENOREZAČKI RADOVI

### 2.6.2.9 *Uvodni deo*

Posebni tehnički uslovi za zidarske i kamenorezačke radove obrađuju samo posebne radove za uređenje površine objekata na cestama ili njihovih pojedinačnih delova.

Zidarski i kamenorezački radovi moraju da budu izvedeni na način, u dimenzijama i kvalitetu koji je određen u projektnoj dokumentaciji i u skladu sa ovim tehničkim uslovima.

#### 2.6.2.9.1 *Opis*

Zidarski i kamenorezački radovi obuhvataju nabavku i ugrađivanje svih potrebnih materijala za uređenje i zaštitu površina objekata ili pojedinačnih delova po zahtevima iz projektne dokumentacije.

Osnovni načini uređenja površina objekata su:

- oblaganje i zidanje kamenom, prefabrikovanim elementima od cementnog betona ili odgovarajuće opeke,
- presvlaka sa cementnim ili dekorativnim malterom
- hrapavljenje – štokovanje, rezkarenje
- brušenje.

Način uređenja i zaštita površine mora se detaljno odrediti u projektnoj dokumentaciji. Ako nije, rešenje predlaže izvođač, a potvrđuje nadzorni organ.

Na zahtev nadzornog organa izvođač mora na probnoj površini prethodno dokazati svoju sposobnost u pogledu izvršenja zahtevanog odnosno ponuđenog uređenja površine.

#### 2.6.2.9.2 *Upotrebljeni standardi*

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

EN 771-1

EN 771-3

EN 771-6

EN 772-1

EN 772-18

EN 998-1

EN 998-2

EN 13383-1

### 2.6.2.10 *Osnovni materijali*

Osnovni materijali za zidarske i kamenorezačke radove za uređenje površina objekata na cestama ili pojedinačnih dijelova su:

- prirodni kamen (lomljeni i/ili obrađeni)
- prefabrikovani elementi, obrađeni ili neobrađeni
- puna fasadna opeka
- malter za zidanje ili malterisanje.



**2.6.2.10.1 Kamen**

Za uređenje površina objekata upotrebljava se lomljeni ili obrađeni kamen od eruptivnih (silikatnih) ili sedimentnih (karbonatnih) stena.

**2.6.2.10.2 Prefabrikovani elementi**

Neobrađeni ili obrađeni elementi od lakog ili običnog cementnog betona ili autoklavirani cementno-silikatni proizvodi moraju da odgovaraju uslovima koji su predviđeni u projektnoj dokumentaciji za uređenje površina objekata ili njihovih pojedinačnih delova.

**2.6.2.10.3 Puna fasadna opeka**

Fasadna opeka za oblaganje vidljivih površina objekata mora da odgovara uslovima koji su predviđeni u projektnoj dokumentaciji.

**2.6.2.10.4 Malter za zidanje i malterisanje**

Malter za zidanje kamenom, prefabrikovanim elementima ili fasadnom opekam, za popunjavanje spojeva između navedenih materijala i za malterisanje treba da je sastavljen od odgovarajuće smese peska, cementa, vode i dodataka. Za pripremanje maltera obično se upotrebljava smjesa grubog peska 0/4 mm sastavljena od prirodnih i/ili drobljenih zrna.

Hemijski in drugi dodaci za poboljšanje određenih osobina maltera mogu se upotrebiti, ako su predviđeni u projektnoj dokumentaciji i ako je njihovu upotrebu odobrio nadzorni organ. Kod upotrebe obavezno treba pratiti uputstva proizvođača.

Vrednost količnika v/c u mešavini maltera treba da je manja od 0,7, a količina zraka (mikropora) veća od 10 V.-%.

Za zaštitu maltera mogu da budu upotrebljena tečna hemijska zaštitna sredstva koja obezbeđuju ravnomeran i vodonepropustan film. Upotrebu zaštitnih sredstava treba da odobri nadzorni organ.

**2.6.2.11 Kvalitet materijala****2.6.2.11.1 Kamen**

Kamen za oblaganje odnosno zidanje mora da bude od žilavih, homogenih i stena otpornih na uticaj vremena, vode i soli. Prirodni kamen za zidanje mora da bude usklađen sa zahtevima standarda EN 771-6, a kamen za oblaganje sa zahtjevima standarda EN 13383-1.

Čvrstoća na pritisak mora da bude najmanje 120 MN/m<sup>2</sup>, ako projektnom dokumentacijom nije drukčije određeno.

Veličina pojedinih komada odnosno način obrade mora da se prilagodi zahtevima iz projektne dokumentacije te nameni.

Kamen mora da odgovara zahtevima navedenim u tabeli 2.6.2.1 ako u projektnoj dokumentaciji nije drukčije određeno.

Tabela 2.6.2.1: Zahtevi za kamen za oblaganje

Osobine materijala	Zahtevana vrednost	Postupak za ispitivanje
- kategorija oblika	LT <sub>A</sub>	EN 13383-2
- otpornost na lom	min CS <sub>80</sub>	EN 1962
- otpornost na habanje		EN 1097-1
- peščani vodotoci	M <sub>DE</sub> 10	
- vodotoci	M <sub>DE</sub> 20	
- nema opasnosti habanja	M <sub>DE</sub> 30	
- postojanost na mraz	WA <sub>0,5</sub>	EN 13383-2
- kriterijum upijanja vode	FT <sub>A</sub>	
- kriterijum zamrzavanja		

Proizvođač izvodi kontrolu kvaliteta u skladu sa odredbama standarda, dok od ovlaštenog instituta obezbeđuje sertifikat o kontroli proizvodnje. Proizvođač na osnovu sertifikata dostavlja izjavu o usklađenosti proizvoda.

**2.6.2.11.2 Cementno betonski blokovi**

Cementno betonski blokovi, koji se upotrebljavaju za oblaganje odnosno zidanje, mora da odgovaraju zahtevima standarda EN 771-3. Ako u projektnoj dokumentaciji nije drukčije određeno, onda mora da odgovaraju zahtevima navedenim u tabeli 2.6.2.2.

Tabela 2.6.2.2: Zahtevi za cementno betonske blokove

Osobine materijala	Zahtevana vrednost	Postupak za ispitivanje
- mere i ravnost površine	D3	EN 772-16 i EN 772-20
- čvrstoća na pritisak	kategorija I	EN 772-1
- upijanje vode	primeran za vanjsku upotrebu	EN 772-11

Ako su prefabrikovani elementi proizvedeni od dve vrste cementnog betona (jezgro i površinski sloj), mora da se obezbedi njihova potpuna povezanost.

#### 2.6.2.11.3 Blokovi od kreča i peska

Blokovi napravljeni od kreča i peska koji se upotrebljavaju za oblaganje odnosno zidanje moraju da odgovaraju zahtevima standarda EN 771-2. Ako u projektnoj dokumentaciji nije drukčije određeno, moraju da odgovaraju zahtevima navedenim u tabeli 2.6.2.3.

Tabela 2.6.2.3: Zahtevi za blokove od kreča i peska

Osobine materijala	Zahtevana vrednost	Postupak za ispitivanje
- čvrstoća na pritisak	kategorija I	EN 772-1
- postojanost	postojan	EN 772-18

#### 2.6.2.11.4 Blokovi od opeke

Blokovi od opeke, koji se upotrebljavaju za oblaganje odnosno zidanje moraju da odgovaraju zahtevima standarda EN 771-1. Ako u projektnoj dokumentaciji nije određeno drukčije, moraju da odgovaraju zahtevima, koji su navedeni u tabeli 2.6.2.4.

Tabela 2.6.2.4: Zahtevi za blokove od opeke

Osobine materijala	Zahtevana vrednost	Postupak za ispitivanje
- čvrstoća na pritisak	kategorija I	EN 772-1
- vodotopne soli	S2	EN 772-5
- postojanost	F2	EN 772-18

#### 2.6.2.11.5 Malteri za zidanje

Malter, koji se upotrebljava za zidanje, odnosno oblaganje mora da odgovara zahtevima standarda EN 998-2. Zahteve u pogledu osobina maltera određuje projektant u projektnoj dokumentaciji.

Malter koji se upotrebljava za oblaganje odnosno zidanje objekata na cestama mora da bude deklarisan kao "odgovarajući za oštre uslove upotrebe".

#### 2.6.2.11.6 Malter za malterisanje

Malter, koji se upotrebljava za malterisanje mora da odgovara zahtevima standarda EN 998-1. Zahteve u pogledu osobina maltera određuje projektant u projektnoj dokumentaciji.

Bez obzira na odredbe projektne dokumentacije malter za malterisanje mora

da odgovara karakteristikama navedenim u tabeli 2.6.2.5.

Malter koji se upotrebljava za malterisanje objekata na/uz ceste mora biti dodatno deklarisan u skladu sa standardom kao "primjeran za oštre klimatske uslove".

Tabela 2.6.2.5: Zahtevi za malter za malterisanje

Osobine maltera	Zahtevana vrednost	Postupak za ispitivanje
- čvrstoća na pritisak	min. SC II	EN 1015-11
- adhezija nakon smrzavanja	(deklaracija proizvođača)	EN 1015-21
- kapilarno upijanje vode	min. W 1	EN 1015-18

### 2.6.2.12 Način izvođenja

#### 2.6.2.12.1 Nalazište materijala

Izvođač mora blagovremeno i pre početka izvođenja radova da dostavi nadzoru tehnološki elaborat za sve vrste materijala, koje namerava upotrebiti kod zidarskih i kamenorezačkih radova, da podnese odgovarajuće dokaze o kvalitetu i da dobije saglasnost od nadzornog organa za upotrebu tih materijala.

Sve zahtevane osobine iz tačke 2.6.2.3 moraju da budu obezbeđene. Materijali koji ne ispunjavaju navedene zahteve ne smeju da se upotrebljavaju.

#### 2.6.2.12.2 Deponovanje materijala

Ako izvođač, pre izvođenja zidarskih i kamenorezačkih radova, privremeno deponuje potrebne materijale, za te materijale mora da obezbedi i uredi odgovarajuće prostore. Pri tom treba da uzme u obzir uputstva proizvođača određenog materijala za uskladištenje te uputstva nadzornog organa.

Rezerve svih materijala na deponijama treba da budu takve da obezbede kontinuirano izvođenje radova.

#### 2.6.2.12.3 Proizvodnja i kvalitet maltera za zidanje i malterisanje

Proizvodnja mešavine cementnog maltera treba da bude mašinska i izvedena u odgovarajućoj bazi za pripremu mešavina sa šaržnim načinom rada.

Vreme mešanja i druge radnje od uticaja na kvalitet mora da se izvode na način koji obezbeđuje kompaktnu mešavinu cementnog maltera.

U koliko se radovi izvode na niskim temperaturama (do +2°C) u bazi za proizvodnju maltera moraju da se obezbede uslovi za zagrevanje kamenih materijala i/ili vode do odgovarajuće temperature, odnosno do temperature mešavine svežeg maltera od 5°C do 30°C.

Baza za proizvodnju maltera mora da bude zaštićena od vremenskih uticaja.

U bazi mora da bude obezbeđena mogućnost stalnog vizualnog proveravanja doziranja količina pojedinih materijala za proizvodnju cementnog maltera.

Proizvedeni malter može da bude uskladišten u silosima na bazi za proizvodnju u kraćem vremenskom periodu, ili može odmah da se transportuje na mesto ugradnje.

Izvođač mora probnom proizvodnjom mešavine maltera da proveri prethodni (laboratorijski) sastav u proizvodnji na odgovarajućoj bazi. Prilikom ove probne proizvodnje treba na osnovu ispitivanja ustanoviti stanje uskladištenog materijala i baze za proizvodnju mešavine maltera prema zahtevima ovih tehničkih uslova. Proveravanje obavlja izvođač unutrašnje kontrole kvaliteta po narudžbi izvođača radova.

Nadzorni organ odobrava izvođaču redovnu proizvodnju maltera tek nakon uvida u rezultate probne proizvodnje. Saglasnost za kontinuirani rad uključuje i uslove za lične mešavine maltera i uslove unutrašnje kontrole kvaliteta koji su predviđeni ovim tehničkim uslovima.

Saglasnost za redovnu proizvodnju mešavine maltera mora da obuhvati i zahteve za eventualne dodatne radove.

Ako u toku proizvodnje maltera nastanu bilo kakve promene, izvođač mora da dostavi nadzornom organu predlog promena u pisanom obliku. Ove promene su važeće tek nakon odobrenja nadzornog organa.

#### 2.6.2.12.4 Izvođenje radova

##### 2.6.2.4.4.1 Zidanje i oblaganje

Zidanje i oblaganje zidova

- neobrađenim ili obrađenim lomljenim ili rezanim kamenom,
- prefabrikovanim elementima koji su oblikovani na odgovarajući način,
- odgovarajućom opekom

obavlja se uz upotrebu maltera za zidanje koji povezuje pojedine elemente sa podlogom odnosno povezuje ih međusobno. U vreme visokih temperatura površine zidova moraju da se održavaju u vlažnom stanju najmanje 7 dana u koliko je upotrebljen cementni malter.

Zidanje može da se izvede bez upotrebe maltera (suvo zidanje), ako je takvo zidanje predviđeno projektnom dokumentacijom.

##### 2.6.2.4.4.2 Malterisanje

Površine objekata ili pojedinih delova objekata koje će se malterisati moraju da budu ravne i ravnomerne, prethodno očišćene i nakvašene vodom.

Prekid ugradnje tokom dana treba da bude organizovan tako da spreči pojavu oštećenja.

Ako temperatura vazduha padne ispod +2°C, malterisanje se ne dozvoljava.

Malterisane površine na kojima je predviđena završna obrada glađenjem ili zaribavanjem treba zaštititi kako temperatura cementnog maltera ne bi pala ispod 5° C. Zaštita treba da traje dok malter ne postigne najmanje 50% zahtevane čvrstoće na pritisak.

Malterisane površine treba zaštititi od vremenskih uticaja odmah nakon završne obrade površine. Zaštita može da se izvede špricanjem sa odgovarajućim hemijskim ili drugim zaštitnim sredstvima. Kod ovoga treba da se uzmu u obzir tehničke uslove proizvođača zaštitnih sredstava. Predlog izvođača za zaštitu obrađene površine treba da odobri nadzorni organ.

##### 2.6.2.4.4.3 Glodanje – štokovanje

Površine pojedinih delova objekata mogu da se obrade posebnim alatom (čekići za štokovanje) i/ili glodanjem tako, da postanu hrapave. Kod ovakve obrade površine treba paziti da se površinski sloj cementnog betona ili kamena što manje ošteti. Pojedinačna zrna koja štrče moraju da ostanu dobro povezana sa podlogom.

Štokovane površine treba dobro zaštititi od vremenskih uticaja. Predlog izvođača za

zaštitu obrađene površine mora da odobri nadzorni organ.

#### 2.6.2.4.4.4 Brušenje

Brušenje površina cementnog betona predstavlja meru za druge radove koji su sastavni dio uređenja površine objekata na cestama. Brušenje se izvodi u skladu sa odredbama iz projektne dokumentacije.

Brušena vidljiva površina cementnog betona treba da bude zaštićena od vremenskih uticaja.

#### 2.6.2.13 Kvalitet izvođenja

U toku ugrađivanja izvođač radova mora za potrebe obavljanja unutrašnje kontrole kvaliteta

- da uzme uzorke materijala za oblaganje i zidanje odnosno malterisanje i ispitivanjem odredi osobine prema tački 2.6.2.3 ovih tehničkih uslova,
- da ustanovi sistem zaštite površine i
- da ustanovi kvalitet izgrađene površine objekta ili pojedinog dela (ravnost, visinu).

Unutrašnju kontrolu mora da obavi izvođač ili ovlašćena institucija po narudžbi izvođača radova.

Zahtevane osobine koje su određene u tački 2.6.2.3 ovih tehničkih uslova, predstavljaju granične vrednosti, ako nije drukčije određeno.

Pre obezbeđenja saglasnosti nadzornog organa za predloženi i prikazani način izvođenja radova, izvođač ne sme da počne sa zidarskim i kamenorezačkim radovima.

##### 2.6.2.13.1 Zidanje i oblaganje

Svi materijali za zidanje i oblaganje moraju da budu čvrsti i nakvašeni vodom.

Sloj maltera između elemenata treba da bude debeo najmanje 1 cm. Svi spojevi između elemenata moraju da budu potpuno ispunjeni malterom, a na vidljivoj strani zidova obrađeni prema projektnoj dokumentaciji ili prema odluci nadzornog organa.

Vidljiva površina treba da bude ravna u koliko u projektnoj dokumentaciji nije drukčije određeno. Osim toga na vidljivoj površini treba obezbediti pravilan raspored spojnica.

##### 2.6.2.13.2 Malterisanje

Debljina sloja maltera mora da bude ravnomerna, mora da odgovara debljini iz projektne dokumentacije i mora da ima ravnomernu gustinu.

#### 2.6.2.14 Proveravanje kvalitete izrade

Obim proveravanja kvaliteta, uređenja i zaštite površina objekata ili pojedinih delova u smislu zahteva projektne dokumentacije i ovih tehničkih uslova, odobrava nadzorni organ. Obim ispitivanja treba da je prilagođen specifičnim uslovima rada.

Ispitivanja pojedinih osobina maltera za zidanje i malterisanje (po zahtevima iz tačke 2.6.2.4.3) moraju se izvesti u obimu koji u slučaju potrebe omogućava blagovremeno intervenisanje.

Na primer, ako kvalitet izvedenih radova nije ujednačen, nadzor može da promeni već određeni obim ispitivanja zidarskih i kamenorezačkih radova.

Obim ispitivanja u sklopu nezavisne kontrole kvaliteta, koju za naručioca izvodi ovlašćena institucija, po pravilu se izvodi u omeru 1:4 u odnosu na ispitivanja unutrašnje kontrole.

#### 2.6.2.15 Merenje i preuzimanje radova

##### 2.6.2.15.1 Merenje radova

Izvedeni radovi treba da budu izmereni u skladu sa opštim tehničkim uslovima i izračunati u odgovarajućim jedinicama mera.

Sve količine treba da budu izmerene u stvarno izvedenom obimu i vrsti radova, koji su bili izvedeni u okviru dimenzija odnosno obima iz projektne dokumentacije.

##### 2.6.2.15.2 Preuzimanje radova

Izvedene kamenorezačke i zidarske radove mora da preuzme nadzorni organ po zahtevima za kvalitet iz ovih tehničkih uslova i u skladu sa opštim tehničkim uslovima. Sve ustanovljene nedostatke po ovim zahtevima izvođač mora blagovremeno da otkloni.

#### 2.6.2.16 Obračun radova

##### 2.6.2.16.1 Uopšteno

Izvedeni radovi treba da budu obračunati u skladu sa opštim tehničkim uslovima.

Količine, određene po tački 2.6.2.7.1 i preuzete po tački 2.6.2.7.2 treba obračunati po ugovorenim jediničnim cenama.

U ugovorenu jediničnu cenu moraju da budu uključeni svi radovi i usluge, potrebni za potpuno dovršenje radova. Izvođač nema pravo da naknadno zahteva dodatne obračune.

#### 2.6.2.16.2 Odbici za neodgovarajući kvalitet

##### 2.6.2.4.4.5 Kvalitet materijala

Radi uslovljenog odgovarajućeg kvaliteta materijala za zidarske i kamenorezačke radove, kod obračuna radova nema odbitaka zbog lošeg kvaliteta materijala.

Ako izvođač ugradi materijal, koji ne odgovara zahtevima iz tačke 2.6.2.3 ovih tehničkih uslova, onda o načinu obračuna odlučuje nadzorni organ.

##### 2.6.2.4.4.6 Kvalitet izvođenja

Ako izvođač nije obezbedio zahtevani kvalitet zidarskih i kamenorezačkih radova, o načinu obračuna odlučuje nadzorni organ, koji može u celosti odbiti izvedene radove.

## 2.6.5 HIDROIZOLACIJE

### 2.6.5.1 Uvodni deo

#### 2.6.5.1.1 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 oborinskih voda, slane vode u zimskom periodu i različitih hemijskih i fizikalnih uticaja. Oštećenja u armiranobetonskim i čeličnim konstrukcijama najčešće se pojavljuju radi:

- neodgovarajućeg kvaliteta betona
- male debljine zaštitnog sloja betona iznad armature
- prodora obične i slane vode u beton kroz nastale pukotine
- karbonizacija betona
- neodgovarajuće zaštite protiv korozije
- velike agresivnosti atmosfere zbog prisustva sumpornog oksida, ugljika, azota i drugih uticaja.

Ovi uticaji se u velikoj meri mogu unapred predviđati i uzeti u obzir u toku projektovanju konstrukcije kroz izbor odgovarajućeg sistema hidroizolacijske zaštite.

Način izrade i kvalitet hidroizolacije direktno utiču na upotrebljivost i trajnost konstrukcija u eksploataciji. Različiti i prihvaćeni materijali za hidroizolacije mogu preuzeti specifična

opterećenja, kojima su ispostavljeni, bez posledica 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

Namena ove smernice ogleda se u detaljnijem opisivanju savremenih postupaka za zaptivanje, upotrebom materijala koji mogu obezbediti primernu zaštitu novih objekata i obnovu zaštite objekata koji su duže vremena u upotrebi.

Navedeni postupci najviše odgovaraju za zaptivanje objekata na putevima i obezbeđuju njihovu zaštitu protiv fizikalnih i hemijskih opterećenja radi površinske i podzemne vode i u vodi otopljenih agresivnih tvari.

Smernica se može upotrebiti tako za novo izgrađene objekte kao i za reparacije objekata.

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

#### 2.6.5.1.2 Upotrebljeni standardi

U ovoj smernici upotrebljeni su sledeći produktni 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

#### 2.6.5.1.3 Tumačenje izraza

U ovoj smernici imaju upotrebljeni izrazi sledeća značenja:

**Bitumenska traka** (bitumen waterproofing sheeting, Bitumendichtungsbahn) je traka za izolaciju sa nosivim uloškom koji je prekriven sa 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 hidroizolacionu traku uz ivičnjake na obe strane objekta i koja omogućuje prolaz vode, koja se protiče kroz asfaltne slojeve ili hodnike objekta.

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

**Fuga** (joint, Fuge) je prostor (žljeb) između dva građevinska elementa ili u njima za sprečavanje pojave nekontrolisanih pukotina ili za ujednačavanje promena u dužini zbog uticaja temperature.

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

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

**Izravnavanje sa lopaticom** (leveling with spatula, Kratzspachtelung) predstavlja zapunjavanje 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 zagrijane bitumenske mase za lepljenje ispod trake za izolaciju kako bi se ostvarila dobra veza sa podlogom.

**Liveni asfalt** (gussasphalt, Gussasphalt) je asfaltna mešavina, u vrućem stanju gusto tekuća radi čega je, kod ugrađivanja, ne treba zgusnuti – valjati.

**Masa za lepljenje (lepilo)** (adhesive, Klebstoff) je materija (na bitumenskoj osnovi ili osnovi veštačkih tvari) koja je namenjena za lepljenje trake za zaptivanje na pripremljenu podlogu.

**Masa za zaptivanje** (joint sealing compound, Fugenvergussmasse) je hladna ili vruća tekuća masa bez određenog oblika koja služi za zaptivanje fuga i spojeva zalivanjem, a istovremeno omogućava 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 zapunjavanje udubljenja.

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

**Preklop** (overlapping, Überlappung) znači preklop rubova 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 izravnavanje** (leveling course, Ausgleichschicht) je sloj sa 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, nego su ti elementi povezani sa 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 zagrijavanje podloge i površine bitumenske trake pomoću odgovarajućih gorionika po čitavoj širini, kako bi se stvorili uslovi za odgovarajuće omekšanje bitumenske mase i lepljenje trake na podlogu.

**Zaptivanje – dihtovanje** (seal, Abdichtung) je kombinacija slojeva za zaptivanje podloge. Sastoji se iz osnovnog premaza, premaza za zalevanje ili izravnavanje 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 poboljšati zaptivanje objekta.

#### 2.6.5.1.4 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 se mogu zaštititi:

- po postupku ugrađivanja krutih materijala (tkzv. »bele kade«) i
- sa različitim kombinacijama pretežno elastičnih slojeva za zaptivanje (tkzv. »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 izpostavljeni 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 obezbediti dobar i trajan spoj izolacione trake sa pripremljenom podlogom.

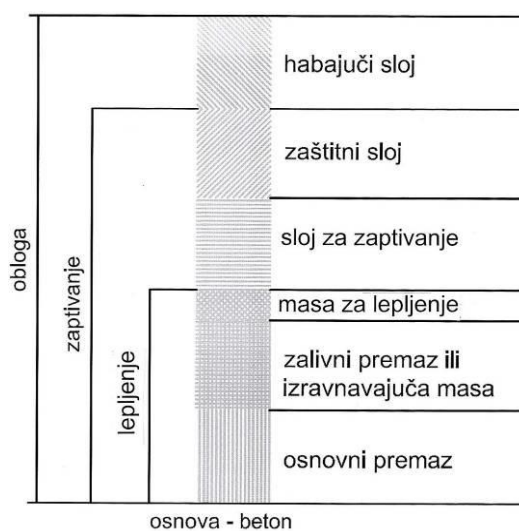
Ispunjenje gore navedenog uslova zahteva izvršenje sledećih predradnji:

- nanos osnovnog premaza
- nanos zalivnog premaza ili nanos izravnavajućeg sloja sa lopaticom

Način zaptivanja objekta na putevima mora se detaljno odrediti u projektu.

Svako zaptivanje objekta na putevima sa lepljenim materijalima-slojevima ("crna kada") po pravilu se sastoji iz slojeva za lepljene, zaptivanje i sloja za zaštitu (slika 2.6.5.1).

Slika 2.6.5.1: Sastav obloge ("crna kada") na objektu



#### 2.6.5.1.5 Osnovni premaz podloge

Na vertikalnim i jako nagnutim površinama gde se voda ne zadržava, izvede se prethodni premaz sa rastvorom bitumenskog veziva, a predstavlja prvi postupak u sklopu zaptivanja. Izrada prethodnog premaza uslovljava i izradu zalivnog premaza ili izravnavanja sa 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 sa u vatri sušenim kremenovim peskom. Po pravilu epoksidni premaz izrađuje se u vremenu, kad temperatura podloge ne raste.

Premaz podloge mora obezbediti zadovoljavajuću vrednost čvrstoće prijanjanja na podlogu a na betonskim objektima i blokadu za vodnu paru.

#### 2.6.5.1.6 Sloj za zaptivanje

Sloj za zaptivanje mora biti izgrađen od materijala koji je sa varenjem, lepljenjem ili prskanjem na sloj za lepljene athezijsko povezan sa podlogom.

Sloj za zaptivanje mora imati sposobnost slediti sva pomeranja objekata.

#### 2.6.5.1.7 Zaštitni sloj

Za zaštitu slojeva za zaptivanje na vodoravnim ili površinama sa malim nagibom treba izvesti zaštitni sloj koji sa lepljenjem obezbeđuje potpunu vezu zaštitnog sloja sa slojem za zaptivanje. Kod površina sa većim nagibom za zaštitu se mogu upotrebiti i materijali koji obezbeđuju potrebnu zaštitu sloja za zaptivanje i sa delomičnim (tačkastim) povezivanjem sa podlogom.

### 2.6.5.2 Osnovni materijali

Upotrebljivost (kvalitet i kompatibilnost) svih materijala, koji su predviđeni za izolaciju objekata na putevima, mora se proveriti kroz odgovarajuća prethodna ispitivanja i dokazati prethodno izdatim certifikatima.

Za sve materijale moraju se obezbediti uputstva proizvođača sa tačnim opisom načina njihove upotrebe.

#### 2.6.5.2.1 Vrste materijala

Svi materijali koji se upotrebljavaju za zaptivanje objekata moraju biti proizvedeni sa bitumenskim vezivom ili od veštačkih organskih tvari. Za određene slojeve, u sklopu izolacije objekata, mogu se upotrebiti i neki drugi materijali.

#### 2.6.2.4.4.9 Materijali sa bitumenskim vezivom

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

- za slojeve koji služe za prijanjanje
- za osnovni premaz: rastvori bitumenskih veziva
- za zalivni premaz ili za izravnavanje sa lopaticom: modificirana 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
  - modificirana 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 modificirana bitumenska veziva.

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

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

Pre upotrebe potrebno je, kod oba postupaka izvesti prethodni premaz sa odgovarajućim bitumenskim vezivom.

#### 2.6.2.4.4.10 Materijali od veštačkih organskih tvari

Materijali od veštačkih organskih tvari mogu se upotrebiti 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 izravnavanje sa lopaticom: tekući polimeri (reakcijske - epoksidne smole) sa odgovarajućim dodacima
- za slojeve za zaptivanje:
  - tekući polimeri za prskanje
  - polimerne folije (za lepljene)
- za delomično zaštitne slojeve (ili za slojeve razdvajanja kod plivajućih izolacija):
  - polimerna drenažna tkanina
  - drenažno pletivo
- za zaptivanje spojeva
  - reakcijske organske mase.

#### 2.6.2.4.4.11 Ostali materijali

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

Zaštitni slojevi za zaptivanje objekata ili delova objekata koji se nalaze u nasipu, mogu se izvesti od cementnog maltera ili betona koji su pripremljeni na osnovu odgovarajuće recepture.

Za zaštitu sloja za zaptivanje vertikalnih betonskih površina mogu se upotrebiti različiti građevinski materijali, npr. drvene ploče, opeka, stiropor, stirodur, pluta, idr.



### 2.6.5.3 Kvalitet materijala

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

#### 2.6.5.3.1 Materijali sa bitumenskim vezivom

##### 2.6.5.3.1.1 Bitumenska emulzija

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

Tehnički uslovi za osobine kationskih emulzija iz bitumena za kolovoze navedeni su u tabeli 2.6.5.1.

Tabela 2.6.5.1: 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 umešavanja 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
Ostanak na situ: - 0,5 mm - 0,16 mm	EN 1429	m.-% m.-%	≤ 0,2 ≤ 0,5	≤ 0,5 -	- -	- -
Ostanak na situ 0,5 mm (posle 7 dana uskladištenja)	EN 1429	m.-%	≤ 0,2	≤ 0,5	-	-
Sleganje (7 dana uskladištenja)	EN 12847	m.-%	≤ 10	-	-	-
Adhezivnost	EN 13614	% površine	≥ 90	-	-	-

Za osnovni premaz mogu se upotrebiti i anionske bitumenske emulzije, ako je to predviđeno u projektu ili to odobri nadzorni organ.

##### 2.6.5.3.1.2 Sa 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 produkt hemijske reakcije bitumena i na visoku temperaturu otpornog polimera – elastomera.

Tehnički uslovi za polimerima modifikovana bitumenska veziva navedeni su u tabeli 2.6.5.2.

Tabela 2.6.5.2: Tehnički uslovi za svojstva sa polimerima modifikovanih bitumenskih veziva

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 <sup>2</sup>	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 <sup>2</sup>	novosti	≥ 3	≥ 2	≥ 1	-	-	-	-	-	-
	Vialit klatno	EN 13566	J/cm <sup>2</sup>	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 izravnavanje sa lopaticom, a čine sastavni deo sistema za zaptivanje objekta.

### 2.6.5.3.1.3 Bitumenska masa za lepljene

Osobine bitumenske mase za lepljene izolacione trake (po vrućem postupku) na podlogu, moraju odgovarati zahtevima koji su navedeni u tabeli 2.6.5.3.

Tabela 2.6.5.3: Tehnički uslovi za svojstva bitumenskih masa za lepljenje

Svojstvo bitumenske mase za lepljene	Jedinica mere	Zahtevana vrednost	Propis za ispitivanje
Udeo punjenja	m.-%	0	EN 12697-1
Udeo pepela, najviše	m.-%	2	EN 12692-1
Tačka razmekšanja 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 kod 50 °C, najmanje	N/mm <sup>2</sup>	0,8	
Specifična deformacija potiskivanja kod 50 °C	%	navesti	RVS 15.362

### 2.6.5.3.1.4 Bitumenska traka

Potrebne osobine bitumenskih traka za varenje i lepljene, koje se upotrebljavaju za zaptivanje horizontalnih i malo nagnutih površina, navedene su u tabelama 2.6.5.4 i 2.6.5.5.

Potrebne osobine bitumenskih traka za varenje, koje se upotrebljavaju za zaptivanje vertikalnih ili jako nagnutih površina, navedene su u tabeli 2.6.5.6.

Tabela 2.6.5.4: Tehnički uslovi za svojstva bitumenskih traka

Način izrade	Zahtevana vrednost			Propis za ispitivanje
	Postupak sa lepljenjem		Postupak sa varenjem	
	Debljina trake mm	Sadržaj bitumenskog veziva g/m <sup>2</sup>	Debljina trake mm	
Sa jednom trakom, najmanje	3,0	2000	4,5	DIN 52123
Sa dve trake, najmanje	3,0	2000	3,6	
Bandažiranje, najmanje	2,0	1600	2,0	

Tabela 2.6.5.5: Tehnički uslovi za svojstva bitumenskih traka za horizontalne izolacije (EN 14695)

Svojstvo bitumenske trake	Jedinica mere	Zahtevana vrednost	Propis za ispitivanje
Postojanost kod -5°C(savijanje oko trna sa r=30 mm)	-	postojan	EN 1109
Postojanost kod 90° C, 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 <sup>2</sup> N/mm <sup>2</sup>	0.8 0.8	RVS 15362
Bitumenska masa za traku: - tačka razmekšavanja: 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 <sup>2</sup> 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 2.6.5.6: 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:			EN 12311-1
- nosač od staklenog voala: najmanje	N	300/200	
- nosač od poliesterskog polipropilenskog filca: najmanje	N	300/300	EN 12311-1
Izduženje kod trganja:			
- nosač od staklenog voala: najmanje	%	2	
- nosač od poliesterskog polipropilenskog filca: najmanje	%	30	EN 12311-1
Debljina trake: najmanje	mm	3,6	EN 1849
Propusnost vode	kPa	60	EN 1928

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

Površina bitumenske trake mora biti homogena, suha, bez primesa i pukotina i zaštićena na odgovarajući način sa polietilenskom folijom ili posipanjem sa sitnim kamenim zrnima.

Odstupanje prosečne debljine bitumenske trake od propisane ne sme biti veće od ±0,3 mm.

Bitumenska traka za zaptivanje ima širinu 1000 mm, rubovi trebaju biti ravni. Najveće dozvoljeno odstupanje širine iznosi ±10 mm. Ako se izolacija izvodi sa preklapanjem bitumenskih traka, traka mora imati oblik

klina barem po jednom uzdužnom rubu. Širina klina iznosi od 80 do 100 mm.

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

#### 2.6.5.3.1.5 Tekući polimer za prskanje

Potrebne osobine tekućih polimera za prskanje koji se upotrebljavaju za zaptivanje horizontalnih i malo nagnutih površina, navedene su u tabeli 2.6.5.7.

Tekuća polimerna membrana nanosi se prskanjem u dva sloja koji moraju svaki posebno imati debljinu najmanje 1 mm a ukupna debljina nesme biti manja od 2 mm. Materijali za ta dva sloja trebaju biti različito obojeni zbog olakšanja kontrole nanošenja.

Kod nanošenja treba pratiti vremenske uslove koje propiše proizvođač materijala.

Tabela 2.6.5.7: Tehnički uslovi za tekuće polimere za prskanje

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

#### 2.6.5.3.1.1 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.

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

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

Asfaltna mešavina skeletnog mastiks asfalta mora u svemu odgovarati 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 promet) mora biti dubina penetracije (5

cm<sup>2</sup>, 40° C, 30 min., 525 N) nakon 30 minuta 1 do 2,5 mm, i za sledećih 30 minuta najviše još 0,4 mm.

#### 2.6.5.3.1.2 Bitumenska masa za ispunu spojeva

Osobine trajnoelastične bitumenske mase za ispunjavanje spojeva na graničnim površinama različitih materijala u oblogi konstrukcije i bližnjih elemenata, određene su u tabeli 2.6.5.8.

#### 2.6.5.3.1.3 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 biti slične osobinama mase za ispunjavanje spojeva navedenim u tabeli 2.6.5.8 osim osobina iz alineja 1 i 2 koje se, na ovim trakama, ne mogu proveriti.

Tabela 2.6.5.8: Tehnički uslovi za svojstva bitumenskih masa za ispunjavanje spojeva (EN 14188-1)

Svojstva bitumenske mase	Jedinica mere	Zahtevana vrednost	Propis za ispitivanje
Sposobnost zalijevanja pri 180° C	-	dobra	ZTV TL biffug 82
Temperatura zalijevanja	°C	navesti	
Tačka razmekšanja mase po PK, najmanje	°C	85	EN 1427
Konusna penetracija pri 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 pregrijavanja, najviše	mm	5	EN 13880-5
Promena tačke razmekšanja 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 toplini po Nüsselu pri 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 razmekšanje (150° C, 30 min.), najviše	%	5	EN 13399

#### 2.6.5.3.1.6 Bitumenski premaz za zaptivanje površine

Za premaz i zaptivanje površine habajućeg sloja asfaltbetona upotrebljavaju se:

- bitumenske emulzije
- sa polimerima modificirana bitumenska veziva
- bitumenske mase za lepljenje.

Osobine navedenih materijala mora da odgovaraju zahtevima iz tabela 2.6.5.1, 2.6.5.2 i 2.6.5.3.

#### 2.6.5.3.2 Materijali od veštačkih organskih tvari

##### 2.6.5.3.2.1 Reakcijske (epoksidne) smole

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

Reakcijska smola izrađena na bazi epoksidnih smola mora odgovarati zahtevima koji su navedeni u tabeli 2.6.5.9.

Sastav epoksidne smole treba da se odredi sa IR analizom. Karakteristike osnovne

komponente i učvršćivača, ekstrakta i reakcijske smole treba odrediti sa prethodnim ispitivanjima, a rezultati služe kao osnova za daljne proveravanje identičnosti.

#### 2.6.5.3.2.2 Polimerna folija

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

#### 2.6.5.3.2.3 Drenažne tkanine

Osobine drenažnog pletiva za delimično zaštićene ili odvojene slojeve treba da su određene u projektu. Po pravilu treba uzeti u

obzir osnovne podatke o pletivu koje nudi proizvođač.

Osobine drenažnih tkanina treba da odgovaraju vrednostima koje su navedene u tabeli 2.6.5.10.

#### 2.6.5.3.2.4 Pesak za posipanje

Pesak za posipanje osnovnog premaza sa epoksidnom smolom mora da ima osobine koje se zahtevaju u tabeli 2.6.5.11, 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 2.6.5.9: 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 <sup>3</sup>	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 tvari koje ne isparavaju, najmanje	m.- %	98	
Upijanje vode u očvrslom stanju, najviše	m.- %	2,5	
Postojanost na vrućini (silikonsko ulje), najmanje	°C	250	
Sila prijanjanja nakon ispitivanja na vrućini, najmanje	N/mm <sup>2</sup>	1,5	
Postojanost kod uskladištenja, najmanje	godina	1	

Tabela 2.6.5.10: 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 <sup>2</sup>	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 / uzdužna i poprečna), najmanje	N/50	150	200	250	DIN 53857/2
Izduženje pri maksimalnoj sili zatezanja, najmanje	mm <sup>-1</sup>	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 gorske vode *4	-		Otporna nije topiva		
Propusnost za vodu, najmanje	l/dm <sup>2</sup> /min	60	60	60	Darcy

Legenda:

\*1 za neojačane iglane drenažne tkanine N/100 mm

\*2 za drenažne tkanine za tunele najmanje 800 N, ako je podloga iz brizganog betona

\*3 za tunele

\*4 poliolefinske drenažne tkanine odgovaraju zahtevima

Tabela 2.6.5.11: 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	

### 2.6.2.1



#### 2.6.5.4 Izvođenje radova

##### 2.6.5.4.1 Općenito

Osnovni cilj kvalitetnog zaptivanja – izoliranja objekta u svim fazama izgradnje i upotrebe jeste obezbeđenje kvalitetnog i neštetnog odvođenja površinske i procedne vode od objekta.

Po pravilu se zaptivanje objekta izvodi samo u ugodnim vremenskim prilikama. Granične vrednosti ne smeju biti 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 dokazati prikladnost postupka koji treba da obezbedi kvalitet izvedenog zaptivanja – izoliranja objekta. Mora proveriti uputstva proizvođača za upotrebu materijala, odnosno ustanoviti da isti nisu u suprotnosti sa osnovnim zahtevima koji su određeni u ovoj smernici. Ova uputstva moraju biti uvek na raspolaganju na gradilištu.

Pre početka izvođenja radova na zaptivanju – ugrađivanju hidroizolacije, beton mora biti star najmanje 21 dan. Kod izvođenja radova na opravci ograničenog obima, beton mora biti star najmanje 7 dana. Ako uputstva proizvođača dopuštaju izvođenje radova na zaptivanju – polaganju hidroizolacije na površinama koje nemaju propisanu starost prema posebno pripremljenom postupku, onda taj postupak mora biti proveren u sličnim uslovima koji su predviđeni za izvođenje radova.

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

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

Po hidroizolacionom sloju dozvoljeno je hodanje 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 se dozvoljava saobraćaj sa vozilima samo za potrebe ugrađivanja habajućeg sloja, koji treba ugraditi što pre.

Ako se mora odvijati saobraćaj po zaštitnom sloju duže vremena, treba ovaj sloj 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 biti međusobno zamaknuti.

Za zgušnjavanje asfaltnih mešavina zaštitnih i habajućih slojeva na objektima dozvoljena je upotreba oscilacijskih i statičkih valjaka. Svi radovi u vezi sa zaptivanjem – ugrađivanjem hidroizolacije moraju voditi stručno osposobljeni kadrovi sa proverenim znanjem.

##### 2.6.5.4.2 Način izrade

###### 2.6.5.4.2.1 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 sa usisivačima ili komprimiranim vazduhom. Sva zrna koja nisu dobro povezana, treba odstraniti. Mrlje od ulja treba očistiti, odstraniti zaprljane delove betona ili dodatnih maltera sa mehaničkim alatima, peskarenjem ili vodenim mlazom pod visokim pritiskom. Sa ovim postupcima istovremeno se obezbeđuje propisana hrapavost bez oštih rubova.

Dubina hrapavosti površine betona, koja se postiže sa peskarenjem, mora iznositi:

- 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 sa epoksidnom smolom i posuti sa kvarcnim peskom (veličina zrna 0,5/1 mm), a veće neravnine prethodno popraviti sa drugim

odgovarajućim materijalom (npr. epoksidnim malterom).

Površina betona mora biti, pre ugrađivanja hidroizolacije, suha. Može biti delimično vlažna, ako se za osnovni premaz upotrebljavaju materijali koji garantuju prijanjanje sa vlažnom podlogom.

Vlažnost površine betona određuje se gravimetrično sa bušenim sondama dubine 2 cm, merenjem električne provodnosti ili drugim proverenim metodama. Dopusštena vlažnost površine betona iznosi 4 %.

Samo informativno i u izuzetnim slučajevima može se vlažnost odrediti i pomoću upijajućeg papira ili papira od novina. Na ovakvom papiru, koji se pritisne na površinu betona, ne smiju ostati tragovi upijanja vode. Vlažnost se može ustanoviti i sa lokalnim

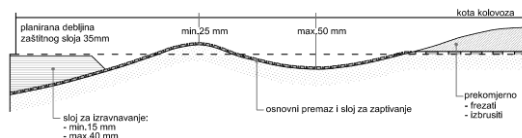
zagrijavanjem površine betona pomoću suhog zraka pošto zagrijana suha površina ima svetliju boju.

Površina betona na objektu mora biti što ravnija. Merenja sa 4 m dugom letvom mogu imati sledeća odstupanja:

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

Za poboljšanje ravnosti površine, može se ugraditi izravnavajući sloj, ali samo iznad izolacije.

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



Slika 2.6.5.2: Način izravnavanja i obezbeđenja graničnih vrednosti debljine zaštitnog sloja

Odstupanja visina površine betona između 15 i 40 mm ispod projektovane kote treba popraviti sa odgovarajućim izravnavajućim slojem epoksidnog ili mikroarmiranog cementog maltera. Ako su ovakva odstupanja na površini u manjem obimu onda se dozvoljava ručno ugrađivanje izravnavajućeg asfalta, neposredno na sloj izolacije (sl. 2.6.5.2).

Način izvođenja potrebnog izravnavanja 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 biti najmanje 1,5 N/mm<sup>2</sup> (pojedinačna vrednost najmanje 1 N/mm<sup>2</sup>), tako da je obezbeđena čvrsta i trajna veza sa nadograđenim slojem.

#### 2.6.5.4.2.2 Priprema čelične podloge

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

Površina mora biti sa peskarenjem ili sačmarenjem očišćena do metalnog sjaja. Finoća peskarene površine mora se kretati 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). Peskarena površina mora biti čista, bez masnoće i drugih zagađenja i suva. Peskarena površina sme, pre nanosa prethodnog premaza, stajati otvorena najviše 4 sata (relativna vlažnost vazduha ne sme prelaziti 75%).

Pripremljena podloga preuzima se zapisnički, zapisnik potpišu izvođač i nadzorni organ.

#### 2.6.5.4.3 Osnovni premaz

##### 2.6.5.4.3.1 Osnovni premaz sa reakcijskim smolama

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

Ovaj se premaz ne može izvoditi 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° C
- ako je temperatura površine podloge iznad +40° C
- ako temperatura brzo raste ili opada

Temperatura površine podloge mora biti najmanje 3° K iznad temperature rosišća.

Više komponentne reakcijske smole treba mešati po uputstvima proizvođača. Promena materijala ili njihovog sastava i omera mešanja nije dozvoljena, ako u uputstvima nije drukčije određeno.

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

Pripremljenu podlogu površine betona treba sa jednim ili više premaza sa epoksidnom smolom, zasititi (zapuniti pukotine). Prvi sloj se nanosi po uputstvima proizvođača (sa četkom, valjkom, prskanjem). Smolu količine 300 do 500 g/m<sup>2</sup> treba ravnomerno rasporediti po površini bez lokvi. Sveža površina smole pospe se sa kvarcnim peskom krupnoće zrna 0,5/1,2 mm, izuzetno 0,2/0,7 mm, u količini 1,5 do 2 kg/m<sup>2</sup>.

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

Ako postoji mogućnost ispostavljanja unutrašnjih površina betona agresivnom delovanju vode, onda i te površine treba zaštititi sa premazom iz reakcijskih smola i posipanjem sa kvarcnim peskom.

Spojevi osnovnih premaza pojedinačnih slojeva moraju se izvesti stepenasto, u ravnoj liniji i međusobno zamaknuti za 10 cm.

Srednja vrednost otpornosti na kidanje pripremljene i sa reakcijskim smolama obrađene površine betona mora iznositi najmanje 1,5 N/mm<sup>2</sup>. Lom mora nastupiti u betonskoj podlozi.

Dubina hrapavosti površine koja je premazana sa reakcijskim smolama i posipana sa kvarcnim peskom ne sme biti veća od 1,5 mm.

#### 2.6.5.4.3.2 Osnovni premaz sa bitumenskim vezivima

Kod izrade hidroizolacije objekata mogu se u određenim uslovima, za osnovni premaz upotrebiti 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, u glavnom na objektima, gde je kao zaštitni sloj upotrebljen cementni beton.

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

Ako se bitumenski rastvor upotrebljava u vrućem stanju, onda se nanosi sa brizganjem.

Temperatura površine podloge u vreme nanosa mora biti najmanje +5° C.

Samo u izuzetnim slučajevima i uz prethodno odobrenje nadzornog organa može se upotrebiti nestabilna bitumenska emulzija.

Treba izbegavati nanos osnovnog premaza u ranim jutarnjim satima.

Dubina hrapavosti podloge na koju se nanosi osnovni premaz iz bitumenskog veziva, zalivni premaz ili izravnavanje, mora iznositi najmanje 0,6 mm.

#### 2.6.5.4.3.3 Zalivni premaz

Zalivni premaz predstavlja dodatni sloj epoksidne smole debljine 0,3 do 0,5 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.

#### 2.6.5.4.3.4 Izravnavanje sa lopaticom

Za izravnavanje sa lopaticom obično se upotrebljava epoksidni malter.

Izravnavanje se izvodi na sveži osnovni premaz (sa epoksidnom smolom), a sa odobrenjem nadzornog organa može se u izuzetnim slučajevima upotrebiti i na stvrdnutom osnovnom premazu.

Epoksidni malter sa lopaticom poravna se po površini sa čime se ispunjavaju udubljene hrapave površine betona. Karakteristike ovako pripremljene površine su slične površinama na kojima su nanoseni osnovni premazi. Izravnate površine posipa se sa

kvarcnim peskom granulacije 0,5/1 mm bez prekida.

Ako se za izolaciju upotrebljavaju bitumenske trake, onda se za izravnavanje mogu upotrebiti odgovarajući vrući bitumenski materijali. Najviše se upotrebljava bitumenska masa za lepljenje. Sa upotrebom mase za lepljenje smanjuje se ovisnost nastavljanja izvođenja radova na izradi hidroizolacije od vremenskih uslova. Potrošnja mase iznosi 1,5 do 2 kg/m<sup>2</sup>.

Masa za izravnavanje ne sme se prekrivati na spojevima.

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

#### 2.6.5.4.4 Izolacijski slojevi

Za izolacijski sloj mogu se upotrebiti:

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

Za vezane (lepljene) izolacijske slojeve odnosno za vezu izolacijskog sloja sa slojevima za lepljenje može se pojaviti potreba za upotrebom dodatnog sloja za lepljenje. Postupak izrade ovog sloja naveden je u uputstvima proizvođača. Za ovaj dodatni sloj potrošnja iznosi oko 250 g/m<sup>2</sup>.

Za nevezane (plivajuće) vertikalne ili kose izolacijske slojeve mogu se, kod mostova, upotrebiti glatke ne lepljene ili polimerne folije sa čepovima.

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

#### 2.6.5.4.4.1 Bitumenska traka

Sa varenom ili lepljenom bitumenskom trakom može se izvesti

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

Bitumenske trake između pojedinih elemenata, obično se ugrađuju uzdužno prilepljene za lepilnu masu koja se nalazi na osnovnom premazu iz bitumenskog veziva. U

područje kolovoza moraju prelaziti minimalno 20 cm sa čime se obezbeđuje kvalitetan spoj sa trakama gornje izolacije. Trake treba privremeno zaštititi od mehaničkih oštećenja npr. sa bitumenskom krovnom lepenkom koja se, pre ugrađivanja zaštitnog sloja, udalji.

Mehaničke osobine bitumenskih traka za izolaciju koje se ugrađuje između elemenata delomično mogu odstupati od zahtevanih vrednosti koje su date u tabeli 2.6.5.6.

Za gornje zaptivanje sa pojedinačnim bitumenskim trakama upotrebljava se postupak varenja na podlogu.

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

Ako se bitumenske trake ugrađuju kao gornje na osnovni premaz iz bitumenskog veziva ili na izravnavanje sa lopaticom napravljeno iz bitumenskih lepilnih masa, onda to izravnavanje mora biti suho.

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

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

- na uzdužnim rubovima
- stanjenim najmanje 8 cm
- normalnim najmanje 10 cm
- na poprečnim rubovima najmanje 10 cm

Kod čeonog spajanja, trake mogu biti razdvojene do 10 mm.

Poprečni spoj traka mora biti zamaknut najmanje 50 cm.

Čeonog 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 sa plastičnom folijom, istu treba pre ugrađivanja udaljiti ako je debljina veća od 0,05 mm.

Poravnate bitumenske trake treba naviti na tulce – valjke koji imaju odgovarajuću masu.

U toku ponovnog razvijanja bitumenske trake se zagrijavaju po čitavoj širini (uz pomoć više gorionika ili odgovarajućeg izvora toplote), a

bitumensku masu ispod trake treba grijanjem rastopiti. Temperaturu izvora topline i udaljenost izvora topline od trake i osnovne mase (gorionici na nosivoj pokretnoj konstrukciji) treba prilagoditi trenutnim vremenskim uslovima (temperatura, vetar).

Ako se bitumenske trake vare na sloj iz reakcijske smole onda temperatura zagrijavanja površine podloge ne sme biti viša od 250° C.

Osnovne uslove za zagrijavanje bitumenskih traka, koje se vare, određuje proizvođač. Upotreba pojedinačnih gorionika za zagrijavanje može se primeniti samo u izuzetnim slučajevima uz odobrenje nadzornog organa.

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

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

Neposredno nakon razmotavanja potrebno je traku pritisnuti uz podlogu da se po čitavoj širini prilepi, a iz spoja odstrani vazduh.

Bitumensku masu, koja na rubovima isteče ili je bila istisnuta, treba ravnomerno izravnati uz sam spoj. Veću količinu istisnute mase treba odstraniti. Ako u području spoja nije istisnuta masa i ako je na određenim mestima ostala praznina, onda se ta mesta moraju dodatno podliti.

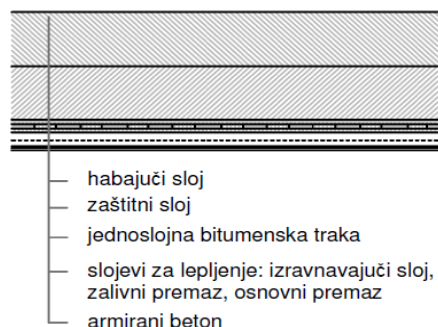
Prodiranje bitumenske mase, na području čelnih spojeva, u nadgrađene asfaltne slojeve treba sprečiti sa pokrivanjem spoja u širini cca 20 cm sa trakom za bandažiranje. Ova se traka prilepi na podlogu pomoću dodatnog zagrijavanja područja spoja.

Čvrstoća prianjanja bitumenskih traka mora biti najmanje 0,8 N/mm<sup>2</sup> za prosečnu

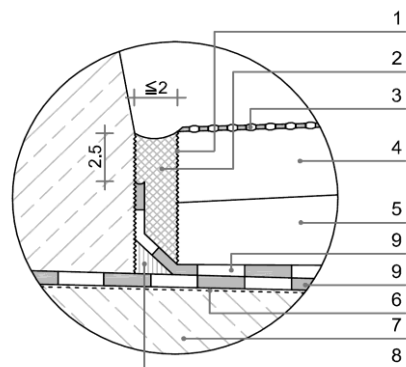
vrednost tri uzorka, odnosno najmanje 0,4 N/mm<sup>2</sup> za pojedinačna ispitivanja.

Na slici 2.6.5.3 prikazana je hidroizolacija sa jednom bitumenskom trakom, a na slikama 2.6.5.4 i 2.6.5.5 prikazana je obrada i zaptivanje spoja hidroizolacija i slojeva asfalta sa ivičnjacima.

Slika 2.6.5.3: Hidroizolacija konstrukcije sa jednom bitumenskom trakom



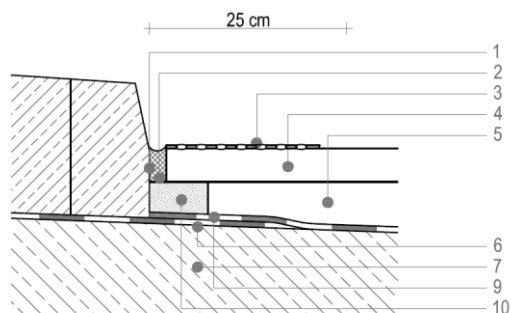
Slika 2.6.5.4: Detalj obrade spoja uz ivičnjak



**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, izravnaje sa lopaticom
- 7 – armiranobetonska konstrukcija
- 8 – zaobljenje ivice sa bitumenskom masom ili cementnim malterom
- 9 – bitumenska traka

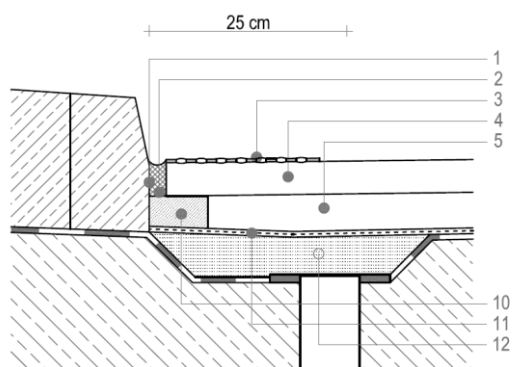
Slika 2.6.5.5: Hidroizolacija konstrukcije uz rub kolovoza

**Legenda:**

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

Na slikama 2.6.5.6 i 2.6.5.7 pregledno je prikazana hidroizolacija uz otvore za oticanje vode, a na slici 2.6.5.8 dat je detaljniji prikaz. Uzdužni drenažni žleb mora obezbediti odvajanje ukupne procedne vode koja dospeva do hidroizolacije u području ivičnjaka ili elementa ograde i istu odvesti u sistem odvodnjavanja objekta.

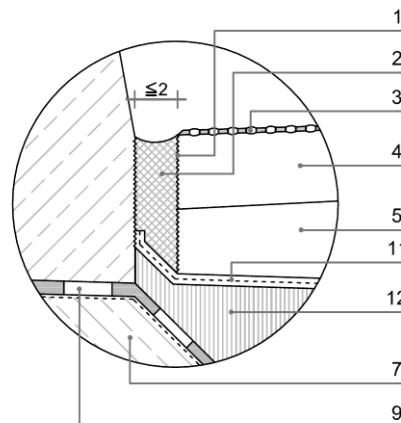
Slika 2.6.5.6: Hidroizolacija oko otvora za oticanje vode

**Legenda:**

- 1 – osnovni premaz
- 2 – masa za zaptivanje – ispunjena spoja
- 3 – premaz za zatvaranje 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 2.6.5.7: Detalj izolacije uz ivičnjak i otvor za oticanje vode

**Legenda:**

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

#### 2.6.5.4.4.2 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/m<sup>2</sup> što zavisi od hrapavosti površine.

Po pravilu ovakvo zaptivanje nanosi se u više slojeva (približno 1 kg/m<sup>2</sup> za jedan sloj) na pripremljenu podlogu sloja za lepljenje, a onda se izvrši njeno ojačanje sa tkaninama ili mrežama iz veštački vlakana ili metala. Ovo ojačanje treba da se postavi pre nanošenja završnog brizganog sloja za zaptivanje.

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

#### 2.6.5.4.4.3 Prskana polimerna membrana

Prskana polimerna membrana može da se upotrebi za zaptivanje tako horizontalne kao i vertikalne površine. Može da se nanosi u jednom ili u dva koraka. U tom slučaju drugi je nanos, zbog olakšane kontrole nanošenja, različito obojen. Na površinu polimerne membrane nanosi se toplotno aktiviran kontaktni nanos, koji osigurava dobru vezu sa odabranim asfaltnim zaštitnim slojem.

#### 2.6.5.4.5 Zaštitni slojevi

Za zaštitne slojeve vodoravnih ili malo nagnutih hidroizolacija najviše se upotrebljavaju mešavine asfalt betona, skeletnog mastiks asfalta ili livenog asfalta. U određenim uslovima može se upotrebiti i cementni beton.

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

Za zaštitu hidroizolacije sa većim nagibom treba upotrebiti druge odgovarajuće materijale, npr. filc, stiropor, stirodur, čepaste plastične folije, drvene ploče, opeka idr.

Za zaštitu izolacije na vertikalnim betonskim površinama, kod okvirnih objekata, treba upotrebiti materijal koji sprečava bilo kakva mehanička oštećenja izolacije.

Za vreme dovoza materijala za zaštitni sloj treba paziti da vozila ne oštete hidroizolaciju.

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

#### 2.6.5.4.5.1 Asfaltni zaštitni slojevi

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

Vrsta asfaltne mešavine za zaštitni sloj mora da je određena u projektu.

Debljina zaštitnoga sloja ne sme da je tanja od 2,5 cm i ne deblja od 5 cm (slika 9.12.3.2). Sva udubljenja na sloju za zaptivanje veća od 5 cm treba izravnati sa odgovarajućom asfaltnom mešavinom za izravnavanje sa debljinom slojeva od 1,5 do 4 cm.

Kod mašinskog ugrađivanja asfaltne mešavine za zaštitne slojeve po pravilu upotrebljavaju se finišeri sa točkovima. Ako se upotrebljavaju finišeri sa gusenicama,

onda sloj za zaptivanje treba prethodno zaštititi.

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

U toku ugrađivanja zaštitnog sloja ne sme doći do utiskivanja bitumenske mešavine iz sloja za zaptivanje u zaštitni sloj koja bi mogla štetno uticati na osobine zaštitnog sloja. Osim toga ne sme doći do pomicanja pojedinih slojeva za zaptivanje.

Zaštitni sloj treba ugraditi što pre po ugrađivanju sloja za zaptivanje. Temperatura asfaltne mešavine ne sme prelaziti vrednost  $160^\circ \text{C}$ , a temperatura livenog asfalta  $250^\circ \text{C}$ . Postepeno zagrijavanje izolacije postiže se pravilnim ugrađivanjem mešavine zaštitnog sloja. Prvo se razastre manja količina, a odmah nakon toga preostali deo. Na ovaj način se obezbeđuje da bitumenske trake ne budu preko mere zagrijane.

Vruća asfaltna mešavina može se zadržavati ispred ravnjače finišera 1 do 3 minute što zavisi od temperature okoline. Ovo pravilo važi i kod zaustavljanje finišera. Brzina ugrađivanja sa finišerom ne sme biti manja od 2 m/min.

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

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

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

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

Ako je zaštitni sloj izveden iz livenog asfalta na koji se ugrađuje habajući sloj iz asfaltbetona ili skeletnog mastiks asfalta, onda se na površinu zaštitnog sloja mora utisnuti približno  $1 \text{ kg/m}^2$  drobljenog materijala zrnivosti 2/4 mm ili 4/8 mm koji prethodno mora biti obavijen sa vezivom.

#### 2.6.5.4.5.2 Drugi zaštitni slojevi

Način ugrađivanja drugih materijala za zaštitne slojeve treba prilagoditi njihovim osobinama. Pre svega treba obezbediti sigurnost sloja za zaptivanje protiv oštećenja u toku ugrađivanja zaštitnog sloja.

#### 2.6.5.4.6 Habajući slojevi

Habajući slojevi na objektima u sklopu konstrukcije zaptivanja moraju obezbediti iste uslove za vožnju kao na ostalom kolovozu radi čega se i grade iz sličnih materijala.

Kod ugrađivanja habajućih slojeva na objektima treba uzeti u obzir ograničenu upotrebu strojeva za zbijanje pomoću vibracija. U svemu drugom su uslovi za ugrađivanje slični kao na površinama izvan objekta.

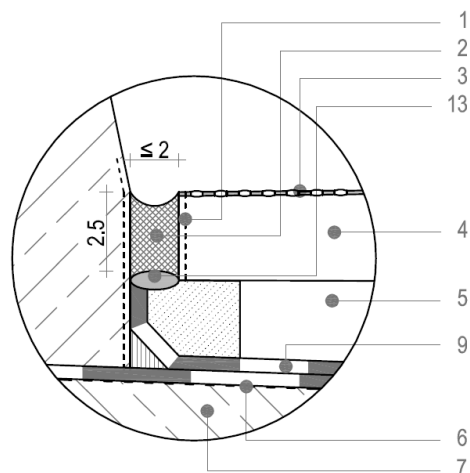
#### 2.6.5.4.7 Izolacija graničnih površina – spojeva

Zaptivanje mora biti povezano sa graničnim površinama ostalih konstruktivnih elemenata. Radi toga na tim graničnim površinama treba obezbediti odgovarajuće rege – fuge širine 15 do 20 mm koje se zapune sa odgovarajućim bitumenskim masama ili drugim materijalom za zaptivanje. Širina fuga mora se odrediti u projektu, a dubina zalivanja mora se izvesti 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 zapuniti fugu uz zaštitni sloj sa bitumenskom masom za zaptivanje spojeva na čitavoj visini. Fugu uz habajući sloj treba zapuniti sa bitumenskom masom nekoliko mm iznad habajućeg sloja. Radi toga se, u određenim uslovima, do visine 2,5 cm ispod površine habajućeg sloja može ugraditi odgovarajući uložak za zaptivanje (npr. traka iz profilirane gume, slika 9.12.3.8). Ove trake se ne ugrađuju na prometnim površinama.

Pre ugrađivanje mase za zaptivanje spojeva, sve površine u fugi – regi moraju biti suhe i čiste i premazane sa odgovarajućim materijalom za osnovni premaz. Zaštita ivičnjaka sa osnovnim premazom ili masom za zaptivanje spojeva mora biti najmanje 2 cm iznad kote habajućeg sloja.

Slika 9.12.3.8: Detalj zaptivanja uz ivičnjak sa uloškom



Legenda:

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

Eventualno zagrijavanje bitumenske mase koja se upotrebljava za zalivanje treba obavljati u posebnim kazanima prema uputstvu proizvođača. Dozvoljavaju se ponovna zagrijavanja mase pod uslovom da ne izgubi osobine i zahteve koji su navedeni u tabeli 9.12.3.7.

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

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

Granične vodoravne površine na habajućem sloju uz fugu koje su popunjene sa masom za zaptivanje spojeva treba premazati sa masom za zatvaranje površine u širini ca 25 cm od ivičnjaka (slika 9.12.3.5). Za ovu zaštitu najviše se upotrebljava masa za izravnanje sa lopaticom koju treba naneti na osnovni premaz iz bitumenske emulzije ili bitumenske mase za lepljenje. Dodatni premaz iz modificiranog bitumenskog veziva (1 do 1,5 kg/m<sup>2</sup>) i posipanje sa peskom (granulacije 2/4 mm, do 2,5 kg/m<sup>2</sup>) mora obezbediti potpuno zaptivanje navedene površine.



### 2.6.5.5 Kvalitet izrade

#### 2.6.5.5.1 Opšte

Pre početka upotrebe svih materijala, strojeva i alata od kojih zavisi kvalitet zaptivanja objekta, treba proveriti njihovu ispravnost i podobnost koja će garantovati kvalitet izvedenih radova.

Pored opštih i posebnih tehničkih uslova koje propisuje naručilac, treba uzeti u obzir i sve uslove koje su propisali proizvođači osnovnih materijala, strojeva i alata. Uslovljena probna ispitivanja koja mora obezbediti izvođač su:

- prethodna ispitivanja upotrebljivosti
- unutrašnja kontrolna ispitivanja
- nezavisna kontrolna ispitivanja

Za ispitivanja asfaltnih mešavina za zaštitne i habajuće slojeve u celosti važe odredbe koje se primenjuju za ispitivanje kod kolovoznih konstrukcija izvan objekata.

#### 2.6.5.5.2 Vrsta i obim ispitivanja

Pre početka izvođenja radova izvođač mora za sve materijale koje će pri izradi zaptivanja upotrebljavati, priložiti odgovarajuće dokaze o kvalitetu, koje je izdala ovlašćena institucija.

Minimalni obim kontrolnih ispitivanja materijala naveden je u tabeli 9.12.3.11.

Pre početka radova izvođač je dužan dostaviti naručiocu na overu recepture za asfaltnu mešavinu zaštitnog i habajućeg sloja, te rezultate dokaza kvalitetnog ugrađivanja asfaltnih mešavina.

U toku izvođenja radova mora se obaviti unutrašnja kontrola kvaliteta i nezavisna (vanjska) kontrola kvaliteta. Minimalni obim ovih ispitivanja dat je u tabeli 9.12.3.12. Na osnovu rezultata ovih ispitivanja, nadzorni organ može promeniti obim ispitivanja.

Izvođač mora voditi detaljan pregled vremenskih uslova za vreme izvođenja radova i oduzimanja uzoraka.

Izvođač može nastaviti sa radom koji je predviđen u sklopu sledeće faze tek nakon overe nadzornog organa, da su radovi iz prethodne faze primljeni.

#### 2.6.5.5.3 Prethodna ispitivanja

Prethodnim ispitivanjima treba u prethodnom postupku dokazati upotrebljivost materijala koji su predviđeni u projektu i popisu radova.

Upotrebljivost građevinskih materijala i postupaka mora dokazati izvođač radova sa važećim certifikatom koji izdaje ovlašćena institucija. Izvođač mora priložiti dokaz i predati ga naručiocu pre početka radova. Dokaz mora ispunjavati sve osobine koje su navedene u tačkama 9.12.3.3 i 9.12.3.4.2.

Izvođač ne može upotrebljavati materijale pre nego dobije saglasnost naručioca.

Troškove prethodnih ispitivanja za dokazivanje upotrebljivosti materijala i postupaka snosi proizvođač ili izvođač.

### 2.6.5.6 Proveravanje kvaliteta izvođenja radova

#### 2.6.5.6.1 Unutrašnja kontrola kvaliteta

Ispitivanja u toku građenja mora izvoditi osposobljeni izvođač radova ili ovlašćena institucija koju je odabrao izvođač. Sa unutrašnjom kontrolom kvaliteta dokazuje se kvalitet upotrebljenih materijala i izvršenih radova shodno dogovorenim uslovima iz ugovora.

Obim unutrašnjih ispitivanja mora se, za sve materijale i postupke, odrediti sa programom, koji je sastavni dio ugovora.

Rezultate unutrašnjih ispitivanja mora izvođač redovno dostavljati naručiocu ili institutu koji izvodi nezavisnu kontrolu kvaliteta. U slučaju da izvođač ustanovi odstupanja od zahtevanog kvaliteta, mora odmah preduzeti odgovarajuće mere.

U zavisnosti od postupka izvođenja zaptivanja, izvođač mora izvršiti unutrašnja ispitivanja:

kod materijala:

- proveriti otpremnice i oznake na ambalaži (broj sarže)
- stanje i uskladištenje ambalaže i njenog sadržaja prema uputstvima za izvođenje
- mešanje u propisanom omeru sa
- odgovarajućom opremom za mešanje do potpune homogenosti
- rok upotrebe odnosno datum proizvodnje i dozvoljeno trajanje uskladištenja
- eventualno dodavanje drugih materijala
- mineralni dodaci i zrna za posipanje u pogledu sastava, veličine i vlažnosti

kod izvođenja:

- vanjske uslove odnosno temperaturu vazduha, podloge, materijala, rosišće i relativnu vlažnost zraka toliko dugo, da na hidroizolaciju više ne može uticati, ili najmanje dva puta dnevno
- vlažnost površine podloge armirano betonske konstrukcije
- čvrstoću prijanjanja površine pripremljene podloge (za betonsku i za čeličnu površinu)
- izgled kvaliteta obrađene površine

- postupak nanošenja reakcijske smole odnosno bitumenskog veziva za osnovni premaz u odnosu na propisani način
- poštivanje vremena obrade
- izgled površine pojedinačnog sloja u pogledu homogenosti, pokrivanja i neodgovarajućih mesta
- poštivanje propisanog vremena čekanja
- stanje izvedenog osnovnog premaza, izravnjanja sa lopaticom i eventualnih slojeva za lepljenje pre nastavka radova u odnosu na uslove iz ugovora
- obim i položaj osnovnog premaza te potrošnju materijala
- dubinu hrapavosti obrađene površine
- debljinu sloja hidroizolacije u toku izvođenja
- sadržaj pora u hidroizolacionom sloju
- čvrstoću prianjanja hidroizolacije
- stanje sloja za lepljenje
- čvrstoću prianjanja varenih bitumenskih traka
- kvalitet lepljene hidroizolacije sa podlogom, te eventualne mehure i udubljenja ispod hidroizolacije ili zaštitnog sloja livenog asfalta
- temperaturu prilikom ugrađivanja zaštitnog sloja
- posipanje u pogledu vrste i količine zrna kao i izbor pravog trenutka za posipanje;

Izvođač mora priložiti odgovarajuće dokaze za kvalitet materijala i izvođenje radova na zaptivanju za sve upotrebene materijale i postupke za svaki objekat.

Svi troškovi unutrašnje kontrole kvaliteta materijala i postupaka u okviru ugovorenih odredbi padaju na teret izvođača.

#### 2.6.5.6.2 Nezavisna kontrola kvaliteta

Nezavisnu kontrolu kvaliteta u pravilu izvodi ovlašćena institucija.

Nezavisna kontrola kvaliteta služi nadziranju pravilnog izvođenja unutrašnjih ispitivanja, ugrađivanja materijala i izvedenih radova u odnosu na odredbe iz ugovora. Rezultati nezavisne kontrole kvaliteta čine osnovu za preuzimanje izvedenih radova.

Oduzimanje uzoraka i ispitivanja na gradilištu moraju se izvoditi uz prisustvo izvođača radova i naručioca. U koliko uredno pozvani predstavnik izvođača nije prisutan, onda se

uzimanje i ispitivanje uzoraka može izvršiti i bez njega. Izvođač je obavezan pružiti svu potrebnu pomoć kod uzimanja uzoraka i izvođenja nezavisne kontrole kvaliteta.

Ako je kod izvođenja unutrašnjih ispitivanja hidroizolacije prisutan predstavnik naručioca, onda naručilac može ta ispitivanja smatrati kao nezavisna ispitivanja. Od svih upotrebljenih materijala treba uzeti posebne uzorke (u odvojenoj ambalaži) za eventualna naknadna proveravanja.

Svaki oduzeti uzorak mora se evidentirati i pažljivo čuvati. Nakon izvođenja zaptivanja i ugrađivanja zaštitnog sloja livenog asfalta potrebno je, sa kontrolnim uzorcima proveriti ima li neslepljenih mesta sa prisustvom šupljina i mehura.

Sve troškove nezavisne kontrole kvaliteta u okviru ugovora u celosti snosi naručilac.

Troškove za eventualna dodatna kontrolna ispitivanja, koje može zatražiti naručilac ili izvođač, snosi naručilac ispitivanja odnosno izvođač, ako rezultati nisu dali pozitivne rezultate.

Tabela 2.6.5.11: Minimalni obim nezavisne kontrole kvaliteta materijala za zaptivanje

Vrsta materijala	Ispitivanja na količinu
bitumenska veziva i emulzije modifikovano	iz svake šarže
bitumensko vezivo	iz svake šarže
bitumenska masa za lepljenje	iz svake šarže
bitumenske trake	iz svake šarže
bitumenska masa za zaptivanje spojeva	iz svake šarže
bitumenska traka za zaptivanje spojeva	1000 m
epoksidna smola	iz svake šarže
pesak za posipanje	20 t
tekući polimer za brizganje	iz svake šarže
polimerna folija	10.000 m <sup>2</sup>
filterska folija	10.000 m <sup>2</sup>

Tabela 2.6.5.12: Minimalni obim unutrašnje i nezavisne kontrole kvaliteta u toku izvođenja radova na zaptivanju i zaštitnim slojevima

Vrsta provere	Na količinu	
	Unutrašnja ispitivanja	Nezavisna ispitivanja

<b>Površina podloge:</b>		
- pregled stanja	250 m <sup>2</sup>	1 x dnevno
- merenja: ravnosti	250 m <sup>2</sup>	-
dubine hrapavosti	250 m <sup>2</sup>	1 x dnevno
čvrstoća prijanjanja	250 m <sup>2</sup>	-
<b>Slojevi za lepljenje:</b>		
- vremenski uslovi	u toku rada	-
- osobine premaza sa reakcijskom smolom	500 m <sup>2</sup>	2.000 m <sup>2</sup>
- osobine bitumenskog veziva	-	za saržu
- količina premaza sa bitumenskim vezivom	250 m <sup>2</sup>	1 x dnevno
<b>Slojevi za zaptivanje:</b>		
<b>Bitumenska traka</b>		
- vremenski uslovi	u toku rada	-
- osobine bitumenskih traka	2.000 m <sup>2</sup>	za saržu
- osobine bitumenske mase za lepljenje	2.000 m <sup>2</sup>	za saržu
- način ugrađivanja traka	u toku rada	1 x dnevno
- količina bitumenske mase za lepljenje	2.000 m <sup>2</sup>	1 x na objekat
- merenja čvrstoće prijanjanja		3 x na objekat
<b>Sa polimerom modifikovani bitumen:</b>		
- vremenski uslovi	u toku rada	-
- osobine s polimerom modifikovanog bitumena	2.000 m <sup>2</sup>	1 x na objekat
- debljina sloja	1.000 m <sup>2</sup>	2.000 m <sup>2</sup>
<b>Zaštitni i habajući slojevi asfaltbetona i skeletnog mastiks asfalta:</b>		
- vremenski uslovi	svaki dan	-
- osobine asfaltne mešavine	1x na obj./1.000 m <sup>2</sup>	1 x na obj./2.000 m <sup>2</sup>
- debljina sloja	1.000 m <sup>2</sup>	2.000 m <sup>2</sup>
- zbijenost sloja	100 m <sup>2</sup>	-
<b>Zaštitni i habajući slojevi iz livenog asfalta:</b>		
- osobina asfaltne mešavine	svaki kotao	1 x na obj./1.000 m <sup>2</sup>
- debljina sloja	1.000 m <sup>2</sup>	2.000 m <sup>2</sup>

### 2.6.5.6.3 Ocena kvaliteta

Nakon završetka pojedinih faza rada ili ukupnih radova potrebno je izvesti statističke analize rezultata unutrašnje i nezavisne kontrole kvaliteta:

- svih ulaznih osnovnih materijala i asfaltnih mešavina,
- ugrađenih zaptivanja i zaštitnih slojeva,
- asfaltna mešavina zaštitnog i habajućeg sloja

Statističke analize rezultata kontrolnih ispitivanja po pravilu pripremaju izvođači unutrašnje i nezavisne kontrole, svak za svoj dio. Upoređenje rezultata statističkih analiza predstavlja osnovu za ocenu skladnosti i kvaliteta, odnosno donošenja eventualnih mera za korekcije.

Ocenu skladnosti rezultata nezavisne kontrole kvaliteta sa svim zahtevima po pravilu priprema ovlašćena institucija.

## 2.6.5.7 Merenje i preuzimanje radova

### 2.6.5.7.1 Merenje radova

Izvršeni radovi se mere u skladu sa opštim tehničkim uslovima, proračunati u kvadratnim metrima.

Sve količine izvedenih radova treba izmeriti i izračunati prema stvarno izvršenom obimu i uporediti sa merama i količinama iz projekta.

Nadzorni organ preuzima izvedeno zaptivanje u skladu sa zahtevima ove smernice i eventualnim dodatnim zahtevima koji su predmet ugovorne dokumentacije za izvođenje radova.

Ako se, kod preuzimanja radova, ustanove nedostaci ili nisu ispunjeni minimalni zahtevi u pogledu kvaliteta izvođač radova mora otkloniti nedostatke pre nego što nastavi sa radovima. Nedostatke treba otkloniti o svom trošku, a isti sačinjavaju i sve troškove dodatnih merenja i ispitivanja koje treba izvesti po izvedenim radovima.

### 2.6.5.7.2 Preuzimanje radova

Ugrađeno zaptivanje preuzima nadzorna služba investitora (u nastavku teksta »nadzorni organ«), na osnovu pismenog obaveštenja izvođača o završetku radova.

Izvođač mora blagovremeno predočiti sve podatke i izveštaje unutrašnje kontrole kvaliteta, te završni izveštaj o kvalitetu izdat od strane ovlašćene institucije za obavljanje nezavisne kontrole kvaliteta.

Radove koji nisu zadovoljili kvalitet, odnosno nisu izvedeni u skladu sa zahtevima ove smernice i uslova iz projekta, a isti su predmet ugovora, izvođač ne može obračunati i naplatiti, ako iste nije popravio prema zahtevima nadzornog organa. U ovakvim slučajevima Investitor može produžiti garantni rok za sve radove koji nisu popravljeni za najmanje 5 godina.

## 2.6.5.8 Obračun radova

Izvedene radove treba obračunati u skladu sa opštim tehničkim uslovima.

Količine određene i preuzete u skladu sa opštim tehničkim uslovima treba obračunati po ugovorenim jediničnim cenama.

U ugovorenoj jediničnoj ceni uključeni su svi troškovi i aktivnosti koji su potrebni za dovršenje radova. Izvođač nema pravo zahtevati naknadne doplate