

# SMJERNICE ZA PROJEKTOVANJE, GRAĐENJE, ODRŽAVANJE I NADZOR NA PUTEVIMA

Knjiga 1: PROJEKTOVANJE

Dio 2: PROJEKTOVANJE MOSTOVA

PROJEKTANTSKA SMJERNICA (PS 1.2.10)

Poglavlje 10: OPLATE, OBRADA I OBLAGANJE VIDNIH  
BETONSKIH POVRŠINA



## U V O D

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

Obrada vidnih površina može se postići sa oblikovanjem svježe betonske mase u unaprijed pripremljenoj oplati ili sa naknadnom obradom i bojenjem.

Pojedini dijelovi objekta mogu se oblagati sa kamenom, ako želimo povećati njihovu estetsku vrijednost i to u krajevima u kojima se kamen kao građevinski materijal tradicionalno upotrebljava.

**SADRŽAJ**

1. PREDMET PROJEKTANTSKE SMJERNICE .....	5
2. REFERENTNI NORMATIVI .....	5
3. TUMAČENJE IZRAZA .....	5
4. OPLATE BETONSKIH POVRŠINA .....	5
4.1 Općenito .....	5
4.2 Spojevi .....	6
4.3 Oplate iz drvenih elemenata .....	6
4.4 Bojenje vidnih betonskih površina .....	6
4.5 Sidranje i razupiranje oplate .....	6
4.6 Ugrađivanje betona .....	6
5. OBRADA VIDNIH BETONSKIH POVRŠINA .....	9
5.1 Općenito .....	9
5.2 Zaštitni sloj betona .....	9
5.3 Obrada vidnih betonskih površina u oplati .....	10
5.4 Obrada novih vidnih betonskih površina nakon skidanja oplate .....	11
5.5 Obrada vidnih betonskih površina podvoza .....	12
5.5.1 Podvozi sa paralelnim krilima .....	12
5.5.2 Podvozi sa kosim krilima .....	12
5.5.3 Podvozi sa cilindričnim krilnim zidovima .....	13
5.6 Obrada vidnih betonskih površina nadvoza .....	13
5.6.1 Nadvozi sa jednim rasponom .....	13
5.6.2 Nadvozi sa dva raspona .....	14
5.6.3 Nadvoz sa tri raspona .....	14
5.6.4 Nadvoz sa četiri raspona .....	14
6. OBLOGE BETONSKIH POVRŠINA .....	15
6.1 Općenito .....	15
6.2 Obloge iz nepravilno složenog kamena - ciklopski zidovi .....	15
6.3 Oblaganje sa lomljenim kamenom .....	16
6.4 Obloge iz tesanog kamena .....	16

## 1. PREDMET PROJEKTANTSKE SMJERNICE

Smernica obrađuje pitanja, koja se javljaju kod izrade i oblikovanja vidnih – vanjskih betonskih površina na mostovima. Osnovni cilj su trajne kvalitetne i u estetskom smislu lijepe vidne površine mostova.

Smjernice obrađuje i mehaničku obradu površina nakon stvrdnjavanja betona te oblaganje površina sa kamenom.

## 2. REFERENTNI NORMATIVI

U ovoj smjernici uključeni su dijelovi opštih smjernica za mostove (PS 1.2.1) evropske norme za projektovanje betonskih konstrukcija:

- EN 1992-1-1 Part 1-1 General Rules and Rules for Buildings
- EN 1992-1-2 Part 1-2 General Rules – Structural Fire Design
- EN 1992-1-3 Part 1-3 General Rules – Precast Concrete Elements and Structures
- EN 1992-1-4 Part 1-4 Genral Rules – Light-weight Aggregate concrete with Closed Structure
- EN 1992-1-5 Part 1-5 General Rules – Structures with Un-bonded and External Prestressing Tendons
- EN 1992-1-6 Part 1-6 General Rules – Concrete Structures
- EN 1992 Part 2 Concrete Birdges
- EN 206-1:2000 Part 1 Specification, Performance, Production and Conformity

## 3. TUMAČENJE IZRAZA

**Oplata** je površinski elemenat od drveta, čelika, plastičnih i drugih materijala koji omogućava oblik površina betona.

**Obrada površina betona** je naknadna – dodatna obrada na površini svježeg ili čvrstog betona

**Obloga od kamena** je oblaganje zidova iz primjerno oblikovanog lomljenog kamena.

**Kameni nabačaj** je suho složeni komadi kamena kockastog ili pločastog oblika primjerne veličine koji se upotrebljava za potporne zidove.

**Obloga** je zaštita slobodnih površina na objektima sa brizganim ili drugim betonom,

prefabrikovanim elementima ili drugim primjernim materijalom.

**Otpornost na mraz i sol** predstavlja otpornost betona i proizvoda od njega koji su u zasićenom stanju ispostavljeni naizmjeničnom smrzavanju i odmrzavanju uz istovremeno djelovanje soli.

**Zaštitni sloj betona** predstavlja sloj betona iznad vanjskog ruba armature koji štiti armaturu od uticaja korozije i iznosi 4,5 cm (5,0 cm).

## 4. OPLATE BETONSKIH POVRŠINA

### 4.1 Općenito

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

Kada je u pitanju trajnost objekta onda su objekti sa kompaktnom i glatkom površinom betona trajniji.

Jedan od najznačajnijih elemenata, koji utiče na konačan izgled vidnih betonskih površina, je oplata. Oplata daje betonu oblik i izgled, ako se te površine ne oblažu. Radi toga treba, kod izbora, obrade i rasporeda, oplati posvetiti posebnu pažnju.

Savremena tehnologija izrade vidnih betonskih površina upotrebljava drvo, metal i plastične mase.

Drvo se najviše upotrebljava za izradu oplata za vidne betonske površine. Radi svojih mehaničkih osobina (nosivost, obrađivanje, specifična težina...) je cijenjen materijal. Može se upotrebljavati kod svih konstrukcija. Osnovni nedostatak drveta, kao materijala za izradu oplata za vidne betone je kod višebrojne upotrebe, kada nastaju oštećenja i oplata postaje neupotrebljiva. Naknadno popravljavanje vidnih betonskih površina nije dozvoljena. Za izradu prefabrikovanih montažnih elemenata upotrebljavaju se čelične oplate. Prije betoniranja treba oplate očistiti i premazati sa zaštitnim premazom. Kod ovakvih premaza mora se paziti da premaz, koji ostane na oplati, nema uticaja na izgled vidne površine betona.

Ako je betonska površina zakrivljena, onda se oplate mogu izvoditi iz plastičnih modularnih elemenata. Kod upotrebe treba obezbijediti njihovu lokalnu stabilnost uz primjenu odgovarajućeg sistema podupiranja.

U nacrtima oplate treba navesti sve zahtjeve i upozorenja koje izvođač mora poštovati kod izrade i montaže.

#### 4.2 Spojevi

Netačni i zamaknuti spojevi između elemenata oplate utiču na izgled vidnih betonskih površina i pored njihove kasnije obrade. Ovakvi spojevi daju negativni dojam na ukupan izgled površine.

Broj spojeva između pojedinih ploča oplate treba smanjiti na najmanju moguću mjeru.

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

Na površinama koje se jedna na drugu priključuju pod proizvoljnim uglom treba i raspored spojnicu biti isti tako da se nastavljaju pod istim uglom.

#### 4.3 Oplate iz drvenih elemenata

Oplate izrađene iz dasaka razlikuju se od oplata koje su izrađene iz ploča. Kod drvenih ploča zahtijeva se potpuno glatka površina bez rubova. Poželjno je, da se na jednom konstruktivnom elementu (npr. gornja konstrukcija, upornjak, stubovi) upotrebljava samo jedna vrsta oplate.

Dimenzije ploča su 50/200/2,5 cm. Spojeve ploča treba izvesti tako da se međusobno ne zamaknu.

Kod oplata koje su napravljene iz dasaka treba da su dimenzije svih dasaka jednake. Ploče za oplatu treba da su istog oblika i veličine. Kod izvođenja uglova i krajeva treba upotrijebiti isti materijal, koji je upotrebljen za oplate. Smjer ugrađivanja mora biti isti za sve elemente oplate, bilo da se radi o daskama ili pločama. Sve uglove treba odrubiti.

#### 4.4 Bojenje vidnih betonskih površina

Obično se zahtjeva da vidne betonske površine sačuvaju prirodnu boju betona. U koliko se vrši premazivanje, treba nastojati da bude jednaka, bez pojedinačnih mrlja. Za zaštitu elemenata oplate, upotrebljavaju se lakši premazi, koji ne smiju ostavljati mrlje i nejednako obojiti vidnu površinu.

#### 4.5 Sidranje i razupiranje oplate

Kod ugrađivanja betona nastupaju određena horizontalna opterećenja na oplatu koje treba preuzeti sa sidrima za vezu oplate (vlastita težina svježeg betona). Sidra su pričvršćena sa vanjske strane oplate. Nakon skidanja oplate, na betonskoj površini ostanu vidna mjesta na kojima se oplata međusobno povezivala.

Ova mjesta se ne mogu izbjeći, te ostanu primjetna i nakon eventualo naknadne obrade ovih spojeva. Radi toga treba elemente za sidranje ravnomjerno rasporediti, a raspored navesti u nacrtima oplate.

**Treba težiti da je broj sidara i razupora što manji. Na površini ne smiju ostati dijelovi metalnih sidra koji bi korodirali.**

Sve rupe koje ostanu od sidara treba popuniti sa istom betonskom mješavinom sa kojom je betoniran i konstruktivni element.

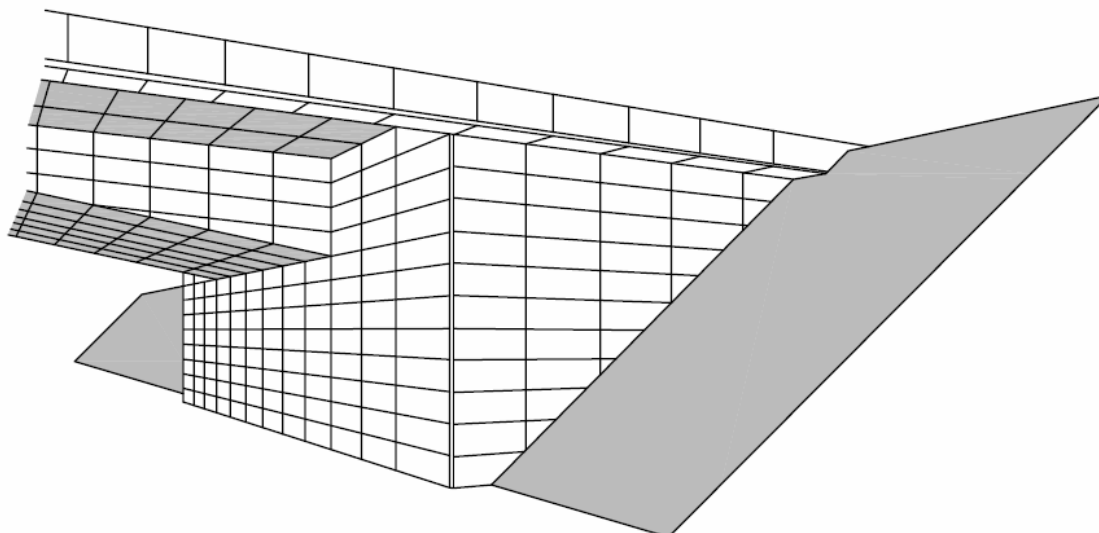
Ukoliko sidra ostanu u betonu, onda njihovi krajevi moraju biti ispod površine betona.

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

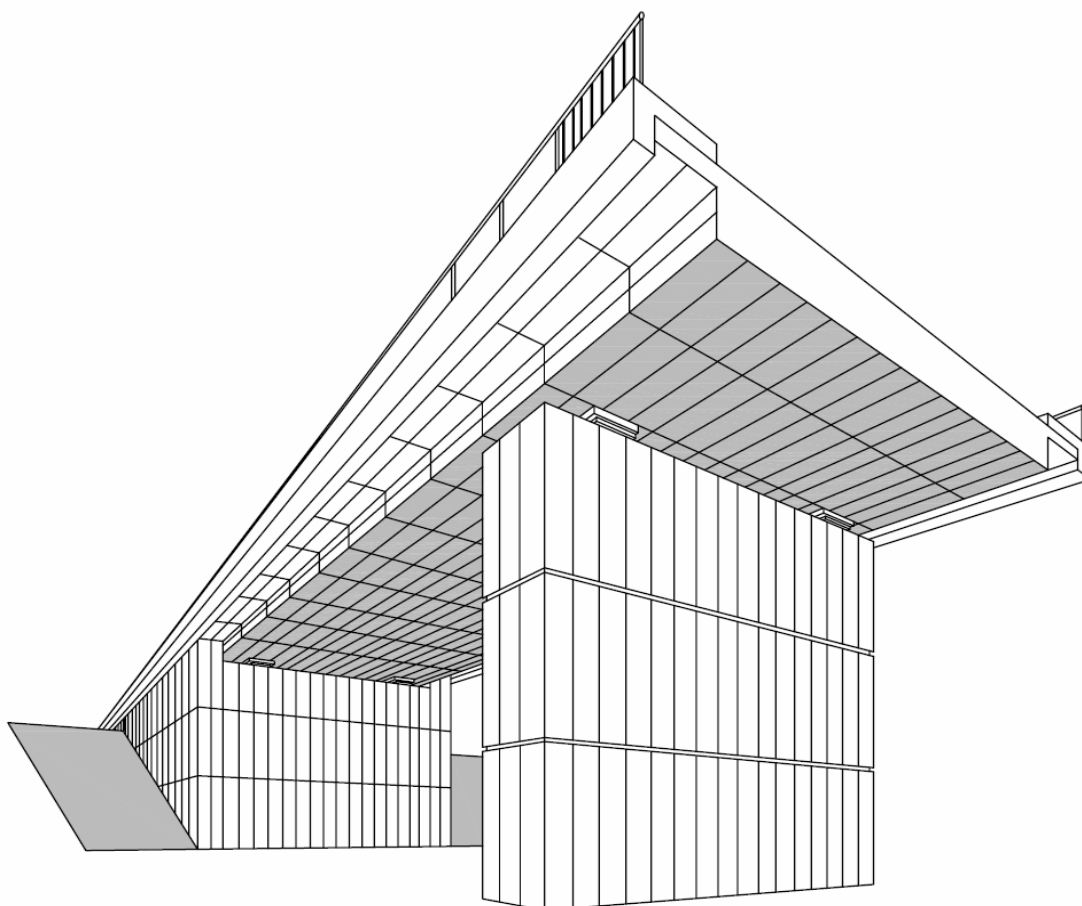
#### 4.6 Ugrađivanje betona

Na konačan kvalitet i izgled vidnih površina utiče i kvalitet ugrađivanja betonske mješavine. Najbolji raspored se postiže sa vibriranjem, posebno, ako se upotrebljavaju vibracijske daske. Ova metoda vibriranja upotrebljava se samo kod izrade prefabrikovanih elemenata u betonarama. Na gradilištu se najviše upotrebljavaju vibratori u obliku igle.

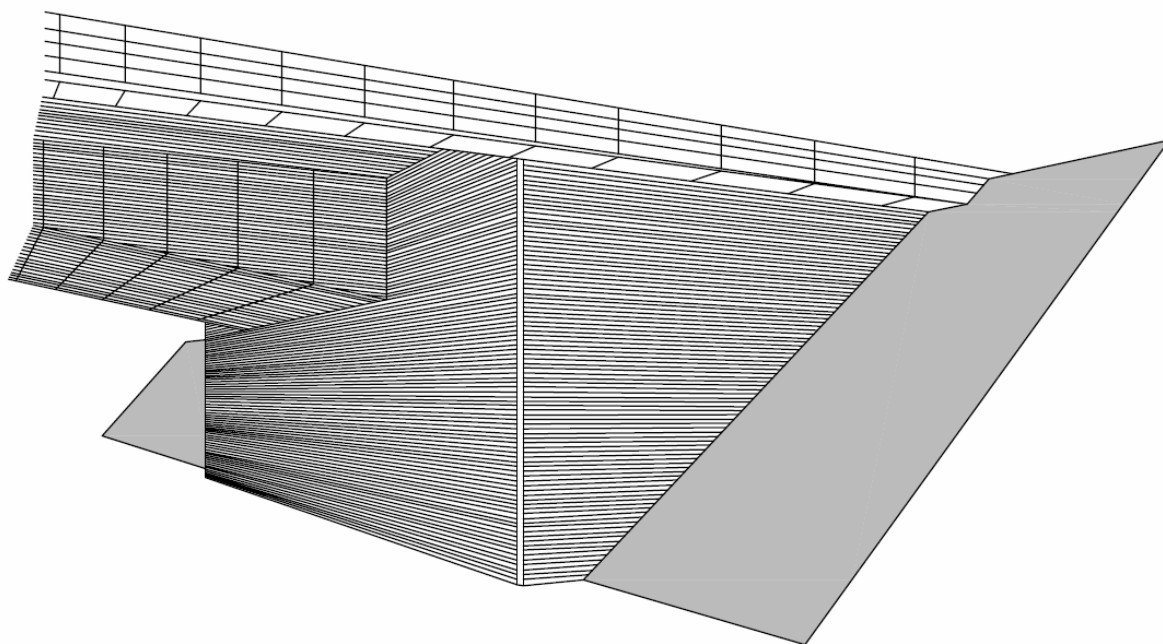
Kod prefabrikovanih elemenata i elemenata koji se betoniraju na gradilištu ne izvode se oštre ivice, nego se rubovi odsijeku sa čime se izbjegava ljušćenje i odlamanje betona. Ovi rubovi se rade pomoću ugrađenih letvica trokutastog poprečnog presjeka. Dimenzija letve zavisi od dimenzije konstruktivnog elementa, a ne treba da je manja od 1,5 / 1,5 cm. Letva može biti drvena ili plastična. Kod čeličnih oplata, ove letve su većinom plastične.



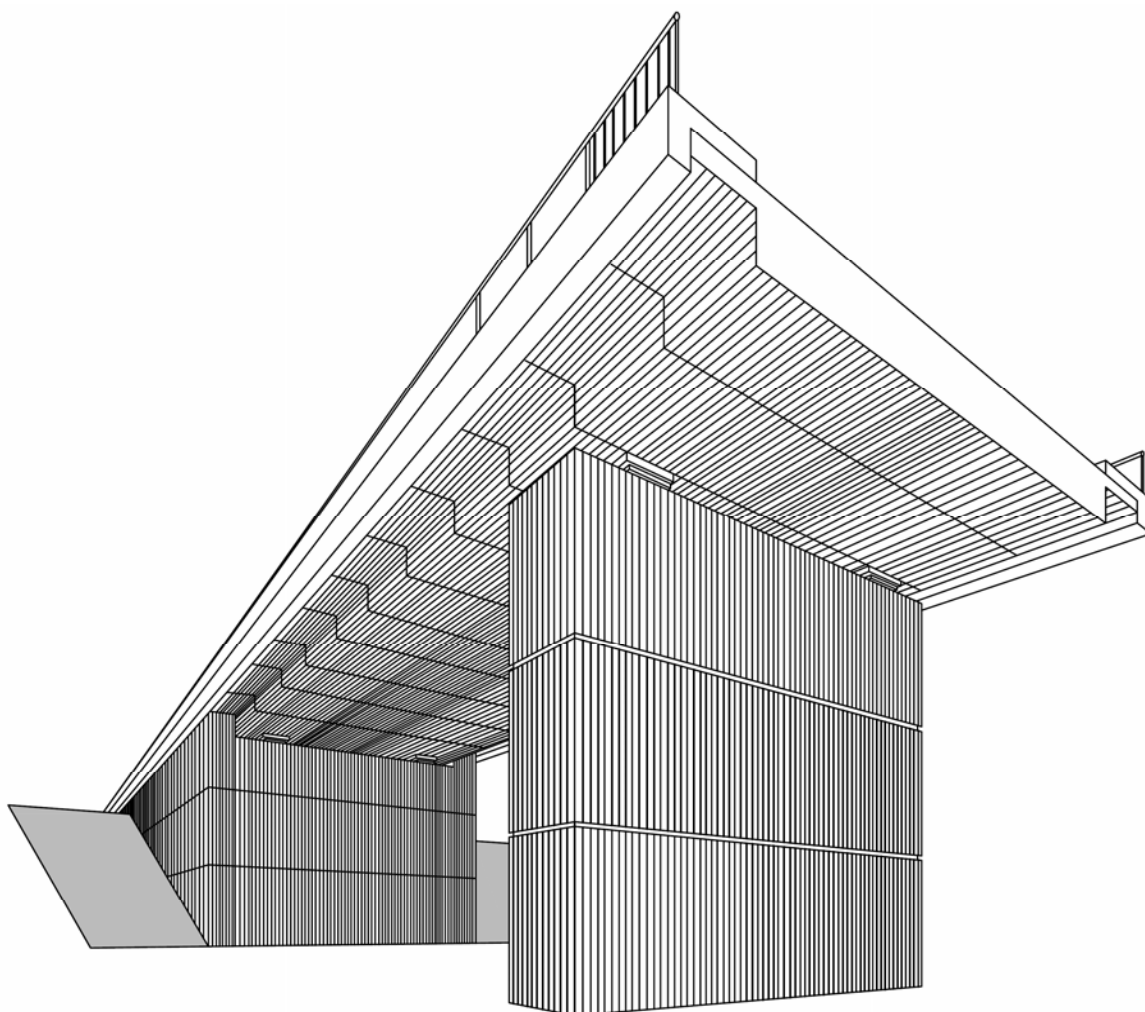
Slika 4.1: Raspored oplate okvirne armiranobetonske onstrukcije iz ploča



Slika 4.2: Raspored oplate gredne armiranobetonske konstrukcije iz ploča



Slika 4.3: Raspored oplate okvirne armiranobetonske konstrukcije iz dasaka



Slika 4.4: Raspored oplate gredne armiranobetonske konstrukcije iz dasaka



## 5. OBRADA VIDNIH BETONSKIH POVRŠINA

### 5.1 Općenito

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

### 5.2 Zaštitni sloj betona

Odlučujuću ulogu u nosivosti nekog betonskog elementa ima presjek armature i betona unutar njega. Za trajnost, a posebno za zaštitu armature na agresivne vanjske uticaje, odlučujuću ulogu ima zaštitni sloj betona iznad armature. Svi agresivni uticaji, zajedno sa uticajem podneblja i okoline djeluju na beton sa vanjske strane. Radi toga je trajnost betona zavisna od osobine njegove površine odnosno od osobine i sastava površinskog sloja u kome se mogu razdvojiti tri sloja:

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

Kvalitet betona površinskog sloja je slabiji od kvaliteta betona u unutrašnjosti ili od betona uzorka za ispitivanje. Razlozi za takvu razliku su slijedeći: učinak zida u oplati, anizotropija betona koja nastupa kao posljedica sedimentacije i segregacije nakon zgušćavanja, različiti uslovi obrade površine i različiti uslovi njegovanja. Radi ovih uticaja dolazi do većeg variranja vrijednosti  $v/c$  (voda/cement), omjera  $a/c$  (agregat/cement), modula zrnivosti agregata, veće poroznosti površinskih slojeva u poređenju sa unutrašnjim betonom. Veća poroznost omogućava lakšu penetraciju agresivnih materijala iz zraka ili raznih rastvora i povećanje rastezanja u uslovima smrzavanje - otapanje, naročito u vrijeme upotrebe soli.

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

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

Eurocode 2 propisuje, u zavisnosti od stepena ispotavljenosti, minimalne debljine zaštitnog sloja u intervalu od 10 do 40 mm sa dodatkom 5 do 10 mm što zavisi od izvedene kontrole kvaliteta.

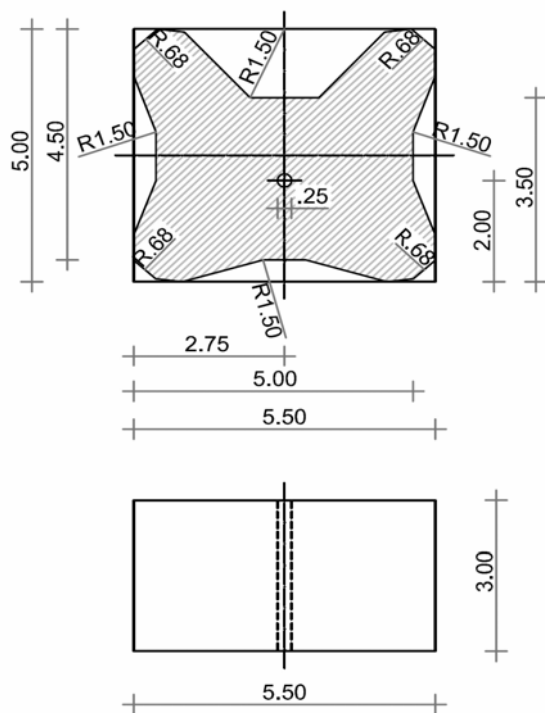
Praksa je pokazala, da su propisane debljine zaštitnih slojeva iznad armature premale, posebno ako se radi o konstrukcijama, koje se nalaze u agresivnoj okolini kao što je blizina mora ili upotreba soli u zimskom periodu. U ovakvim slučajevima trebalo bi debljinu zaštitnog sloja odrediti na osnovu izračunate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

Projektovanu debljinu zaštitnog sloja treba obezbijediti sa ugrađivanjem podmetača, distancera ili linijskih podmetača na pristojnom razmaku. Materijal distancera mora omogućavati dobru prionljivost sa betonom, posebno u agresivnim sredinama. Geometrijski oblik mora obezbijediti stabilnost u postavljenom položaju.

Debljini i kvalitetu zaštitnog sloja treba posvetiti veliku pažnju i kod izvođenja radova. Na postizanje projektovanog kvaliteta i osobine koje uslovljavaju trajnost zaštitnog sloja, bistveno utiče kvalitet i gustoća ugrađivanja podmetača – distancera te intenzivna i kvalitetna njega betona. Slabo njegovanje može povećati propusnost betona u zaštitnom sloju i do 100 puta.

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

Za obezbijeđenje debljine zaštitnog sloja upotrebljavaju se podmetači kao na slici 5.1 Sa svojim oblikom podmetač obezbijeduje debljine slojeva od 4,5 cm i 3,5 cm u zavisnosti od položaja ugrađivanja. U sredini ima rupu  $\varnothing 2,5$  mm koja služi za vezanje podmetača za armaturu.

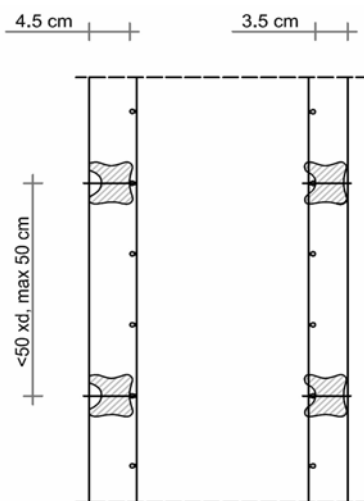


Slika 5.1: Podmetač za pravilno određivanje zaštitnog sloja

Podmetači se rade iz mješavine agregata granulacije 0-4 mm, cementa PC 45, vode, akrilat kemakril sa polipropilenskim vlaknima  $1 \text{ kg/m}^3$ .

Podmetači se raspoređuju prema slici 5.2. Međusobni razmak je 50 d u oba smjera (d = debljina armaturene palice koja je najbliža oplati), a ne smije biti veći od 50 cm.

Podmetač se dobro pričvrsti sa žicom na palicu koja je najbliža oplati tako da obezbijedi stabilnost armature i željenu debljinu zaštitnog sloja.



Slika 5.2: Način postavljanja podmetača

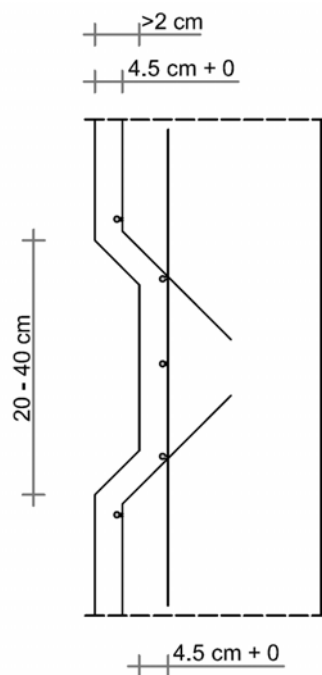
Najmanja debljina zaštitnog sloja zavisi od vrste konstrukcije, stepena agresivnosti okoline, marke betona, promjera armature i načina ugrađivanja betona.

U slučajevima kada je potrebna veća debljina zaštitnog sloja od 5 cm, onda se zaštitni sloj mora armirati sa tankom armaturnom mrežom. Razmak između armature u zaštitnom sloju i vanjske površine betona ne smije biti manji od 2 cm.

### 5.3 Obrada vidnih betonskih površina u oplati

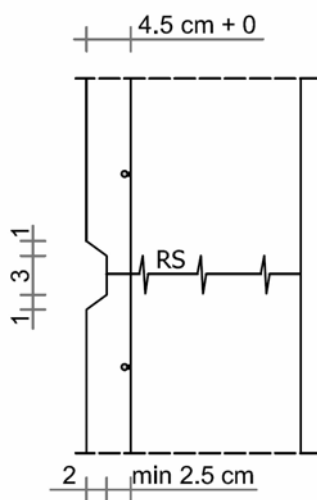
Vidne betonske površine u oplati treba oblikovati tako, da se u pripremljenu oplatu ugrade letve prema željama za veličinu pojedinih utora.

Kao što se vidi na slici 5.3 mogući su horizontalni utori na međusobnom razmaku 80 – 120 cm.



Slika 5.3: Obrada horizontalnog utora dubine veće od 2 cm

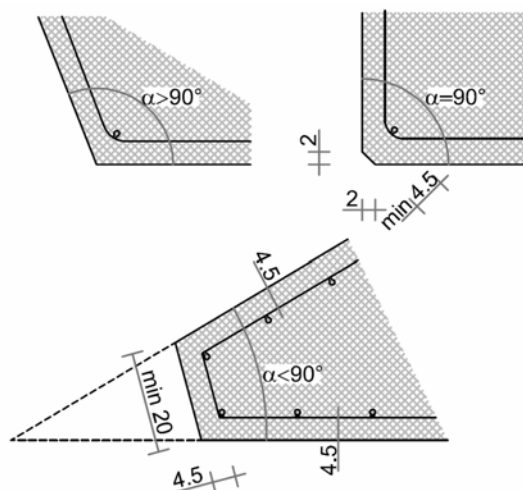
Horizontalni utori dubine od 2 cm izvode se bez intervencija u armaturi betona kao što je prikazano na slici 5.4. Ako se izvode utori veće dubine od 2 cm onda treba izvršiti korekciju armature, te područje armirati na odgovarajući način (slika 5.3).



Slika 5.4: Obrada horizontalnog utora dubina do 2 cm

Ako se betoniranje izvodi sa horizontalnom fugom, onda je poželjno da se taj radni spoj sakrije u udubljenju utora. Na taj način se izbjegava nepravilan spoj starog i novog betona.

Obradivanje rubova ima uticaj na konačan izgled betonskih površina. Rubovi su osjetljivi, brzo dolazi do njihovog oštećenja. Da bi se izbjegla ova oštećenja, rubovi se posebno obrađuju. Ako je ugao između dvije susjedne stranice  $90^\circ$ , rub se skine po 2 cm na svaku stranu. Ovo skidanje postiže se sa ugrađivanjem letvice u obliku trokuta.



Slika 5.5: Obrada rubova

Oštri rubovi se moraju skinuti – odsjeći već kod projektovanja pojedinih elemenata. Skinuta površina ne smije biti manja od 20 mm, a za nju važe ista pravila u pogledu armiranja kao i za susjedne površine.

#### 5.4 Obrada novih vidnih betonskih površina nakon skidanja oplate

Naknadnu obradu novih vidnih površina treba što više smanjiti. Konačan izgled novih vidnih površina treba projektovati već u izradi planova oplate.

Naknadnu obradu sa kamenorezačkim alatima treba ograničiti na dekorativne betonske ograde, vijence i krilne zidove. Kod ovakvih obrada treba paziti, da je zaštitni sloj 5 cm.

Naknadna obrada novih betonskih površina u agresivnim okolinama je zabranjena pošto se sa njom ruši kompaktnost betonske površine.

Novo vidne betonske površine mogu, se nakon skidanja oplate, premazati sa bojom izgleda betona. Premazivanje novih betonskih površina se preporučuje samo u slučajevima u kojima dolazi do povećane otpornosti na uticaje agresivne okoline.

U zadnje vrijeme otvorila se mogućnost obrade svježe betonske mase sa bojenjem uz istovremeno utiskivanje kamene teksture. Nanose se samo na horizontalnim betonskim površinama. Na taj način se obezbjeđuje trajnost boje koja ne prouzrokuje štetne uticaje na beton.

Kod određivanja boje kamena i oblika teksture treba uzeti u obzir izgled okolne prirode.

Obrada površina sa ovakvim materijalom primjenjuje se na hodnicima i dostupnim stazama.

## 5.5 Obrada vidnih betonskih površina podvoza

### 5.5.1 Podvozi sa paralelnim krilima

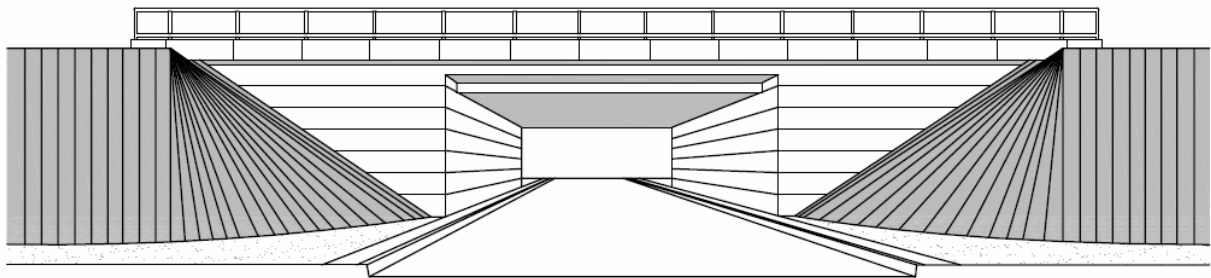
Krila podvoza su paralelna i zajedno sa keglama i oblikovanim kosinama zaključuju objekat.

Predlaže se izrada površinskog reljeva na površinama zidova podvoza sa horizontalnim utorima širine 7 cm, dubine 2 cm koji su na međusobnom razmaku 80-100 cm.

Moguće je "produbljenje" čelnog dijela nosača iznad ulaza u podvoz sa izvođenjem konzolne konstrukcije u dubinu 35 cm. Na taj način se sa minimalnim srestvima oblikovanja postiže utisak postojanja portala i

naznačena briga za njegovo oblikovanje (slika 5.6 i 5.7).

Portal se može istaći i sa «produbljenjem» čitavog portala, odnosno ploče i vertikalnih zidova.



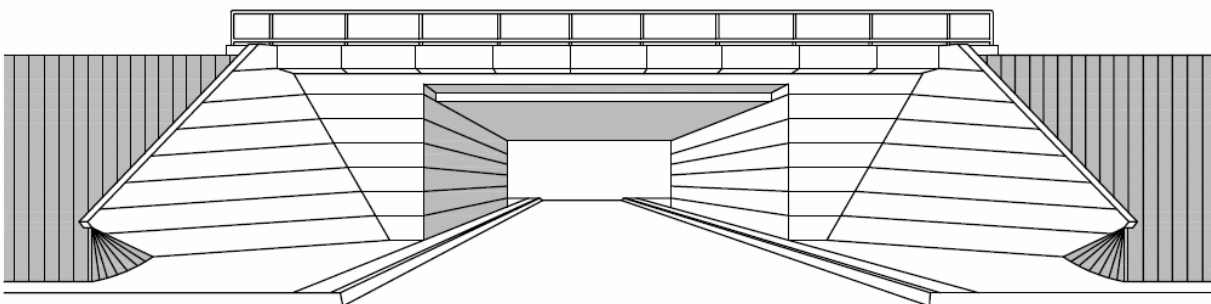
Slika 5.6: Podvoz sa paralelnim krilima sa djelimično istaknutim portalom

### 5.5.2 Podvozi sa kosim krilima

Krila podvoza su kosa dok se priključak kosine nasipa završava na krilu.

Predlaže se površinski reljef betonskih potpornih zidova podvoza sa horizontalnim utorima širine 7 cm, dubine 2 cm na razmaku 80 – 100 cm (slika 5.6).

Moguće je "produbljenje" čelnog dijela nosača iznad ulaza u podvoz sa izradom konzolne konstrukcije dubine 35 cm. Na taj način se sa minimalnim srestvima oblikovanja postiže utisak postojanja istaknutog portala i naznačena briga za njegovo oblikovanje.



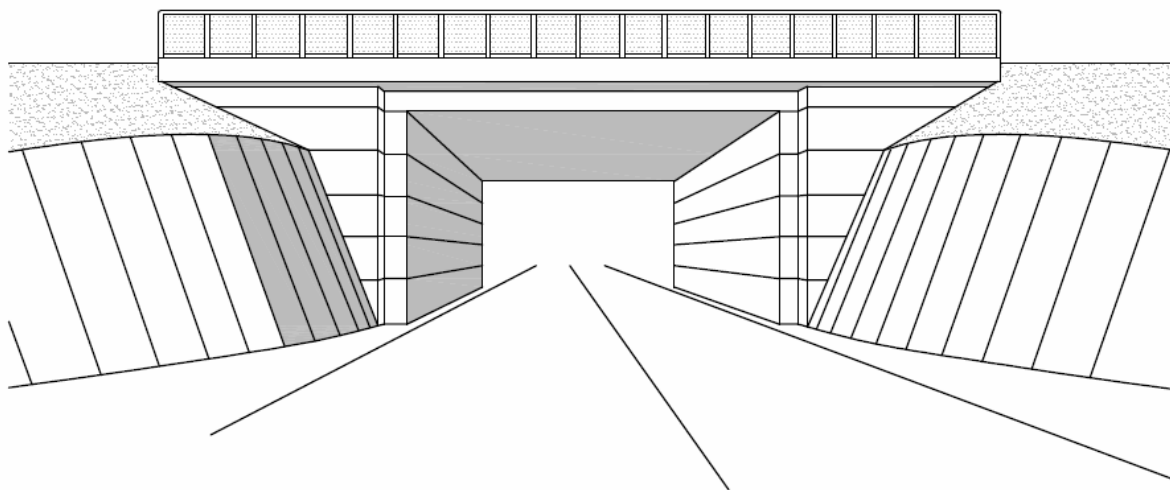
Slika 5.7: Podvoz sa kosim krilima i djelimično istaknutim portalom

### 5.5.3 Podvozi sa cilindričnim krilnim zidovima

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

Predlaže se površinska struktura – reljef betonskih potpornih zidova podvoza sa horizontalnim utorima širine 7 cm, dubine 2 cm na razmaku 80 – 100 cm.

Moguće je izrada podvojenog portala na ulazu u podvoz sa oblikovanjem 40 cm širokog i 35 cm dubokog utopljenog okvira, koji je odvojen sa korizonalnim fugama u vidu nastavljanja presavijenog zida (slika 5.8).



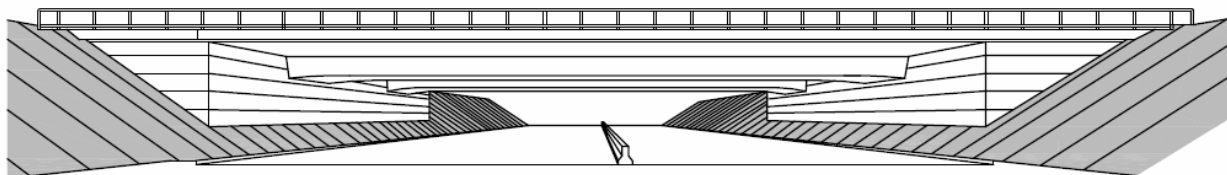
Slika 5.8: Podvoz sa cilindričnim krilima i istaknutim portalom

## 5.6 Obrada vidnih betonskih površina nadvoza

### 5.6.1 Nadvozi sa jednim rasponom

Varijanta je u smislu oblikovanja neutralna. Nosač je oblikovan u vidu blagog luka što konstrukciji daje eleganciju i lakoću. Preporučuje se za nadvoze u usjeku.

Objekti na autoputevima su većinom inženjerske konstrukcije. Njihovoj ljepoti pridonosi pravi izbor nosivog sistema konstrukcije i skladnost dimenzija. Iz tog razloga treba, pri samom izboru koncepta, razmišljati o njegovom oblikovanju. Svaki element na ovakvim objektima, koji nema funkcionalni značaj, djeluje neskladno.

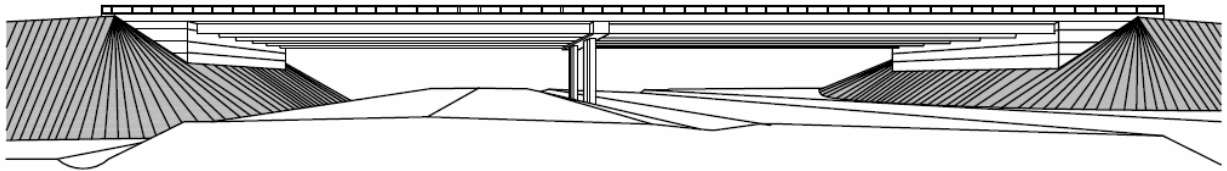


Slika 5.9: Nadvoz sa jednim rasponom

### 5.6.2 Nadvozi sa dva raspona

Nadvozi sa dva raspona se najviše upotrebljavaju kada se autoput nalazi u poluusjeku. Na slici 5.10 prikazan je nadvoz iz montažnih prednapregnutih nosača. Svi ostali konstruktivni dijelovi su monolitni.

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



Slika 5.10: Nadvoz sa dva raspona

I u ovom primjeru predlaže se površinska struktura upornjaka podvoza sa horizontalnim utorom širine 7 cm, dubine 2 cm na razmaku 80 – 100 cm.

Krajnje potpore mogu imati i vertikalni žlijeb dimenzije 30 x 30 cm u koji se sakrije vertikalna cijev za odvodnjavanje objekta.

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

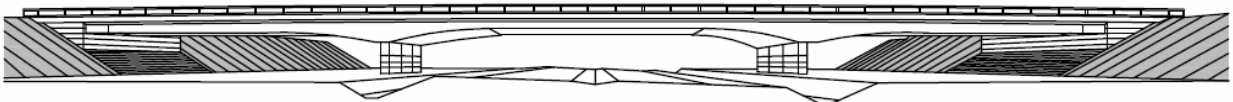
### 5.6.3 Nadvoz sa tri raspona

Nadvozi sa tri raspona najčešće se upotrebljavaju pri nadvozu u nasipu kod kojih

je pojas za razdvajanje autoputa manje širine.

Nadvozi sa tri raspona premošćavaju autocestu sa srednjim većim rasponom dok su krajnji rasponi manji. Ravnu ili zakrivljenu konstrukciju podupiru stubovi različitog oblika.

Sa ovakvim konstruktivnim rješenjem, vizualno je oblikovan otvoreni profil prostora ceste sa čime je obezbjeđena i njegova transparentnost. Objekat koji je komponiran u skladu sa statičkim i konstruktivnim uslovima istovremeno postaje racionalan i skladno oblikovan. Predlaže se reljef horizontalnih linija na stubovima i krajnjim upornjacima koje su na međusobnom razmaku 80 – 120 cm.

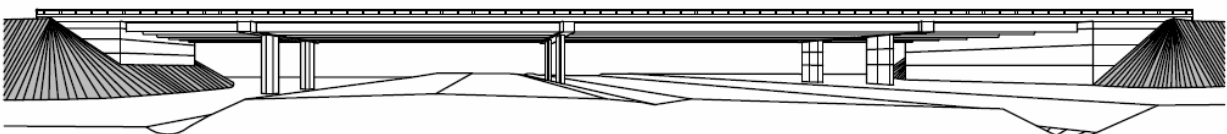


Slika 5.11: Nadvoz sa tri raspona

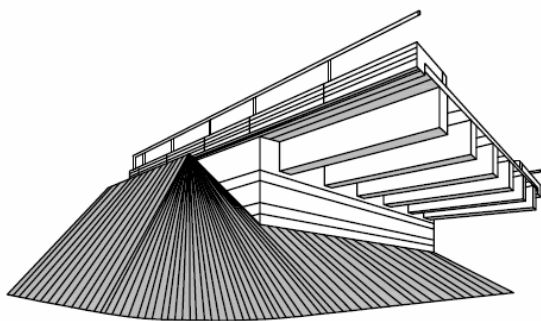
### 5.6.4 Nadvoz sa četiri raspona

Nadvozi sa četiri raspona upotrebljavaju se u slučajevima kod kojih su pojasevi za razdvajanje autoputa široki, kada autoput ima tri kolovozne trake ili kada je autocesta sa dvije kolovozne trake, a želi se ostaviti rezervni prostor za treću kolovoznu traku.

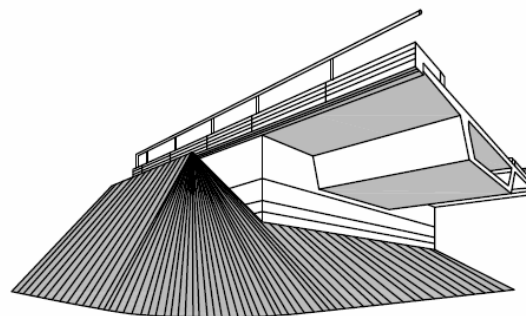
Za nadvoze sa četiri raspona važi sve što je napisano za prethodne nadvoze. Objekti mogu biti sa različitim gornjim konstrukcijama, a oblikovanje betonskih površina može biti identično kao kod prethodnih nadvoza.



Slika 5.12: Nadvoz sa četiri raspona u spregnutoj ili monolitnoj izradi



Slika 5.13: Upornjak sa grednom gornjom konstrukcijom



Slika 5.14: Upornjak sa monolitnom gornjom konstrukcijom

## 6. OBLOGE BETONSKIH POVRŠINA

### 6.1 Općenito

Pojedine dijelove objekata, prije svega upornjake moguće je obložiti sa kamenom u slučajevima kada želimo povećati njihovu estetsku vrijednost i to u krajevima u kojima se kamen pojavljuje kao tradicionalni građevinski materijal. Oblaganjem se postiže veća otpornost građevinskih elemenata na vanjske uticaje.

Opšti izgled vidnih kamenih površina daje vrsta, kvalitet i boja kamena, odnos većih i manjih komada kamena, njihov oblik i veličina te način obrade površine i međusobne povezanosti.

Kod oblikovanja kamenih obloga važe slijedeća pravila:

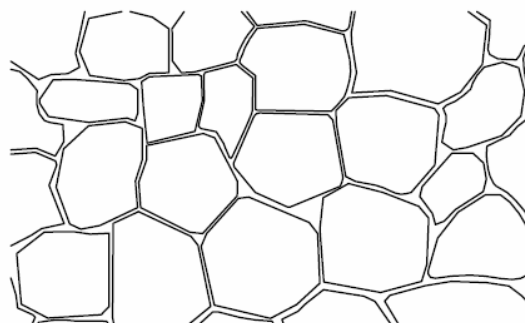
- treba izabrati takvu obradu kamena koja će što više naglasiti njegovu strukturu i na kojoj će se što manje primjećivati tragovi upotrebe alata;
- veće komade kamena treba ugraditi u donje redove. Poželjno je da su pojedini komadi za polovicu duži od visine, a preklapanje treba da je min. 20 cm;
- međusobni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

Vidne betonske površine mogu se oblagati i sa betonskim prefabrikovanim pločama, ako imaju istovremeno i funkciju oplate.

### 6.2 Obloge iz nepravilno složenog kamena - ciklopski zidovi

Obloge ili zidovi iz nepravilno raspoređenih kamenja – ciklopski zidovi upotrebljavaju se samo kod oblaganja ili zidanja potpornih zidova na putevima, dok se za oblaganja objekata ne preporučuju.

Karakteristika ciklopskih zidova ogleda se u poligonalnom obliku njihovog lica, a nikako u veličini pojedinih kamenja.



Slika 6.1: Izgled ciklopskog zida

Kod izrade ovakve obloge ili zida pojedini komadi se sakupljaju na taj način, da se mogu ugraditi uz malu doradu. Ugrađivanje se izvodi tako, da svaki kamen ima najmanje tri površine na koje se oslanja. Pojedini komadi kamena moraju ići u dubinu zida najmanje 20 cm. Poželjno je da se na svaka 2 m<sup>2</sup> površine lica zida uzida jedan veći blok koji bi ulazio u masu betona cca 40 cm.

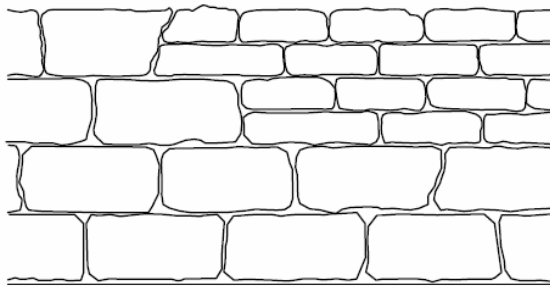
Komadi kamena u ciklopskom zidu imaju dimenzije 60 cm i oblik petougona. Spojevi između kamenja na licu zida imaju širinu 20 – 40 mm.

### 6.3 Oblaganje sa lomljenim kamenom

Za oblaganje lomljenim kamenom upotrebljavaju se komadi sa prirodnim ili obrađenim površinama. Širina fuga (spojnica) je 15 do 30 mm. Spoj slijedećeg sloja treba da je zamaknjen od donjeg spoja za 10 cm. Visina slojeva u istom zidu može biti različita.

Pojedine komade kamena treba slagati tako da rezultanta opterećenja, odnosno sila pritiska djeluje vertikalno na smjer sloja. Kod zidanja sa lomljenim ili djelomično obrađenim kamenom važe isti principi i pravila, koja su navedena kod sidranja ili oblaganja ciklopskog zida s tim da je pravilnije oblikovanje lica zida.

Komadi kamena imaju dimenzije (20-40) / (40-80) cm i imaju pravougaoni oblik.



Slika 6.2: Izgled zida iz lomljenog kamena

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

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

### 6.4 Obloge iz tesanog kamena

Komadi tesanog kamena obrađeni su do cca 15 cm u dubinu. Horizontalni spojevi su bez prekida, dok vertikalni spojevi treba da su okomiti na ležišni spoj.

Visine pojedinih slojeva obloge mogu biti različite. Omjer visine i dužine kod pojedinih komada je u granicama 1 : 1,2 kod kamena iz škrljaca, a 1:1 kod tvrdog kamena.

Oblaganje betonskih zidova može se izvesti na dva načina. Istovremeno sa betoniranjem gdje kamena obloga ima funkciju oplate ili se oblaganje izvodi naknadno. U prvom primjeru treba pojedine komade ankerisati na svakom drugom ili trećem spoju za masu zida (na ostalim spojevima ugrađuju se obične spojnice za međusobnu vezu između pojedinih kamenja). Kod zidova koji se naknadno oblažu treba naštokati - ohrapaviti površinu zida za obezbjeđenje što bolje veze između obloge i zida. I kod ovog načina oblaganja treba vezu između obloge i zida izvesti pomoću metalnih pijavica. Prostor između zida i obloge se zalije sa cementnim malterom ili betonom sitne granulacije.

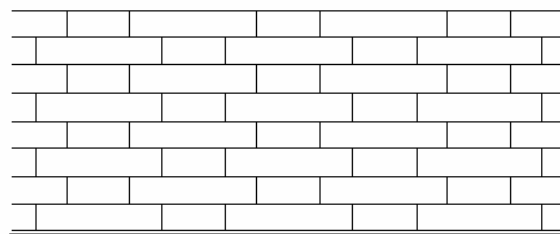
Obrada spojeva u velikoj mjeri utiče na izgled lica zida. Kod kvalitetnije obrađenog kamena mogu se izvesti užji spojevi i obratno. Širina spojeva kod tesanog kamena varira od 5 – 20 mm. U zavisnosti od širine spoja vrši se izbor maltera za ugrađivanje. Za uske spojeve upotrebljava se pijesak sitnije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

Vidna površina spoja može biti:

- ravna sa licem kamena
- utopljena unutar lica zida
- izvučena izvan površine lica zida

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

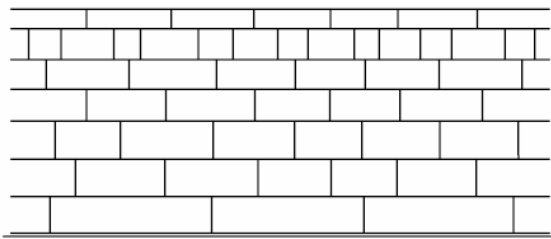
Način polaganja tesanog kamena kod koga su horizontalni slojevi jednaki, a pojedini komadi se ugrađuju na krst, kao što je prikazano na slici 6.2, predstavlja gotski stil oblaganja. Preklop gornjeg sloja prema donjem je za jednu četvrtinu.



Slika 6.3: Izgled zida u gotskom stilu

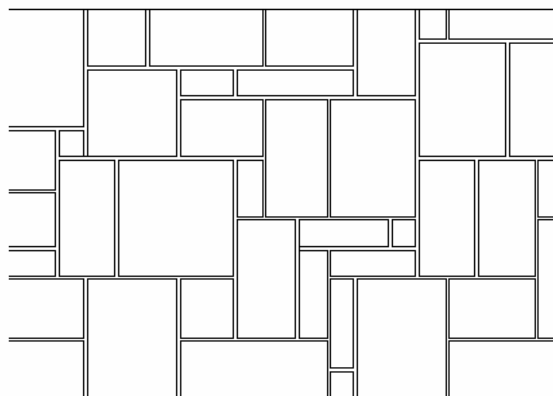
Slojevi kresanog kamena mogu imati različite visine. Kod ovakvog načina ugrađivanja treba paziti da su veći komadi kamena u nižim slojevima. Važno je da se pojedini komadi preklapaju za 10 cm.



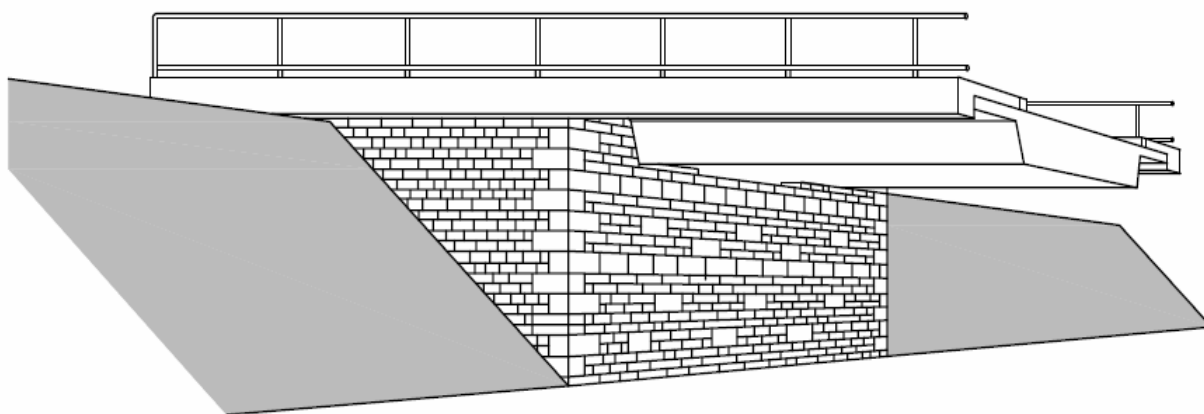


Slika 6.4: Izgled zida iz tesanog kamena sa ravnim stojnicama

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



Slika 6.5: Izgled zida iz tesanog kamena sa nepravilnim stojnicama



Slika 6.6: Izgled kamenom obloženog upornjaka

Kod objekata na putevima oblažu se krajnji upornjaci, ako se nalaze u okolini koja to dozvoljava i ako se sa tim postiže veća trajnost upornjaka. U izuzetnim slučajevima oblažu se i srednji stubovi, ako se nalaze u koritu rijeke sa čime se štite od abrazije.