



GRAĐEVINSKI FAKULTET
ZAVOD ZA KONSTRUKCIJE
KATEDRA ZA MOSTOVE

MOSTOVI II

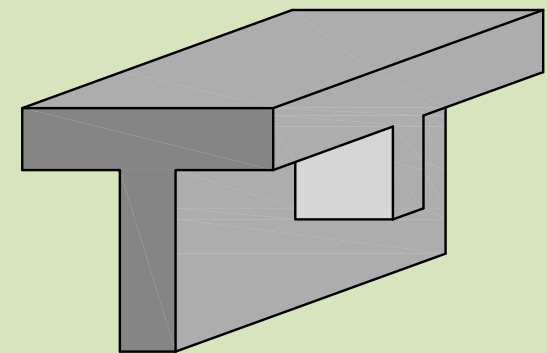
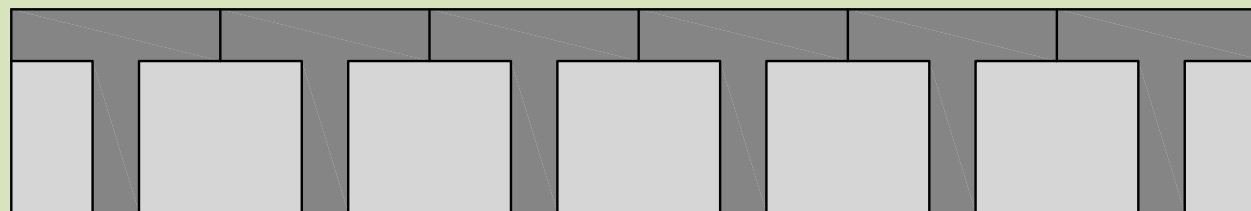
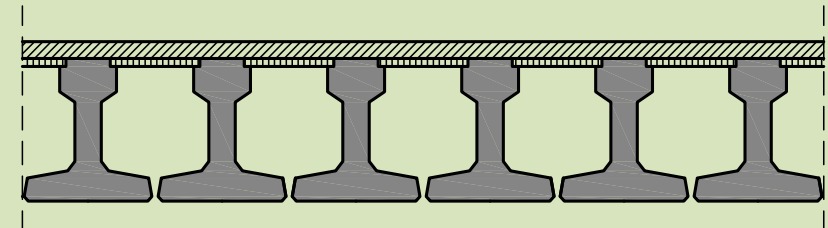
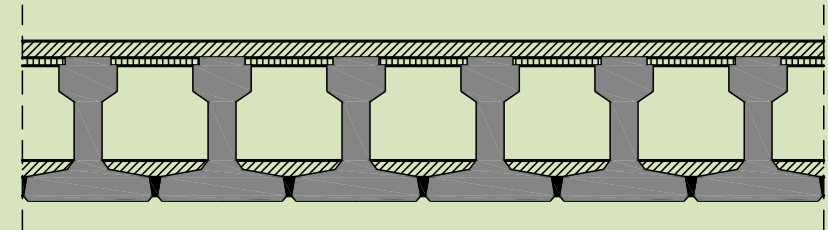
Rebrasti betonski mostovi





Morfologija presjeka – diskretizacija elemenata ploče

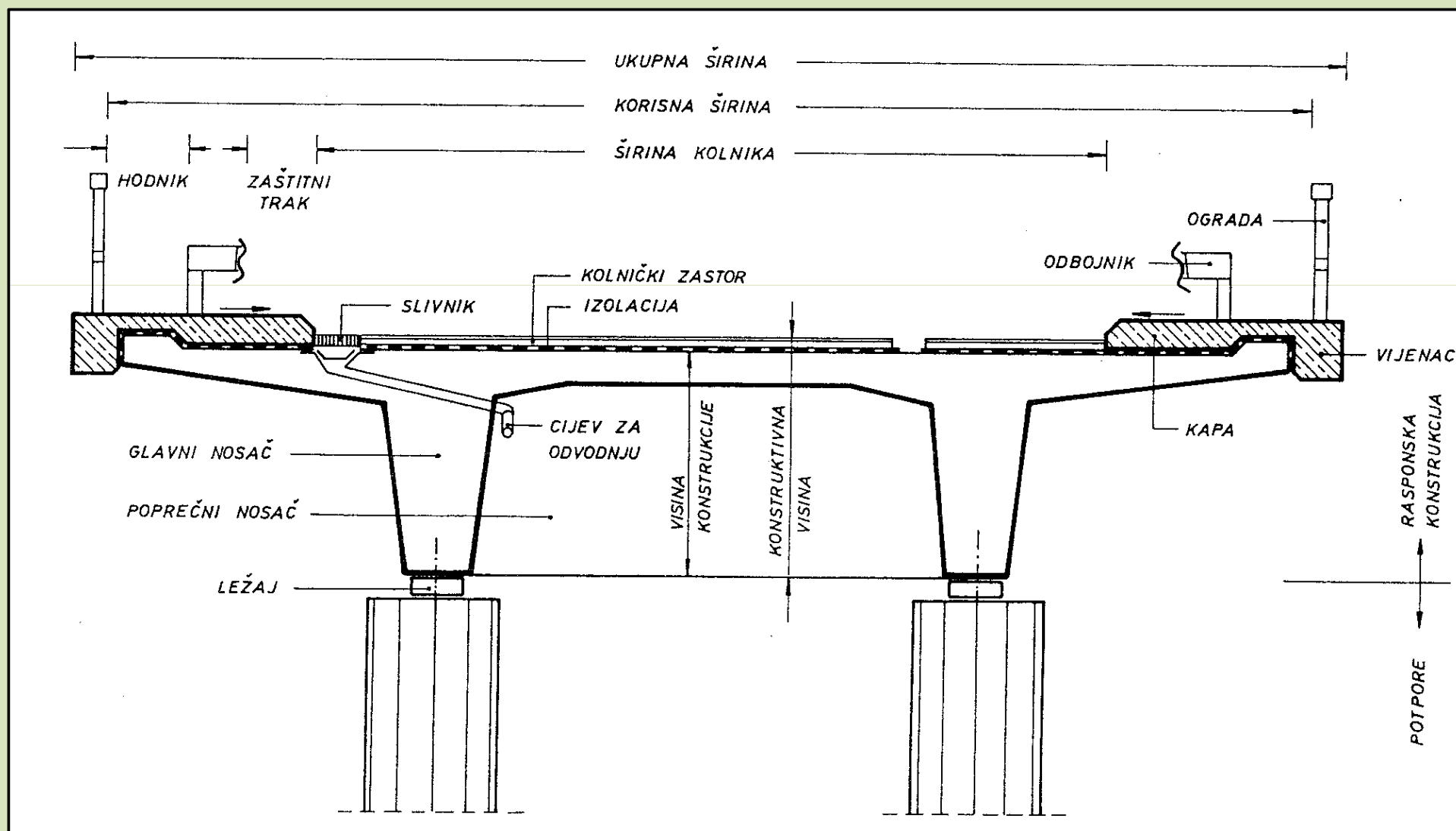
- Prijelazni oblici iz pločastih mostova – olakšane ploče izvedene iz više rebrastih nosača
- Možemo ih promatrati kao ortotropne ploče ili kao rebraste presjeke zavisno o gustoći rebara i broju poprečnih nosača





Tipični poprečni presjek monolitnog rebrastog presjeka

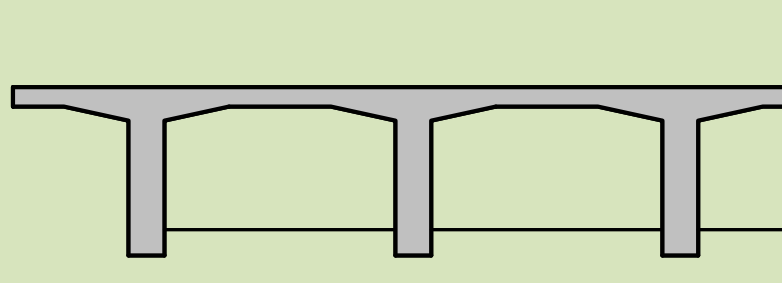
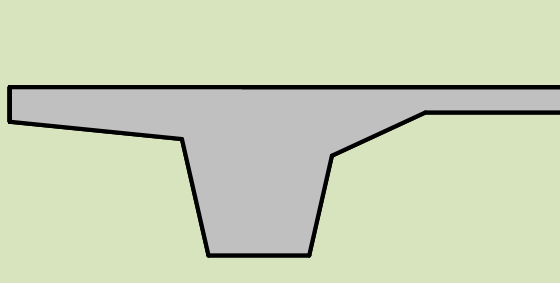
Elementi presjeka





Dijelovi presjeka

- Rebrastim mostovima nosivost u uzdužnom smjeru osiguravaju **pojedinačni (jasno razdvojeni) nosači**.
- Pri vrhu su nosači povezani **pločom** po kojoj se odvija promet.
- Rebra kod većine presjeka poprečno povezuju i dodatna rebra – **poprečni nosači**, najčešće samo nad osloncima, a rjeđe i u polju.
- Broj uzdužnih nosača ovisi o širini mosta i načinu izvedbe:
 - za pješačke mostove dostatno je **jedno rebro**
 - za cestovne mostove standardnih širina pri monolitnoj izvedbi dostatna su **dva rebra** koja su obično na razmaku 5,0 do 8,0 m
 - kod montažne i polumontažne izvedbe presjek sastoji od **većeg broja nosača** (uglavnom do 10) na razmacima od 1,8 do 3,0 m.





Rebra

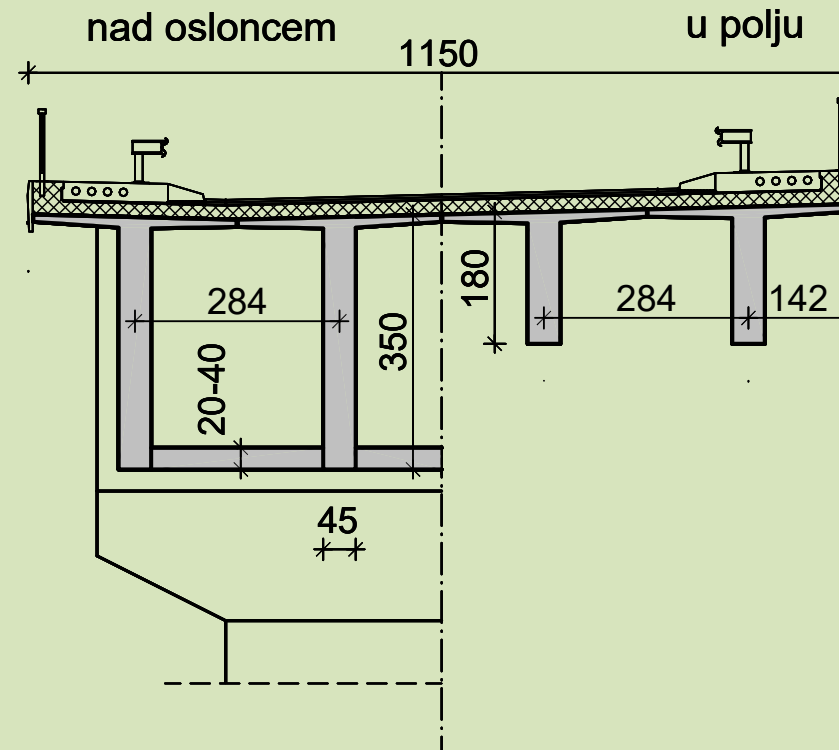
- Radi smještaja kabela ili glavne armature kod većeg razmaka glavnih nosača potrebno je izvesti deblja rebra (**MONOLITNA IZVEDBA**).
- Kod manjeg razmaka glavnih nosača rebra su tanja i često imaju ojačan donji pojas (**MONTAŽNA IZVEDBA**). Debljina rebra ima utjecaj i na torzijsku krutost glavnih nosača koja određuje stupanj upetosti kolničke ploče i poprečnu preraspodjelu.





Donji pojas

- Zbog širokog gornjeg pojasa (kolnička ploča) u donjem pojasu glavnog nosača nastaju deformacije i naprezanja koji su mnogo veći nego u gornjem pojasu.
- Kod negativnih momenata savijanja, iznad stupova kontinuiranih nosača dolazi do povećanja tlačnih naprezanja iznad dopuštene granice.
- U tom slučaju potrebno je podebljati rebro ili izvesti tlačnu ploču na donjem pojasu nosača u području ležaja.





Kolnička ploča

Uloge kolničke ploče:

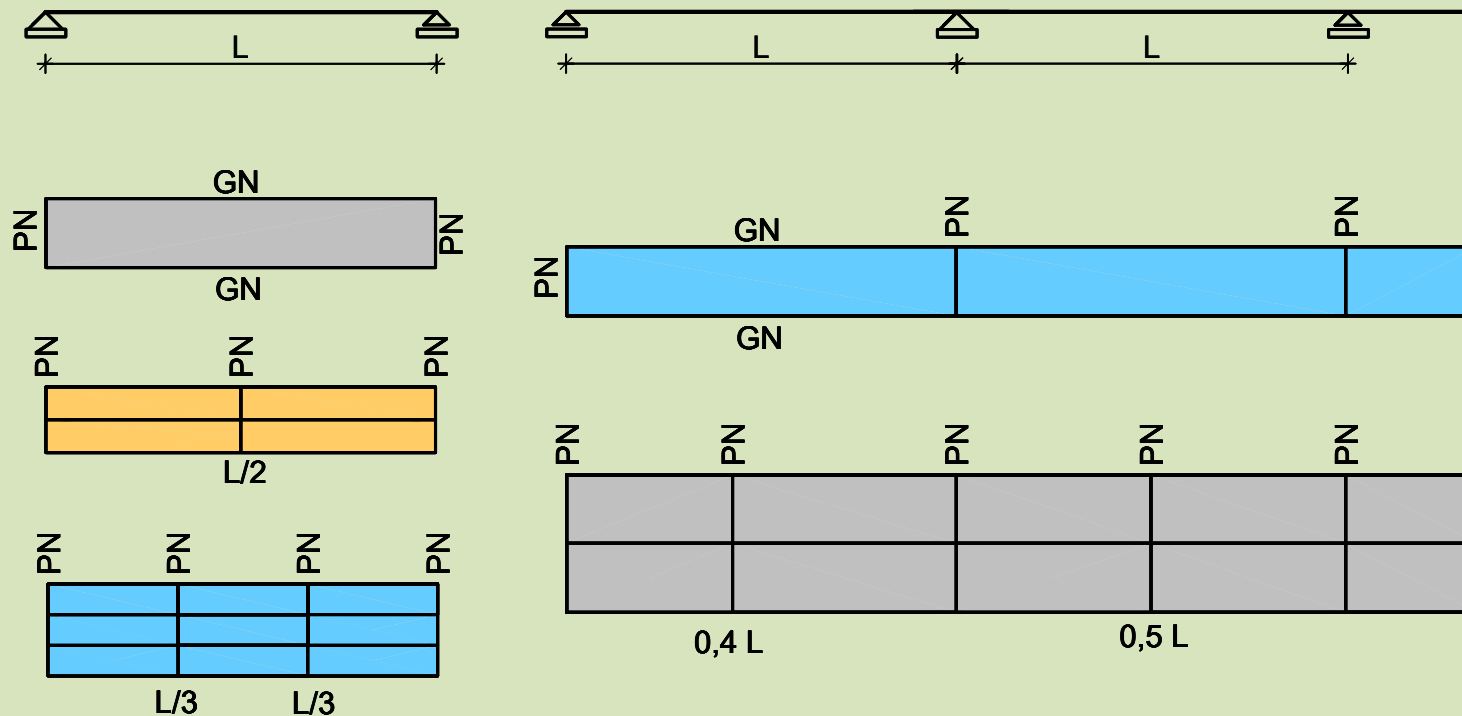
1. prenosi prometno opterećenje na glavne nosače,
 2. osigura poprečnu preraspodjelu opterećenja između nosača – roštiljno djelovanje,
 3. djeluje kao gornji pojas nosača (pomiče težište nosača prema gore),
 4. u horizontalnoj ravnini djeluje kao kruti disk i raspodjeljuje horizontalna opterećenja na sve nosače jednako
 5. ispravlja nedostatke u geometriji uslijed izvedbe i ostvaruje pravu liniju nivelete (s obzirom na poligonalno praćenje nivelete nosačima),
 6. osigurava kontinuitet prometne površine kada ne postoji kontinuitet glavnih nosača (kontinuitetne ploče)
 7. osigurava dodatan prostor za postavljanje vlačne armature u gornju zonu kod uspostavljanja punog kontinuiteta glavnih nosača iznad oslonaca
-
- Debljine kolničke ploče kod suvremenih mostova su minimalno 20 cm, ali je uobičajeno ona debljine 25 cm.
 - Ploča je uvijek nosiva u poprečnom smjeru između nosača. Raspon joj ovisi o razmaku između nosača (kod monolitne izvedbe do 5 m, kod montažne izvedbe do 3 m).





Poprečni nosači

- Poprečni nosači povezuju uzdužne najčešće samo nad osloncima, a rjeđe i unutar presjeka.
- Poprečni nosač ima dvije važne uloge:
 - torzijski ukružuje glavne nosače i
 - zajedno sa stupovima čini okvir za prijenos horizontalnih sila potresa i vjetra.
- Njihovo djelovanje unutar roštilja konstruktivno je vrlo povoljno, jer pridonosi boljoj preraszdiobi opterećenja među nosačima

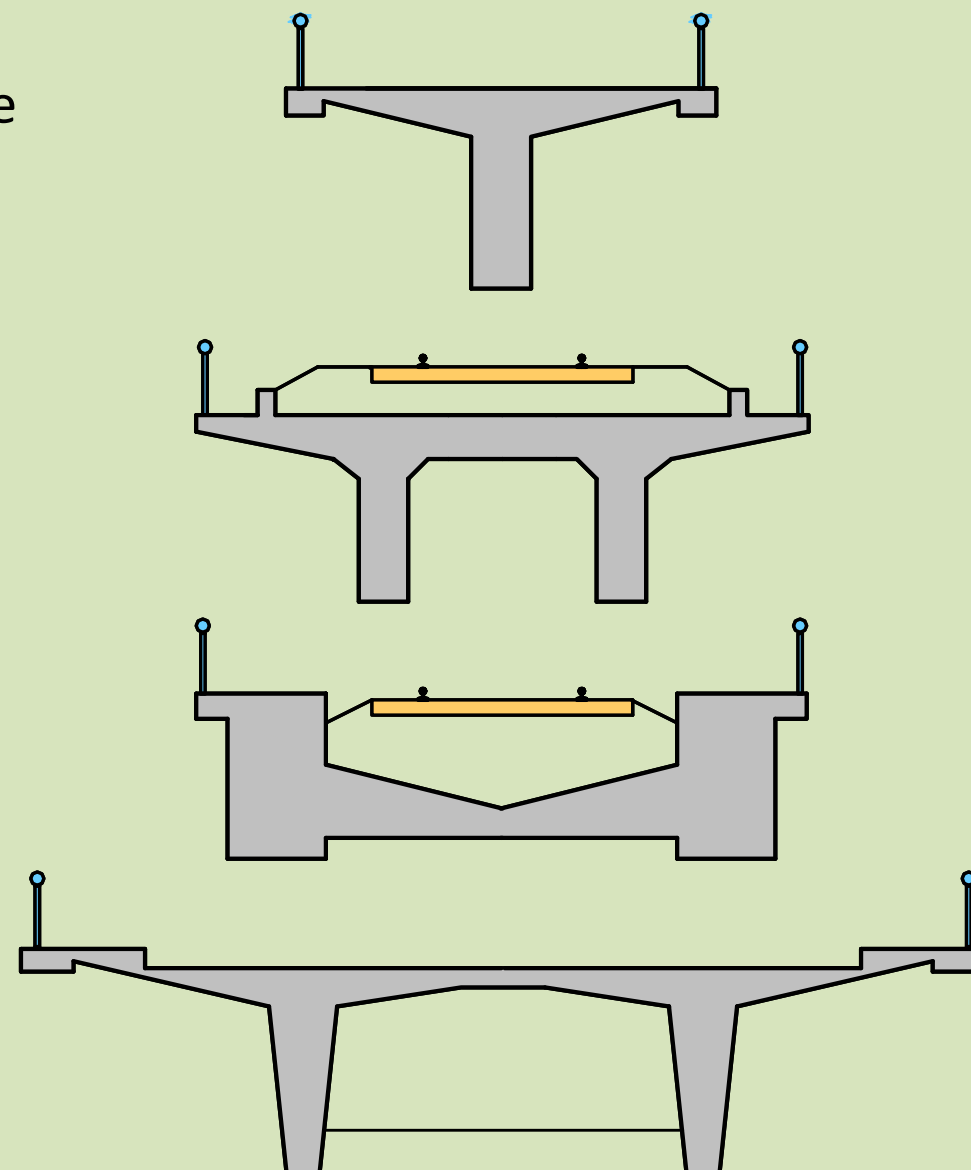


- Zbog složenosti izvedbe poprečni nosači u polju danas se rijetko izvode te se roštiljno djelovanje ostvaruje samo krutošću na savijanje kolničke ploče.



Presjeci monolitnog rebrastog sklopa

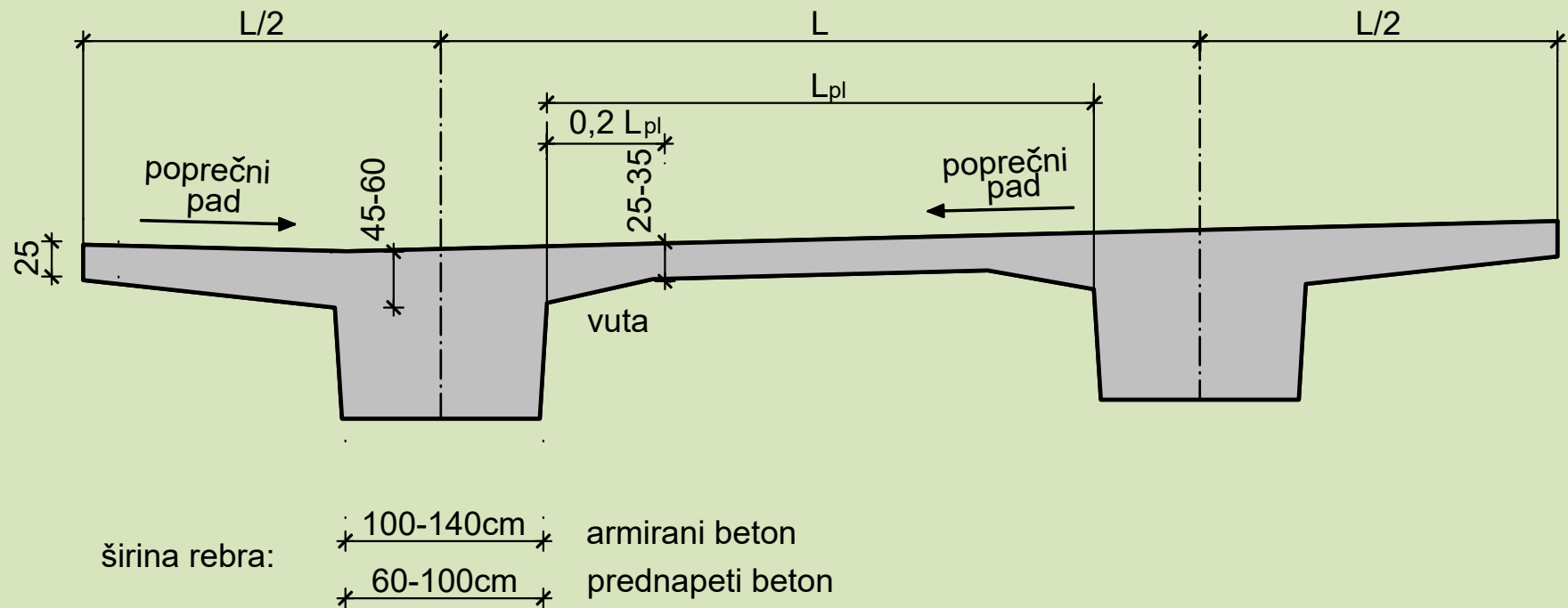
- presjek s jednim rebrom za uže mostove (npr. pješački)
- uobičajeni oblik presjeka željezničkog mosta
- željeznički most s upuštenim kolnikom
- cestovni most s dva rebra u presjeku





Tipični poprečni presjek monolitnog rebrastog presjeka

Presjek AB cestovnog mosta:



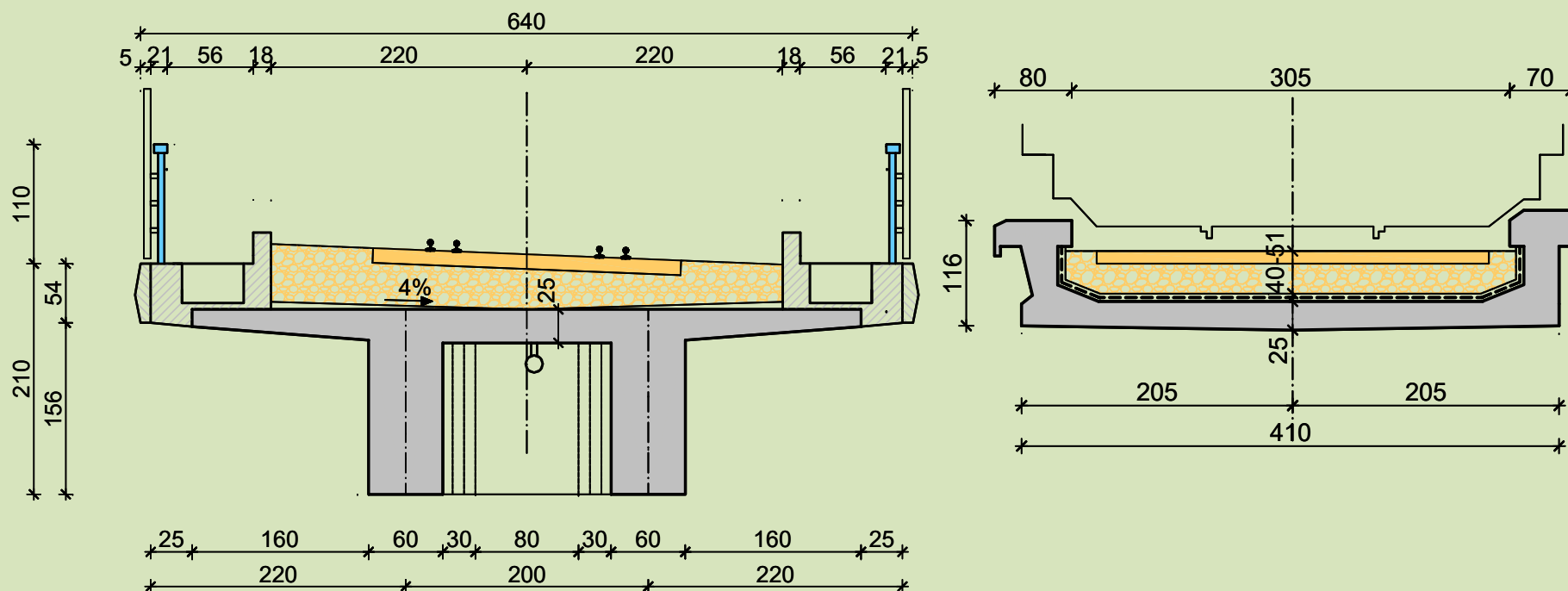


Tipični poprečni presjek monolitnog rebrastog presjeka



Tipični poprečni presjek monolitnog rebrastog presjeka

Presjek AB željezničkog mosta:





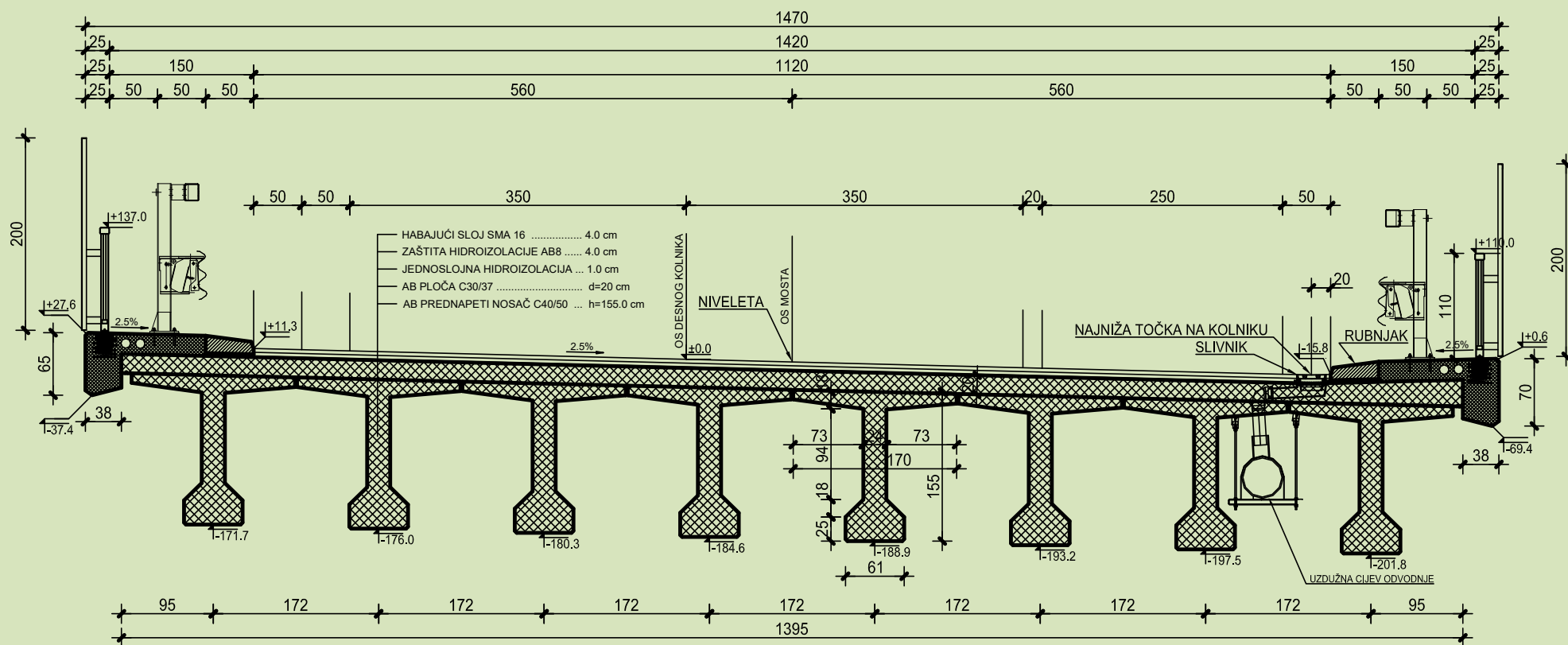
Rasponi i visina konstrukcije za monolitu izvedbu

- Broj nosača = 2-3
- betoniranje na skeli: razmak glavnih nosača = oko 5 m
- za cestovne mostove:

Statički sustav	L / h		L max (m)	
	AB	PB	AB	PB
prosta greda	14	18	18	45
kontinuirani nosač	16	20	20	45



Tipični poprečni presjek montažnog rebrastog presjeka

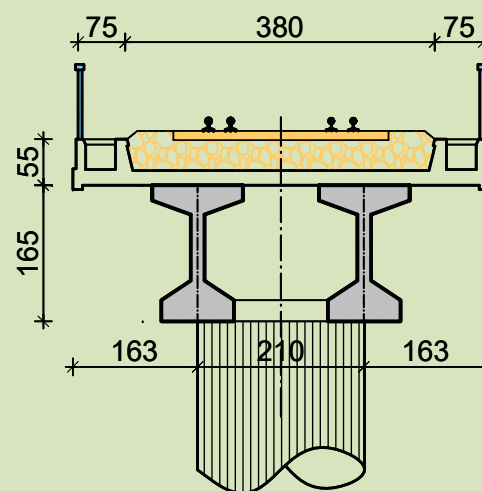
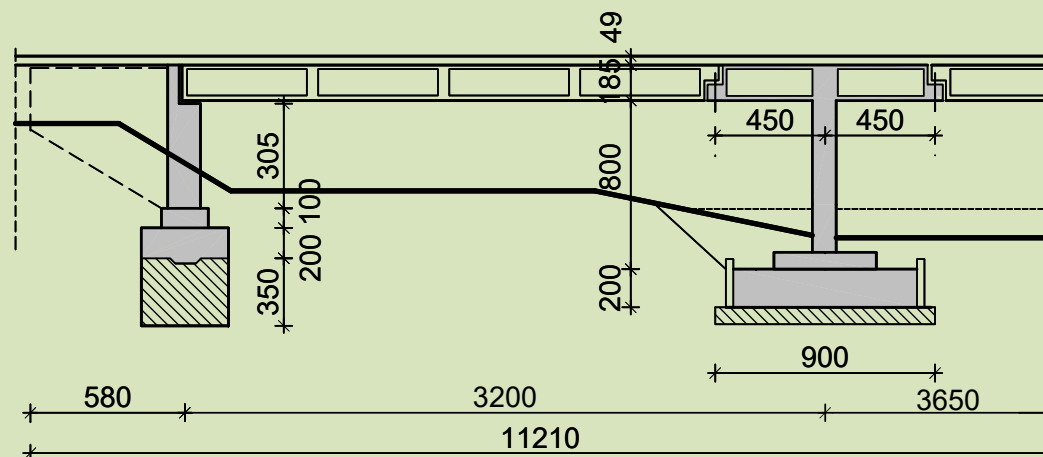


- Rasponski sklop čini roštilj od predgotovljenih nosača
- Poprečno povezivanje poprečnim nosačima i naknadno betoniranom kolničkom pločom



Prednapeti betonski rebrasti presjeci za željezničke mostove

- Kod željezničkih mostova dominiraju presjeci za jedan kolosijek, sa zastorom.
- Zbog male širine, prirodno je da opterećenje svake tračnice otpadne na jedan nosač.





Prednosti montažne izvedbe upotrebom predgotovljenih nosača:

- tipiziranje detalja
- opetovano korištenje iste tehnologije gradnje i opreme
- ujednačenost kvalitete gradnje
- brza izvedba
- ekonomska isplativost u odnosu na druga rješenja
- mogućnost nesmetanog odvijanja prometa ispod mosta (nadvožnjaci)
- mogućnost izvedbe kod teško pristupačnih terena ispod mosta (viadukti, obronački mostovi)





Rasponi i visina konstrukcije za montažu izvedbu

- Broj nosača = 4 - 10
- razmak glavnih nosača = 1,8 – 3,0 m
- za cestovne mostove:

Statički sustav	L / h	L max (m)
	PB	PB
prosta greda	14 – 16	32
kontinuirani nosač	16 – 20	38 (50)



Kod izvedbe sa pregotovljenim nosačima, već 20-ak godina nakon početka primjene javili su se znatni problemi trajnosti.





Kod izvedbe sa pregotovljenim nosačima, već 20-ak godina nakon početka primjene javili su se znatni problemi trajnosti.





Kod izvedbe sa pregotovljenim nosačima, već 20-ak godina nakon početka primjene javili su se znatni problemi trajnosti.

Uzroci:

- vrlo tanke debljine betonskih elemenata sa malim zaštitnim slojevima
- veliki broj spojeva (reški) sa lošijom kvalitetom betona izvedenog na gradilištu
- spojevi predgotovljenih elemenata bez armature ili sa premalom količinom, uz nedovoljnu duljinu preklopa
- nedovoljna monolitizacija predgotovljenih elemenata (nosači bez AB ploče kolnika iznad, male debljine AB ploča, montažna izvedba AB kolničke ploče)
- mala krutost čitavog sustava (tanki jednostruki stupovi u stupištu, velike konzole na rasponskom sklopu, veliki odnosi raspona i visine konstrukcije)
- loši detalji izvedbe opreme mosta (odvodnja, hodnici, vijenci, prijelazne naprave, ograde, hidroizolacije...)
- nepridržavanje pravila struke pri izvedbi i odstupanje od projekta
- agresivan okoliš (velike količine vode, prskanje soli uslijed zimskog održavanja prometnica, izloženost velikom broju ciklusa smrzavanja i odmrzavanja)
- nedovoljno i rijetko održavanje

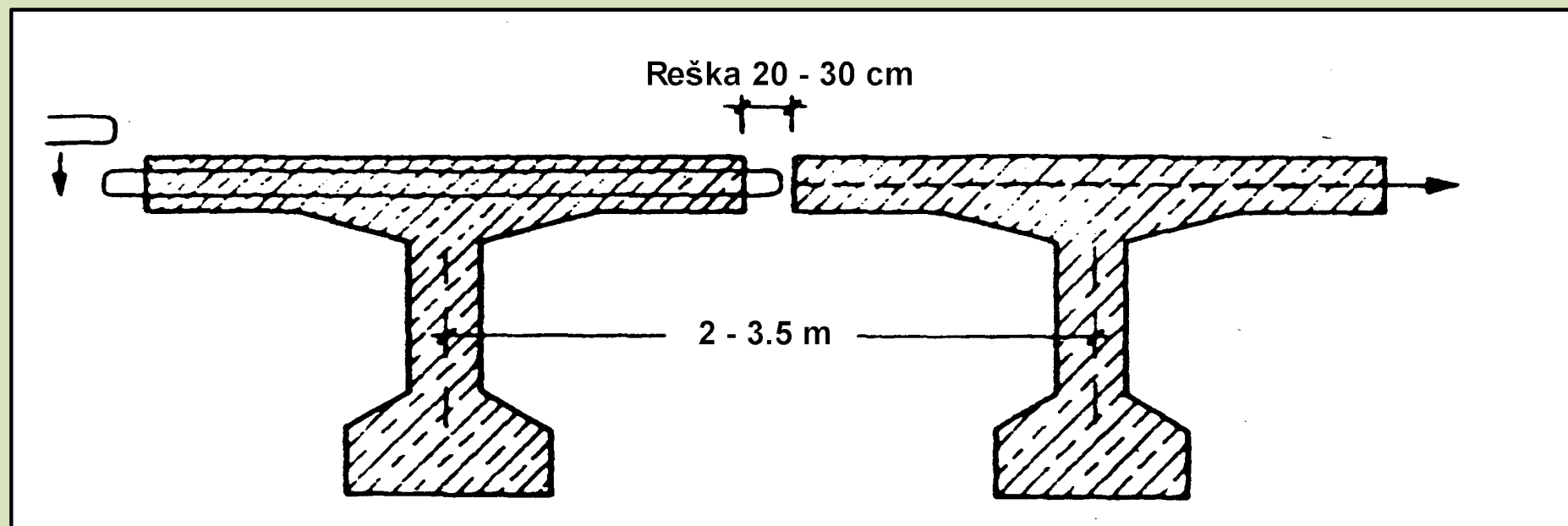


Razlike u novim generacijama mostova i onih koji su rađeni ranije:

Prije	Danas
Vitki rasponski sklopovi i elementi donjeg ustroja	Veći odnosi L/h za krući rasponski sklop, veće dimenzije donjeg ustroja
Montažna betonska ploča	Monolitna betonska ploča
Mali zaštitni slojevi, betonski elementi debljina čak 12 cm	Veći zaštitni slojevi, betonski elementi minimalne debljine 20 cm
Spojevi sa nedovoljno armature ili bez armature, nedovoljna duljina preklapanja	Kontinuitetna armatura u ploči duž cijelog mosta, kod nastavljanja nosača dovoljne duljine preklapanja armature
Oprema mosta i hidroizolacija skloni otkazivanju	Detalji opreme i odvodnje koji ne otkazuju čak i pri smanjenom održavanju

Ranija praksa – mnogo problema trajnosti i izvedbe (više se ne radi):

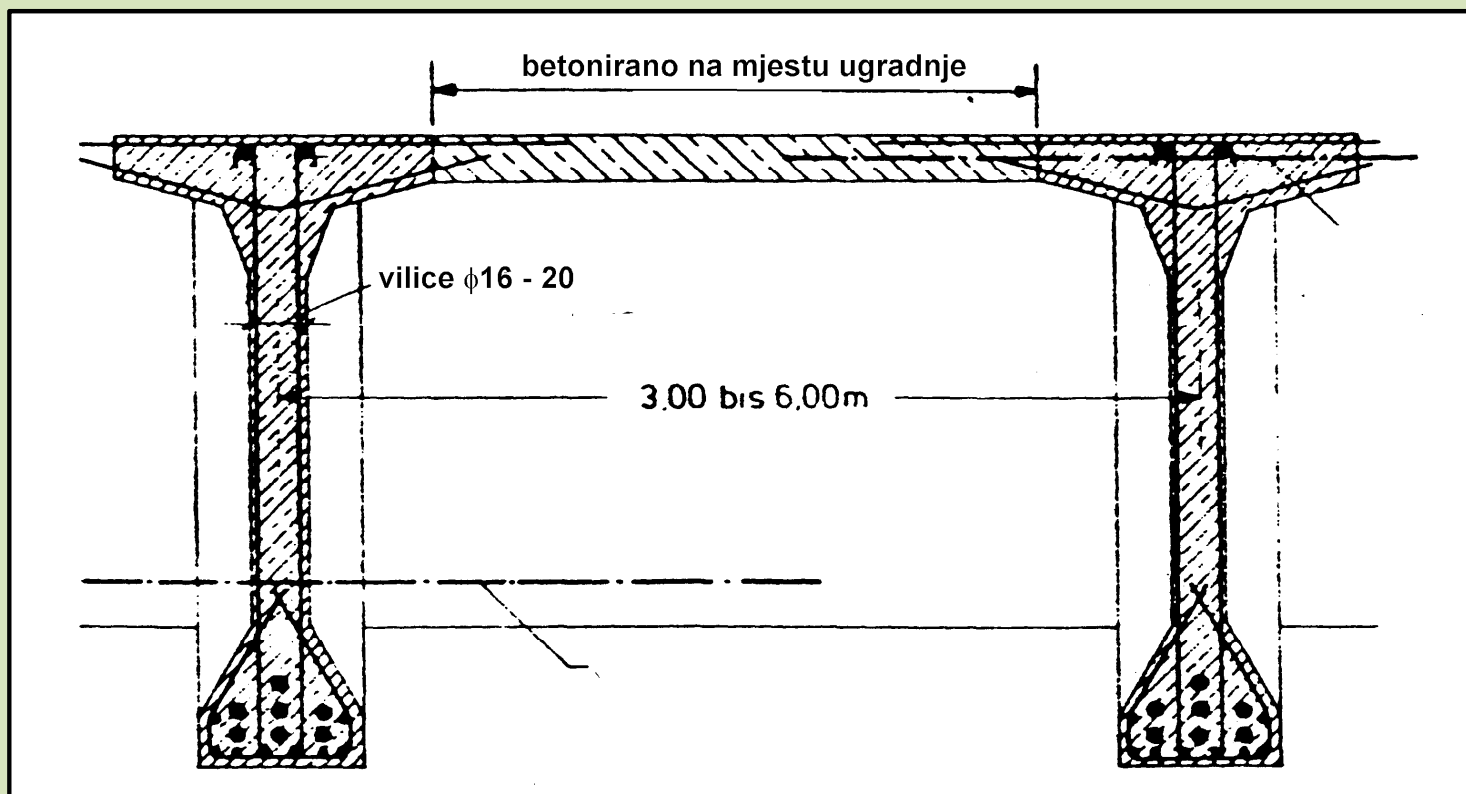
Nosači sa širokim gornjim pojasevima i s uskom reškom betoniranom na mjestu gradnje



- Petlja poprečne armature za izvedbu reške
- Moguće poprečno prednapinjanje
- Nedostatak u neravnosti gornje plohe
- Zahtijeva se velika točnost izvedbe jer se na gornju plohu izravno postavlja izolacija i cestovni zastor

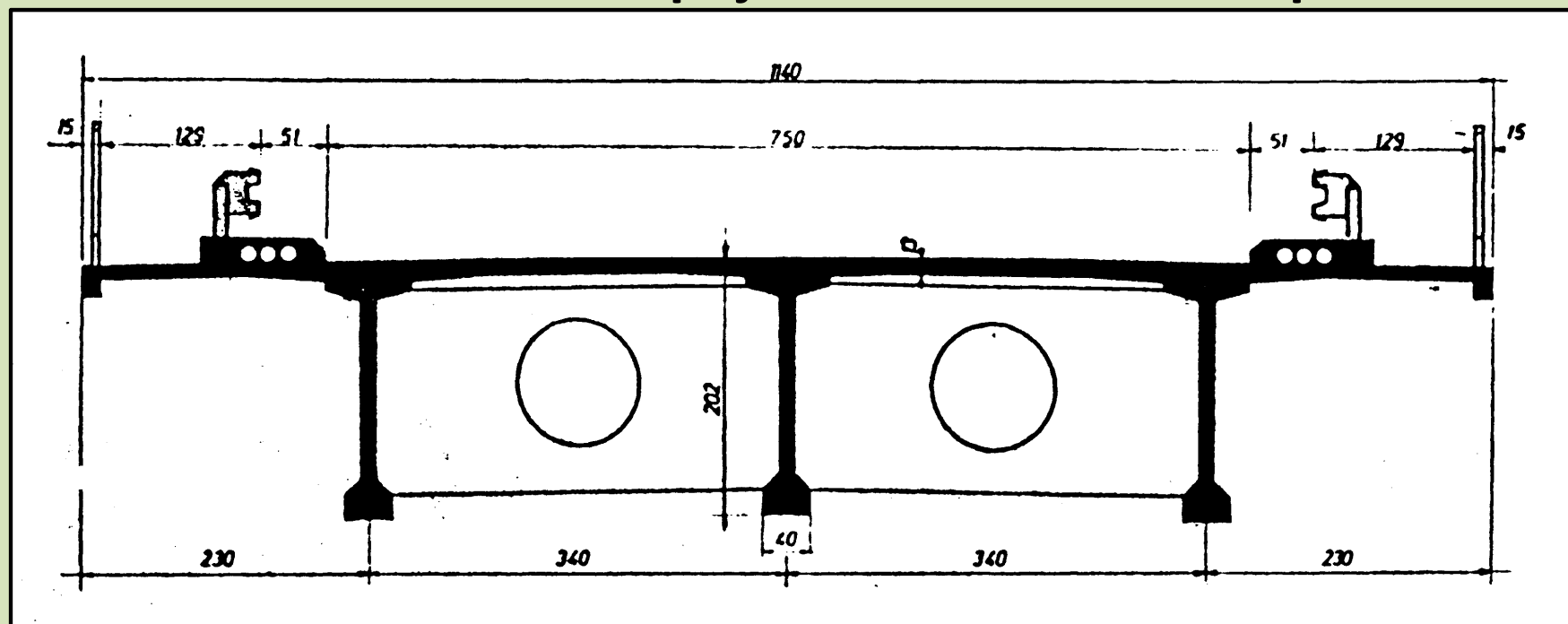
Ranija praksa – mnogo problema trajnosti i izvedbe (više se ne radi):

Nosači s uskim gornjim pojasevima i sa širokom trakom između, betoniranom na mjestu gradnje



- Prednosti – veći razmak nosača, manja težina nosača jer se veći dio kolničke ploče betonira na mjestu
- Pogreške u izvedbi i deformacije uslijed puzanja montažnih nosača imaju utjecaj na ploču kolnika

Ranija praksa – mnogo problema trajnosti i izvedbe (više se ne radi): Montažni nosači s uskim pojasevima i montažna ploča kolnika



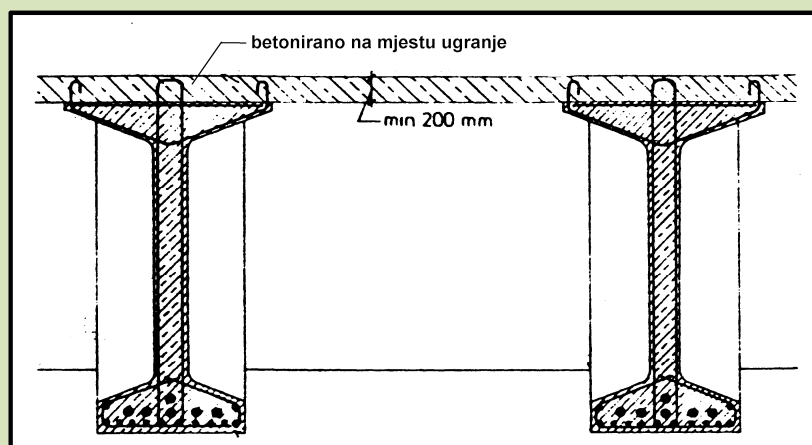
- Poprečni presjek konstrukcije kolnika mosta kopno-otok Krk
- Prednost – brzina izvedbe, monolitni su jedino poprečni nosači
- Poprečni spojevi na mjestu poprečnih nosača, uzdužni spojevi iznad srednjeg nosača
- U ploči se ostavljaju otvori u koje ulazi armatura za vezu pojasa rubnih glavnih nosača i montažne ploče, koji se kasnije betoniraju na licu mjesta
- Nedostatak – velika neravnost plohe kolničke ploče uslijed netočnosti izvedbe i nosača i ploče i uslijed deformacija od puzanja



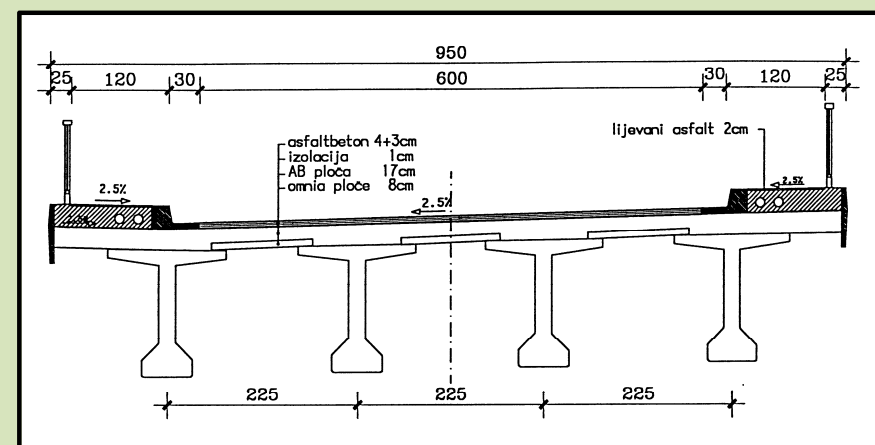
Novija praksa – ploča kolnika poseban monolitan element:

Nosači s uskim gornjim pojasevima i s pločom kolnika površ,
betoniranom na mjestu gradnje

Klasična oplata:



Oplata od gotovih omnia ploča:

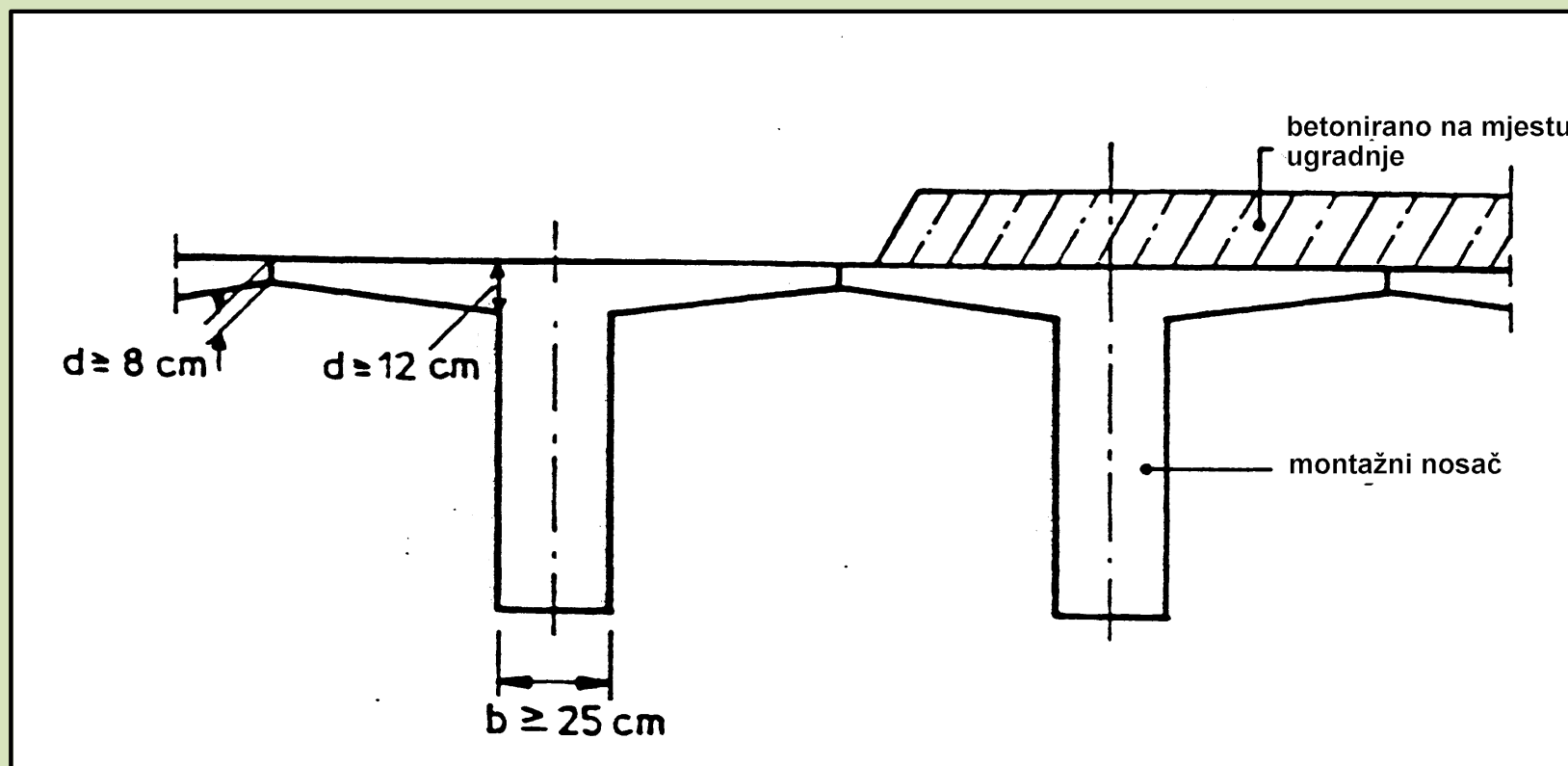


- Težina montažnih nosača do 2000 kN
- Ploča min. 20 cm
- Pločom se ispravljaju pogreške u geometriji

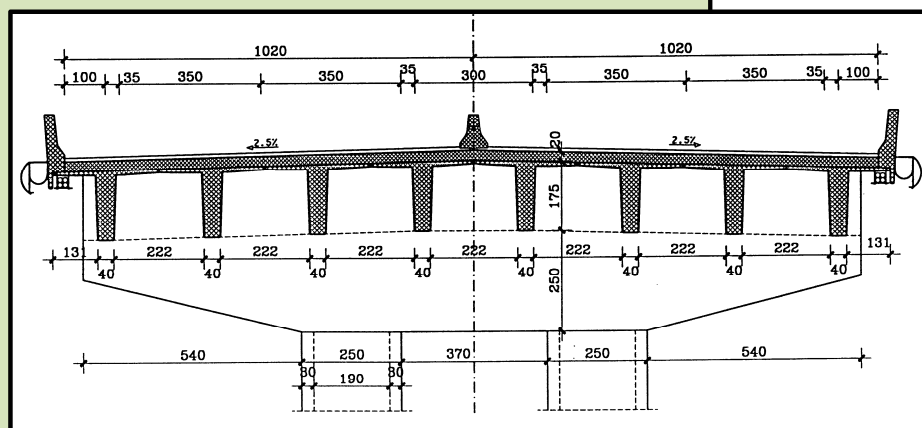
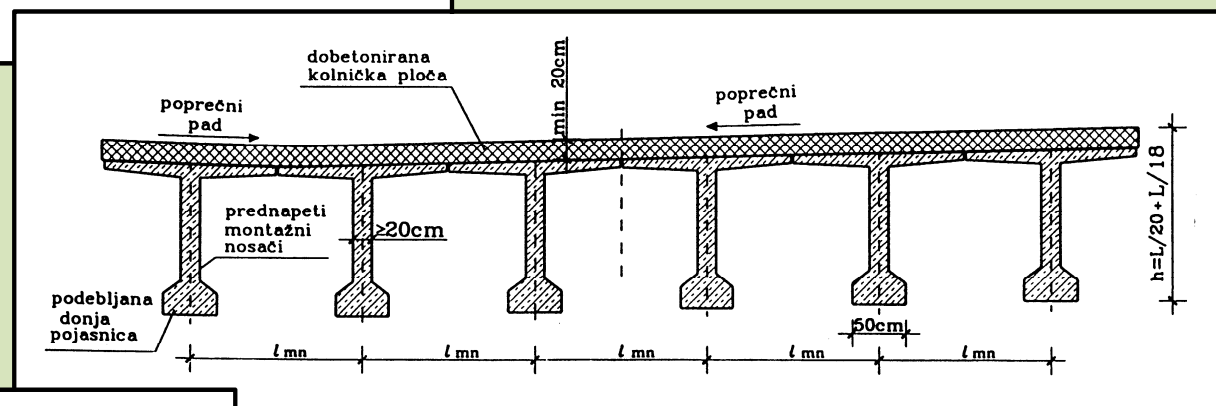


Novija praksa – ploča kolnika poseban monolitan element:

Nosači s priljubljenim gornjim pojasevima i s pločom kolnika betoniranom na mjestu gradnje



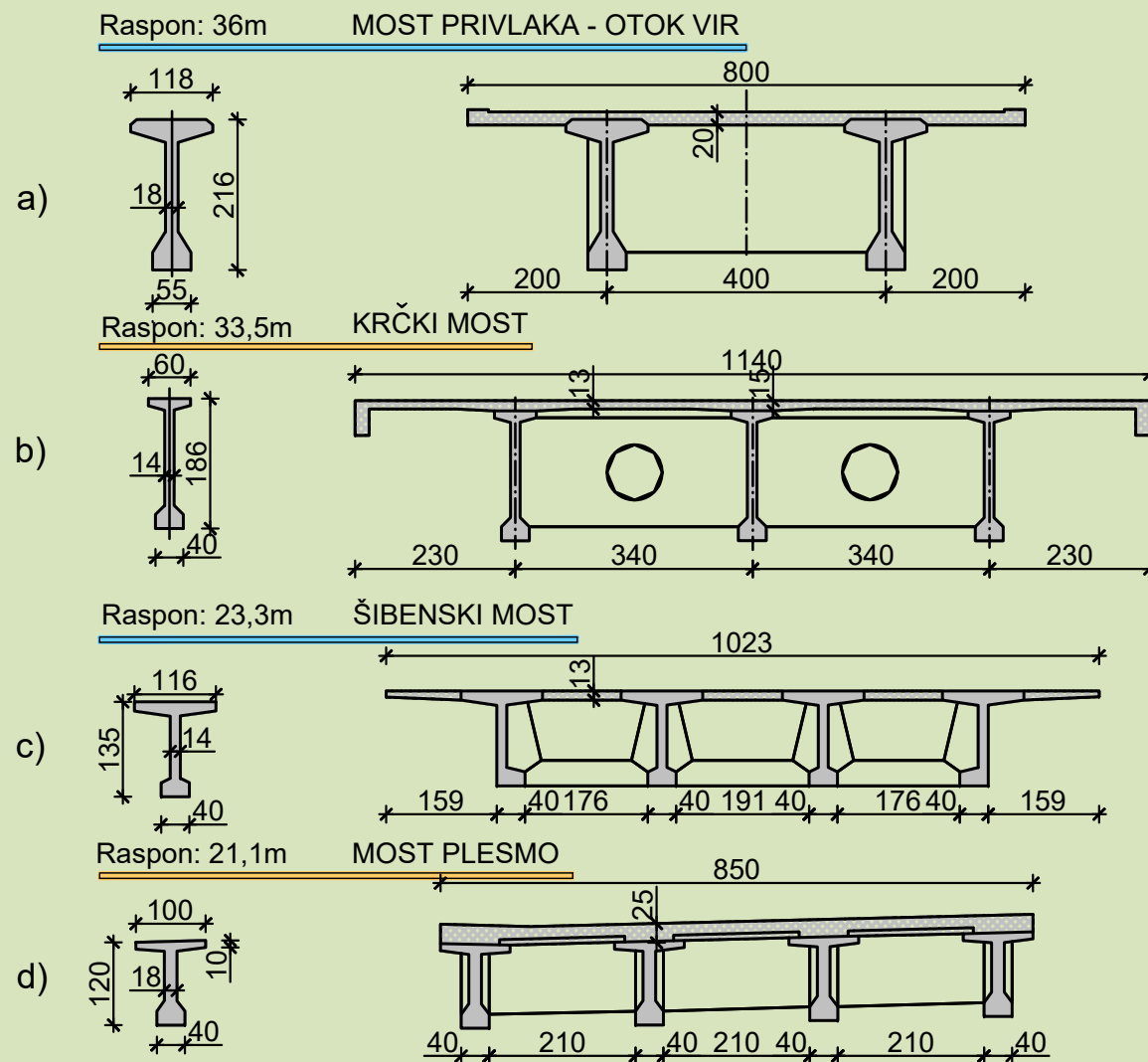
- Nema oplate, nema poprečnih nosača
- Prikladno za tipizaciju do 40 m



Primjeri izvedenih mostova

- Razvojni put**
 - prije: smanjenje utroška gradiva (a, b, c)
 - danas: optimalna trajnost (d)

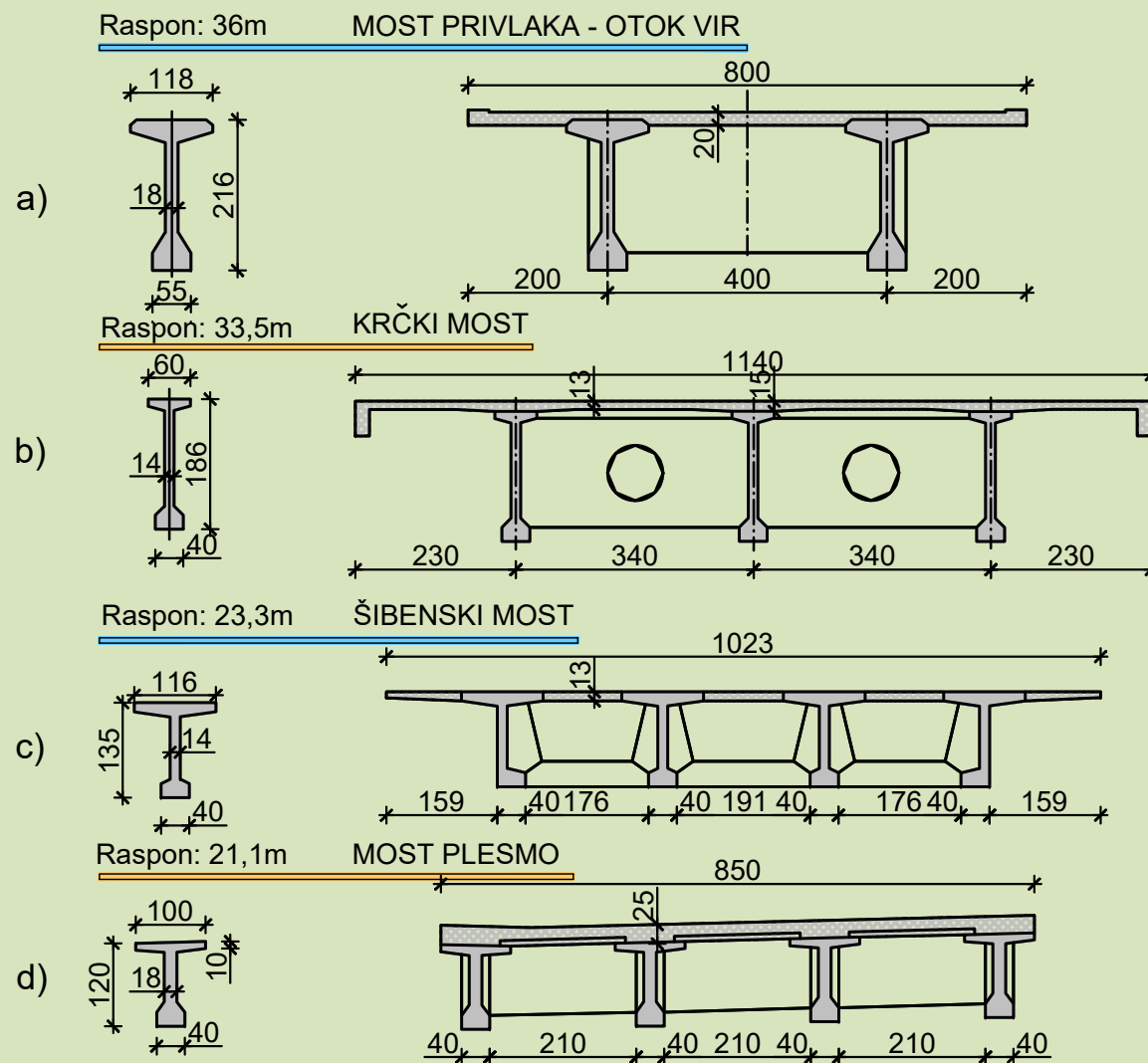
- a, b: montažna kolnička ploča: loša iskustva u pogledu:
 - trajnosti
 - problem pri montaži zbog izvijanja nosača prema gore uslijed prednapinjanja pa je teško postići jednoliko nalijevanje montažne ploče
 - tanke ploče (danas min. 20cm, standardno je to ipak 25cm)





Primjeri izvedenih mostova

- c: ploča u razini gornjeg pojasa:
- ušteda gradiva
- uzdužne reške slaba mjesta u pogledu trajnosti
- poteškoće u izvedbi



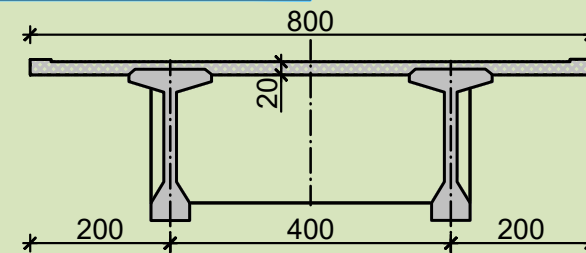
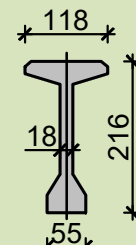
Primjeri izvedenih mostova

- a, b, c: poprečni nosači u polju kompliciraju izvedbu
- d: poprečna razdioba ostvaruje se samo putem kolničke ploče i poprečnih nosača nad osloncima

Raspon: 36m

MOST PRIVLAKA - OTOK VIR

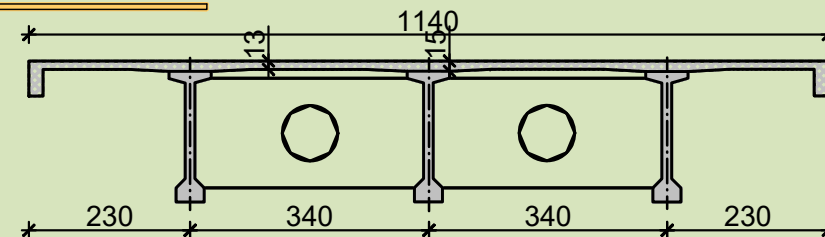
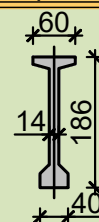
a)



Raspon: 33,5m

KRČKI MOST

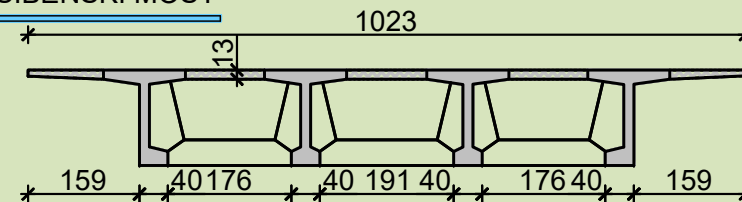
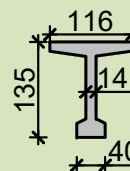
b)



Raspon: 23,3m

ŠIBENSKI MOST

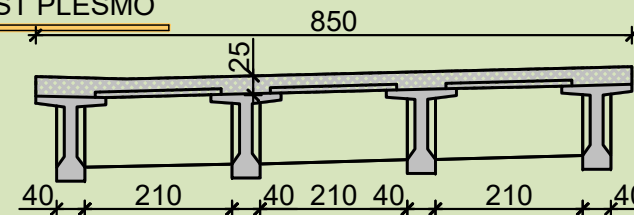
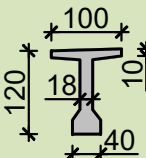
c)



Raspon: 21,1m

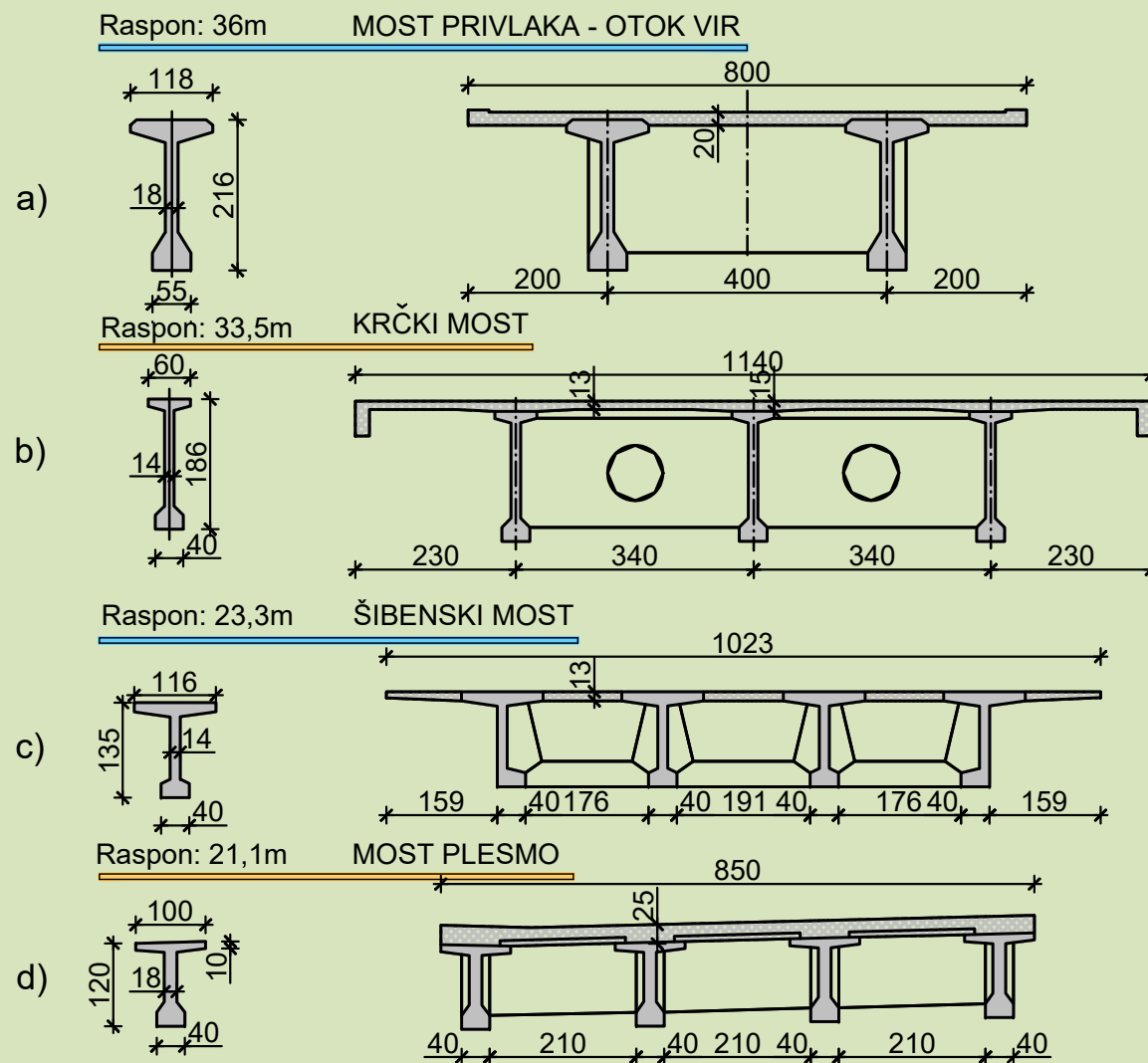
MOST PLESMO

d)



Primjeri izvedenih mostova

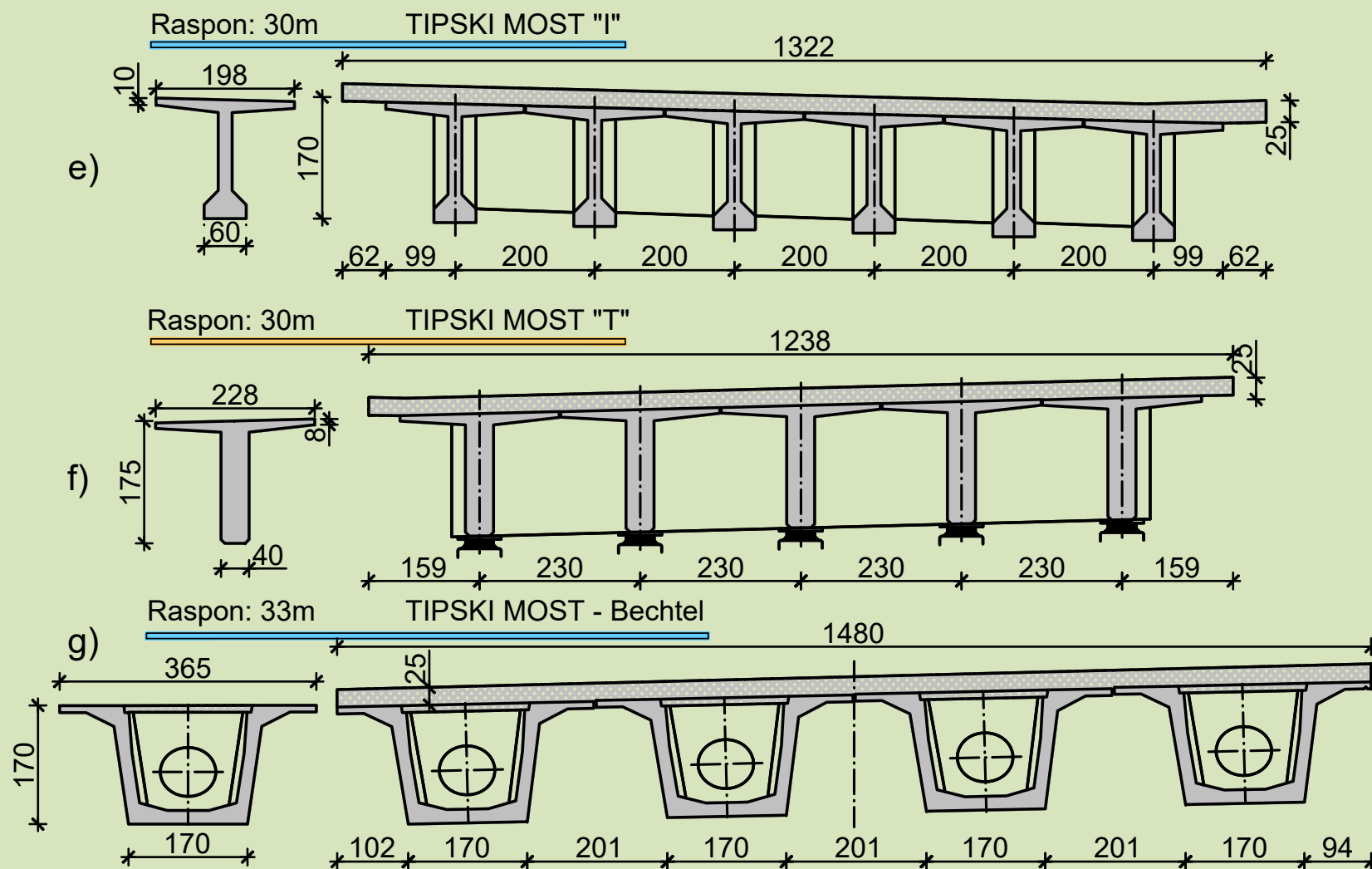
- a, b, c: pojasnice glavnih nosača su razmaknute – komplicirana izvedba zbog dodatne skele i oplata
- d: omnia ploče između pojaseva – izgubljena oplata tijekom betoniranja kolničke ploče i kasnije njen sastavni dio za prijenos opterećenja





NOVI presjeci za nove hrvatske autoceste – težak promet i produžena trajnost

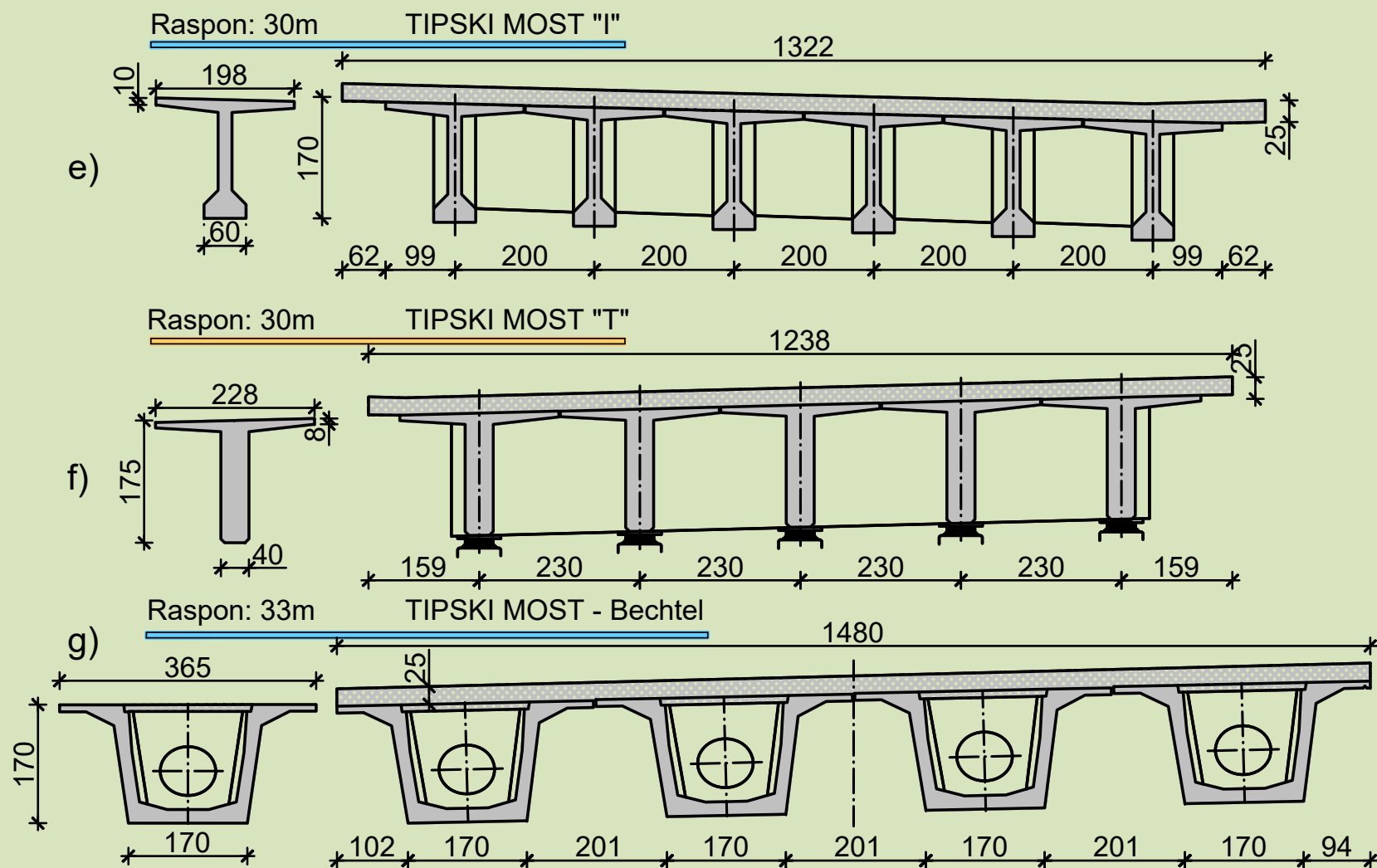
- e: I - presjek - za manju agresivnost okoliša – hrbat debljine 23 cm
- f: T-presjek - najveći utrošak gradiva ali i povećana trajnost (autoceste uz more), također mnogo veća nosivost na posmik





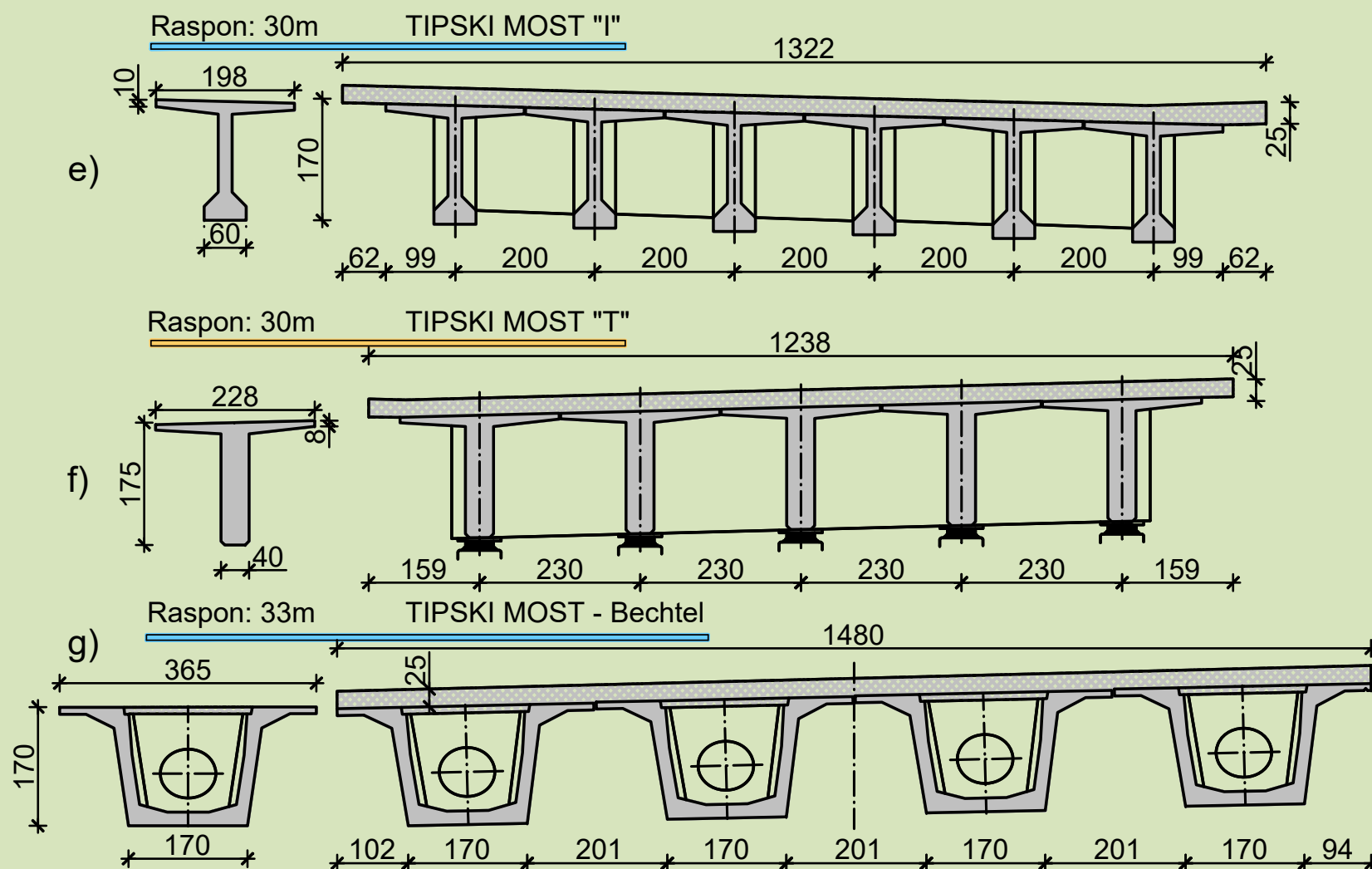
NOVI presjeci za nove hrvatske autoceste – težak promet i produžena trajnost

- g: zatvoreni uzdužni nosači
 - velika torzijska krutost – poprečni nosači nisu potrebni niti na osloncima
 - šupljine u nosačima moraju biti dostupne pregledu zbog održavanja





- e, f: gornje pojasnice priljubljene – monolitna izvedba ploče
 - veći broj nosača
 - povoljna poprečna raspodjela i trajnost
- g: kombinacija omnia ploče i monolitne kolničke ploče





Presjeci za nove hrvatske autoceste u unutrašnjosti zemlje





Presjeci za nove hrvatske autoceste uz more





Zatvoreni sandučasti presjeci za rebraste mostove





Naknadna izvedba monolitne kolničke ploče



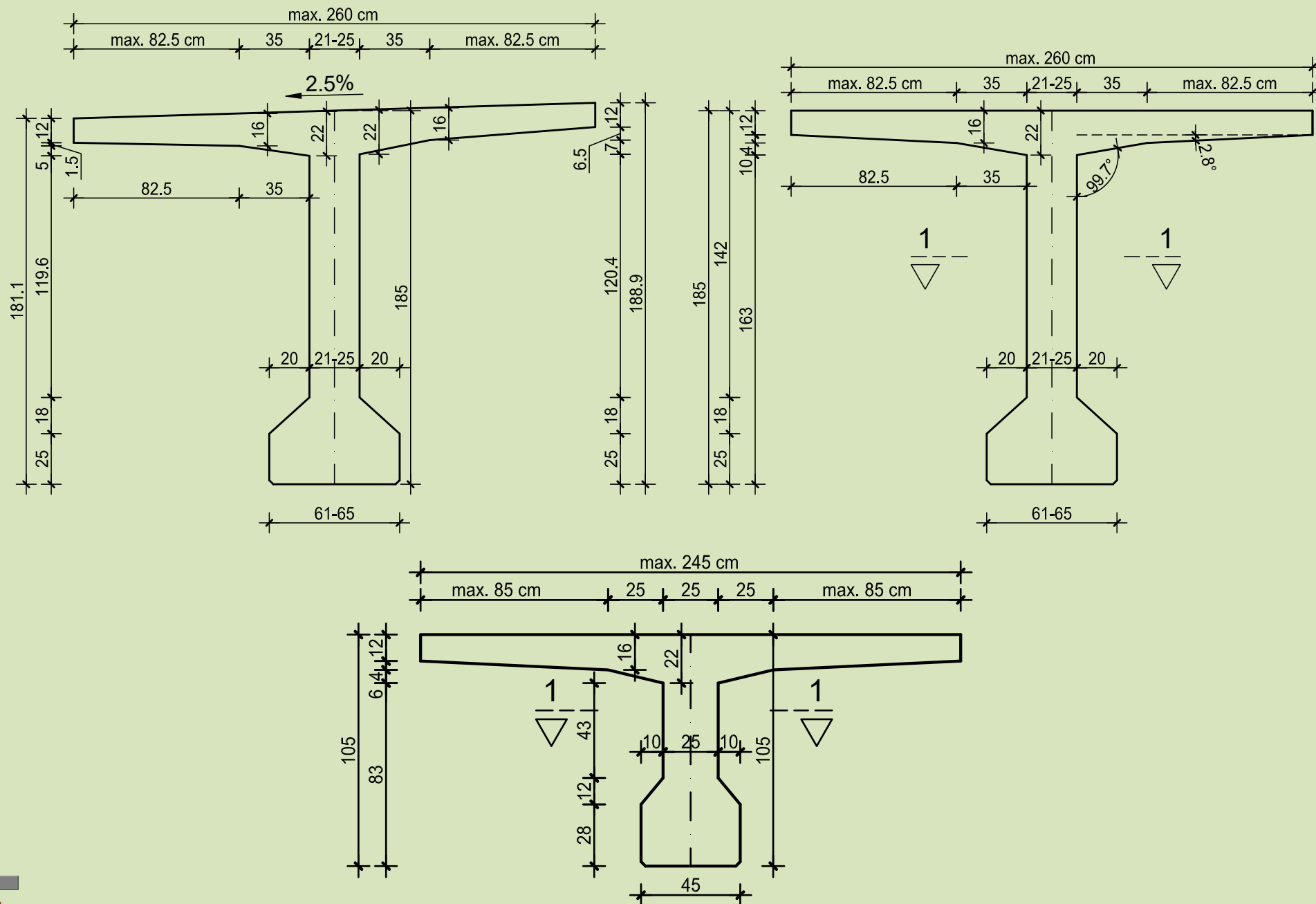


Suvremeni tipovi nosača (tvrтка Viadukt)

BUBLE TEA ('I' NOSAČ)	'Tv' NOSAČ	'Tm' NOSAČ
'I' NOSAČ	'I' NOSAČ	SAN 210/135



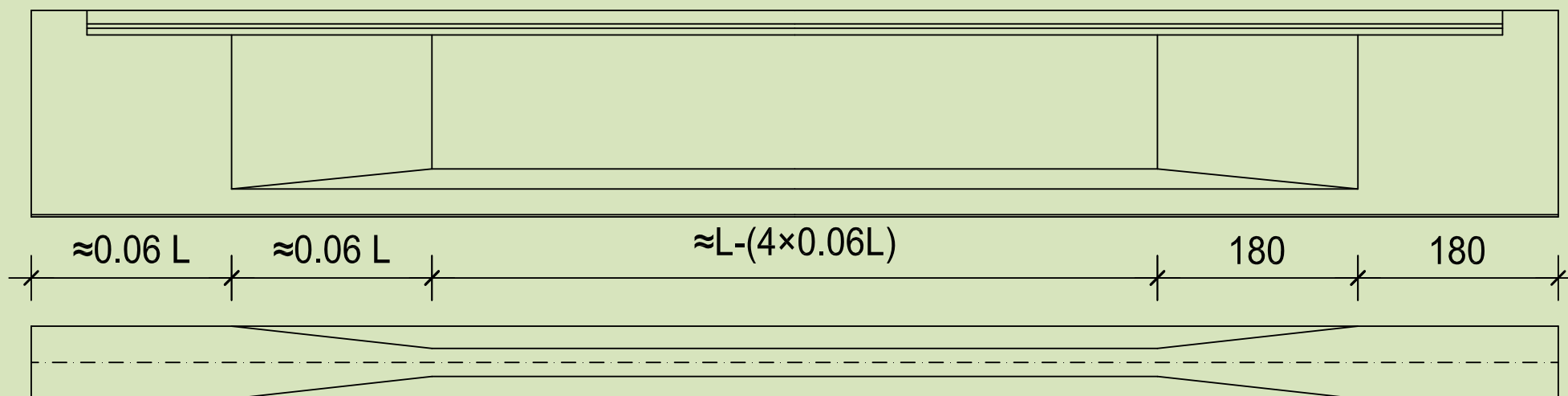
Suvremeni tipovi nosača (tvrтка Viadukt)



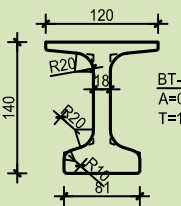
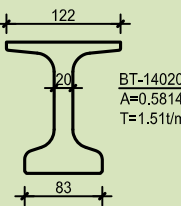
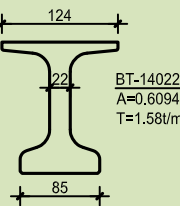
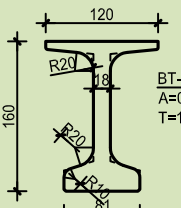
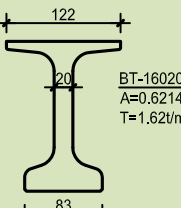
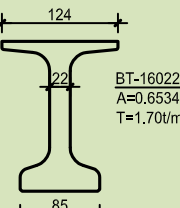
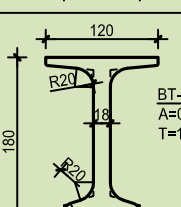
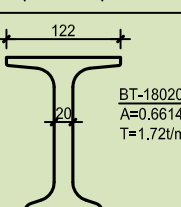
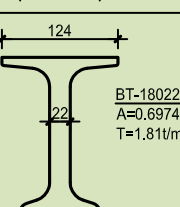
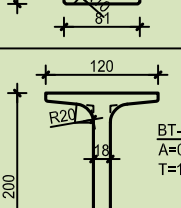
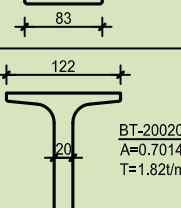
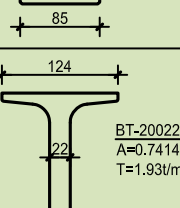
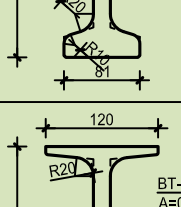
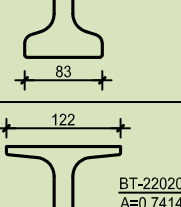
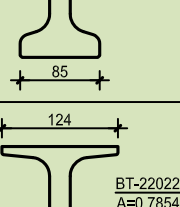


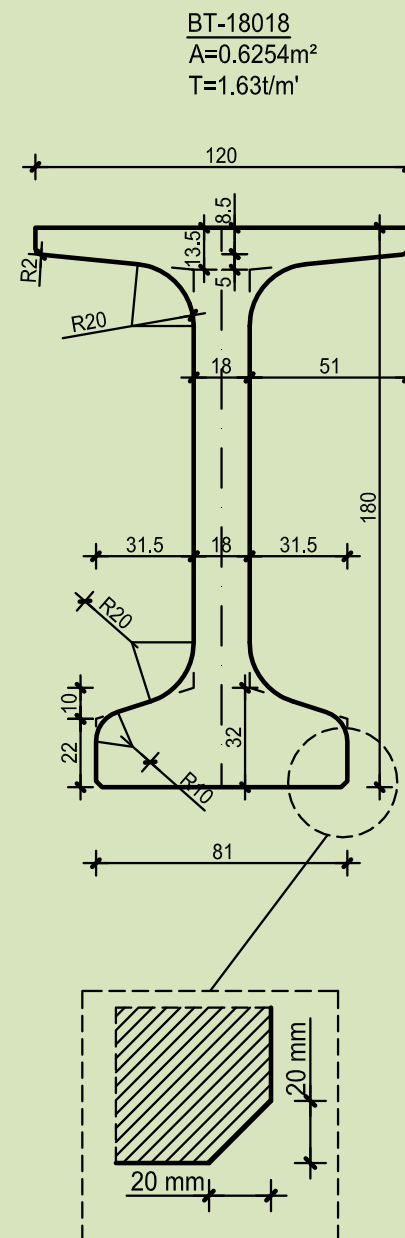
Suvremeni tipovi nosača (tvrтка Viadukt)

PRESJEK 1-1 OPLATE NOSAČA



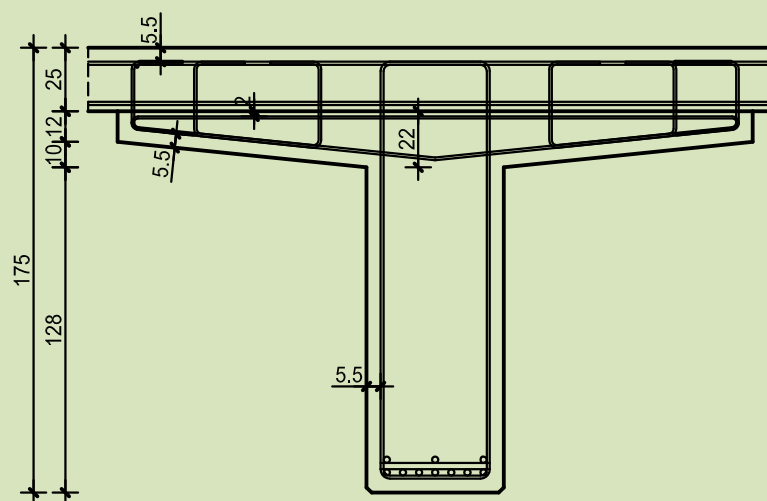
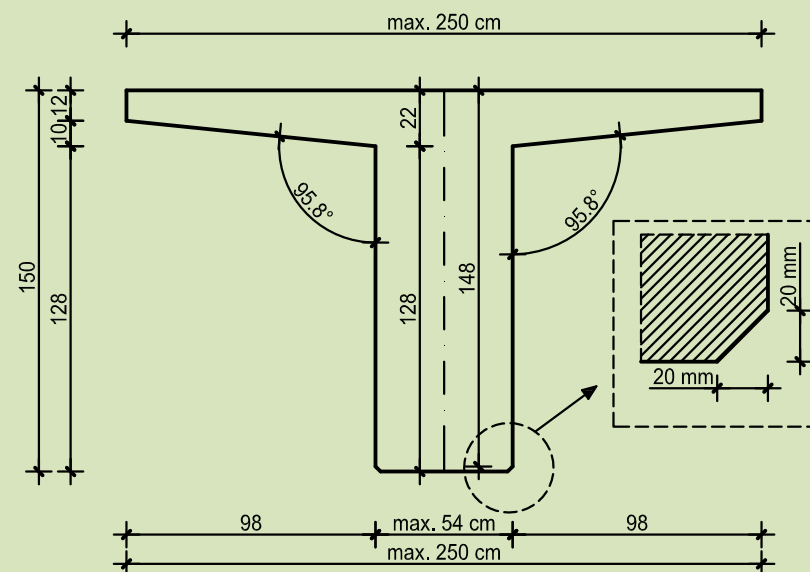
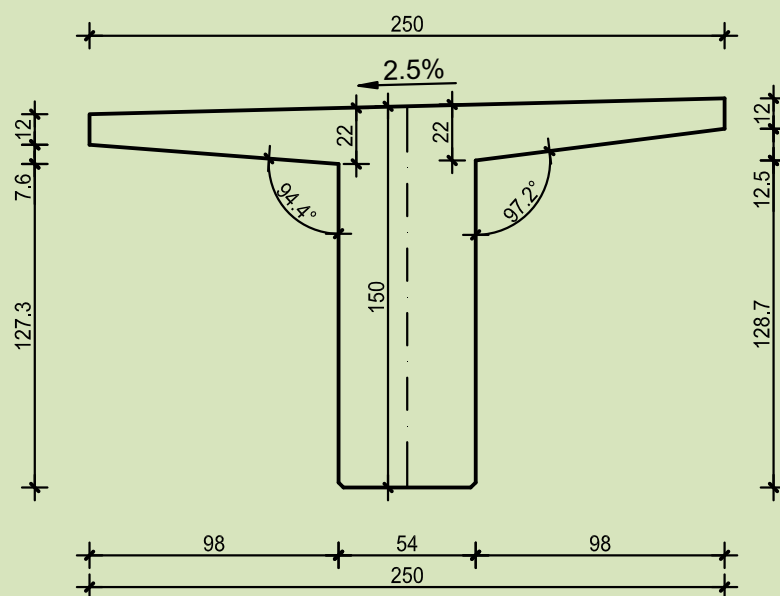
Suvremeni tipovi nosača (tvrтка Viadukt)

BT-140	 BT-14018 A=0.5534m² T=1.44t/m'	 BT-14020 A=0.5814m² T=1.51t/m'	 BT-14022 A=0.6094m² T=1.58t/m'
BT-160	 BT-16018 A=0.5894m² T=1.53t/m'	 BT-16020 A=0.6214m² T=1.62t/m'	 BT-16022 A=0.6534m² T=1.70t/m'
BT-180	 BT-18018 A=0.6254m² T=1.63t/m'	 BT-18020 A=0.6614m² T=1.72t/m'	 BT-18022 A=0.6974m² T=1.81t/m'
BT-200	 BT-20018 A=0.6614m² T=1.72t/m'	 BT-20020 A=0.7014m² T=1.82t/m'	 BT-20022 A=0.7414m² T=1.93t/m'
BT-220	 BT-22018 A=0.6974m² T=1.81t/m'	 BT-22020 A=0.7414m² T=1.93t/m'	 BT-22022 A=0.7854m² T=2.04t/m'





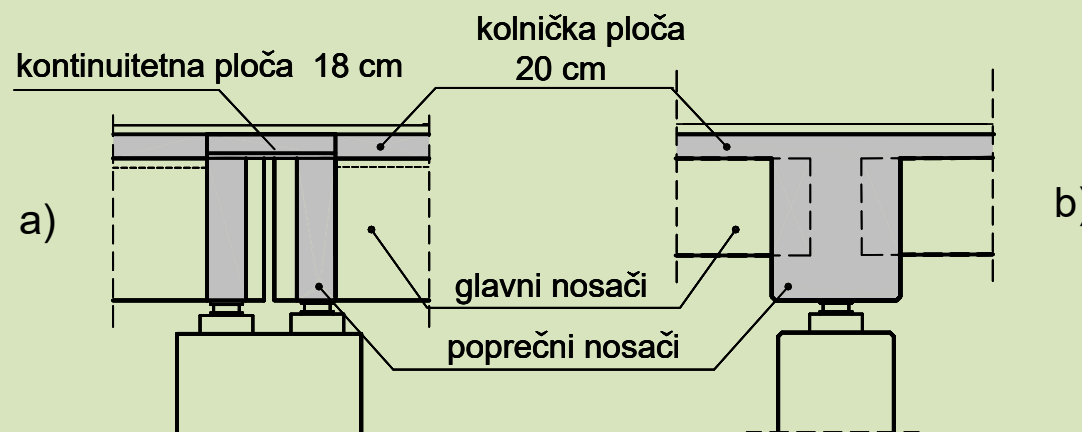
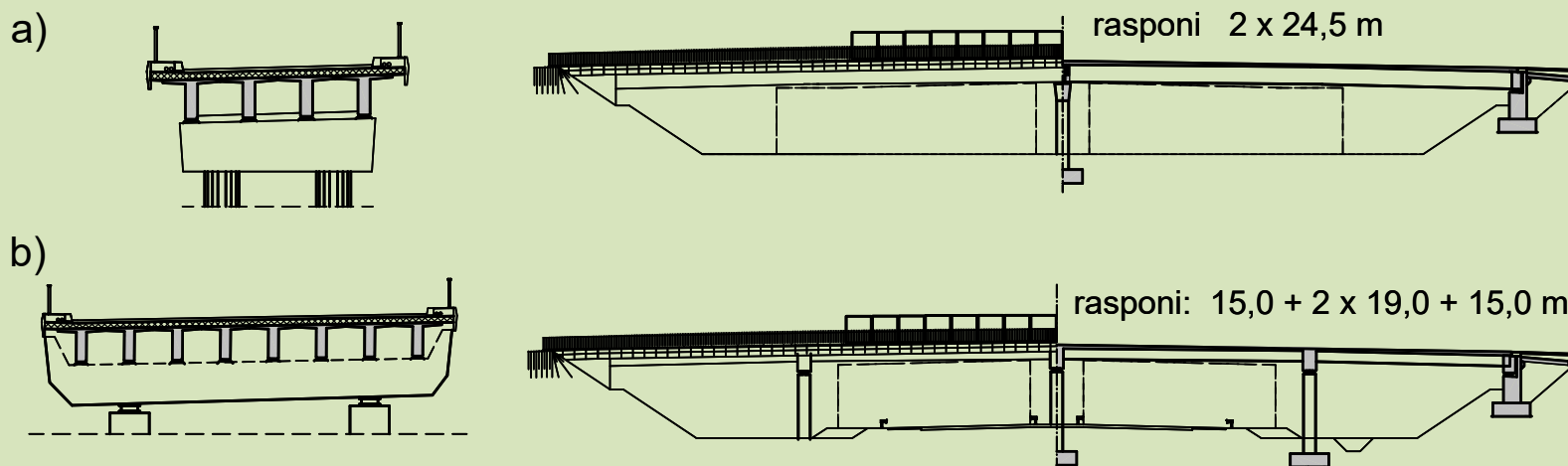
Suvremeni tipovi nosača (tvrтка Viadukt)





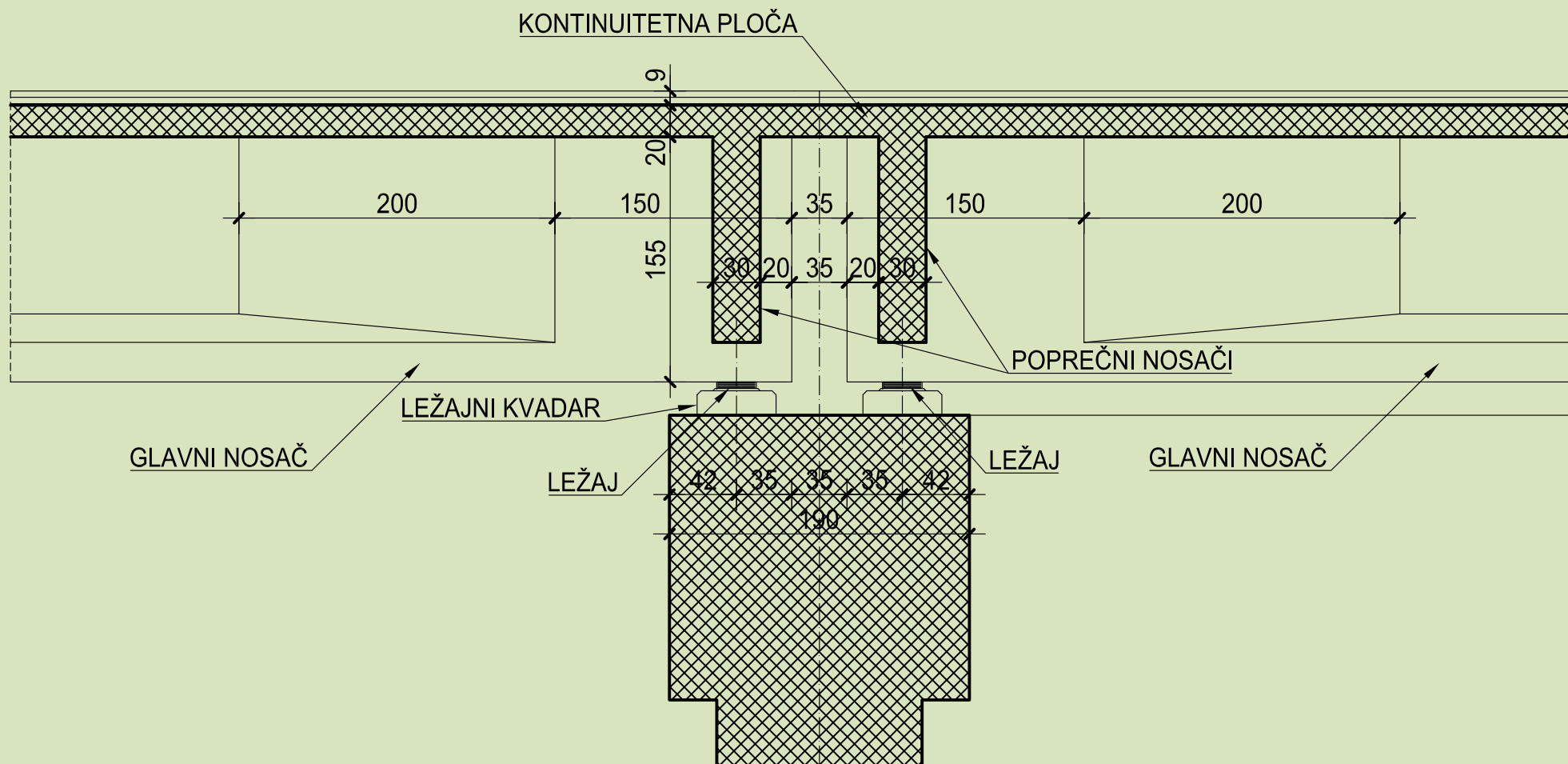
Uspostavljanje uzdužnog kontinuiteta

- Kontinuitetna ploča (a) – niz prostih greda – slabo tlo gdje se očekuju različita diferencijalna slijeganja (poprečni nosači debljine 40 cm)
- Puni kontinuitet (b) – povoljnije za trajnost (poprečni nosač debljine >150 cm)
– mogući veći rasponi





Uspostavljanje uzdužnog kontinuiteta – kontinuitetna ploča





Uspostavljanje uzdužnog kontinuiteta – kontinuitetna ploča



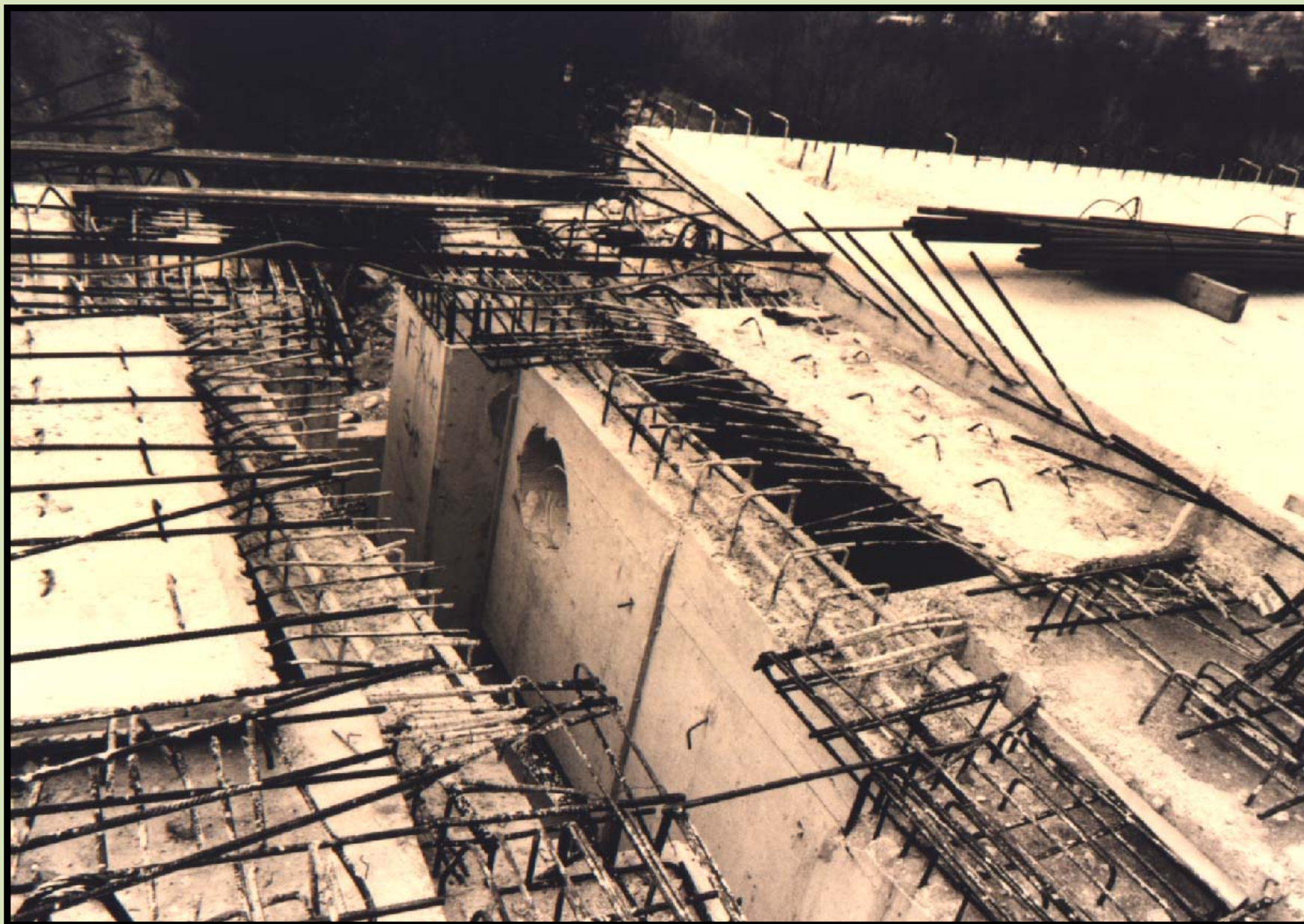


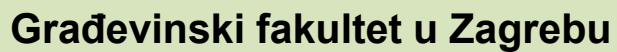
Uspostavljanje uzdužnog kontinuiteta – kontinuitetna ploča





Uspostavljanje uzdužnog kontinuiteta – kontinuitetna ploča





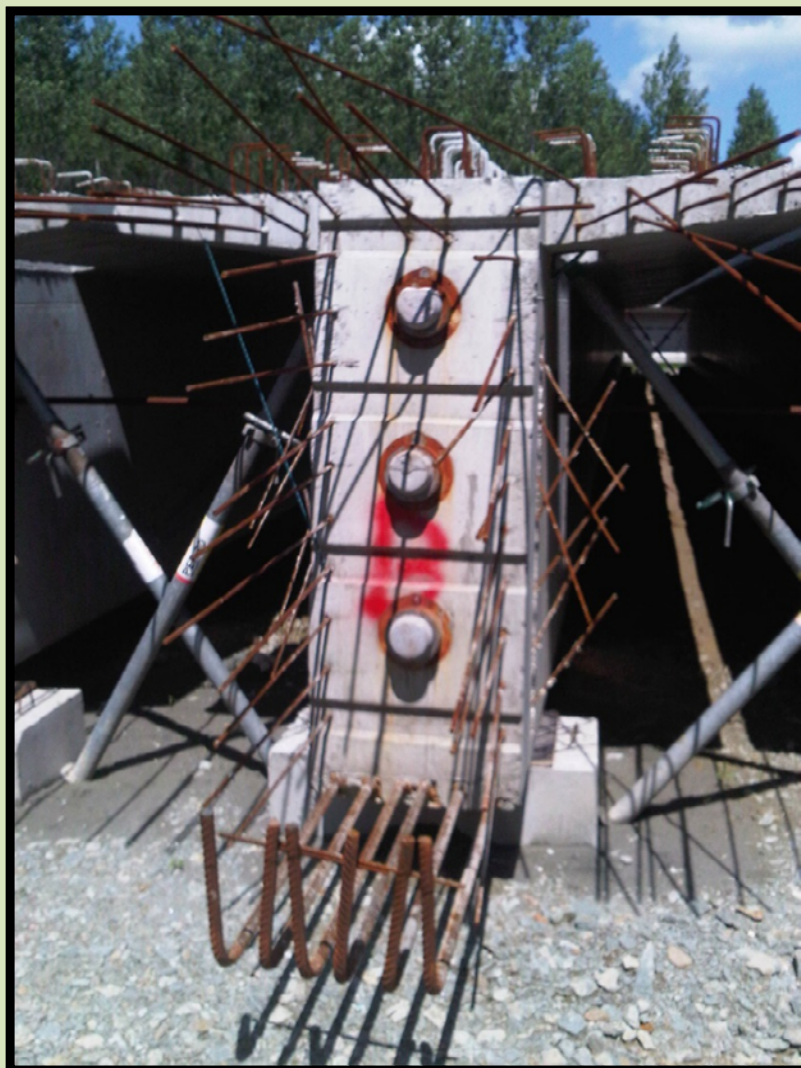


Uspostavljanje uzdužnog kontinuiteta – puni kontinuitet





Uspostavljanje uzdužnog kontinuiteta – puni kontinuitet



Detalj nosača
spremnog za
montiranje



Uspostavljanje uzdužnog kontinuiteta – puni kontinuitet





Uspostavljanje uzdužnog kontinuiteta – puni kontinuitet





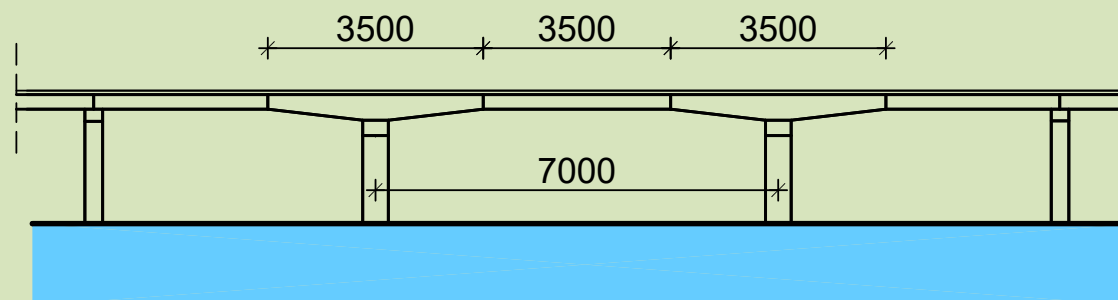
Geometrijsko vođenje nivelete

- Rebrasti mostovi mogu biti kosi, pri čemu su grede uzdužno izmaknute jedna u odnosu na drugu – ograničenje kuta kosine oko 60°
- Ukoliko se presjek proširuje između oslonaca, grede se postavljaju u prikladnom rasporedu, tako da nisu usporedne.
- Moguće je i vođenje nivelete mosta u krivini tako da se linije uzdužnih slobodno postavljenih nosača na mjestima stupova poligonalno lome, a rubovi kolničke ploče mogu se izvesti zakrivljenima
 - ograničenje radijusa od 300-500 m
- Kod vođenja nivelete u vertikalnoj krivini nosači su ravni, poligonalno se lome na mjestima oslonaca, a razlika od poligona do kružnice nivelete se ostvaruje promjenjivom debljinom kolničke ploče

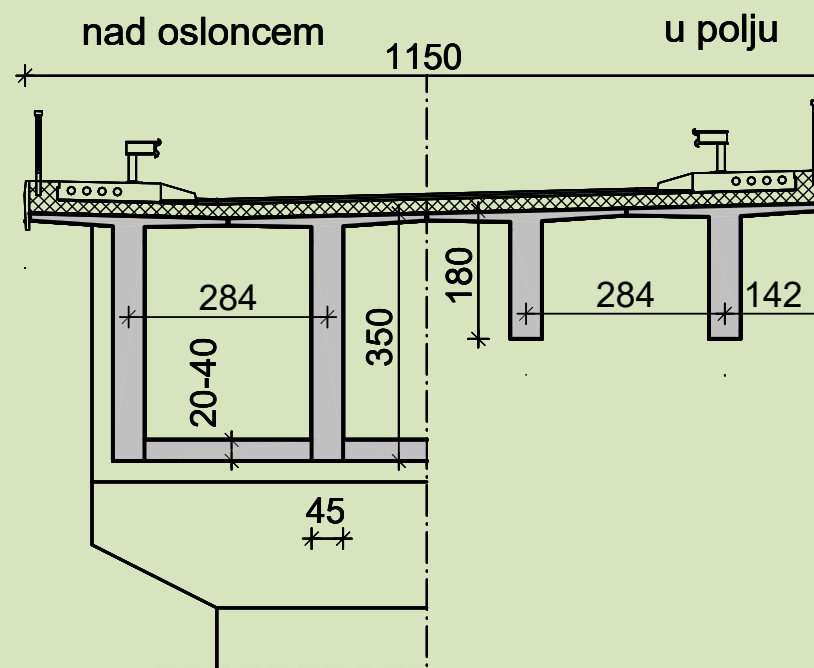


Povećanje raspona izvedbom stolova

- Izvedbom stolova se prelazi ograničenje raspona od 30 m
- Na mjestu spoja izvode se ležajne klupe sa ležajevima kao i inače kod stupa (ranije) ili se izvodi monolitni kontinuitetni spoj betoniranjem na licu mjesta



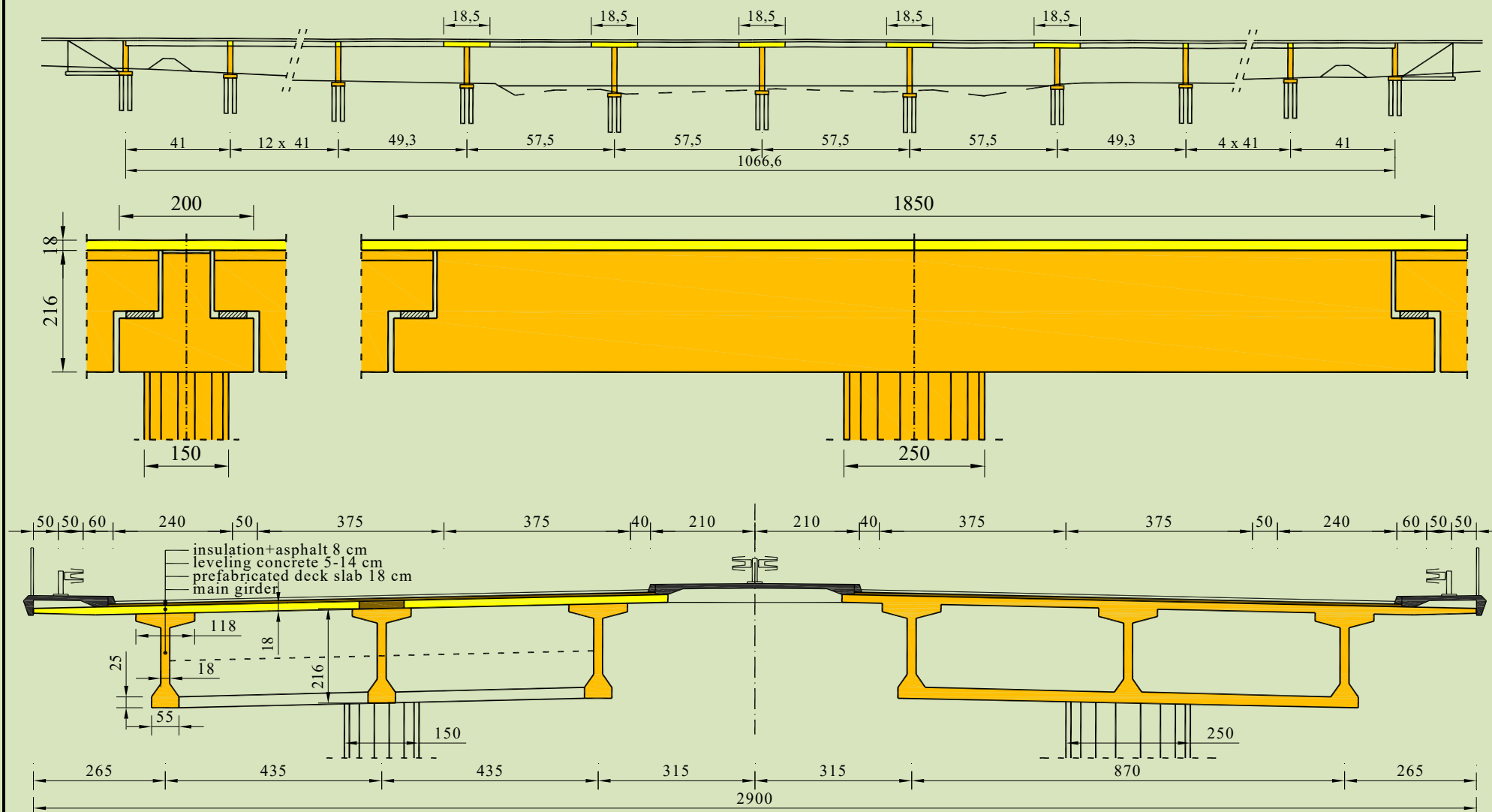
- Most Pašman, idejni projekt





Povećanje raspona izvedbom stolova

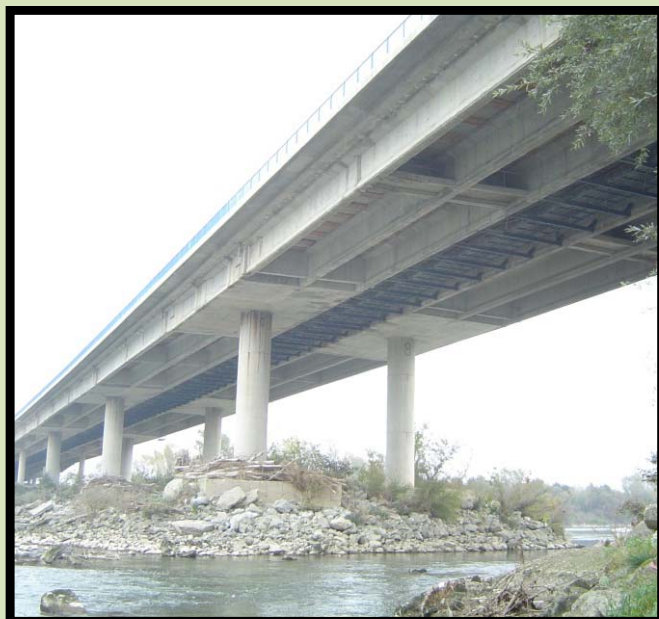
- Most Ivanja Reka preko Save, zagrebačka obilaznica





Povećanje raspona izvedbom stolova

- Most Ivanja Reka preko Save, zagrebačka obilaznica





Povećanje raspona izvedbom stolova



- Armiranje stola





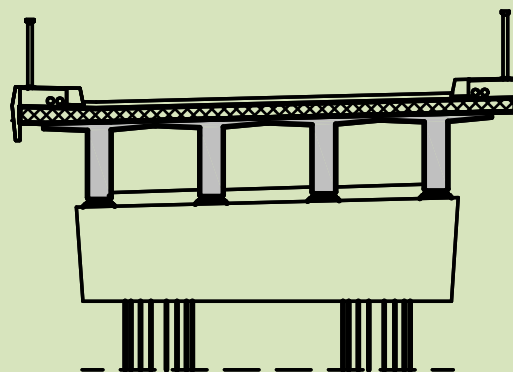
Povećanje raspona izvedbom stolova



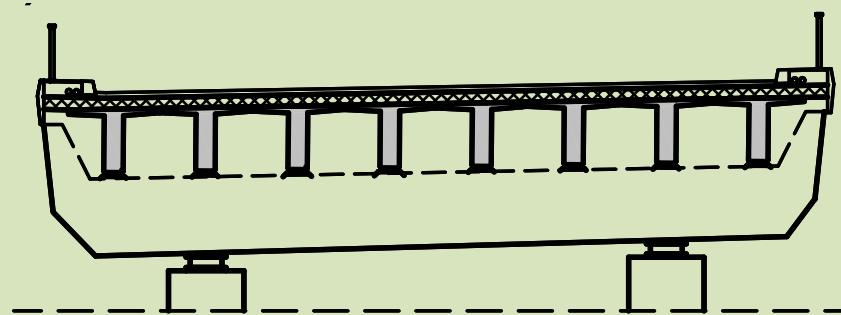


Detalji oslanjanja

- Dvije mogućnosti:
 1. Svaki uzdužni nosač ima zaseban oslonac:



2. Oslanjanje se ostvaruje preko poprečnog nosača pa je broj ležajeva manji od broja nosača:

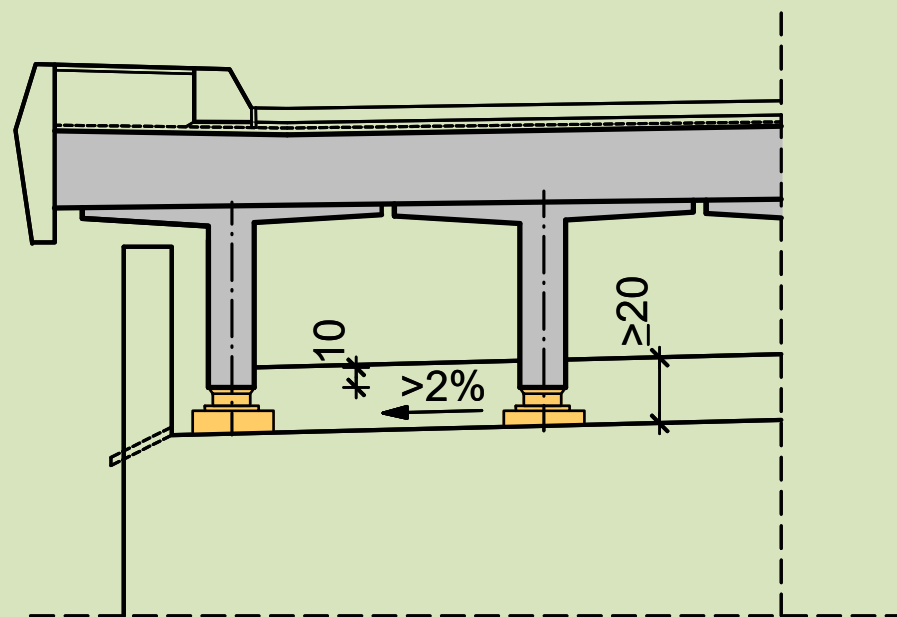
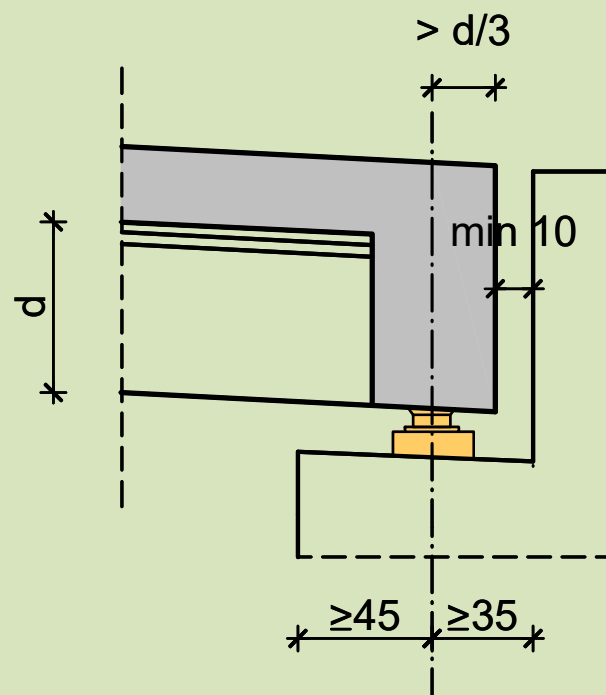




Detalji oslanjanja

Kod oslanjanja na elastomerne ležajeve potrebno je osigurati:

- Dovoljan prijelaz kraja nosača preko osi ležaja: sidrenje armature, unos sile prednapinjanja ($d/3$)
- Osigurati rasponski sklop protiv pada u slučaju potresa - povećanje oslonačkih ploha ili protupotresni graničnici
- Mjesto za hidrauličke preše, manji vijek trajanja ležajeva
- Dovoljan prostor za izvedbu: za vađenje oplata ili sigurno spuštanje nosača na mjesto bez udaranja u susjedne nosače





Detalji oslanjanja

- Elastomerni ležajevi preuzimaju horizontalnu silu samo s obzirom na svoju krutost i uz obaveznu deformaciju, i to samo ako je osigurana dovoljna veličina vertikalne reakcije.
- U djelovanju potresa kod ovakvih sustava zato postoji velika opasnost otkazivanja ležaja i ispadanja nosača sa mosta.
- Kako bi se to spriječilo ugrađuju se protupotresni graničnici u obliku blokova od betona čiji je zadatak da pri većem pomaku nosača on udari u njih i tako ne ispadne sa mosta.





Detalji oslanjanja



Detalji oslanjanja



Detalji oslanjanja





Detalji oslanjanja





STATIČKI PRORAČUN

STATIČKI PRORAČUN

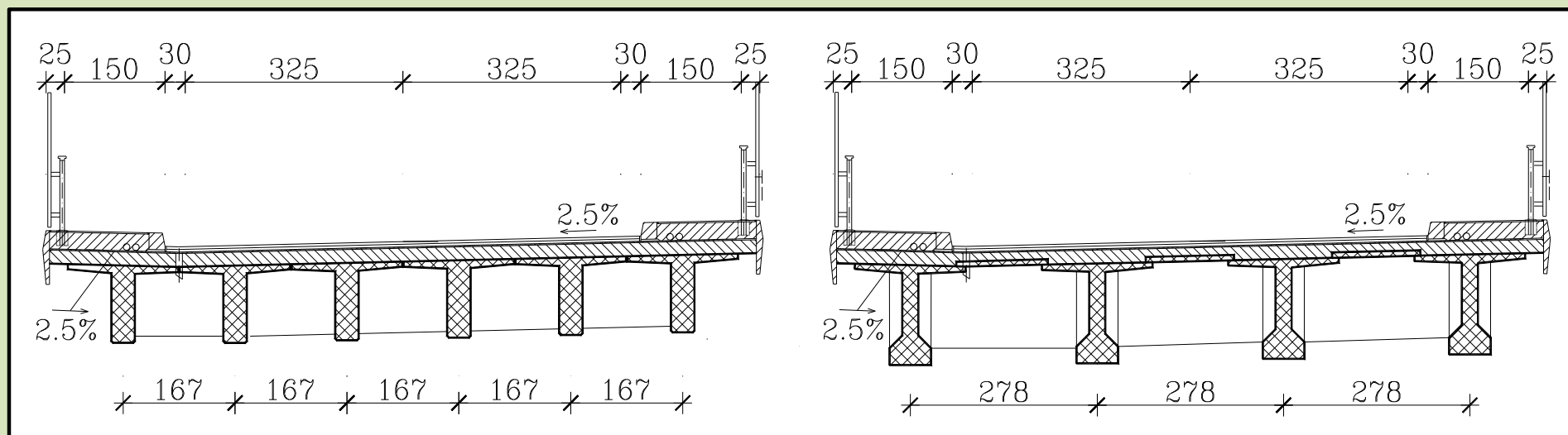
- Nosači su jasno definirani što modeliranje čini jednostavnije nego u slučaju ploče
- Dostupne metode proračuna:
 - svađanje na štapni sustav – poprečnom preraspodjelom definira se mjerodavno opterećenje za jedan nosač i dalje se on proračunava kao izdvojen element
 - roštiljni model
- Neovisno o obliku poprečnog presjeka provode se dva globalna statička proračuna:
 - Proračun u poprečnom smjeru
 - Proračun u uzdužnom smjeru





Dijelovi glavnih nosača za modeliranje presjeka

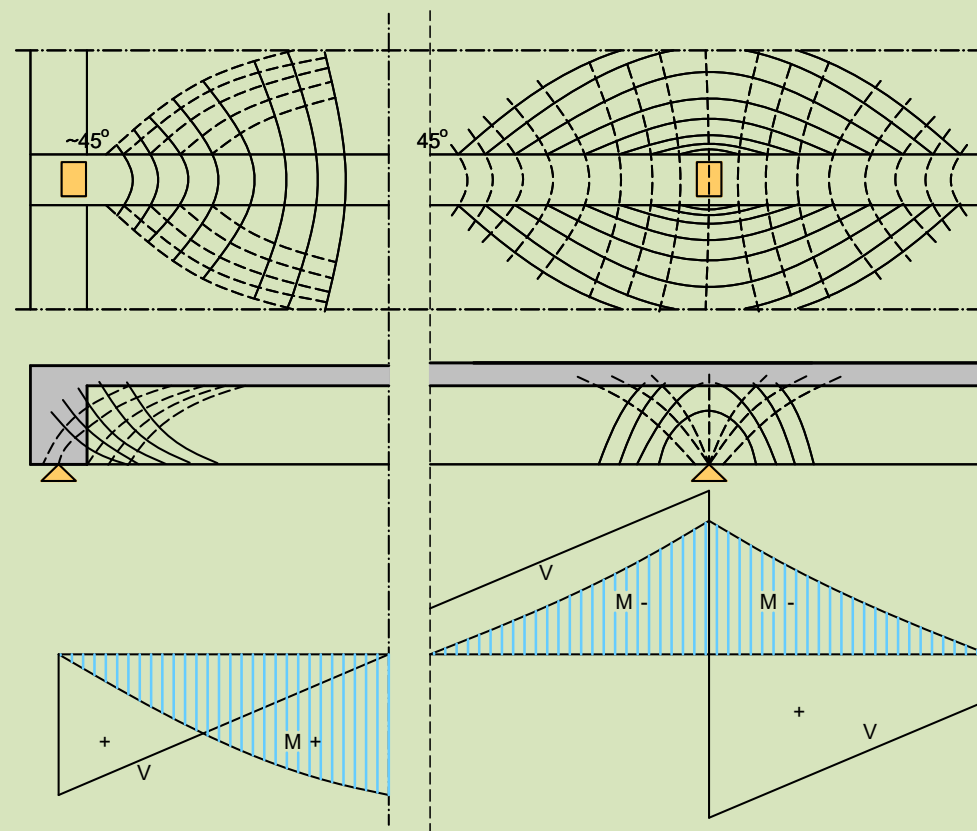
- Gornji pojas (kolnička ploča sudjelujuće širine)
- Rebro (hrbat, konstantne ili promjenjive debljine)
- Donji pojas (ukoliko nije izražen – uzima se donji dio rebra visine $0.2h$)





GORNJI POJAS

- Trajektorije glavnih naprezanja u ploči kolnika pri jednolikom opterećenju (puna crta – vlak, isprekidana crta – tlak)
- Negativni moment: gornji pojas - kosi vlak
- Posmik na spoju ploče i hrpta
- Nesimetrično opterećenje - jače opterećeni pojas skratiti će se više – posmik u gornjem pojasu



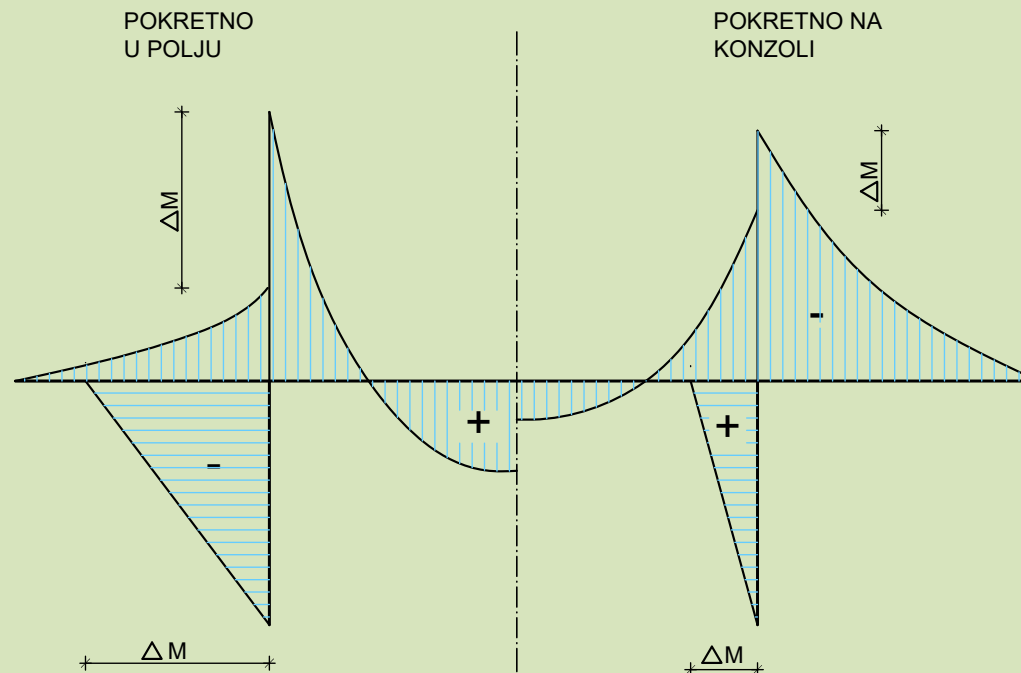
- Gornji pojas – dio ploče – preuzima horizontalne sile u svojoj ravnini





HRBAT

- Preuzima posmične sile između gornjeg i donjeg pojasa
- Glavni naponi od momenta savijanja i poprečnih sila u uzdužnom smjeru
- Poprečni momenti savijanja od upetosti ploče u rebro

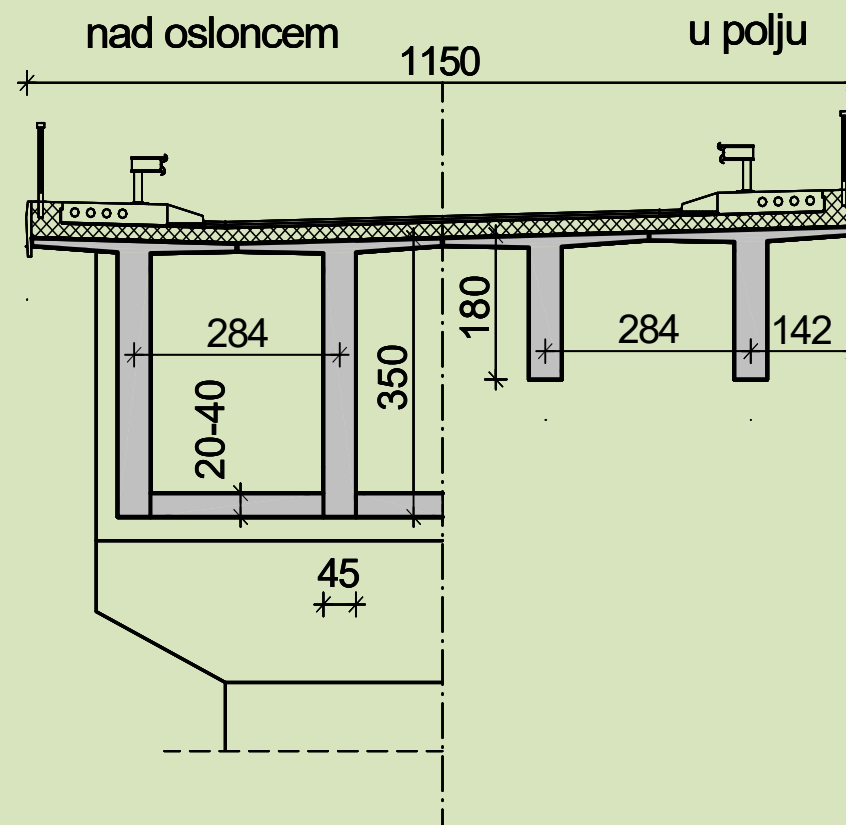


- Ako je na donjoj strani rebra široki pojas - dodatno opterećenje rebra na vlak vertikalno (svi dijelovi ispod težišne linije – obješeni za tlačni pojas)



DONJI POJAS

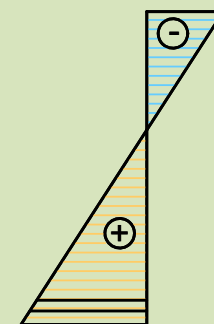
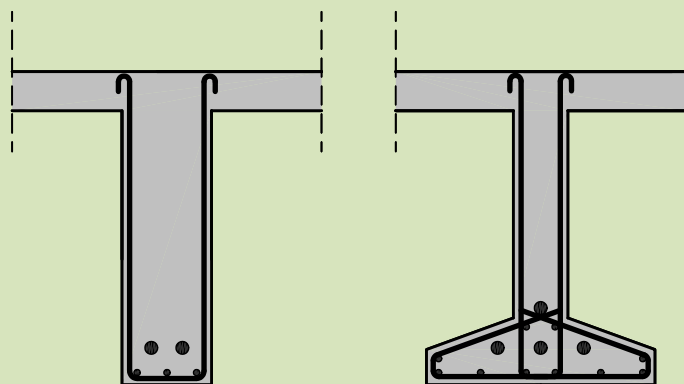
- samo vlačne i tlačne sile
- Nad srednjim ležajem – donji pojas moguće je proširiti u tlačnu ploču da se spriječi prekoračenje tlačne čvrstoće





Naprezanja od pozitivnih momenata savijanja

presjek u polju
pozitivni moment savijanja

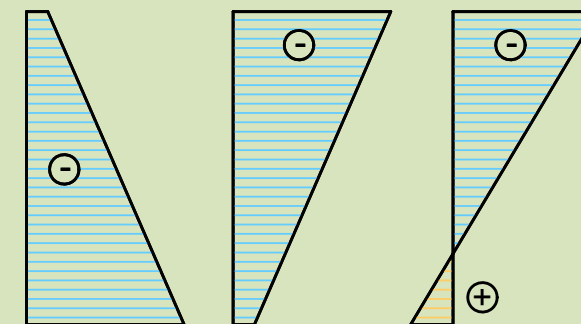


$g+q$

BEZ
PREDNAPINJANJA

⊕ VLAK

⊖ TLAK



$g+p_{\infty}$

$g+p_{\infty}+0,5q$

$g+p_{\infty}+q$

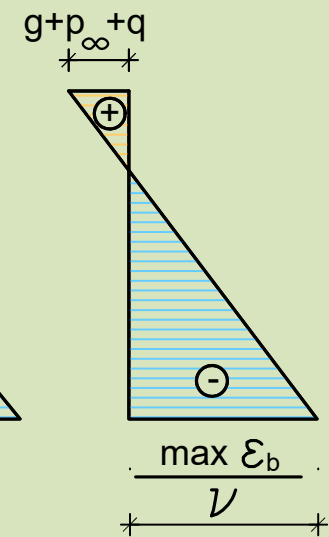
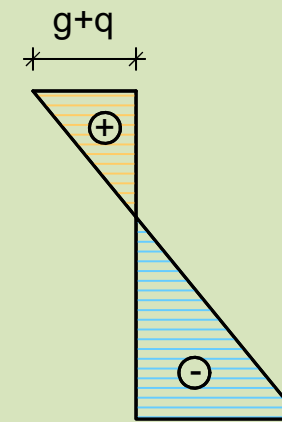
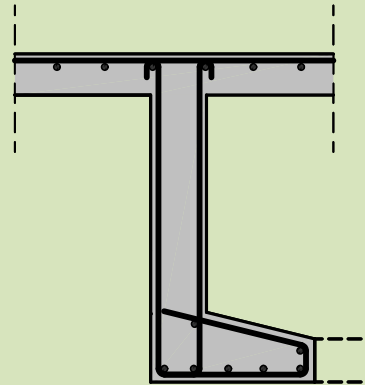
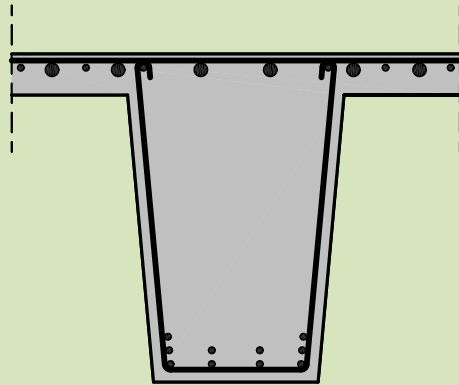
PREDNAPETI BETON

- Valja paziti da tlačni naponi od prednapinjanja na donjem rubu nisu preveliki jer će se greda izobličiti prema gore od puzanja – pogodno je djelomično prednapinjanje
- Širina vlačnog pojasa može se odrediti i tako da za opterećenje $g+0,5q$ ostane rezerva tlaka u prednapetom vlačnom pojasu



Naprezanja od negativnih momenata savijanja

presjek nad srednjim ležajem
negativni moment savijanja

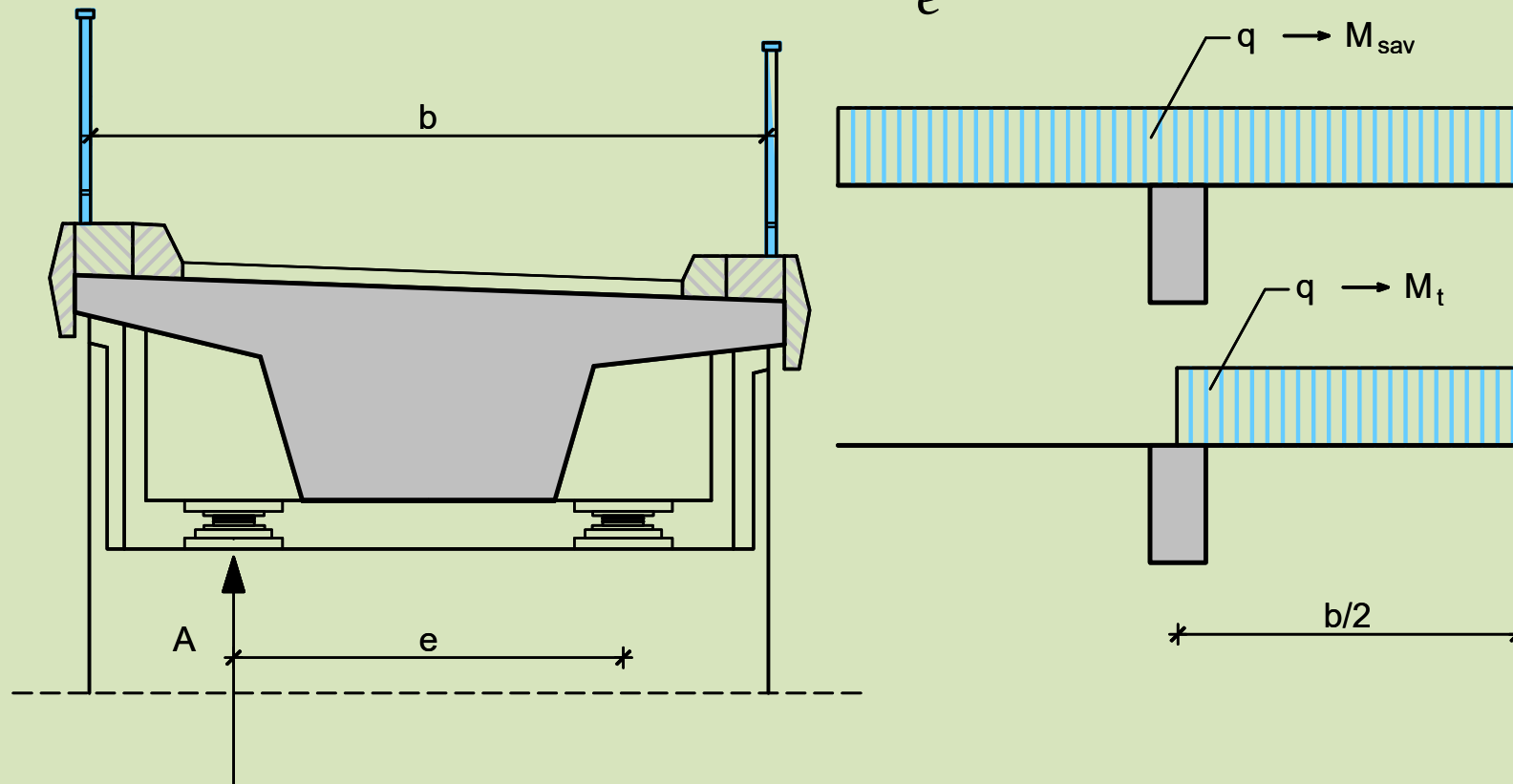




Rebrasti gredni mostovi s jednim glavnim nosačem

- Pješački mostovi, mostovi na poljskim putovima širine $< 7,0$ m
- Glavni nosač veće debljine hrpta
- Dva ležaja na što većem razmaku za preuzimanje izraženog momenta torzije
- Sigurnost protiv odizanja $f=1,3$: $A \leq R_{\min}/1,3$

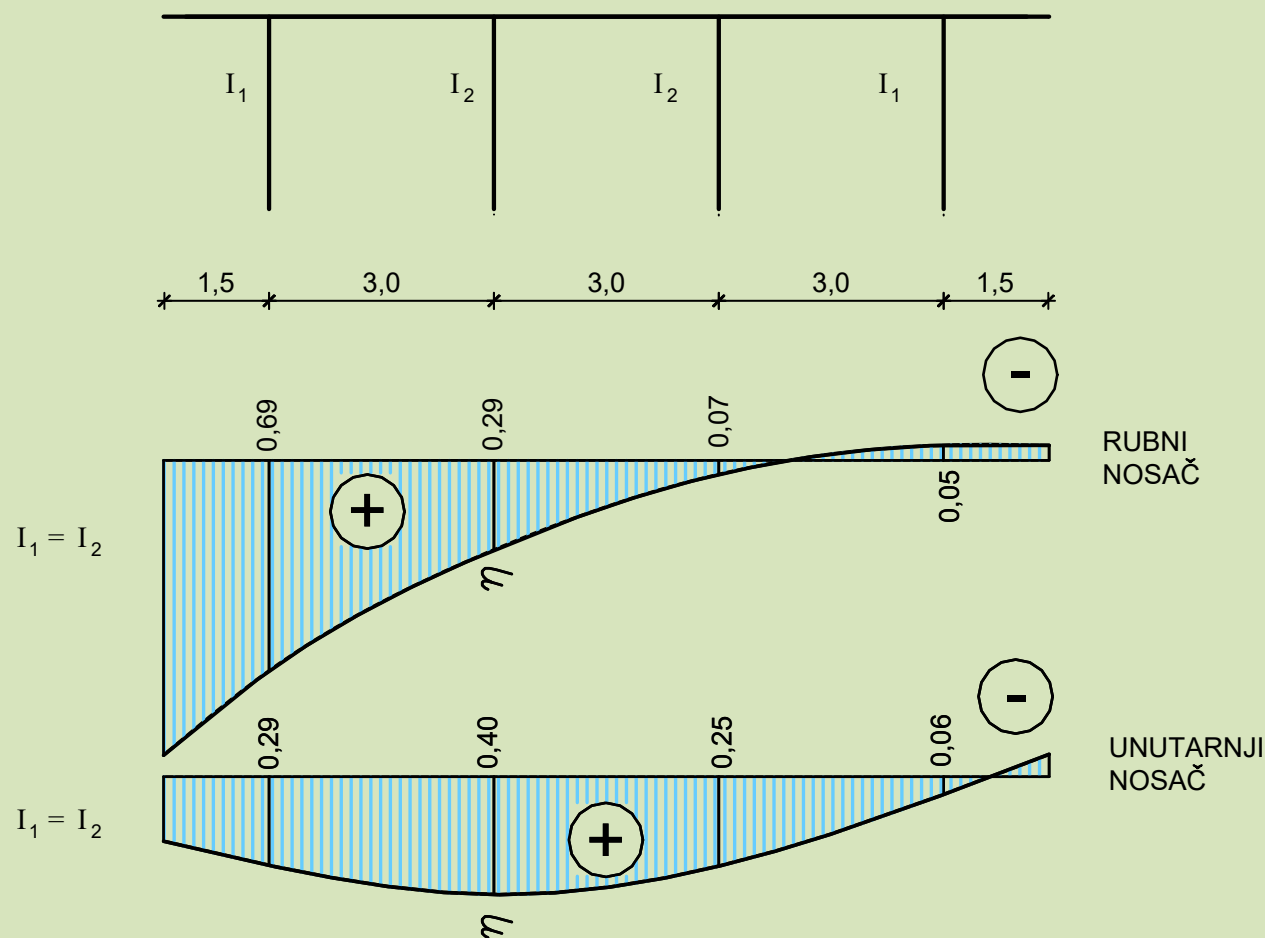
$$A = \frac{M_t}{e}$$





Rebrasti gredni mostovi s dva i više glavnih nosača

- Za proračun pojedinačnog nosača valja provesti raspodjelu osnovnih opterećenja – linije poprečne raspodjele
- Više opterećeni nosač predaje dio opterećenja susjednima manje opterećenim
- stupanj poprečne razdiobe ovisi o krutostima uzdužnih i poprečnih nosača

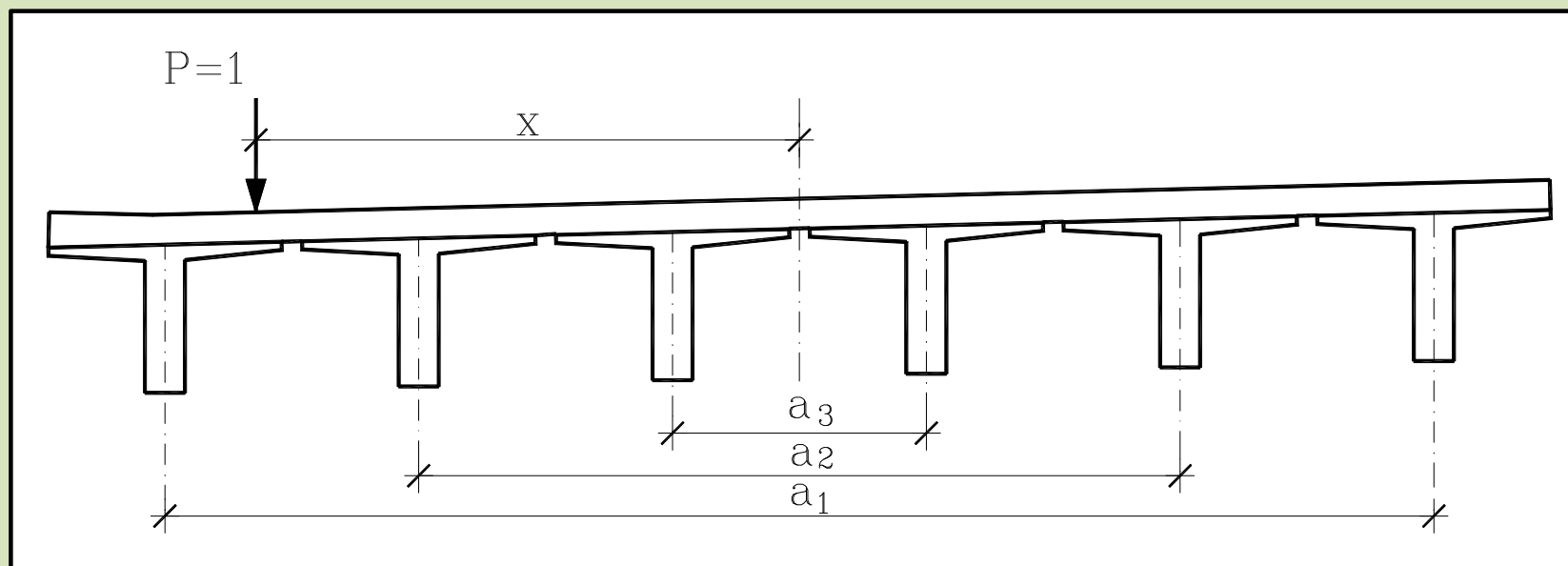




Metoda ekscentričnog pritiska

- vrijedi za odnos raspona i širine: $L/b \geq 2$
- pretpostavka Courbona – poprečni nosač apsolutno je krut i deformira se po pravcu
- opterećenje koje otpada na pojedine glavne nosače može se odrediti analogno naprezanju ravnog presjeka opterećenog uzdužnom silom i momentom savijanja:

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{M \cdot \xi}{I}$$





Metoda ekscentričnog pritiska

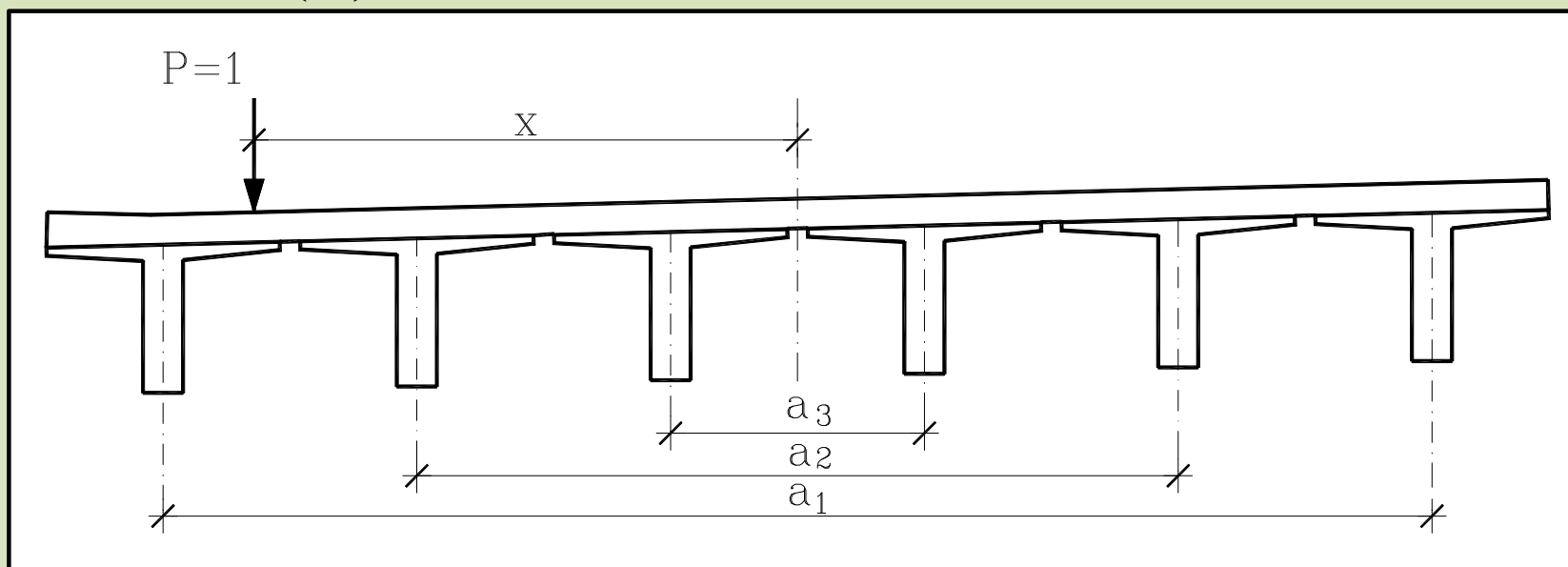
- I_i : moment tromosti nosača

$$\sigma = \frac{P}{A} \pm \frac{M \cdot \xi}{I}$$

- S_i : opterećenje koje otpada na pojedini nosač

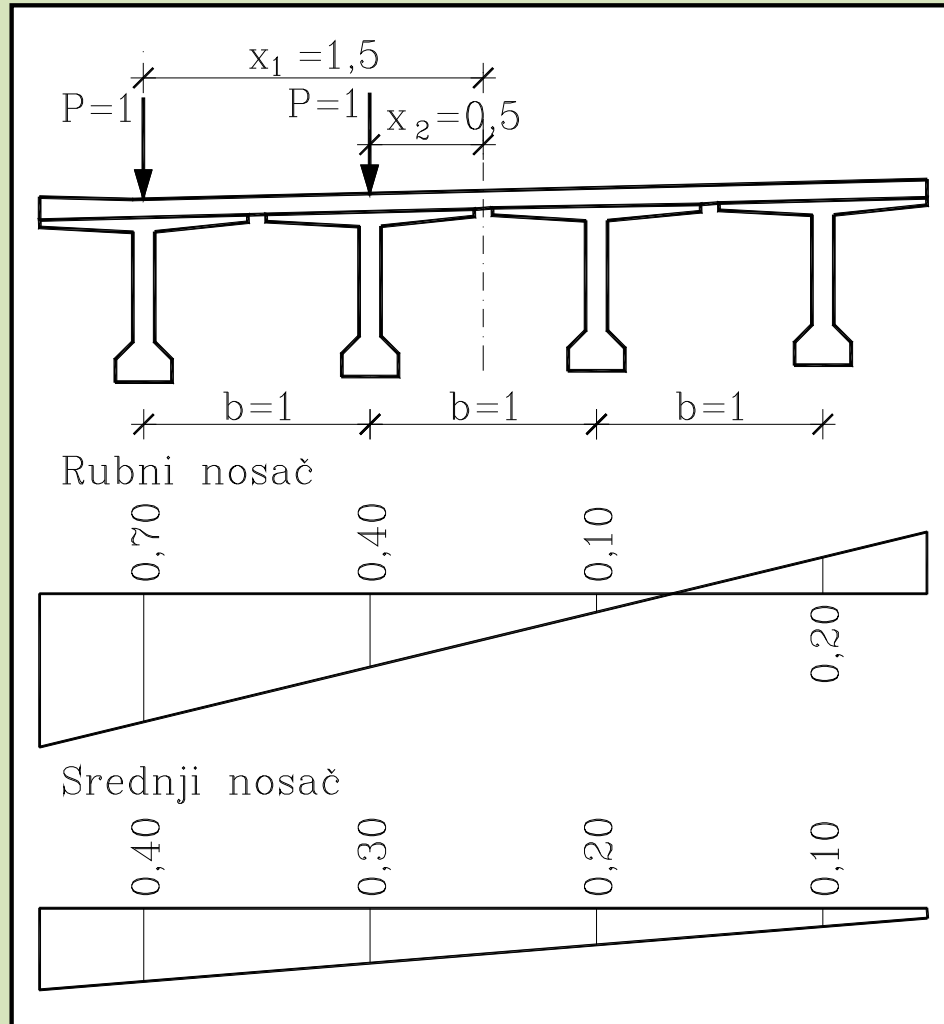
$$\sigma = \frac{S_i}{I_i} \quad A = \sum I_i \quad I = 2 \sum I_i \left(\frac{a_i}{2} \right)^2 \quad M = P \cdot x \quad \xi = \frac{a_i}{2}$$

$$\frac{S_i}{I_i} = \frac{P}{\sum I_i} \pm \frac{P \cdot x}{2 \sum I_i \left(\frac{a_i}{2} \right)^2} \cdot \frac{a_i}{2} \quad S_i = P \left(\frac{I_i}{\sum I_i} \pm \frac{I_i \cdot a_i \cdot x}{\sum I_i \cdot a_i^2} \right) \quad \begin{matrix} P = 1 \text{ i} \\ I_i = \text{const} \end{matrix} \quad \eta_i = \frac{1}{n} \pm \frac{a_i \cdot x}{\sum a_i^2}$$





Ordinate utjecajnih linija poprečne raspodjele za most sa 4 glavna nosača



$$\eta_i = \frac{1}{n} \pm \frac{a_i \cdot x}{\sum a_i^2}$$

$$\eta_{1,4} = \frac{1}{4} \pm \frac{3,0 \cdot 1,5}{1,0^2 + 3,0^2} = 0,25 \pm 0,45 = \begin{cases} + 0,70 \\ - 0,20 \end{cases}$$

$$\eta_{2,3} = \frac{1}{4} \pm \frac{3,0 \cdot 0,5}{1,0^2 + 3,0^2} = 0,25 \pm 0,15 = \begin{cases} + 0,40 \\ + 0,10 \end{cases}$$

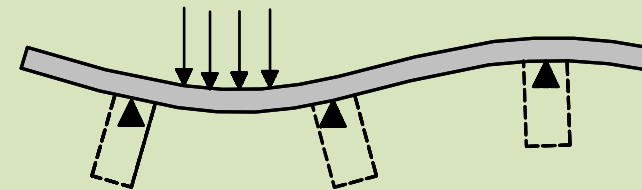
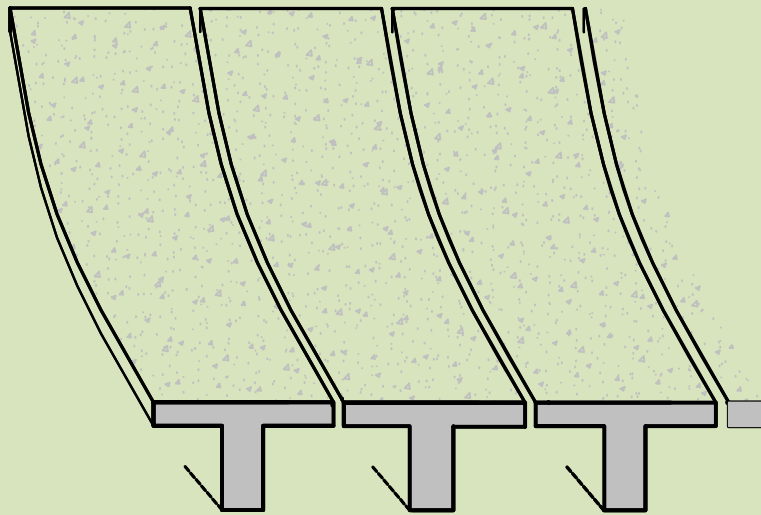
$$\eta_{1,4} = \frac{1}{4} \pm \frac{1,0 \cdot 1,5}{1,0^2 + 3,0^2} = 0,25 \pm 0,15 = \begin{cases} + 0,40 \\ + 0,10 \end{cases}$$

$$\eta_{2,3} = \frac{1}{4} \pm \frac{1,0 \cdot 0,5}{1,0^2 + 3,0^2} = 0,25 \pm 0,05 = \begin{cases} + 0,30 \\ + 0,20 \end{cases}$$



Roštiljni sustav

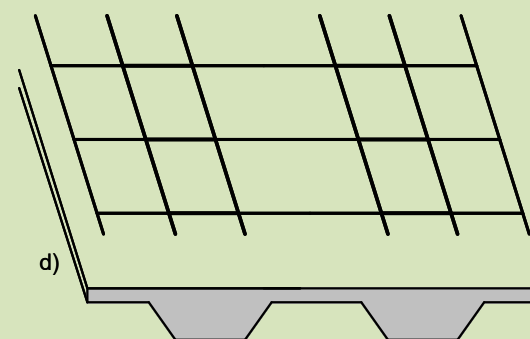
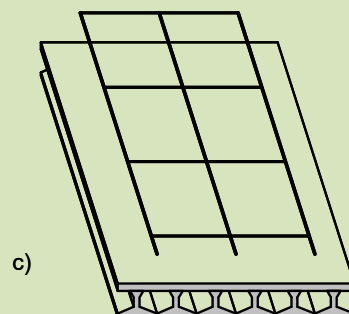
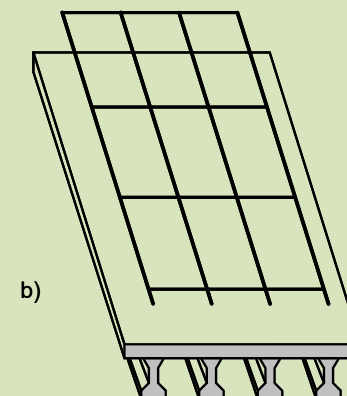
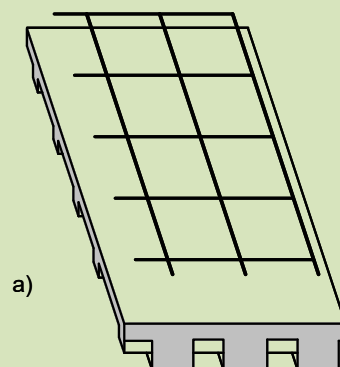
- Model za uzdužna rebra povezana kolničkom pločom
- Ploča se ponaša kao gornji pojas nosača ali i daje krutost u poprečnom smjeru
- Uzdužni nosači roštilja su nosači T presjeka (rebra s pločom), a poprečni nosači su elementi ploče





Roštiljni sustav

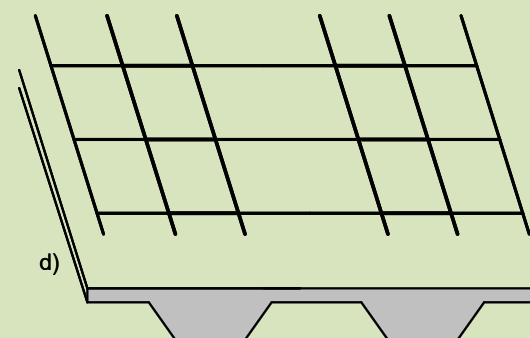
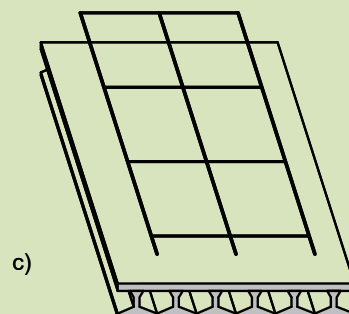
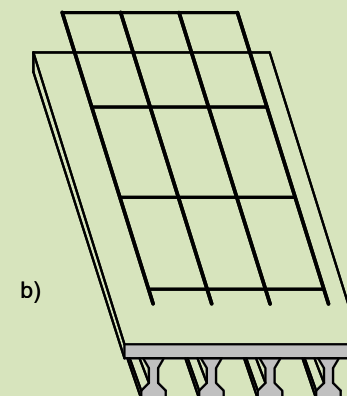
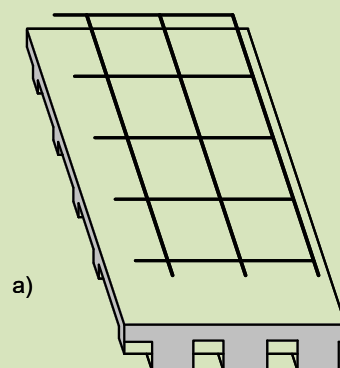
- Uzdužne štapove modela logično je postaviti u težišta nosača.
- Ako se poprečni nosači neće izvesti osim nad ležajevima tada je razmak poprečnih elemenata proizvoljan
- Obično se odabiru štapovi na razmacima od $1/6$ do $1/8$ raspona
- Na mjestu realnoga poprečnog nosača obavezno dolaze elementi odgovarajuće krutosti





Roštiljni sustav

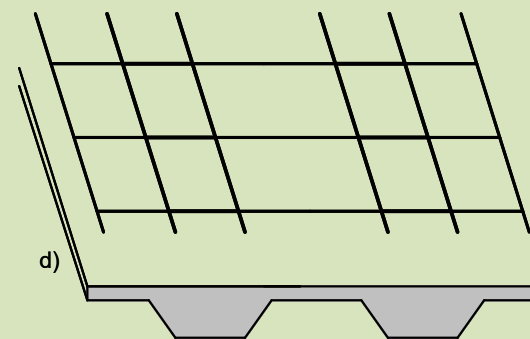
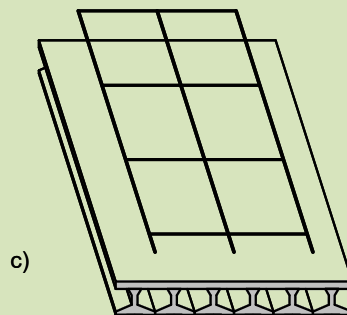
- Slučaj (c) prikazuje sustav s gusto složenim nosačima
- U takvom slučaju ponekad se jednim štapnim elementom zamjenjuju dva nosača, no to se općenito ne može preporučiti zbog poteškoća kod interpretacije rezultata.





Roštiljni sustav

- Presjek (d) prikazuje presjek s rebrima znatne širine
- U tom slučaju treba omogućiti prikaz poprečnog savijanja samih nosača, što se izvodi zamjenom pojedinog rebra s dva štapa, spojena poprečnim štapovima odgovarajuće krutosti
- Modeliranje poprečne razdiobe kod rebrastih presjeka nije zadovoljavajuće ako je razmak uzdužnih štapova veći od približno $1/10$ raspona
- Kod modela pod (d) vidljivi su i rubni uzdužni elementi koji se postavljaju radi lakšeg definiranja položaja opterećenja na nosaču i imaju realnu, dakle malu krutost





Roštiljni sustav

- Kada su rebra presjeka razmaknuta za više od $1/6$ efektivnog raspona, ili kada rubna konzola prelazi $1/12$ raspona, potrebno je reducirati sudjelujuću širinu ploče kod proračuna značajki glavnih nosača.
- Značajke presjeka poprečnih elemenata modela, kada oni predstavljaju samo kolničku ploču, računaju se izrazima korištenim za proračun značajki pločastih nosača.
- Kada je poprečni nosač formiran kao greda, i za njega treba odrediti sudjelujuću širinu ploče. Najčešće je dovoljno točno i na strani sigurnosti pretpostaviti ovu širinu u vrijednosti od $1/3$ razmaka uzdužnih nosača.
- Ukoliko se poprečni presjek sastoji od gradiva različite krutosti, na primjer, ako su nosači od betona veće a ploča od betona manje čvrstoće, to treba uzeti u obzir prikladnom redukcijom veličina poprečnog presjeka.
- Neki presjeci sastoje se od nosača čija je torzijska krutost veoma mala u usporedbi s krutošću na savijanje pa se utjecaj torzijske krutosti može zanemariti.

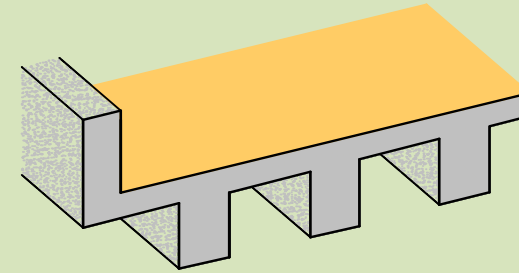




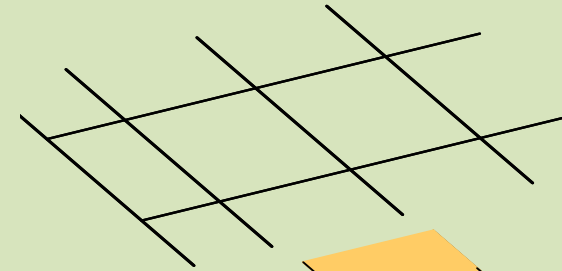
Roštiljni sustav

STATIČKI PRORAČUN

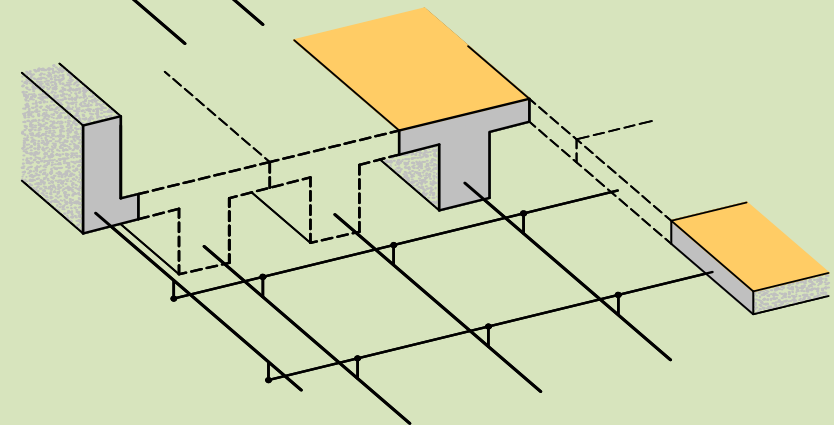
a) *Rebrasti presjek*



b) *Jednostavniji ravninski model*



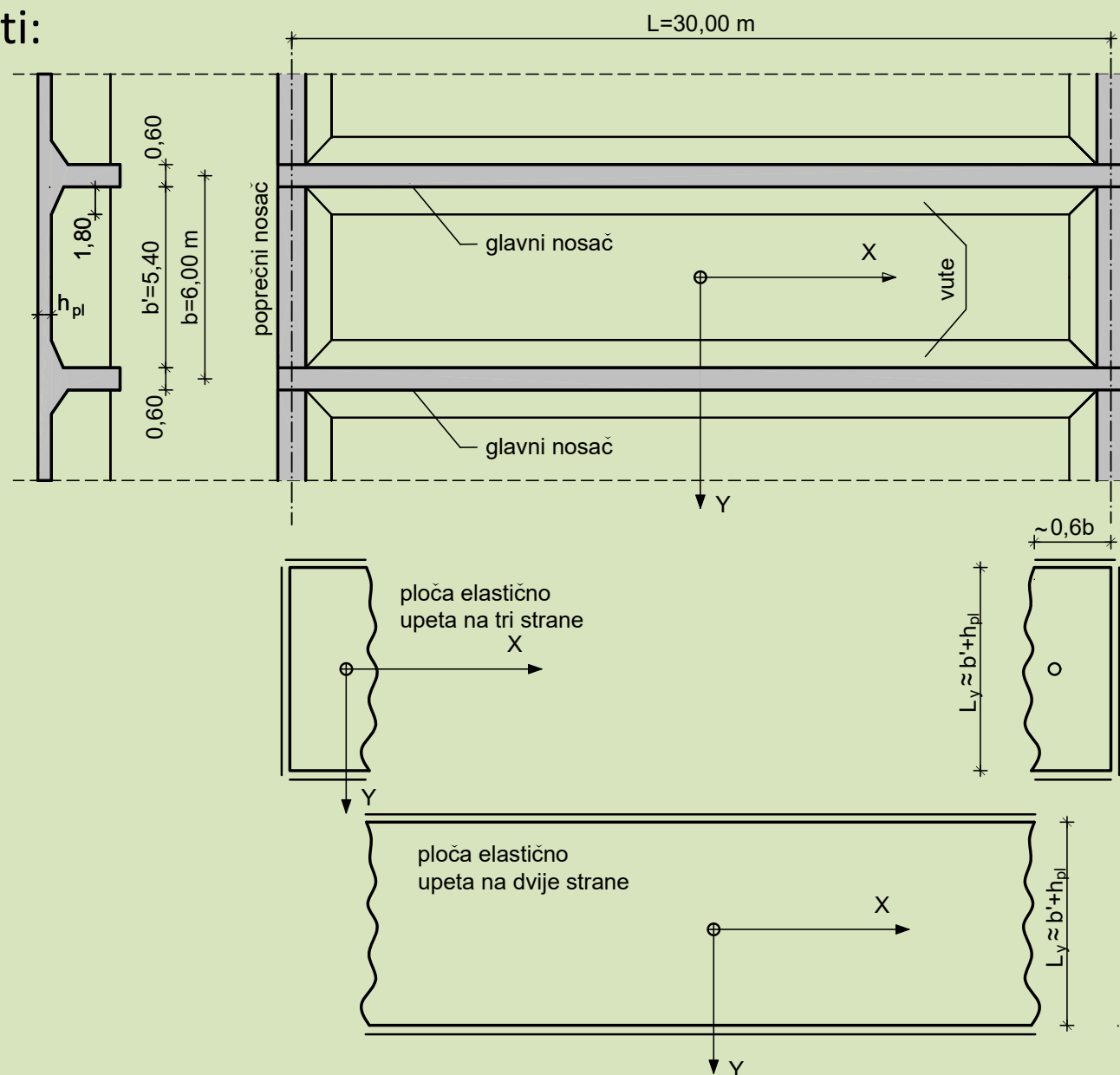
c) *Poboljšani model*





Proračun kolničke ploče

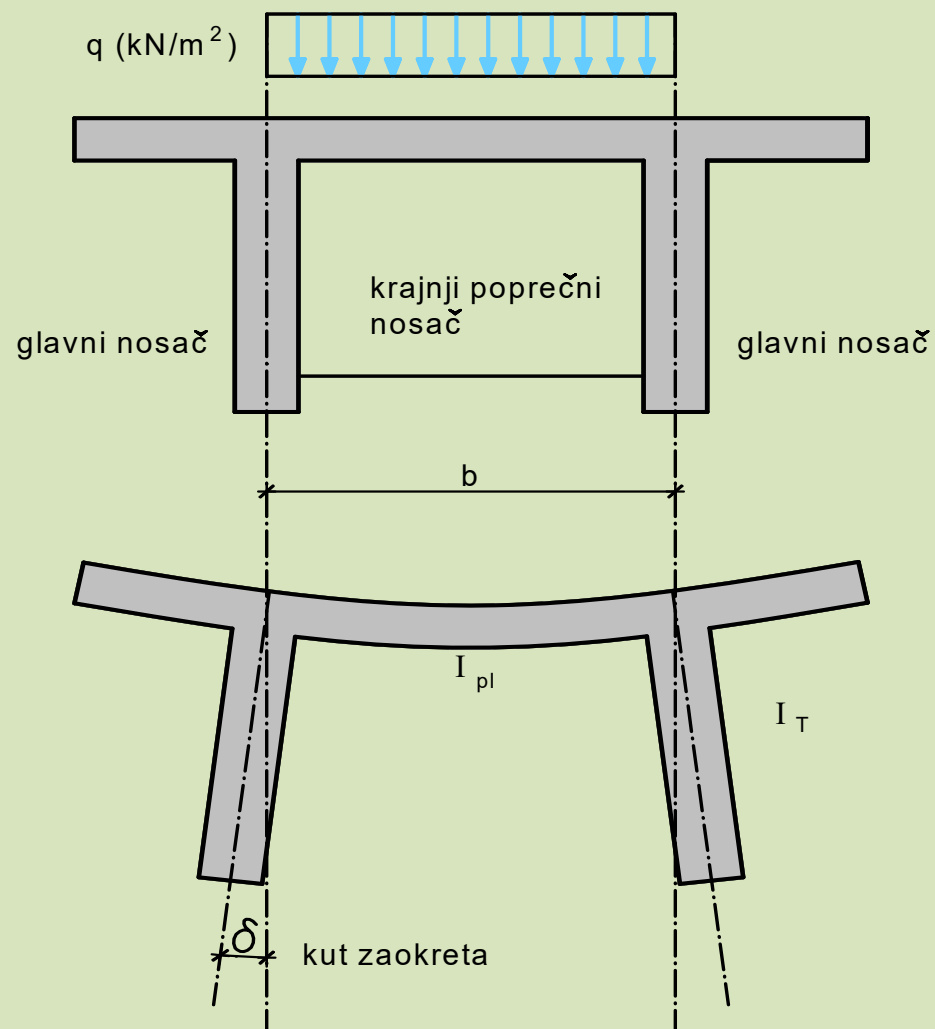
➤ rubni uvjeti:





Proračun kolničke ploče

- Upetost kolničke ploče u glavne nosače
 - gore: potpuna upetost
 - dolje: torzijsko zakretanje glavnih nosača – elastična upetost





Proračun kolničke ploče

- Stupnjem upetosti α označava se odnos između stvarnog momenta i momenta pune upetosti:

$$\alpha = \frac{1}{1 + \frac{0.62 \cdot L^2}{b} \cdot \frac{I_{pl}}{I_T}}$$

gdje je:

I_{pl} - moment tromosti ploče [m^4/m]

L - razmak poprečnih nosača

I_T - torzijski moment rebra [m^4]

b - razmak glavnih nosača

- Stupanj upetosti raste s postavljanjem poprečnih nosača u polju.
- Na cijeloj dužini nosača može se računati s potpunom upetosti na ležaju ako se tako određeni momenti u polju povećaju za oko 10%.

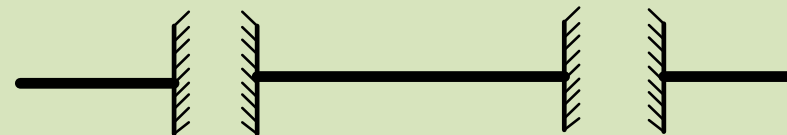
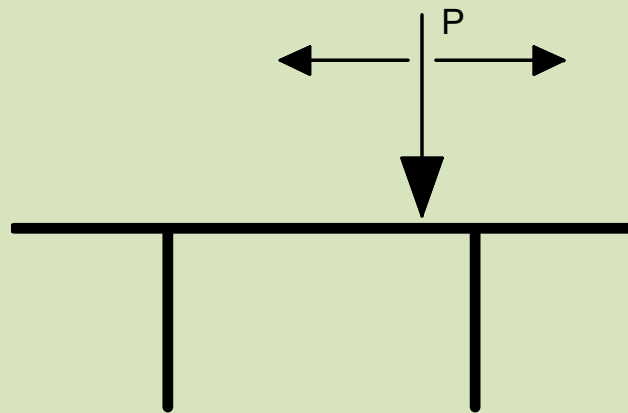




Proračun kolničke ploče

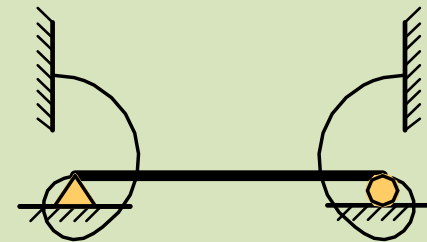
- Pojednostavnjeni rubni uvjeti ploče kolnika

STATIČKI PRORAČUN



za momente na ležaju

za momente u polju





Proračun kolničke ploče

Kako bi se olakšao i ubrzao proračun, za najčešće tipove ploča i rubnih uvjeta napravljene su mnoge tablične metode, dijagrami i utjecajne plohe.

Olsen, H.; Reinitzhuber, F.	1950.
Olsen, H.; Reinitzhuber, F.	1951.
Hoeland, G.	1957.
Kawei, T.; Thürlimann, B.	1957.
Pelikan, W.; Eßlinger, M.	1957.
Pucher, A. (drugo izdanje)	1958.
Rüsch, H.	1960.
Krug, S.; Stein, P.	1961.
Malkwitz, H.	1964.
Rüsch, H.; Hergenröder, A,	1964.
Bittner, E.	1965.
Homberg, H.; Ropers, W.	1965.
Stiglat, K.	1965.
Bergfelder, J.	1967.
Homberg, H.	1968.
Schleicher, C.; Wegener, B.	1968.
Molkenthin, A.	1971.
Homberg, H.	1973.
Graßhoff, S.	1975.
Mendel, G.	1975.
Gauger, H. U.; Oxford, J.	1983.





Pucherovi dijagrami

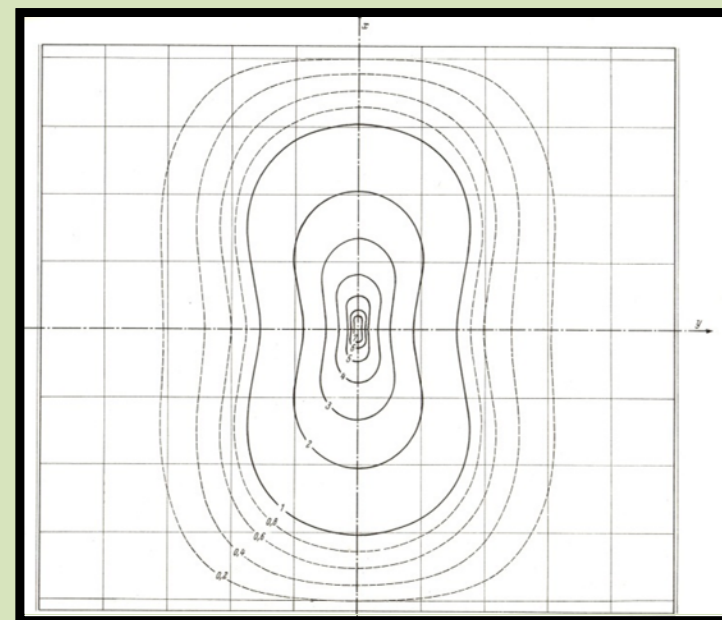
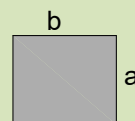
Pucher je bio jedan od prvih koji je izradio dijagrame utjecajnih ploha za izotropne ploče. Rubni uvjeti obuhvaćaju upete, slobodno oslonjene ploče i slučaj kada je ploča oslonjena samo na dva kraja.

Veličine za koje su rađene utjecajne linije su momenti savijanja u smjeru x i y (m_x , m_y) i moment torzije (m_{xy}). Za kontinuiranu i potpuno upetu ploču postoje i utjecajne linije za poprečnu silu (q_x , q_y). Utjecajne linije su dane za točke u sredini ploče i, ako je upeta, na njenom rubu.

a/b	0,8	-	-	0,8	-	-	0,8
b/a	1,0	0,8	1,0 1,2	1,0	0,8	1,0 1,2	1,0

b/a	0,8 1,0	1,2 1,4	0,8 1,0	1,2	0,8 1,0	0,5 0,667	-	-

— upeto
— slobodno oslonjeno
--- bez oslanjanja



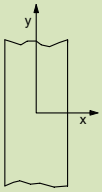
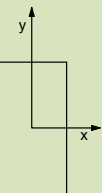


Rüsch-ove tablice

Rüsch je izradio tablice za proračun izotropnih ploča prema DIN 1072 shemama opterećenja.

Sheme opterećenja obrađene su posebno za klase mosta SLW od 24 do 60 i posebno za klase mosta LKW od 3 do 16.

Sve sheme opterećenja uzete su s jediničnom silom kotača i jediničnim kontinuiranim opterećenjem kako bi proračun mogao vrijediti za sve vrste vozila, kontinuiranih opterećenja i dinamičkih faktora.

Br. ploče		Odnos I_y/I_x	Koordinata točke za vrijednost		Vrijednost	Smjer	
			x	y		$\longleftrightarrow$	$\updownarrow$
1		∞	0	0	m_{xm}	1A	1B
			0	0	m_{ym}	1A	1B
			$l_x/2$	0	q_x	99	99
			...	...	...	...	...
6		2,0	0	0	m_{xm}	6A	6B
			0	0	m_{ym}	6A	6B
			0	$\pm l_y/2$	m_{xr}	6A	6B
			$l_x/2$	0	q_x	99	99
			0	$l_x/4$	m_y	99	99
			$0,445 l_x$	$l_y/2 - 0,031 l_x$	m_x	103	-
			$0,445 l_x$	$l_y/2 - 0,031 l_x$	m_y	103	-
			$0,445 l_x$	$l_y/2 - 0,031 l_x$	m_{xy}	103	-
			...	...	...	...	...

Rüsch-ove tablice

Rüsch je izradio tablice za proračun izotropnih ploča prema DIN 1072 shemama opterećenja.

Sheme opterećenja obrađene su posebno za klase mosta SLW od 24 do 60 i posebno za klase mosta LKW od 3 do 16.

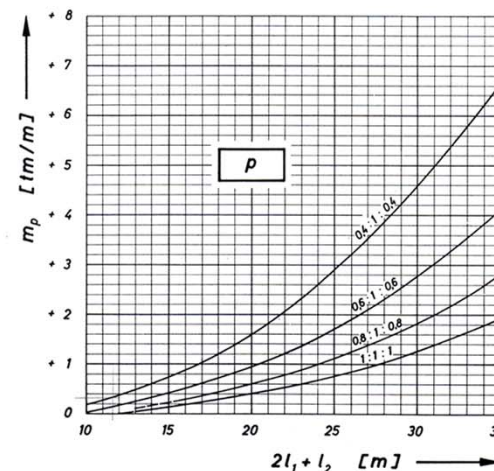
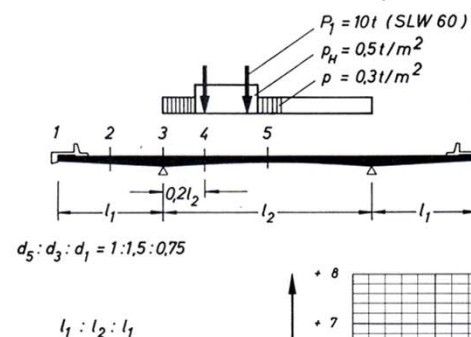
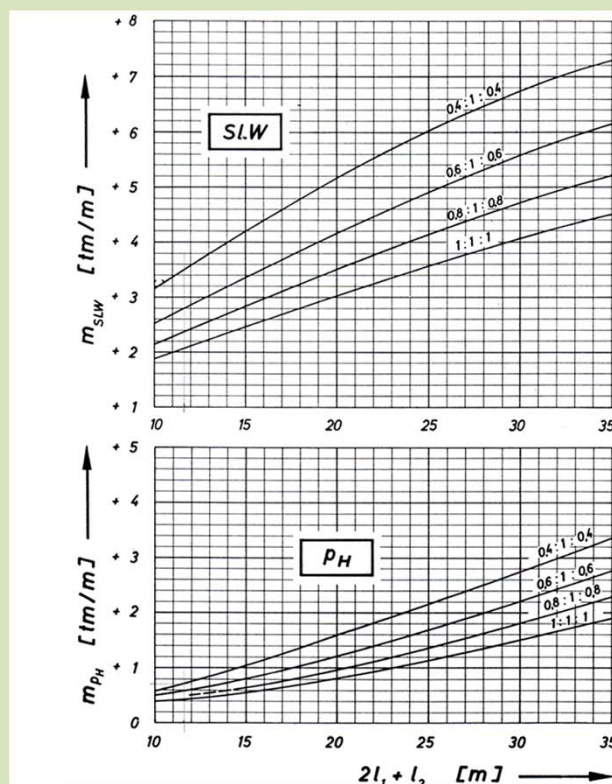
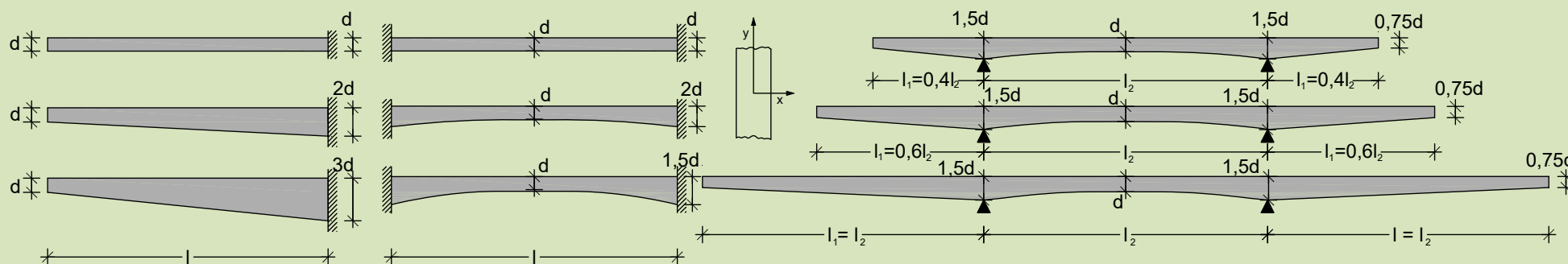
Sve sheme opterećenja uzete su s jediničnom silom kotača i jediničnim kontinuiranim opterećenjem kako bi proračun mogao vrijediti za sve vrste vozila, kontinuiranih opterećenja i dinamičkih faktora.

Nr. 6A		$l_1 / l_2 = 2,0$	Fahrtrichtung		Gleichlast über die ganze Platte												$m = k \cdot g \cdot l_2^2$																									
					Für m_{ym} $k = 0,125$ Für m_{ym} $k = 0,0208$ Für m_{xx} $k = 0,125$												g oder p in kN/m^2 ; l_2 in m																									
Brückenklasse 24 bis 60															Raddruck des SLW von 1,0 kN															Gleichlast um SLW von 1 kN/m²												
l_1 / a	m_{ym} in Plattenmitte												m_{xx} in Plattenmitte												m_{xx} in Mitte des freien Randes												m_{xx}					
	l/a												l/a												l/a												für alle Werte l/a					
	0,125	0,250	0,50	1,0	0,125	0,250	0,50	1,0	0,125	0,250	0,50	1,0	0,125	0,250	0,50	1,0	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6																				
0,50	0,210	0,150	0,120	0,100	0,143	0,083	0,073	0,068	0,490	0,360	0,220	0,230	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																				
1,00	320	270	220	193	212	149	091	084	70	60	50	380	—	0,10	—	0,02	—	—	—	—	0,10																					
1,50	450	420	360	300	275	220	160	104	92	81	70	60	—	58	—	10	—	—	—	—	30																					
2,00	58	54	490	420	355	298	240	162	1,22	1,10	98	84	—	1,10	—	22	—	—	—	—	60																					
2,50	68	65	59	51	422	373	307	228	1,48	1,35	1,22	1,08	—	1,89	—	41	—	—	—	—	99																					
3,00	78	74	69	61	488	440	369	310	1,71	1,58	1,44	1,29	0	2,90	0,01	65	0	1,70	—	—	—																					
4,00	0,93	0,89	0,84	0,77	0,61	0,55	0,470	0,443	2,09	1,94	1,82	1,67	0,15	5,80	0,11	1,33	0,30	3,80	—	—	—																					
5,00	1,05	1,01	0,96	0,90	70	65	58	55	2,40	2,24	2,12	1,98	35	9,82	24	2,25	64	7,24	—	—	—																					
6,00	1,14	1,11	1,06	1,00	78	74	66	64	2,65	2,48	2,36	2,21	70	15,00	48	3,49	1,60	10,70	—	—	—																					
7,00	1,22	1,19	1,14	1,08	85	82	73	71	2,86	2,68	2,55	2,42	1,00	20,40	75	4,87	2,30	16,10	—	—	—																					
8,00	1,29	1,26	1,22	1,14	92	88	80	78	3,03	2,85	2,72	2,61	1,40	27,30	1,08	6,63	3,40	22,10	—	—	—																					
9,00	1,34	1,32	1,28	1,19	97	94	86	84	3,19	3,00	2,85	2,78	1,70	35,00	1,45	8,63	4,60	28,60	—	—	—																					
10,00	1,40	1,38	1,33	1,22	1,02	0,98	0,90	0,87	3,31	3,11	2,95	2,80	2,22	44,70	1,92	11,14	6,81	38,70	—	—	—																					
Brückenklasse 3 bis 16															Hinterraddruck des LKW von 1,0 kN															Gleichlast um LKW von 1 kN/m²												
l_1 / a	m_{ym} in Plattenmitte												m_{xx} in Plattenmitte												m_{xx} in Mitte des freien Randes												m_{xx}					
	l/a												l/a												l/a												für alle Werte l/a					
	0,125	0,250	0,50	1,0	0,125	0,250	0,50	1,0	0,125	0,250	0,50	1,0	0,125	0,250	0,50	1,0	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6																				
0,50	0,150	0,055	0,150	0,055	0,095	0,055	0,095	0,090	0,138	0,009	0,084	0,009	0,037	0,009	0,018	0,015	0,395	0,100	0,290	0,100	0,140	0,100	—	—	—	—	—	—														
1,00	380	095	245	095	169	170	125	125	220	016	144	016	083	028	037	038	56	180	442	180	325	180	198	180	—	—	—	—														
1,50	422	155	319	155	231	206	161	156	254	031	187	031	122	036	052	053	72	220	60	230	455	210	315	180	—	—	—	—														
2,00	460	215	374	215	280	230	214	190	288	053	217	053	148	055	077	073	86	190	73	200	60	190	468	180	0,06	0,80	0,04	0,14	—													
2,50	490	259	416	257	317	256	275	226	318	071	239	070	171	020	108	099	97	170	85	170	72	175	59	189	09	1,00	05	0,15	0,17	0,17												
3,00	52	305	455	305	378	300	320	274	343	088	272	088	201	070	142	114	107	250	94	250	81	250	67	270	10	2,00	10	38	20	64												
4,00	0,57	0,375	0,52	0,370	0,473	0,365	0,394	0,345	0,389	0,120	0,330	0,119	0,250	0,123	0,197	0,121	0,25	0,395	0,11	0,395	0,98	0,395	0,84	0,415	0,30	4,50	0,22	0,83	0,70	1,70												
5,00	62	431	57	425	54	419	451	407	431	149	375	150	301	153	244	165	141	53	126	53	113	53	99	53	60	7,81	34	1,47	1,23	4,22												
6,00	66	480	62	475	59	465	51	454	470	181	420	183	343	186	288	197	155	64	140	64	126	64	112	64	90	12,30	52	2,41	1,90	7,60												
7,00	69	52	65	51	62	51	55	50	51	212	455	215	383	218	325	224	166	74	151	74	137	74	122	73	1,30	17,80	76	3,62	2,60	11,80												
8,00	72	55	68	55	65	54	58	53	54	242	468	245	417	247	357	252	174	83	160	83	146	83	131	82	1,60	24,40	0,98	5,13	3,30	17,10												
9,00	74	58	71	58	67	57	62	56	57	269	52	273	451	275	368	281	180	91	167	91	152	91	136	90	2,00	32,30	1,33	7,05	4,10	24,20												
10,00	0,75	0,61	0,73	0,60	0,68	0,60	0,65	0,59	0,59	0,298	0,55	0,300	0,480	0,303	0,414	0,308	1,84	0,98	1,72	0,98	1,56	0,98	1,42	0,96	2,29	41,30	1,99	9,73	4,84	33,30												

$$m_p = \varphi \cdot P_1 \cdot \kappa_1 + \varphi \cdot p_1 \cdot k_1 + p_2 \cdot k_2$$

Homborg/Ropers dijagrami

Izradili su knjigu dijagrama za proračunavanje izotropnih kolničkih ploča.
Obradene su statički sustavi konzole, upete ploče i grede s prepustom.



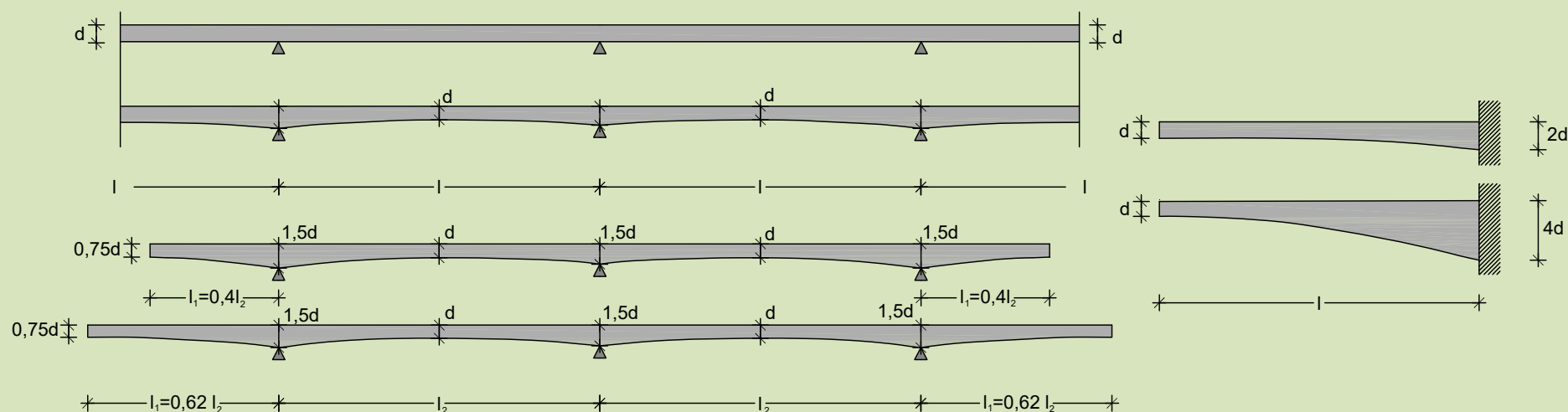


Homberg/Ropers dijagrami

Knjigom 2 proširen je proračun i na konzole sa paraboličnim vutama, ploče na neizmjereno mnogo oslonaca i ploče sa dva polja i prepustima.

Prikazane su utjecajne plohe.

Utjecajne plohe su prikazane za do 7 točaka u presjeku ploče. Za svaku točku je prikazana utjecajna ploha na polovici mosta

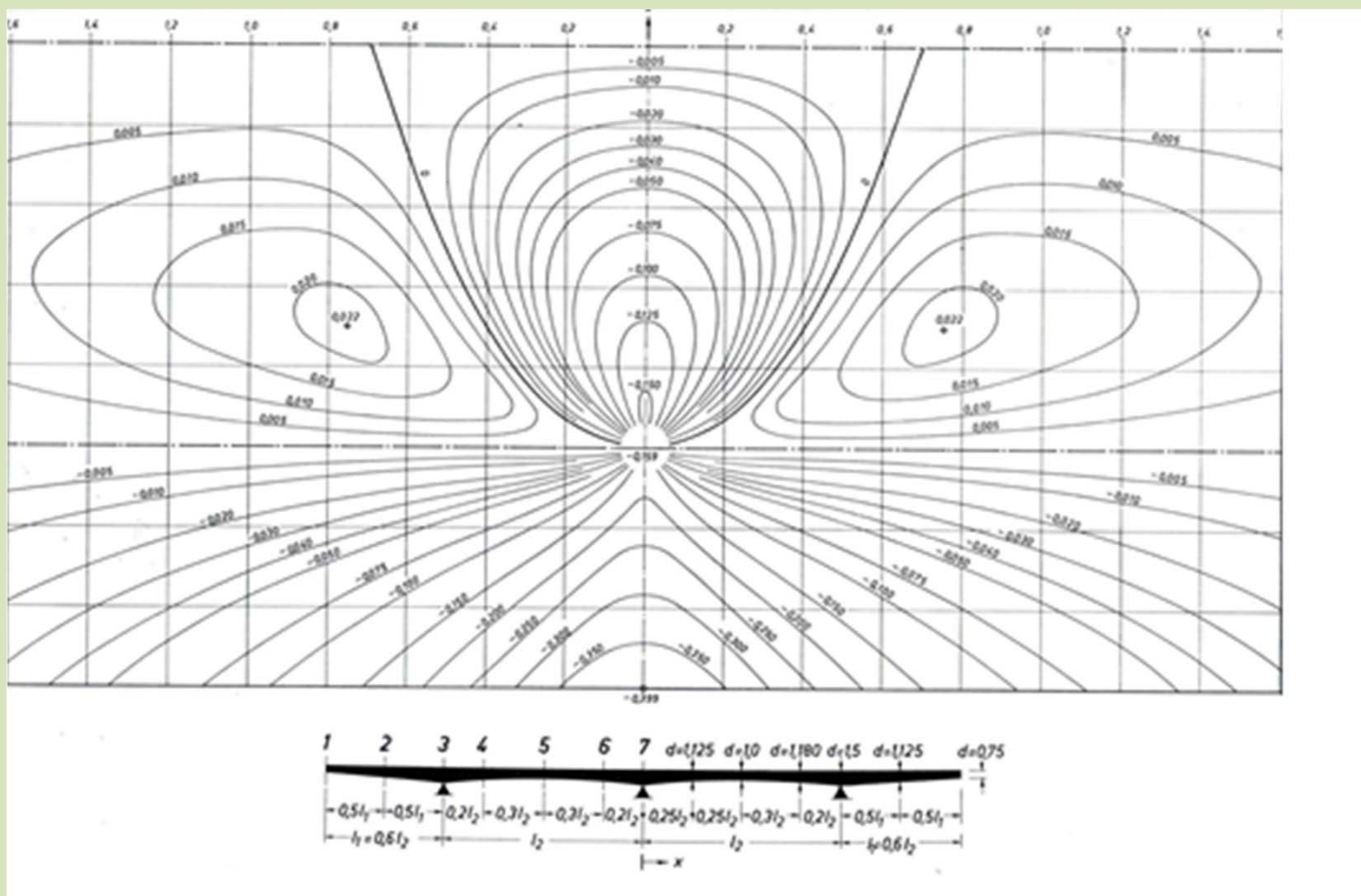


Homberg/Ropers dijagrami

Knjigom 2 proširen je proračun i na konzole sa paraboličnim vutama, ploče na neizmjereno mnogo oslonaca i ploče sa dva polja i prepustima.

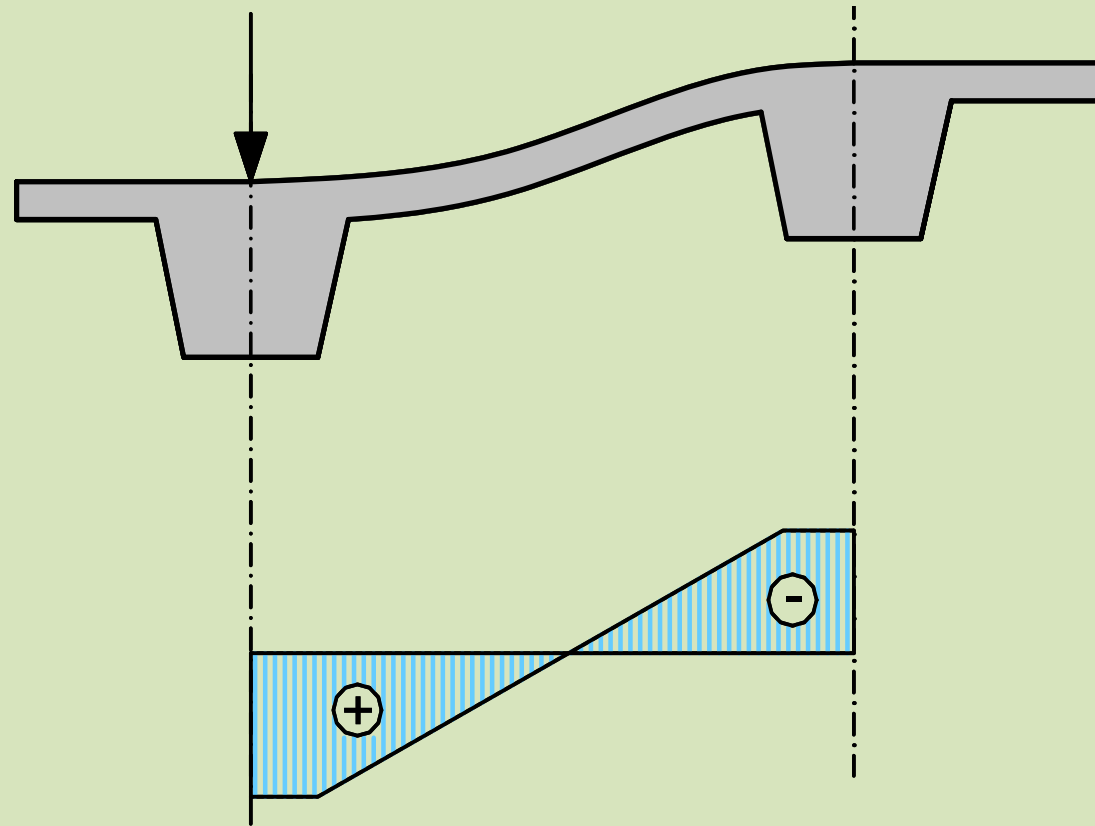
Prikazane su utjecajne plohe.

Utjecajne plohe su prikazane za do 7 točaka u presjeku ploče. Za svaku točku je prikazana utjecajna ploha na polovici mosta





Momenti savijanja u ploči uslijed različitih progiba glavnih nosača

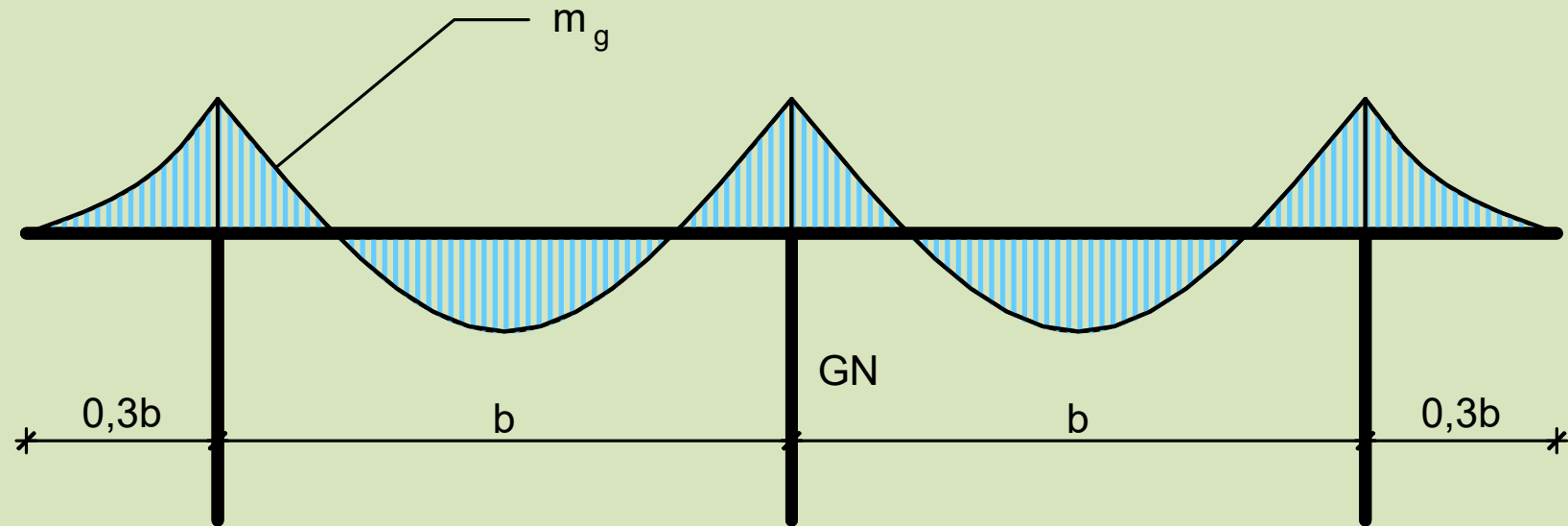


Momenti rastu proporcionalno smanjivanju razmaka glavnih nosača i njihove krutosti na savijanje.





Dijagram momenata savijanja u ploči od vlastite težine

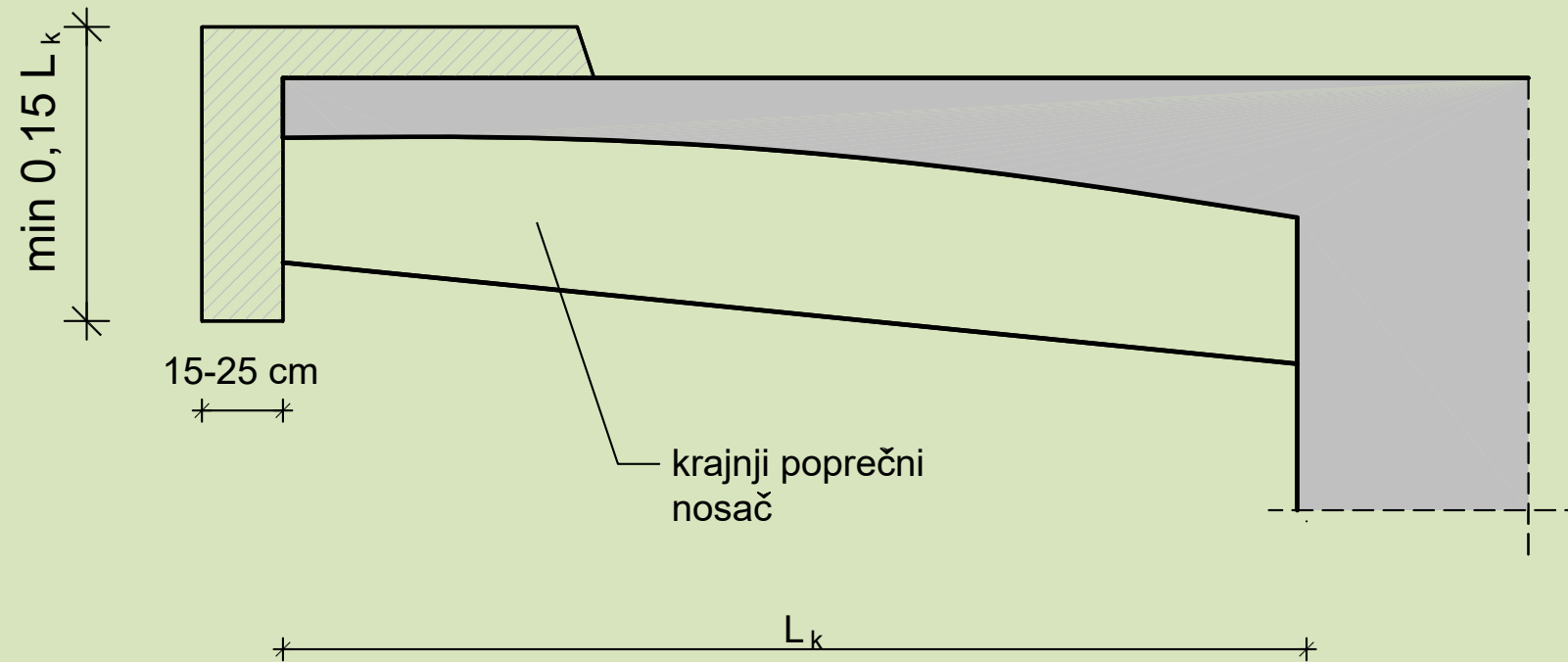


- poprečni momenti u ploči mogu uzrokovati torziju glavnih nosača uslijed djelovanja vlastite težine
- to se nastoji riješiti oblikovanjem, odnosno izvedbom konstantnog razmaka glavnih nosača i izvedbom prikladne veličine konzole na rubu presjeka
- momenti upetosti lijevo i desno od glavnog nosača na taj način se izjednačavaju, pa se torzija javlja samo uslijed djelovanja pokretnog tereta.





Konzolna ploča veće duljine



Kod duljih konzola ploče kolnika, radi smanjenja progiba i opasnosti od vibracija potrebno je predvidjeti poprečni nosač za ukrućenje.



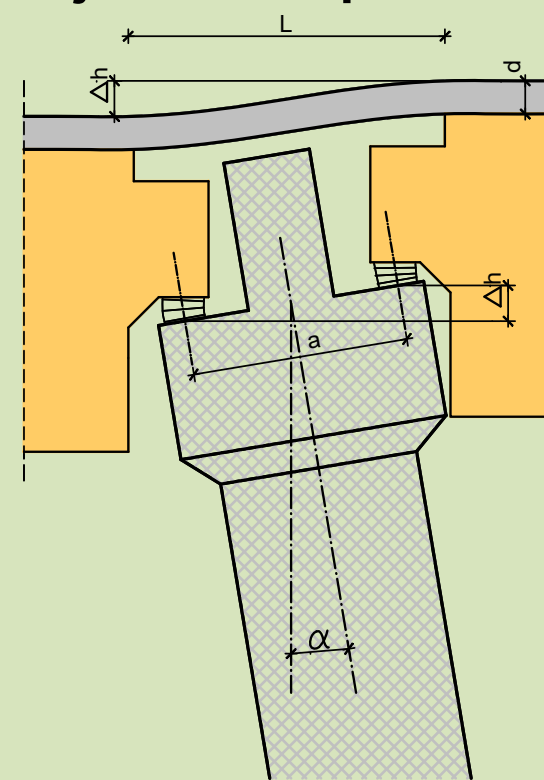
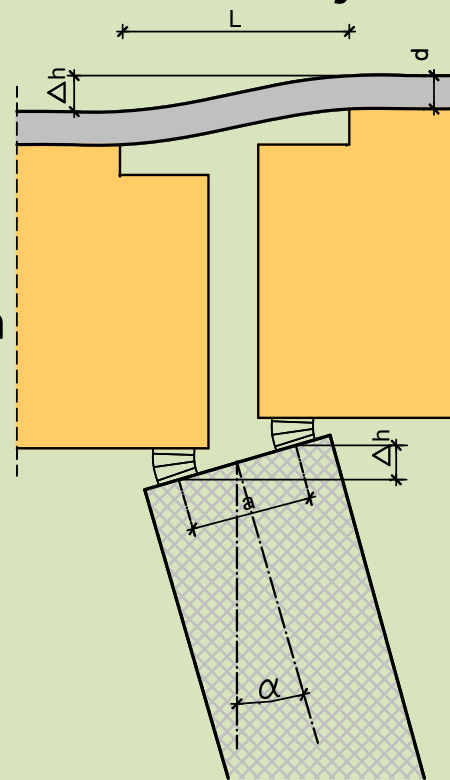
Proračun kontinuitetne ploče

- Treba se posebno proračunati, poglavito uslijed zakretanja glavnih nosača na ležaju

Momenti na spoju s pločom kolnika od:

- opterećenja vlastitom težinom
- dodatnog stalnog opterećenja
- prometnog opterećenja
- puzanja i skupljanja betona
- elastične deformacije neoprenskih ležaja
- diferencijalnog slijeganja stupa
- zakretanja vrha stupa
- pojedinačne sile od kotača vozila

Deformacije u kontinuitetnoj ploči uslijed zakretanja vrha stupa





ARMIRANJE I PREDNAPINJANJE

ARMATURA

Ploča uzdužno:

min $\phi 16$

Vlačna zona: na 15 cm

Tlačna zona: na 20 cm

Najmanji profil $\phi 12$

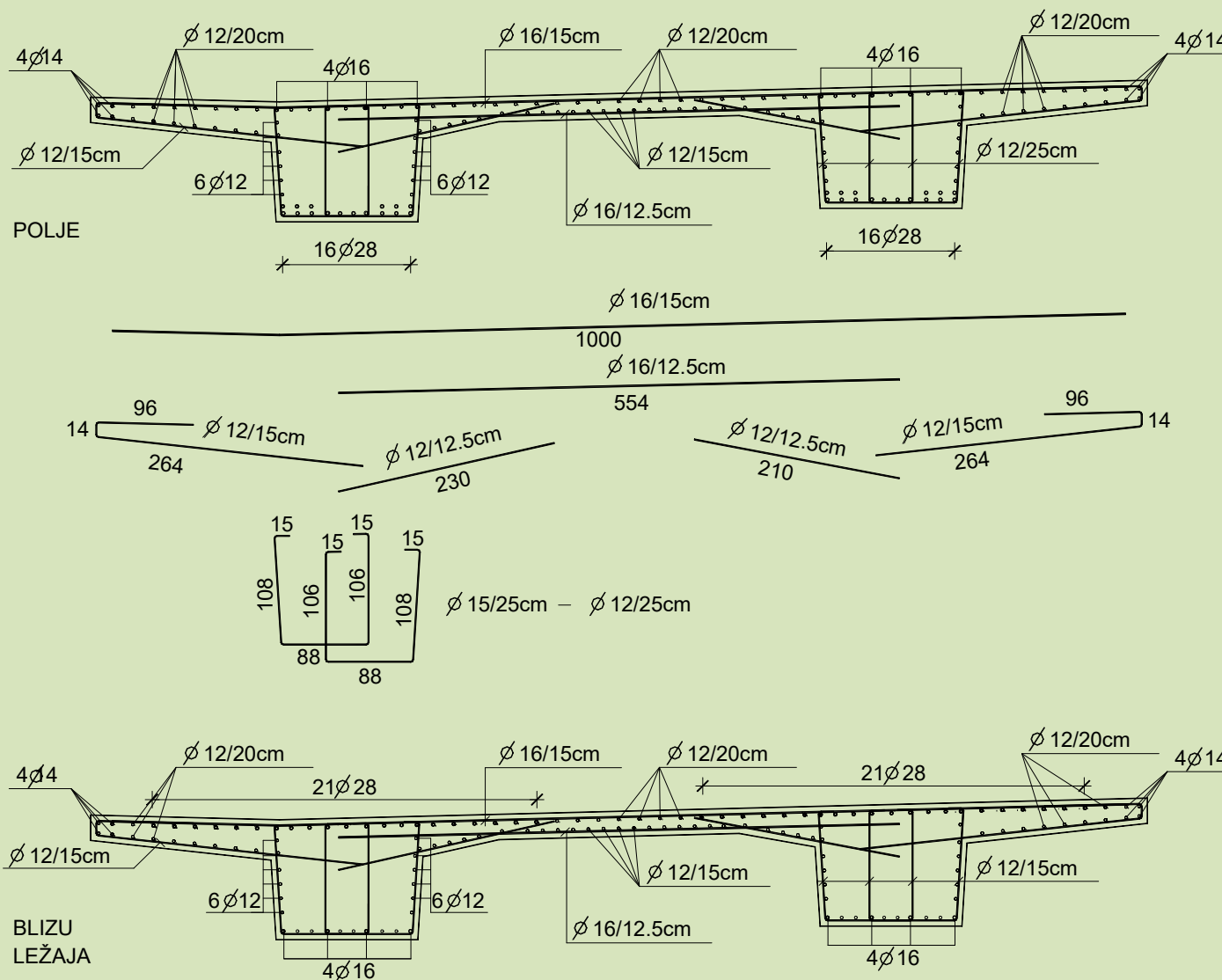
Rebro uzdužno:

do $\phi 28$

dolje se postavlja do visine rebra od 0,2h

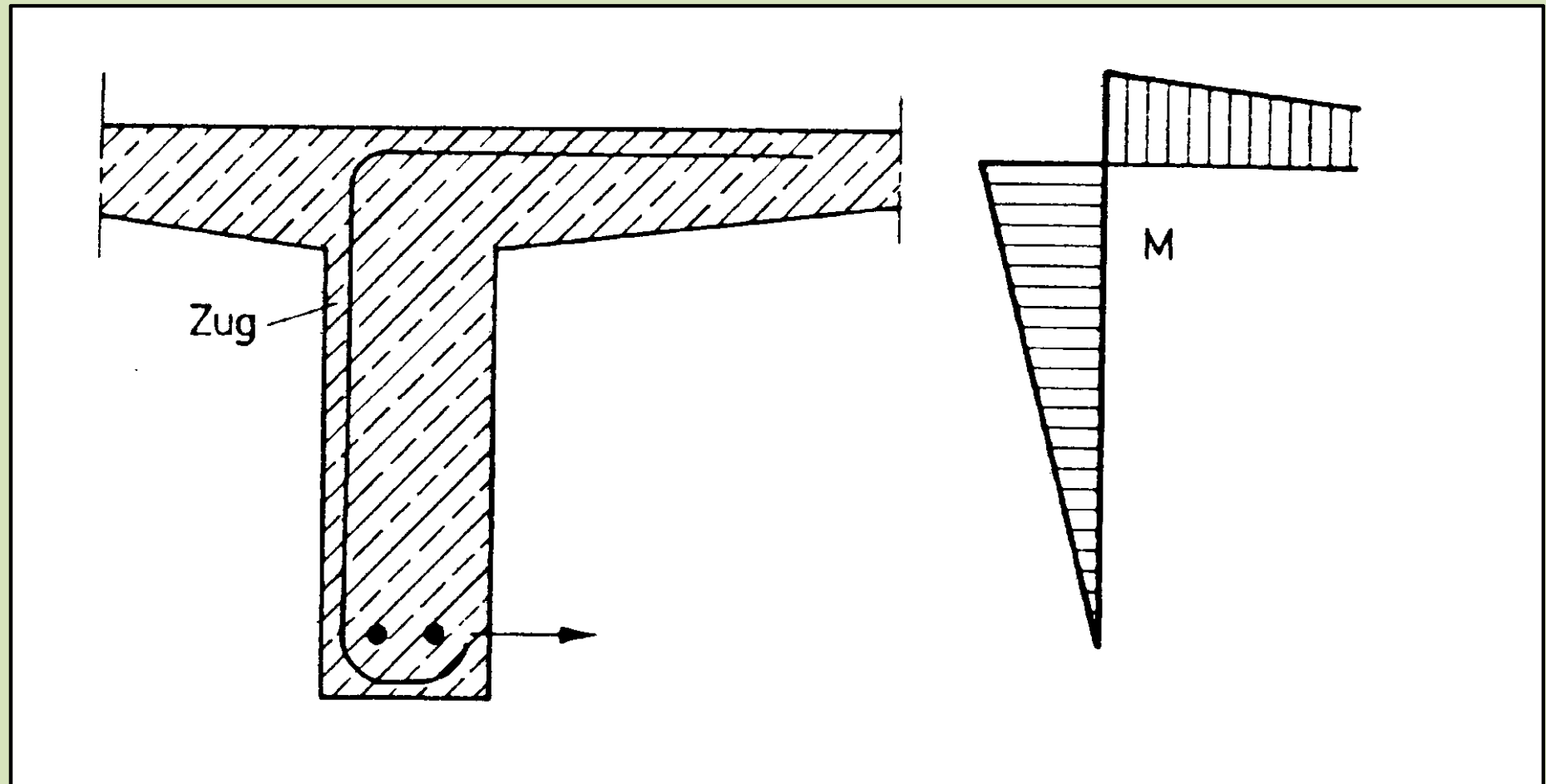
gore se postavlja u prostor sud. širine

vilice ($\phi 12-16$) na razmaku 10-15 cm oko oslonaca





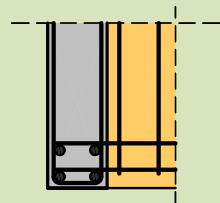
Dodatna armatura u hrptu za preuzimanje poprečnih momenata savijanja





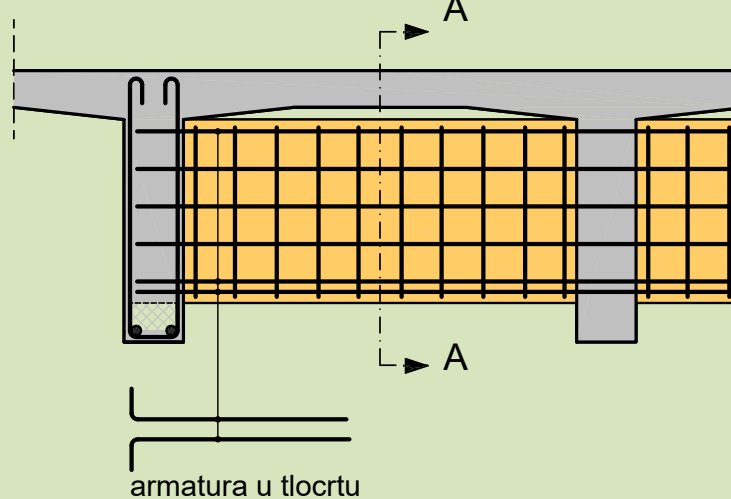
Armatura poprečnog nosača u polju i na ležaju

POPREČNI NOSAČ
NA LEŽAJU



POPREČNI NOSAČ U POLJU

poprečni presjek mosta



uzdužni presjek A-A

POLJE:

- Momenti savijanja različitih predznaka
- Jača donja horizontalna armatura, gornja oko 1/3 površine donje armature
- Sidrenje u hrptove glavnih nosača
- Guste vilice za preuzimanje posmika promjenjivog predznaka

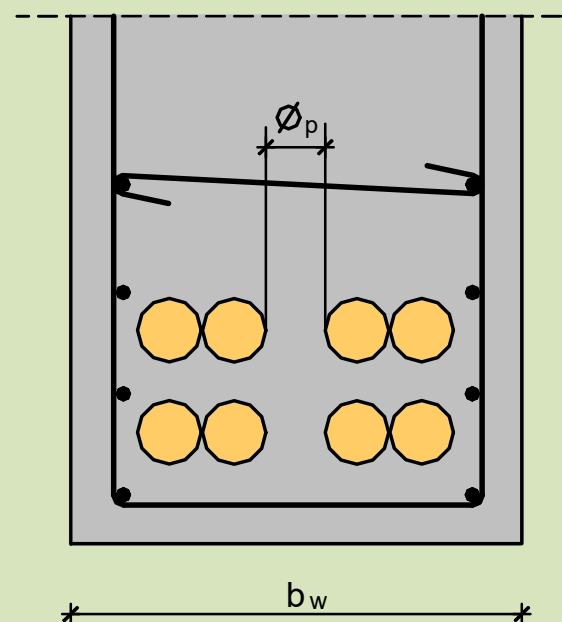
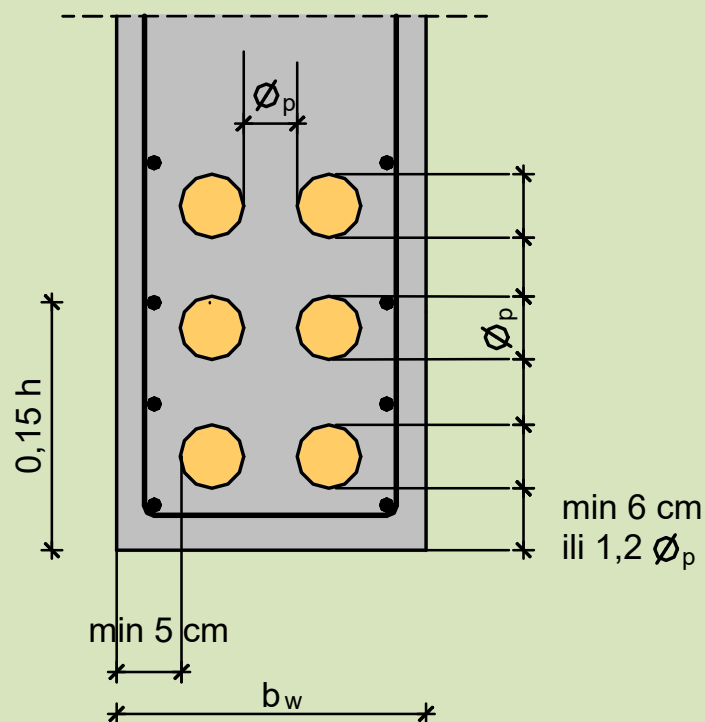
LEŽAJ:

- Manja posmična naprezanja - manje vilica
- Važna je horizontalna armatura s kojom se prihvaćaju torzijska djelovanja glavnih nosača i horizontalne sile od spriječenih pomaka konstrukcije



Prednapinjanje rebrastih grednih mostova

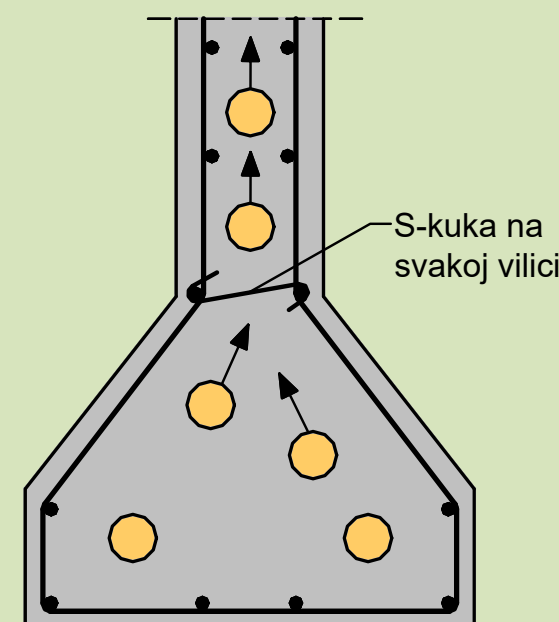
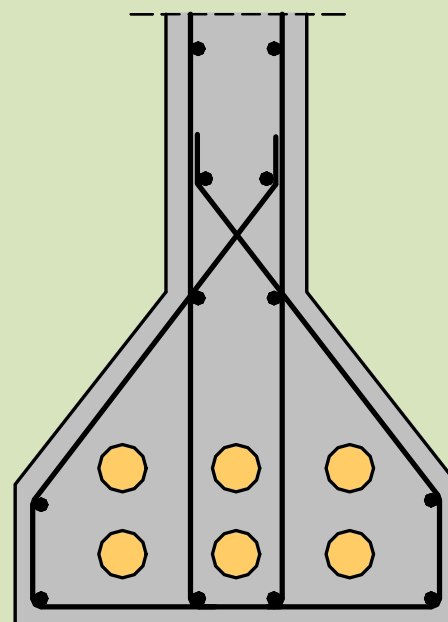
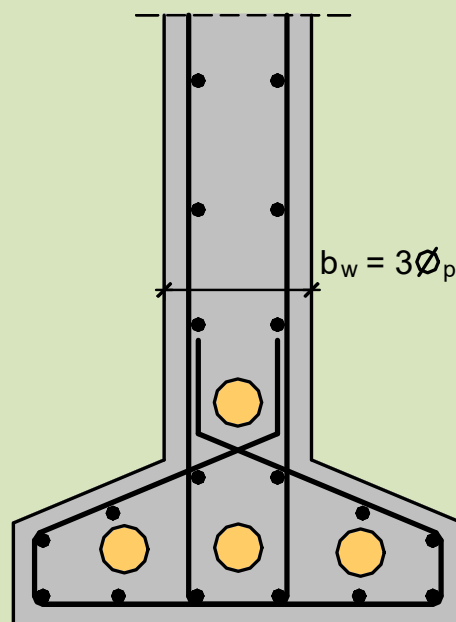
- Sila po kabeu 300 do 600 kN – sidra nisu prevelika – lakši smještaj
 - Nosač prednapet sa minimalno 3 kabela – otkazivanje jednog bez rušenja
 - U sredini raspona kabele se nalaze što niže
-
- Voditi računa o minimalnim izmjerama:





Prednapinjanje rebrastih grednih mostova

- Ako se nosači izrađuju s proširenim donjim pojasom, tada se mora voditi računa da se kabeli, koji se nalaze izvan vilica hrpta, ne mogu poviti u hrbat, nego se moraju usidriti u području donjeg pojasa.
- Ako se ovi kabeli žele voditi prema gore, tada se, u području u kojem se kabeli povijaju poprečno, vilice moraju oblikovati sa S-kukama na svakoj vilici.

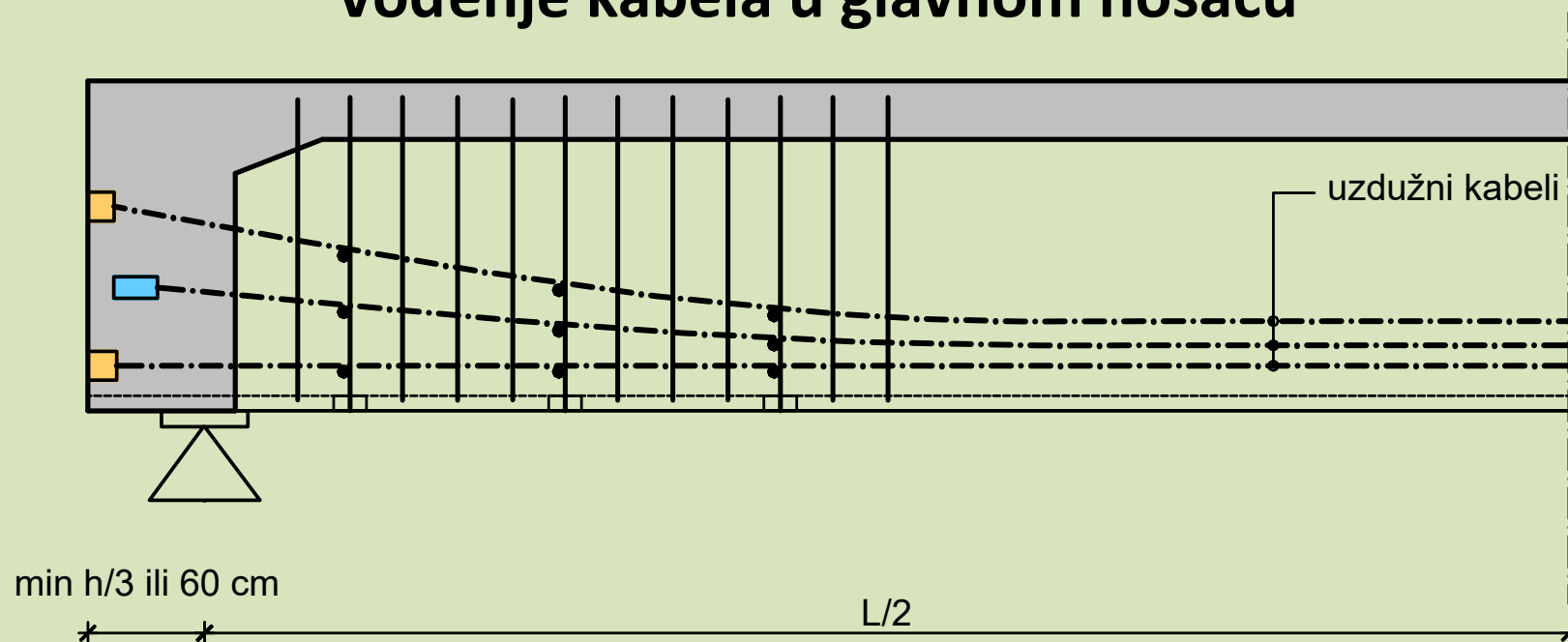


Područja gdje se kabeli vode prema gore





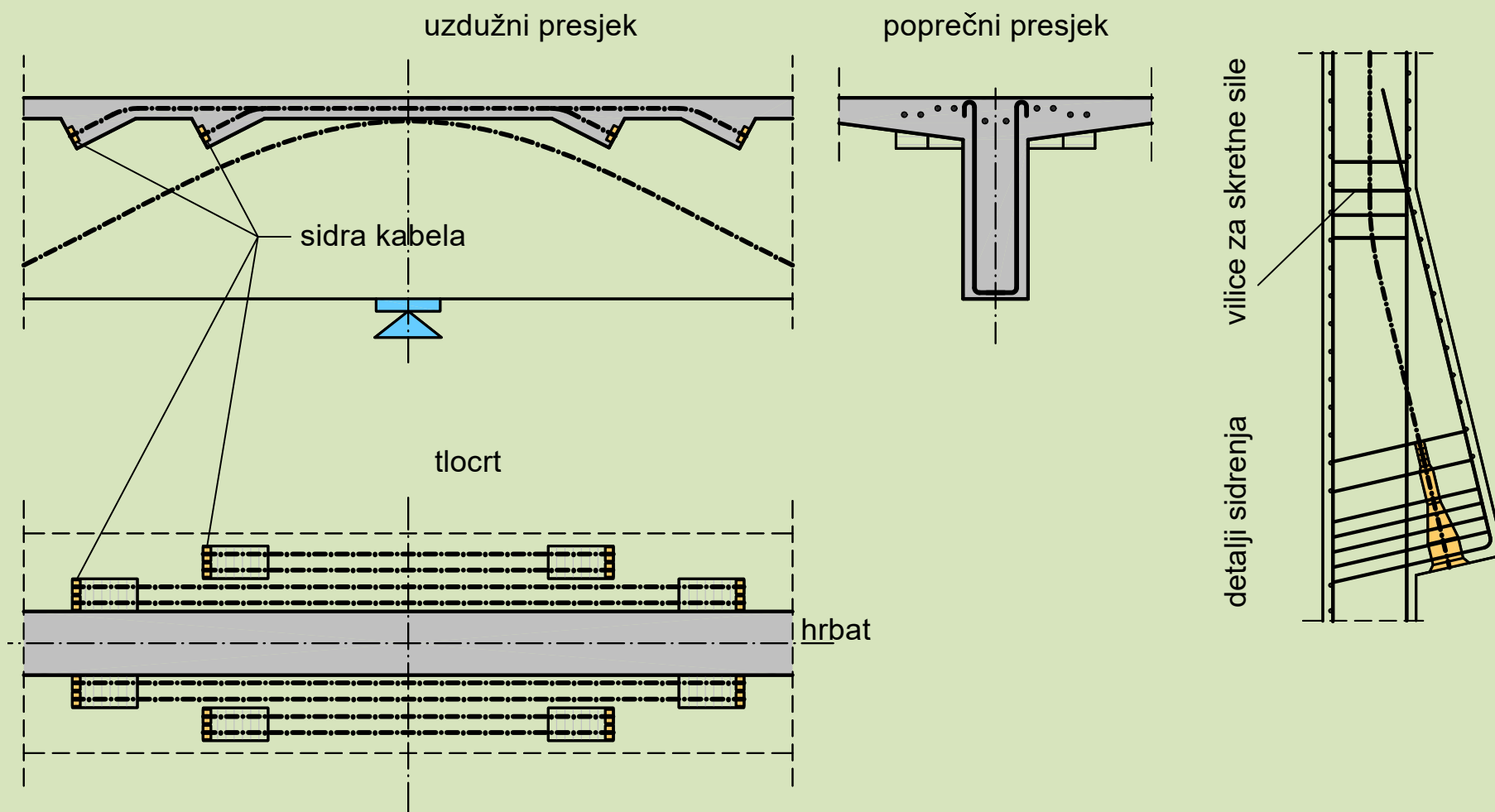
Vođenje kabela u glavnom nosaču



- Radi uvođenja u nosač sile i ležajne reakcije, kraj grede mora se produžiti preko osi ležaja najmanje za $h/3$ ili 60 cm.
- Kod slobodnih greda kabe se mogu predvidjeti s naizmjenično postavljenim pokretnim i nepokretnim sidrima.
- Na mjestima uvođenja sila prednapinjanja krajevi greda moraju se armirati na osnovi sila cijepanja i skretnih sila.
- Vlačni pojas, napregnut visokim tlačnim naponima u stanju prednapinjanja, mora se obuhvatiti dodatnim vilicama ili S-kukama povrh kabela, kako bi se spriječilo uzdužno cijepanje pojasa.

Prednapinjanje kontinuiranih nosača iznad srednjih oslonaca

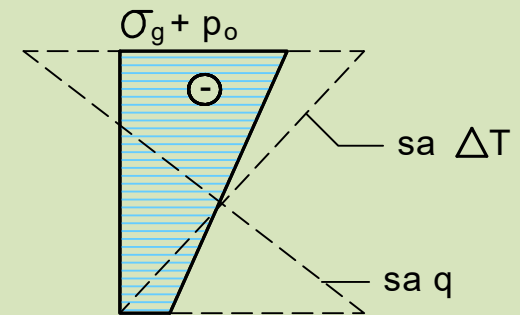
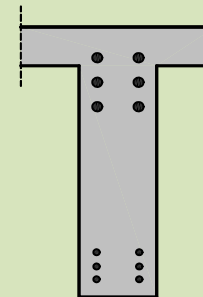
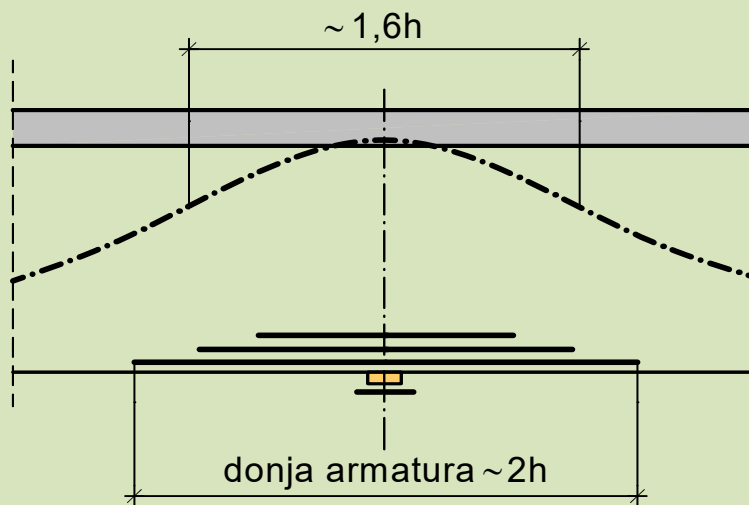
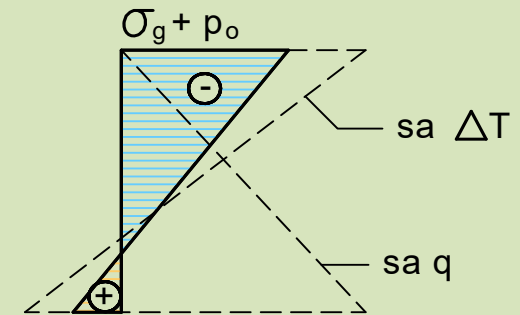
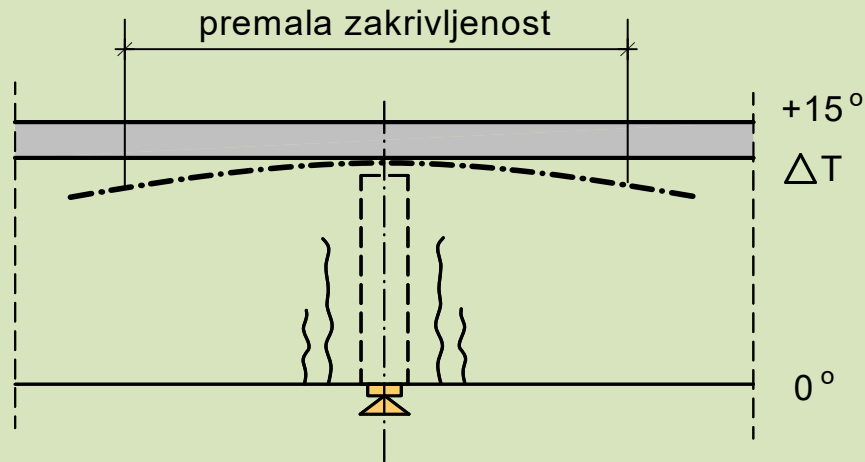
- Paziti na pomak dijagrama vlačnih sila
- Vilice za sile cijepanja i skretne sile





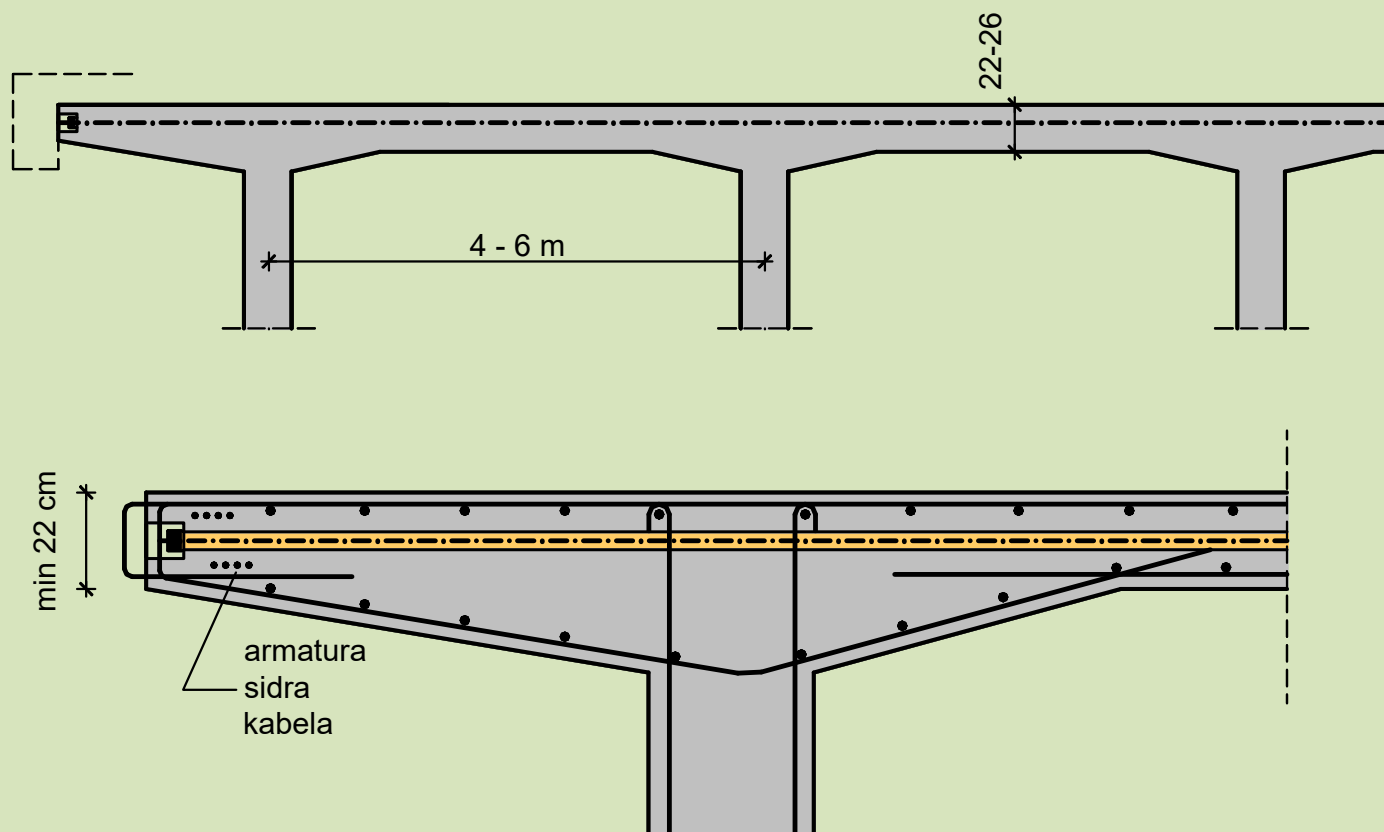
Prednapinjanje kontinuiranih nosača iznad srednjih oslonaca

ARMIRANJE I PREDNAPINJANJE

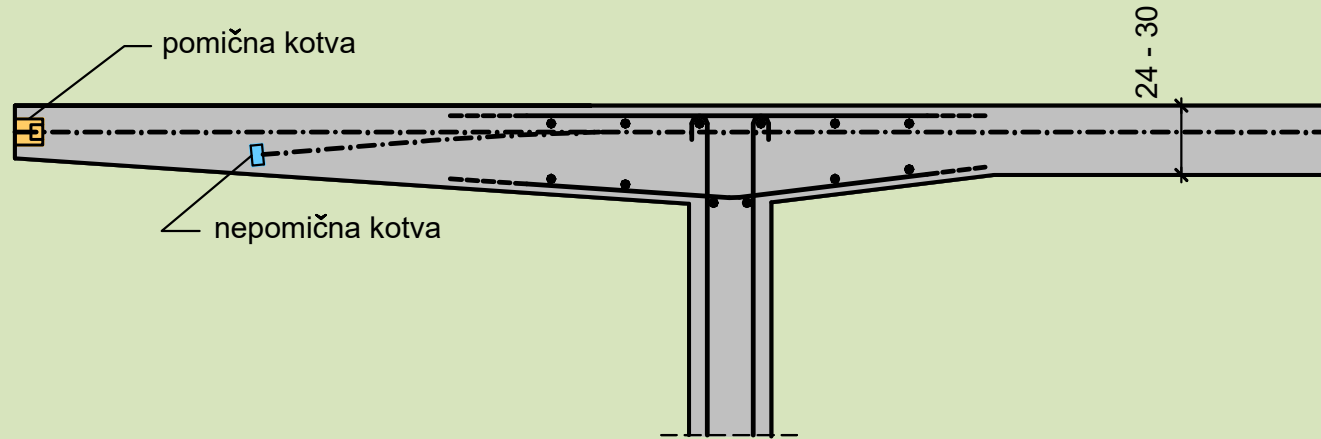




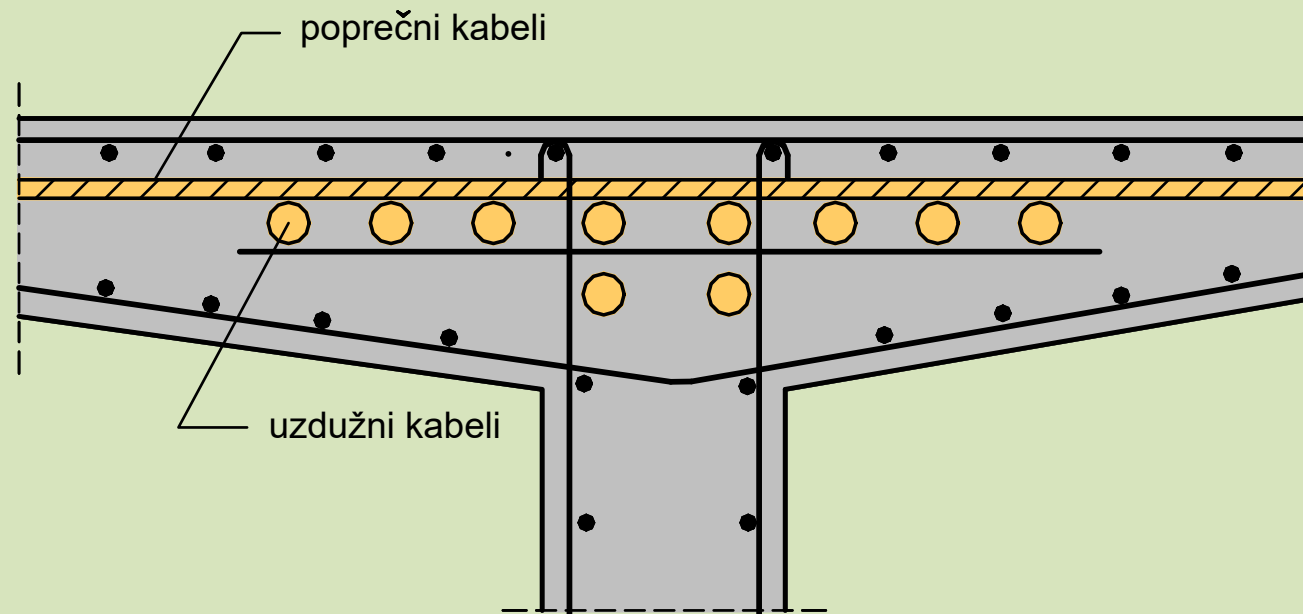
Poprečno prednapinjanje ploče kolnika



- trebalo bi primijeniti kada je širina mosta > 10 m i kod većih razmaka gl. nosača
- Temperatura, skupljanje, puzanje mogu isto izazvati pojavu pukotina
- Cilj je smanjiti progibe i pojavu pukotina većih od dopuštenih, smanjiti promjene napona u čeliku
- Stupanj prednapinjanja: za $g+0,3q$ nema vlačnih napona poprečno



- Sidrenje kabela kod konzola većih dužina



- Poprečni kabela u ploči kolnika vode se iznad uzdužnih kabela glavnog nosača





Armiranje U nosača rebrastog presjeka





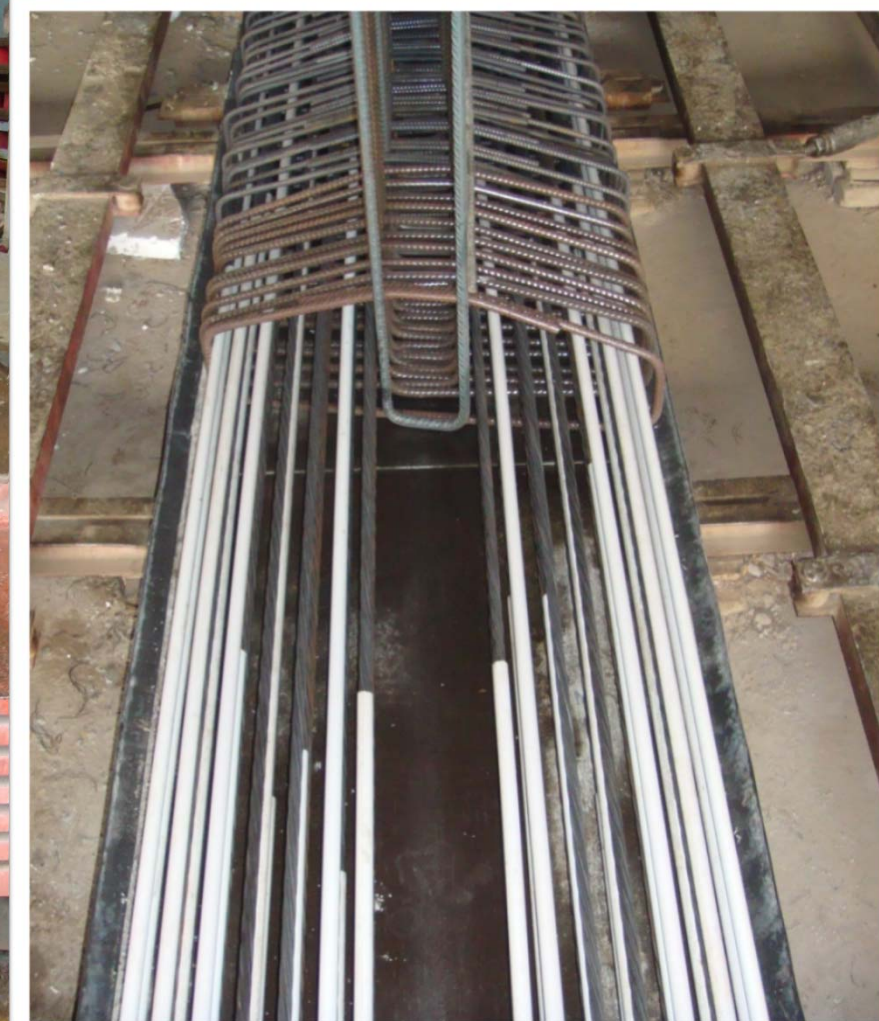


Staza za prednapinjanje:

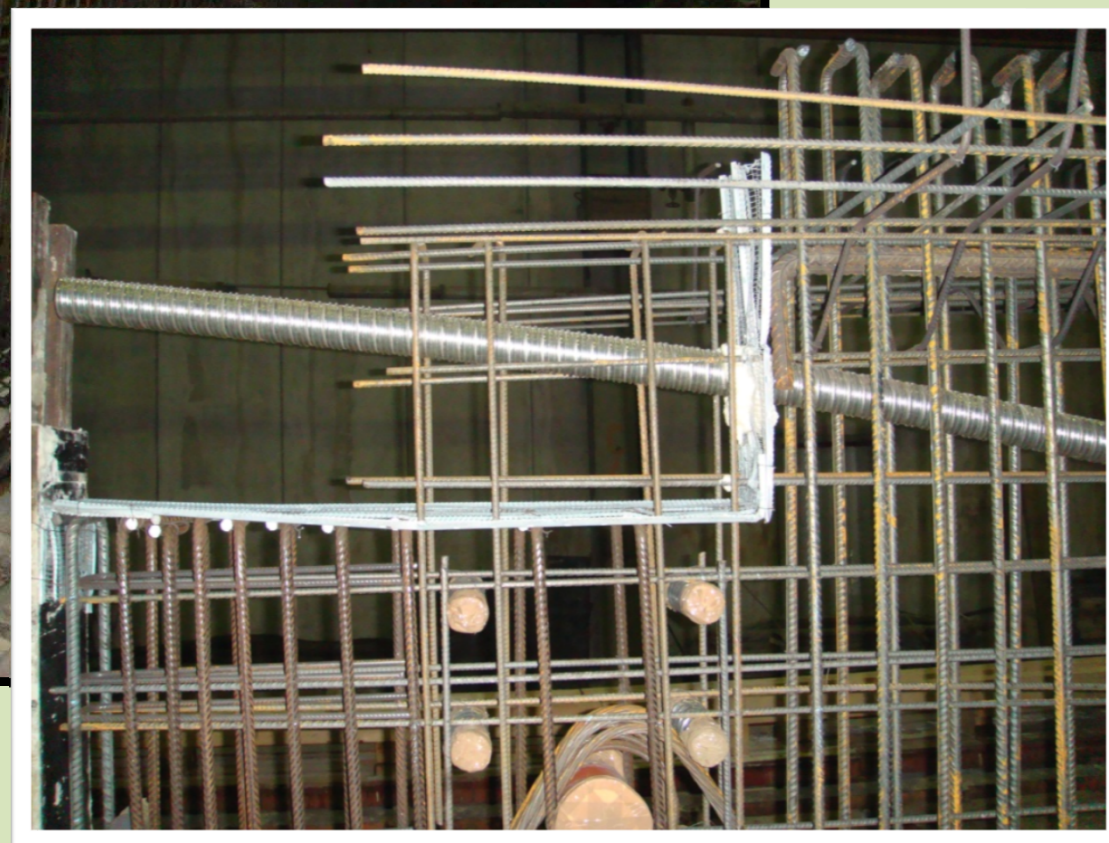




Staza za prednapinjanje:













Na stazama se vrši
formiranje armaturnog
koša



Formirani armaturni koš
s armiračkog postolja
se podiže specijalnom
rešetkom



Prenosi do mjesta za
betoniranje (staza s
oplatom)



Postavlja u oplatu i
betonira



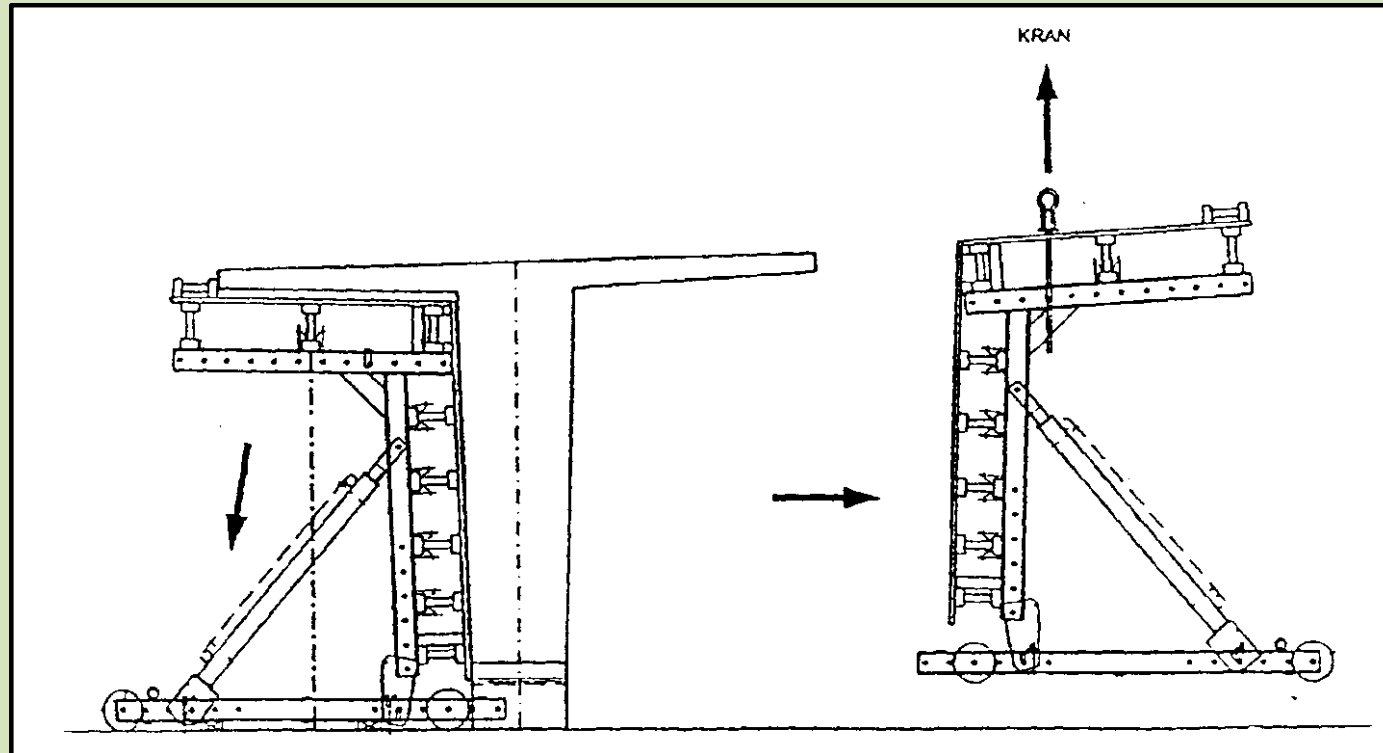


Formirani armaturni koš
s provučenim fleksi
cijevima



Oplata montažnog glavnog nosača

- Montažni nosači izrađuju se na gradilištu, a ponekad i u tvornicama predgotovljenih elemenata.
- Kada se nosači izrađuju na gradilištu, najčešće je to na trasi, odmah iza upornjaka.
- Kada je most veće duljine, nosači se mogu izrađivati i ispod mosta.
- Oplata montažnih nosača izrađuje se od drva, drva oblijepljenog limom ili lima.
- Drvena oplata koristi se pri izradbi manjeg broja nosača, a za veliki broj nosača primjenjuje se metalna oplata koju treba konstruirati, tako da se lako otvara i zatvara.





Detalj na kraju nosača



Izbetonirani nosač



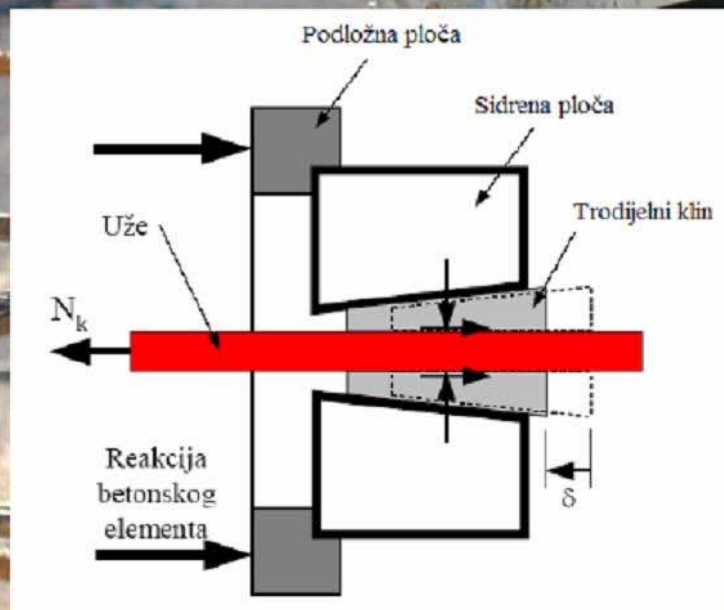
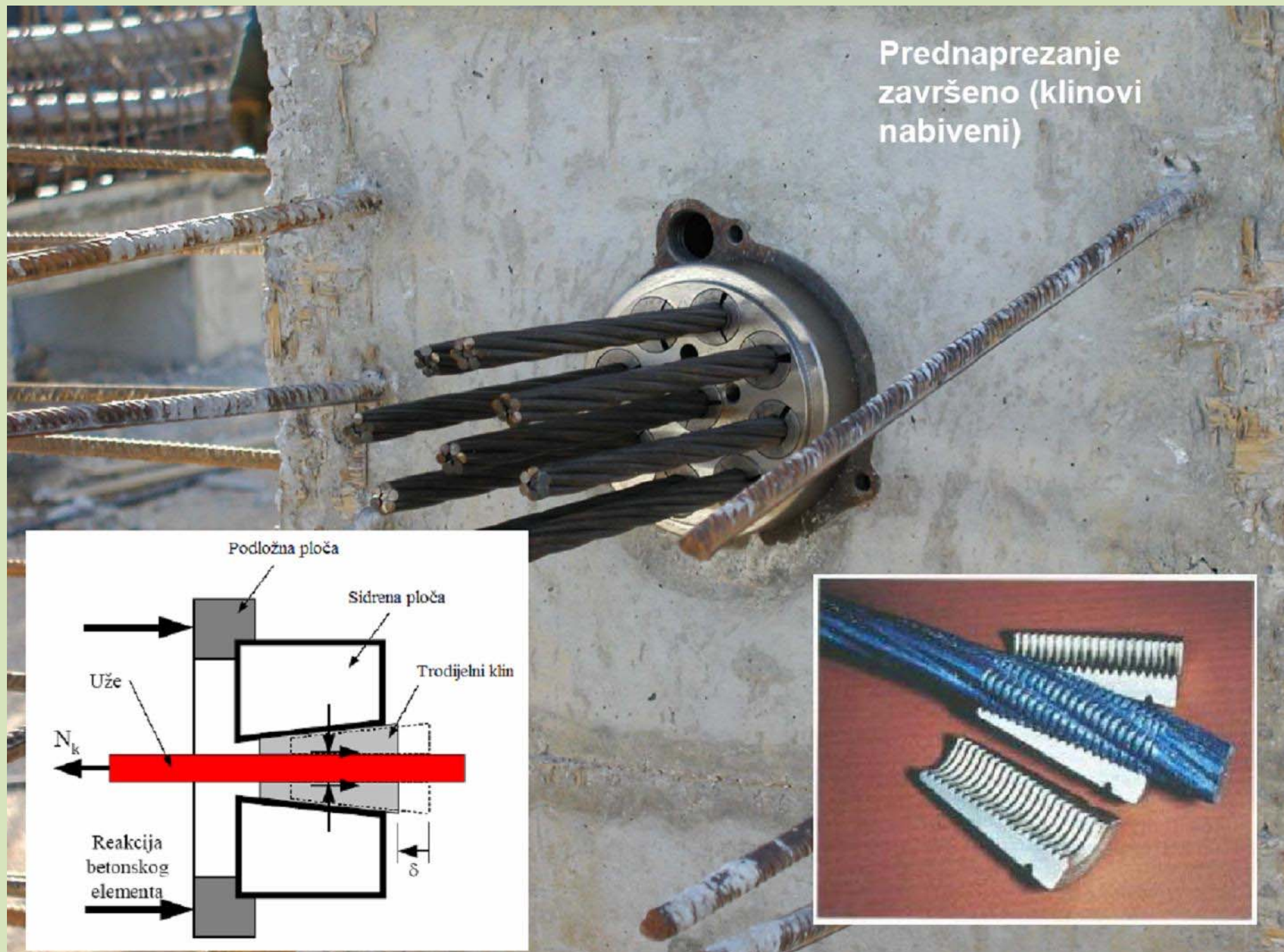
Na užad se montiraju
sidrene glave







Preša se postavlja na nosač





Transport nosača





Nosači u raznim fazama
dovršenosti složeni na
odlagalištu

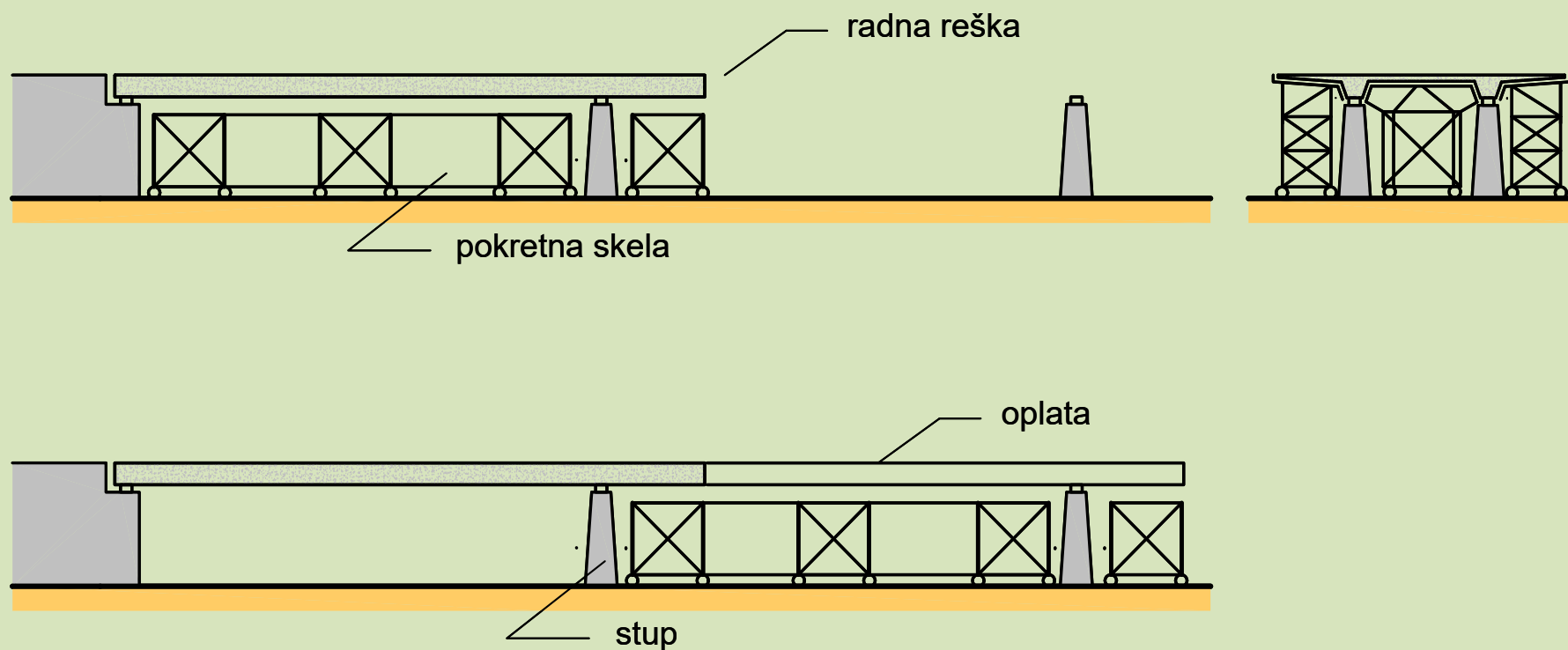




IZVEDBA

Monolitna izvedba na pokretnoj skeli

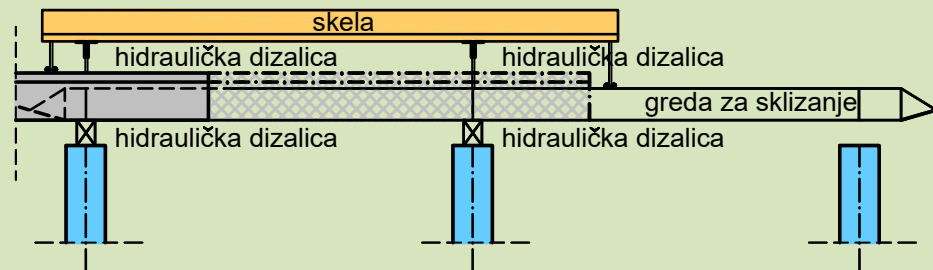
IZVEDBA



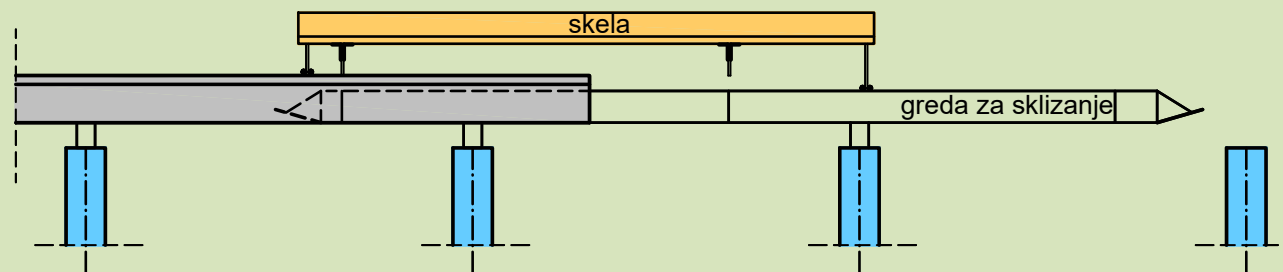


Lansirna skela koja se u susjedno polje premješta odjednom

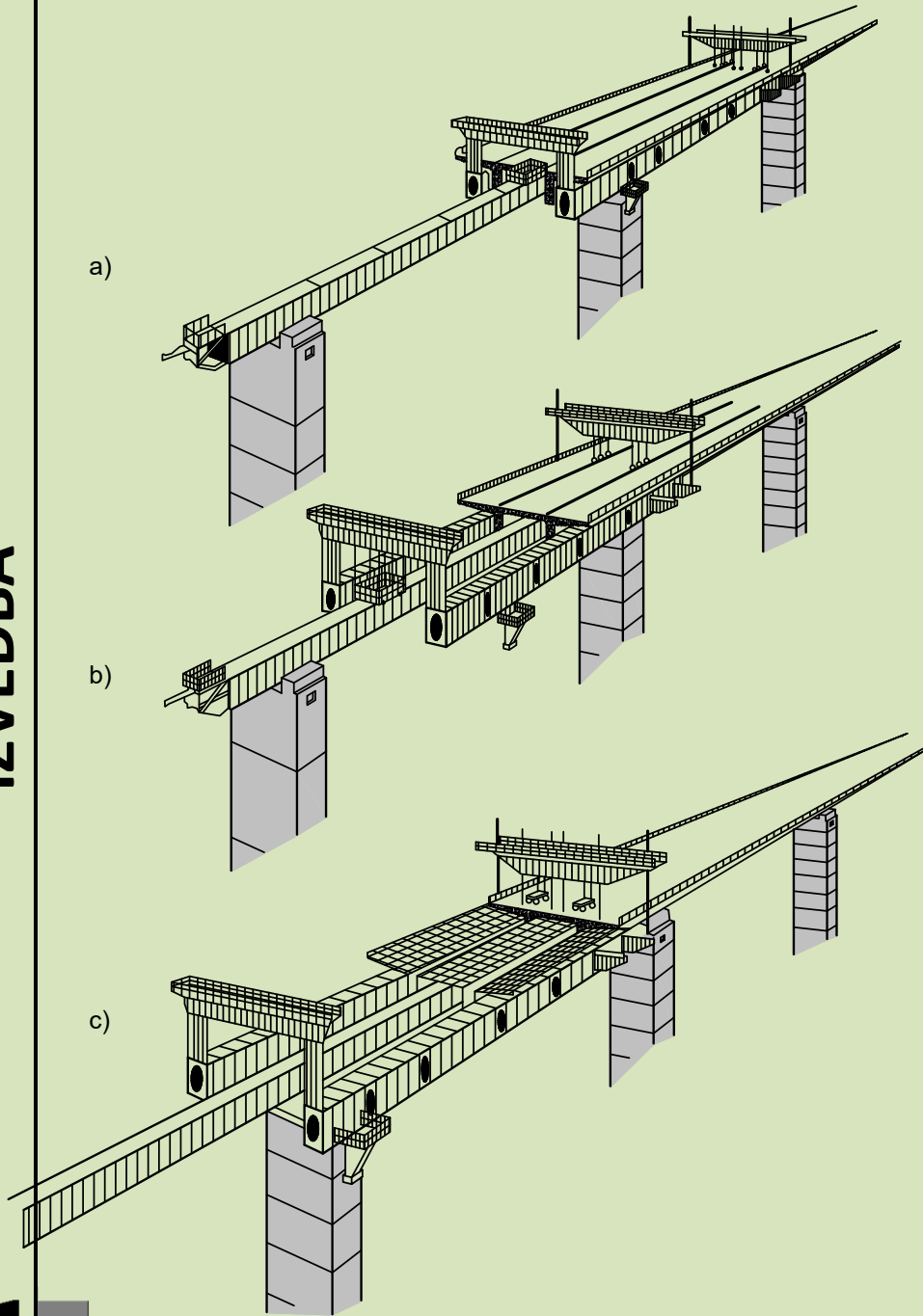
- Čelična skela postavlja se na prethodno izvedene stupove mosta
- Nakon betoniranja jednog polja i prednapinjanja konstrukcije, skela se premješta u sljedeće polje pa je gradnja neovisna o uvjetima tla
- Skela treba nositi vlastitu težinu te težinu svježeg betona sve dok on ne dosegne čvrstoću dostatnu za prednapinjanje
- Ovakav način izvedbe pogodan je za dugačke mostove kontinuiranog sustava, raspona iznad 30 m
- Izradba jednog polja obično traje dva tjedna



POLOŽAJ KOD BETONIRANJA



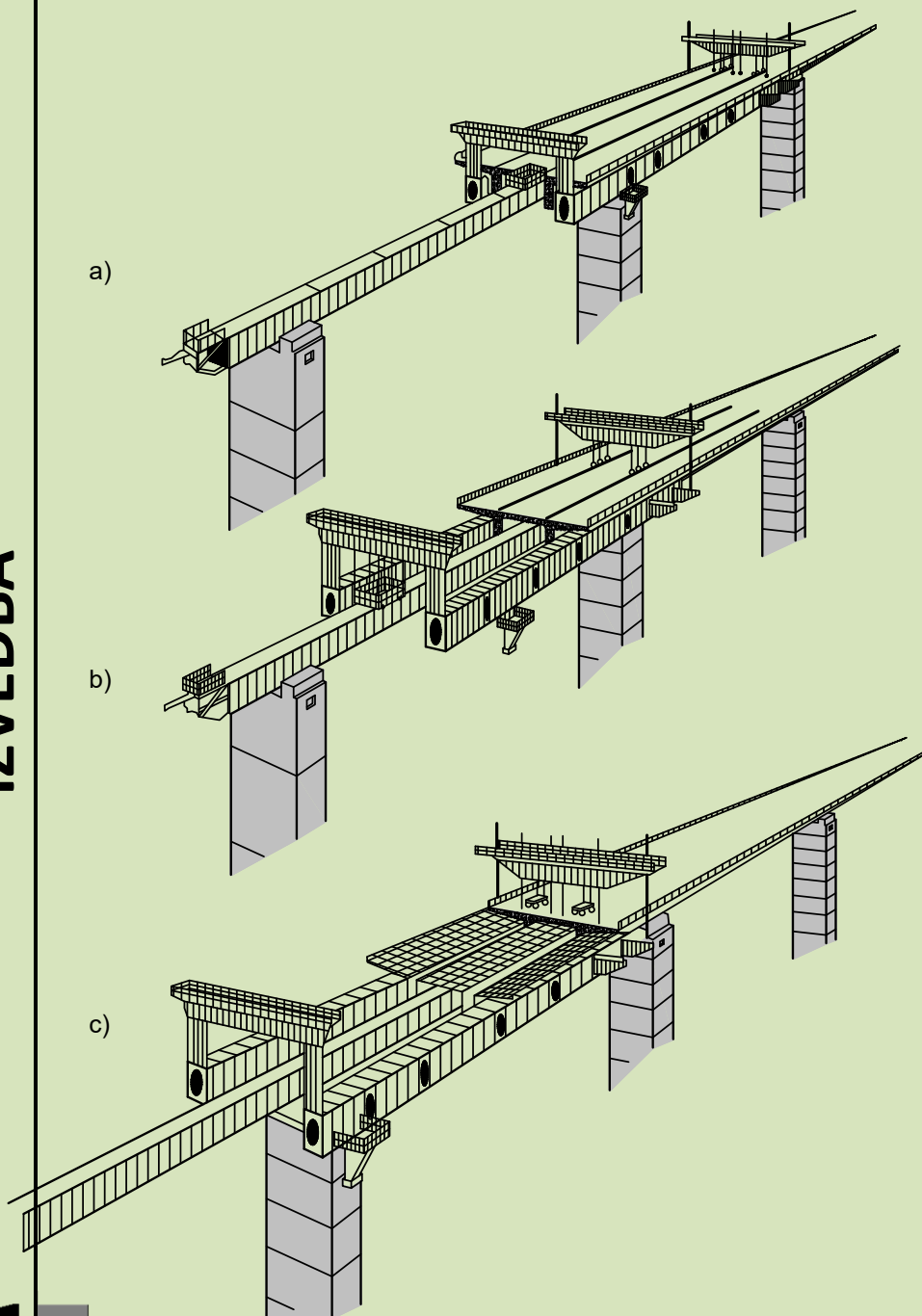
POLOŽAJ KOD POMICANJA



Pokretna skela koja se u sljedeće polje premješta u dijelovima

- a) Položaj za betoniranje
- b) Premještanje vanjskih nosača
- c) Srednji nosač je premješten i namješta se oplata





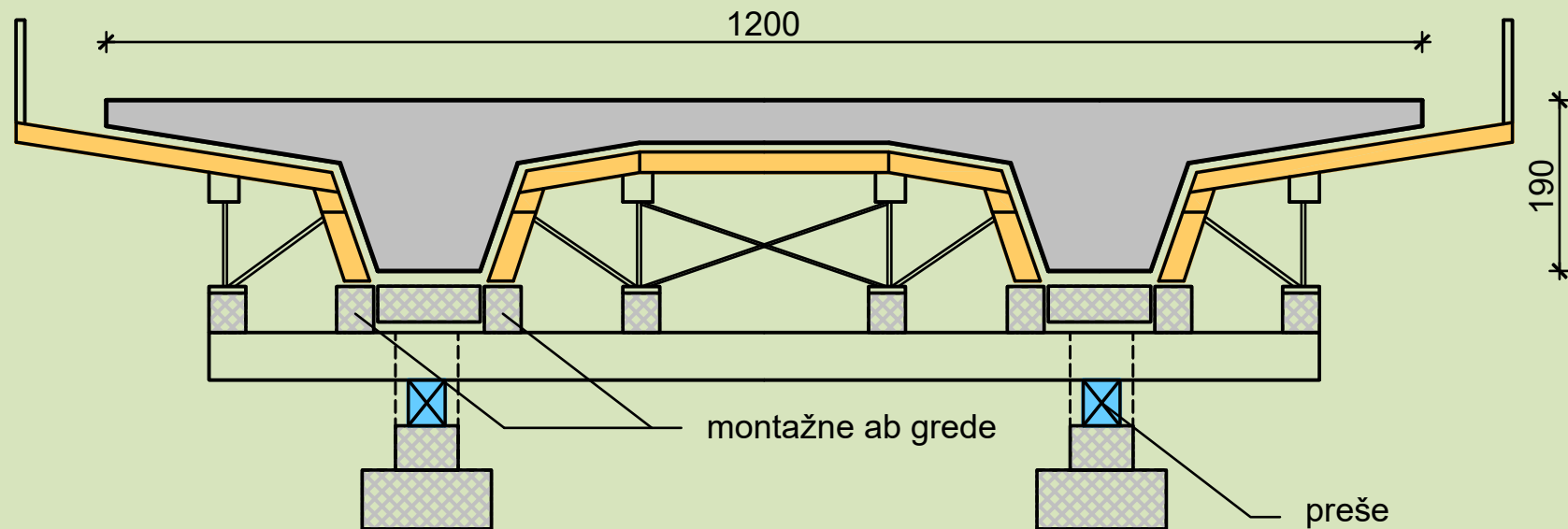
SASTOJI SE OD:

1. Dva vanjska nosača sandučastih presjeka duljine 50 m i jednoga srednjeg nosača sličnog presjeka duljine 98 m, koji služi i za premještanje skele.
2. Jednoga poprečnog okvira koji sprijeđa povezuje vanjske nosače.
3. Prednjih kolica s kojima se putem poprečnog okvira prevoze vanjski nosači po srednjem nosaču.
4. Stražnjih kolica s poprečnom gredom s prepustima i vješaljkama, s kojima se prvo prevoze vanjski nosači po očvrslom betonu, a potom prihvaća ukupno opterećenje od sva tri nosača skupa sa svježim betonom i prenosi na očvrslu prepusni dio rasponskoga sklopa.
5. Dvije ležajne konzole, koje opterećenje od vanjskih nosača predaju na vidljive utore u stupovima.



Oplata rebrastoga poprečnog presjeka predviđenoga za izvedbu potiskivanjem

IZVEDBA





Transport nosača na gradilište



IZVEDBA





Izvedba montažom autodizalicom

IZVEDBA





Izvedba montažom autodizalicom



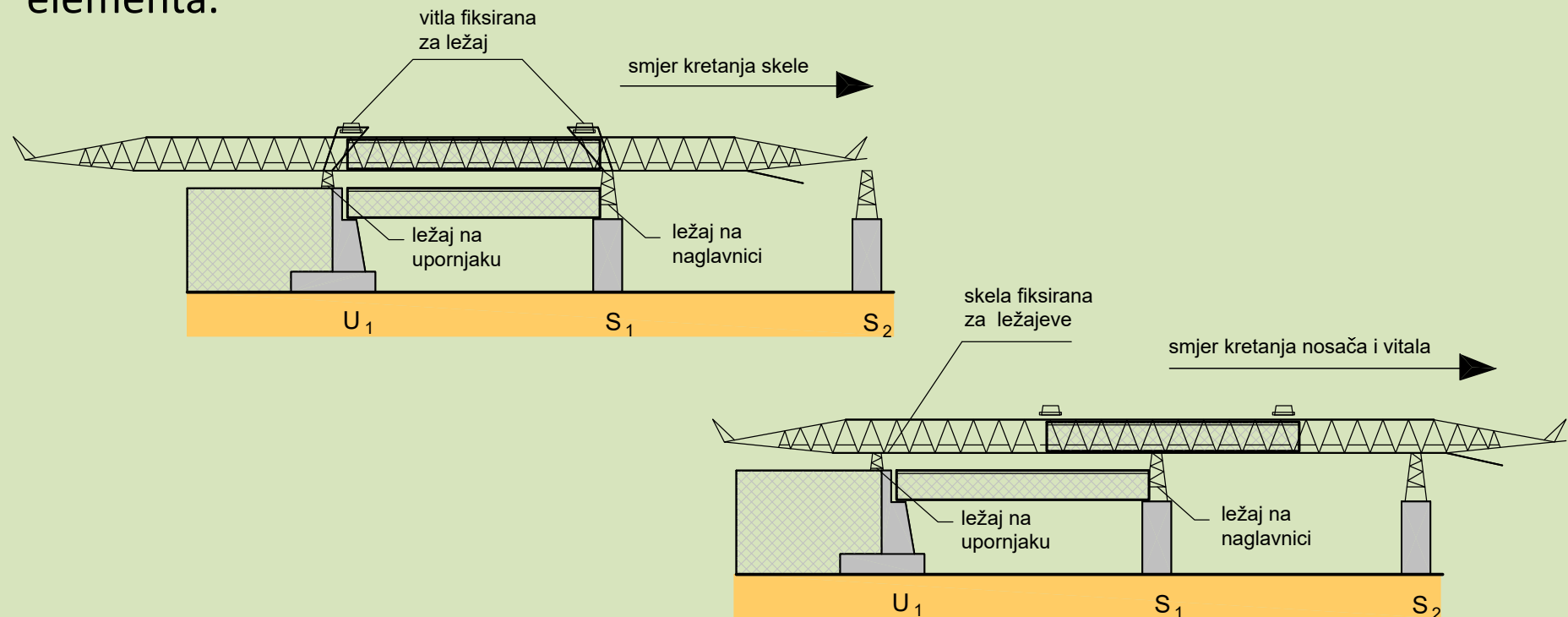


Navlačna rešetka

Kada se kreće rešetka, element miruje, odnosno kada se kreće element, rešetka miruje. To se postiže razmakom vitala.

Kada se kreće rešetka, vitla se nalaze u blizini pripadajućih ležajeva za koja su zakvačena elastičnom užadi. Motori vitala guraju rešetku preko kolica na ležajevima do sljedećeg ležaja.

Nakon toga se rešetka fiksira na ležajevima te se element pomoću vitala transportira uzduž rešetke do položaja za sljedeće kretanje rešetke ili montažu elementa.

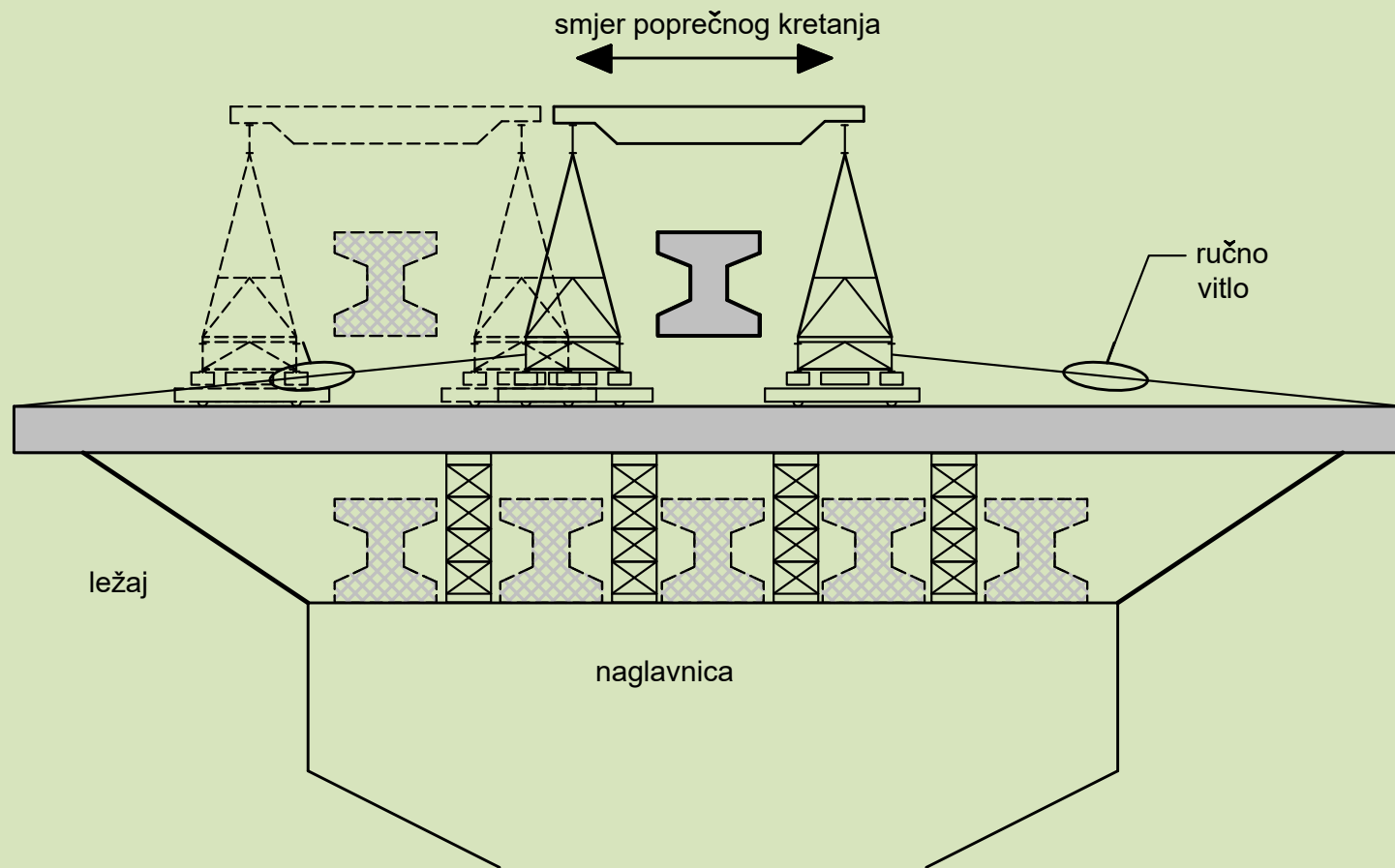




Navlačna rešetka

Poprečno kretanje rešetke potrebno je osigurati zbog smještaja nosača u poprečnom presjeku.

Pogon daju ručna vitla na ležajevima.



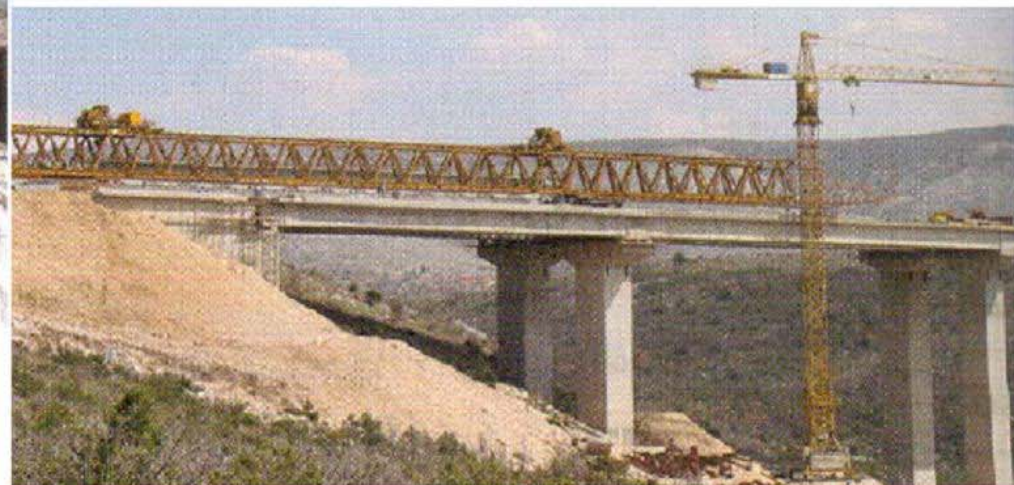


Navlačna rešetka





Navlačna skela za montažu predgotovljenih mostovskih nosača.





Montiranje nosača
navlačnom skelom
(lansirnom rešetkom)



IZVEDBA

