

# Smernice za Projektovanje Lokalnih Puteva (SPLP)

## 4. PROJEKTOVANJE MOSTOVA I INŽENJERSKIH KONSTRUKCIJA

## S a d r Ź a j

<b>1</b>	<b>UVOD</b> .....	<b>1</b>
	1.1 Opšte .....	1
	1.2 Predmet smernica.....	1
	1.3 Terminologija .....	1
<b>2</b>	<b>Podloge za projektovanje mostova</b> .....	<b>3</b>
	2.1 Uvod .....	3
	2.2 Prostorno – urbanističke podloge .....	3
	2.3 Saobraćajne podloge.....	3
	2.4 Geodetske podloge .....	4
	2.5 Podaci o putu na kome se projektuje most .....	4
	2.6 Geološko – geomehaničke podloge .....	4
	2.7 Hidrološko – hidrotehničke (vodoprivredne) podloge .....	4
	2.8 Meteorološko – klimatske podloge.....	5
	2.9 Seizmološki podaci o lokaciji mosta .....	5
	2.10 Projektni zadatak .....	5
<b>3</b>	<b>Geometrijski elementi puteva na mostovima</b> .....	<b>5</b>
	3.1 Izbor ugla prelaza mosta preko prepreke.....	5
	3.2 Izbor nivelete.....	6
	3.3 Izbor pravca .....	8
<b>4</b>	<b>Saobraćajni profil</b> .....	<b>9</b>
	4.1 Poprečni profili (PP) i širine mostova .....	9
<b>5</b>	<b>Koncipiranje mostova na lokalnoj putnoj mreži</b> .....	<b>9</b>
	5.1 Noseće konstrukcije mostova .....	9
	5.2 Tipovi poprečnog preseka .....	10
<b>6</b>	<b>Podaci za izradu projekta</b> .....	<b>13</b>
	6.1 Saobraćajna opterećenja .....	13
	6.2 Meteorološko – klimatska opterećenja .....	13
	6.3 Seizmičko opterećenje .....	13
	6.4 Hidroizolacija mosta.....	13
	6.5 Odvodnjavanje mosta.....	13
	6.6 Kolovoz .....	13
	6.7 Dilatacione spojnice .....	13
	6.8 Ivični venci .....	14
	6.9 Ležišta .....	15
	6.10 Sistemi za zadržavanje.....	15

6.11	Pešake-biciklističke ograde .....	15
6.12	Zaštita od prskanja.....	15
6.13	Barijere za zaštitu od buke na mostovima i drugim inženjerskim konstrukcijama .....	15
6.14	Uzemljenje .....	15
6.15	Osvetljenje .....	15
<b>7</b>	<b>ANEX INTEGRALNI MOSTOVI .....</b>	<b>17</b>
7.1	Integralni mostovi.....	17
7.1.1	Uvod.....	17
7.1.2	Specifičnosti integralnih mostova.....	17
7.1.3	Geotehnički izveštaj.....	18
7.1.4	Osnove za koncipiranje integralnih mostova.....	18
7.2	Prelaz sa mosta na put.....	19
7.2.1	Prelazna ploča za inegralne mostove na osnovu Nemačkih propisa.....	21
7.2.2	Dilatacione spojnice kod integralnih mostova .....	22
<b>8</b>	<b>Inženjerske konstrukcije .....</b>	<b>24</b>
8.1	Potporne konstrukcije .....	24
8.1.1	Svrha potpornih konstrukcija.....	24
8.2	Zasipne potporne konstrukcije.....	25
8.3	Gravitacijski masivni zid .....	25
8.4	Gravitacijski gabionski zid.....	25
8.5	Zidovi od prefabrikovanih elemenata.....	26
8.5.1	Prefabrikovane armirano betonske grede .....	26
8.6	Zidovi od armirane zemlje.....	27
8.7	Ugrađene potporne konstrukcije.....	28
<b>9</b>	<b>Projektovanje potpornih konstrukcija prema EC7 .....</b>	<b>29</b>

## Spisak tabela

Tabela 1	Orijentacione dimenzije noseće konstrukcije u zavisnosti od poprečnog preseka, broja raspona i materijala noseće konstrukcije.....	12
Tabela 2	Pregled tipova dilatacionih spojnica u zavisnosti od računskog pomeranja i dužine dilatiranja .....	14
Tabela 3	Tipovi prelazne ploče u zavisnosti od pomeranja, vrste noseće konstrukcije i dužine simetričnog mosta.....	21

## Spisak slika

Slika 1	Mogući tipovi ukrštanja mosta i prepreke .....	6
Slika 2	Osnovni oblici nivelete i njihove specifičnosti .....	7
Slika 3	Moguća situaciona rešenja prelaza mosta preko prepreke .....	8
Slika 4	Odnos nivelete puta i gornje površine konstrukcije kod manjih objekata .....	8
Slika 5	Pešačke i biciklističke staze na mostovima za $V_p > 50$ km/h sa ivičnjakom visine 7cm i ČSO.....	9
Slika 6	Pločast poprečni presek mosta .....	10
Slika 7	Poprečni preseci sa rebrima .....	10
Slika 8	Ramovski sistemi.....	12
Slika 9	Način određivanja dužine prelazne ploče.....	20
Slika 10	Pomeranja integralne konstrukcije u toku zimskog i letnjeg perioda.....	20
Slika 11	Prelazna ploča Tip I iz Nemačkih propisa.....	21
Slika 12	Prelazna ploča Tip II iz Nemačkih propisa.....	22
Slika 13	Prelazna ploča Tip III iz Nemačkih propisa.....	22
Slika 14	Detalj asfaltne dilatacije .....	23
Slika 16	Prefabrikovane armirano betonske grede .....	26
Slika 15	Gabionski zid .....	26
Slika 17	Način formiranja zidova od armirane zemlje .....	27
Slika 18	Potporne konstrukcije: a) betonski potporni zid    b) armirano tlo .....	27

# 1 UVOD

## 1.1 Opšte

Ove smernice SPLP (Guidance for Local Road Design – GLRD) su namenjene projektovanju lokalnih puteva. Lokalni putevi su prema svojoj funkciji i tehničkom smislu, javni putevi, po pravilu, sa jednim kolovozom, izvan i unutar područja sa organizovanom bočnom gradnjom, i sa ukrštanjima u jednom nivou. Lokalni putevi najčešće povezuju naselja, delove naselja, kao i predstavljaju vezu naselja ili nekog urbanističkog sadržaja sa državnim putnom mrežom. Karakteriše ih manji obim saobraćaja sa učešćem vozila sa većim osovinskim opterećenjem. Kraće deonice sa dvostrukim kolovozom se mogu pojaviti u kategoriji lokalnih puteva i prevashodno su deo lokalne putne mreže velikih aglomeracija (Beograd, Novi Sad, Niš i sl.). Deonice sa dvostrukim kolovozom se svrstavaju u autoputeve i planiraju se i projektuju prema metodologiji i regulativi koja je namenjena za državne puteve I reda.

## 1.2 Predmet smernica

Smernice predstavljaju jedinstven tehnički standard za projektovanje mostova uzimajući u obzir ekonomske zahteve za postizanje visokog tehničkog kvaliteta. Cilj je postizanje visokog kvaliteta objekata mosta zasnovanog na ekonomskoj efikasnosti kako bi se produžili ciklusi remonta.

Ove smernice su osmišljene da pomognu investitoru, projektantima i izvođačima.

Smernice za projektovanje mostova i inženjerskih objekata na lokalnim putevima su napisane u skladu sa Priručnikom za projektovanje puteva u Republici Srbiji-JP Putevi Srbije (SRDM), na koji se u pojedinim delovima i pozivaju. U ovom dokumentu su dati specifični uslovi za mostove na lokalnim putevima.

Smernice za projektovanje mostova i inženjerskih objekata koriste se za projektovanje mostova i pratećih konstrukcija i sličnih konstrukcija na lokalnoj putnoj mreži. Prilikom projektovanja objekata u sklopu drugih infrastrukturnih nosilaca moraju se poštovati i drugi postojeći propisi (npr. propisi za planiranje železničkih mostova i sl.).

Ove smernice se koriste u celini za planiranje novih mostova, osim ako nije drugačije određeno.

Kada se koriste smernice potrebno je proveriti trenutno izdanje ili trenutni status. Ako novi, nevažeći ili ažurirani principi utiču na specifikacije u ovim Smernicama, potrebna je koordinacija sa klijentom.

Lokalni putevi su putevi koji se prema svojoj funkciji značajno prilagođavaju geografskim, terenskim i urbanim uslovima, pa samim tim prolaze kroz područja sa povišenim klimatskim rizikom. U okviru ovih zona su putevi i objekti na njima posebno izloženi rizicima uzrokovanim klimatskim promenama.

Klimatske promene pre svega zahtevaju modifikaciju smernica za projektovanje u cilju obezbeđenja dovoljnih kapaciteta za odvodnjavanje puta i sprečavanje erozije i klizišta, definisanja kvalitativnih zahteva za povećanje stabilnosti mostova i tla, otpornosti kolovozne konstrukcije na veće temperaturne oscilacije i rigoroznije primene mera zaštite životne sredine. (Osnove: GLRD Projektni elementi puta / 2.6)

Smernice su namenjene projektantima u početnim fazama projektovanja mostova.

Smernice ističu značaj izrade i pravilnog korišćenja podloga za projektovanje koje bitno utiču na pravilan izbor koncepcije objekata. Geometrijski elementi puteva, saobraćajni i slobodni profili i širine mostova utiču na pravilnu koncepciju geometrije mostova. Pouzdanost mostova čine sigurnost i trajnost i na njih utiče projektant. Faze projektovanja mostova se usklađuju sa fazama projekata puteva. Najekonomičnija rešenja objekata se dobijaju kada je put, u projektantskom smislu, već potpuno definisan.

## 1.3 Terminologija

(Osnove: SRDM 9-1 Opšta smernica, važeći zakonska regulativa)

### **Ciljno stanje**

Planirano stanje u vreme izgradnje uključujući sve obnove, nadogradnje i popravke.

**Investiciono održavanje** je izvođenje građevinsko-zanatskih, odnosno drugih radova u zavisnosti od vrste objekta u cilju poboljšanja uslova korišćenja objekta u toku eksploatacije.

**Tekuće (redovno) održavanje objekta** je izvođenje radova koji se preduzimaju radi sprečavanja oštećenja koja nastaju upotrebom objekta ili radi otklanjanja tih oštećenja. a sastoje se od pregleda, popravki i preduzimanja preventivnih i zaštitnih mera, odnosno svi radovi kojima se obezbeđuje održavanje objekta na zadovoljavajućem nivou upotrebljivosti.

**Adaptacija mosta** obuhvata radove kojima se vrši promena organizacije prostora na objektu, zamena opreme i instalacija kojima se ne utiče na stabilnost i sigurnost mosta, ne menjaju konstruktivni elementi, ne menja spoljni izgled i ne utiče na bezbednost susednih objekata, saobraćaja, zaštite od požara i životne sredine.

**Sanacija** jeste izvođenje građevinskih i drugih radova na postojećem objektu kojima se vrši popravka uređaja, postrojenja i opreme, odnosno zamena konstruktivnih elemenata objekta, kojima se ne menja spoljni izgled, ne utiče na bezbednost susednih objekata, saobraćaja i životne sredine i ne utiče na zaštitu prirodnog i nepokretnog kulturnog dobra, odnosno njegove zaštićene okoline, osim restauratorskih, konzervatorskih i radova na revitalizaciji.

**Sanacija mosta** obuhvata popravke (saniranje) oštećenih delova noseće konstrukcije i popravke ili zamenu opreme mosta.

**Sanacija klizišta** obuhvata sve radove kojima se vrši saniranje klizišta nastalih na građevinskom, šumskom, poljoprivrednom, putnom ili drugoj vrsti zemljišta. Ovi radovi obuhvataju raščišćavanje i otklanjanje nanosa nastalih kao posledica klizanja tla, projektovanje, obezbeđenje potrebne tehničke dokumentacije, potrebnih građevinskih uslova i izvođenje građevinskih radova potrebnih za sanaciju i zaštitu od pojave novog klizišta.

**Rekonstrukcija mosta** obuhvata opsežnu rekonstrukciju i zamenu nosećih delova i opreme mosta u cilju prilagođavanja novoj nameni, povećanju nosivosti i uklanjanju oštećenja koja su nastala u toku eksploatacije mosta. Nakon rekonstrukcije objekta, građevinska konstrukcija koja je njegov sastavni deo mora da poseduje tehnička svojstva propisana Pravilnikom za građevinske konstrukcije.

**Rekonstrukcija linijskog infrastrukturnog objekta** jeste izvođenje građevinskih radova u zaštitnom pojasu, u skladu sa posebnim zakonom, kojima se može promeniti gabarit, volumen, položaj ili oprema postojećeg objekta, kao i izvođenje radova koji obuhvataju radove velikog obima, zamene elementa na postojećim linijskim objektima, kojima se ne menja njeno celokupno funkcionisanje.

**Zamena mosta** je odstranjivanje kompletnog mosta ili dotrajale rasponske konstrukcije i izgradnja novog mosta ili nove rasponske konstrukcije.

**Održavanje** mosta je kombinacija svih tehničkih i administrativnih mera tokom životnog ciklusa objekta koje služe za održavanje njegove funkcionalnosti ili vraćanje njegovog funkcionalnog stanja kako bi mogao da ispuni traženu funkciju. Obuka lokalne samouprave, kao sastavni deo održavanja, je kombinacija svih strukturnih i administrativnih mera kao i mera upravljanja za povećanje funkcionalne pouzdanosti objekta koja se razmatra bez promene funkcije koja se od nje zahteva.

**Separat o tehničkim uslovima izgradnje** (u daljem tekstu: separat) jeste dokument koji donosi imalac javnih ovlašćenja u okviru svoje nadležnosti kad planski dokument ne sadrži uslove, odnosno podatke za izradu tehničke dokumentacije, koji sadrži odgovarajuće uslove i podatke za izradu tehničke dokumentacije, a naročito kapacitete i mesto priključenja na komunalnu i drugu infrastrukturu prema klasama objekata i delovima područja za koje se donosi.

**Imaoci javnih ovlašćenja** su državni organi, organi autonomne pokrajine i lokalne samouprave, posebne organizacije i druga lica koja vrše javna ovlašćenja u skladu sa zakonom.

**Uslovi za projektovanje**, odnosno priključenje jesu uslovi koje izdaju imaoci javnih ovlašćenja u objedinjenoj proceduri u postupku izdavanja lokacijskih uslova na zahtev nadležnog organa, u skladu sa planskim dokumentom, a koji se ne izdaju u formi upravnog akta, već se njima

isključivo definišu precizni uslovi pod kojim se objekat čija je izgradnja predviđena planskim dokumentom može realizovati i predstavljaju sastavni deo lokacijskih uslova.

**Rušenje mosta, odnosno, uklanjanje građevinske konstrukcije** izvodi se prema projektu rušenja objekta, a uklanjanje ili zamena pojedinih delova građevinske konstrukcije kod rekonstrukcije objekta izvodi se prema projektu rekonstrukcije objekta. (član 25 Pravilnik za građevinske konstrukcije).

## **2 Podloge za projektovanje mostova**

(Osnove: SRDM 9-1 Opšta smernica )

### **2.1 Uvod**

Projektovanje mostova zasniva se na prostorno – urbanističkim, saobraćajnim, geodetskim, putnim, geološko – geomehaničkim, hidrološko – hidrotehničkim (vodoprivrednim), meteorološko - klimatskim podlogama, seizmološkim podacima i na projektnom zadatku.

Kriterijumi za projektovanje mostova:

- Funkcionalnost za korisnike i za održavanje
- Tehnički kvalitet
- Dugotrajni ciklusi popravke i optimalan trošak održavanja za projektovani vek objekta
- Robusni i izdržljivi mostovi sa pravovremenom indikacijom loma i duktilnim ponašanjem.
- Konstrukcije sa najmanjim mogućim rizikom od pogrešne procene štete u toku građevinskih pregleda.
- Integralna metoda izgradnje ima prioritet u odnosu na druge metode izgradnje. Posebno se moraju uzeti u obzir srpski kao i međunarodni referentni normativi za projektovanje i izgradnju integralnih mostova.
- Estetika

### **2.2 Prostorno – urbanističke podloge**

Ako se radi o većim objektima (mostovi, vijadukti, galerije i tuneli) i ako su mostovi i vijadukti samostalni objekti u gradovima i naseljima, onda se za takve objekte izdaju posebni prostorno – urbanistički uslovi, odnosno lokacijska dokumentacija. U prostorno-urbanističkim podlogama se obrađuje lokacija i namena mosta i drugi okvirni uslovi za uklapanje mostova u prostorno-urbanističke planove.

Izbor prelaza se bira kao konačan, jer kada se radi rehabilitacija puta obično se koriste raniji prelazi. Prva dužnost projektanta je da direktno na terenu ispita mogućnost najpogodnijeg položaja mosta u smislu svih zahteva koji su prethodno bili navedeni.

Trebalo bi da se uzme u razmatranje činjenica da povoljan položaj mosta ne mora da bude prioritet u poređenju sa celokupnim projektom izgradnje puta. Stoga ćemo za puteve više klase projektovanja K (K1 i K2) dati prednost trasi puta, a most uklopiti što je bolje moguće. Za lokalne puteve niže klase projektovanja K daćemo prednost poziciji mosta, a tras aputa će se prilagoditi prema mostu.

Ako je arhitektonski aspekt projektovanja bitan, eksperti za estetsku komponentu projekta treba da budu uključeni u ranoj fazi (tj. na početku projektovanja), i tada je potrebno razmotriti celokupni projekat mosto-putne konstrukcije.

### **2.3 Saobraćajne podloge**

Za veće samostalne, a posebno za gradske mostove, u saobraćajnoj podlozi se određuje intenzitet i vrsta saobraćaja za vreme gradnje i eksploatacije mosta. Podaci o saobraćaju na mostu su osnova za određivanje broja i širine kolovoznih traka, pešačkih staza, staza za bicikliste itd.

Za objekte na putevima koji su u sastavnom delu nove trase ili u sastavu rekonstrukcije postojećih puteva, nije potrebna posebna saobraćajna podloga pošto mostovi moraju biti usklađeni sa uslovima koji važe za puteve. Ograde na mostu, kao i bočne zaštite, ne smeju smanjivati propusnu moć kolovoznih traka.

Osnovni podaci o saobraćaju su intenzitet, broj vozila izražen u prosečnom godišnjem dnevnom saobraćaju (PGDS), strukturi tipa vozila i prognoza rasta saobraćaja u nekom planskom periodu. Brzina kretanja vozila na mostovima je bitna za određivanje širine kolovoznih i ivičnih traka, tipova ograda, visine ivičnjaka i ostale opreme na mostovima.

## 2.4 Geodetske podloge

Izrada geodetskog elaborata se sastoji od izrade situacionog plana i podužnog i porečnih profila. Geodetska merenja počinju kontrolom kavaliteta postojeće geodetske mreže.

Realizacija terenski geodetskih merenja se sastoji od merenja terena, postojećih objekata (puta, objekata, prilaza itd).

Na području svih stubova posebno treba snimiti detaljne poprečne profile terena.

U geodetski elaborat mogu biti uključeni i elementi geometrijskog monitoringa za vreme eksploatacije i održavanja mosta.

## 2.5 Podaci o putu na kome se projektuje most

( Osnove: GLRD Projektni elementi puta; SRDM 9-1)

Projektovanju mostova prethodi projektovanje puteva. Situacija trase, podužni profil, poprečni profili na delu mosta i normalni poprečni profil sadrže osnovne podatke o geometriji puta koji omogućavaju projektovanje mostova i inženjerskih objekata. U svim fazama projekta puta potrebno je i korisno je učešće projektanta mosta i objekata kako bi se omogućili povoljni geometrijski elementi za projektovanje mostova. U poglavlju GLRD Projektni elementi puta detaljno su analizirani geometrijski elementi puta na mostovima.

## 2.6 Geološko – geomehničke podloge

Geološko-geomehničke podloge za mostove i inženjerske objekte je potrebno izraditi u skladu sa standardom SRPS EN 1997. Geološka građa terena na lokaciji mostova bitno utiče na izbor nosećeg sistema, dubinu i način temeljenja.

Broj i dubina geoloških bušotina mora biti u skladu sa SRPS EN 1997. Za projektovanje su značajni svi relevantni geološko – geomehnički podaci, kao i podaci o stanju u promerima nivoa podzemne vode.

Kompletni Elaborat o geotehničkim uslovima izgradnje podrazumeva:

- određivanje slojeva tla;
- utvrđivanje fizičkih svojstava zemljanih materijala;
- analizu i interpretaciju podataka i formulisanje rešenja temeljenja objekta.

Geotehnička pitanja koja mogu uticati na projekat mogu se grupisati na sledeći način:

- Pitanja temeljenja – Uključujući određivanje nosivosti, stabilnosti i deformacije materijala podloge pod opterećenjem koje nameće konstrukcija temelja;
- Problemi sa pritiskom na zemlju – Uključujući opterećenja i pritisak koje nameće zemljani materijali na temeljima i na nosećim konstrukcijama;
- Konstrukcijska razmatranja - Karakteristike materijala za iskopavanje i uslovi koji utiču na duboke temelje ili poboljšanje tla;
- Pitanja podzemnih voda – uključujući pojavu, hidrostatičke pritiske, protok i eroziju.

Geološko-geotehničke karakteristike lokacije su podloge koje direktno utiču na izbor tipa temelja, metode izgradnje temelja i cenu mosta i inženjerskih objekata. Uslovi ispod površine terena i temeljenje često direktno utiču na trasu i izbor tipa mosta i inženjerskih objekata.

## 2.7 Hidrološko – hidrotehničke (vodoprivredne) podloge

Kad most ili inženjerski objekat gradimo preko ili pored vodotoka potrebno je prikupiti podatke o proticanju, brzini vode i promene u koritu. Hidrološka studija za projektovanje mosta uglavnom se bavi osobinama, distribucijom i cirkulacijom vode na površini zemlje. Za mostove preko reka i drugih vodenih prepreka hidrauličkim proračunom se određuje potrebni otvor mosta. Na veličinu otvora mostova utiču količina i brzina vode, oblik i geološka građa korita reke, lokacija i položaj osovine mosta u odnosu na osovinu reke, dozvoljena visina uspora velike vode u profilu mostova. Kod mostova se određuje visina slobodnog profila koji omogućava siguran protok visokih voda i sadrži odgovarajuću zaštitnu visinu između traženog nivoa vode i donje ivice konstrukcije ( DIK).

Kod regionalnih i lokalnih puteva nadležno vodoprivredno preduzeće donosi vodne uslove u kojima se definišu parametri na osnovu kojih se određuje traženi nivo merodavnih računskih velikih voda kao i zazor do DIK-a. Nadvišenja donje ivice konstrukcije mostova predvideti sa potrebnom sigurnosnom visinom - zazor iznad nivoa merodavnih računskih velikih voda u profilu vodotoka, tj. u odnosu na profil kanala, u skladu sa za to važećim kriterijumima datim u LU ( ili vodnim uslovima).

Rešenja za minimiziranje oštećenja od ispiranja i podlokavanja:

1. Pojednostavljeni elementi mosta kako bi se minimizirale prepreke protoku;
2. Temelji stubova mosta dovoljno duboki da ne zahtevaju preventivne mere (min.1,5–2,0m ispod dna korita reke);
3. Mostovski prelaz izvesti sa što manje stubova u koritu, tako da osovina mosta bude upravna na rečni tok, a osovine stubova mosta postavljene u pravcu strujnica tako da ne izazivaju dubinsku eroziju (duž rečnog korita), lokalnu eroziju (oko stubova mosta) i bočnu eroziju (na obalama) a koja bi mogla da ugrozi stabilnost mosta i objekata, zemljište, i dr.;
4. Temelji obalnog stuba ispod procenjene lokalne dubine podlokavanja;
5. Kod bujičnih i većih vodotokova preporuka je da se izvodi duboko fundiranje na šipovima.

Podaci o vremenskim promenama vodostaja su važni pri gradnji mostova preko velikih reka.

## **2.8 Meteorološko – klimatske podloge**

Za utvrđivanje dejstava na konstrukciju, koja su posledica metereološko-klimatskih uslova potrebno je koristiti odgovarajuće Evropske norme i nacionalne anekse (sneg SRPS EN 1991-1-3, vetar SRPS EN 1991-1-4 i temperatura SRPS EN 1991-1-5 ).

## **2.9 Seizmološki podaci o lokaciji mosta**

Seizmološki podaci za manje mostove se obrađuju u geološko-geomehaničkom elaboratu. Za veće i značajnije mostove na lokacijama izražene seizmičnosti potrebno je da se izradi poseban elaborat za utvrđivanje nivoa seizmičnosti (mikroseizmička reonizacija).

## **2.10 Projektni zadatak**

Projektni zadatak priprema Investitor, odnosno ovlašćeni predstavnik Naručioca u saradnji sa projektantom. Projektni zadatak je sastavni deo ugovora za projektovanje, odnosno ugovora o građenju objekta.

Kroz projektni zadatak potrebno je zacrtati i obavezati, pre svega projektanta, da u okviru projektne dokumentacije obradi uticaj klimatskih promena. Za ovaj proces odgovorna je nadležna lokalna putna uprava.

## **3 Geometrijski elementi puteva na mostovima**

(Osnove: SRDM 4.0 i GLRD Projektni elementi puta tačka 4.6)

### **3.1 Izbor ugla prelaza mosta preko prepreke**

Geometrijski elementi puteva, osovina, niveleta i širina određuju tip, geometriju konstrukcije, izgled mostova i utiču na cenu izgradnje, sigurnost saobraćaja i troškove održavanja.

Položaj gde most prelazi prepreku se određuje kao konačno rešenje, jer se pri rekonstrukciji obično koriste stari položaji prelaza. Potrebno je da projektant na terenu razmotri mogućnosti najpogodnijeg položaja mosta. Prilikom rekonstrukcija je potrebno uskladiti postojeći položaj mosta, sa trasom puta, uzimajući u obzir pre svega aspekte bezbednosti saobraćaja.

Kod projektovanja objekata na lokalnoj putnoj mreži niže klase projektovanja K (K3 i K4), estetika i položaj mosta imaju prioritetan značaj u odnosu na trasu i geometriju puta.

Osovinu puta treba ukrštati sa osovinom prepreke pod uglom  $90^\circ$  ili manjim. Sa smanjenjem ugla ukrštanja povećava se dužina objekta, komplikuje konstrukcija i povećava cena mosta.

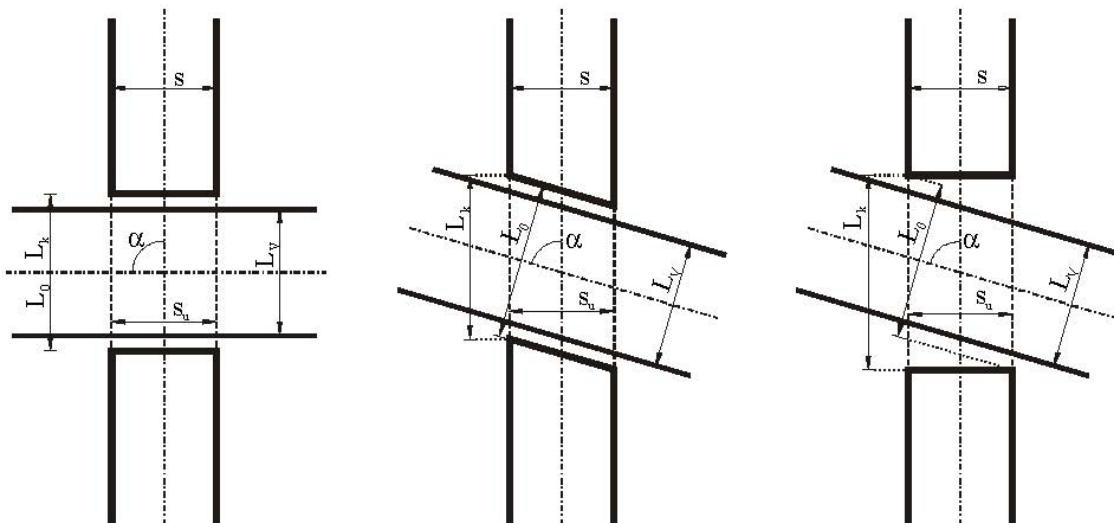
Uglavnom, najbolje je most postaviti upravno na prepreku, jer je tada konstrukcija mosta najjednostavnija, a ujedno i najkraća. Međutim, ne treba po svaku cenu pokušavati da se most postavi upravno na prepreku. Trase savremenih puteva imaju svoje zakonitosti (poluprečnike krivina, dužine prelaznica) koje je često potrebno menjati na veoma velikoj udaljenosti da bi se most postavio upravno na prepreku. Kosi prelazi i kosi mostovi su veoma česti na lokalnim i gradskim putevima. Na kosim ukrštanjima možemo predvideti kosi ali i „uspravni“ most u pravcu koji prati geometriju lokalnog puta ali tada se rasponi mosta povećavaju.

Ugao ukrštanja manji od  $45^\circ$  treba izbegavati. Preporučuje se da ugao ukrštanja bude veći od  $60^\circ$ .

Sa stanovišta projektovanja, s obzirom na veličinu ugla  $\alpha$ , razlikujemo sledeće mogućnosti ukrštanja (Slika 1):

- Područje ukrštanja  $90^\circ$  do  $70^\circ$  - prema vertikalnim rešenjima, razlike u konstrukcijama mosta su neznatne;

- Područje ukrštanja od  $70^\circ$  do  $40^\circ$  - mostovske konstrukcije su obično slične vertikalnim mostovskim konstrukcijama, ali se pri kontroli nosive konstrukcije mora uzeti u obzir uticaj nagiba;
- Područje ukrštanja ispod  $40^\circ$  - redovno zahteva obezbeđenje nekih posebnih rešenja, bilo u izgradnji mosta ili u realizaciji vodotoka, odnosno donjeg puta.



**Slika 1** Mogući tipovi ukrštanja mosta i prepreke

Ako predvidimo vertikalni most na kosoj raskrsnici, imamo: duži most, veći raspon konstrukcije, veće visine nosača, pa će most biti skuplji nego na upravnom prelazu.

Ako predvidimo kosi most na kosoj raskrsnici, imamo: dužu donju konstrukciju, drugačija krila krajnjeg stuba, komplikovaniju konstrukciju, obimnije proračune i generalno most će biti teže izvodljiv od vertikalnog mosta. Pored toga, postoje određene poteškoće u projektovanju mosta. Problemi koji se javljaju kod graditelja mostova mogu biti složeni. Problemi su i sa obezbeđivanjem dobre preglednosti na putu / vodotoku koji prolazi ispod mosta. Takvi problemi se obično rešavaju tankim pojedinačnim stubovima koji stvaraju otvorene vidike.

### 3.2 Izbor nivelete

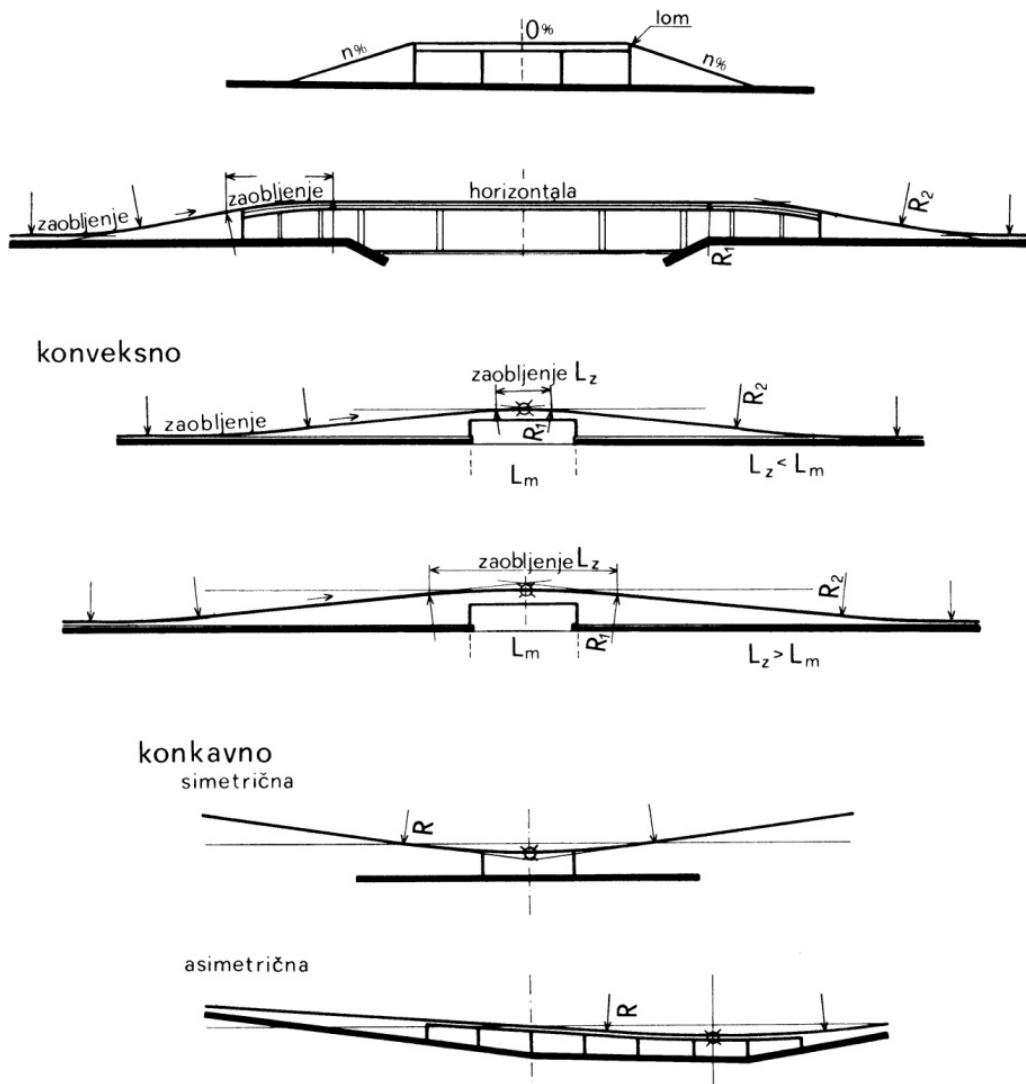
Niveleta je, u principu, linija osovine po sredini kolovoza. Za vrednost mosta, posebno estetsku, značajni su oblici površine gledani sa strane na most, a njihov odraz je baš niveleta. Osim estetskog značenja, niveleta je važna za toškove održavanja, udobnost prelaska i bezbednost saobraćaja.

Pri formiranju nivelete trebalo bi voditi računa o zahtevanom slobodnom profilu ispod mosta, visni nosača noseće konstrukcije, reljefu terena. Takođe bitno je razlikovati da li je most sastavni deo puta ili samostalni objekat. Niveleta i osovina samostalnih mostova projektuje se slobodnije, prilagođava se prirodi premošćenja i specifičnim zahtevima mostova.

U toku projektovanja puteva neophodna je saradnja projektanata puteva i mostova. Nekada nezatne korekcije nivelete i osovine puteva olakšavaju projektovanje i građenje mostova. Niveleta puteva na delovima iznad vodotoka i drugih saobraćajnica ne može se definisati bez istovremenog rešavanja dispozicije mosta kroz koju se (pored ostalog) određuje otvor mosta, konstruktivna visina i zajednička niveleta.

Treba nastojati da visina izdizanja nivelete nad okolnim terenom bude što manja kako bi se smanjili izgubljeni usponi i padovi, skratile prilazne rampe i smanjile količine nasipa. Kod prelaza dubokih uvala preporučljivo je noseću konstrukciju smestiti ispod puta, dok je kod prelaza plitkih uvala to vrlo teško postići, pa se noseća konstrukcija postavlja iznad puta.

Za niveletu mosta od interesa je njen osnovni oblik, uspon i pad i visina izdizanja, radijus krivine, dužina zaobljenja, kao i odnosi na prilazima. Kod putnih mostova treba izbegavati kratka zaobljenja, nagle promene nivelete, voditi računa o odvodnjavanju kolovozne površine i omogućiti dobru preglednost na mostu (Slika 2).



**Slika 2 Osnovni oblici nivelete i njihove specifičnosti**

a) Kod drumskih mostova saobraćajnoj površini se mora dati podužni pad od najmanje 0,5% zbog drenaže. Treba imati u vidu da neravnine kolovoza koje nastaju pri upotrebi povećavaju zadržavanje vode na kolovozu. Visinski odnosi između krajeva mosta, slobodni profil ili drugi razlozi mogu uzrokovati jednostrano ili dvostrano nagib nivelete.

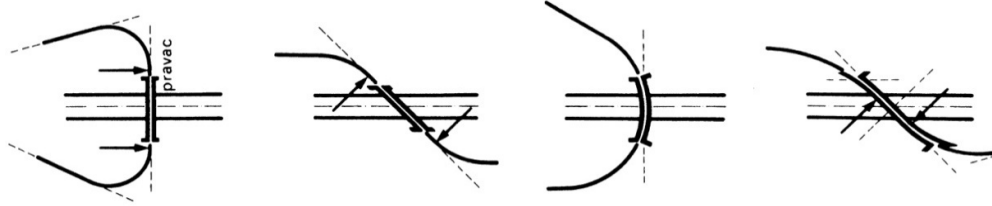
b) Konveksni oblik nivelete je pogodan kako za izgled mosta tako i za drenažu. Ako je tačka kulminacije u simetrali mosta, konstrukcija će biti simetrična. Zaobljenja ne smeju biti jaka zbog preglednosti puta. Preporuka je da usponi i padovi ne prelaze 3%, posebno ako na mostu imamo pešački saobraćaj.

c) Konkavni oblik nivelete se primenjuje na mestima gde se kolovoz obostrano spušta prema prelazu (mostu). Veoma je povoljan zbog preglednosti, ali nepovoljan za odvodnjavanje (u najnižem delu potrebno je povećati broj i veličinu slivnika i potrebno je kvalitetno održavanje). Problem drenaže se često može izbeći postavljanjem najniže tačke izvan mosta.

d) Složeni oblici nivelete se primenjuju kod dugih mostova. Mogu se formirati talasasti oblici nivelete (kombinacije konveksnog konkavnog i nivelete u pravcu). Postoji mnogo kombinacija oblika, posebno na raskrsnicama gde se grane puta prepliću u pogledu rasporeda i visine. Poželjno je da osovina mosta bude u pravcu ili čistoj kružnoj krivini. Kombinacija pravca, prelazne krivine i kružne krivine u zoni mosta stvara određene teškoće pri projektovanju i građenja. Treba izbegavati kombinaciju horizontalne i vertikalne krivine u zoni mosta. Izuzetno, kod mostova u sklopu saobraćajnih petlji, mora se prihvatiti i ova nepoželjna kombinacija krivina.

### 3.3 Izbor pravca

Sa stanovišta izgradnje težimo što jednostavnijim mostovima, koji su naravno najjeftiniji. Zbog toga je najpogodnije da je most u pravcu. Međutim, pojedini mostovi moraju biti locirani u različitim krivinama, prelaznicama i međupravcima (Slika 3). U tom slučaju, pored komplikacija koje nastaju na samoj konstrukciji, javljaju se i problemi sa obezbeđivanjem dobre preglednosti, što je usko povezano sa vrstom saobraćaja koji se odvija na mostu. U krivinama je kolovozna površina nagnuta ka centru krivine, ali trotoari sa ivičnim vencima ne moraju da prate takav nagib, pa se visinski odnosi između osnovnih linija menjaju u odnosu na kada je most u pravcu (problemi upadanja u slobodni profil – vizuelno i stvarno).



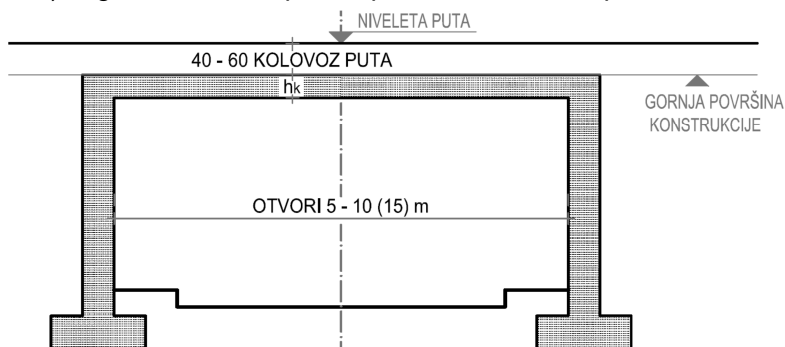
**Slika 3** Moguća situaciona rešenja prelaza mosta preko prepreke

Poprečni nagib kolovoza na mostovima posledica je vitoperenja kolovoza i rešava se u podužnom profilu puta. Poželjno je da se promena poprečnog nagiba (vitoperenje) obavi van mosta. Kod gradskih mostova treba usvojiti dvostrani poprečni nagib.

Kombinacija velikog podužnog i poprečnog nagiba na kolovozu može prouzrokovati neugodno klizanje na mokrom, zaleđenom ili snegom pokrivenom kolovozu.

Proširenja mostova u krivinama manjih radijusa treba izvesti u punoj vrednosti na celoj dužini objekta za razliku od puteva kod kojih se obično izvodi prelaz od nule do pune vrednosti proširenja.

Kod manjih objekata (podvožnjaka, pešačkih prolaza, kraćih mostova) dužine 5 – 10 (15) m može se spustiti gornja površina konstrukcije pod niveletu za 40 – 60 cm (tj. za debljinu kolovozne konstrukcije puta) čime se izbegavaju neugodne posledice sleganja puta na konstrukciju objekta (Slika 4). Ograde i ostala oprema puta se na kratkim potezima ne menjaju.



**Slika 4** Odnos niveleta puta i gornje površine konstrukcije kod manjih objekata

## 4 Saobraćajni profil

( Osnove: GLRD Projektni elementi puta tačka 4.6)

### 4.1 Poprečni profili (PP) i širine mostova

NPP i širine mostova na putevima sa dve ili više traka moraju biti usaglašeni sa geometrijskim elementima i PP puteva i saobraćajnim i slobodnim profilima mostova prema GLRD Projektni elementi puta.

Širinu mostova čine:

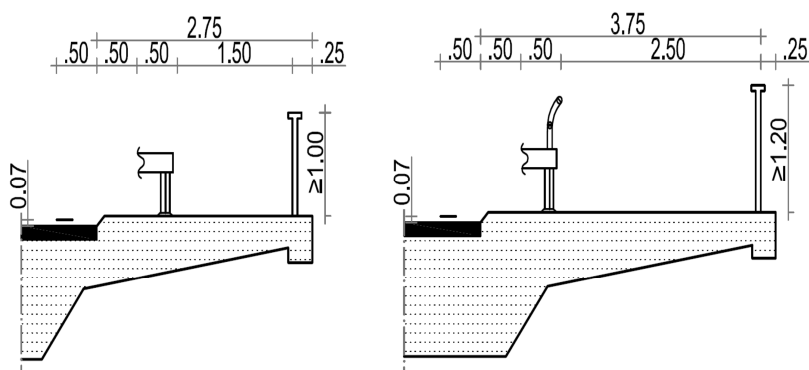
Dve ili više kolovoznih traka širine na istom kolovozu sa ili bez razdelnog pojasa.

Ivični delovi mostova su minimalne širine 1,75 m kod mostova na putevima sa  $V_p > 50$  km/s, odnosno 1,25 m kod mostova sa  $V_p < 50$  km/s.

Ivični delovi mostova se konstruišu prema SRDM 9.12.1 i SRDM 9.12.2 u zavisnosti od brzine vozila na mostu, visine ivičnjaka, tipova ograda i namene. Namena može biti samo traka za službena lica širine 0,75 m ili jedan red pešaka, više redova pešaka, biciklisti i kombinacija pešaka i biciklista (Slika 5).

a) Pešačka staza

b) Biciklistička ili kombinovana staza



**Slika 5 Pešačke i biciklističke staze na mostovima za  $V_p > 50$  km/h sa ivičnjakom visine 7cm i ČSO**

## 5 Koncipiranje mostova na lokalnoj putnoj mreži

Kod planiranja objekata na lokalnoj putnoj mreži se, zbog ekonomičnosti izgradnje i održavanja mostova se preporučuju masivne betonske konstrukcije sa manjom dužinom i brojem raspona.

Dužina i broj raspona mostovske konstrukcije zavise od funkcionalnih, estetskih i ekonomskih zahteva. Minimalne dužine raspona su uslovljene dimenzijama prepreke. Kada minimalna dužina raspona nije određena slobodnim profilom, dužine raspona, i broj stubova koji zavise od njih, bi trebalo tako izabrati da se ukupni troškovi gradnje i održavanja noseće konstrukcije i temelja svedu na minimum.

Rasponska konstrukcija određuje raspone. U zavisnosti od veličine raspona se biraju poprečni preseći rasponske konstrukcije.

### 5.1 Noseće konstrukcije mostova

Tipovi mostova prema tipu noseće konstrukcije koji se najčešće primenjujuna lokalnim putevima su:

- Gredni mostovi
- Ramovski mostovi ( preporuka sa vertikalnim stubovima)

**Gredni mostovi**, u obliku prosto položene grede sa jednim poljem je najjednostavniji statički sistem konstrukcija masivnih mostova.

Prednost ovog statičkog sistema je jednostavno izvođenje bilo na skeli ili sa montažnim nosačima. To omogućava angažovanje lokalne građevinske operative, iz tog razloga je posebno primenljiv za građenje mostova na lokalnoj putnoj mreži.

Nedostak ovog statičkog sistema je veća potrošnja materijala.

**Ramovski mostovi**, sa jednim ili više polja, su u osnovi gredni mostovi kod kojih je noseća konstrukcija kruto ili zglobovima (ležišta) povezana sa stubovima. Sa izborom raznih statičkih sistema, krutostima stubova i izborom ležišta može se uticati na presečne sile.

Zatvoreni ramovski mostovi se uglavnom projektuju kod propusta sa rasponom do 5m i mostova raspona do 10m, kad se fundiraju na slabo nosivom tlu.

Integralni ramovski mostovi su mostovi bez dilatacionih spojnica i ležišta.

Vertikalni stubovi kod okvirnih konstrukcija se preporučuju zbog jednostavnijeg izvođenja.

Na mreži lokalnih puteva su pogodni za prelazak preko duže prepreke. Izgradnja može da bude na skeli, kod stubova manje visine. Takođe su pogodni i za gradnju sa montažnim nosačima.

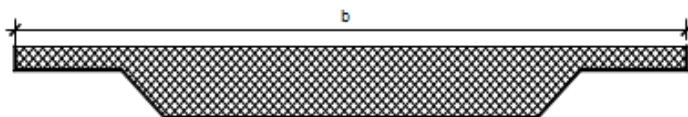
## 5.2 Tipovi poprečnog preseka

Tipovi porečnog preseka koje je poželjno koristiti u lokalnoj putnoj mreži su :

- Pločasti mostovi (puni i šuplji)
- Rebrasti preseci
- Rebrasta ploča
- Montažne predhodnonapregnute grede

### Pločasti preseci

Najjednostavnija rasponska konstrukcija je puna ploča (Slika 6). Armatura je jednostavna, potrebna je najmanja količina oplata i ugrađivanje betona je lako. S druge strane zahteva veliku količinu betona što povećava sopstvenu težinu. U estetskom pogledu povoljno deluju trapezni preseci.



**Slika 6 Pločast poprečni presek mosta**

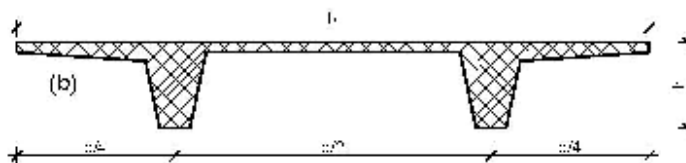
### Rebrasti preseci

Rebrasti poprečni preseci sastoje se od jednog ili više rebara (glavnih nosača) međusobno povezanih kolovoznom pločom i poprečnim nosačima. To su vrlo ekonomične konstrukcije. Gornja ploča služi ne samo za prenos opterećenja u poprečnom smeru na rebra, nego je sastavni deo gornjeg pojasa. Povoljna svojstva ovih mostova su relativno male količine betona i čelika, odnosno kablova, a time i mala težina koja opterećuje donji stroj kao i mogućnost montažne gradnje.

Rebrasti mostovi od armiranog betona ekonomični su do raspona od oko 30 m.

### Rebrasta ploča

U slučaju savitljivih poprečnih preseka mostova u poprečnom pravcu ili kod mostova koji su u osnovi jako zakrivljeni, poprečne grede treba uglavnom predvideti u svim osama oslonca, a po potrebi i u rasponu (Slika 7).



**Slika 7 Poprečni preseci sa rebrima**

### Montažne predhodnonapregnute grede

(1) Za mostove sa predhodnonapregnutim betonskim nosačima moraju se poštovati isti principi projektovanja, pristupačnosti, testiranja, zamenljivosti i trajnosti kao i za mostove od betona livenog na licu mesta.

(2) Kod montažne konstrukcije treba napomenuti da se nadgradnja sastoji od više komponenti različite starosti betona, čvrstoće betona i eventualno kvaliteta betona. (kolovozna ploča , poprečni nosači)

(3) Prednosti prefabrikovanih u odnosu na betonsku konstrukciju livenu na licu mesta mogu biti:

- Izostavljanje skupih nosećih i zaštitnih skela;
- Kraće vreme izgradnje;
- Mogućnost prefabrikacije u kontrolisanim uslovima , što obezbeđuje dobar kavalitet;
- Smanjena ograničenja saobraćaja.

(4) Nedostaci prefabrikovanih u poređenju sa betonskom konstrukcijom livenom na licu mesta mogu biti:

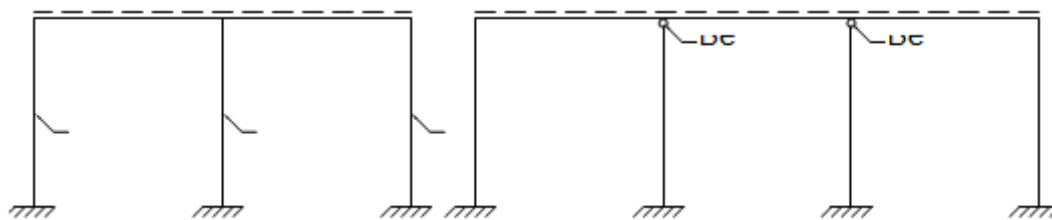
- Ograničenja zbog standardizacije i kraćih konzola,
- Poteškoće prilagođavanja u zakrivljenim i nagnutim konstrukcijama,
- Veća betonska površina zbog više uzdužnih greda,
- Zahtev za veće poprečne grede,
- Razmatranje većih konstrukcijskih tolerancija zbog različitog ponašanja pojedinačnih greda u deformacijama,
- dodatno ojačanje za prenos sile između prefabrikovanog elementa i betona na licu mesta,
- povećana koncentracija armature u poprečnim nosačima.

Orijentacione dimenzije noseće konstrukcije su prikazane u Tabela 1.

**Tabela 1 Orijentacione dimenzije noseće konstrukcije u zavisnosti od poprečnog preseka, broja raspona i materijala noseće konstrukcije**

JEDINIČNA DUŽINA	VISINA	BROJ POLJA
<b>Ploča od armiranog betona</b>		
L=5 - 15m	L/12 – L/16	jedno polje
L=15 - 20m	L/15 – L/20	više polja
<b>Ploča od prednapregnutog betona</b>		
L ≤ 25m	L/18 – L/25	jedno polje
L ≤ 25m (L ≤ 40m sa vutama)	L/25 – L/30	više polja
<b>Ploča sa gredama od armiranog betona</b>		
L=10 - 25m	L/10 – L/15	jedno polje
	L/15 – L/20	više polja
<b>Ploča sa gredama od prednapregnutog betona</b>		
L ≤ 30m	L/15 – L/20	jedno polje
L ≤ 40m	L/15 – L/25	više polja
<b>Prednapregnuti montažni elementi</b>		
L ≤ 35m	L/15 – L/20	jedno polje / više polja

U pogledu statičkog sistema na lokalnoj putnoj mreži preporučuje se primena mostova ramovskog statičkog sistema, sa vertikalnim stubovima, sa jednim ili više polja (Slika 8). U pogledu ekonomičnosti održavanja na lokalnoj putnoj mreži se preporučuju integralni ili, za više raspona, poluintegralni mostovi.



**Slika 8 Ramovski sistemi**

U pogledu izbora poprečnog preseka trebalo bi koristiti, u zavisnosti od prethodno navedenih činilaca, pločaste i rebraste nosače.

## 6 Podaci za izradu projekta

### 6.1 Saobraćajna opterećenja

Modeli opterećenja prema Evrokodu SRPS EN 1991-2 se koriste za dokaze u krajnjem graničnom stanju nosivosti i upotrebljivosti (uključujući i zamor). Modeli opterećenja koji su u njemu definisani koriste se za projektovanje, proračun i dimenzionisanje drumskih mostova.

### 6.2 Meteorološko – klimatska opterećenja

Za utvrđivanje dejstava na konstrukciju, koja su posledica meteorološko-klimatskih uslova potrebno je koristiti odgovarajuće Evropske norme i nacionalne anekse (sneg SRPS EN 1991-1-3, vetar SRPS EN 1991-1-4 i temperatura SRPS EN 1991-1-5).

### 6.3 Seizmičko opterećenje

(Osnove: SRPS EN 1998-2, zemljotresi)

Za dinamičku analizu mostova u skladu sa standardima SRPS EN 1998 projektovanje konstrukcija otpornih na zemljotres, koriste se seizmološke karte prema kojima se određuje zona, odnosno vrednost projektovanog ubrzanja  $a_g$ .

Generalno, mostovi kao deo lokalne putne mreže su dodeljeni II klasi važnosti (prosečan značaj), osim ako važnost prepreke preko je most prelazi ne zahteva veću klasu, kada je potrebna saglasnost Klijenta.

### 6.4 Hidroizolacija mosta

(Osnove: SRDM 9.12.3 Hidroizolacije)

Kao meru otpornosti na klimatske promene potrebno je obezbediti tip hidroizolacije sa odgovarajućim fizičko-mehaničkim karakteristikama, za slučaj ekstremnih padavina i ekstremnih temperatura,.

U svemu na osnovu SRDM 9.12.3 Hidroizolacije

### 6.5 Odvodnjavanje mosta

(Osnove: SRDM 9.12.4 Odvodnjavanje i kanalizacija, GLRD Odvodnjavanje)

Sistemi za odvodnjavanje moraju se blagovremeno uzeti u obzir u ukupnom planiranju mosta, u cilju pravilnog i dovoljnog dimenzionisanja.

Kao meru otpornosti na klimatske promene potrebno je obezbediti stabilnost drenažnog sistema u slučaju ekstremnih padavina ( pljuskova ili duge kiše).

Kada se grade novi mostovi, površinske vode se moraju sakupljati ako ne postoji zvanično odobrenje za ispuštanje u slobodnom padu. U slučaju popravke, izmena postojećeg odvodnjavanja mosta može se sprovesti samo u koordinaciji sa Klijentom.

Provođenje instalacija (unutrašnja drenaža, sabirni vod) u šupljim kutijama uglavnom nije dozvoljeno (posebno rešenje samo uz konsultaciju sa Klijentom).

### 6.6 Kolovoz

(u potpunosti je obrađeno u GLRD Kolovozne konstrukcije)

### 6.7 Dilatacione spojnice

(Osnove: SRDM 9.12.6 Dilatacione spojnice)

Za dilatacione spojnice je potrebno da se koriste proizvodi sa važećim odobrenjem ili, alternativno, mogu se instalirati proizvodi za koje je prikladnost i upotrebljivost potvrđena individualnom verifikacijom. Po pravilu se koriste vodonepropusne prelazne konstrukcije.

Smer kretanja dilatacione spojnice definisan je smerom ležišta i treba da bude što je više moguće paralelno sa osom mosta.

U slučaju dilatacione spojnice kolovoza po kojima se direktno vozi, ugao ukrštanja između obalnog stuba i ose kolovoza treba da bude, ako je moguće,  $> 65^\circ$ . Uglovi podešavanja levog

nagiba između 45° i 70° u odnosu na smer kretanja su nepovoljni za zimsku službu i treba ih izbegavati ako je moguće. Ako to nije moguće, na prelazu saobraćajne trake preko dilatacione spojnice mora se primeniti odgovarajuća zaštita od pluga za uklanjanje snega i saobraćajna signalizacija.

Projekat dilatacione spojnice kolovoza mora biti usklađen sa odgovornim odeljenjem preduzeća koje održava put u pogledu čišćenja.

U slučaju dilatacione spojnice mora se izvesti vodonepropusni zaptivni spoj sa obe strane. Svako spajanje instalacionih kanala u oblasti prelazne konstrukcije greda mora biti vodonepropusno.

Iz svih gorenavedenih razloga kod mostova na mreži lokalnih puteva se preporučuje asfaltna dilataciona spojnica.

U Tabela 2 su prikazani tipovi dilatacionih spojnica.

**Tabela 2 Pregled tipova dilatacionih spojnica u zavisnosti od računskog pomeranja i dužine dilatiranja**

	Vrsta dilatacije	Orijentaciona dužina dilatiranja objekta	Pomeranja u dilatacionoj spojnici			Materijali za dilataciju
			u (smer X)	v (smer y)	w (smer z)	
5.2	Dilatacija za minimalna pomeranja (završetak kolovoza)	do 20 (30) m	20 mm <sup>1)</sup> ( ± 10 mm)	5 mm <sup>1)</sup>	5 mm <sup>1)</sup>	čelični završni profili i bitumenska masa za zalivanje
5.3	Dilatacija za mala pomeranja	do 50 (70) m	50 mm ( ± 25 mm)	5 mm	1 mm <sup>2)</sup>	polimerizirana bitumenska masa, elastomerna ispuna, guma, čelik
5.4	Dilatacija za srednja pomeranja	do 150 m	150 mm ( ± 75 mm)	5 mm <sup>3)</sup>	1 mm <sup>3)</sup>	gumenu zaptivač, upeti profili, čelična sidra, zavrtnjevi za sidrenje itd.
5.5	Dilatacija za velika pomeranja <sup>4)</sup>	do 300 m	300 mm ( ± 150 mm)	5 mm <sup>3)</sup>	1 mm <sup>3)</sup>	gumeni zaptivač, čelična sidra, čelični nosivi elementi, čelični češljevi, teške ploče, elementi iz sintetičkih materijala itd.
5.6	Dilatacija za jako velika pomeranja <sup>4)</sup>	iznad 300 m	≥ 300 mm ( ± 150 mm)	5 mm <sup>3)</sup>	1 mm <sup>3)</sup>	

- 1) Pomeranja su orijentaciona, obezbeđuju se sa klinovima iz asfaltbetona.
- 2) Ograničenje 1 mm važi za bitumenske dilatacije (npr. Thorma Joint). Izrada bez gumenih zaptivača je manje osetljiva za vertikalna pomeranja.
- 3) Podaci su orijentacioni pošto se kapaciteti pomeranja u smeru "Y" za pojedine tipove dilatacija jako razlikuju u odnosu na specifičnosti konstrukcije.
- 4) Dilatacije za velika i jako velika pomeranja su često vodopropustna. U ovakvim slučajevima mora se obezbediti sigurno odvodnjavanje i pristup ispod dilatacije.

Kao meru otpornosti na klimatske promene potrebno je obezbediti dilatacione spojnice za prihvatanje ekstremnih ekspanzija pri visokim temperaturama i većem broju uzastopnih vrelih dana ( vrela talas).

## 6.8 Ivični venci

(Osnove: SRDM 9.12.1 Ivični venci, ivičnjaci i tortoari )

Ivični venci se postavljaju na ivicama mosta. Projekat bez ivičnih greda treba izbegavati.

Preporuka je da spoljni ivični venci budu projektovani i ankerisani na takav način da se u svakom trenutku može podići zid za zaštitu od buke propisane visine. Iz ovoga se isključuju mostovi na putevima klase K3 i K4.

Ivični venci se projektuju bez dilatacionih prekida. Da bi se smanjio uticaj od skupljanja, ivični venci se izvode što je moguće pre, a nakon završetka izgradnje noseće konstrukcije.

## **6.9 Ležišta**

(Osnove: EN 1337 delovi 1 do 11; SRDM 9.12.5 Ležišta)

U slučaju obalnog stuba i medjstubova predvideti jedno poprečno nepokretno ležište, pomerljivo u pravcu kretanja, ako je moguće u pravcu ose kolovoza, uzimajući u obzir i dilatacione sprave.

Za ceo most potrebno je izraditi plan izmeštanja ležišta.

Za zamenu ležišta potrebno je predvideti pričvrrsne ploče za postavljanje presa na ležišnim gredama i poprečnim nosačima.

## **6.10 Sistemi za zadržavanje**

(Osnove: GLRD Saobraćajna signalizacija i oprema; Tehničko uputstvo primena sistema za zadržavanje vozila na državnim putevima Republike Srbije, mart 2021, JPPS; SRDM 9.12.2 Ograde)

Nivoi zadržavanja moraju biti definisani u skladu važećom regulativom.

## **6.11 Pešake-biciklističke ograde**

(Osnove: GLRD Saobraćajna signalizacija i oprema; Tehničko uputstvo primena sistema za zadržavanje vozila na državnim putevima Republike Srbije, mart 2021, JPPS; SRDM 9.12.2 Ograde)

Po pravilu, ugrađivanje se vrši odozgo na ivičnu gredu. U izuzetnim slučajevima moguće je bočno pričvršćivanje.

Ako na mostu postoji uzemljenje, ograde moraju biti integrisane u sistem uzemljenja. Sistem uzemljenja mora da projektuje ovlašćeni projektant u skladu sa važećom regulativom. Prilikom pričvršćivanja drugih komponenti na ogradu (štitnik od prskanja, zaštita od pada), moraju se preduzeti odgovarajuće zaštitne mere kako bi se izbegla oštećenja od korozije.

## **6.12 Zaštita od prskanja**

U zoni mostova preko saobraćajnica, a po potrebi i preko vodnih tokova (ukoliko je naznačeno u LU), mora se obezbediti zaštita od prskanja. Visina: obično 1,00m ili do 1,80m kako je specificirano od klijenta ili nadležnog vodoprivrednog preduzeća.

Pravilo za postavljanje: Unutar pešačke ograde.

## **6.13 Barijere za zaštitu od buke na mostovima i drugim inženjerskim konstrukcijama**

(Osnove: SRDM 9.12.2)

## **6.14 Uzemljenje**

Za drumske mostove po pravilu nisu potrebni sistemi gromobranske zaštite i pripadajuće uzemljenje.

Ako su električne ili elektronske komponente ugrađene u konstrukciju mosta, potrebno je postaviti sistem uzemljenja u skladu sa važećom regulativom. Ako su mostovi u zoni uticaja elektrificiranih kolosečnih sistema, nadzemnih vodova trolejbusa ili visokonaponskih sistema, možda će se morati planirati i sprovesti dalje mere uzemljenja.

## **6.15 Osvetljenje**

Osvetljenje lokalnih puteva se generalno ne primenjuje. U slučaju da postoji izričit zahtev za postavljanje osvetljenja na mostu tada je rasveta bitan činilac ukupne vrednosti i estetike mosta. Osvetljenjem nastojimo povećati sigurnost saobraćaja i omogućiti bržu vožnju. Pri tome težimo ostvariti što jednoličnije osvetljenje pogodnim izborom izvora svetla, rasporedom svetiljki i visinskim položajem izvora osvetljenja uz što veću ekonomičnost instalacija. Proračuni osvetljenja se oslanjaju na osvetljenost kolovoza pri svim vremenskim uslovima (suvo, magla, kiša). Projekat osvetljenja rade odgovorni projektanti elektro struke i to u toku projektovanja.

Potrebno je uskladiti osvetljenje s drugim delovima mosta, posebno kada se osvetljenje prostavlja na visokim stubovima na mostu ili uz most. To znači da se pri izboru podužne i poprečne dispozicije mosta mora odabrati i položaj stubova, odnosno način rasvete mosta i prilaza. Predložena rešenja osvetljenja mosta je potrebno usaglasiti sa lokalnom samoupravom.

## 7 ANEX INTEGRALNI MOSTOVI ( informativno )

### 7.1 Integralni mostovi

#### 7.1.1 Uvod

**Integralni mostovi**, ili kako ih neki nazivaju robusni, rezultat su nastojanja mostograditelja da snize rastuće troškove održavanja i povećaju trajnost mostova. Kod integralnih mostova oslonci, donja konstrukcija i gornja konstrukcija nosećeg raspona su međusobno monolitno povezani. Zbog toga nemaju ležišta i dilatacione spojeve. Pomeranja i obrtanja kao rezultat temperaturnih kolebanja imaju pojačan uticaj na podlogu i nasip iza obalnog (kranjeg) stuba.

U statičkom pogledu razlika je u tome da su kod integralnih mostova sprečene deformacije od temperature i skupljanja i tečenja zbog čega u njima nastaju parazitne sile (sile prisile), dok su kod konvencionalnih mostova te deformacije omogućene pa ne nastaju sile.

**Poluintegralne konstrukcije** su ramovske konstrukcije koje nisu integralne konstrukcije i kod kojih su stubovi monolitno povezani sa gornjom konstrukcijom u najmanje dve ose, a ležajevi su raspoređeni na ostalim stubovima i osloncima.

#### Pozitivne osobine integralnih mostova:

- Smanjenje troškova građenja;
- Smanjenje troškova popravke zbog eliminacije komponenti koje zahtevaju intenzivno održavanje;
- Pojednostavljen i brži proces izgradnje zahvaljujući eliminaciji ležišta i dilatacionih spojnica;
- Monolitna veza stubova daje kreativne mogućnosti u pogledu oblikovanja stubova;
- Veća udobnost vožnje i niža emisija buke zbog eliminacije prelaza vozila preko dilatacione spojnice;
- Izbegavanje direktnog pristupa sredstava za odmrzavanje (so) konstruktivnim delovima ispod kolovoza;
- U poređenju sa mostovima sa konvencionalnom vezom nosača, moguć je veći središnji raspon sa kraćim ivičnim rasponima;
- Mostovi u horizontalnim krivinama posebno su pogodni za integralne mostove. Kod njih se prisilne promene dužina pretvaraju u radijalne deformacije.

#### Negativne osobine integralnih mostova:

- Povećani zahtevi za geološkim istraživanjima i geotehničkim interpretacijama i proračunima;
- Složeniji proračuni uzimajući u obzir interakciju između mosta i tla;
- Prisustvo planiranih parazitnih statičkih uticaja koji nastaju usled temperaturnih promena, reologije betona i prednaprezanja;
- Zahtev za temeljenje koje nije osjetljivo na sleganje sa potrebnom horizontalnom krutošću u isto vreme;
- Otežano ispravljanje grešaka u projektovanju i izgradnji;
- Ne preporučuju se za kose mostove, tamo gde postoje znatna sleganja ili pomeranja tla, kod slabo nosivog tla gde šipovi nose na trenje jer zbog cikličkog pomeranja nije pouzdana njihova nosivost.
- Izuzetno su osjetljivi na sve posledice klimatskih promena kao što su povećanje maksimalnih temperatura, dužina toplotnog talasa i erozija podtla usled ekstremnih padavina.

#### 7.1.2 Specifičnosti integralnih mostova

(1) U slučaju integralnih mostova, geotehničko dejstvo se ne smatra samo dejstvom na sistem mosta u smislu EN 1990, već je i sama komponenta statičkog sistema i uliva se u statički sistem sa osobinama tla kao građevinskog materijala.

(2) Za integralne i poluintegralne konstrukcije, nosivost, uključujući zamor i upotrebljivost, mora se verifikovati korišćenjem pristupa projektovanju koji sveobuhvatno i realno prikazuju interakciju između konstrukcije i tla. Pristup „nepovoljnim“ svojstvima tla, koji se obično daju u geotehničkom izveštaju za neintegralne objekte, nije dovoljan, jer nije nužno na strani sigurnosti.

(3) U slučaju integralnih i poluintegralnih konstrukcija, nejednaka vertikalna sleganja i obrtanje nastala od parazitnih uticaja, mogu biti odlučujući za izvodljivost ovog načina gradnje.

(4) U planiranju projektovanja vodi se računa o postupku izgradnje, konstruktivnom i hronološkom redosledu izgradnje objekta i zasipanju.

### **7.1.3 Geotehnički izveštaj**

(1) Integralne i poluintegralne strukture određuju vrstu i obim istraživanja tla. Geotehnički stručnjak stoga mora biti uključen u ranoj fazi.

(2) U cilju realnog evidentiranja slojeva i svojstava tla, potrebno je izvršiti istraživanja tla po meri integralnog ili poluintegralnog načina građenja. Rezultati se sumiraju u geotehničkom elaboratu.

Deformacije od delovanja temperature i skupljanja betona su sprečene i nastaju sile u rasponskoj konstrukciji i tlu koje bitno utiču na realizaciju ovih mostova.

### **7.1.4 Osnove za koncipiranje integralnih mostova**

#### **7.1.4.1 Opšte**

(1) Ako je obalni stub nagnut prema osi konstrukcije  $< 80$  gon, sistem mora biti prostorno modeliran i proračunat.

(2) Posebne odredbe su potrebne ako se značajni delovi nasipa iz obalnog stuba mogu privremeno ukloniti tokom radnog veka, npr. za polaganje vodova na većim dubinama. Ove odredbe treba zabeležiti u građevinskom dnevniku i tehničkim uslovima.

#### **7.1.4.2 Uticaj na parazitne (prinudne unutrašnje sile prisile)**

Geometrija mosta, način izgradnje i uslovi temeljenja određuju veličinu parazitnih sila u okvirnim konstrukcijama.

Unutrašnje sile su u suštini uzrokovane temperaturnim opterećenjima, prednaprezanjem, tečenjem i skupljanjem. Neki od konstruktivnih parametara koji utiču na veličine unutrašnjih prazitnih sila prisile su:

##### Vreme prednaprezanja

U pogledu unutrašnjih sila, mostovi sa prednapregnutim betonskim elementima imaju prednosti u odnosu na prednapregnute na licu mesta betonske mostove, jer elastični deo prednaprezanja i deo tečenja i skupljanja ne utiču na ceo sistem. Rasipanje sile prednaprezanja u tlo mora se ispitati statički.

##### Osnova mosta

Integralni mostovi u krivinama povoljnije reaguju na uticaj temperature i skupljanja betona u poređenju sa mostovima u pravcu zbog čega integralne konstrukcije mogu da se primene za mostove u krivinama veće dužine. U osnovi zakrivljeni mostovi imaju horizontalnu deformaciju tako da na njih manje utiču sile usled promene temperature i reologije betona. Promena dužine mosta u krivini se pored obalnih stubova događa po celoj dužini mosta.

##### Izbor poprečnih preseka stubova

Oblik poprečnih preseka stubova može značajno uticati na unutrašnje sile u višerasponskim poluintegralnim mostovima. Tanki, fleksibilni stubovi smanjuju prinudne unutrašnje sile.

##### Napomene o dimenzionisanju stubova

Prilikom dimenzionisanja stubova moraju se rešiti dva konkurentna zadatka. Smanjenjem debljine stuba može se postići manja krutost na savijanje, što povoljno utiče na parazitne sile.

Međutim, smanjenje debljine stuba može dovesti do visokog nivoa armiranja. Iz tog razloga, izvodljivost se mora proveriti detaljnim prikazom armature, preklapanja i, ako postoje, prodora sa prednapregnutim kablovima gornje konstrukcije.

#### Krutost temelja

Parazitne sile se mogu smanjiti izborom odgovarajuće podloge. Temelji sa jednim redom šipova su povoljniji od grupe šipova ili plitkih temelja.

#### Izgradnja obalnog stuba:

Konstruktivni projekat obalnog stuba ima značajan uticaj na parazitne sile u integralnim konstrukcijama. Kratkim visećim krilima ili odvajanjem krila od zida obalnog stuba sile prisile se značajno smanjuju. S druge strane, sandučasti obalni stubovi povećavaju parazitne sile.

Obalni stubovi sa malim visina značajno smanjuju parazitna naprezanja.

Dimenzije obalnih stubova određuju se dozvoljenim naprežanjem tla.

#### Redosled izgradnje:

Parazitni uticaji se mogu kontrolisati izborom redosleda gradjenja. Tako npr. promenom fiksnih tačaka, preddeformacija i vremena zatrpavanja oporca smanjuju se parazitni uticaji.

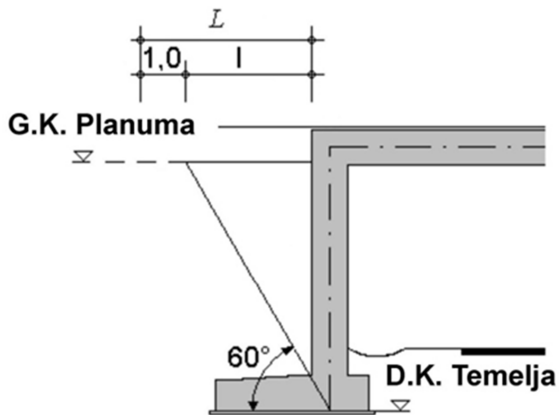
Smanjenje uticaja u nosećoj konstrukciji primenom klasičnog prednaprežanja na licu mesta je u principu ekonomično neopravdano.

## **7.2 Prelaz sa mosta na put**

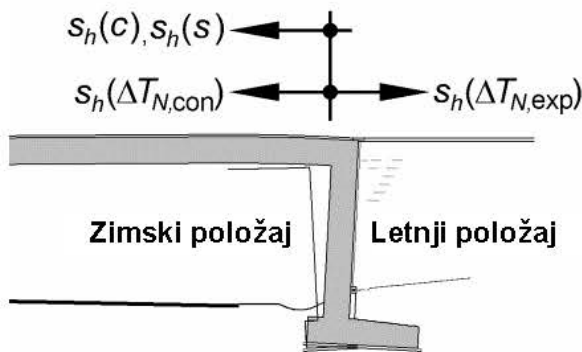
U slučaju integralnih konstrukcija, nasip iza obalnog stuba doživljava i negativna i pozitivna pomeranja zida u zavisnosti od odgovarajuće promene temperature.

Uprkos prisili, integralne konstrukcije generalno pokazuju približno iste promene u dužini usled temperaturnih dejstava kao i konvencionalni mostovi. Periodično ponavljanje kretanja kao rezultat temperaturnih fluktuacija izaziva progresivno sabijanje nasipa. Posledice mogu biti sleganja nasipa.

Veličina pomeranja obalnog stuba koji se mora nadoknaditi u nasipu određuje vrstu prelaza sa konstrukcije na put. Za ovo se prvo mora odrediti ukupno pomeranje na odgovarajućem kraju konstrukcije sa karakterističnim vrednostima.



**Slika 9 Način određivanja dužine prelazne ploče**



**Slika 10 Pomeranja integralne konstrukcije u toku zimskog i letnjeg perioda**

Dužina  $L$  prelazne ploče može se odrediti prema Slika 9. Međutim, trebalo bi da bude najmanje 3,50 m. Preporučena minimalna debljina prelazne ploče je 40 cm za prelazne ploče sa konstantnom debljinom i 30 cm za prelazne ploče promenljive debljine. Pri vrhu mora biti nagnuta za najmanje 3% u uzdužnom pravcu od objekta. Prelaznu ploču treba dimenzionisati kao samonoseću ploču sa  $2/3 L$  razvučenom u uzdužnom pravcu mosta.

Klasa izloženosti, klasa zahteva betona prelaznih ploča bira se kao za temelje a čvrstoća betona kao za obalne stubove.

Umetci koji nisu osetljivi na vlagu koriste se na spoju između prelazne ploče i krila (npr. umetci od tvrde pene).

Kao i kod konvencionalnih mostova, prelazna ploča takođe mora da ispunjava sledeće zahteve za integralne mostove:

- Nadoknada sleganja iza obalnog stuba;
- Kompenzacija razlika u krutosti između kolovoza i konstrukcije mosta;
- Odvođenje vode koja se skuplja, dalje od obalnog stuba.

Pored toga, u integralnoj konstrukciji mosta postavljaju se sledeći zahtev:

- Smanjenje ili prenošenje promena dužine gornje konstrukcije na kolovoznu konstrukciju kako bi se izbegle velike pukotine na kolovozu.
- Generalno se preporučuje da se prelazna ploča monolitno poveže sa konstrukcijom rama, ali ne kruto. Generalno se preporučuje da hidroizolaciju treba postaviti preko cele konstrukcije kako bi se sprečilo curenje vode.

## 7.2.1 Prelazna ploča za inegralne mostove na osnovu Nemačkih propisa

(Osnova: Richtlinienfürden Entwurf, die konstruktive Ausbildung und AusstattungvonIngenieurbauten, Teil 2 Brücken, Abschnitt 5 Integrale Bauwerke, RE-ING, 2016)

Nemačka norma predlaže različite tipove prelaznih ploča u skladu sa dužinom mosta, proširenjem, tipom konstrukcije i kategorijom saobraćaja (Tabela 3). Mali mostovi ne moraju da imaju prelazne ploče.

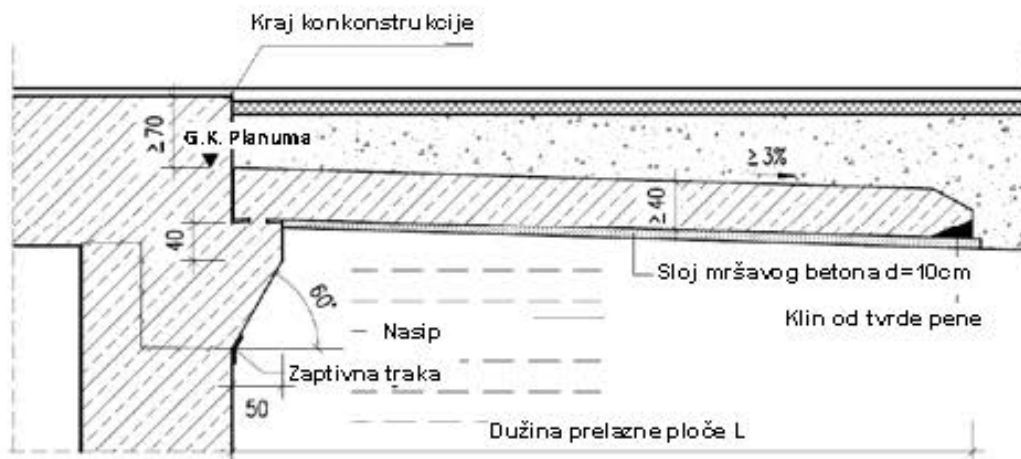
**Tabela 3 Tipovi prelazne ploče u zavisnosti od pomeranja, vrste noseće konstrukcije i dužine simetričnog mosta**

Tip prelazne ploče	Izduženje [mm]	Dužina mosta za simetrične konstrukcije [m]		
		Prednapregnuti beton	Armirani beton	Spregnute (čelično – betonske)
Tip I	≤ 25	≤ 50	≤ 60	≤ 65
Tip II	≤ 37,5	≤ 50	≤ 60	≤ 50
Tip III	≤ 65	≤ 95	≤ 115	≤ 130

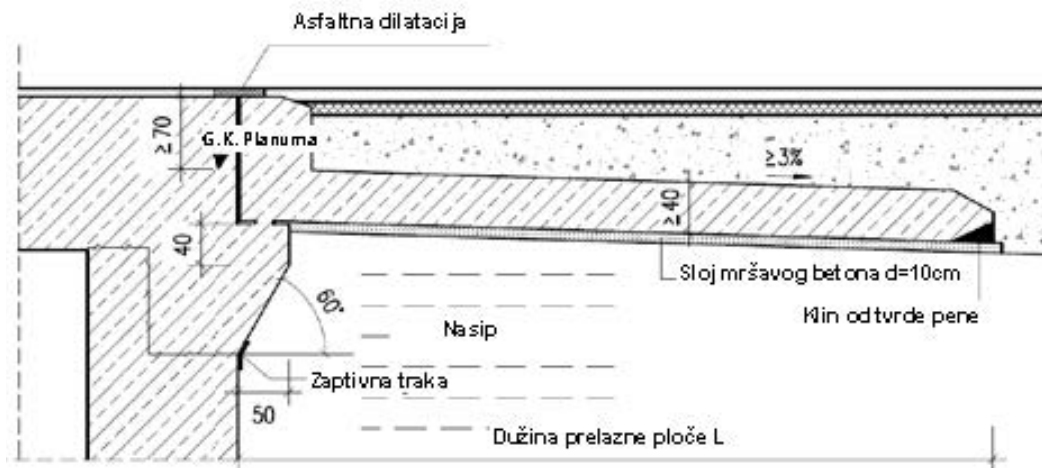
Prelazna ploča tipa I je spojena sa obalnim stubom zglobom pomoću ukrštene armature (Slika 11).

Kod tipa II između spoja obalnog stuba i prelazne ploče postavlja se asfaltni čep, dok je prelazna ploča i dalje zglobno povezana sa obalnim stubom (Slika 12).

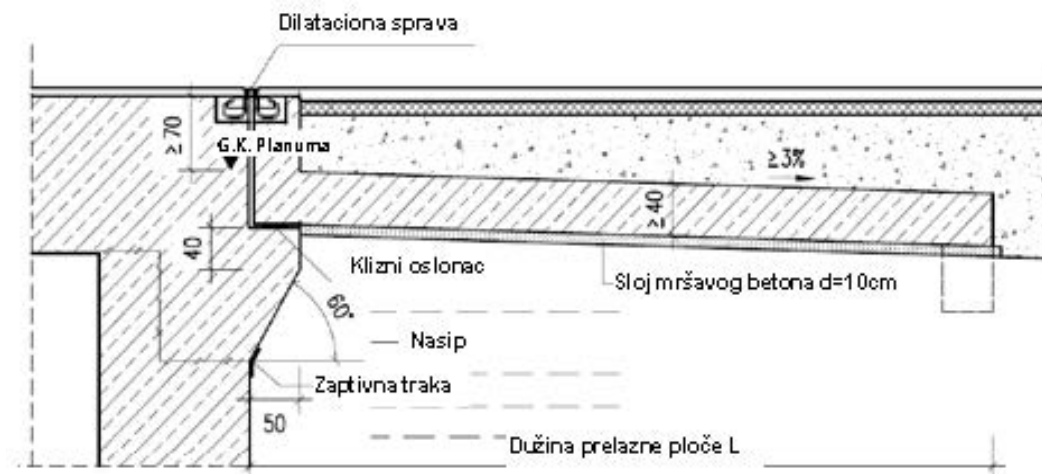
Tip III koristi opremu za dilatacionu spojnici ugrađenu u beton između ugla obalnog stuba i prelazne ploče. U ovom slučaju prelazna ploča se odvađa odobalnog stuba pomoću kliznog materijala između dve betonske površine (Slika 13).



**Slika 11 Prelazna ploča Tip I iz Nemačkih propisa**



**Slika 12 Prelazna ploča Tip II iz Nemačkih propisa**



**Slika 13 Prelazna ploča Tip III iz Nemačkih propisa**

### 7.2.2 Dilatacione spojnice kod integralnih mostova

U zavisnosti od vrste kolovoza na mostu i putu, potrebno je napraviti odgovarajući prelaz most-put koji će zadovoljiti dozvoljena naprezanja, udobnost vožnje i izdržljivost. Krajevi mosta se pomeraju usled dejstva temperature i vlage, pa se u kolovozima javljaju dodatna naprezanja. Kolovoz na mostovima se najčešće sastoji od izolacionog sloja i zaštitnog i habajućeg sloja od asfalt betona ili livenog asfalta. Kolovozna konstrukcija puta obično se sastoji od habajućeg sloja, gornjih i donjih nosećih slojeva. Gornji noseći slojevi se obično sastoje od bitumenskih mešavina, a donji noseći slojevi od hidraulički stabilizovanih mešavina ili nevezanih mešavina kamena. Kolovozna konstrukcija puta može biti i betonska, što je ređe. Zbog veze zaštitnog i izolacionog sloja sa nosećim slojem, kolovoz mosta mora da prati deformacije rasponske konstrukcije. Klasične dilatacije (čelične ili neoprenske) između zastora na krajevima mosta kolovozne konstrukcije puta mogu se izostaviti kod integralnih mostova ako zastor kolovozne konstrukcije može da izdrži dodatne sile od pomeranja mosta. Izduženja rasponske konstrukcije moraju se kompenzovati u prelazu most-put, odnosno kolovozu, kako ne bi došlo do širokih pukotina ili izbočina. Za proračun napona važno je ponašanje na kontaktu zastora i konstrukcije mosta. Pod pretpostavkom punog spoja zastora i izuzetno krute podloge, u slučaju pomeranja podloge dolazi do koncentracije napona i bez obzira na svoje visoko elastične karakteristike, zastor puca čak i pri malim promenama dužine.

U stvarnosti postoji elastična sprega sa trenjem, a granični uslovi u praksi su između graničnih vrednosti krute i elastične sprege. Površina bitumenskog kolovoza koji se aktivira za promene dužine povećava se ako sile prinude sa konstrukcije, koje se javljaju dok se ne postigne

zatezna čvrstoća kolovoza, lokalno savladaju trenje. Asfalt ima složeno deformaciono ponašanje koje sadrži elastične, plastične i viskozne deformacije i značajno je zavisno od temperature i dužine opterećenja, odnosno frekvenciji opterećenja. Za kratkoročne radnje ponašanje asfalta je približno elastično, i za dugotrajno delovanje viskoelastično. Pre svega se javljaju plastične deformacije sa velikim promenama opterećenja formiraju se kolotrazi, a u slučaju promene dužine talasi ili pukotine.

Širenja rasponske konstrukcije leti izazivaju obično mala naprezanja, jer asfalt ima sposobnost opuštanja, ali mogu nastati talasi. Prilikom skraćivanja raspona zimi na niskim temperaturama, smanjuje se elastičnost asfalta usled niske temperature pa mu je sposobnost dilatiranja smanjena, tako da posle prekoračenja napona zatezanja nastaju pukotine. Premda prema teorijskim i eksperimentalnim rezultatima bitumenski kolovoz u najvećem broju slučajeva za male raspone može kompenzovati dilatacije konstrukcije mosta, neophodno je izvršiti računsku proveru u odnosu na dozvoljene dilatacije u asfaltnom sloju pri kritičnim temperaturama pod pretpostavkom pada fleksibilnosti usled oksidacije veziva.

Asfaltne dilatacije ili elastobitumenske dilatacije se proizvode iz polimeriziranoga bitumena sa povećanim elastičnim osobinama (Slika 14). One se ugrađuju u utvor asfaltnog kolovoza tako da postaju sastavni deo kolovoza. Pričvršćenje se obezbjeđuje ljepljenjem mase dilatacije sa donje strane za betonsku podlogu, a sa bočnih strana masa je sljepljena za slojeve asfalt-betona. Asfaltne dilatacije se preporučuju i na obalnim stubovima sa nepokretnim ležištima i na mestima zglobova (ležišta).



Slika 14 Detalj asfaltne dilatacije

## 8 Inženjerske konstrukcije

(Osnove: SRDM 10. Projektovanje inženjerskih konstrukcija 1-6)

### U inženjerske radove spadaju između ostalog :

- Obezbeđenje temeljne jame za ukopane objekte ili temelje
- Zaštita kosina
- Stabilizacija klizišta

Na lokalnoj putnoj mreži najčešće inženjerske konstrukcije su potporne konstrukcije.

### 8.1 Potporne konstrukcije

#### 8.1.1 Svrha potpornih konstrukcija

Potporne konstrukcije služe za bočno pridržavanje tla, a njihova osnovna uloga je da onemoguće urušavanje strme zaseke terena ili materijala nasipa puta. Na putevima potporne konstrukcije mogu biti samostalne ili deo nekog objekta. Ove konstrukcije se koriste za trajno ili privremeno podupiranje mase zemlje ili drugog materijala kojima nije bilo moguće osigurati njihov prirodni nagib. Troškovi njihove izrade su značajno veći nego kad bi se kosina izvela u svom prirodnom nagibu. Takve konstrukcije mogu da se izvode od različitih materijala, različitih statičkih sistema iza razne namene. Njihovom izgradnjom se postiže osiguranje kosina terena i stvaraju slobodni prostori za gradnju saobraćajnice ili se postižu osiguranja kod regulacija vodotoka.

Izgradnjom potpornih konstrukcija postizemo i osiguravamo stabilnost visinske razlike dva nivoa terena. Nasipi ispred mostova kojima se ostvaruje pristup na mostove, završavaju se potpornim konstrukcijama na koje se oslanja nosiva konstrukcija mosta, tako da ove potporne konstrukcije nazivamo obalnim stubovima mosta.

Potporne konstrukcije koje su sastavni deo građevinske jame mogu biti privremene ili stalne na način da se uklupe u konstruktivni sistem budućeg objekta (npr. kod propusta odnosno podhodnika).

Građevinske jame kod manjeg iskopa mogu se štititi različitim vrstama oplata koje se podupiru kosnicima. Međutim, kod dubljih i složenijih vrsta građevinskih jama, naročito kada se radi o ograničenom prostoru u gradovima, primjenjujemo dijafragme, nizove šipova, mlazno injektiranje i slično.

Veoma složene potporne konstrukcije su one kod kojih se iskop i temelj nalaze duboko ispod nivoa podzemnih voda. Ove potporne konstrukcije su pored ostalih opterećenja, opterećene i znatnim hidrostatičkim pritiskom, tako da se zaštita ovakvih građevinskih jama uglavnom vrši pomoću armirano betonskih dijafragmi, zagata ili priboja.

U potporne konstrukcije spadaju i razne vrste zagata koji su uglavnom opterećeni hidrostatičkim pritiskom odnosno opterećeni su dejstvom podzemne vode od koje štite građevinsku jamu.

Sve potporne konstrukcije primaju opterećenja od zemlje, vode ili drugog materijala ili nekog statičkog ili dinamičkog opterećenja, koje se nalaze iza potporne građevine. Posebnu pažnju je potrebno dati drenažnim merama kojima se voda odvodi iza potporne konstrukcije, jer hidrostatički pritisak stvara veliko horizontalno opterećenje. Iz tih razloga se iza potporne konstrukcije izvodi filterski sloj i drenaža kojima će se odvesti voda iza potporne konstrukcije i time smanjiti uticaj sile hidrostatičkog pritiska.

Prema načinu gradnje, potporne konstrukcije mogu da se podele na:

- Zasipane (one se nakon izgradnje zasipaju a za njihovu gradnju je neophodan slobodan prostor i da tlo ne vrši prisak na njih)
- Ugrađene (nije potreban posaban prostor jer se posebnom tehnologijom ugrađuju u tlo bilo pre ili tokom iskopa tla oko njih)

- Specijalne

U zasipane potporne konstrukcije spada masivni potporni ili gravitacijski zid, armirano betonski L i T zidovi, razni tipovi montažnih zidova, gabioni i konstrukcije od armiranog tla.

Ugrađene potporne konstrukcije predstavljaju zidovi od pobijenih talpi, armiranobetonske dijafragme ili kontinualni zidovi od pobijenih ili bušenih šipova. Za njihovo izvođenje nije potreban slobodan prostor (osim za potrebnu mehanizaciju). U izgradnji puteva mogu da se upotrebljavaju u svim inženjerskim radovima, u blizini postojećih saobraćajnica ili objekata, ispod nivoa vode.

Sve potporne konstrukcije su izuzetno osetljive na posledice klimatskih promena kao što je erozija podtla usled ekstremnih padavina.

## **8.2 Zasipne potporne konstrukcije**

Potporni zid je objekat koji se nalazi u grupi zasipanih potpornih konstrukcija i svojim konstruktivnim kapacitetom nosi opterećenje tla, odnosno to je građevina koja služi za savladavanje visinskih razlika na površini terena. On podupire vertikalne ili strme zaseke terena ili neki nasuti materijal, pa je površina tog materijala iza zida na većoj koti nego što je kota ispred zida. U zavisnosti od vrste temeljnog tla mogu da budu temeljeni na plitke temelje ili šipove.

Potporni zidovi čine delove mnogih putnih objekata:

- Krila obalnog stuba mosta
- Zaštita predulaza u tunele
- Građevine koje se izgrade u zasecima ili usecima
- Obezbeđenje nožice nasipa

Tipični zasipni zidovi: gravitacijski masivni betonski zid, armirano – betonski T zid, armirano – betonski L zidovi, te zid od gabiona. Za izgradnju ovih zidova potrebno je osloboditi prostor na kojima se oni mogu nesmetano graditi, da bi se nakon završetka gradnje prostor iza zida zasipao nekim pogodnim ili priručnim zemljanim materijalom.

Na putevima se primenjuju potporni zidovi koji mogu da budu izvedeni kao krute jedinstvene celine kao npr. betonski gravitacioni, armiranobetonski sa ili bez kontrafora.

Takođe u upotrebi su i fleksibilne konstrukcije izrađene od posebnih elemenata kao što su gabionski elementi, prefabrikovani betonski elementi ili od armirane zemlje.

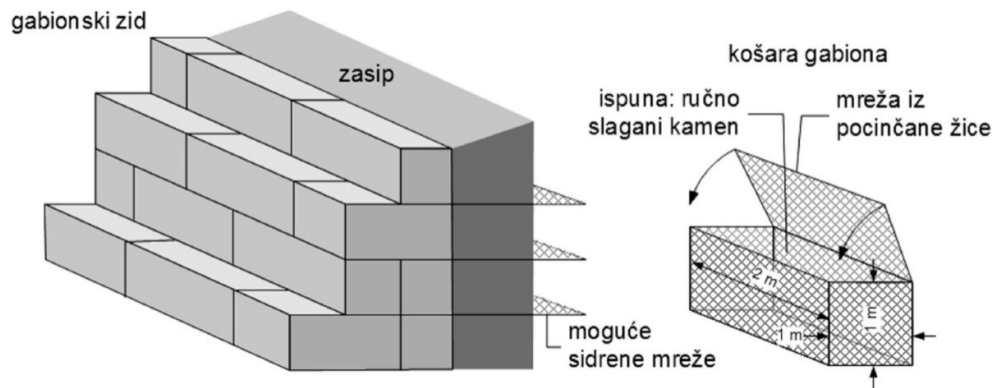
## **8.3 Gravitacijski masivni zid**

Gravitacioni masivni zid je najjednostavnija vrsta zida. Ime je dobio prema uzroku njegove stabilnosti, a to je težina samog zida. Nekad su se takvi zidovi izvodili i od kamena ili opeke, ali danas obično od nearmiranog betona.

## **8.4 Gravitacijski gabionski zid**

Gravitacioni gabionski zidovi su posebna vrsta gravitacijskih zidova koji se često koriste na putnoj mreži. Oni se izgrađuju slaganjem gabiona, kvadratskih košara, obično dimenzija 1 x 1 x 2 m, izgrađenih od pletenih mreža pocinkovane, a ponekad i plastičnim premazom zaštićene, čelične žice. Košara se, kao gotovi element, slaže na licu mesta te puni odgovarajućim lomljenim ili priručnim kamenom. Zid je vrlo pogodan jer osigurava dobro dreniranje tla iza zida, a njegova fleksibilnost omogućuje primenu kod tla koja imaju nejednake krutosti koja mogu izazivati probleme krutim zidovima.

Prazne korpe se polažu na mestu formiranja zida, u horizontalnom pravcu tako da vertikalna spojnica jednog reda bude na sredini gabiona drugog reda. Visinski mogu da se ređaju jedan iznad drugog ili u horizontalnim redovima gde se idući u visinu rade smaknuti (Slika 15).



**Slika 15 Gabionski zid**

Zid od gabiona deluje čim je izveden, pa je pogodan za brzu stabilizaciju manjih klizišta i zaseka puteva. Pošto su vodopropusni, da ne bi došlo do ispiranja čestica sa leđne strane, postavlja se filter od geotekstila iza zida. Za dobijanje veće visine zida moguće je stavljati sidrene mreže, koje preuzimaju deo pritiska na zid.

Nepovoljna im je strana što punjenje kamenom zahteva puno ručnog rada koji danas postaje sve skuplji. Upitna strana ovakvih zidova je i njihova trajnost. Iz tog razloga korišćena čelična žica mora biti što bolje zaštićena kako s vremenom ne bi korodirala, a zid izgubio svoju stabilnost.

## 8.5 Zidovi od prefabrikovanih elemenata

Zidovi od prefabrikovanih elemenata predstavljaju za gradnju veoma prikladne sisteme jer se, u principu, izvode bez upotrebe svežeg betona po metodi suve gradnje.

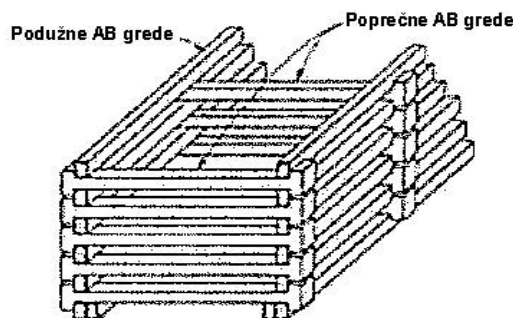
Prefabrikovani elementi se izrađuju industrijski i mogu biti ukrštene grede, beton blok elementi, prefabrikovane betonske ploče.

Osnovna prednost ovakvih zidova je to da je njihovo izvođenje jednostavno uz korišćenje lake mehanizacije, u gotovo svim vremenskim uslovima, a time je i cena izgradnje smanjena. Znatna fleksibilnost im daje raznolike mogućnosti po pitanju estetike.

### 8.5.1 Prefabrikovane armirano betonske grede

Prefabrikovane armirano betonske grede formiraju prostornu konstrukciju (roštilj), koja se puni drobljenim kamenom ili šljunkom. Na taj način se postiže dovoljna težina radi prijema pritisaka tla i propustljivosti vode što čini dobru drenažu zaleđa.

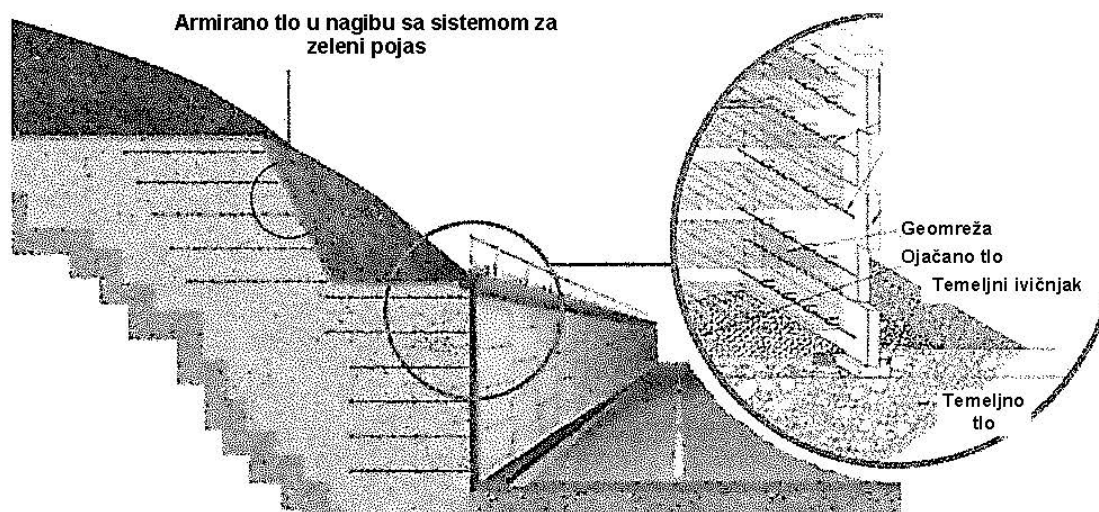
Elementi se izrađuju u dimenzijama do 2m . Visina zida može da bude do 10m (Slika 16).



**Slika 16 Prefabrikovane armirano betonske grede**

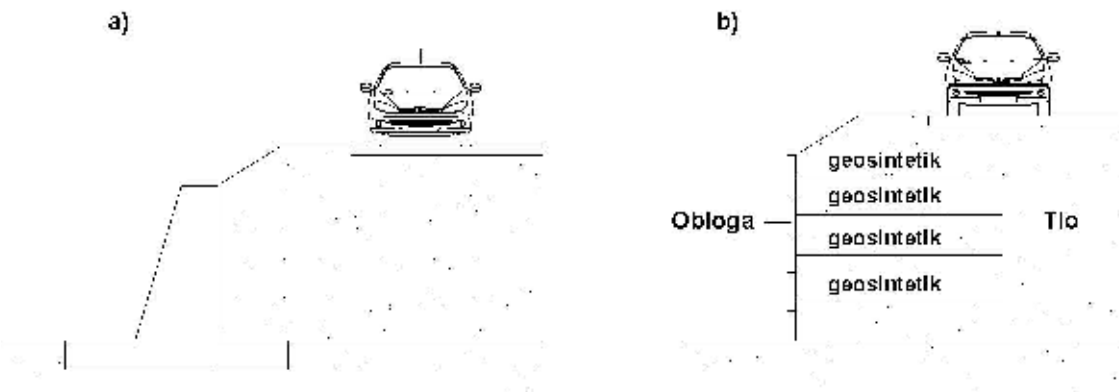
## 8.6 Zidovi od armirane zemlje

Potporni zidovi od armirane zemlje se sastoje od spoljne obloge ili bez nje i armature koja se ugrađuje u nasuto tlo iza obloge. Prenos opterećenja sa armature na tlo se ostvaruje putem trenja na njihovom kontaktu (Slika 17).



Slika 17 Način formiranja zidova od armirane zemlje

Za materijal koji se nasipa iza obloge, najčešće se koristi prirodni nekoherentni materijal. Tehničkim uslovima proizvođača se njegov sadržaj mora propisati i stalno kontrolisati tokom izvođenja (Slika 18).



Slika 18 Potporne konstrukcije: a) betonski potporni zid b) armirano tlo

## **8.7 Ugrađene potporne konstrukcije**

Karakteristika ugrađenih potpornih konstrukcija je da za njihovu izgradnju ne treba prvo iskopati tlo, a kasnije ga zatrpati iza gotovog zida, već se one posebnim tehnologijama izvode neposredno u tlo. Takve konstrukcije se mogu izvoditi i u okolnostima koje su nepovoljne za gravitacijske zidove, na primer u neposrednoj blizini postojećih objekata ili za izvođenje u vodi i slično. Ugrađene potporne konstrukcije obično se grade tako da se ili prefabrikovani elementi zabijaju u tlo posebnim mašinama ili se izvode, opet posebnim mašinama, rovovi u koje se ugrađuje prvo armatura, a zatim se uliva svež beton. U prvu grupu spadaju zidovi od zabijenih čeličnih talpi, a u drugu armirano–betonske dijafraforme i zid od šipova.

## 9 Projektovanje potpornih konstrukcija prema EC7

(Osnove: SRPS EN 1990-1998 i SRDM 10)

Eurocod 7 (EC 7) se sastoji iz dva dela:

- 1) EN 1997-1 Geotehničko projektovanje-deo 1, opšta pravila
- 2) EN 1997-2 Geotehničko projektovanje-deo 2, istraživanje i ispitivanje tla.

Pri projektovanju svih vrsta potpornih konstrukcija moraju se razmotriti sledeća granicna stanja: gubitak opšte stabilnosti

- lom same potporne konstrukcije kao što je zid, sidro, vezna greda ili razupora, ili lom spoja između tih delova;
- istovremeni slom u temeljnom tlu i nosivoj sastavnici;
- lom nastao hidrauličkim izdizanjem tla i erozijom (ispiranjem.);
- pomak potporne građevine, koji može izazvati urušavanje ili utiče na izgled ili delotvornu upotrebu građevine ili susednih građevina ili instalacija koje se na nju oslanjaju;
- neprihvatljivo procurivanje kroz zid ili ispod njega;
- neprihvatljivo ispiranje čestica tla kroz zid ili ispod njega;
- neprihvatljiva promena nivoa podzemne vode.

Za masivne gravitacione zidove i složene potporne građevine moraju se razmotriti još i sledeća granična stanja:

- gubitak nosivosti tla ispod potporne konstrukcije
- lomklizanjemduž temeljne spojnice
- lom usled prevrtanja

Za fleksibilne potporne zidove potrebno je razmotriti i:

- lom kao posledica pomeranja ( translacije ) potpornog zida
- lom kao posledica nedovoljne ravnoteže u vertikalnom pravcu

Za sve vrste potpornih građevina, ako je to važno, u obzir se moraju uzeti kombinacije gore navedenih graničnih stanja.

EN 1997 treba da se koristi zajedno sa EN 1990:2002 koji utvrđuje zahteve za upotrebljivost i sigurnost, te daje smernice za pouzdanost konstrukcije i osnove projektovanja. Za svako projektovano geotehničko stanje mora se proračunom dokazati da se ne javljaju određena granična stanja prema odredbama EN 1992.

Takođe, EC 7 se odnosi na zahteve u pogledu čvrstoće, stabilnosti i trajnosti geotehničkih konstrukcija. Pošto se EN 1997 koristi zajedno sa EN 1990:2002, uvedene su pretpostavke koje se baziraju na standardu EN 1990:2002, i to:

- potrebni podaci za projektovanje se dobijaju i interpretiraju samo od stručnih lica odgovarajuće kvalifikacije,
- projektanti su lica sa potrebnim iskustvom i odgovarajućom kvalifikacijom,
- nadzor i kontrolu kvaliteta izvedenih radova na terenu i u laboratorijama i radionicama sprovode samo stručna kvalifikovana lica,
- građevinski materijali i oprema koji se koriste moraju biti u skladu sa odredbama pravila EN ili prema odredbama standarda za građevinske materijale,
- geotehnička konstrukcija se mora održavati sa ciljem osiguranja njene upotrebljivosti tokom planiranog veka njenog korištenja.

Prema EC 7 date su definicije neophodnih pojmova koji su vezani za projektovanje, građenje i održavanje geotehničkih konstrukcija, a to su:

a) **Geotehničko dejstvo** koje predstavlja uticaj tla, nasipa, vode u mirnom stanju (hidrostatičko opterećenje) i podzemne vode, a koja se prenose na geotehničku konstrukciju.

b) **Građevinsko tlo** je tlo, stena ili nasip koji se nalaze na lokaciju pre početka građevinskih radova na geotehničkoj konstrukciji.

c) **Uporedno iskustvo** je utvrđena informacija koja se odnosi na građevinsko tlo koje razmatramo u projektu i koja uključuje iste vrste stena i tla za koje se slično geotehničko ponašanje očekuje, u interakciji sa sličnim geotehničkim konstrukcijama.

d) **Geotehnička konstrukcija** je sistem delova sastavljenih u celinu, uključujući i nasip koji se ugrađuje tokom izvođenja samog građevinskog objekta, a koji je tako projektovan da može da primisva opterećenja koja na njega deluju.

e) **Otpornost** je mogućnost poprečnog preseka nekog dela geotehničke konstrukcije ili nekog njenog dela, da prihvati i podnese bez loma, otpornost na savijanje, na zatezanje, izvijanje i slično.

Prilikom projektovanja geotehničkih konstrukcija svako projektovano geotehničko stanje mora biti verifikovano tako da se u njemu ne javljaju određena granična stanja prema odredbama EN 1990:2002. Tokom određivanja projektovanih geotehničkih stanja kao i graničnih stanja, moramo uzeti u obzir i odgovarajuće uticaje i faktore, kao što su:

- veličina geotehničke konstrukcije,
- potrebne uslove vezane za okolinu kao što je infrastruktura, pojava opasnih hemikalija i slično,
- stanje i nivo podzemnih voda,
- seizmičnost lokacije gdje se gradi ili nalazi geotehnička konstrukcija,
- lokalne uticaje kao što su površinske vode, promene temperature vazduha i vlažnosti vazduha na lokalitetu gradnje geotehničke konstrukcije, hidrološki parametri, eventualna pojava sleganja tla.

Uopšte gledano, granična stanja se mogu pojaviti u samom tlu, u geotehničkoj konstrukciji ili kao stanje loma i u tlu i u geotehničkoj konstrukciji. Granična stanja treba odrediti proračunima, na osnovu eksperimentalnih modeliranja i primenom monitoringa. U geotehničkoj praksi uglavnom se na osnovu iskustva utvrđuje koja vrsta graničnog stanja će biti merodavna za projektovanje.

Kod geotehničkih konstrukcija male složenosti i manjeg rizika, uključujući tu i zemljane radove, dopuštene su i uprošćene projektne procedure.