

REPUBLIKA SRBIJA  
PROJEKAT REHABILITACIJE TRANSPORTA

**PRIRUČNIK ZA PROJEKTOVANJE  
PUTEVA U REPUBLICI SRBIJI**

**11. PROJEKTOVANJE TUNELA**

**11.4 KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE I ODVODNJAVANJE  
TUNELA**

**BEOGRAD, 2012.**

---

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

**Izdanja:**

<b>Br.</b>	<b>Datum</b>	<b>Opis dopuna i promena</b>
1	30.04.2012.	Početno izdanje

**SADRŽAJ**

<b>11.4.1</b>	<b>KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE U TUNELU .....</b>	<b>1</b>
11.4.1.1	UVODNI DEO .....	1
11.4.1.1.1	Opšte.....	1
11.4.1.1.2	Terminologija .....	1
11.4.1.2	ASFALTNE KONSTRUKCIJE .....	2
11.4.1.2.1	Opšte.....	2
11.4.1.2.2	Karakteristike kolovozne konstrukcije.....	3
11.4.1.3	KONSTRUKCIJE OD CEMENTNOG BETONA .....	5
11.4.1.3.1	Opšte.....	5
11.4.1.3.2	Karakteristike kolovozne konstrukcije.....	5
11.4.1.4	KVALITET IZGRAĐENE VOZNE POVRŠINE.....	7
11.4.1.4.1	Ravnost.....	7
11.4.1.4.2	Sposobnost trenja .....	7
<b>11.4.2</b>	<b>ODVODNJAVANJE TUNELA .....</b>	<b>7</b>
11.4.2.1	UVODNI DEO .....	7
11.4.2.2	ODVODNJAVANJE KOLOVOZA .....	7
11.4.2.3	ODVODNJAVANJE VODE IZ STENSKE MASE.....	8



## 11.4.1 KOLOVOZNE KONSTRUKCIJE U TUNELU

### 11.4.1.1 Uvodni deo

#### 11.4.1.1.1 Opšte

Kolovozne konstrukcije u tunelima, galerijama i natkrivenim usecima po pravilu su izložene

- većim saobraćajnim opterećenjima nego na otvorenoj trasi, zbog kanalisanog saobraćaja koji je uslovljen specifičnim uslovima u tim objektima, ili
- manjim opterećenjima koje uslovljavaju klimatski uslovi (temperature, padavine i dr).

Kolovozne konstrukcije mogu biti izgrađene sa

- asfaltnim (elastičnim) ili
- cementno-betonskim (krutim) zastorom i potrebnim vezanim nosećim slojevima (sa bitumenskim vezivom ili cementom).

Direktiva Evropskog parlamenta i Saveta (br. 2004/54/ES) o minimalnim bezbednosnim uslovima za tunele (primenjuje se za tunele duže od 500 m) ne propisuje sastav kolovozne konstrukcije, ali postavlja uslov da mora da se obezbedi dovoljna otpornost

**Asfaltna kolovozna konstrukcija** (asphalt pavement) je deo stabilizovane saobraćajne površine sa asfaltnim zastorom; vrsta ostalih nosećih slojeva u kolovoznoj konstrukciji nije određena.

**Asfaltni noseći sloj** (asphalt base) je sloj kolovozne konstrukcije od bituminizirane mešavine ugrađen kao vezani gornji noseći sloj (u jednom ili više slojeva) ili kao vezani donji noseći sloj (bitumenska stabilizacija mešavine kamenih zrna).

**Asfaltni zastor** (asphalt surfacing) je površinski deo kolovozne konstrukcije i sastoji se od habajućeg sloja i veznog (vezanog gornjeg nosećeg) sloja od bituminizirane (asfaltne) mešavine.

kolovozne konstrukcije na urušavanje u slučaju požara.

U smernicama pojedinih država za izgradnju tunela je određeno da se uslovi primenjuju samo za tunele duže od 80 m (npr. u Austriji RVS 9.232: 2005 i Nemačkoj RABT: 2006).

Podloga kolovoznih konstrukcija u tunelima, galerijama i natkrivenim usecima, mora da ima ravnomernu i dobru nosivost (vrednost deformaconog modula  $E_{v2} > 60 \text{ MN/m}^2$ ) i da obezbeđuje adekvatno odvodnjavanje planuma.

S obzirom na specifične uslove za očuvanje tokom životnog veka kolovozne konstrukcije, asfaltna konstrukcija treba da se dimenzionišu na najmanje 20 godina, a cementno-betonske konstrukcije na najmanje 30 godina, i to za tri karakteristične vrste saobraćajnog opterećenja: teško, srednje i nisko.

#### 11.4.1.1.2 Terminologija

Stručni izrazi upotrebljeni u ovim smernicama u sklopu razmatranja kolovoznih konstrukcija imaju sledeće značenje

**Asphalt pavement** (asfaltna kolovozna konstrukcija) is part of stabilized traffic surface with asphalt surfacing; type of other bearing layers in pavement structure is not determined.

**Asphalt base** (Asfaltni noseći sloj) is pavement structure layer made of bituminous mixture that is built as a bound upper load bearing layer (in one or multiple layers) or as a bound lower load bearing layer (bituminized stabilization of mixture).

**Asphalt surfacing** (asfaltni zastor) is surface layer of pavement structure and consists of wearing coat and binding (binding upper load bearing) layer of bitumenized (asphalt) mixture.

**Nazivno osovinsko opterećenje (NOO)** (nominal axle load) je (standardno, nominalno) opterećenje jednostruke osovine vozila od 100 kN, koje se prenosi duplim točkovima (4 x 25 kN) na voznu površinu; određeno je kao osnova za upoređivanje uticaja različitih osovinskih opterećenja.

**Nevezana mešavina (agregat mineralnog porekla)** (unbound mixture (mineral aggregate)) je oznaka za zrnasti materijal, uobičajeno određenog granulometrijskog sastava, pre svega upotrebljavan za donje noseće slojeve u kolovoznim konstrukcijama.

**Rok trajanja kolovozne konstrukcije** (pavement life time) je projektno vreme odgovarajuće upotrebljivosti saobraćajne površine u odnosu na sigurnost, udobnost i ekonomičnost vožnje.

**Saobraćajno opterećenje** (traffic loading) je opterećenje izraženo preko broja vozila (PGDS-prosečan godišnji dnevni saobraćaj) ili preko broja prelaza nazivnog (nominalnog) osovinskog opterećenja od 100 kN, koje će proći kroz izabrani poprečni presek puta u definisanom periodu trajanja.

**Spojnic**a (joint) je prostor (žleb) na kontaktu između dva građevinska elementa ili u njima, za sprečavanje pojave nekontrolisanih pukotina ili za ujednačavanje promena u dužini zbog uticaja temperature.

**Stabilizacija** (stabilization) je postupak kod koga se mešanjem veziva i vode sa postojećim materijalom, te uz odgovarajuće zbijanje pripremljene mešavine, trajno povećava otpornost ugrađene mešavine na uticaj saobraćajnog opterećenja, kao i na uticaj štetnih klimatskih i hidroloških uticaja.

**Nominal axial load** (nazivno osovinsko opterećenje (NOO)) is (standard, nominal) load of single axis of vehicle of 100 kN, transferred by double wheels (4 x 25 kN) to driving surface; it is determined as a base for comparing influences of various axial loads.

**Unbound mixture (mineral aggregate)** (nevezana mešavina (agregat mineralnog porekla)) is a mixture of grainy material, commonly with a specific granulometric composition, mostly utilized for lower bearing layers in pavement structures.

**Pavement life time** (rok trajanja kolovozne konstrukcije) is designed period of adequate serviceability of traffic surface compared to safety, driving comfort and cost-efficiency.

**Traffic loading** (saobraćajno opterećenje) is load expressed as number of vehicles (AADT – annual average daily traffic) or as number of crossings of rated (nominal) axial load of 100 kN which will pass through selected cross section of the road in a defined period of time.

**Joint** (spojnica) is space (gutter) on joint between two construction elements or within them, for preventing uncontrolled cracks or for equalizing length changes due to temperature actions.

**Stabilization** (stabilizacija) is procedure where by mixing binding agent and water with existing material and by applying appropriate compaction to prepared mixture, the resistance of built-in mixture to traffic load, as well as to adverse climate and hydrological impact is permanently increased.

odlučujuće utiče procena prednosti i nedostataka.

#### 11.4.1.2 Asfaltne konstrukcije

##### 11.4.1.2.1 Opšte

U pojedinim državama sa dugogodišnjom tradicijom u izgradnji asfaltnih konstrukcija u tunelima je postavljeno ograničenje za dužinu tunela (npr. u Austriji prema RVS 9.261 na 1000 m), dok u drugim to nije slučaj (npr. u Nemačkoj). Međutim, u pojedinim državama se u tunelima po pravilu prvenstveno grade asfaltne konstrukcije (npr. u Francuskoj i Italiji, delimično u Švajcarskoj, a u poslednje vreme i u Nemačkoj). Na izbor načina izvođenja

Prednosti asfaltne konstrukcije su pre svega sledeće:

- brže izvođenje i mogućnost upotrebe bez odlaganja (praktično odmah može da se koristi),
- popravke su jednostavnije, jeftinije i brže izvodljive,
- početna investicija je manja.

A nedostaci asfaltne konstrukcije su:

- veći troškovi za očuvanje upotrebljivosti kolovoza = kraći životni vek,
- veći troškovi rasvete (oprema i potrošnja energije),

- manja otpornost u slučaju velikog požara.

#### 11.4.1.2.2 Karakteristike kolovozne konstrukcije

##### Struktura

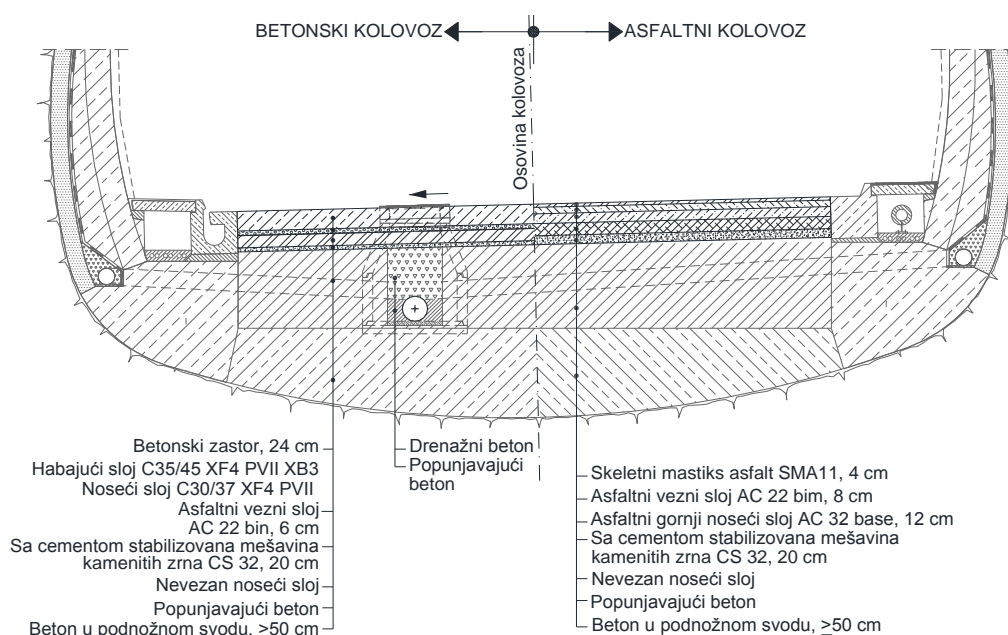
Struktura asfaltnih kolovoznih konstrukcija za tunele, galerije i natkrivene useke u osnovi zavisi od projektovanih saobraćajnih opterećenja (tabela 11.4.1). Slično je uslovljena u tunelima sa lučnim dnom i ispunom od cementnog betona, sa podnom pločom ili bez nje. U poslednjem slučaju

treba da se obezbedi odgovarajuće oblikovan i zaptiven planum temeljnog tla (iskopa) takođe i zbog nesmetanog odvodnjavanja (slike 11.4.1 i 11.4.2).

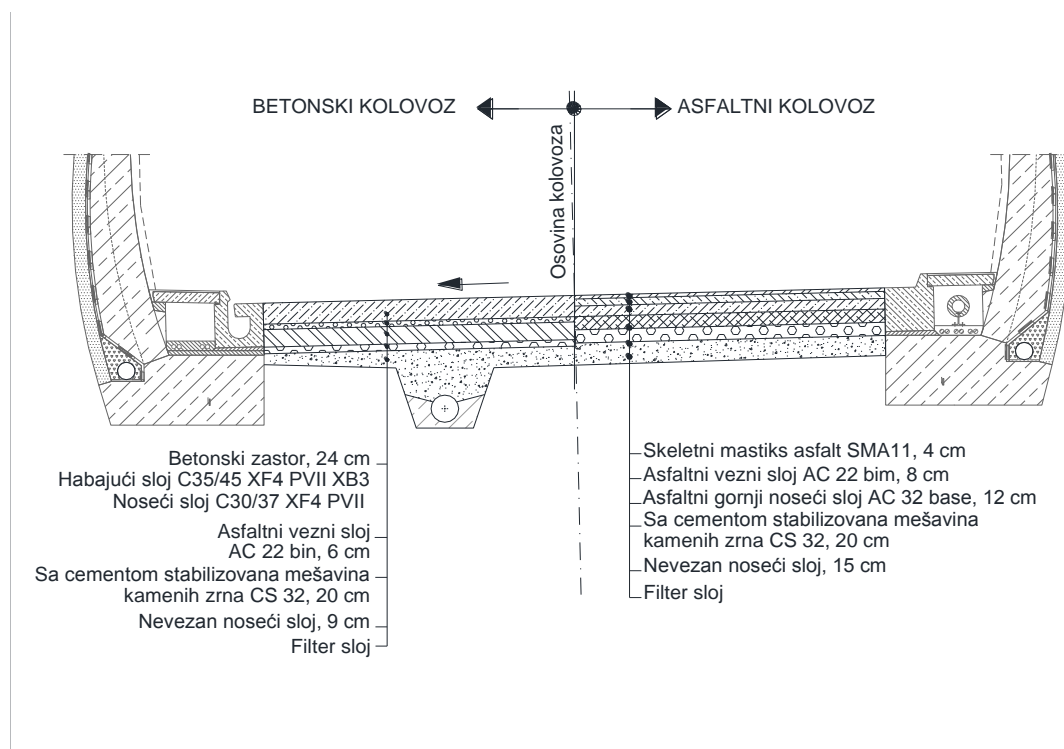
Postupak za određivanje saobraćajnih opterećenja, tj. broja prelaza nominalnog osovinskog opterećenja od 100 kN, detaljno je određen u okviru priručnika za projektovanje, smernica 8.3.2 Saobraćajno opterećenje.

Tabela 11.4.1. Osnovna struktura asfaltnih kolovoznih konstrukcija u tunelima, galerijama i natkrivenim usecima

Vrsta sloja	Saobraćajno opterećenje		
	Teško do izuzetno teško (NOO > 2 x 10 <sup>6</sup> )	Srednje (NOO od 6 x 10 <sup>5</sup> do 2 x 10 <sup>6</sup> )	Vrlo lako do lako (NOO < 2 x 10 <sup>5</sup> )
	Debljina sloja (cm)		
Habajući	4	4	4
Vežni	8	7	6
<b>Noseći:</b>			
Vežani gornji	12	10	8
Vežani donji	15	15	-
Nevezani	20	20	35



Slika 11.4.1. Presek kolovozne konstrukcije sa asfaltnim ili cementno-betonskim kolovozom u tunelu sa lučnim dnom



Slika 11.4.2: Presek kolovozne konstrukcije sa asfaltnim ili cementno-betonskim kolovozom u tunelu na planumu iskopa u stenskoj masi

Asfaltna kolovozna konstrukcija mora da bude izgrađena kao neprekinuta traka. Tehnološko uslovljeni prekidi i spojevi sa drugim elementima (šahtovi, ivičnjaci) moraju da budu adekvatno zaptiveni.

#### Materijali

Karakteristike svih planiranih bitumeniziranih smesa u asfaltnim kolovoznim konstrukcijama moraju da odgovaraju zahtevima koji su određeni u Posebnim tehničkim uslovima, SRCS tč. 2.4 kolovozne konstrukcije, poglavlje:

- 2.4.1 Nevezani noseći slojevi,
- 2.4.2 Donji vezani noseći slojevi,
- 2.4.3 Asfaltni gornji noseći, vezni i habajući slojevi.

Za asfaltna habajuća slojeva su prikladne bitumenizirane smese bitumenskog betona (AC surf) i skeletnog mastiks asfalta (SMA), za asfaltna vezna slojeva bitumenizirana smesa drobljenog kamenog materijala (AC bin), a za asfaltna gornja noseća slojeva

bitumenizirana smesa drobljenog kamenog materijala (AC base).

Za donje vezane noseće slojeve su prikladne smese drobljenog kamenog materijala koje su stabilizovane bitumenskim vezivom ili cementom.

Za nevezane noseće slojeve po pravilu treba da se upotrebi smesa drobljenog kamenog materijala koja obezbeđuje adekvatnu propusnost za vodu. Za odvođenje vode sa planuma podloge mora da se obezbedi potreban nagib i drenaža odnosno centralni sistem za odvodnjavanje (kanalizacija).

Svi spojevi ugrađenih asfaltnih slojeva sa drugim uređajima (šahtovi, ivičnjaci) moraju da budu dobro zaptiveni sa odgovarajućom bitumenskom smesom (prema EN 14188-1) ili bitumenskom trakom za zaptivanje (prema EN 14188-3).



### 11.4.1.3 Konstrukcije od cementnog betona

#### 11.4.1.3.1 Opšte

Izvođenje konstrukcija od cementnog betona u tunelima je u većini zemalja ograničeno samo na one duže od 1000 m (Austrija, Holandija, Belgija). Inače, odluka se po pravilu donosi na osnovu ekonomske analize opravdanosti:

- prednosti zastora od cementnog betona su pre svega sledeće:
  - veća otpornost na saobraćajna i klimatska opterećenja = duži životni vek,
  - manji troškovi rasvete,
  - veća otpornost u slučaju požara,
- a nedostaci zastora od cementnog betona su:
  - dugotrajnija priprema za puštanje saobraćaja,
  - zahtevnije i dugotrajnije popravke,
  - veća početna investicija.

#### 11.4.1.3.2 Karakteristike kolovozne konstrukcije

##### Struktura

I struktura cementno-betonskih kolovoznih konstrukcija za tunele, galerije i natkrivene useke zavisi pre svega od projektovanih saobraćajnih opterećenja (tabela 11.4.2).

Slično kao kod asfaltnih kolovoznih konstrukcija, i cementno-betonske kolovozne konstrukcije su slično uslovljene u tunelima sa lučnim dnom i ispunom od cementnog betona, sa podnom pločom ili bez nje neposredno na planum iskopa u stenskoj masi. I kod kolovoznih konstrukcija od cementnog betona treba da se obezbedi odgovarajuće oblikovan i zaptiven planum podloge za nesmetano odvodnjavanje.

Tabela 11.4.2: Osnovna struktura cementno-betonskih kolovoznih konstrukcija u tunelima, galerijama i natkrivenim usecima

Vrsta sloja	Saobraćajno opterećenje		
	Teško do izuzetno teško (NOO > 2 x 10 <sup>6</sup> )	Srednje (NOO od 6 x 10 <sup>5</sup> do 2 x 10 <sup>6</sup> )	Vrlo lako do lako (NOO < 2 x 10 <sup>5</sup> )
	Debljina sloja (cm)		
<b>Zastor:</b>			
Jednoslojni	24	22	20
Dvoslojni:			
Habajući	6	6	-
Gornji noseći	18	16	-
<b>Noseći sloj:</b>			
Vezani gornji (asfaltni)	5	5	5
Vezani donji (stabilizovan sa cementom)	15	-	-

Nevezani	15	29	28
----------	----	----	----

U slučaju izvođenja zastora od cementnog betona preko habajućeg i gornjeg nosećeg sloja, mora da se izvede ugradnja mešavina „sveže na sveže“, a za njihov sastav treba da se koristi ista vrsta cementa.

Zastor od cementnog betona mora da bude izgrađen od ploča koje imaju oblik što pravilnijih pravougaonika i međusobno su povezane adekvatnim spojevima, pri čemu širina stranica treba da iznosi do 4 m, a dužina do 1,5-ostroke širine ploče, ali ne sme da bude veća od 5,5 m (do 25-ostroke debljine ploča).

U prividnim poprečnim spojevima između ploča, koji su izgrađeni za sprečavanje nekontrolisanih pukotina, (za obezbeđivanje visine susjednih ploča i prenos opterećenja) moraju biti ugrađeni adekvatno izolovani moždanici od glatkih čeličnih šipki (prema EN 10025-2), sa prečnikom od 20 do 25 mm, dužine 500 mm, po pravilu na rastojanju 25 cm (slika 11.4.3).



Slika 11.4. 3: Presek prividnog poprečnog spoja u zastoru od cementnog betona sa ugrađenim moždanikom

U podužnom (centralnom) spoju ploča moraju biti ugrađena po tri sidra (prema EN 10025-2) od rebrastih čeličnih šipki, sa prečnikom od 16 do 20 mm, dužine 800 mm, i to na sredini ploča i na rastojanju 125 cm. Podužni spoj ploča mora od osovine kolovoza da bude odmaknut za odgovarajuću širinu koja je potrebna za horizontalnu oznaku.

Kod kolovoznih traka sa dve saobraćajne trake, podužni spoj ploča mora da se nalazi na površini trake za preticanje.

Spojevi ploča od cementnog betona sa uređajima na putnom pojasu (šahtovi, ivičnjaci, potporni zidovi objekata) moraju da se izvedu prostornim spojnicama. Ako su na području kolovoza planirani šahtovi (sa poklopcima), oni moraju da se izgrade izvan površine kolotraga, a cementno-betonske ploče uz šahtove moraju da budu na ivicama ojačane adekvatnom armaturnom mrežom.

Svi spojevi cementno-betonskih ploča na kolovozu moraju da budu zaptiveni bitumenskom zalivnom smesom (prema EN 14188-1) ili adekvatnom trakom za zaptivanje (prema EN 14188-3), tako da se spreči bilo kakvo pronicanje vode sa kolovoza u kolovoznu konstrukciju.

#### Materijali

Kvalitet mešavina cementnog betona za kolovozne konstrukcije mora da odgovara zahtevima koji su određeni u EN 206-1, i to

- za habajući sloj (ili u slučaju jednoslojnog zastora) mešavina C 35/45 XF4 PVIIXB3, koja sadrži agregat silikatnog porekla,
- a za noseći sloj (u slučaju dvoslojnog zastora ili adekvatno površinski obrađenog jednoslojnog izvođenja) mešavina C 35/45 XF4 PVII.

Ugrađivanje mešavine cementnog betona u zastor po pravilu mora da se izvede mašinski, pomoću finišera, a u izuzetnim slučajevima i upotrebom klizne oplatae.

Površina ugrađenog sloja cementnog betona mora da bude obrađena po postupku smanjenja brzine očvršćavanja, pranja i četkanja, kako bi se obezbedila odgovarajuća tekstura.

Kvalitet bituminiziranih smesa za vezani gornji noseći (razdelni) sloj mora da odgovara zahtevima koji su određeni u Posebnim tehničkim uslovima, 2.4 Kolovozne konstrukcije, smernica 2.4.3 Asfaltni gornji noseći, vezni i habajući slojevi. A kvalitet ostalih materijala planiranih za ugradnju u kolovoznu konstrukciju ispod zastora od cementnog betona je određen u smernicama

- 2.4.2 Donji vezani noseći slojevi i
- 2.4.1 Nevezani noseći slojevi.

Za vrednovanje kvaliteta izgrađenih zastora od cementnog betona su merodavni

- debljina cementno-betonskih ploča (prema EN 13863-1) i
- prekidna čvrstoća cementnog betona (prema ÖNORM B 3303: 2002).

#### 11.4.1.4 Kvalitet izgrađene vozne površine

Kvalitet izgrađenih vozni površina u tunelima, galerijama i natkrivenim usecima po pravilu mora da bude sličan kvalitetu na otvorenoj trasi.

Karakteristike vozni površina u tunelima, galerijama i natkrivenim usecima koje su merodavne za vrednovanje stanja (upotrebljivosti) su ravnost i sposobnost trenja.

##### 11.4.1.4.1 Ravnost

Osnovni postupci za merenje i vrednovanje ravnosti vozni površina su detaljno određeni u okviru uputstava za održavanje puteva, smernica 3.1 Redovno održavanje puteva, t. 3.1.3.1 Ravnost.

##### 11.4.1.4.2 Sposobnost trenja

Postupci koji se primenjuju za merenje i vrednovanje sposobnosti trenja vozni površina su detaljno određeni u okviru uputstava za održavanje puteva, smernica 3.1 Redovno održavanje puteva, t. 3.1.3.2 Sposobnost trenja.

## 11.4.2 ODVODNJAVANJE TUNELA

### 11.4.2.1 Uvodni deo

Odvodnjavanje tunela, galerija i natkrivenih zaseka obuhvata sakupljanje i odvod

- vode sa kolovoza i
- vode iz stenske mase.

Mora da se projektuje za predviđene količine dotoka za vreme korišćenja, kao i za vreme izgradnje objekata.

Tokom izgradnje objekta, projektovani sistem za odvodnjavanje mora da bude prilagođen tehnološkim postupcima za iskopavanje i ugrađivanje potpornih elemenata.

Mora da se obezbedi prečišćavanje celokupne količine napadale vode, upotrebom odgovarajućih uređaja i opreme, tj.

- bazena za taloženje (sedimentaciju),
- separatora ulja,
- opreme za neutralizaciju vode i
- opreme za posmatranje odnosno mernog sistema koji obezbeđuje tekuće proveravanje količine štetnih materija u vodi.

Pre ispuštanja vode u prirodnu sredinu, opremom za neutralizaciju mora da se obezbedi pH vrednost vode između 6,5 i 8,5.

U tunelima, galerijama i natkrivenim usecima se za vreme korišćenja objekata moraju predvideti dva sistema za odvodnjavanje (sa rezervoarima) koji omogućavaju odvojeno sakupljanje i odvođenje vode sa kolovoza i vode iz stenske mase, kako bi se sprečilo preopterećenje uređaja za prečišćavanje vode i time zagađenje prirodnih vodenih tokova ili okruženja. Voda sa kolovoza mora pre ispuštanja u prirodnu sredinu da se prečisti, dok voda iz stenske mase može da se ispušta direktno u životnu sredinu.

Tokom građenja tunela, galerija i natkrivenih useka, kao i za vreme njihovog korišćenja, svi uređaji za prečišćavanje napadalih voda moraju da budu izgrađeni izvan područja tunela (uključujući portale) i kolovoza na otvorenoj trasi, kako bi se omogućilo njihovo održavanje bez ometanja saobraćaja.

### 11.4.2.2 Odvodnjavanje kolovoza

Voda na kolovozima u tunelima, galerijama i natkrivenim usecima je

- donesena površinska voda, koju su nanela vozila; direktna je posledica

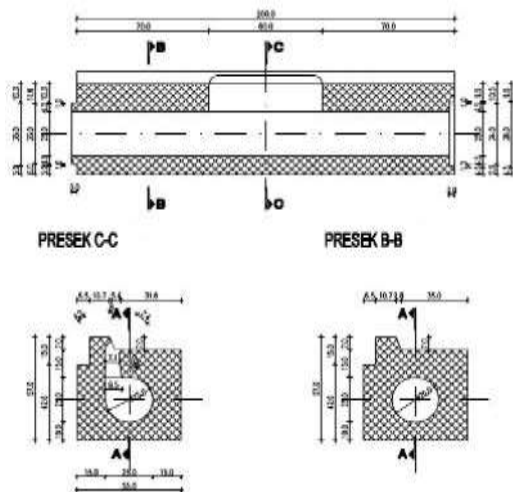
- padavina (kiša) ili otopljenog snega i leda,  
i
- voda koja je bila korišćena za pranje unutrašnjih površina objekata (kolovoza, hodnika, bočnih zidova).

Tokom korišćenja tunela, galerija i natkrivenih useka, na kolovozu se, pored vode, mogu nalaziti i druge tečnosti (npr. gorivo, ulje), koje takođe – uz pomoć odgovarajuće kanalizacije – moraju da se odvede u rezervoar ispred tunela.

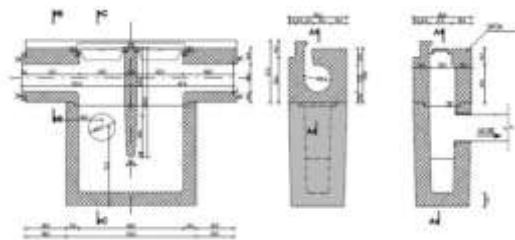
Za poremećaj u ekstremnim situacijama treba, da je stalno na raspolaganju zapremina rezervoara približno  $100 \text{ m}^3$  ( $72 \text{ m}^3$  vode za gašenje požara + približno  $30 \text{ m}^3$  zapremine cisterne).

Ulivi u putnu kanalizaciju u tunelima, galerijama i natkrivenim usecima moraju da budu tako dimenzionisani i locirani da  $100 \text{ l/s}$  vode koja se razlije po kolovozu (npr. iz cisterne) može da oteče u putnu kanalizaciju na dužini  $50 \text{ m}$  od mesta razlivanja.

Za odvodnjavanje vode sa kolovoza, tj. donesene i tehnološke vode, i drugih tečnosti na kolovozima, prikladni su šuplji ivičnjaci i druge vrste zatvorenog izvođenja, koji su izgrađeni čitavom dužinom objekta i povezani sa rezervoarima.



Za sprečavanje širenja požara, do kojeg je došlo zbog sagorevanja zapaljivih tečnosti, treba da se projektuju posebni taložnici za prečišćavanje (sa potopljenim zidovima) koji zaustavljaju širenje požara duž sistema za odvodnjavanje kolovoza. Ipak, u osnovi je potrebno da se (preventivno) spreči mogućnost da zapaljive tečnosti dođu u zatvoreni sistem kanalizacije.



Za povezivanje taložnika i rezervoara za zagađenu vodu treba da se planira upotreba cevi sa prečnikom od najmanje  $250 \text{ mm}$ , koje su otporne na agresivne tečnosti i naftne derivate.

Rezervoar mora da bude opremljen sa vertikalnom revizionom silazom, zapornim ventilom na zoni ulaza vode, vazдушnim ventilom, stacionom pumpom, predvideti je potrebno merač visine vode sa alarmno – dajavnim uređajem povezan sa nadzornim centrima upravljanja tunela.

Do rezervoara ispred tunela mora da bude izgrađen pristupni put za teška teretna vozila (cisterne).

Centralni sistem za odvodnjavanje (kanalizacija) tunela, galerija i natkrivenih useka treba da se izgradi upotrebom cevi sa prečnikom od najmanje  $300 \text{ mm}$ . Podužni nagib kanalizacije treba u što većoj meri da se prilagodi nagibu kolovoza; po mogućnosti neka ne bude manji od  $0,5\%$ . Rastojanje između šahtova sme da iznosi najviše  $65 \text{ m}$ .

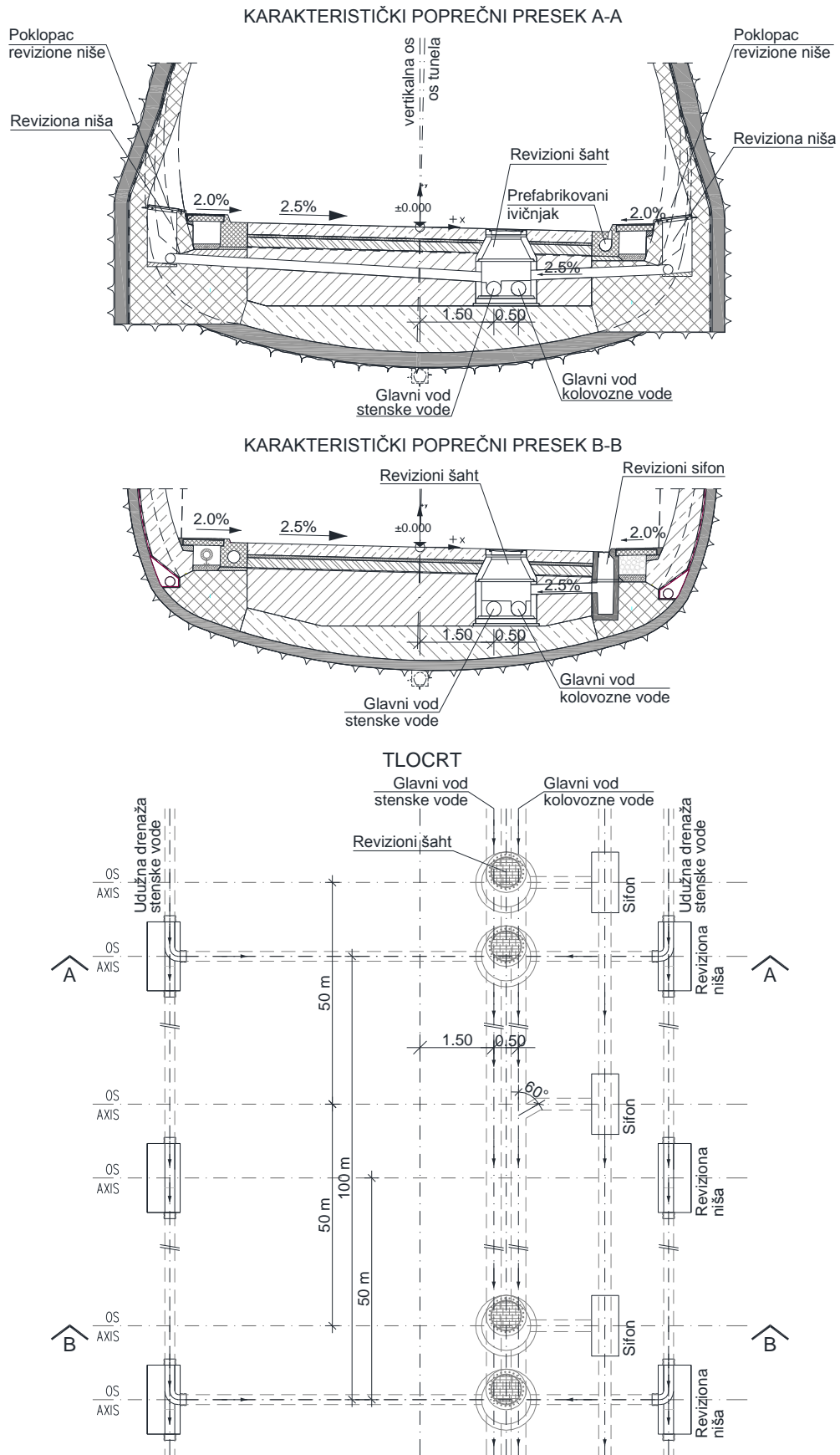
U slučaju da voda dotiče po kolovozu u pravcu tunela, galerije ili natkrivenog useka, potrebno je da se njeno sakupljanje i odvođenje izvede već pre portala.

Osnovni material rezervoara, taložnika, ivičnjaka i šahtova je armirani beton, sa klasom C 35/45 sa zahtevima za očvrslu beton (klasa pritisne čvrstoće, klasa izloženosti, nazivna veličina najvećeg zrna agregata, konsistencija) u skladu sa standarda SRPS EN 206-1.

#### 11.4.2.3 Odvodnjavanje vode iz stenske mase

Voda iz stenske mase treba da se sakuplja i odvodi preko drenažnih cevi (sa prečnikom od najmanje  $200 \text{ mm}$ ), koje po pravilu moraju da budu ugrađene iza unutrašnje obloge na obe strane tunela, galerije ili natkrivenog useka (slika 11.4.4).

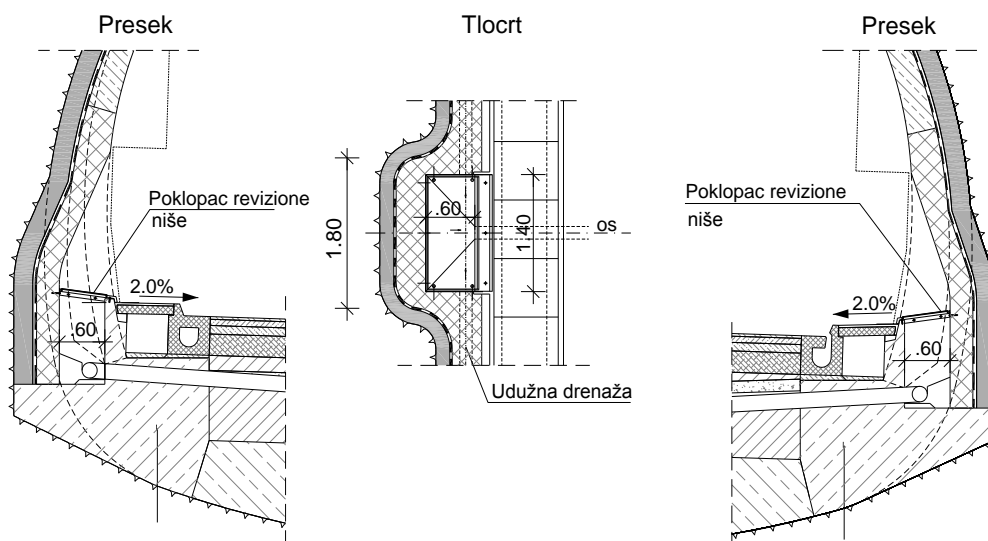




Slika 11.4.4: Drenažni i centralni sistem za odvodnjavanje vode u tunelu

Ako je predviđeno da bi kapacitet drenažnih cevi za odvođenje vode iz stenske mase mogao da bude premašen (kod dužih objekata ili u slučaju većeg dotoka vode iz stenske mase), voda iz stenske mase na području revizione niše mora poprečno da se odvodi u centralni sistem za odvodnjavanje, koji je izgrađen uzdužno ispod kolovoza. Poklopci revizionih šahtova centralnog sistema za odvodnjavanje ne smeju da budu ugrađeni na kolovozu u području kolotruga.

Revizione niše u okviru sistema za odvođenje vode iz stenske mase moraju u tunelu da budu izgrađene kao pomoćne prostorije za održavanje drenažnog sistema i sistema za odvodnjavanje. U tunelima ili natkrivenim usecima moraju da se izgrade na obe strane, na međusobnom rastojanju od najviše 65 m. Pristup do revizione niše mora da omogući potrebne radove održavanja na drenažama (slika 11.4.5).



Slika 11.4.5: Reviziona niša u tunelu, u okviru sistema za odvođenje vode iz stenske mase

Ako hidrauličkim proračunom to nije utvrđeno drugačije, priključci drenažnih cevi na centralni sistem za odvodnjavanje vode iz stenske mase u tunelima, galerijama i natkrivenim usecima, treba da se planiraju u svakoj drugoj reviziono niši.

Šahtovi u okviru sistema za odvodnjavanje tunela, galerija i natkrivenih useka, moraju da se planiraju tako da su omogućeni čišćenje ugrađenih cevi i kontrola njihovog stanja upotrebom uobičajene mehaničke opreme.