

ŠKOLA ZA CESTOVNI PROMET
Zagreb

NASTAVNO PISMO
ZA PROGRAME OBRAZOVANJA ODRASLIH

Nastavni predmet:

PROMETNA INFRASTRUKTURA 2

2. RAZRED

Zanimanje:

VOZAČ MOTORNOG VOZILA

Autor: mr.sc.Dražen Kobasić dipl.ing, prof.

Zagreb, 2011.god.

KAKO KORISTITI NASTAVNO PISMO

Cijenjeni polaznici,

Nastavno pismo zamišljeno je kao is(pri)pomoć u organizaciji samostalnog učenja, pripremanja i polaganja ispita.

Na početku nastavnog pisma nalazi se sadržaj koji daje najkraći uvid u strukturu nastavnog gradiva, odnosno orijentacijski uvid u nastavne cjeline i jedinice koje su razrađene u nastavnom pismu i s kojima ćete se upoznati.

U razradi nastavnih cjelina definirani su novi pojmovi i objašnjenja koja koristimo kako bismo lakše savladali propisane sadržaje.

Iza svega nalaze se pitanja za vježbu na koja je dobro odgovoriti nakon proučenog sadržaja, posebno zato što se slična pitanja pojavljuju na ispitu. Pitanjima i zadacima na koje niste uspjeli odgovoriti, uvijek se možete vratiti i riješiti ih uz profesorovu pomoć, dodatnu literaturu ili web stranice.

Sve naučeno možete i dalje nadograđivati.
Želim Vam uspjeh na tom putu!!!

Dražen Kobasić,prof.

1. CESTA U UZDUŽNOM PRESJEKU	4
- Nagib nivelete	4
- Lomovi nivelete	4
- Zaobljenje nivelete	4
2. PROSTORNO VOĐENJE LINIJE - TRASIRANJE	5
- Najpogodnija prostorna linija	5
- Zahtjevi moderne ceste	5
- Oblik terena prostornog vođenja linije	6
- Vrste (tip) trasa ceste	6
- Situacijski plan	6
- Izohipse (spojnice)	6
- Estetsko oblikovanje cesta i skladnost trase	6
3.DONJI POSTROJ CESTE	7
- Zemljani trup ceste	7
- Materijali za izradu donjeg postroja ceste	7
- Nasip	8
- Usjek	8
- Zasjek	9
- Galerija	9
- Objekti donjeg postroja	9
- Tuneli	9
- Mostovi	17
- Objekti u sustavu donjeg postroja ceste	23
- Propusti	25
- Objekti koji omogućuju raskrižja s drugim prometnicama	26
- Nadvožnjaci i podvožnjaci	26
- Vijadukti	27
- Objekti koji osiguravaju stabilnost ceste	27
- Potporni zidovi	27
- Obložni zidovi	27
- Drenažne konstrukcije	27
4.KOLNIČKE KONSTRUKCIJE	27
- Materijali za kolničke konstrukcije	27
- Kameni materijali	28
- Spojna sredstva	28
- Faze izradbe kolničkih konstrukcija	28
- Vrste kolničkih konstrukcija	28
- Klasične kolničke konstrukcije	28
- Suvremeni kolnički zastori	28
- Kolnički zastori prema vrsti spojnog sredstva	29
5. PITANJA ZA VJEŽBU	29
6. LITERATURA	29

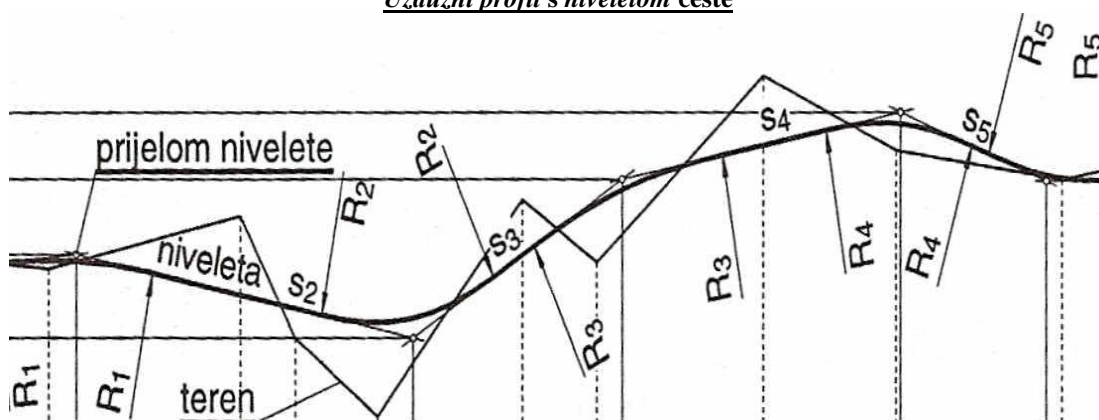
Cesta u uzdužnom presjeku

- U uzdužnom presjeku cesta se označava niveletom
 - Niveleta ima tri osnovna elementa, a to su:
 - nagib nivelete,
 - lomovi nivelete,
 - zaobljenje nivelete

-niveleta

- Uzdužni nagib ceste označava se postocima.
- Na primjer, ako se cesta na duljini od sto metara uzdiže ili spušta za četiri metra, uzdužni nagib ceste je 4%

Uzdužni profil s niveletom ceste



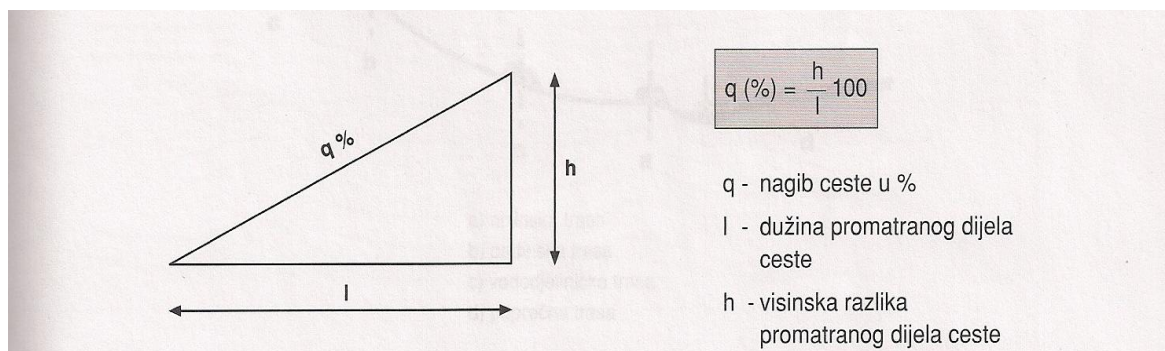
- Najveći uzdužni nagib ovisi o vrsti ceste, obliku terena i vrsti prometa.
- Vrsta prometa utječe na veličinu uzdužnog nagiba s obzirom na vučnu snagu vozila.
- Vozila male vučne snage mogu na većim dužnim nagibima usporiti kretanje prometa.
- Maksimalne vrijednosti uzdužnog nagiba, s obzirom na razred ceste i vrstu terena određene su na temelju različitih parametara. Upisane su u tablicu (u prikazu dolje).

-najveći
uzdužni
nagib ceste

Projektna brzina V_p (km/h)	Najveći uzdužni nagib s_{max} (%)					
	Autocesta	1. kat.	2. kat.	3. kat.	4. kat.	5. kat.
≥ 120	4					
100	5	5.5	5.5			
90	5.5	5.5	5.5			
80	6	6	6	7		
70		7	7	7	8	
60			8	8	9	10
50				9	10	11
40					11	12

Izračunavanje nagiba ceste

-izračunavanje nagiba ceste



- Ceste viših razreda imaju manje uzdužne nagibe od cesta nižih razreda.
- Najveći uzdužni nagibi primjenjuju se kod planinskih cesta.
- S obzirom na potrebu odvodnje površinskih voda, valja izbjegavati male uzdužne nagibe.
- Mali uzdužni nagib ceste naročito je nepovoljan, ako se cesta nalazi u usjeku.

PROSTORNO VOĐENJE LINIJE - TRASIRANJE

- ▶ Pod prostornim vođenjem linije smatra se određivanje smjera i visinskog položaja ceste.
- ▶ Najpogodnija je ona prostorna linija koja zahtijeva najmanje troškova gradnje, održavanja i korištenja ceste.
- ▶ Moderna cesta mora udovoljiti prometnim, estetskim i psihološkim zahtjevima prometa.
- ▶ Pri projektiranju prostorne linije, valja zadovoljiti sljedećim zahtjevima:

- trasu voditi od početka do krajnje točke najkraćim putem,

- radi sigurnosti promjene smjera moraju biti blage,

- raskrižja cesta sa željezničkim prugama po mogućnosti izvesti izvan razine,

- izabrati najpovoljnije mjesto za prelazak trase preko većih,

- izbjegavati nepotrebno uništavanje šuma, obradivih zemljišta te uklanjanje građevnih objekata

- ▶ Oblik terena je jedan od najvažnijih čimbenika koji utječe na troškove gradnje i održavanja ceste. S obzirom na oblik terena razlikujemo sljedeće tipične trase:

- Nizinska trasa,
- Padinska trasa,
- Vododjelnička trasa,
- Poprečna trasa.

-prostorno vođenje linije - trasiranje

-podjela ceste s obzirom na oblik terena

- ▶ **Nizinska trasa** položena je u dolini rijeke ili na mjestu dodira doline i padine terena. S obzirom na poprečni presjek razlikuju se tri vrste dolina: široke, uske (krivudave) i tijesne, između visokih stijena.
- ▶ U širokim dolinama vođenje trase je pogodno jer su mogući duži pravci, veći su polumjeri zavoja i blagi su uzdužni nagibi
- ▶ U uskim krivudavim dolinama trasa ima oštre zavoje i mnogo objekata za osiguranje zemljanog trupa.
- ▶ Tijesna dolina nije prikladna za vođenje trase. U takvim dolinama česte su oštre promjene smjera trase, a potrebno je izradba potpornih i obložnih zidova, tunela, mostova i vijadukata.
- ▶ **Padinska trasa** je položena poprečno na nagib terena. To je najskuplja trasa a oblik se mora izvoditi u obliku zasjeka.
- ▶ **Vododjelnička trasa** je položena uzduž najviših dijelova terenskih uzvisina. Ona prolazi zamišljenom linijom koja se naziva vododjelnica.
- ▶ **Poprečna trasa** se polaže u smjeru nagiba terena. Izvodi se pri manjim visinskim razlikama s blagim nagibima terena. Zbog ograničenog uzdužnog nagiba kolnika, zemljani trup ove trase često je u obliku zasjeka. Na toj trasi ne postoji opasnost od odrona i klizanja terena

Situacijski plan

- ▶ Situacijski plan predstavlja tlocrt zemljišta sa svim objektima i predmetima koji se na njemu nalaze. Da bi se na tlocrtu označile visinske razlike, na njemu se ucrtavaju izohipse.
- ▶ Izohipse ili spojnice su zamišljene ravnine koje sijeku teren u slojeve
- ▶ Cesta se na situacijskom planu ucrtava punom linijom crvene boje koja označava njenu osovinu.
- ▶ Na situacijskom planu vide se rijeke, jezera, željezničke pruge, postojeće ceste, mostovi, naselja itd.
- ▶ Crta se u pogodnom mjerilu, a orijentacija plana je prema sjeveru.

Estetsko oblikovanje cesta i skladnost trase

- ▶ Kao i kod drugih građevnih objekata i kod cesta treba težiti lijepom oblikovanju.
- ▶ Kod tog oblikovanja treba primjenjivati sljedeća pravila:
 - trasu prilagoditi postojećoj vegetaciji i postojećim građevnim objektima,
 - oblikovati blage kosine usjeka i nasipa
 - dobro uklapanje u prirodnu okolinu postiže se ozelenjavanjem kosina i sadnjom drveća uz cestu.
- ▶ Kod prostornog vođenja linije nastaju vizualni dojmovi kod vozača i putnika.

-situacijski plan

-izohipse

-estetsko oblikovanje ceste

-skladnost trase ceste

Donji postroj ceste

- Poznato je da cesta kao građevinski objekt sastoji od gornjeg i donjeg postroja
- Zadaća donjeg postroja je preuzeti prometno opterećenje i cijelu konstrukciju gornjeg postroja, odnosno stvoriti ravnu površinu na koju naliže gornji postroj
- Zemljani trup ceste je dio gornjeg postroja ceste građen od zemlje i sličnih materijala, a može biti u obliku nasipa, usjeka, zasjeka i galerije
- Nasip i usjek su dva osnovna oblika zemljanog trupa, svi ostali su njihova modifikacija prema određenim uvjetima vođenja trase ceste
- Pri gradnji zemljanog trupa izvode se slijedeći osnovni radovi: iskop, prijevoz, nasipanje i nabijanje zemljanih materijala
- Materijal za izradu trupa ceste svrstavamo u dvije skupine:
 - a) Anorganski materijal
 - b) Stijene
- Anorganski materijal može se podijeliti u dvije grupe i to na nevezani i vezani
- Vezani materijal sastavljen je od vrlo sitnih čestica zrnaca mineralnog porijekla
- U njega ubrajamo:

Koloide 0,00002	0,0002 mm
Glinu 0,0002	0,002 mm, krupnoća zrna

- *Nevezani materijal s krupnoćom zrna:*

prašina	0,002	0,02 mm
pijesak	0,02	2,0 mm
šljunak	2,00	60,00 mm
obluci	60,00	200,00 mm
blokovi	200,00	2000,00 mm

- *Stijene u kojima se izvodi usjek ili se ugrađuju u nasip dijele se u dvije grupe:*
 - a) Čvrste i postojane stijene (pogodne su za građenje nasipa ili nešto nepovoljnije za građenje usjeka)
 - b) Nepostojanje ili stijene manje tvrdoće (u njih je građenje usjeka nešto skuplje i nepovoljno je za građenje nasipa)

-donji postroj ceste

-zemljani trup ceste

-materijali za izradu ceste

Prethodni radovi pri građenju trupa ceste

- Proces izgradnje ceste započinje iskolčavanjem projektom zacrtane trase na terenu obilježenom kolčićima i letvicama
- Na tako iskolčenoj trasi prije izgradnje zemljanog trupa raščišćuje se teren, sijeku se stabla i vadi se korijenje, uklanjaju se ograde i drugi objekti koji su se našli na pojasu zemljišta na kojem će ležati zemljani trup
- Svršetkom svih poslova pristupa se nabijanju materijala za izradu zemljanog trupa.
- Strojve koje se upotrebljavaju za ove poslove dijelimo na:
 - a) Statičke (nabija se pritiskom)
 - b) Dinamičke (nabija se udarom)
 - c) Vibracijske (nabija se vibracijom)

-radovi pri
građenju
trupa ceste

Nasip

- Nasip je oblik zemljanog trupa ceste kod kojeg se kota nivelete nalazi iznad kote terena
- Nasip valja izvesti tako da kasnije ne dode do slijeganja
- Ako teren ima nagib veći od 1:5, potrebno je zasjeći stepenice visine 80 cm, nagnute u smjeru padine terena
- Da bi visoki nasipi bili stabilniji, nagib nasipa se ublažuje nakon visine od 6 m
- Najbolji način građenja nasipa je u slojevima
- Površine slojeva moraju biti s poprečnim nagibom od 3% čime se omogućuje ocjeđivanje slojeva

-nasip

Usjek

- Usjek je takav oblik profila ceste gdje je cesta iskopom zemljanih materijala usječena u teren
- Kao i nasip, usjek se može graditi na razne načine, što ovisi o mehanizaciji kojom se raspolože i o karakteristikama tla
- Kod usjeka je, za razliku od nasipa, niveleta buduće ceste ispod površine terena

-usjek

Metoda građenja usjeka

- Usjek u uzdužnim slojevima, gradi se tako da se najprije iskopa široki jarak u prvom sloju na koji se postavlja kolosijek
- Kopanje proširuje prema drugom kraju usjeka uz postupno pomicanje kolosijeka
- Zatim se kolosijek spušta u otkopani jarak drugog sloja i nastavlja se iskop

-metode
građenja
usjeka

Zaštita usjeka

- žičanim i plastičnim mrežama
- nabacivanjem sloja mlaznog betona
- ugradnjom sidara ili zatega
- kombinacijom svih triju načina

-zaštita
usjeka

- *Debljina slojeva iskopa iznosi od 60 do 80 cm kod nevezanog tla*
- *Izrada usjeka prosjekom s čela radi se kod kratkih usjeka visine oko 5 m, kod kojih slojevi padaju k osi usjeka*
- *Usjek sa strane primjenjuje se kod većih usjeka sa strmim padinama, a naročito u stjenovitom terenu*
- *Usjek potkopom i oknima gradi se tako da se najprije iskopa potkop širine 2,5 do 3,0 m a visine 2,0 do 2,5 m, i to po dnu usjeka*
- *Nakon toga se grade vertikalna okna kroz koja se spušta iskopan materijal s površine usjeka u vagonete*

Zasjek

- *Zasjek je specifičan oblik zemljanog trupa*
 - *Može biti klasičan zasjek ili čisti zasjek*
- *Klasičan (tipičan) zasjek je oblik zemljanog trupa koji se gradi iskopavanjem, poprečnim transportom i nasipavanjem zemlje u istom profilu*
- *Čisti zasjek ima samo jednu kosinu na strani brda, metode izvedbe su vrlo slične ili iste kao kod usjeka*

Galerija

- *Galerija je specifičan oblik zasjeka koji se gradi u čvrstim i jedrim stijenama u kojima se kosina može izvesti u kontra nagibu, tj. lučnim potkopavanjem brdske mase*
- *Galerije su potrebne u slučaju kada ceste treba graditi u kanjonu neke rijeke ili planinskim terenima*
- *Inače, galerije se grade i za zaštitu putova od snježnih lavina ili od obrušavanja stjenovitog materijala*

TUNELI

Podzemne građevine u terenu, ispod brdskog masiva ili vode, služe za provođenje prometnica, vodotokova itd.

- *TUNEL je podzemna građevina ispod površine terena koja osigurava prostor za različite namjene i s jednim ili oba kraja izlazi na površinu, dok je cestovni tunel podzemna građevina koja osigurava prostor za odvijanje cestovnog prometa.*

Mogu se svrstati u prometne, hidrotehničke, gradske, komunalne, posebne namjene.
Prometni tuneli su: željeznički, cestovni, brodarski, pješački i tuneli za gradski javni promet.

Podjela cestovnih tunela po duljini:

Izrazito kratki $L \leq 50$ m

Kratki $50 \leq L \leq 500$ m

Srednji $500 \leq L \leq 2\ 000$ m

Dugi $2\ 000 \leq L \leq 4\ 000$ m

Vrlo dugi $L \geq 4\ 000$ m

-zasjek

-galerija

-tuneli

-vrste tunela

-podjela tunela

POVIJESNI RAZVOJ GRADNJE

- *Ljudi od prapovijesti ulaze u podzemlje, u početku u prirodne špiljske fenomene, a vrlo rano počinju s kopanjem podzemnih prostorija za potrebe stanovanja, rudarenja, navodnjavanja i sl.*
- *Od prvih početaka do danas ljudi sve dublje ulaze u podzemlje (rudnici u Južnoj Africi na dubini preko 3 km, tuneli sa nadslojem većim od 5km), a podzemne građevine i tuneli postaju svakim danom sve veći.*
- *Uvjeti građenja tunela postaju sve teži, jer se tuneli kopaju ispod gusto naseljenih gradova, ispod rijeka, jezera i mora.*
- *Velike brzine željezničkog prometa postavljaju sve strože kriterije pred tunelograditelje s obzirom na veličine profila i stabilnosti tunela.*
- *Inovacije u zadnjih stotinjak godina kao što su dinamit i AN/FO eksploziv (1867), električni detonatori (1867), strojevi za iskop tunela (1881), stijenska sidra (1918), malzni beton ((1942), tungsten carbide bušaći pribori (1940) i hidrauličko udarno bušenje (1971) dali su snažnu potpru enormnom razvoju tehnika u gradnji podzemnih objekata.*
- *Uz to, razvoj mnogih uređaja za opažanje pokreta i naprezanja u stijenskoj masi, praćen naglim razvojem računalnih tehnika, smanjila su rizik tijekom građenja te na taj način ubrzala gradnju, te učinila tunelogradnju humanijom i sigurnom inženjerskom disciplinom.*

- *prvi pješački tunel napravio je babilonski car 2.100 godina p.n.e. ispod rijeke Eufrat,*
- *tunele su gradili i na području drevnog Egiptai Indije*
- *u 1. st. n.e. Rimljani rade tunel dug 900 m namijenjen transportu vode,*
- *prvi alpski tunel probijen je 1484. godine između Piemonta i Provanse,*
- *za potrebe navodnjavanja od 1526 - 1533. godine u Valle di Suza jedan jedini čovjek prokopao je tunel dužine 450 m.*

*Najduži tuneli danas jesu:
u Norveškoj (Laerdal - Aurland) 24,5 km
u Francuskoj (Marcantour) 17,4 km
u Švicarskoj (San Gottard) 16,9 km*

KLASIFIKACIJA S OBZIROM NA ZAHTJEVANU SIGURNOST

TABLICA KLASIFIKACIJE SIGURNOSTI ISKOPA (GRAND RISIK):

- *A-privremeni rudarski otvori*
- *B-vertikalna okna*
- *C-stalne rudarske prostorije*
- *D-skladišta, postrojenja za tretman vode, manje značajni cestovni i željeznički tuneli, prilazni tuneli*
- *E-skladišta nafte, strojarne, glavni cestovni i željeznički tuneli, skloništa, portali, raskrižja*
- *F-podzemne nuklearne centrale, željezničke postaje, sportski i javni objekti, tvornice*
-

Strogi zahtjevi stabilnosti za pojedine iskope postavljaju se po kategorijama i to prema navedenoj tablici.

Najniži sigurnosni zahtjevi su za kategoriju iskopa „A“, a najviši za kategoriju iskopa „F“.

Geotehnička istraživanja tunela

Geotehnička istraživanja kao i projekt, dimenzioniranje i izvođenje uvijek treba razmatrati kao cjelinu.

Zato geotehnička istraživanja trebaju započeti u vrlo ranoj fazi projekta.

Cilj geotehničkih istraživanja je opis svih svojstava tla relativnih za projekt tunela.

Vrsta i razmjer istraživanja trebaju odgovarati veličini i svrsi tunela.

-povijesni razvoj gradnje tunela

-najduži tuneli

zahtjevana sigurnost tunela

-geološka ispitivanja terena

Za potrebe projektirajna tunela, potrebno je osigurati sljedeće informacije:

- ▶ Geološke profile (struktura, identifikacija osnovnih tipova stijena i njihove općenite karakteristike)
 - ▶ Detaljan opis stijenske mase i njena mehanička svojstva
 - ▶ Hidro-geološka svojstva masiva (podzemne vode i tlakovi)
 - ▶ Rizici gradnje (glavni rasjedi ispunjeni vodom, pojava plina)

-rizici
gradnje
tunela

Izvođenjem istražnih bušenja otvara se cijeli niz mogućnosti za proučavanje stanja stijenske mase.

- Bušenjem se dobiju cilindrični uzorci za ispitivanje intaktne stijene i diskontinuiteta u laboratoriju (fizička i mehanička svojstva)
- U bušotini se mogu izvoditi pokusi za statičko određivanje čvrstoće
- U bušotini se mogu izvoditi geofizička ispitivanja radi određivanja dinamičkih svojstava elastičnosti stijenske mase
- Bušotina može poslužiti za ispitivanja vodopropusnosti stijenske mase
- U bušotini se mogu ugraditi uređaji za opažanje pokreta
- Snimanjem zidova bušotine video kamerom, može se dobiti dobar uvid u stanje stijenske mase

METODE IZVEDBE TUNELA

- U tunelogradnji se pod metodom izvedbe podrazumijeva način i redoslijed iskopa materijala i betoniranje betonske obloge.
- Iskop tunela može biti djelomičan ili u punom profilu uz primjenu podgrade ili bez podgrade
- Postoje :
 - klasične metode izvedbe
 - suvremene metode izvedbe

-metode
izvedbe
tunela

KLASIČNE METODE IZVEDBE TUNELA

- One se još nazivaju rudarske metode jer su se razvile od rudarskog načina iskopa.

SUVREMENE METODE IZVEDBE TUNELA

- Ona se razvila s vrlo modernom mehanizacijom sa velikim radnim učinkom, korištenje kvalitetnih materijala, kraći rok izgradnje, manji troškovi gradnje i brzo puštanje tunela u funkciji.

Hidroizolacija i odvodnja tunela

Voda u tunelu je gotovo redovita pojava.

Tunel se odvodnjava:

- Tijekom gradnje
- Tijekom eksploatacije

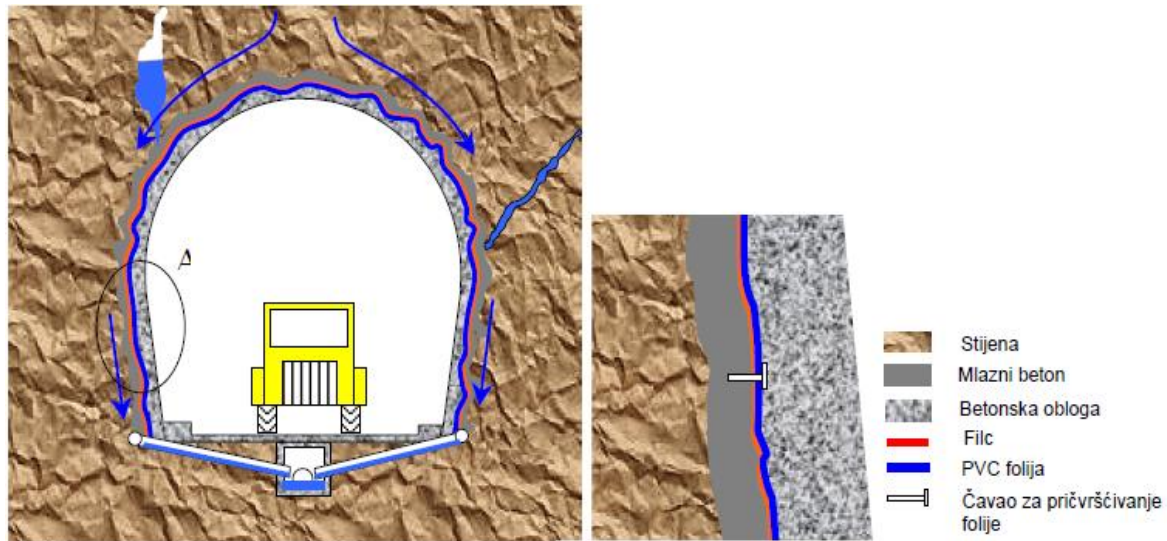
Vodu treba kontrolirano odvesti iz iskopa jer:

- Može potopiti tunel u slučaju nagiba nivelete u masiv
- Otežava rad osoblju
- Može oštetiti strojeve i instalacije
- Može utijecati na slabljenje mehaničkih svojstava stijenske mase

Voda se iz tunela odvodi na dva načina:

- Gravitacijskim tečenjem do portala tunela ili u kavernu
- Tlačnim cjevovodima uz pomoć pumpi

Hidroizolacija tunela



Prozračivanje u tunelu

Prozračivanje je bitno zbog boravka ljudi i za prometnu funkcionalnost, kao za vrijeme gradnje tako i za vrijeme uporabe.

Prozračivanje kraćih tunela za vrijeme gradnje može biti prirodno ili dovodom zraka.

Dulji tuneli prilikom gradnje se prozračuju snažnim uređajima dovodom i odvodom zraka, sve se proračuna.

Prozračivanje duljih tunela tijekom upotrebe se provodi uzdužnim, poprečnim ili kombiniranim oblikom umjetnog prozračivanja.

Uzdužna ventilacija

Stropni ventilatori utiskuju zrak uzduž tunela, brzina strujanja ne smije prelaziti $v_z=8-10$ m/s, poboljšava se izgradnjom vertikalnih okna u duljim tunelima.

-hidro –
izolacija i
odvodnja
tunela

-odvodnja
tunela

-
provjetravanje
tunela -
prozračivanje

-uzdužna
ventilacija

<p style="text-align: center;"><u>Poprečna ventilacija</u></p> <p>Svjež zrak se dovodi posebnim kanalom i upušta u prometni prostor, zagađeni se isisava i posebnim kanalom odvodi pri čemu se događa poprečno strujanje zraka. Skuplje, ali učinkovitije</p>	<p>-poprečna ventilacija</p>
<p style="text-align: center;"><u>Kombinirana / polupoprečna ventilacija</u></p> <p>Svježi zrak se ubacuje u prometni prostor, a zagađeni se izbacuje djelovanjem prometa, ili obratno.</p>	<p>- kombinirana ventilacija</p>
<p style="text-align: center;"><u>Rasvjeta tunela</u></p> <p>U vrijeme eksploatacije neophodna kvalitetna rasvjeta zbog prometne sigurnosti. Rasvjeta mora biti pažljivo projektirana, s predviđenom zonom adaptacije oka vozača i drugim detaljima vezanim uz optičko – sigurnosne zahtjeve vožnje</p> <p><u>Tunel treba biti osvijetljen tijekom:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ <i>Tijekom građenja</i> ▶ <i>Tijekom eksploatacije</i> <p>Rasvjeta tunela izvodi se prema projektu koji mora biti izrđen za svaki tunel posebice. Rasvjeta tunela mora omogućiti jednoliki prijelaz od dnevne svijetlosti na svijetlost u tunelu. Noćna rasvjeta u tunelu mora omogućiti blaži prijelaz pri izlasku iz tunela na neosvijetljeni dio ceste. Potrebno je osigurati rezervni izvor svjetlosne energije.</p>	<p>-rasvjeta tunela</p>
<p><u>Rasvjeta tunela: fluorescentne cijevi; niskotlačne Na-svjetiljke; visokotlačne Na-svjetiljke</u></p> <p style="text-align: center;"><u>Rasvjeta tunela tijekom građenja</u></p> <p>Tijekom građenja tunela rasvjetu čine fiksna rasvjetna tijela na razmacima koji osiguravaju dovoljno svjetlosti kao i pokretna rasvjetna tijela za osvijetljenje čela iskopa.</p>	<p>-rasvjeta tunela tijekom građenja</p>
<p style="text-align: center;"><u>Rasvjeta tunela tijekom eksploatacije</u></p> <p>Tuneli u pravcu duljine preko 200m i tuneli krivine duljine veće od: $\boxed{1,5\sqrt{r * b}}$, moraju se umjetno osvijetljivati, gdje je:</p> <p style="text-align: center;">r – polumjer krivine (m) b – širina svjetlosnog otvora (m)</p> <p style="text-align: center;"><u>Tuneli kraći od 200m ne moraju se umjetno osvijetljivati</u></p>	<p>-rasvjeta tunela tijekom eksploatacije</p>
<p style="text-align: center;"><u>Prilazna zona</u></p> <p>Ispred portala je pod prirodnim svjetlom, a mjerodavnom se uzima ona pod najvećim prometom od 06.00 – 20.00 h.</p>	<p>-prilazna zona</p>

Zona adaptacije
(kao zbroj zone praga i zone prijelaza)

Mora biti takva da omogući prilagodbu vozača na razliku između zone prilaza i unutarnje zone tunela

Za prilagodbu je obično potrebno 3 s, pa se duljina adaptacije određuje prema formuli:

$$L_a = V \cdot t = ((1000/3600) \cdot V) \cdot 3 = 0.833 \cdot V \text{ (m)}$$

Zone tunelske rasvjete:

1. PRISTUPNA ZONA
2. ULAZNA ZONA
3. TRANZICIJSKA ZONA
4. UNUTARNJA ZONA
5. IZLAZNA ZONA

- **Primarni cilj:** -omogućiti siguran i pouzdan ulaz, prolazak i izlaz iz tunela
- **Sekundarni cilj:** -omogućiti primarni cilj bez obzira na količinu prometa u tunelu.
- **Asimetrična-koristi se za pojačavanje intenziteta iluminacije u jednosmjernim tunelima**
- **Simetrična-za tranzicijske i unutarnje zone dugačkih i kratkih tunela i u tunelima male brzine prometovanja za sve zone.**

KATASTROFALNE I OSOBITO NEPOGODNE POJAVE U TUNELIMA

Postupak i sigurnosne mjere pri prolasku kroz tunel:

-Zbog specifičnosti tunelske građevine, ulazak u tunel kod ljudi može izazvati osjećaj tjeskobe, a u takvom ograničenom prostoru iziskuje se drugačije upravljanje prometom od onog na otvorenoj cesti (**prilagođena brzina prometa**).

-Isto tako tunel zahtjeva veoma visoki stupanj sigurnosti, jer nesreće u tunelima, osobito požari, mogu prouzročiti dramatične posljedice.

NAJVEĆE TUNELSKÉ NESREĆE

- Prema podacima dobivenim od stručnjaka, u cestovnim je tunelima od 1949. godine do danas bilo 36 većih nesreća, od čega najviše u europskim zemljama (31). U tim nesrećama lakše ili teže ozlijeđeno do 200 osoba, u većini slučajeva uslijed trovanja požarnim plinovima, dok je više od 100 osoba smrtno stradalo.
- Požar u tunelu Tauern u Austriji, koji je nastao u ranim jutarnjim satima dva mjeseca poslije požara u tunelu Mont Blanc, ukazao je još jednom na sve propuste u projektiranju, gradnji i održavanju. Najmanje jedna osoba poginula i još 49 osoba ozlijeđeno u Austrijskom tunelu nakon sudara kamiona i osobnog automobila.

-zona adaptacije

-asimetrična rasvjeta u tunelu

-simetrična rasvjeta u tunelu

-katastrofe i nesreće u tunelima

NAJVEĆE NESREĆE U TUNELIMA

1999.

Tunel Mont Blanc (Francuska/Italija) požar, 39 poginulih.

2001.

Tunel Tauern (Austrija) sudar i požar, 12 poginulih.

2001.

Tunel Helbersberg (Austrija) lančani sudar, dvoje poginulih.

2001.

Tunel Gleinalm (Austrija) sudar i požar, petero poginulih.

2001.

Tunel Amberg (Austrija) lančani sudar, troje poginulih.

2001.

Tunel Gotthard (Švicarska) sudar i požar, 11 poginulih.

2006.

Tunel Ledenik (Hrvatska) sudar, četvero poginulih.

-najveće
nesreće u
tunelima

KATASTROFE U TUNELIMA

–Posljednjih godina prošlog stoljeća dogodilo se nekoliko velikih prometnih nesreća u tunelima sa katastrofalnim posljedicama.

-Osim najgorih posljedica kao što su ljudski životi katastrofe uzrokuju i goleme materijalne štete namijenjene upravljanju i sigurnosti tunela (prometa).

-Odlukom o razvoju trans-europske cestovne mreže (TERN), Europska unija je 29.04.2004. usvojila „DIREKTIVU“ o minimalnim uvjetima sigurnosti za tunele u trans-europskoj cestovnoj mreži.

„OPREMA TUNELA PREMA DIREKTIVI“

SAŽETAK MINIMALNIH ZAHTJEVA ZA TUNELE:

- 1.RASVJETA
- 2.VENTILACIJA
- 3.STANICE ZA HITNE SLUČAJEVE
- 4.VODOOPSKRBA
- 5.KONTROLNI CENTAR
- 6.SUSTAVI NADZORA
- 7.OPREMA ZA ZATVARANJE TUNELA
- 8.KOMUNIKACIJSKI SUSTAVI
- 9.OPSKRBA ENERGIJOM U NUŽDI
- 10.POŽARNA OPREMA

-obavezna
oprema u
tunelima

PROMETNA OPREMA TUNELA

- vertikalna i horizontalna signalizacija, promjenjiva signalizacija, prometna svjetla, oprema za označavanje ruba kolnika, rasvjeta tunela.

-prometna
oprema
tunela

PROMETNI ZNAKOVI OPASNOSTI

Kada se postavljaju u tunelima i galerijama duljina stranice istostraničnog trokuta iznosi 60 cm.

-prometni
znakovi
opasnosti
u tunelu

<p style="text-align: center;"><u>PROMETNI ZNAKOVI IZRIČITIH NAREDBI</u></p> <p style="text-align: center;">Kada se postavljaju u tunelima i galerijama dimenzije stranica ili promjer kruga znaka mora biti 60 cm.</p>	<p>-prometni znakovi izričitih naredbi u tunelu</p>
<p style="text-align: center;"><u>PROMETNI ZNAKOVI OBAVIJESTI</u></p> <p style="text-align: center;">Kada se postavljaju u tunelima i galerijama dimenzije promjera kruga znaka Ø60 cm, kvadrat 60 cm i pravokutnik dimenzija 60x90 cm.</p>	<p>-prometni znakovi obavijesti u tunelu</p>
<p style="text-align: center;"><u>PROMJENJIVA PROMETNA SIGNALIZACIJA U TUNELIMA</u></p> <p>Upotreba promjenjivih prometnih znakova u tunelima ili neposredno prije njih je pogodna stoga što pruža mogućnost prikazivanja različitih znakova ovisno o stanju i okolnostima.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Najčešći prometni znakovi koji se upotrebljavaju kao tunnelska izmjenjiva signalizacija (neposredno prije ili poslije tunela,) su znakovi koji su direktno vezani uz : <ul style="list-style-type: none"> - Ograničenja brzine na određenom djelu prije ili poslije ulaska tunela - Znakovi opasnosti, obavijesti i izričitih naredbi vezani uz stvarne vremenske i prometne uvjete prije ili poslije tunela : kolona vozila, magla, vjetar, poledica i snijeg... 	<p>-promjenjiva prometna signalizacija</p>
<p style="text-align: center;"><u>PROMETNA SVJETLA – SVJETLOSNI ZNAKOVI ZA UPRAVLJENJE PROMETOM U TUNELIMA</u></p> <p>Najčešća je upotreba znakova:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Prekrižene crte crvene boje označavaju zabranu toka prometa uzduž prometnog traka iznad kojeg se znak nalazi . 2. Zelena strelica vrhom okrenutim prema dolje označava slobodni tok prometa uzduž prometnog traka iznad kojeg se znak nalazi <ul style="list-style-type: none"> ➤ UZDUŽNE OZNAKE NA KOLNIKU (TUNEL) <p>Unutar tunela strogo je zabranjeno pretjecanje motornih vozila (osim u slučajevima tunela s 2 prometna traka kojima se promet odvija u istome smjeru). Stoga, u tunelima i prilazima tunela se upotrebljava DVOSTRUKA PUNA RAZDJELA CRTA i to u dužini od najmanje 200 m.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ OSTALE OZNAKE NA KOLNIKU (TUNEL) <p>Moguća je upotreba strelica za označavanje smjera kretanja motornog vozila unutar tunela.</p> <p><u>EVAKUACIJSKA CRTA</u> -na oblozi tunela označava se cijelom dužinom tunela sa strane na kojoj se nalaze ulazi u pješачke prolaze i prolaze za vozila, crtom širine 50 cm u crvenoj boji.</p> <p>Evakuacijska crta na oblozi tunela izvodi se tako da je donji rub crte na visini od 90 cm od razine pješачkog hodnika.</p> <ul style="list-style-type: none"> ☐ <u>OPREMA ZA OZNAČAVANJE RUBA KOLNIKA U TUNELU</u> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Smjerokazne oznake (markeri) za tunele označavaju rub kolnika u tunelu i izvode se u tehnologiji svjetlećih dioda (LED) i moraju imati stalni izvor napajanja. Smjerokazne oznake za tunele u smjeru vožnje su na desnoj strani crvene boje, a na lijevoj strani bijele boje. 	<p>-prometna svjetla u tunelu</p> <p>-uzdužne oznake u tunelu</p> <p>-ostale oznake u tunelu</p> <p>- evakuacijska crta</p> <p>-oprema za označavanje ruba kolnika</p>

Reflektirajuće oznake (K03) - označavaju rub kolnika i postavljaju se na objekte na mjestima gdje nije moguće postaviti smjerokazne stupiće, a čiji oblik, veličina i boja ovise o mjestu postavljanja (na zaštitnu odbojnu ogradu, na bočnim stranicama tunela, na potpornom zidu).

-reflektirajuće oznake

Smjerokazne oznake (markeri) - za razdvajanje prometnih tokova u tunelima i galerijama postavljaju se na razmaku od 6 m kad je promet u tunelu dvosmjernan, odnosno na razmaku od 12 m kada je promet jednosmjernan .

-smjerokazne oznake

TUNELI U REPUBLICI HRVATSKOJ

-tuneli u RH

Naziv	Duljina (m)	Broj cijevi
Sv. Marko	260	dviije
Mala Kapela	5780	dviije
Brinie	1560	dviije
Brezik	618	dviije
Plasina	2300	dviije
Grič	1231	dviije
Krbani	171	dviije
Sv. Rok	5686	dviije
Ledenik	768	dviije
Bristovac	700	dviije
Čelinka	220	dvije

Sveti Ilija

- je cestovni tunel u izgradnji, koji će po završetku povezivati obalni i kontinentalni dio na području Makarske rivijere.

Tunel je dugačak 4249 m, ima kolnik od 7,7 m i servisnu cijev sa zapadne strane dugu 4255,62 m. Prolazi kroz Biokovo između naselja Bast u općini Baška Voda (s južne strane) i Rastovac u općini Zagvozd (sa sjeverne strane).

Mostovi

-mostovi

OPĆA PODJELA MOSTOVA

OVA PODJELA SE DALJE GRANA NA SLIJEDEĆE PODJELE:

- a) VRSTE MOSTOVA PREMA NAMJENI
- b) VRSTE MOSTOVA PREMA POLOŽAJU U PROSTORU
- c) VRSTE MOSTOVA PREMA DIMENZIJAMA
- d) VRSTE MOSTOVA PREMA PROJEKTIRANOJ TRAJNOSTI
- e) VRSTE MOSTOVA PREMA POMIČNOSTI GLAVNIH DIJELOVA

-podjela mostova

A) VRSTE MOSTOVA PREMA NAMJENI

- Pješački mostovi
- Cestovni mostovi
- Željeznički mostovi
- Akvedukti (mostovi za prevođenje tekućina)
- Kombinirani mostovi (za više vrsta prometa istodobno)
- Industrijski mostovi (za dizalice, prenosila, cjevovode, pomične trake itd.)

Ako na mostu ima više vrsta prometa odjednom, svrstavamo ga u grupu prema dominantnom prometu.

Jedino ako su ti tokovi jednako zastupljeni most spada u grupu kombiniranih mostova.

B) VRSTE MOSTOVA PREMA POLOŽAJU U PROSTORU

PREMA VRSTI ZAPREKE:

- Mostovi nad vodama (rijekama, kanalima, morem)
- Vijadukti (mostovi nad suhim dolinama)
- Nadvožnjaci (mostovi nad prometnicama)
- Obronački mostovi (duž padina)
- Visoke ceste (prometnice u gornjoj razini)
- Mostovi utvrda
- Mostovi u rampama, prilazima ili inundacijama
- Podvodni mostovi

Oresundski most

(Švedski: *Öresundsbron*, Danski: *Øresundsbroen*, službeno *Øresundsbron*) je kombinirani most-tunel nad Oresundskim vratima koji povezuje gradove Kopenhagen u Danskoj i Malmö u Švedskoj. Most prenosi automobilski (4 trake) i vlakovni promet (2 kolosijeka). Oresundski most je najduži kombinirani most-tunel za automobilski i vlakovni promet u Europi te najduži most na svijetu koji prelazi neku državnu granicu.

Tehnički podaci

Najviši stup mosta visok je 204 m. Mostovni dio je ukupne duljine 7,845 m što je otprilike polovica udaljenosti danskog i švedskog kopna. Masa mostovnog dijela iznosi 82,000 metričkih tona. Vlakovni kolosijeci se nalaze ispod cestovnih traka. Plovidbena visina mosta je 57 metara no unatoč tome većina morskog prometa se odvija preko Oresundskih vrata koja se nalaze nad tunelom.

-grupacija mostova

-vrste mostova

-vijadukti

-nadvožnjaci

-ostale vrste mostova

-mostovi-tuneli

C) VRSTE MOSTOVA PREMA DIMENZIJAMA

- Propusti (mostovi s rasponom manjim od 5 m, ili ukupnom duljinom manjom od 10 m, ili premoštenom površinom do 10 m²)
 - Mali mostovi (otvora do 20 m)
 - Srednji mostovi (otvora 20 do 100 m)
 - Veći mostovi (otvora 100 do 300 m)
 - Veliki mostovi (otvora preko 300 m)
- Izvanredne građevine (mostovi vrlo velikih dimenzija ili nestandardnih obilježja)

VAŽNO!!!

Osnovna (glavna) podjela mostova je prema izvedbi-gradnji mosta, pa ih tako dijelimo na:

1. GREDNE MOSTOVE
2. LUČNE MOSTOVE
3. VISEĆE MOSTOVE

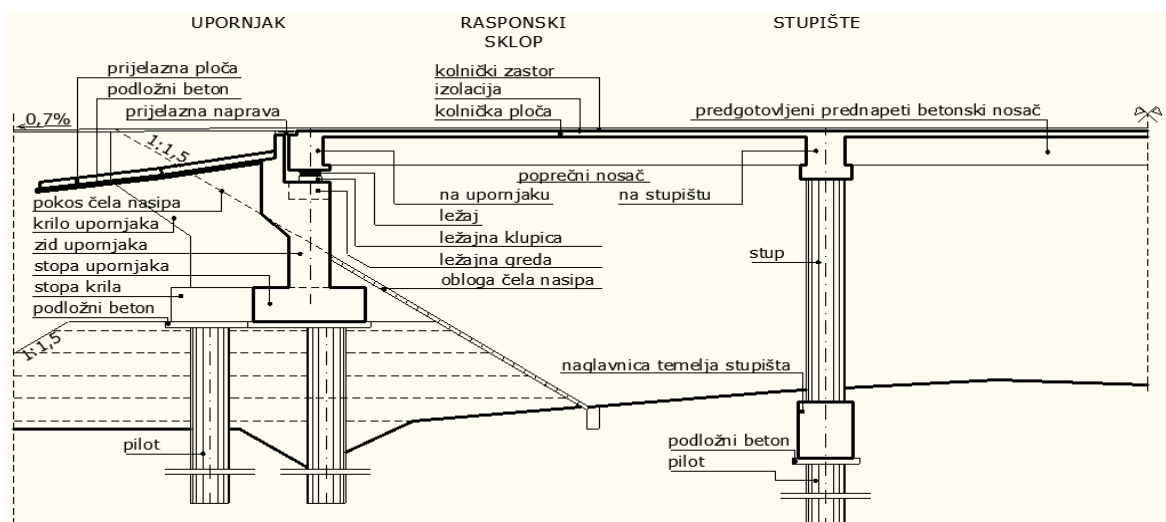
Most Vasco da Gama

-(port. *Ponte Vasco da Gama*) most je preko rijeke Tejo u Lisabonu, Portugal. To je nadozbi most u Europi (uključujući i vijadukte), i deveti u svijetu, s ukupnom dužinom od 17,2 km, uključujući 0,829 km za glavni most, 11,5 km vijadukata, te 4,8 km pristupnih cesta.

Most je otvoren za promet 29. ožujka 1998., 18 mjeseci nakon početka radova na njegovoj izgradnji.

DIJELOVI MOSTA

Najprikladnije je prikazati dijelove mosta na primjeru (protežnoga) grednog mosta.



-vrste mostova prema dimenziji

OSNOVNA
PODJELA
MOSTOVA

-dijelovi mosta

Svaki most, bez obzira na vrst rasponskoga sklopa, ima opremu ili pomost.

Gredni mostovi

Načelno razlikujemo dva sustava glavnih dijelova mosta:

-donji ustroj (DU) ili sustav potpora (*substructure; Unterbau*)

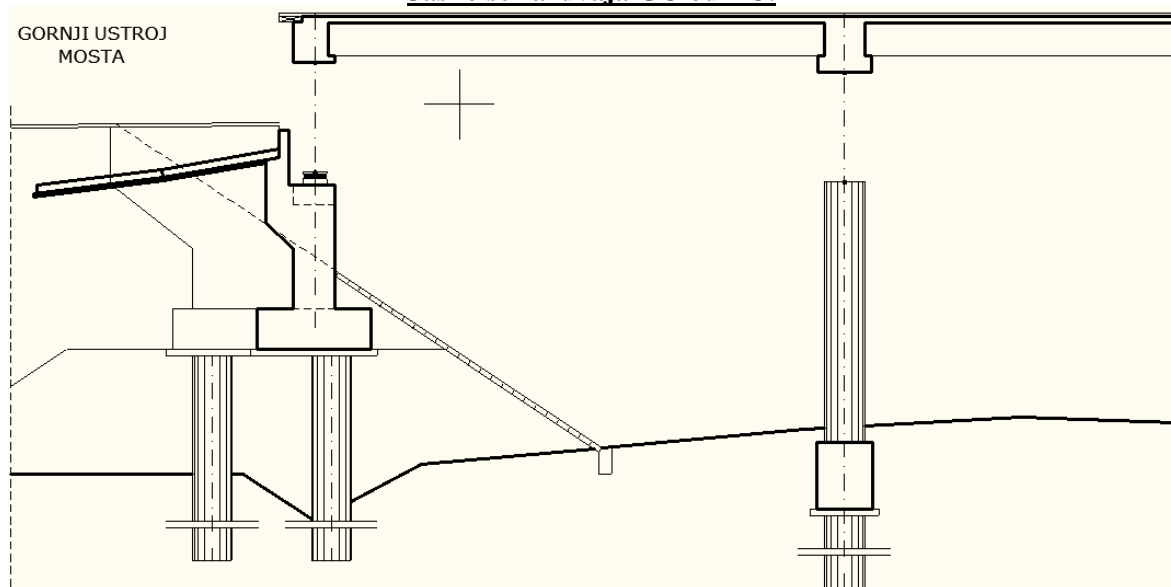
-gornji ustroj(GU) ili rasponski sklop (*superstructure; Überbau*)

Najčešće je GU dio mosta iznadležajeva, a DU onaj ispod.

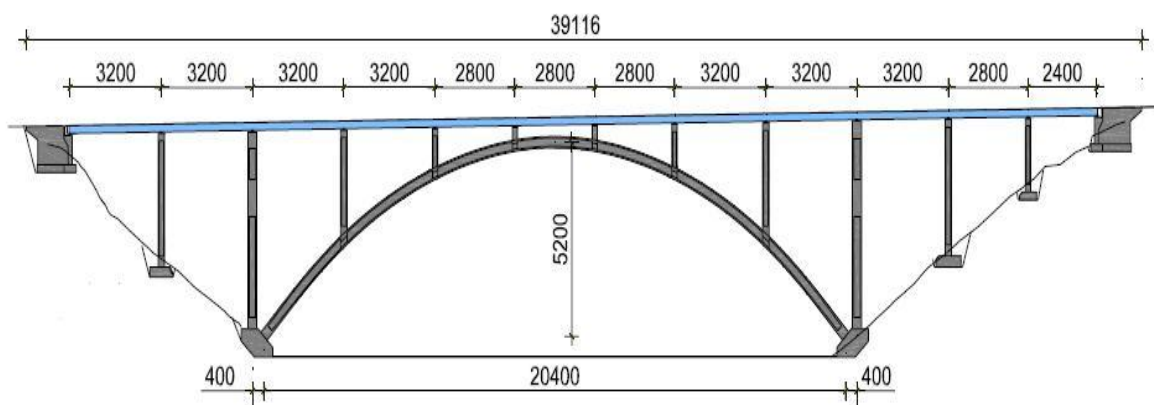
Međutim, nije to uvijek tako jednostavno.

-gredni
most

Jasno se razdvaja GU od DU.



Luk je, očito, dio DU.



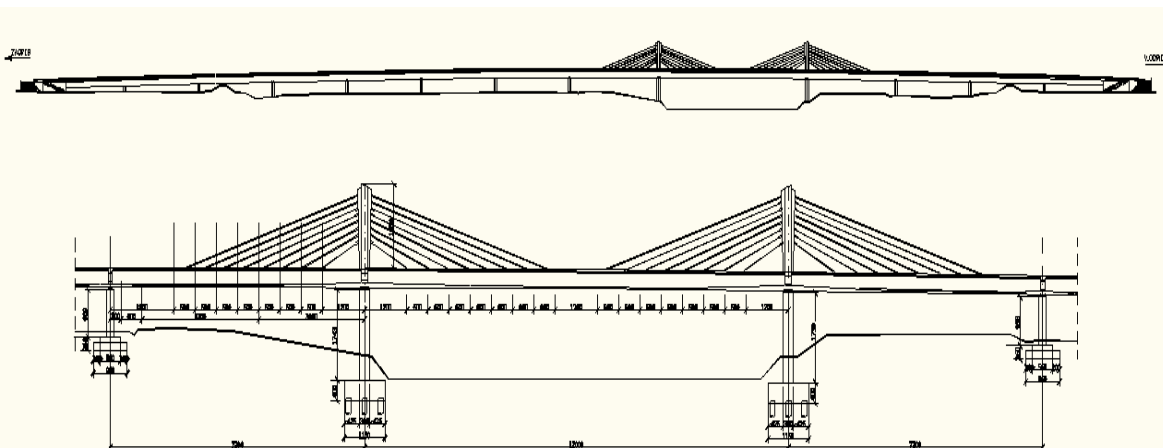
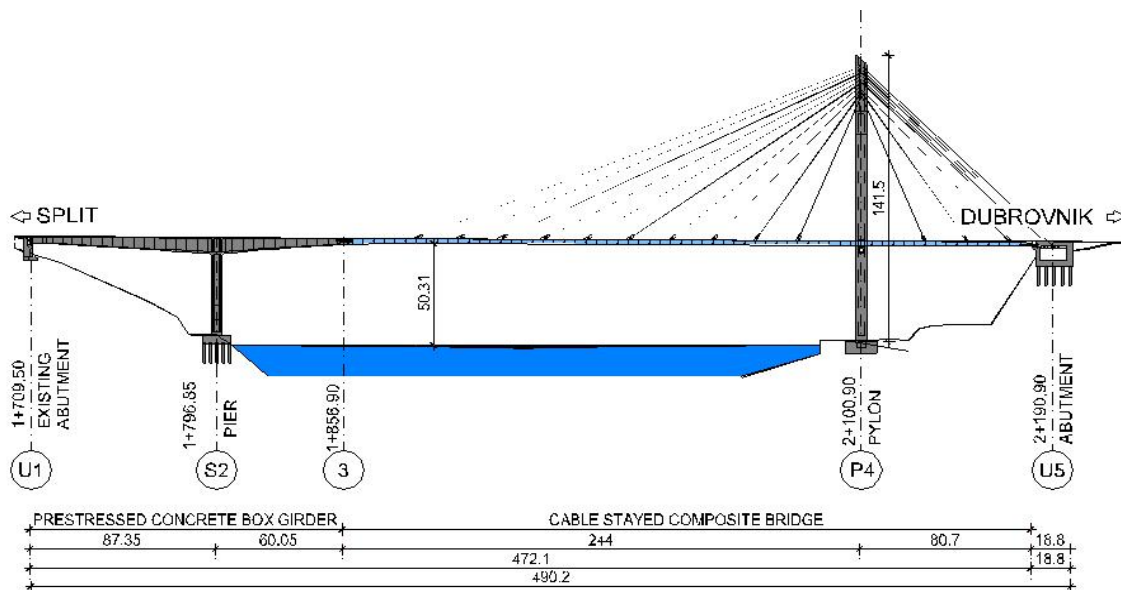
-lučni
most

Viseći most

Pilon je, iako je iznad kolnika, dio DU. A što je s vješaljcima?

One nadomještaju stupove—dakle dio su DU.

-viseći
most



Donji ustroj mosta

U donji ustroj mosta pripadaju:

1. upornjaci s krilima,
2. stupovi
3. piloni.

VAŽNO: - od toga su samo upornjaci neizostavni.

Upornjak (abutment; Widerlager) ima dvije važne uloge:

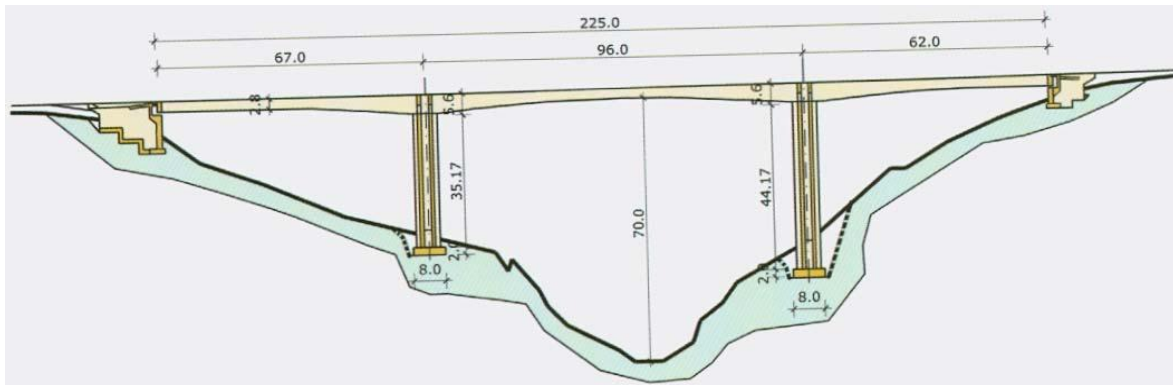
- 1.-krajnja je potpora rasponskoga sklopa,
- 2.-zajedno s krilima podupire završetak nasipa uz most.

Možemo reći da je upornjak krajnji stup mosta.

-donji
ustroj
mosta

-
UPORNJAK
MOSTA

Most sa „upornjacima“ na AC Zagreb-Split



Stup mosta

- (*pier, column; Pfeiler, Stütze*)podupire rasponski sklop između upornjaka.

Može biti jednostruk ili raščlanjen –stupište. Stupište je niz pojedinačnih stupaca s prečkom ili bez nje.

Dijelovi stupa: ležajna klupa, prečka stupa (cross /head/ beam; Riegel), deblo stupa (pier trunk; Pfeilerkörper), stupci stupa (columns; Stütze), temeljna stopa.

I jednostruk stup može imati prečku.

-stup
mosta

Rasponski sklop

Rasponski je sklop (RS) ploča, rebrasta ploča (ploča spregnuta s gredama) ili sandučasti nosač.

Prenosi opterećenje s kolnika na ležajeve / na potpore.

U grednih je mostova veza između RS i potpora slobodna, tj. on se slobodno zaokrećena mjestima potpora.

Gredni se sklop pruža preko jednog ili više polja.

U ovom drugom slučaju može biti:

- niz slobodno poduprtih greda,
- Gerberov nosač i
- protežni (kontinuirani) nosač.

-rasponski
sklop
mosta

Dijelovi rasponskoga sklopa:

- 1.kolnička ploča (*deck slab; Fahrbahnplatte*),
- 2.pločasti nosač (*slab structure; Plattenträger*),
- 3.rebrasta ploča ili greda presjeka T (*T-beam; Plattenbalken*),
- 4.glavni /uzdužni/ sandučasti nosač (*main girder; Hauptträger*),
- 5.poprečni nosač (*cross beam; Querträger*),

-dijelovi
rasponskog
sklopa
mosta

Objekti u sustavu donjeg postroja ceste

ELEMENTI ODVODNJE I ZAŠTITE OKOLIŠA

Dobro koncipirana odvodnja vode s ceste osigurava u znatnoj mjeri stabilnost trupa i kolničke konstrukcije.

Pravim izborom geometrijskih odnosa i gradiva pri izradi ravne vozne plohe postiže se brže odvodnjavanje, time se povećava stupanj prometne sigurnosti.

Odvodnja mora biti kontrolirana i učinkovita

Prikupljena voda mora najkraćim putem biti provedena do recipijenta ili otvorenog vodotoka.

-objekti donjeg postroja ceste

ODVODNJA PROMETNICA

ŠTETNO DJELOVANJE VODE JE NAJVEĆA OPASNOST ZA STABILNOST I ČVRSTOĆU CESTE, NAROČITO DONJEG USTROJA.

ŠTETNA DJELOVANJA VODE UZROKUJU :

- VODE TEKUČICE I STAJAČICE
- OBORINE (KIŠA, SNIJEG)
- VODA U ZONI SMRZAVANJA
- PODZEMNE VODE

-odvodnja vode s ceste

-SUSTAV ZA ODVODNJU VODE I DRENAŽU PROJEKTIRA SE TAKO DA SE VODE NAJBRŽE, NAJKRAĆIM PUTEM ODVEĐU SA BILO KOJEG MJESTA U DONJEM USTROJU ILI IZ NJEGOVE OKOLINE DO MJESTA GDJE VIŠE ZA NJEGA NE PREDSTAVLJAJU OPASNOST.

DVA OSNOVNA SUSTAVA ODVODNJE SU:

- POVRŠINSKI (SKUPLJANJE I ODVODNJA POCVRŠINSKIH VODA)
- PODZEMNI (SKUPLJANJE I ODVOĐENJE PODZEMNIH VODA I VODA DOSPJELIH U TRUP PROMETNICE ILI NA POSTELJICU)
- VODE TEKUČICE I STAJAČICE – ZBOG ISPIRANJA I PROVLAŽIVANJA MATERIJALA MOŽE DOĆI DO PROMJENE STABILNOSTI ILI ČVRSTOĆE DONJEG USTROJA CESTE.
- OBORINSKE VODE MOGU STVARATI BUJIČNE TOKOVE PO POKOSU DONJEG USTROJA, ODNOSNO ISPIRATI MATERIJAL, ŠTO ESTETSKI LOŠE IZGLEDA, A VEĆA OŠTEĆENJA UGROŽAVAJU STABILNOST.
- USLJED DJELOVANJA SMRZAVANJA U ZONI PLANUMA CESTE, U RAZDOBLJU ODMRZAVANJA DOLAZI DO SMANJENJA NOSIVOSTI, A DOLAZI I DO DEFORMACIJE GORNJEG USTROJA POD DJELOVANJEM PROMETA.
- PODZEMNE VODE NASTALE KAPILARNIM PENJANJEM MOGU IZAZVATI KLIZANJE POKOSA USJEKA I NASIPA.

-DVA OSNOVNA SUSTAVA ODVODNJE

-POVRŠINSKI SUSTAV ODVODNJE

-PODZEMNI SUSTAV ODVODNJE

-vode tekućice i stajačice

-oborinske vode

-podzemne vode

OSNOVNI HIDROLOŠKI PODACI

Količina oborine, intenzitet, trajanje, srednja oborina slijeva, koef. otjecanja, koef. zakašnjenja, vrijeme dotoka, otapanje snijega, određivanje protoka.

Količina oborine

- iskazuje se stupcem visine vodenog taloga (mm)

Intenzitet oborine

- izražen odnosom između količine oborine i jedinice vremena (s, mm)

-osnovni hidrološki podaci

POVRŠINSKI I BOČNI PRIHAT VODE

Oborinska voda prihvaća se i eliminira se gravitacijski preko nagnutih ploha kolika i pomoću uređaja za prihvaćanje (jarak, slivnik, rigol).
Treba težiti da je nagib na svakom dijelu ceste $q \geq 2.5\%$

Osnovni elementi površinske odvodnje:

▶ ODVODNI KANALI

Trebaju zadovoljiti uvjete:

- što kraćim putem vodu treba odvesti sa površine
- u jarku ne smije biti taloženja
- ne smije se erodirati površina
- hrapavost obloge kanala mora biti što manja

Vrste odvodnih kanala

- ▶ bez obloge (pad 0.5 do 3%)
 - ▶ obloženi betonom
- ▶ obloženi kamenom oblogom na pješčanoj podlozi ili betonskoj podlozi
 - ▶ od montažnih betonskih elementa
 - ▶ obloženi asfaltom

Neki tipovi površinskih i podzemnih kanala

Odvodni jarak

Imamo: trapezni, segmentni (žljebasti), trokutasti, itd.

Trapezni – zbog prometne sigurnosti nije uputno izvoditi uz značajnije ceste

Segmentni – preporuča se zbog prom. sigurnosti, lakšeg održavanja i prirodnog izgleda

Drenaže

Po obliku: trokutasti, žljebasti, segmentni

Po gradivu: beton, tarac, konkretil

Trokutasti se koriste na svim javnim cestama izvan naselja, osim AC i BC.

-
površinski
i bočni
prihvat
vode

-osnovni
elementi
površinske
odvodnje

-odvodni
kanali

-vrste
odvodnih
kanala

-odvodni
jarak

-trapezni
jarak

-drenaže

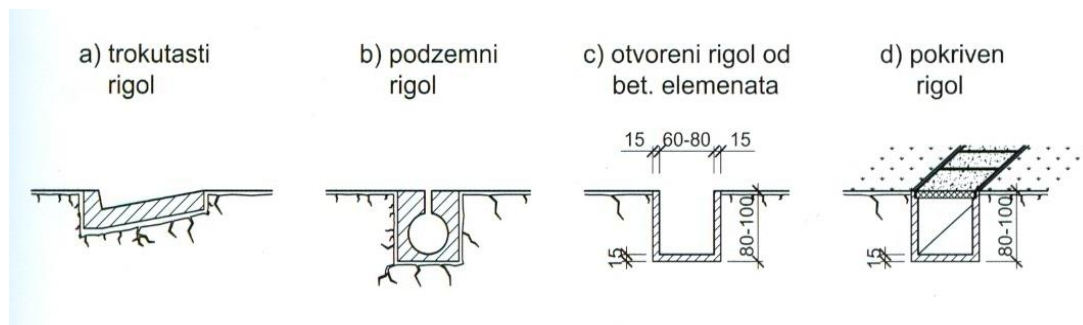
RIGOLI

RIGOLI -SU MALI ODVODNI KANALI NA CESTAMA, A ZADAĆA IM JE ODVODNJA VODE U USJEKU ILI ZASJEKU

ULOGA RIGOLA: – PRIKUPLJANJE VODE S KOLNIČKE KONSTRUKCIJE I POKOSA USJEKA.

MOGU BITI:

- OTVORENI (TROKUTASTI, SEGMENTNI TE OD BETONSKIH ELEMENATA)
- PODZEMNI
- POKRIVENI



MOGU BITI IZRAĐENI OD ELEMENATA ILI KONTINUIRANO (BETONIRANJEM NA MJESTU UGRADNJE).

PROPUSTI

- ▶ Propusti su objekti za propuštanje vode ili manjih prometnica kroz trup prometnice.
- ▶ Propustom se smatra otvor do 5.0 m raspona. Za veće raspone objekt se tretira kao most, vijadukt ili slično.

Propusti mogu biti:

- cijevni
- svođeni
- pločasti
- okvirni
- montažni cijevni

Kod projektiranja propusta treba odrediti

- ▶ veličinu otvora prema količini vode koja se očekuje, ili potrebnoj širini prometnice
- ▶ položaj propusta u odnosu na os prometnice
- ▶ kote ulaza i izlaza s obzirom na mogućnost uvođenja vode iz vodotoka, kanala, rigola
- ▶ način temeljenja propusta s obzirom na svojstva temeljnog tla

PODZEMNA ODVODNJA

PRIKUPLJANJE I ODVODNJA PODZEMNE VODE IZ TRUPA CESTE OBAVLJA SE ZBOG:

- ODVODNJE VODE KOJA PRODRE IZ POSTELJICE, KROZ BANKINE ILI KROZ GORNJI USTROJ
- SNIŽAVANJA RAZINE PODZEMNE VODE
- PRIHVAĆANJA (PREUZIMANJA) VODE IZ VODONOSNOG SLOJA SA STRANE I SPREĆAVANJA ŠETNOG DJELOVANJA NA TRUP CESTE (DRENAŽAMA)
- POBOLJŠANJA STABILNOST DONJEG USTROJA CESTE ILI TERENA-KLIZIŠTA
-

-rigoli

-propusti

-podzemna odvodnja

DRENAŽE

DRENAŽE SLUŽE ZA PRIHVAT I ODVODNJU PODZEMNIH VODA. NAJČEŠĆE SE POSTAVLJAJU ISPOD DNA JARKA ILI RIGOLA U USJEKU. ODNOSNO ISPOD ZELENOG POJASA NA AUTOCESTAMA. VAŽNO JE DA DNO DRENAŽE BUDE NIŽE OD MAKSIMALNE DUBINE DJELOVANJA SMRZAVICE.

PODJELE DRENAŽE:

A) PREMA POLOŽAJU U ODNOSU NA PROMETNICU:

- UZDUŽNE
- POPREČNE

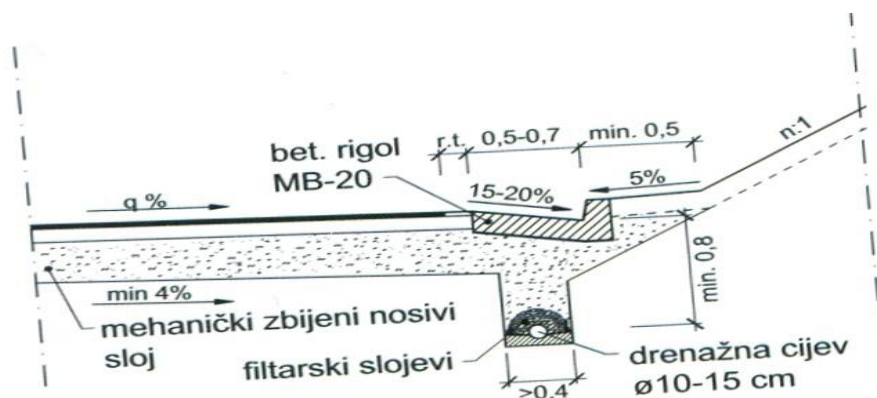
B) PREMA NAČINU DJELOVANJA:

- POJEDINAČNE
- VEZANE U ZAJEDNIČKI SUSTAV

C) PREMA FUNKCIJI ZA KOJU SU NAMJENJENE:

- ZA ODVODNJU
- ZA OSIGURANJE STABILNOSTI POKOSA
- ZA VIŠESTRUKU NAMJENU

-PRIMJER: -plitka drenaža s perforiranom drenažnom cijevi, te drenažom-ispunom i filtrom od pjeskovito-šljunkovitog materijala



Objekti koji omogućuju raskrižja s drugim prometnicama

Nadvožnjaci i podvožnjaci

Nadvožnjaci i podvožnjaci su objekti (cestovne građevine) u obliku mostovne konstrukcije. Grade se na mjestima, gdje se križaju ceste s drugom prometnicom i poradi sigurnosti prometa izvode se u dvije razine.

Ako je takav objekt za križanje iznad ceste, naziva se NADVOŽNJAKOM, a onaj kojim cesta prelazi preko druge prometnice naziva se PODVOŽNJAKOM.

Koji će se objekt usvojiti u konkretnom slučaju ovisi o konfiguraciji terena, vrsti prometnice s kojom se cesta križa, rangiranje po važnosti ceste koje se križaju i drugim uvjetima (ekonomskim).

Pri križanju ceste i željezničke pruge uvijek se cesta nastoji prilagoditi željezničkoj pruzi izgradnjom nadvožnjaka ili podvožnjaka, jer se vozila cestovnog prometa, za razliku od željeznice, mnogo lakše kreću na kratkim usponima, pri čemu im se brzina ne smanjuje

nadvožnjaci
i
podvožnjaci

Vijadukti

Vijadukti su objekti građevinske konstrukcije vrlo slične mosnim, pri čemu im se namjena bitno razlikuje.

Vijadukti se rade na mjestima, gdje bi visina eventualno izvedenih nasipa prelazila 14 metara, jer su oni u tom slučaju ekonomičnije rješenje.

To znači da se vijadukti grade preko suhих dolina-fundiranje (veći broj stupova na manjim razmacima) znatno povoljniji nego što je to slučaj kod mostova čija je osnovna namjena premošćivanje vodenih tokova.

Međutim, to ne znači da se ispod vijadukta ne može propustiti neki manji vodeni tok.

-vijadukti
(vrste)

Objekti koji osiguravaju stabilnost ceste

Potporni zidovi

Gradenje potpornog zida za osiguranje stabilnosti ceste ovisi o lokalnim karakteristikama terena i ceste koja se na njemu gradi.

Potporni zid je dakle u samom trupu ceste ili kosinama usjeka (Velebit) ili kosinama zasjeka (Jadranska magistrala).

Potporni zidovi grade se kod ceste na vrlo strmim padinama, pri čemu bi kosine zasjeka od zemljanog materijala bile vrlo duge, ugrađeni materijal nestabilan, a cijena radova velika.

-potporni
zidovi

Obložni zidovi

Obložni zidovi služe za oblaganje kosina usjeka u materijalima podloženim korozivnom djelovanju atmosferske vode.

Nemaju nosivu funkciju kao potporni zidovi, već sprečavaju eventualno nanošenje zemljanih materijala na gornji postroj ceste (kolnik).

-obložni
zidovi

Drenažne konstrukcije

-su umjetni objekti okomiti ili paralelni s osovnom ceste.

Služe za prikupljanje i isušivanje vode između dva sloja različite vodopropustljivosti i time sprečavaju klizanje i obrušavanje slojeva zaštićenih vodom.

-drenažne
konstrukcije

Kolničke konstrukcije

Materijali za kolničke konstrukcije

- Svaka kolnička konstrukcija izložena je bržim i sporijim deformacijama i kvarovima uslijed djelovanja vozila, atmosferskih utjecaja i uslijed deformacije nosećeg tla na kojem leži trup ceste
- Osnovni dijelovi kolničke konstrukcije su:

- habajući sloj
- noseći ili podloga

-kolničke
konstrukcije

-materijali za
kolničke
konstrukcije

-habajući sloj

-noseći sloj ili
podloga

<ul style="list-style-type: none"> ➤ Habajući sloj ili kolnički zastor na svojoj površini prima sve vanjske sile: vertikalne i tangencijalne. ➤ Taj sloj mora imati dovoljnu otpornost na meteorološke utjecaje ➤ On mora odoljeti svim utjecajima a s druge strane mora biti što tanji jer je to najskuplji dio kolničke konstrukcije ➤ Debljina habajućeg sloja iznosi oko nekoliko centimetara, kod asfalta 2,5 cm, kocke 8-10 cm, kod cementa 5-7cm ➤ Prema funkciji i sastavu materijale smo podijelili na kameni materijal i spojna sredstva 	
<p><u>Kameni materijali</u></p>	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Kameni materijali moraju imati određena svojstva ➤ Prema njihovoj formiranosti u prirodi podijelili smo ih na prirodno i umjetno obrađene ➤ Prirodno obrađeni materijali su šljunak i pijesak, a umjetno obrađeni su razne stijene koje se mehanički obrađuju 	<p>-kameni materijali</p>
<p><u>Spojna sredstva</u></p>	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Spojna sredstva služe za vezivanje zrna u smjesama za izgradnju kolničkih konstrukcija ➤ To su silikatna i ugljikohidratna spojna sredstva ➤ Silikatna sredstva su cement i vodeno staklo a ugljikohidratna spojna sredstva su bitumen, katran, prirodni asfalt i sl. 	<p>-spojna sredstva</p>
<p><u>Faze izradbe kolničkih konstrukcija</u></p>	
<ol style="list-style-type: none"> 1) Pripremanje materijala 2) Transportiranje materijala 3) Razastiranje materijala 4) Planiranje 5) Nabijanje 6) Izgrađen kolnik (cesta) 	<p>-faze izradbe kolničkih konstrukcija</p>
<p><u>Vrste kolničkih konstrukcija</u></p>	
<p><u>Klasične kolničke konstrukcije</u></p>	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Makadam-tucanički kolnik ➤ Telford, tucanički kolnik s kamenom podlogom ➤ Šljunčani kolnik 	<p>-vrste kolničkih konstrukcija</p>
<p><u>Suvremeni kolnički zastori</u></p>	
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Podjela suvremenih kolnika prema veličini prometnog opterećenja: <ol style="list-style-type: none"> a) Kolnik za laki promet do 1000 bruto tona/dan b) Kolnik za srednji promet od 1000 do 3000 bruto tona/dan c) Kolnik za teški promet preko 3000 bruto tona/dan 	<p>-suvremeni kolnički zastori</p>

- **Suvremeni kolnički zastori predstavljaju one kolnike koji mogu u svako vrijeme i pri vrlo nepovoljnim uvjetima primiti i prenijeti na trup ceste sve utjecaje uslijed kretanja motornih vozila**

Kolnički zastori prema vrsti spojnog sredstva

- a) **Zastori s ugljikohidratnim spojnim sredstvima**
- b) **Zastori sa silikatnim spojnim sredstvima**
- c) **Zastori od eruptivnog kamena**

-vrste
kolničkih
zastora

PITANJA ZA VJEŽBU:

1. O čemu ovisi maksimalni uzdužni nagib terena?
2. Skiciraj niveletu ceste.
3. Izračunaj nagib ceste koja na dužini 1,5 km svladava visinsku razliku od 45 m.
4. Kojim zahtjevima treba udovoljiti pri prostornom vođenju linije-trasiranju ceste?
5. Opiši položaje tipičnih trasa ceste.
6. Zašto se na situacijski plan ucrtavaju izohipse?
7. Kako se postiže skladnost trase?
8. Čemu služi i od kojih se dijelova sastoji donji postroj ceste?
9. Što je trup ceste i u kojim se oblicima gradi?
10. Od kojih se materijala gradi trup ceste i kakve su im karakteristike?
11. Što se radi na cestovnom zemljištu prije izrade trupa ceste?
12. Objasnite metode građenja nasipa.
13. Objasnite metode građenja usjeka.
14. Što je zasjek i kako može biti građen?
15. Što je galerija i kad se javlja potreba njene gradnje?
16. Što je tunel?
17. Podjela tunela.
18. Nabrojite dijelove cestovnog tunela.
19. Kako smo podijelili objekte u sklopu donjeg postroja ceste?
20. Što su propusti?
21. Nabrojite vrste propusta.
22. Što su mostovi i od čega se sastoje?
23. Što ubrajamo u donji postroj mosta?
24. Nabrojite dijelove donjeg postroja mosta.
25. Podjela mostova.
26. Osnovne funkcije nadvožnjaka i podvožnjaka.
27. Što su vijadukti i koja im je uloga?
28. Nabrojite objekt koji osiguravaju stabilnost ceste.
29. Objasnite koji je osnovni zadatak drenažne konstrukcije.
30. Nabrojite osnovne dijelove kolničke konstrukcije.
31. Kako smo podijelili materijale za izradu kolničkih konstrukcija?
32. Nabrojite faze izrade kolničke konstrukcije.
33. Nabrojite osnovne podjele kolničkih konstrukcija.
34. Nabrojite i objasnite vrste kolničkih konstrukcija.
35. Navedite podjelu suvremenih kolnika.

LITERATURA: (korištena kod izrade nastavnog pisma)

- 1.M.Lukiček; G.Luburić; : “CESTOVNE GRAĐEVINE“ ; skripta za škole prometne skupine
- 2.www.prometna-zona.hr
- 3.ostale internetske stranice (slike)