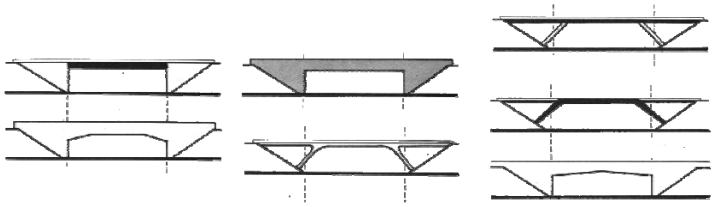
GRAĐEVINSKI FAKULTET

ZAVOD ZA KONSTRUKCIJE

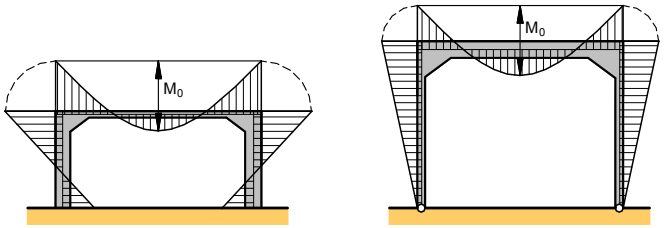
KATEDRA ZA MOSTOVE

OKVIRI i RAZUPORE



OKVIRNO DJELOVANJE i STATIČKI SUSTAVI

- velike uzdužne sile
- kruta veza rasponskog sklopa sa stupovima i/ili upornjacima
- raspodjela momenata savijanja na polja i oslonce ovisno o krutostima elemenata
- veća krutost stupova naravno daje manje momente u poljima
- moguće vrlo male konstrukcijske visine rasponskog sklopa

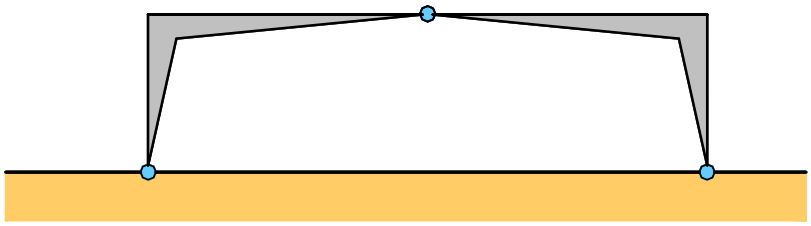


TROZGLOBNI OKVIRI

statički određene konstrukcije - nema dodatnih sila od utjecaja skupljanja i puzanja betona, temperaturnih promjena i popuštanja i razmicanja oslonaca

zglobovi: betonski ili betonski elastični

nedostatak - zglob u prečki - prekida kontinuitet kolnika

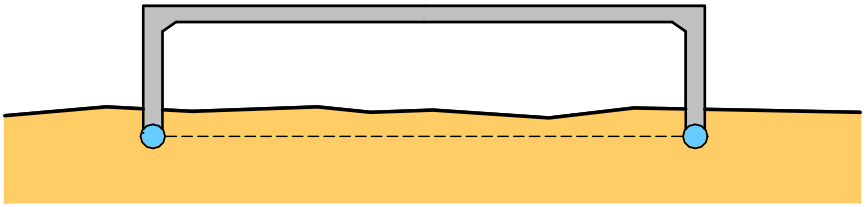


DVOZGLOBNI OKVIRI

statički jedanput neodređeni sustavi

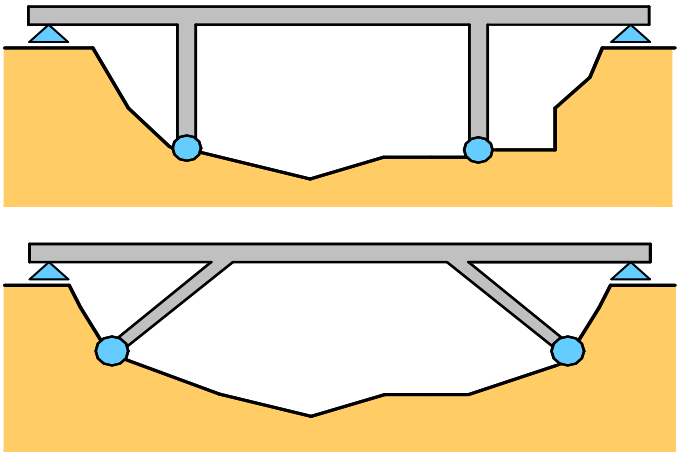
nisu osjetljivi na različita slijegavanja temelja, nego samo na razmicanje oslonaca

prednost u odnosu na trozglobne okvire je neprekinutost kolnika



DVOZGLOBNI OKVIRI S KRATKIM KRAJNJIM POLJIMA

betonski zglobovi – jako armirani suženi presjeci (elastični zglobovi) – nazivaju se i Freysinnet-ovi zglobovi

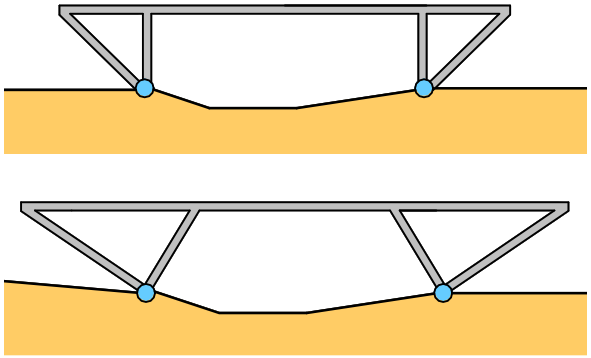


DVOZGLOBNI OKVIRI SA TROKUTASTIM STUPOVIMA

prikladni za prijelaze preko autocesta

rasponska konstrukcija prihvaćena kosim štapovima koji izlaze iz zglobova

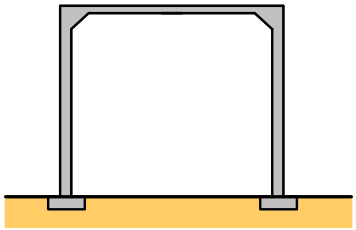
zglobovi ili betonski ili betonski elastični



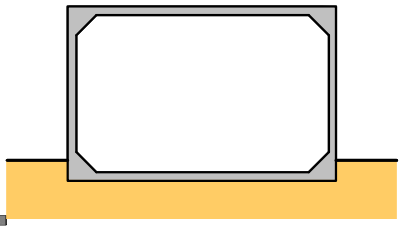
UPETI OKVIRI

prikladni za manje podvožnjake ili propuste

mogu im se pridodati i kratka krajnja polja kao i dvozglobnim okvirima



ZATVORENI OKVIRI



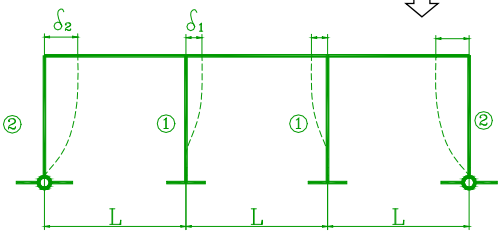
kod podhodnika, prolaza pri visokoj podzemnoj vodi ili na osobito lošem tlu

kad se podzemne željeznice provode uzduž gradskih ulica izravno ispod cestovnih površina

KONTINUIRANI OKVIRI

dodatne sile od djelovanja jednolike promjene temperature, te skupljanja i puzanja betona

ovise o veličini skraćenja rasponskog sklopa i o krutosti štapova



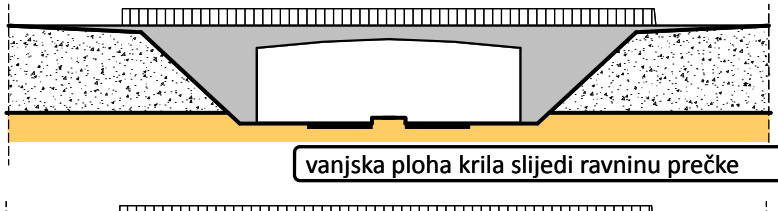
$$M_1 = \pm\frac{6EI_1\delta_1}{h^2} \qquad M_2 = \pm\frac{3EI_2\delta_2}{h^2}$$

$$\delta_1 = -(\varepsilon_s + \varepsilon_p)\cdot\frac{L}{2} + \alpha\Delta t\cdot\frac{L}{2}$$
$$\delta_2 = 3\delta_1$$

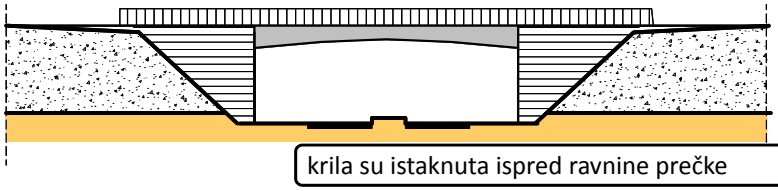
krajnji su stupovi stoga u pravilu manje krutosti i izvode se sa zglobovima

$$M_2 = M_1 \Rightarrow I_2 < I_1$$

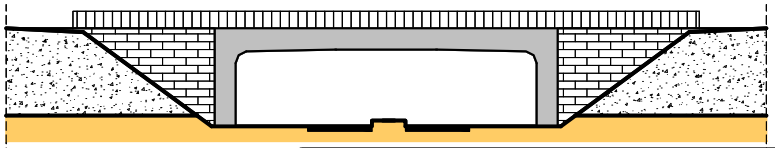
OBLIKOVANJE OKVIRA – OKVIRI S JEDNIM OTVOROM



vanjska ploha krila slijedi ravninu prečke

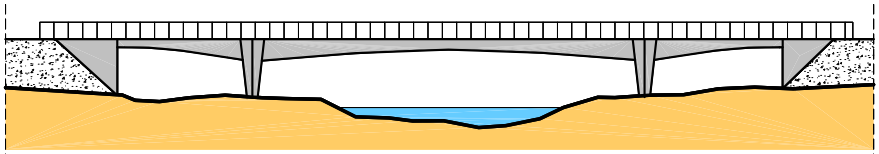


krila su istaknuta ispred ravnine prečke



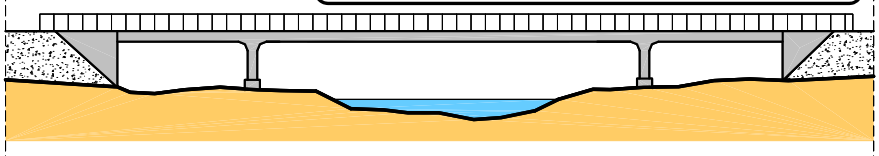
krila pomaknuta prema nasipu - okvir naglašen

OBLIKOVANJE OKVIRA – OKVIRI S KRATKIM KRAJNJIM POLJIMA



a)

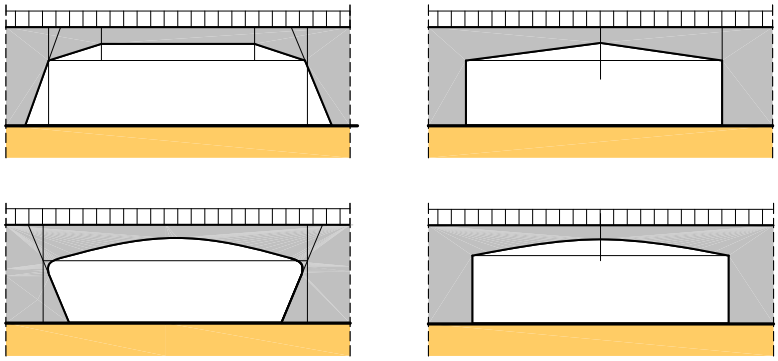
- visina rasponskog sklopa odgovara anvelopi momenata savijanja ; naglašeni stupovi



b)

stupovi nisu naglašeni

OBLIKOVANJE OKVIRA – INTRADOS

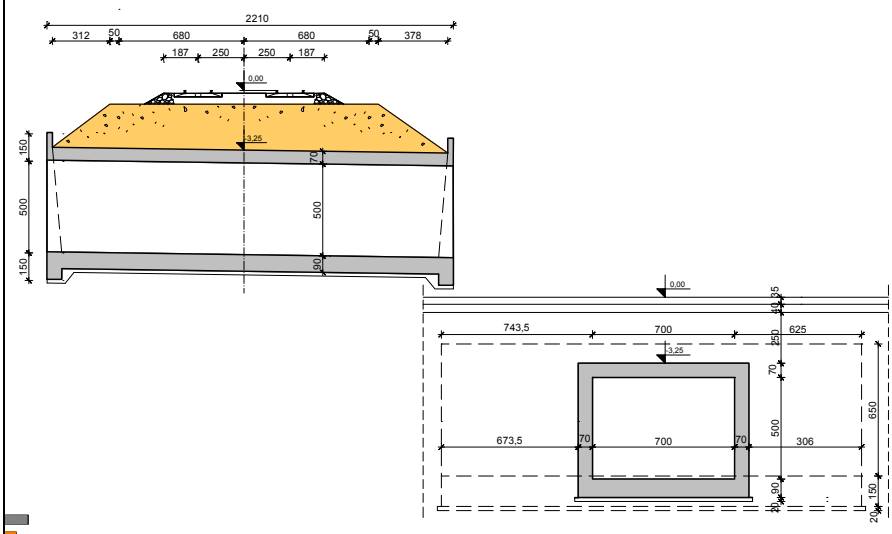


intrados prečke - s vutama, oštrim kutovima ili zaobljen

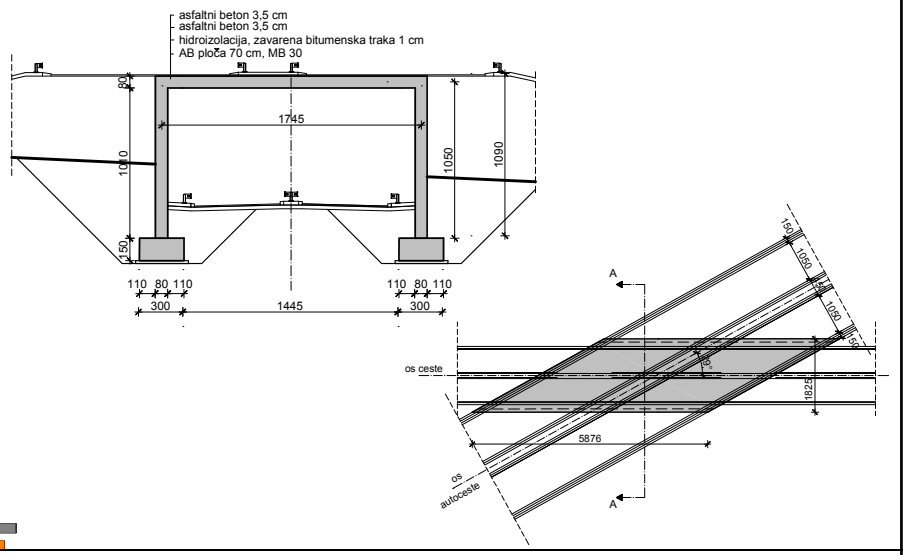
nastavak linija prečke u upornjake - kutni ili blago zaobljen

intrados vezan uz upornjake - vertikalan ili blago nagnut

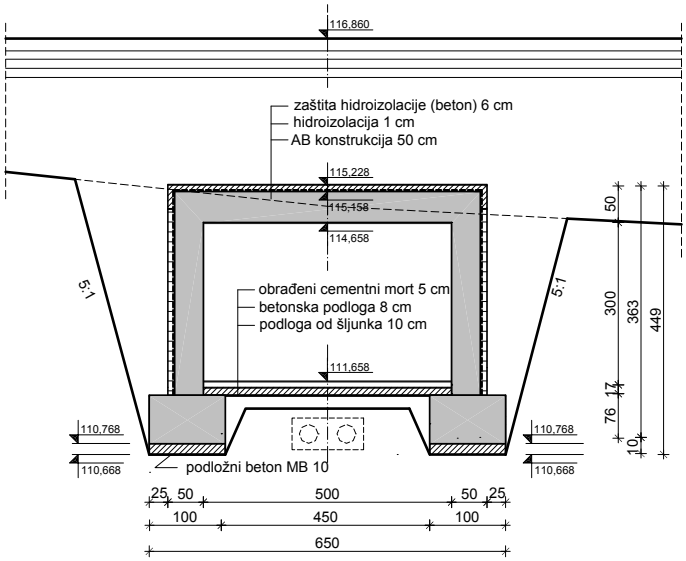
Primjeri: ZATVORENI OKVIR ZA KANAL ISPOD ŽELJEZNIČKE PRUGE



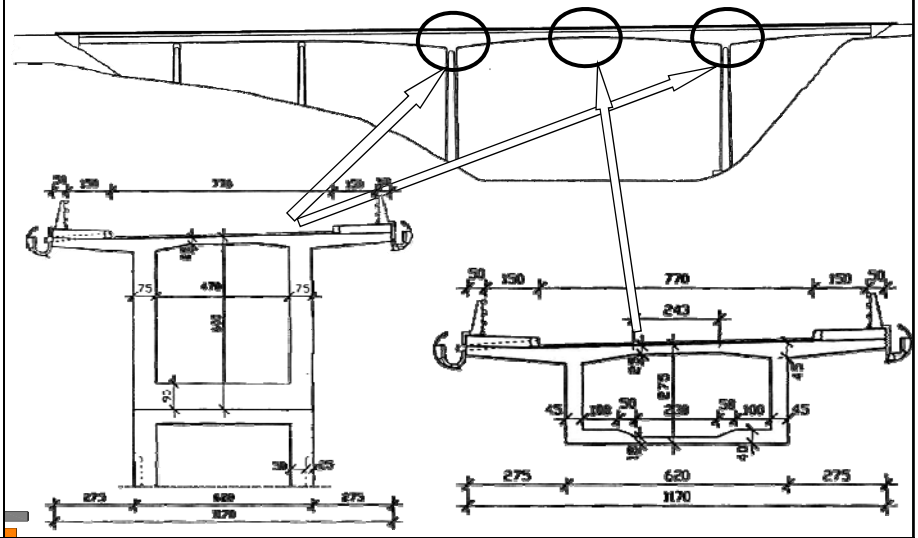
Primjeri: KOSI OKVIRNI PLOČASTI PODVOŽNJAK KOJI OMOGUĆUJE PRIJELAZ AUTOCESTE PREKO LOKALNE CESTE



Primjeri: OKVIRNI PJEŠAČKI PROLAZ ISPOD AUTOCESTE

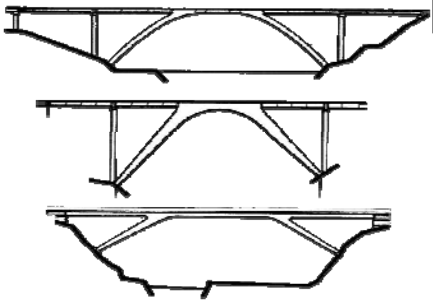


Primjeri: VARIJANTA MOSTA PREKO KORANE GREDNI PREDNAPETI MOST SREDNJEG RASPONA 110 m



RAZUPORE - UVOD

- okvirne konstrukcije s kosim stupovima ili stupovima *V* oblika
- razvijene od starijih drvenih konstrukcija (rabile su se za krovove)
- pojava razupornih mostova: Švicarska
- okoliš u kojem se najčešće grade – dominantne vertikale i kosine
  → pogodne za prijelaze preko rijeka i dolina
  → pogodne za nadvožnjake
- razuporni sustav – prijelaz između grednih i lučnih sustava





SMJERNICE ZA PROJEKTIRANJE RAZUPORA

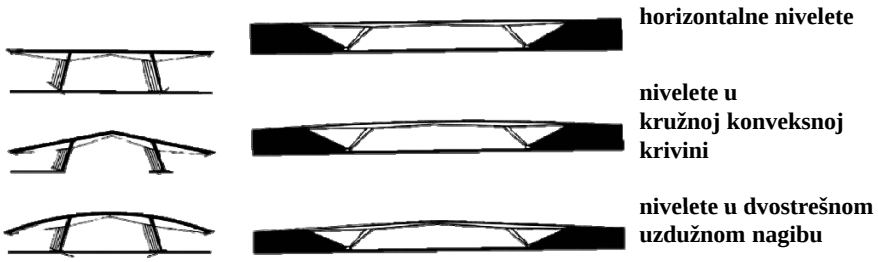
- uklapanje u okoliš – najbolje izgledaju tamo gdje okolni teren ima oblik tlačne linije luka
- estetske kvalitete prvenstveno ovise o proporcijama razupornog okvira
  - proporcije - kosnici ~0,25÷0,50 L
    - potrebna relativno visoka niveleta za elegantnu duljinu kosnika
    - što više konstruktivnih elemenata oblikovati tako da reflektira promjenu naprezanja uzduž konstrukcije
- postavljanje oslonaca kosnika
  - ne postaviti ih na najnižu točku doline ili usjeka jer će to rezultirati najvišim stupovima →najveći troškovi te će nedostatak logike uznemiriti promatrača
  - postaviti oslonce na prirodne istake – mjesto koje se čini da preuzima i horizontalne i vertikalne reakcije
  - za razupore preko rijeka - postaviti oslonce blizu obala
  - razupore u planinskom krajoliku – pronaći pogodnu prirodnu lokaciju za oslonce (npr. na stijeni)

SMJERNICE ZA PROJEKTIRANJE RAZUPORA

- različito oblikovanje detalja – možda nebitno za samu konstrukciju, no vrlo značajno za izgled mosta
  - klasično poimanje estetski najprihvatljivijeg oblikovanja razupore:
    - kosnici tanji pri peti,širi na spoju s gredom
    - kosnici bi trebali imati zakrivljene donje rubove – podsjeća na dvozglobni luk
    - greda manje visine u sredini raspona - podsjeća na trozglobni luk
    - prečka ima zakrivljene ili ravne vute - tad je moguće vidne plohe kosnika i prečke postaviti u istu ravninu, izmaknuti kosnike ispred prečke ili izmaknuti plohu prečke ispred kosnika

OBLIKOVANJE OBRISA

- karakteristika razupora – OSJETLJIVOST NA OBLIK GORNJEG RUBA
  → različitost vizualnog dojma



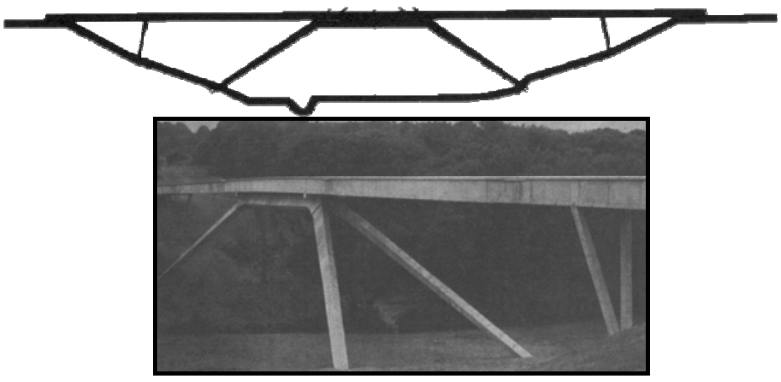
horizontalne nivelete

nivelete u kružnoj konveksnoj krivini

nivelete u dvostrešnom uzdužnom nagibu

DOJAM OTVORA

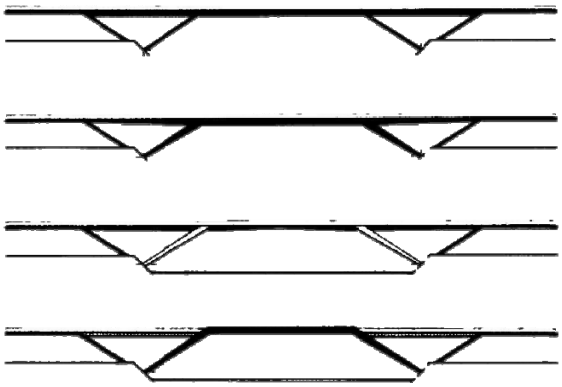
- za vrijednost otvora bitni sljedeći odnosi i oblici:
  - odnos visine i duljine otvora
  - odnos visine otvora i širine mosta, dubine otvora i širine stupova
  - oblik otvora, njegove linije i uređenost obruba
- također vrlo važna i treća dimenzija – DUBINA MOSTA



RAZUPORE - OBLIKOVANJE

DOJAM OTVORA

- različito oblikovanje elemenata (kosnika i grede) → različiti oblikovni izražaj otvora



greda poduprta kosnicima

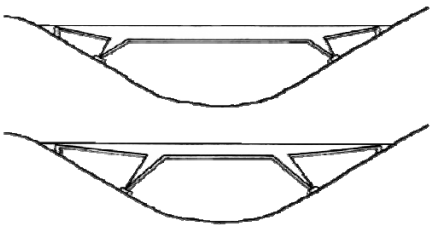
izražen trapezni oblik

- ZADOVOLJENJE SLOBODNOG PROFILA
- DOJAM UKUPNOG OTVORA MOSTA

} **važni za korisnike prostora ispod mosta**

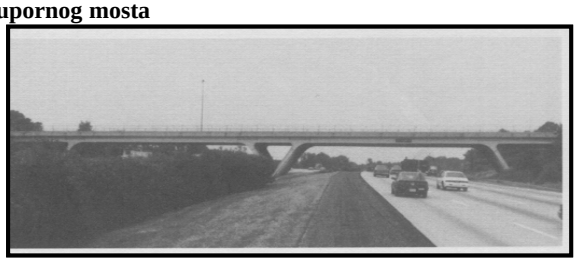
RAZUPORE - OBLIKOVANJE

DOJAM OTVORA





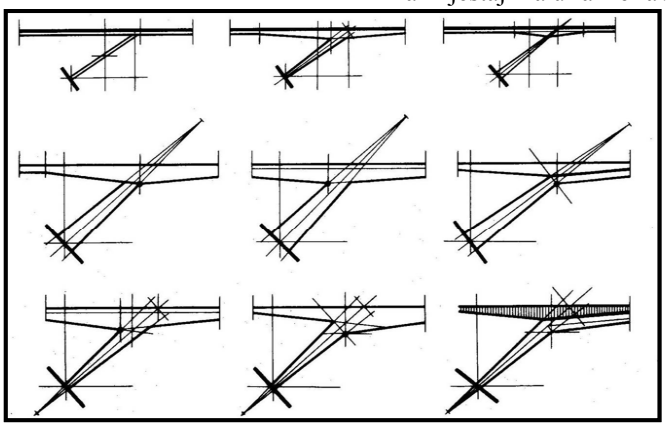
važnost visine razupornog mosta



RAZUPORE - OBLIKOVANJE

KOSNICI

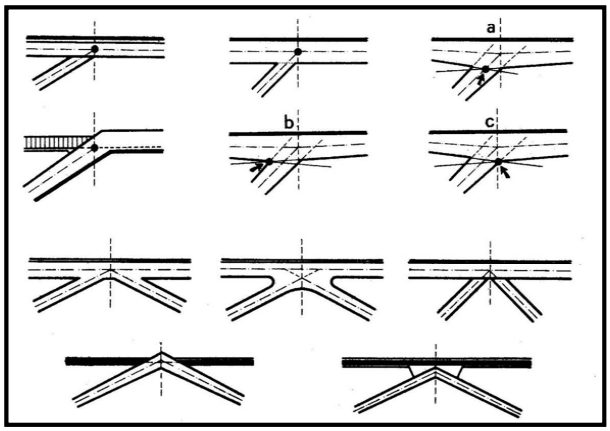
- oblikovna vrijednost kosnika ovisi o:
  - razmještaju elemenata
  - sjecištu osnih linija
  - tokovima dimenzija
  - obliku obrisnih linija
  - razmještajima u razne ravnine



RAZUPORE - OBLIKOVANJE

SPOJEVI KOSNIKA S GREDOM

- različiti odnosi linija obrisa prema linijama osi u čvorovima gdje se sastaju kosnici s gredom ili dva kosnika s gredom



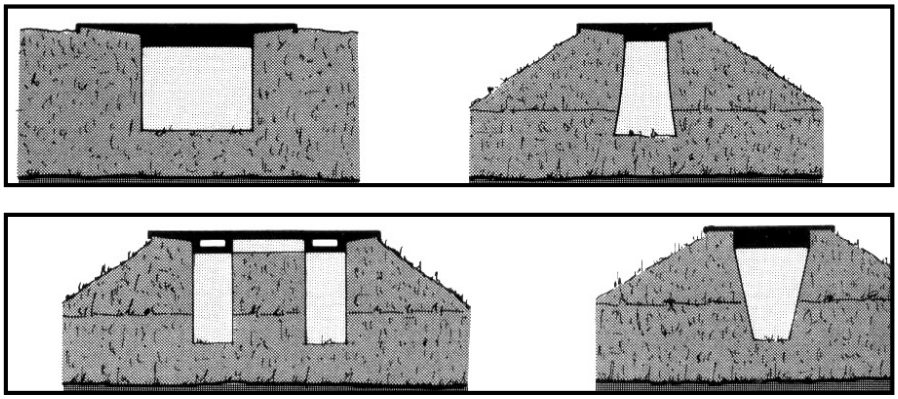
greda - naglašena
- zapostavljena

kutovi - oštrobridni
- zaobljeni

RAZUPORE - OBLIKOVANJE

POPREČNI PRESJEK KOSNIKA

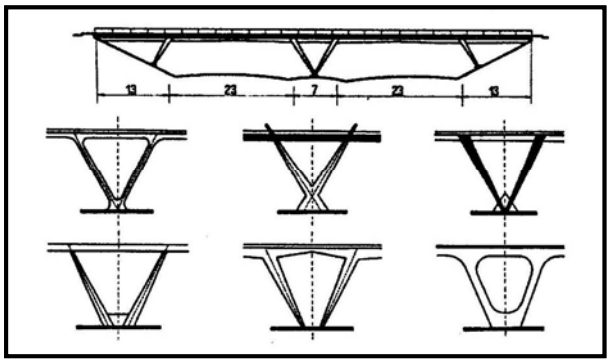
- pogodni su punostijeni ili šuplji poprečni presjeci
- širok pravokutan poprečni presjek preko cijele širine kosnika
- kod betonskih razupora podjela na više tankih kosnika nije opravdana



RAZUPORE - OBLIKOVANJE

NIZANJE OTVORA RAZUPORE

- stupovi mogu biti pojedinačno dobro oblikovani, no treba voditi računa o izgledu cijelog mosta
- različit dojam: - mostovi s naglašenim stupovima
  - mostovi s rasponskim sklopom na zapostavljenim stupovima
- moguće preko stupova uspostaviti konstrukcijski i oblikovni kontinuitet s rasponskom konstrukcijom



RAZUPORE KAO NADVOŽNJACI

- nadvožnjaci su građevine koje se puno puta ponavljaju,
  → EKONOMIČNOST naspram MONOTONIJA
- razupore - racionalno rješenje za nadvožnjake ako je cesta usjeku
  - prihvatljivi i estetski i konstruktivno
  - omogućava veću sigurnost prometa
- izvode se armiranobetonske, prednapete, čelične i drvene razupore
- statički sustav razupora:
  - okvir – kosnici upeti u gredu i ponekad i u temelje
  - kosnici zglobno vezani i za gredu i za temelj - najčešće kosnici konstantnog poprečnog presjeka

RAZUPORE - NADVOŽNJACI NAD AUTOCESTAMA

racionalno rješenje i to glede:



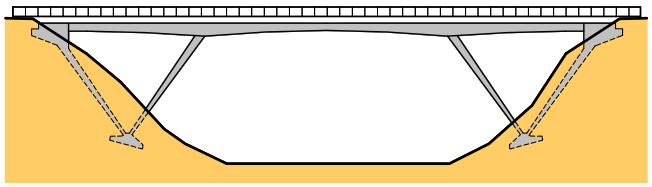
- estetike
- konstruktivnosti
- ekonomičnosti
- u pogledu trajnosti i održavanja

PREDNOSTI

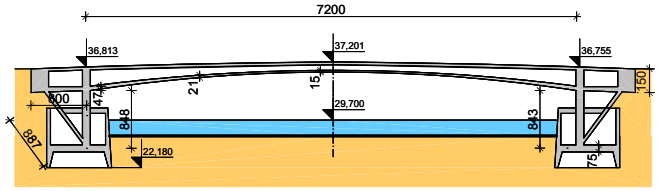
- smanjenje visine rasponske konstrukcije
- smanjeni broj ležajeva na polovinu
- troškovi održavanja su manji
- veća sigurnost prometa
- atraktivniji izgled - veća estetska vrijednost

OKVIRI SA TROKUTASTIM STUPOVIMA

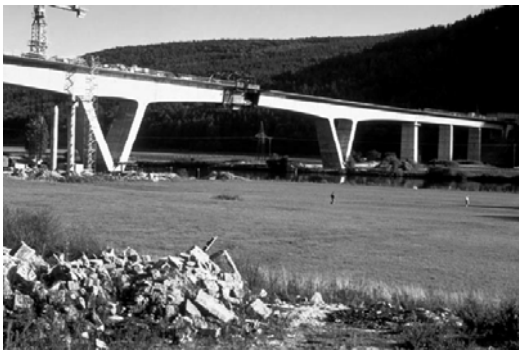
oblikuju se kao razupore, ako su srednji stupovi kosi



ako su srednji stupovi ravni, donji pojas rasponskog sklopa obično se projektira zakrivljen, kao kod kontinuiranih greda izvedenih balansnim postupkom



V - STUPOVI

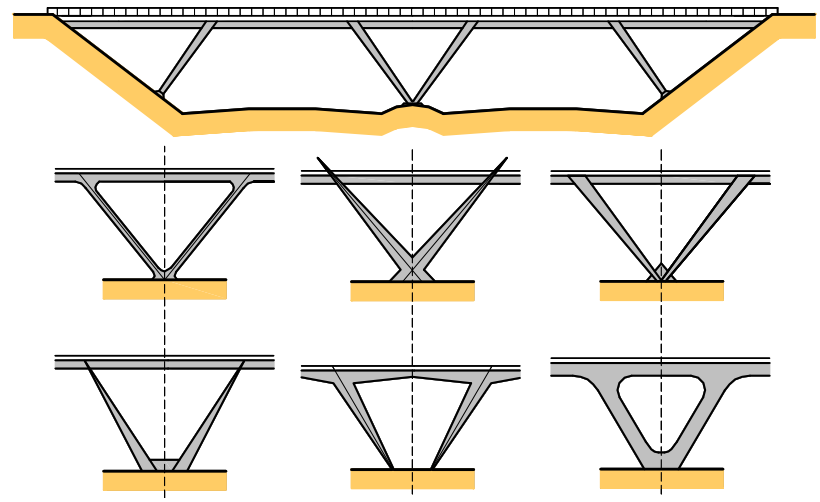


učinkovitije korištenje temelja

V stup omogućava dva ležaja rasponskog sklopa istodobno smanjujući broj temelja i tvoreći manje zgusnut profil

može premostiti veće raspone bez pojave uzdužne sile u sredini raspona glavnog nosača

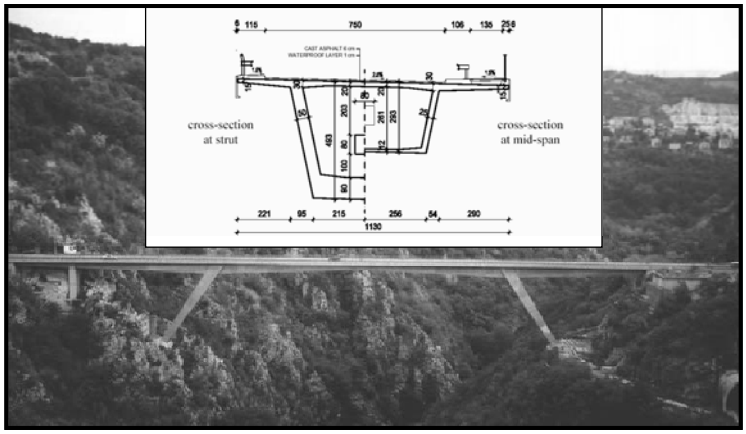
NIZANJE RAZUPORNIH SUSTAVA I PRIMJERI KOSNIKA POVEZANIH U V OBLIK



PRIMJERI IZVEDENIH RAZUPORNIH MOSTOVA

MOST PREKO KANJONA RJEČINE, Hrvatska, 1984.

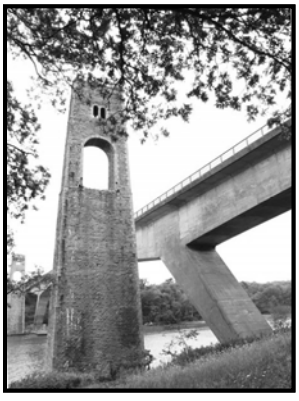
- rasponi: L= 45 + 98,4 + 45 m
- razmak između peta kosnika : 131,65 m
- visina nivelete nad rijekom: 100 m
- prednapeta rasponska konstrukcija sandučastog poprečnog presjeka, linearno promjenjivih dimenzija



MOST *BONHOMME* PREKO RIJEKE BLAVET, Francuska, 1974.

- projektant: J. Mathivat
- rasponski sklop sandučastog poprečnog presjeka od prednapetog betona, kosnici od armiranog betona
- rasponi: 68+147+68 m
- razmak između peta kosnika: 186 m





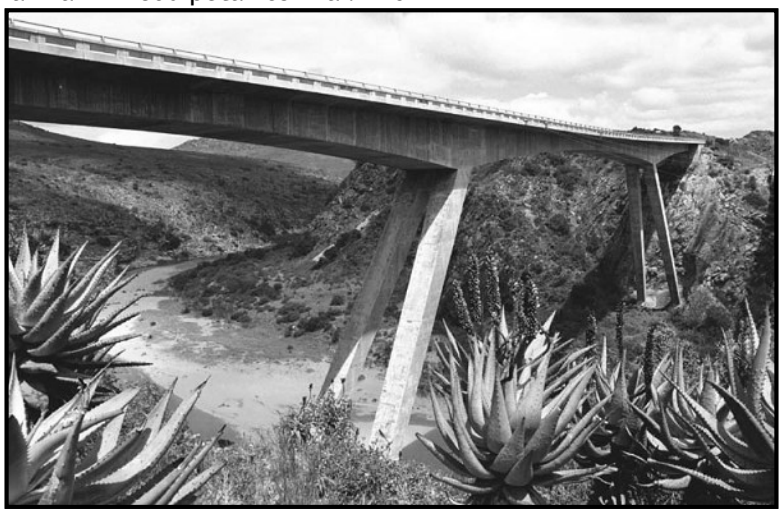
VIJADUKT GARABIT PREKO RIJEKE TRUYÈRE, Francuska, 1993.

- najveći betonski okvir
- razmak između peta kosnika: 195,5 m
- rasponi: L=82+144+82 m
- rasponski sklop prednapetog sandučastog poprečnog presjeka
- kosnici armiranobetonski



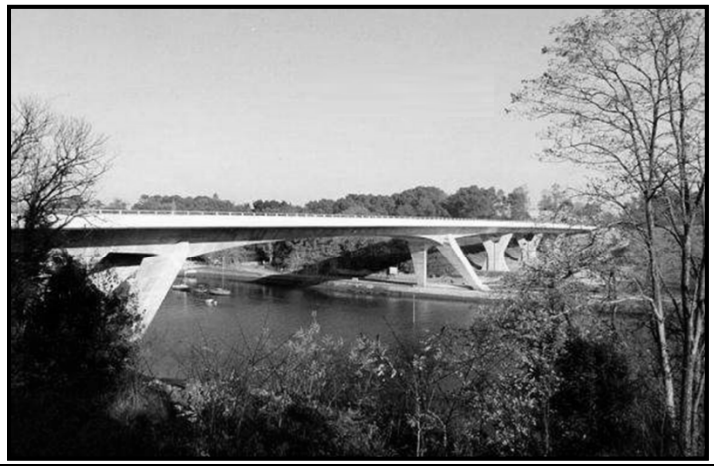
MOST *GOURITZ*, JUŽNOAFRIČKA REPUBLIKA, 1978.

- rasponi: 55+105+65+45 m
- razmak između peta kosnika : 170 m



MOST *KERPLOUZ*, Auray, Francuska, 1989.

- projektanti: Lacoste, Virlogeux, Fraleu
- rasponski sklop sandučastog vanjski prednapetog poprečnog presjeka
- kosnici od prednapetog betona
- razmak između peta kosnika: 109 m



MOST PREKO RIJEKE TYNE, Škotska, 2004.



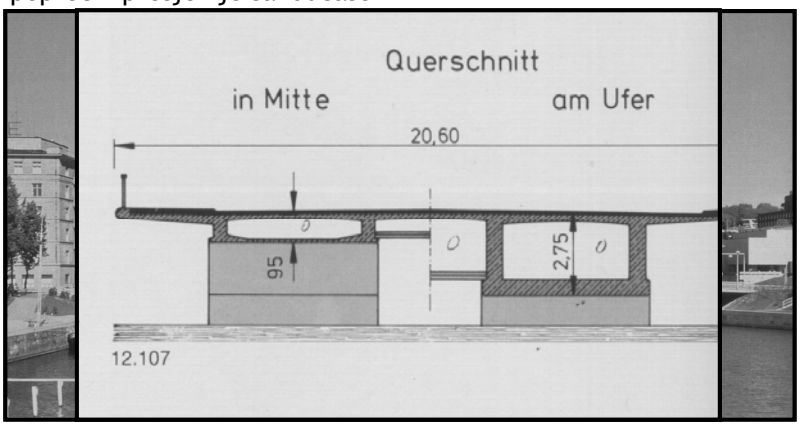
MOST *LUCKENBERG*, Brandenburg, Njemačka, 2001.

- rasponski sklop od betona visoke čvrstoće
- razmak između peta kosnika: 42 m



MOST *MYLLSILTA*, Finska.

- projektant: M. Ollila
- razmak između peta kosnika : L=71,20 m
- visina rasponskog sklopa samo 0,86 m u sredini raspona te 2,70 m nad ležajem (l/83 do l/25)
- poprečni presjek je sandučasti



MOST *LA GRANDE-DUCHESSE CHARLOTTE* PREKO RIJEKE ALZETTE, Luxemburg, 1965.

- niveleta 74 m nad rijekom
- razmak između peta kosnika: 234 m
- čelična trapezna razupora punostijenog tipa
- poprečni presjek rasponskog sklopa – dva sanduka povezana orto pločom



MOST *MARTIGUES*, Marseille-Arles, Francuska, 1972.

- rasponi L=85+130+85 m
- čelična razupora razmaka između peta kosnika od 210 m
- slobodni profil visine 45 m
- poprečni presjek rasponskog sklopa je sandučasti s orto pločom
- AB prilazni vijadukt



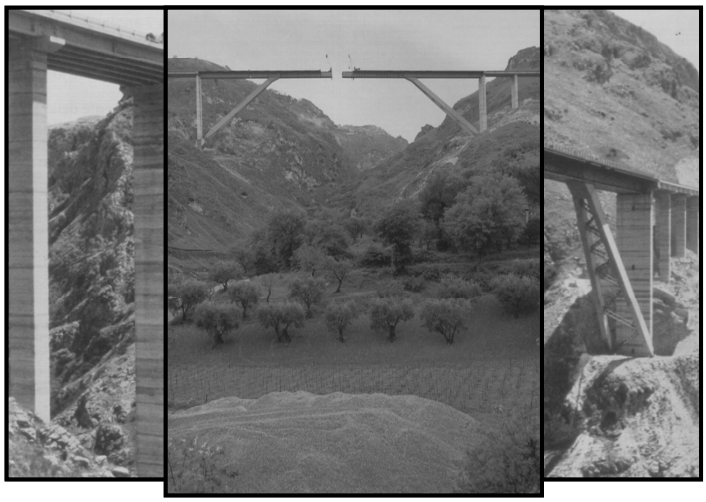
MOST *SFALASSA*, autocesta Salerno-Reggio Calabria, Italija, 1973.

- najveći čelični okvir: razmak između peta kosnika 360 m
- raspon: L=108 + 160 + 108 m
- niveleta: 250 m iznad rijeke
- poprečni presjek rasponskog sklopa je sandučasti ojačan sa spregovima unutar sanduka te kosnicima za podupiranje konzole orto ploče



VIJADUKT *PLATANO* PREKO RIJEKE PIAVE, ITALIJA, 1970.

- razmak između peta kosnika : 291 m
- rasponi: L=81 + 140 + 81 m
- niveleta iznad dna doline: 220 m



VIJADUKT *CADORE* (CARALTE) PREKO RIJEKE PIAVE, ITALIJA, 1985.

- rasponi: L=72+128+72 m
- razmak između peta kosnika: 256 m
- niveleta iznad dna doline : 200 m
- isti rasponski sklop kao i Sfalassa i Platano, samo bez kosnika ispod konzola u poprečnom presjeku mosta



MOST *FALAISE* PREKO RIJEKE ANTES, Francuska, 1993.

- rasponski sklop spregnutog sandučastog poprečnog presjeka
- rasponi: L=46+78+46 m



MOST *SCALPAY*, Škotska, 1997.

- rasponski sklop spregnutog poprečnog presjeka
- čelični kosnici
- razmak između peta kosnika:160 m



MOST *GAZELA*, Beograd, Srbija, 1984.

- rasponi glavnog razupornog sklopa: L= 62+ 206 + 63 m
- razmak između peta kosnika : 250 m
- plitak okvir
- kosnici u nagibu od 29°
- poprečni presjek čine dva sandučasta nosača međusobno povezana ortotropnom pločom



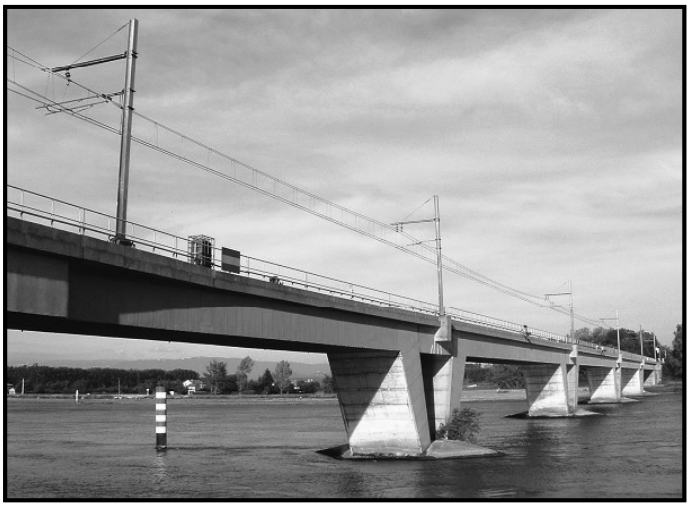
MOST *BRIELSE*, Rotterdam, Nizozemska

- rasponi: L=80,50 + 112,50 + 80,50 m
- poprečni presjek rasponskog sklopa je sandučasti



ŽELJEZNIČKI MOST *VOULTE* PREKO RHÔNE, Francuska, 1962.

- projektant: N. Esquillan
- 5 raspona od po 60 m



MOST *SAINT-MICHEL*, Toulouse, Francuska, 1962.

- projektant: Eugenè Freyssinet
- središnji raspon: 65 m



MOST PREKO RIJEKE MAJNE, Gemünden, Njemačka, 1984.

- projektant: F. Leonhardt
- rasponi: L= 82 + 135 + 82 m
- stupovi V oblika – smanjenje potrebne visine rasponskog sklopa
- poprečni presjek rasponskog sklopa je trapezni sandučasti nosač



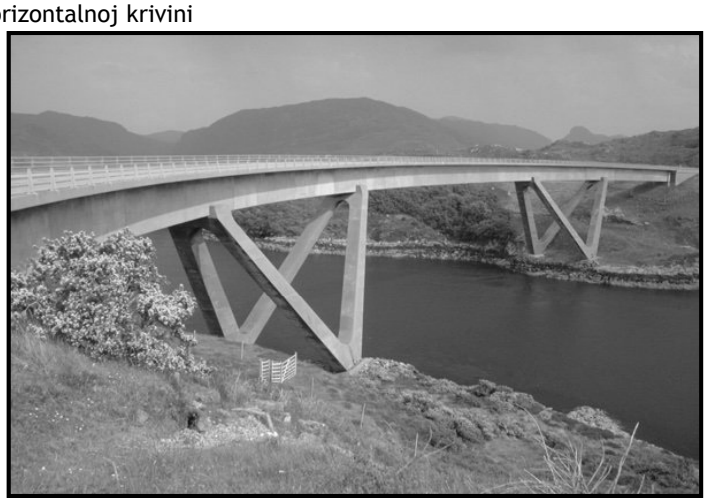
MOST *GRAND CANAL*, LE HAVRE, Francuska,1994.

- nalazi se na prilazu mosta Normandie
- rasponi: L=107,5 + 275 + 107,5 m
- poprečni presjek rasponskog sklopa: I nosači spregnuti s orto pločom



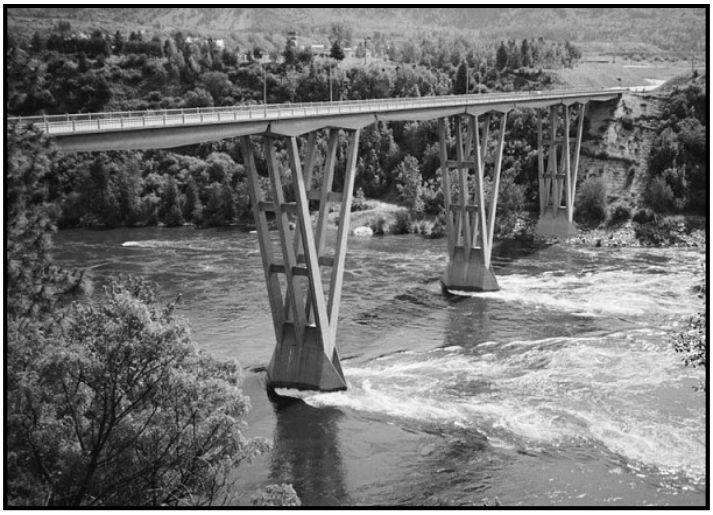
MOST *KYLESKU*, Škotska, 1986.

- projektanti: Ove Arup & Partners
- središnji otvor: 132 m
- rasponi: 49+46,5+84,5+46,5+49 m
- u horizontalnoj krivini



MOST *KINNAIRD* PREKO RIJEKE COLUMBIA, Canada, 1960.

- projektant: R. Morandi
- raspon: 80 m



MOST *SIDNEY SHERMAN*, Houston, SAD, 1973.

- glavni raspon: 131 m
- slobodni profil visine 40 m



RAZUPORE - ZAKLJUČNO

- Klasične razupore su moderni sustavi, napredne tehnologije, izvedeni u različitim gradivima, betonu, prednapetom betonu i čeliku.
- Njihova osnovna estetska vrijednost je čistoća linija, logika forme i vitkost strukture, koja ipak i običnim građanima daje dojam sigurnosti i izaziva divljenje, mnogo više nego uobičajeni gredni mostovi, naravno uz pretpostavku da su dobro oblikovane s povoljnim odnosom glavnih izmjera, raspona grede, visine i nagiba kosnika i debljina konstrukcijskih elemenata.
- U odnosu na lukove, koji se uobičajeno smatraju *arhetipom* mosta, razuporni sustavi izgledaju tehnološki naprednije, s oblicima kojima se postiže optimalna učinkovitost gradiva.

RAZUPORE - ZAKLJUČNO

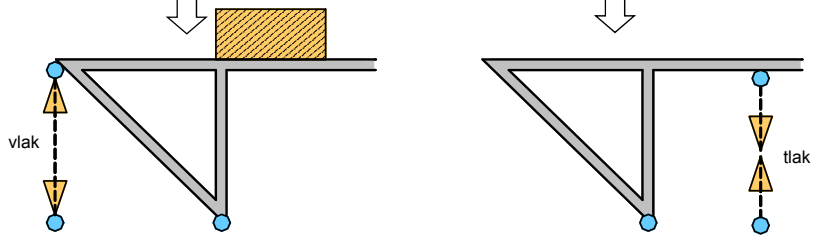
- Mogući pozitivni estetski iskoraci su vrlo ograničeni, jer relativno kruti sustav razupore to ne dopušta. Doprinos arhitekata u oblikovanju razupornih mostova ne može biti zamjetan, osim eventualno u oblikovanju sekundarnih elemenata, npr. ograda, rasvjeta i sl.
- radi se o modernom tipu mosta, koji ako je odgovarajuće projektiran u pogodnom okolišu i uzimajući u obzir sve prije navedene smjernice, udovoljava i svim estetskim kriterijima.

OKVIRI S TROKUTNIM STUPOVIMA PRI IZGRADNJI

tijekom konzolne izgradnje okvira s trokutnim stupovima to je nestabilna figura

vlačni štap (piloti)

tlačni štap (pomoćni stup)

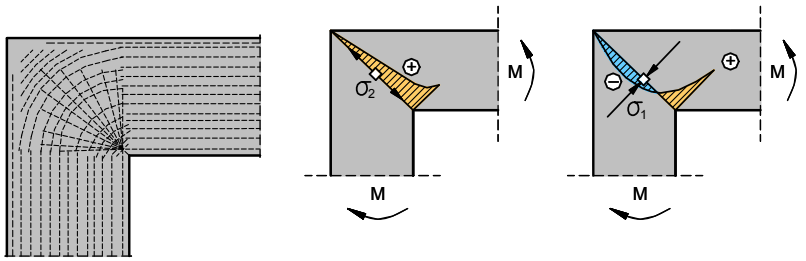


PRORAČUN i ARMIRANJE

okvirne konstrukcije proračunavaju se vezano uz statički sustav okvira, poprečni presjek i način izvedbe

primjer proračuna zatvorenog okvira	Konstruiranje mostova, poglavlje 5.3.
proračun kosog okvirnog podvožnjaka	Konstruiranje mostova, poglavlje 5.2.
proračun okvirnih mostova građenih konzolnom gradnjom	Predavanje o sandučastim mostovima

SPOJ GREDA – STUP: OPĆENITO PONAŠANJE

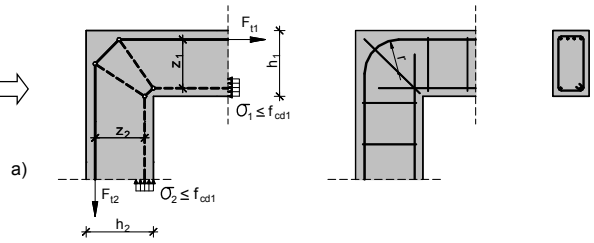


a) glavna naprezanja - skretanje sila iz grede u stup

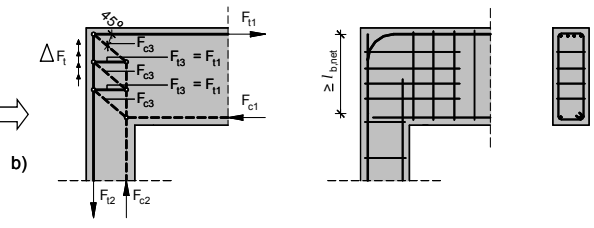
b),c) raspodjela glavnih naprezanja u dijagonalnom presjeku:
skretne sile → radijalna naprezanja:
tlačna – za negativan moment
vlačna – za pozitivni moment

SPOJ GREDA – STUP PRI NEGATIVNOM MOMENTU

a) približno jednake visine presjeka grede i stupa



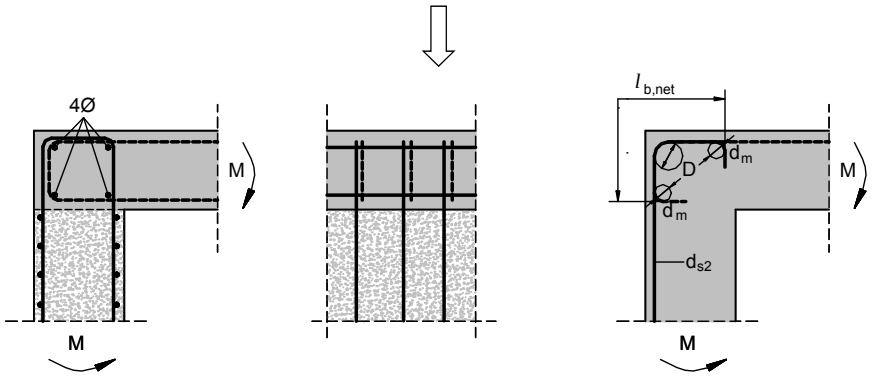
b) jako različite visine presjeka grede i stupa



dodatna horizontalna armatura (protiv dijagonalnih pukotina) - prihvaća razliku sile iz stupa i one u gredi, a koja se javlja baš zbog različitih dimenzija grede i stupa, $F_{t3}=(F_{t2}-F_{t1})\tan\varphi$

SPOJ PLOČA – ZID PRI NEGATIVNOM MOMENTU

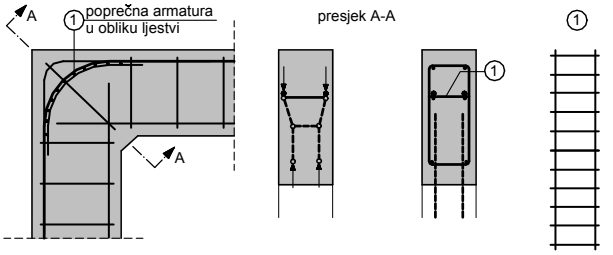
kada je postotak armiranja manji od 0,4%, moguće je izvoditi petlje ili šipke s pravokutnim kukama



POPREČNA ARMATURA SPOJA GREDA – STUP PRI NEGATIVNOM MOMENTU

radijalni pritisak od zakrivljenih šipki ⇒ vlačna naprezanja okomito na ravninu okvira

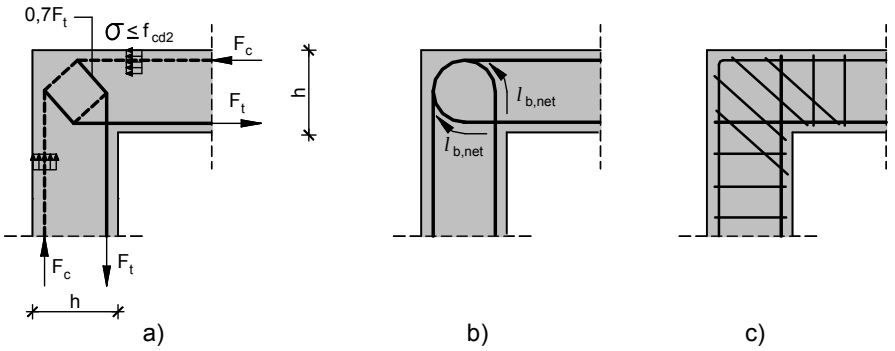
spriječiti cijepanje i odvajanje betona ⇒ dodatna poprečna armatura uz vilice



područje kuta izvan savijenih šipki ⇒ osigurano dijagonalnom vilicom i nekoliko tankih šipki svijenih s min. r

SPOJ GREDA – STUP PRI UMJERENOM POZITIVNOM MOMENTU

potrebno je vlačnu armaturu provesti kao petlju u čvoru ili koristiti dijagonalne vilice - kombinacija još bolja!



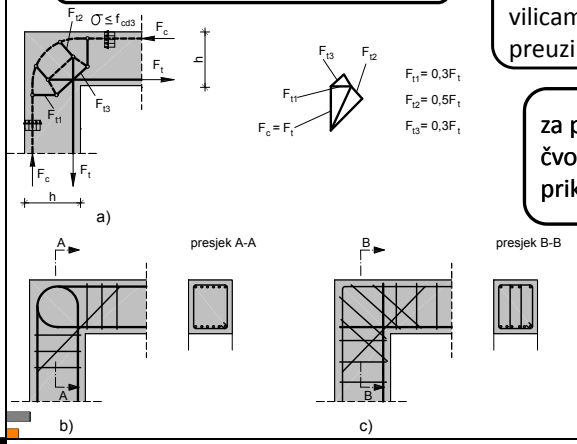
tlačni pojas se nalazi između radijalne armature ili petlje armature pa ima mali krak, pogotovo kad se koriste petlje s velikim zaštitnim slojem betona

SPOJ GREDA – STUP PRI VELIKOM POZITIVNOM MOMENTU

vlačna sila dijagonalnih šipki širi se vilicama prema tlačnom pojasu

vilice postupno skreću tlačni pojas izvan područja samog čvora

potrebne vilice u dijelu grede i stupa u blizini čvora neovisno o vilicama potrebnim za preuzimanje posmika



za postizanje što veće nosivosti čvora, što bliže nosivosti priključnih elemenata

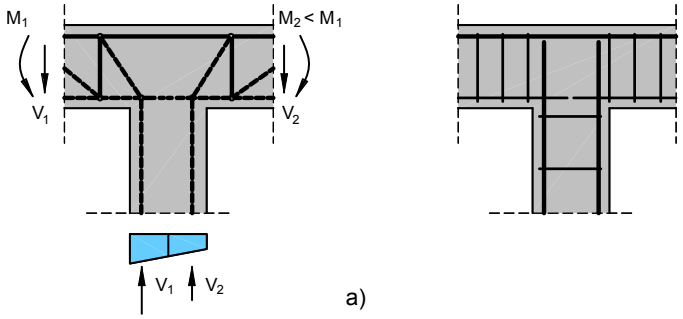
KOSA ARMATURA

SPOJ KONTINUIRANA GREDA – STUP

a) za mali moment u stupu, bez vlačne armature u stupu

moment se prenosi u kontinuiranom elementu iz jednog polja u drugo kao da je riječ o ležajnom momentu u gredi nad ležajem

armatura se vuče ravno i kontinuirano preko čvora



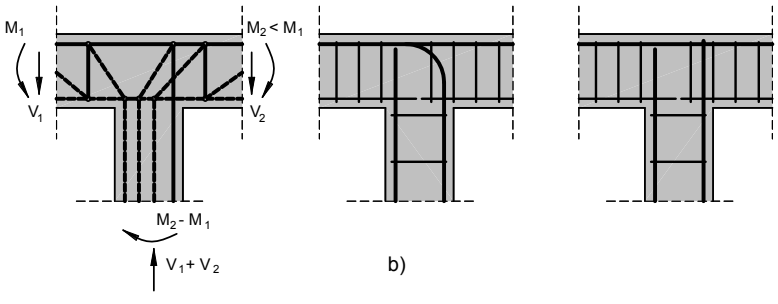
a)

SPOJ KONTINUIRANA GREDA – STUP

b) za stup s vlačnom armaturom

negativni moment prenosi se iz stupa u jednu od greda

armatura za ovaj moment trebala bi se saviti oko čvora " u suprotnu stranu", odnosno ovdje armatura od desne strane stupa ide u gredu na lijevo



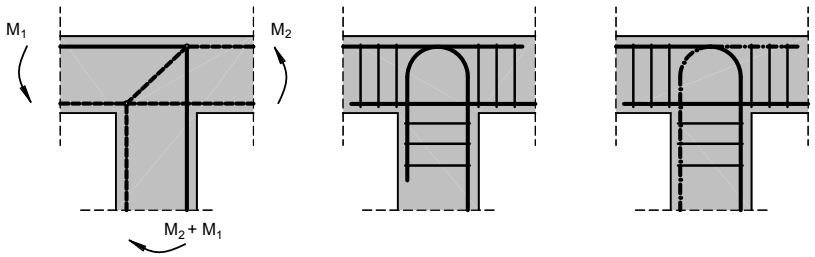
b)

SPOJ KONTINUIRANA GREDA – STUP

c) tipičan slučaj njihajućeg čvora

moment u stupu zbroj je momenata u gredi lijevo i desno

pozitivni moment prenosi se iz stupa u gredu



c)

BETONSKI ZGLOB

najjednostavniji i najjeftiniji centrirajući zaokretni točkasti ili linijski ležajevi

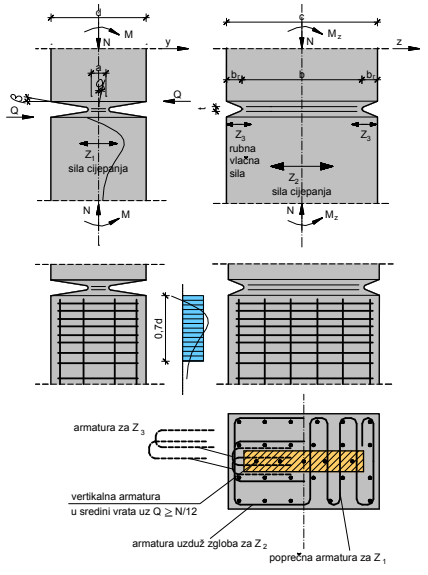
omogućuju velike kuteve zaokreta ako su ispravno dimenzionirani i konstruirani

U KNJIZI SU PRIKAZANI:

FORMULE ZA OGRANIČENJE POVRŠINE ZGLOBA

GEOMETRIJSKA PRAVILA i DOPUŠTENI KUT ZAOKRETANJA

POTREBNA ARMATURA ZA PREUZIMANJE SILA Z1, Z2, Z3



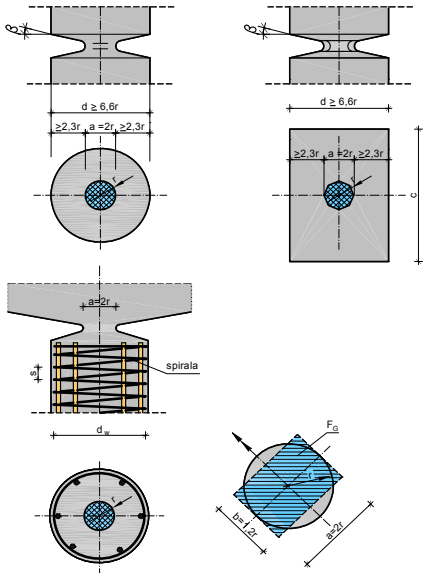
BETONSKI ZGLOB

kod promjenjivo usmjerenih i kosokutnih zakretanja

vrat zgloba treba biti okrugla ili osmerokutna oblika

promjer a=2r mora biti manji od 0,3 d_{min}

sile cijepanja - spiralna armatura položena na visini od najmanje 0,7 d



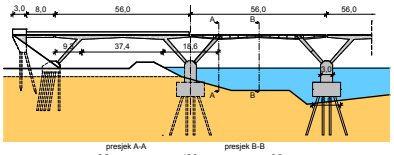
IZGRADNJA

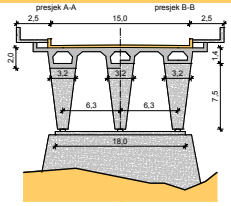
prikaz nekih primjera izvedbe razupornih sustava

zahtjevniji u odnosu na slične postupke izvedbe okvirnih mostova s vertikalnim stupovima	potrebna neka vrsta privremenog podupiranja kosnika dok se ne uspostavi okvirno djelovanje
kao prijelaz između grednih i lučnih mostova	razuporni sustavi su prikladna zamjena za oba tipa ovih mostova za srednje duljine raspona
često su zahtjevi na gradilište ovih mostova slični onima kod lučnih mostova	prikladni su za doline i uglavnom zahtijevaju temelje koji osim vertikalnih moraju preuzeti i velike horizontalne sile

IZGRADNJA – primjer nizanja razupornih sustava

most za autocestu sastavljen je od predgotovljenih prednapetih betonskih okvira dvozglobnog sustava







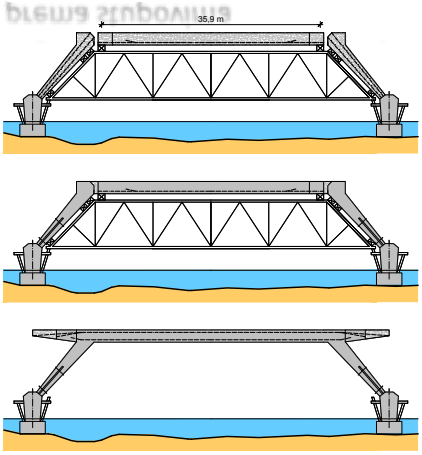
stupovi su betonirani na licu mjesta

60% okvira - od predgotovljenih odsječaka

odsječci su 5,6 m širine, a 2,7 – 3,3 m duljine

IZGRADNJA – primjer nizanja razupornih sustava

rasponska konstrukcija svakog okvira izvedena je od 12 segmenata u strogom redoslijedu, počevši od sredine raspona prema stupovima

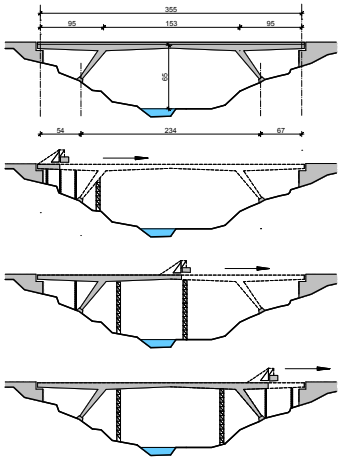




segmenti se postavljaju, lijepe i prednapinju

kosnici se sa segmentima prečke povezuju betoniranjem na licu mjesta

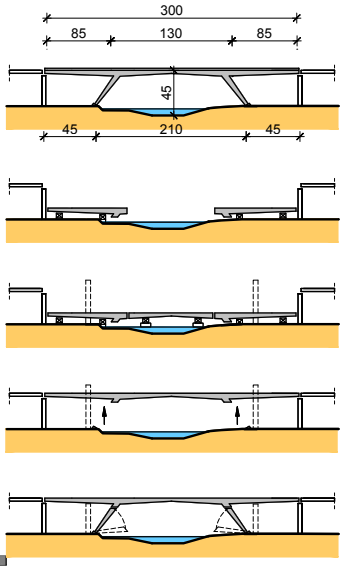
IZGRADNJA – most Alzette u Luxemburgu





kombinacija slobodne montaže i montaže na privremenim osloncima

IZGRADNJA – vijadukt Martigues u Francuskoj

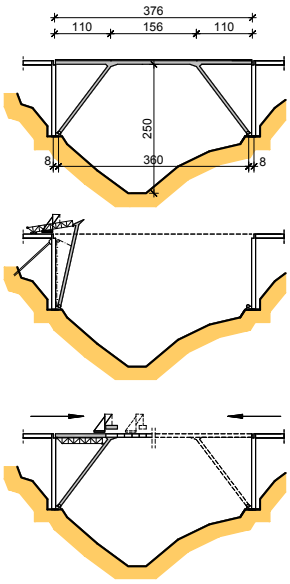




montaža izdizanjem predgotovljene grede pomoću dva portal lifta

postavljanje kosnika zaokretanjem s tla

IZGRADNJA – most Sfalassa u Italiji



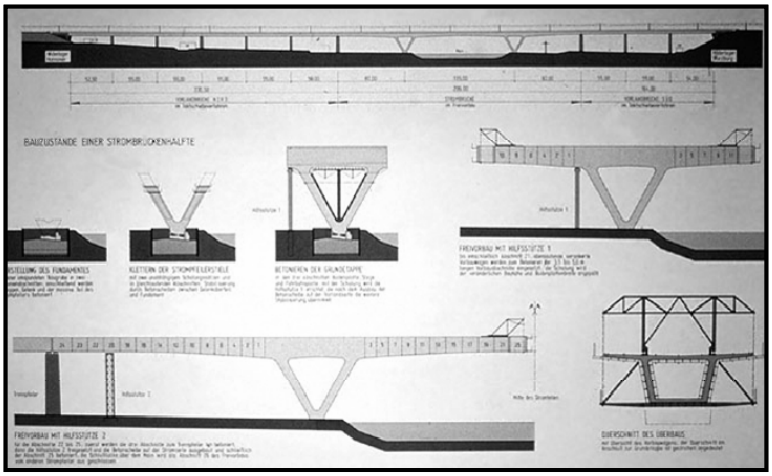


postavljanje kosnika uz pomoć posebnih uređaja za montažu

montaža grede u bočnom rasponu na pomoćnoj montažnoj skeli

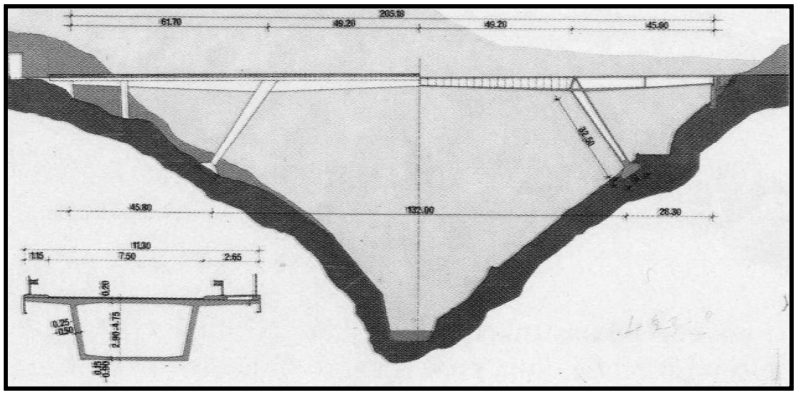
u glavnom rasponu slobodna montaža grede derick-kranom

IZGRADNJA – most Main River



simetrična slobodna konzolna gradnja prema sredini glavnog raspona i prema prvom prilaznom stupu, koristeći po jedan pomoćni stup sa svake strane

IZGRADNJA – most Rječina



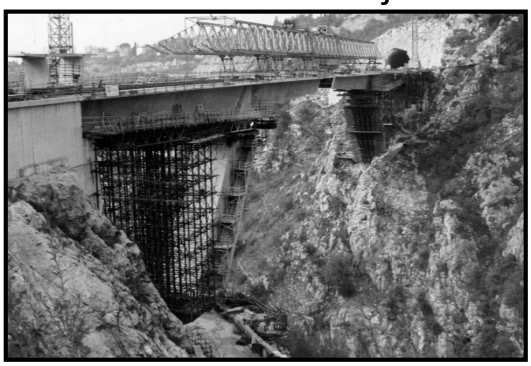
- dvozglobna razupora s prepustima
- srednji raspon: 98,4 m ; bočni rasponi: 45,0 m
- prednapeti sandučasti poprečni presjek
- linearno promjenjive izmjere

IZGRADNJA – most Rječina



- kanjon dubine 95 m
- stupovi i bočni rasponi betonirani su na skeli
- sidrenjem u stijenu bili su osigurani za vrijeme gradnje

IZGRADNJA – most Rječina



srednji raspon montiran je od predgotovljenih elemenata dužine 2,45 m, s pomoću pokretne čelične skele Aspem

elementi su čeono lijepljeni epoksi – smolom, a potom međusobno pritezani čeličnim šipkama tipa Dywidag

nakon toga svaki je element prednapet

IZGRADNJA – most Rječina

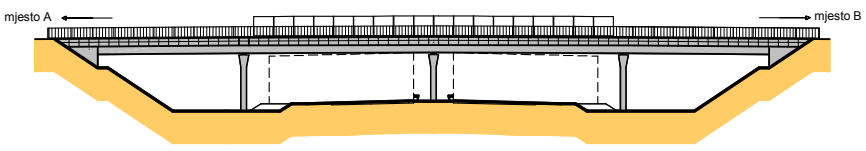


montažom se napredovalo simetrično s jedne i druge strane mosta, do spajanja u sredini raspona

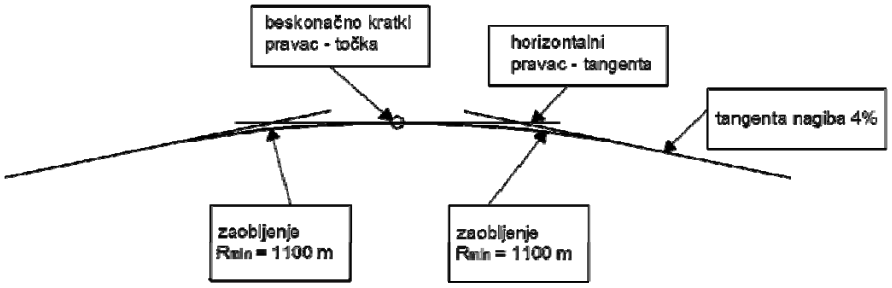
spoj je ostvaren betoniranjem na samom mjestu

NADVOŽNJACI

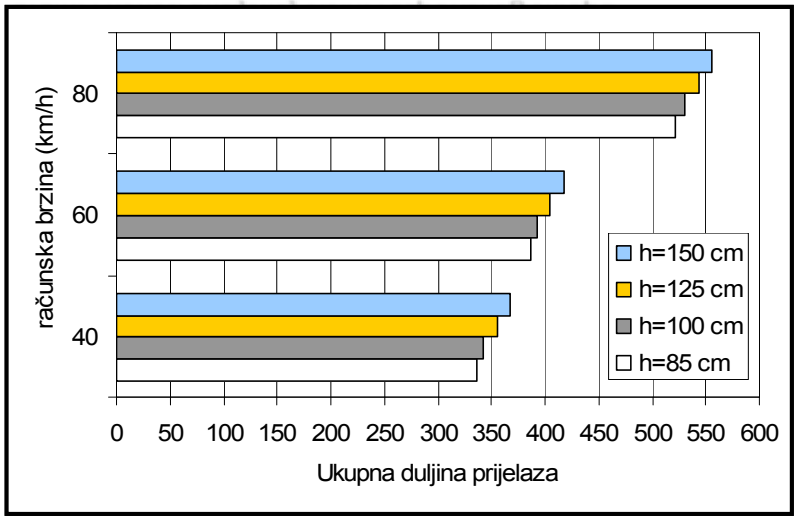
brojnost sličnih građevina ⟺ izloženost pogledima vozača na prometnici ispod



konstruiranje konveksnog zaobljenja nivelete nadvožnjaka za autocestu u ravnici



grafički prikaz ovisnosti ukupne duljine prijelaza o računskoj brzini i konstrukcijskoj visini rasponskog sklopa



odabir broja raspona ovisi o:

konfiguraciji terena (u usjeku ili zasjeku manje, npr. 2 raspona, u ravnici bolje 4)
traženoj preglednosti
potrebama odvodnje (kanali uz prometnicu)

karakteristike nivelete na nadvožnjaku (u načelu pripada projektu ceste, a ne mosta):

dopušteni nagib prilaznih rampi – ovisi o kategoriji prometnice
niveleta na nadvožnjaku treba biti jednostavna – samo jedna krivulja ili pravac

odabir najvećeg raspona preko prometnice dobija se odgovaranjem na slijedeće pitanja:

možemo li postaviti stup u središnjem pojasu?
minimalna udaljenost stupa od ruba prometnice (1,5 m)?
treba li predvidjeti mogućnost proširenja prometnice ispod za jednu traku?

odabir visine nad prometnicom daju:

minimalni slobodni profil + netočnost izvedbe + mogući popravci ceste ispod + slijeganje oslonaca

Odabir konstrukcije (uključuje i ekonomska razmatranja)

statička visina (bolje što manja, npr. ploča)
što je važnije, jednostavnost ili brzina izvedbe?
mogućnosti lokalnih izvoditelja
kakav je položaj i značaj nadvožnjaka (blizina turističke znamenitosti, grada ili graničnog prijelaza)?

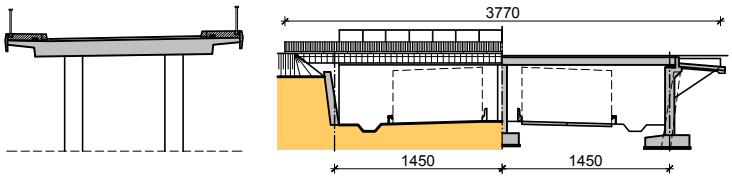
Donji ustroj ovisit će o:

obilježjima temeljnog tla (jesu li i kako ispitana)
potrebi mjera za sprečavanje udara vozila u stup?
izvedbenim mogućnosti (eventualno predgotovljeni elementi)

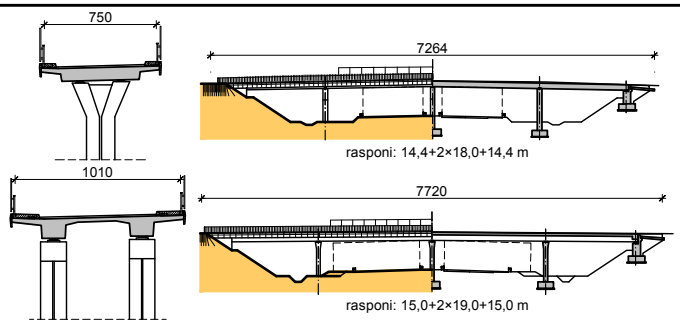
Oprema mosta ovisit će o:

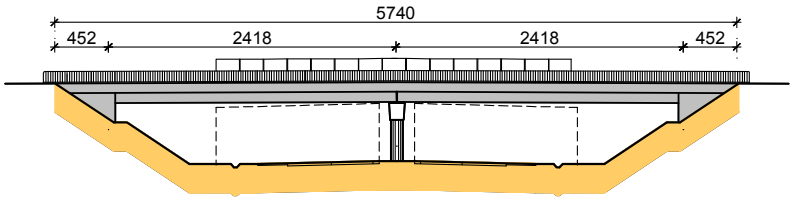
razini održavanja na prometnici

nadvožnjak za autocestu u usjeku, rasponski sklop AB ploča

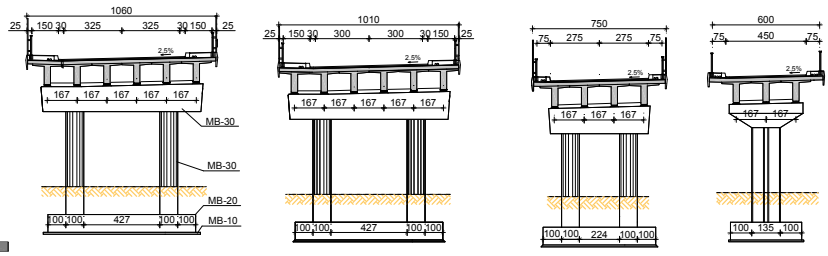


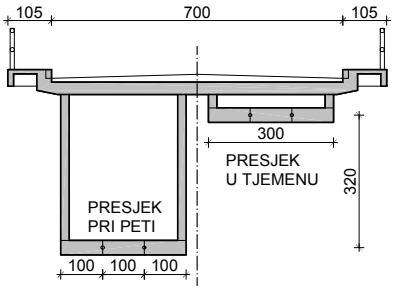
armiranobetonski nadvožnjaci za autocestu u ravnici

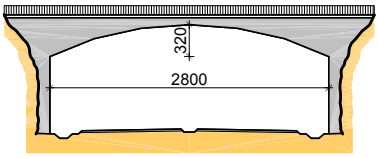




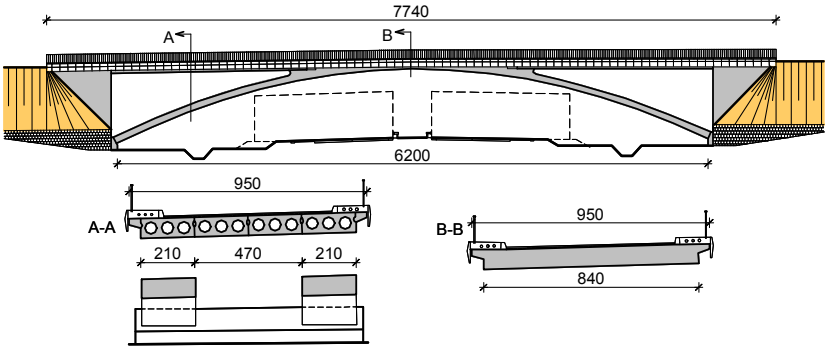
rješenje tipskog nadvožnjaka za usjek ili zasjek,
s kontinuitetnom pločom nad stupom



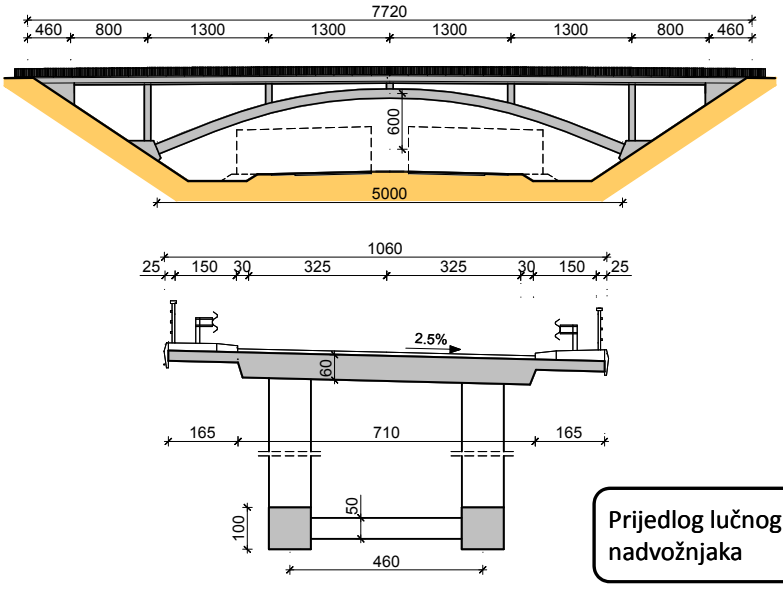




lučni nadvožnjak od montažnih elemenata na prilazu Rijeci (Grobnik)



varijanta lučnog nadvožnjaka u polumontažnoj izvedbi



Prijedlog lučnog nadvožnjaka

TIPSKI NADVOŽNJACI U ŠVICARSKOJ

- primjer neprimjerenih proporcija - preglomazne grede na tankim kosnicima
  - svi rubovi paralelni









•primjer vrlo loše oblikovanog nadvožnjaka

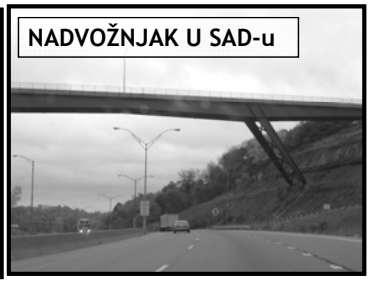


•primjer nadvožnjaka za vrlo visoki prijelaz



• primjeri dobro oblikovanog nadvožnjaka









NADVOŽNJAK B101, Njemačka, 2005.

- rasponi L=18+21+20 m
- armiranobetonski rasponski sklop te kosnici



NADVOŽNJAK, SAD



NADVOŽNJAK *KIRCHEIM*, Esslingen, Njemačka, 1993.

- projektanti: Schlaich, Bergerman & Partner
- prednapeti rasponski sklop, AB kosnici
- rasponi: L=18+34+18 m



NADVOŽNJAK, Bochum, Njemačka



PJEŠAČKI MOST *RONDELL*, Oberhof, Njemačka, 2002.

- čelična konstrukcija
- rasponski sklop sandučastog poprečnog presjeka
- rasponi: L=15+37+16 m

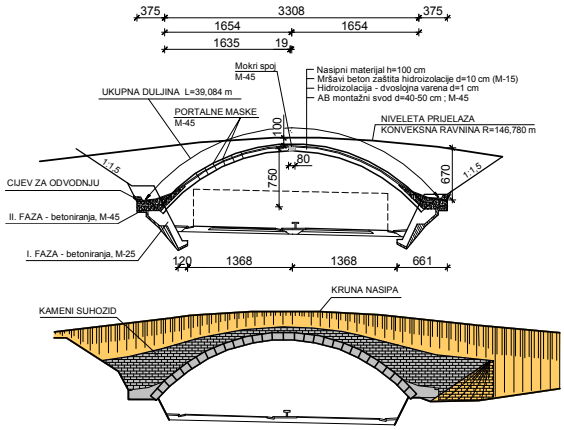


PRIJELAZ ZA ŽIVOTINJE, Urcel, Francuska

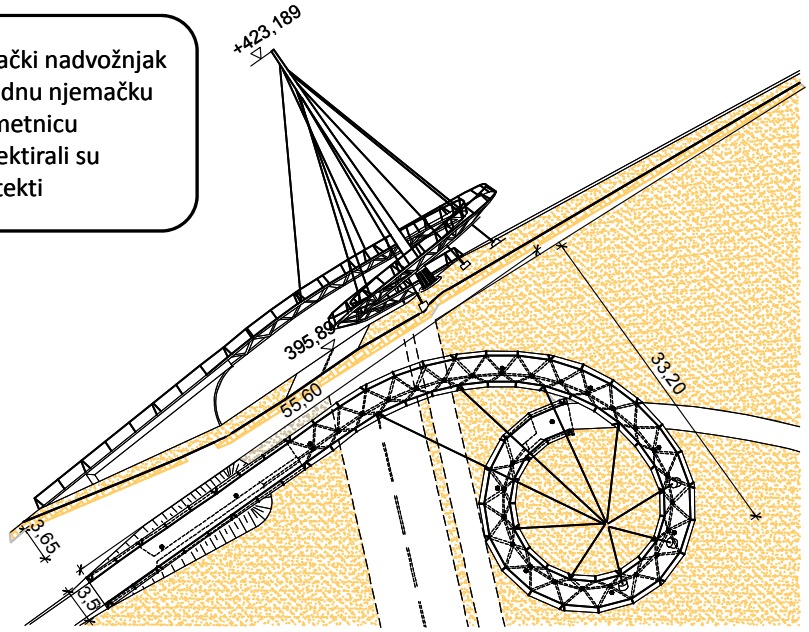


- prijelaz za životinje
- vožnja uz rub ceste nije ugodna jer luk vizualno zatvara slobodni profil





pješački nadvožnjak za jednu njemačku prometnicu projektirali su arhitekti



Varijante spregnutih nadvožnjaka

nadvožnjak Mučići, autocesta Zagreb – Split – Dubrovnik, Dionica: Šestanovac - Zagvozd

minimalna visina slobodnog profila 4,5 m,
visinska razlika niveleta 6,8 m

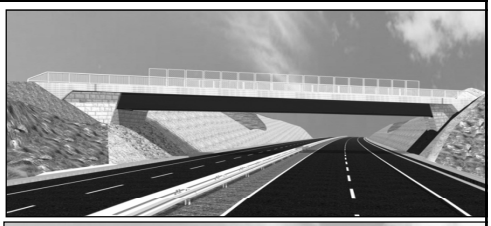
kut križanja 62,055°,
tlocrtno pravac,
uzdužni pad 1,626%

državna cesta
B =0,95+2x3,55+0,95 m
autocesta
B = 2x14,7 = 29,4 m

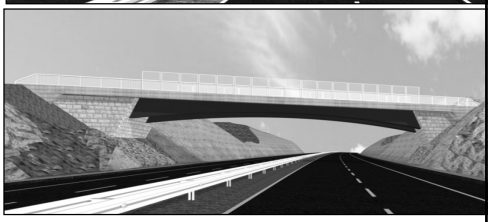


Varijante spregnutih nadvožnjaka

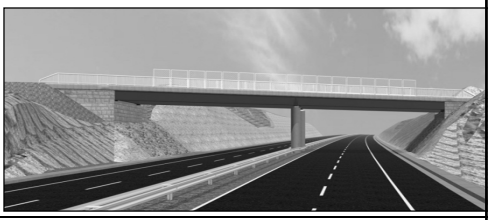
1 slobodno oslonjena greda, L=40 m



2 okvirna konstrukcija L=37,5 m



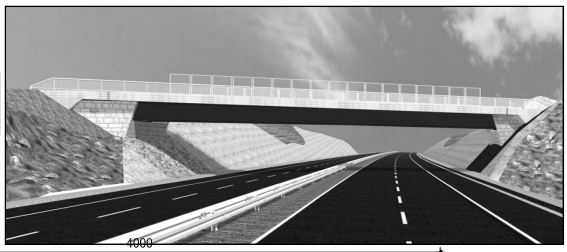
3 kontinuirana greda L=2 x 22,0 m

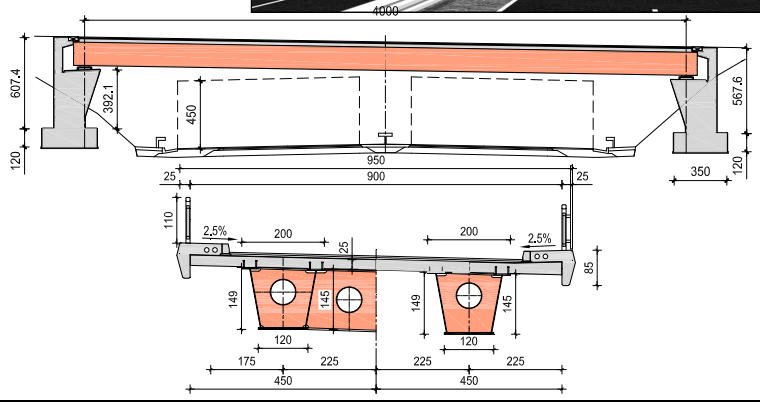


Građevinski fakultet u Zagrebu Mostovi II Prof.dr.sc. Jure Radić

Varijante spregnutih nadvožnjaka

1A slobodno oslonjena greda, L=40 m

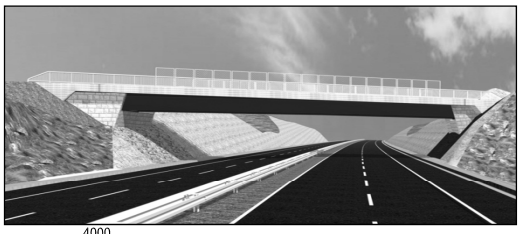


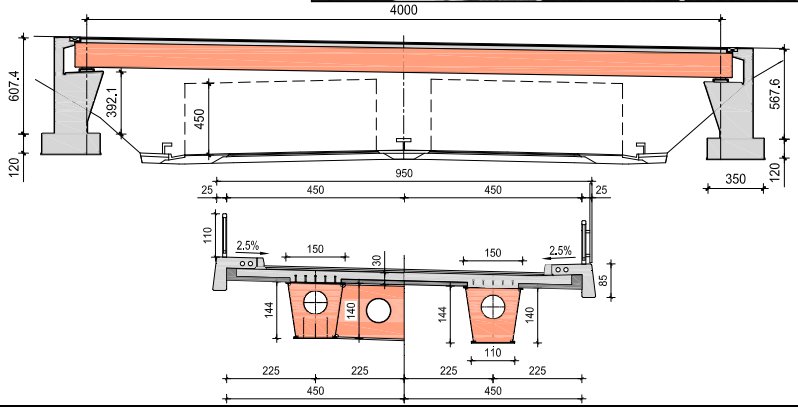


Građevinski fakultet u Zagrebu Mostovi II Prof.dr.sc. Jure Radić

Varijante spregnutih nadvožnjaka

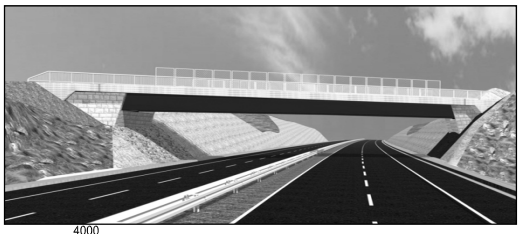
1B slobodno oslonjena greda, L=40 m

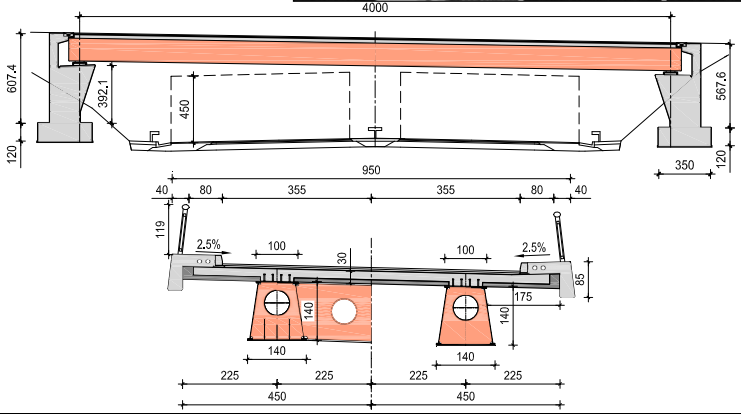




Varijante spregnutih nadvožnjaka

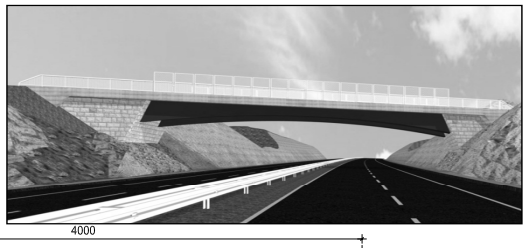
1C slobodno oslonjena greda, L=40 m

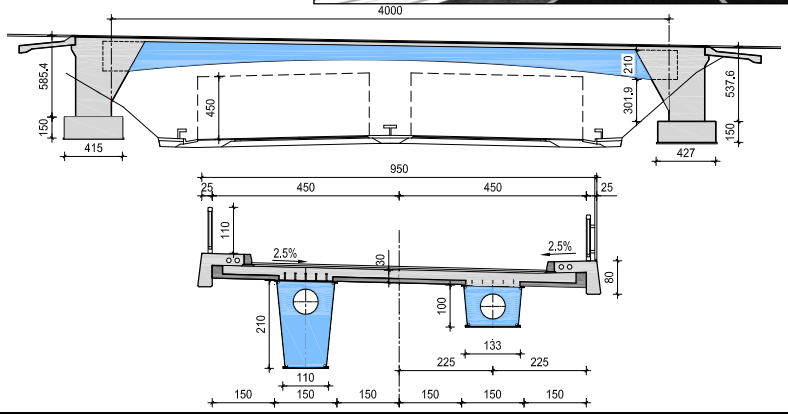




Varijante spregnutih nadvožnjaka

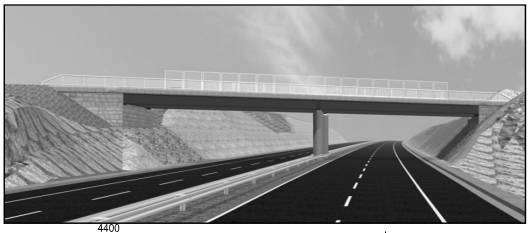
2 okvirna konstrukcija
L=37,5 m

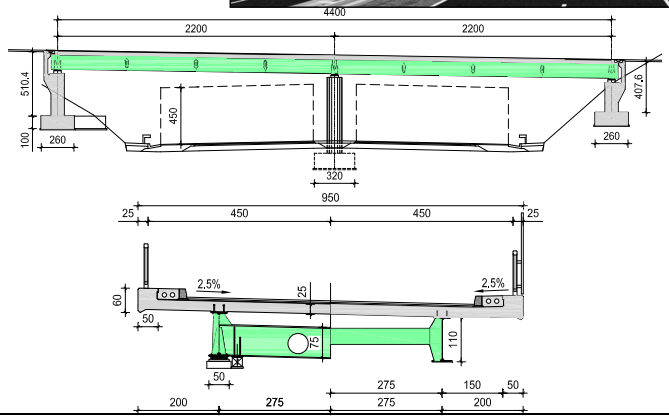




Varijante spregnutih nadvožnjaka

3 kontinuirana greda
L=2 x 22,0 m





		VARIJANTE				
		1A	1B	1C	2	3
DONJI USTROJ	BETON (m^3)					
	U1	190,8	190,8	190,8	264,0	115,5
	U2	149,6	149,6	149,6	220,6	74,2
	S1	---	---	---	---	38,2
	UKUPNO (m^3)	340,4	340,4	340,4	484,6	227,9
	ARMATURA (kg)					
	U1	28618,5	28618,5	28618,5	39604,5	17324,8
	U2	22434,0	22434,0	22434,0	33096,0	11136,0
	S1	---	---	---	---	6138,0
	UKUPNO (kg)	51052,5	51052,5	51052,5	72700,5	34598,8
	GORNJI USTROJ					
	ČELIK (t)	65	74,7	68,4	59,8	31,3
	BETON (m^3)	90	108	108	101,3	99
	ARMATURA (kg)	36000	43200	43200	40520	39600



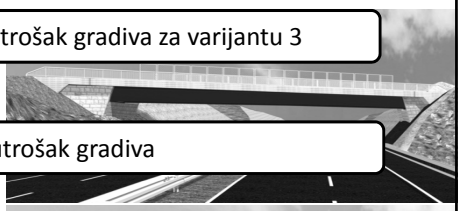
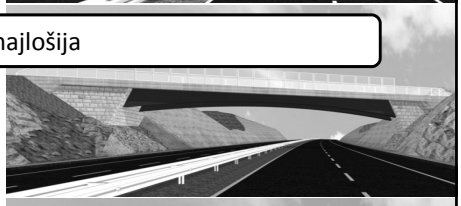
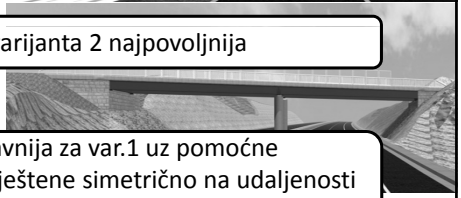


TROŠKOVNIK
- minimalni utrošak gradiva za varijantu 3
- 1, 2: slični utrošak gradiva

SIGURNOST PROMETA
- varijanta 3 najlošija

TRAJNOST
- integralna varijanta 2 najpovoljnija

IZVEDBA
- najjednostavnija za var.1 uz pomoćne oslonce smještene simetrično na udaljenosti 4,0 m od sredine nadvožnjaka

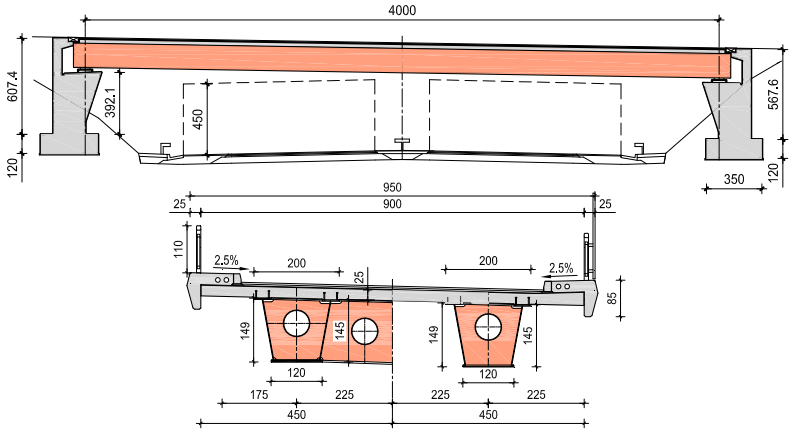
Varijante spregnutih nadvožnjaka

odabrana varijanta 1A

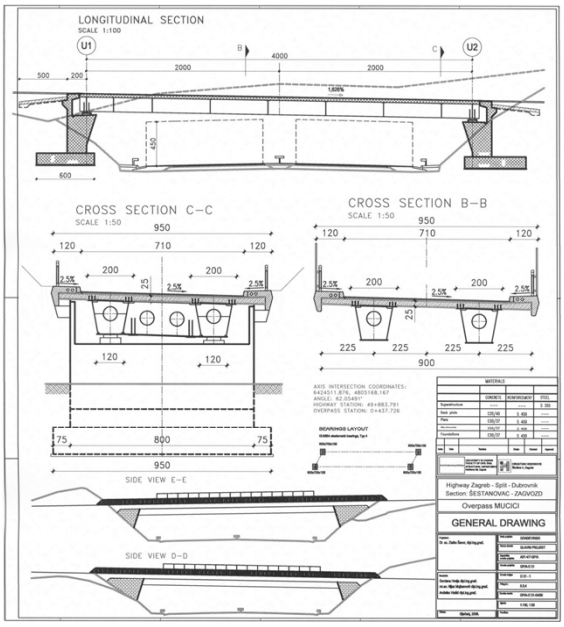
vizualno povoljnija od 1C

1B nepotrebno veći utrošak u gornjem pojasu





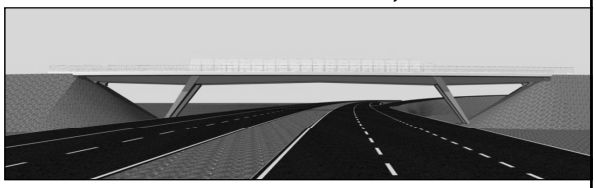
Pregledni nacrt



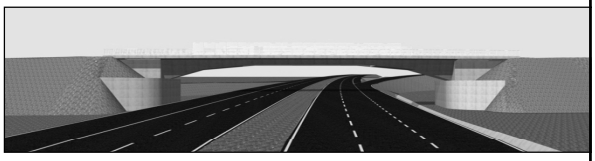
Varijante nadvožnjaka u čvoru Osijek

AUTOCESTA A 5 (koridor Vc) BELI MANASTIR - OSIJEK – SVILAJ
DIONICA : *1/3 OSIJEK – ĐAKOVO, ČVOR OSIJEK*

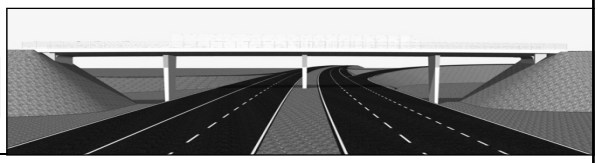
1 razuporni



2 jednorasponski integralni

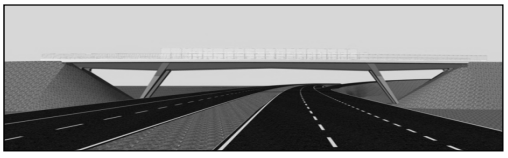


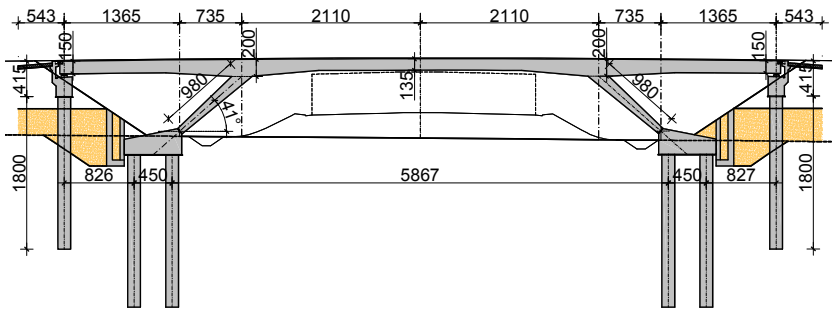
3 kontinuirani integralni



Varijante nadvožnjaka u čvoru Osijek

1 razuporni

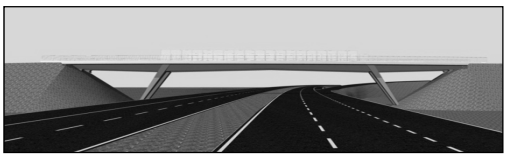




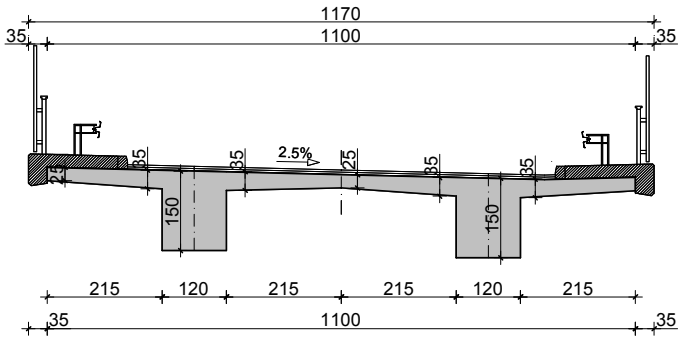
Građevinski fakultet u Zagrebu Mostovi II Prof.dr.sc. Jure Radić

Varijante nadvožnjaka u čvoru Osijek

1 razuporni



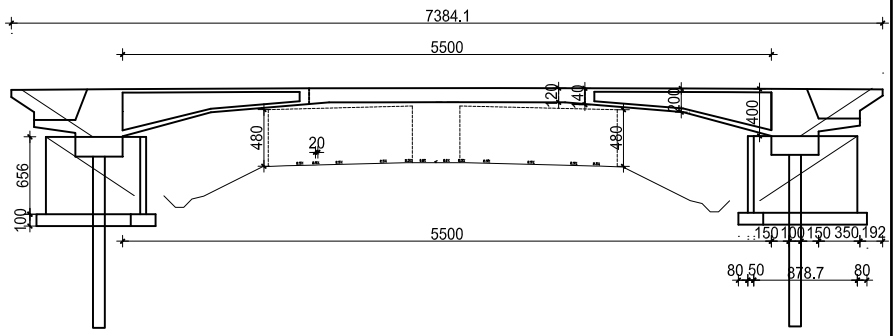
Poprečni presjek u krajnjem polju



Varijante nadvožnjaka u čvoru Osijek

2 Jednorasponsk i integralni

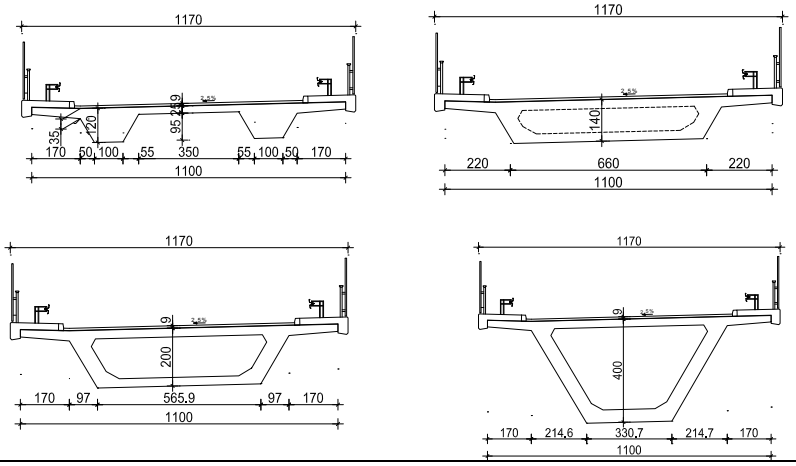




Varijante nadvožnjaka u čvoru Osijek

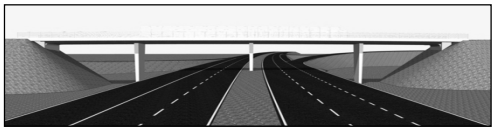
2 Jednorasponsk i integralni

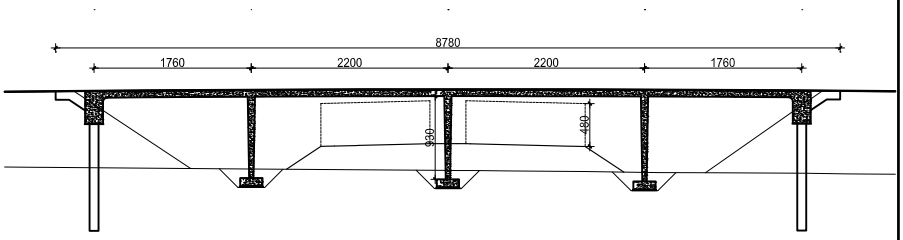




Varijante nadvožnjaka u čvoru Osijek

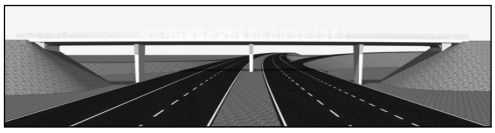
3 kontinuirani integralni

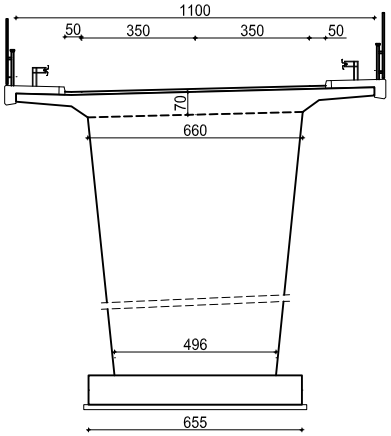


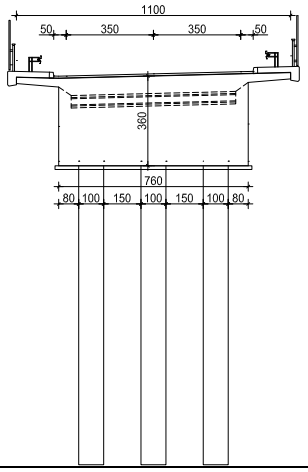


Varijante nadvožnjaka u čvoru Osijek

3 kontinuirani integralni







Varijante nadvožnjaka od betona visokih čvrstoća

za prevođenje državne ceste D 23 na dionici Žuta lokva – Senj preko autoceste A7 Rupa – Žuta lokva u usjeku

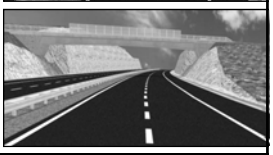
prednosti betona visoke čvrstoće mogu se iskoristiti kod konstruktivnih sustava u kojima se ostvaruju velika tlačna naprezanja kao što su lukovi, prednapeti sustavi i sl. ; ostvaruju se vitkije i trajnije konstrukcije.

razred čvrstoće betona: C70/85



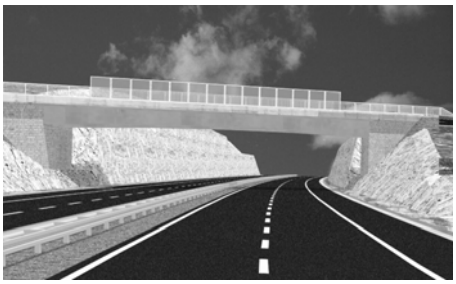






Varijante nadvožnjaka od betona visokih čvrstoća

1 slobodno oslonjena greda, L=38,0 m promjenljive debljine rebraste grede



2 lučni nadvožnjak raspona L=38,0 m s pločastim nadlučnim sklopom



Varijante nadvožnjaka od betona visokih čvrstoća

3 razuporni nadvožnjak s pločastim rasponskim sklopom L=21,0 m

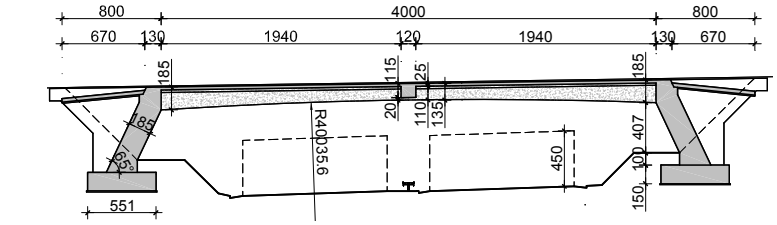


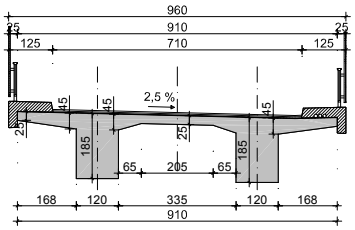
4 integralni okvirni nadvožnjak L=40,0 m



Građevinski fakultet u Zagrebu Mostovi II Prof.dr.sc. Jure Radić

4 odabrana integralna varijanta s prednapetim rebrastim sklopom







KRAJ