

12. GRAĐENJE MOSTOVA

12.1. MONOLITNA GRADNJA

12.2. MONTAŽNA GRADNJA

12.3. SLOBODNA KONZOLNA GRADNJA

12.4. GRAĐENJE METODAMA POMICANJA I ZAOKRETANJA

12.5. GRAĐENJE DONJEG USTROJA

- projektant mosta tijekom svih faza izrade mosta mora imati na umu ne samo konačno stanje nego i faze nastanka
- racionalizacija gradnje važna kod građevina s višekratnim ponavljanjem elemenata
- tek razvitkom određenih postupaka građenja omogućeni su iskoraci u razvitku i pronalasku novih konstrukcijskih sustava

↓
slobodna konzolna gradnja → razvitak armiranobetonskih lukova



gradnja Šibenskog mosta

RAZVITAK GRAĐENJA:

najstariji sustavi grede i stupa postavljeni ljudskom snagom bez pomagala

primjena pomagala zbog porasta dimenzija

pojava luka koji počinje nositi postavljanjem završnog kamena

pojava betona za monolitnu izvedbu – potreba za skelom i oplatom

povratak gradnji od puno manjih komada (predgotovljeni elementi)

gradnja mosta preko Like u Kosinju na fiksnoj drvenoj skeli

SKUPINE POSTUPAKA GRAĐENJA:

- s obzirom na proizvodnju elemenata mosta
 - građenje zidanjem ili lijevanjem svakoga elementa na njegovo konačno mjestu (monolitna gradnja)
 - sastavljanjem od komada koji su izrađeni izvan mosta (montažna gradnja)
- s obzirom na skele i oplate
 - građenje na fiksnim, o tlo oslonjenim skelama
 - građenje na pomičnim skelama
 - slobodno građenje bez skela
- ovisno o položaju strukture za vrijeme građenja u odnosu na konačno stanje
 - građenje na mjestu
 - uzdužno ili poprečno potiskivanje ili navlačenje
 - vertikalno ili horizontalno zaokretanje

- kod betonskih mostova naglasak je na mjestu i načinu ugradnje betona, a kod metalnih mostova naglasak je na načinu montaže

PODJELA KOD METALNIH MOSTOVA:

- izravna montaža
- montaža na skeli
- slobodna konzolna gradnja
- uzdužno potiskivanje i navlačenje
- bočno potiskivanje
- zaokretanje rasponskih sklopova

PODJELA SKELA:

- nosive – nose rasponski sklop dok on nije sposoban preuzeti vlastitu težinu i druga djelovanja ili nose samo dio sklopa
- radne – služe za dopremu građe i alata i kretanje radnika

POMOĆNI UREĐAJI: dizalice, prenosila, uređaji za montažu

- korištenje plovnih vodotoka za dopremu i podizanje velikih i teških elemenata – plovne dizalice velike nosivosti



vodeni transport je znatno jeftiniji

IZBOR POSTUPKA GRADNJE OVISI O:

- osobinama strukture
 - potencijalima okoliša
 - ekonomskoj opravdanosti i optimalizaciji
 - zahtjevima zaštite okoliša
 - raspoloživoj opremi
- svaka faza građenja mora biti analizirana i proračunata i to konstrukcija i skela

DANAŠNJA USMJERENOST POSTUPKA GRADNJE:

- sve veće iščezavanje skele
- dijelovi strukture ujedno služe i kao pomagala u gradnji

12.1. MONOLITNA GRADNJA

- lijevanje, zidanje ili sastavljanje nosivog sklopa na skeli koja se odstranjuje ili pomiče tek kad konstrukcija ili njen dio može samostalno nositi

- klasičan način građenja

PRIMJENJUJE SE KOD:

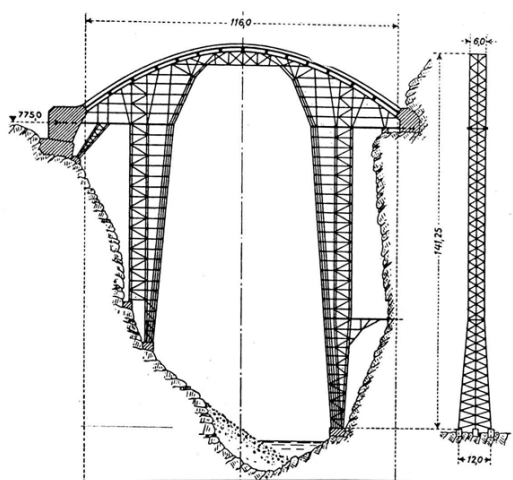
- betonskih mostova
- zidanih mostova
- manjih i srednjih raspona

- zahtjeva skelu i oplatu → ponekad je izgradnja skele složeniji zadatak od samog mosta

↓
upitna ekonomičnost

VRSTE SKELA:

- fiksne - oslonjene o tlo
 - drvene ili čelične
 - sastavljene od puno manjih elemenata
- pokretne - po tlu ili uz pomoć plovila
- one koje se pomiču oslanjajući se na dijelove donjeg ustroja



*klasična skela
visine 141 m –
složenost te skele
dovodi u pitanje
njezinu
ekonomičnost*

12.1.1. Izvedba na fiksnim skelama

- najstariji način građenja – na fiksnim o tlo oslonjenim skelama
- drvene ili čelične, sastavljene od mnogo manjih elemenata
- najčešće su to rešetkasti prostorni sustavi

DIJELOVI FIKSNE SKELE:

- oplata ili kalup u kojeg se ugrađuje beton ili na kojem se zida struktura
- oblučila – poprečni i uzdužni nosači oplata
- stupci i kosnici
- vjetrovni spregovi
- ukrućenja – radi smanjenja dužine izvijanja
- pragovi kao podnožja gornjega dijela skele
- otpusne naprave – radi mogućnosti oslobađanja skele opterećene gotovom konstrukcijom
- stupovi skele i jarmovi
- temelji skele

PRI ODLUCI O IZBORU TIPA SKELE GRADITELJ MORA RAZMOTRITI:

- zahtjeve slobodnih profila koje ispod budućeg mosta treba osigurati i tijekom građenja,
- oblik uvale i svojstva zapreke
- podatke o temeljnom tlu
- potrebu ili nastojanje za ponovnom upotrebom skele
- otpornost i zahtjeve strukture glede deformabilnosti

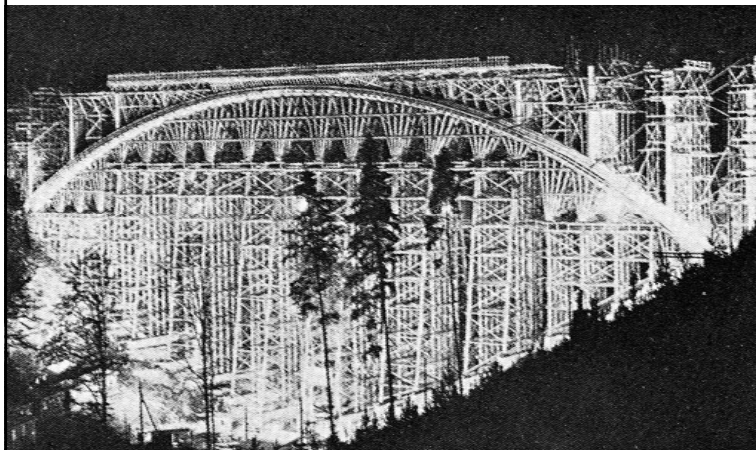
NAJPOZNATIJI TIPOVI FIKSNIH SKELA:

- skele s vertikalnim stupcima
- radijalne skele
- slobodne skele (na dva oslonca)
- lepezaste skele
- trokutaste i trapezaste skele
- lučne skele
- skele na katove
- kombinirani sustavi

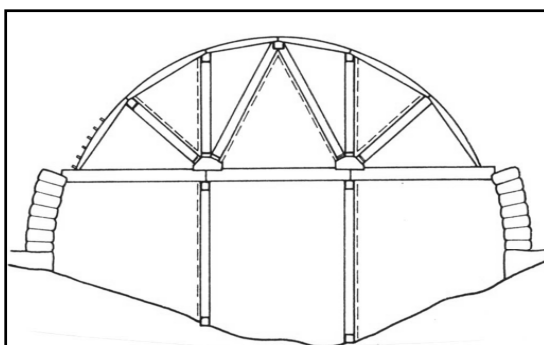
FIKSNA SKELA SE KORISTI:

- kod mostova malih raspona
- kod mostova nisko nad dobro pristupačnim terenom

PREDNOST: omogućuje izvedbu najrazličitijih tipova i oblika struktura armiranobetonskih mostova u oplati



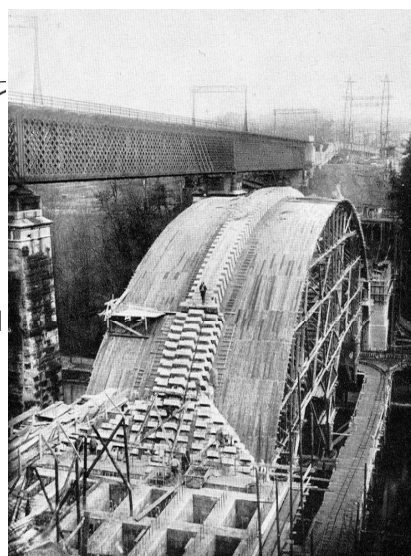
*fiksne skele
zahtijevaju
puno građe*



*klasična skela iz Rimskog
doba*

Rad na skeli zahtjeva precizan raspored i dinamiku ugradbe pojedinih dijelova:

- gradnja se odvija po dijelovima da se konstrukcija jednako opterećuje i progiba



LUČNI TIP SKELE CRUCIANI:

- luk od drveta i čelika
- predgotovljeni elementi
- sklapa se konzolno uz pridržavanje čeličnim zategama
- lukovi do 200 m raspona

- skele se izvode sa nadvišenjem da bi konstrukcija u konačnici imala željeni oblik
- odvajanje skele od konstrukcije potrebno je unaprijed definirati:
 - ili otpuštanjem skele
 - ili izdizanjem konstrukcije

12.1.2. Izvedba na pokretnim skelama

- one skele koje se mogu pomicati uzduž ili poprijeko na most

POMICANJE SE OSTVARUJE:

- pomoću kotača na tlu
- na tračnicama
- na plovilima

PRIKLADNE ZA:

- niže gredne mostove s više otvora uz ravno i dobro nosivo tlo

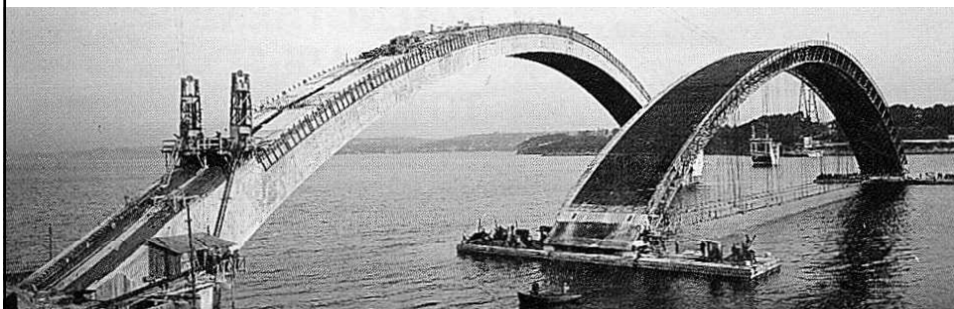
- hidrauličke preše pomažu pri odvajanju prije pomicanja

POPREČNO POMICANJE:

- most Gladesville u Sydneyu - skela se poprijeko premještala četiri puta noseći po jedan uzdužni prsten luka



Pokretna skela koju je Freyssinet primijenio za gradnju lučnog mosta Albert Louppe preko rijeke Elorn u Plougastelu. To je drvena lučna skela korištena za gradnju tri jednaka AB luka premještanjem pomoću plovila.



12.1.3. Izvedba na lansirnim skelama

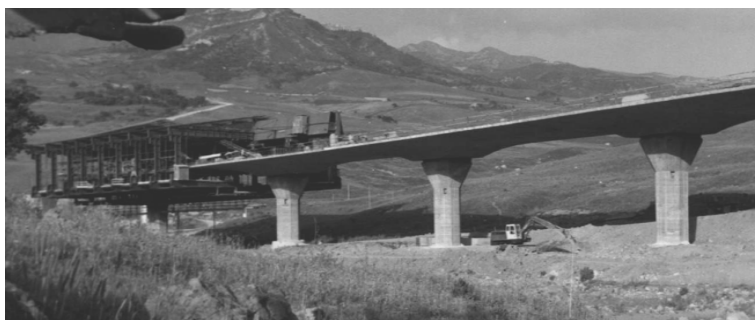
- tip pokretnih skela koje se umjesto u tlo oslanjaju o stupove

PREDNOSTI:

- nisu ovisne o uvjetima na terenu
- omogućuju odvijanje prometa ispod mosta
- ne zadiru u vodotok
- primjenjive kod struktura visoko nad tlom

NEDOSTACI:

- rijetko se koriste za raspone iznad 50 m jer su robusnih dimenzija
- ponekad se podupiru s jednim ili dva privremena pomoćna oslonca
 - uređaji za pokretanje iz raspona u raspon:
 - izvlačenjem i uvlačenjem pojedinih dijelova
 - pomicanjem čitave skele dužine veće od dva raspona



gradnja na lansirnoj skeli

NOSIVI SKLOP OVIH SKELA MOŽE BITI:

- ispod elemenata koji se betoniraju
- iznad elemenata koji se betoniraju

POKRETNE RADIONICE:

- izgradnja je neovisna o vanjskim uvjetima

- gradnja rebrastih struktura – čitava oplata se premješta sa skelom
- gradnja sandučastih struktura – unutarnja oplata je zasebna, složenija gradnja
- gradnja jednog odsječka obično traje dva tjedna – prekidi se ostvaruju na mjestima nul-točaka momentnog dijagrama

12.2. MONTAŽNA GRADNJA

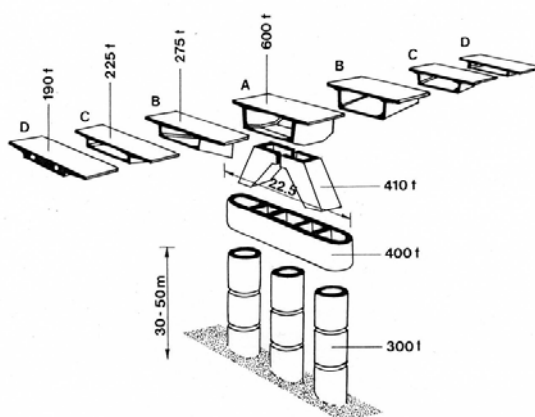
- gradnja od predgotovljenih (montažnih) elemenata
- posebno razvijena kod čeličnih mostova

PREDNOSTI:

- elementi pa čak i čitavi nosači se izrađuju u radionicama ili tvornicama gdje se mogu postići gotovo idealni uvjeti i kvaliteta
- proizvodnja neovisna o dinamici posla na gradilištu
- jeftinija proizvodnja od one na gradilištu
- nije potrebna (ili tek neznatna) skela

NEDOSTACI:

- znatni troškovi transporta – nekad se rade radionice na gradilištu
- pomagala za dizanje i ugradbu



*montažni elementi
za 5 km dug most
preko zaljeva
Oosterschelde u
Nizozemskoj*

- montažna gradnja dobiva sve više na značenju jer smanjuje ljudski rad na gradilištu i vrijeme građenja
- predgotovljeni komadi se već toliko rutinski proizvode da se za vrijeme njihove proizvodnje još ni ne zna gdje će se ugraditi

- teži se montažnoj gradnji sa što manjim brojem dijelova i spojnica ali ograničenje su dimenzije zbog uređaja za montažu

*proizvodnja
predgotovljenih
nosača
na gradilištu*



gotov nosač spreman za transport

dizalica za utovar i vozilo za transport gotovih nosača



*transport gotovih nosača
Dubrovačkog mosta
specijalnim vozilom*

12.2.1. Ugradba montažnih elemenata

PROIZVODNJA:

- na gradilištu
- u radionici

na trasi prometnice,
neposredno iza upornjaka ili ispod mosta,
minimalni transport - horizontalni pomaci
- podizanja

potreban transport vozilima ili plovilima

UGRADBA:

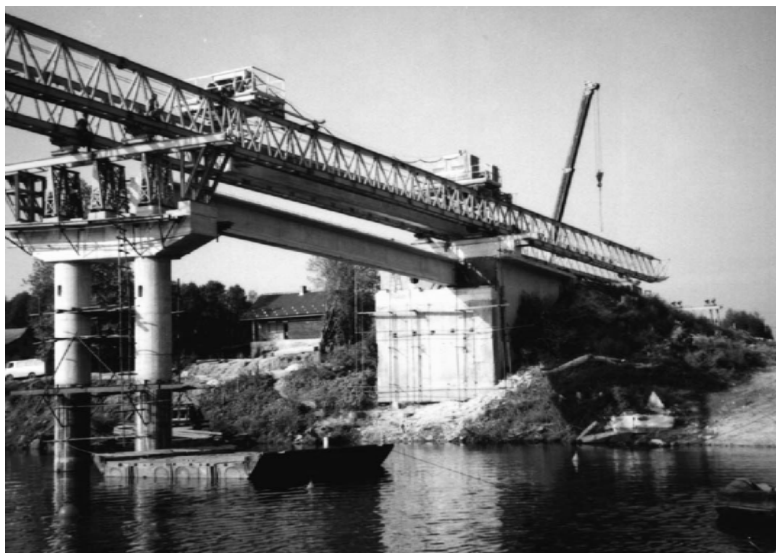
- auto-dizalicama
- plovnim dizalicama



Ugradba pomoću dvije dizalice montirane na već gotov dio konstrukcije

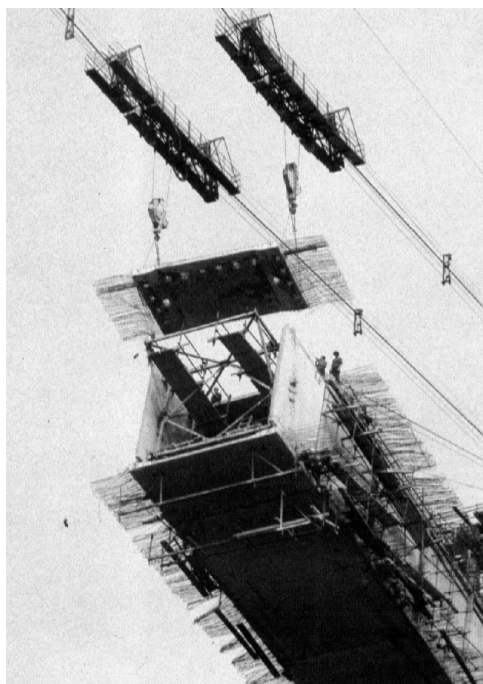


Ugradba pomoću lansirne rešetke – prihvaća nosač i transportira ga na mjesto ugradbe i tamo postavlja u konačan položaj, pomiču se uzdužno i poprečno, nosivost do 200t



Lansirnim rešetkama je moguće uzdužno sklapati pojedine segmente rasponskog sklopa i povezivati ih kabelima s izvedenim dijelom





*Ugradnja kabel-kranom
na primjeru Krčkog mosta –
cijela struktura je koncipirana
iz više manjih elemenata*

*Plovni vodotoci pružaju posebna pogodnosti pri transportu i ugradbi –
vodeni transport je znatno jeftiniji od ostalih oblika, a plovne dizalice
imaju znatno veću nosivost od ostalih (više tisuća tona!):*

- *smanjuje se vrijeme ugradnje*
- *ugradbeni elementi su cjeloviti, nekad i cijeli rasponski sklopovi pa
nema puno spojeva*



Most Akashi Kaikyo



Most Øresund

12.2.2. Polumontažni postopci

- problemi u montažnim strukturama – velik broj spojeva u njima



funkcionalni i trajnosni problemi

- zbog tih problema za gredne mostove do 40 m primjenjuju se češće polu-montažni postupci

MONTAŽNA IZVEDBA: - nosači rasponskog sklopa

MONOLITNA IZVEDBA: - kolnička ploča nad njima

- eventualno poprečni nosači

- zadržane prednosti montažne gradnje – jednostavnost i brzina
- dodana prednost monolitne gradnje – ravnost podloge za hidroizolaciju i kolnik

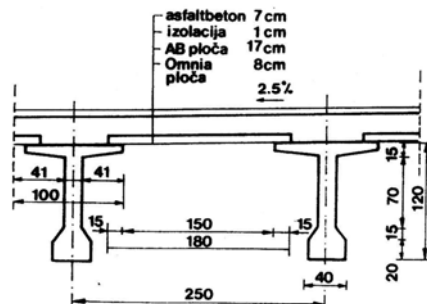
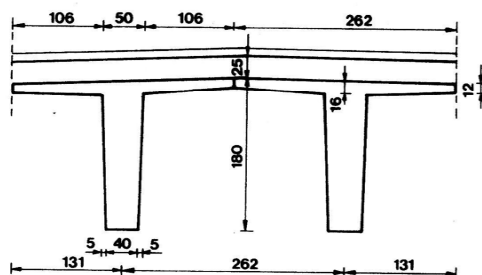
KLASIČNI OBLICI PRESJEKA NOSAČA ZA POLUMONTAŽNU IZVEDBU:

- I nosači
- T nosači

NAČINI IZVEDBE:

- gornje pojasnice nosača se dodiruju a nad njima se bez potrebne oplata betonira kolnička ploča, poprečni nosači se izvode nad osloncima

- nosači se postavljaju razmaknuto, procijep među njima se prekriva montažnim (omnia) pločama koje služe kao izgubljena oplata



NAČINI IZVEDBE:

*priprema za betoniranje
ploče povrh T nosača*



armatura kolničke ploče

NAČINI IZVEDBE:

- polu-montažna izvedba pločastih mostova – niski olakšani nosači se montiraju jedan do drugoga a nad njima se izvodi monolitna ploča
- spregnuti sustavi – nad montiranim čeličnim nosačima se betonira kolnička ploča



*spregnuti
sustav*

POLUMONTAŽNOM GRADNJOJ SE MOŽE OSTVARITI I USPOSTAVA KONTINUITETA NOSAČA NAD OSLONCIMA I TO:

- puni kontinuitet – monolitna izvedba ležajnih poprečnih nosača i prihvaćanje ležajnih momenata gipkom armaturom ili kabelima
- uspostava kontinuiteta pomoću elastične armiranobetonske ploče ili čelične ploče pričvršćene za beton prednapetim vijcima



12.3. SLOBODNA KONZOLNA GRADNJA

- način građenja bez skele u kojem se napredovanje gradnje ostvaruje konzolno od oslonaca prema sredini otvora
- pravi razvitak u velikim grednim i lučnim rešetkastim čeličnim mostovima 19.st.
- logično rješenje građenja ovješanih mostova



- revolucionaran napredak AB grednih (Njemačka) i lučnih (Hrvatska) mostova koje su ih učinile konkurentnima metalnim na rasponima 200 do 500 m

POJAVLJUJE SE KAO:

- monolitna
- montažna
- kombinirana

SKELE U KONZOLNOJ GRADNJI:

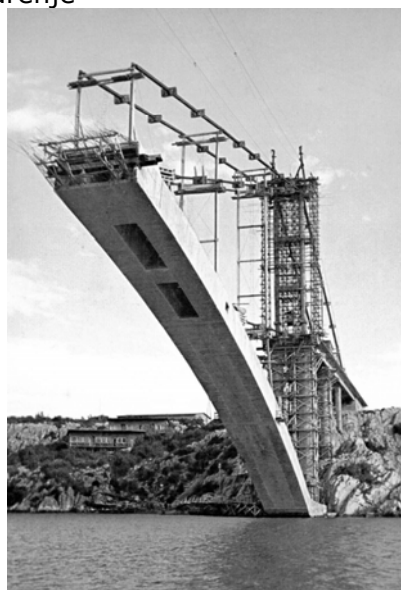
- znatno kraće
- pričvršćuju se za prije izrađeni dio konstrukcije
- premještaju se postupno prema sredini otvora
- nastoji se da budu što lakše
- kod monolitne gradnje: - nose oplatu i segment strukture koji se betonira
- kod montažne gradnje: - služe kao radna platforma i za prihvaćanje predgotovljenih dijelova

- konzolna gradnja može se odvijati i uz pomoć lansirne rešetke
- moguće simetrično napredovanje ili nesimetrično napredovanje uz odgovarajuće sidrenje

PREDNOSTI KONZOLNE GRADNJE:

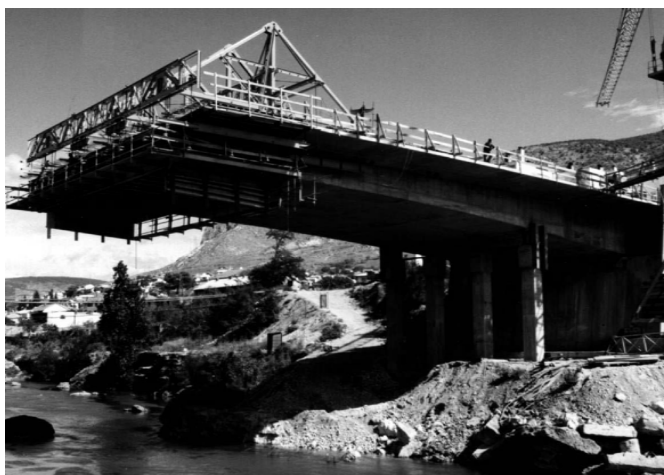
- velika ušteda u skeli
- omogućavanje dostatnog slobodnog profila ispod mosta uz neometano odvijanje prometa

*slobodna konzolna
gradnja Šibenskog
mosta*



12.3.1. Monolitna konzolna gradnja grednih mostova

- prvi puta primijenio konstruktor Ulrich Finsterwalder za gradnju
- mosta Worms preko Rajne
- kasnije usavršen za ostale gredne mostove velikog raspona



*gradnja mosta
Hasan Brkić
konzolnim
postupkom*

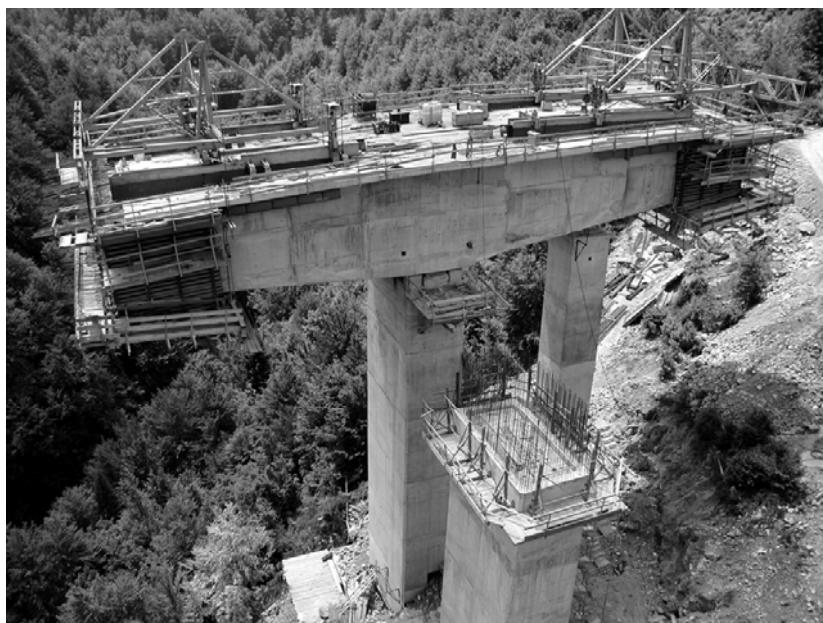
- na prije dovršeni dio konstrukcije se pričvrsti konzolna skela s oplatom (krletka) u kojoj se betonira odsječak strukture duljine 3-5 m
- raspored radnog tjedna pri izradi jednog takta:

Dan u tjednu	Radne aktivnosti
Ponedjeljak	- Prednapinjanje prošli tjedan izbetoniranog segmenta - Pomicanje krletke s vanjskom oplatom u novi položaj - Postavljanje armature donje ploče i hrptova
Utorak	- Pomicanje i namještanje unutarnje oplata - Postavljanje donje armature kolničke ploče i zaštitnih cijevi kabela za uzdužno i poprečno prednapinjanje
Srijeda	- Postavljanje gornje armature kolničke ploče
Četvrtak	- Betoniranje
Petak	- Ugradba kabela za prednapinjanje
Subota	- Njega betona
Nedjelja	- Njega betona

konzolna gradnja mosta Kamačnik



konzolna gradnja mosta Kamačnik



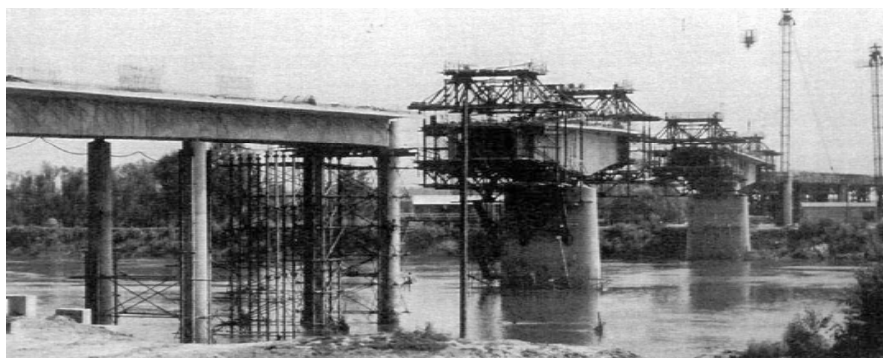
- osim klasičnog balansnog postupka konzolne gradnje moguća je i izvedba korištenjem pomoćnog nosača povrh rasponskog sklopa na kojeg se vješa oplata
- moguće graditi čitav presjek odjednom ili samo središnji dio pa ga potom poprečno dograditi



rad u krletci

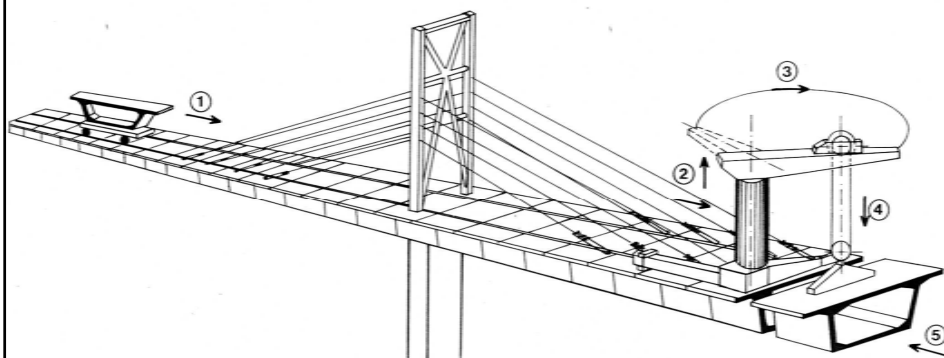


*konzolna gradnja mosta
preko Save u Jasenovcu*



12.3.2. Montažna konzolna gradnja grednih mostova

- pojedini odsječci se izvedu i pripreme izvan mosta pa nema više betoniranja u skeli nego se gradnja vrši montažno
- prikladna nad plovnim putevima i vodotocima – jednostavna doprema elemenata



primjer montažne konzolne gradnje

IZRADA ODSJEČAKA:

- u tvornicama
- na gradilištu
- izrada ne ovisi o ostalim radovima – ubrzava se gradnja
- moguća izrada gdje je dodirna površina jednog segmenta oplata za idući segment – savršena točnost nalijeganja

SPAJANJE ODSJEČAKA:

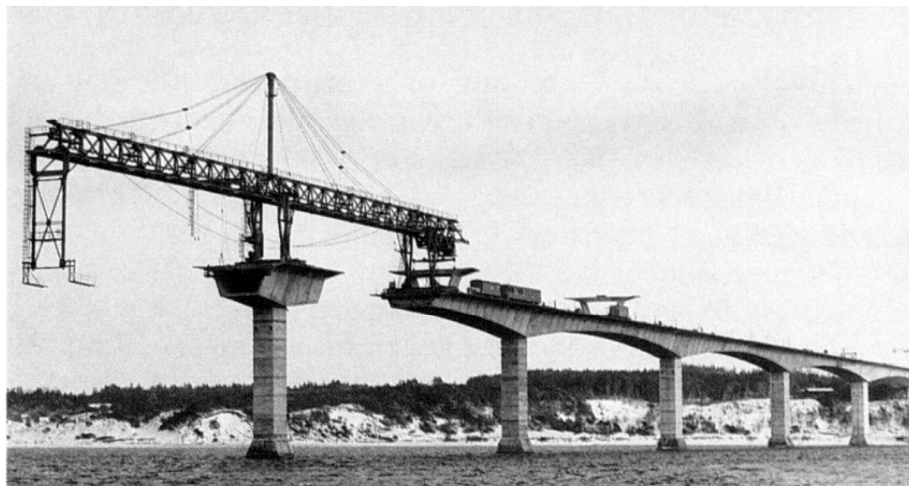
- epoksidna ljepila – nepropusnost strukture
- potpuno prednapinjanje – veći utrošak kabela
- sljubnice imaju utore i odgovarajuće istake za poprečne sile

PRIVREMENI PILONI:

- smanjuju velike momente dugih konzola
- zategama prihvaćaju konzolu

PRIVREMENI NOSAČI:

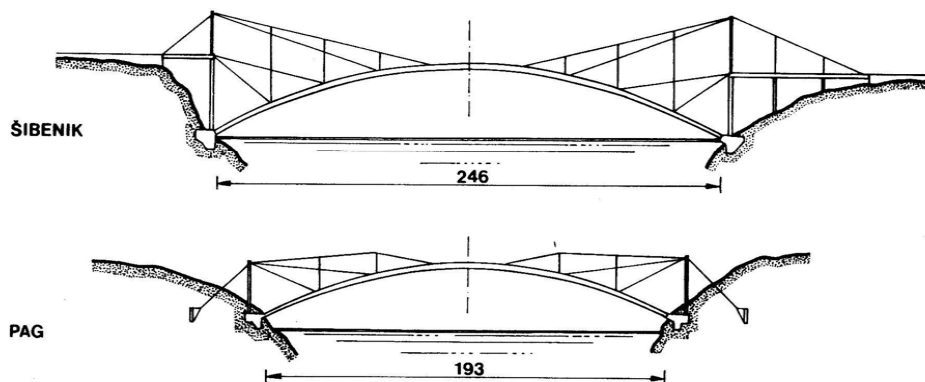
- površ strukture
- prikladni za dostavu predgotovljenih elemenata po izvedenom dijelu

**12.3.3. Monolitna konzolna gradnja lučnih mostova**

- kod izrade AB lučnih mostova najveći dio troškova otpadao je na izradbu skele
- konzolna gradnja je ovdje prvi puta primijenjena gradnjom Šibenskog i Paškog mosta šezdesetih godina 20.st.

POSTUPAK GRADNJE:

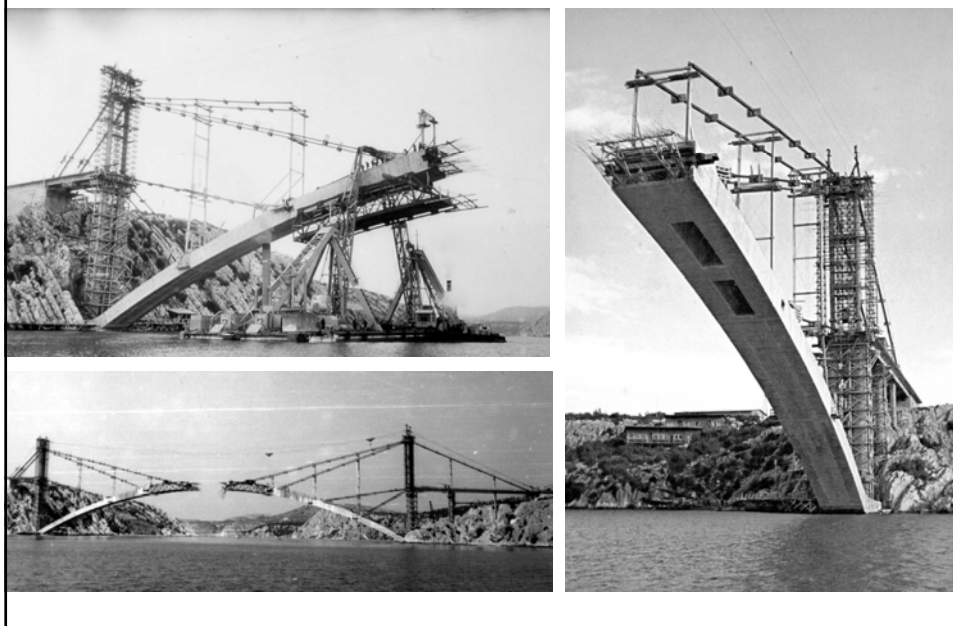
- čelična rešetkasta skela se s jedne strane prihvaća na prije dovršeni dio konstrukcije, a s druge strane se prihvaća zategama koje se preko stupova sidre u obalu
- u skeli se nalazi oplata za betoniranje odsječka svoda
- nakon betoniranja i očvršćivanja betona skela se pomiče u novi položaj i prihvaća novom zategom – gradnja napreduje konzolno od peta prema tjemenu
- zategama se prihvaćaju i dovršeni dijelovi strukture

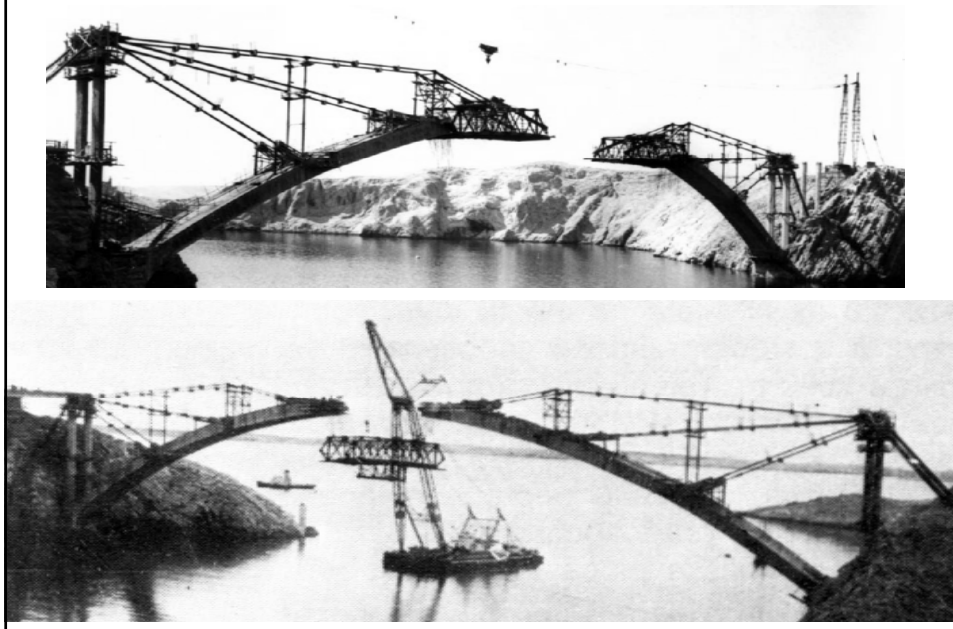
ŠIBENSKI I PAŠKI MOST:

- skela se premještala pomoću plovne dizalice – usporava gradnju
- koriste se privremeni stupovi iznad razine nivelete

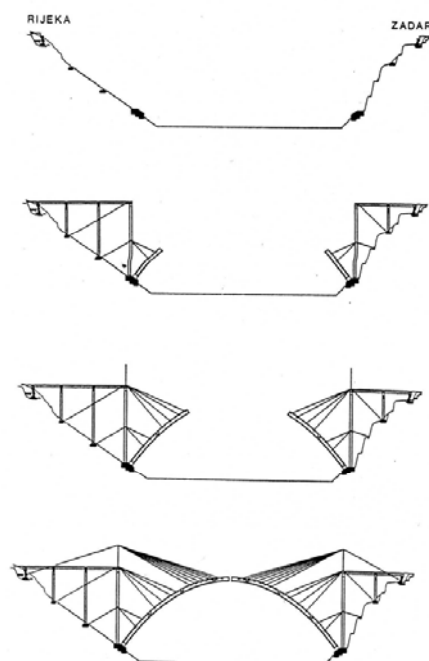
ŠIBENSKI I PAŠKI MOST:

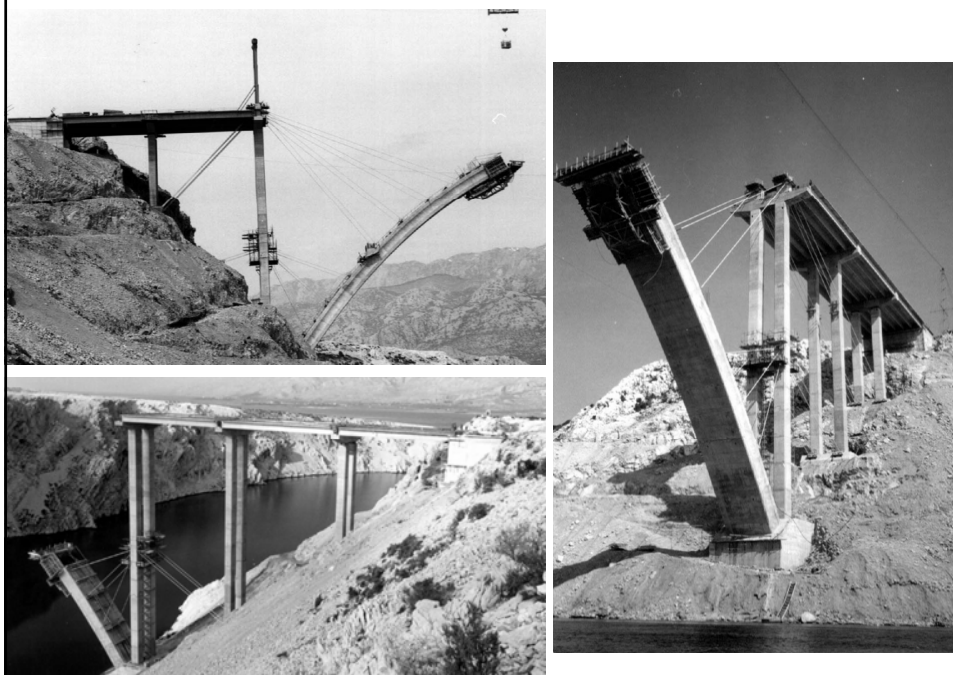
gradnja Šibenskog mosta



ŠIBENSKI I PAŠKI MOST:*gradnja Paškog mosta*MASLENIČKI MOST:

- skela je samo-pokretna



MASLENIČKI MOST:

12.3.4. Montažna konzolna gradnja lučnih mostova

- gradnja konzolnim postupkom od predgotovljenih elemenata

PREDNOSTI:

- povećava se brzina gradnje
- težina elemenata dopušta upotrebu kableske dizalice manje nosivosti

NEDOSTATAK:

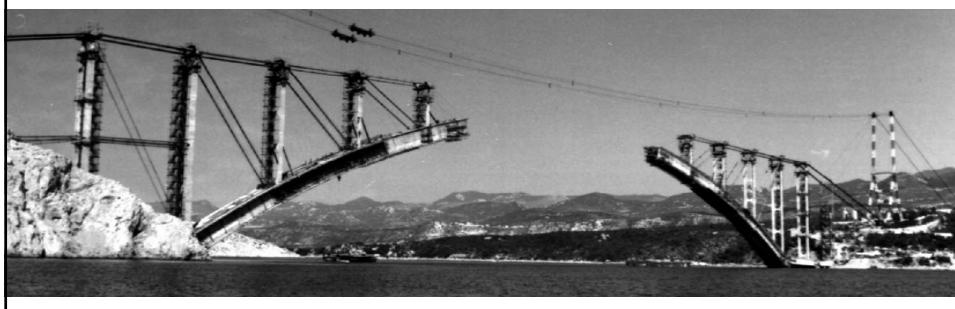
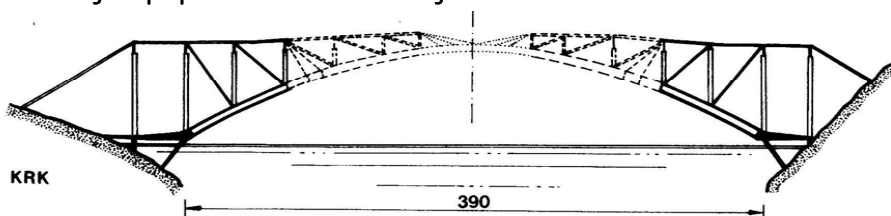
- brojne sljubnice su izvor trajnosnih problema, pogotovo uzdužne koje nisu stlačene



nedostatak se može eliminirati lijepljenjem
odsječaka (most Natchez, SAD)

KRČKI MOST:

- najprije je montažno konzolno građen središnji sanduk luka
- sastavljen od ravnih ploča
- nakon toga poprečno je izgrađen ostatak luka
- brojne poprečne i uzdužne sljubnice

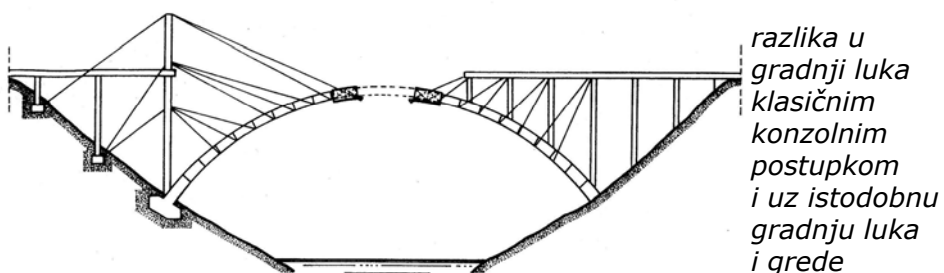
KRČKI MOST:

12.3.5. Istodobna gradnja i luka i grede

- gredna struktura se uključi u strukturu tijekom gradnje tako da luk i stupovi formiraju tlačni, a nadlučni sklop i dijagonale vlačni pojas jedne rešetke
- predgotovljeni segmenti svih dijelova mosta

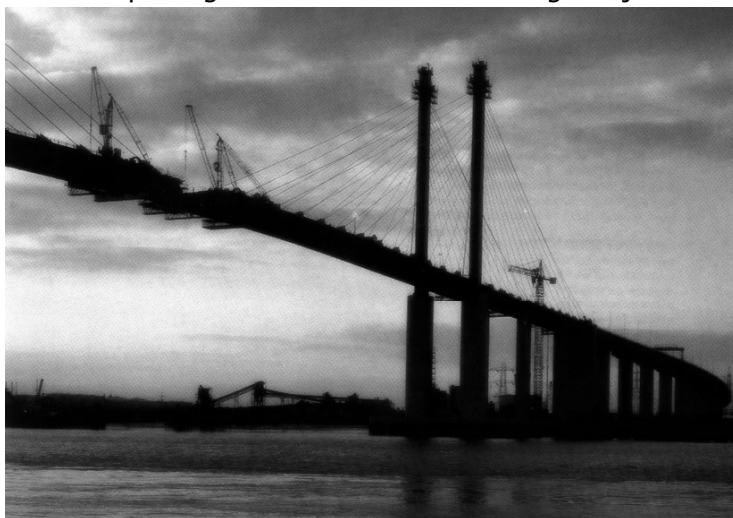
PREDNOSTI:

- maksimalno smanjenje dodatnih dijelova
- ubrzanje gradnje



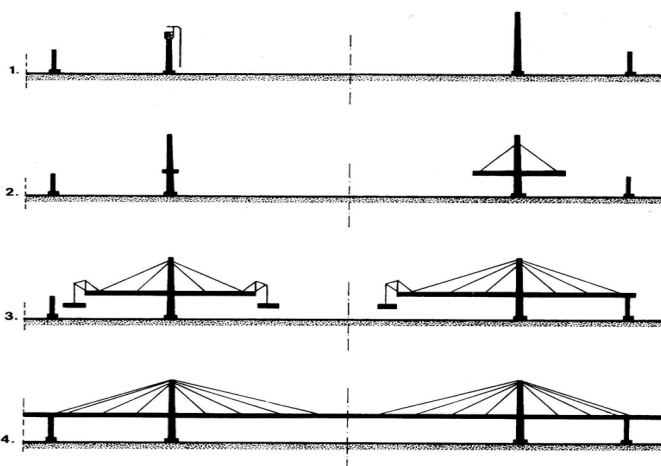
12.3.6. Slobodna konzolna gradnja ovješanih mostova

- pogodnost ove gradnje je da se sva pridržanja tokom gradnje mogu obaviti pomoću konačnih zatega – minimalna dodatna i privremena pomagala – racionalna i brza izgradnja



TIJEK GRADNJE:

- prvo se izgradi donji ustroj i piloni
- zatim se gradi rasponski sklop u konzolnoj gradnji
- uvijek je prije zatege potrebno konzolno sagraditi dio nosača u koji se ta zatega sidri
- konzolna gradnja zato započinje s odsječkom nosača uz pilon
- simetrično napreduje na obje strane prema sredini raspona i upornjacima
- nakon spajanja ugrađuje se oprema mosta



- moguća je i kombinacija slobodne konzolne gradnje središnjeg rasponskog sklopa s onom na privremenim osloncima u bočnim otvorima
- montažni elementi se dopremaju plovnim platformama

12.4. GRAĐENJE METODAMA POMICANJA I ZAOKRETANJA

- dijelovi rasponskih sklopova ili čitavi sklopovi se rade na nekom pogodnijem mjestu ili položaju pa se onda potpuno ili djelomično gotovi pomiču ili zakreću u definitivan položaj

PREDNOSTI:

- izostanak skupe skele
- neometan promet ispod mosta
- bolji uvjeti za rad i kvaliteta izvedenih dijelova koji se rade u zaštićenim uvjetima

12.4.1. Potiskivanje ili uzdužno navlačenje

- na posebno uređenom prostoru iza upornjaka se betoniraju odsjecci grede i u odgovarajućim taktovima potiskuju ili navlače preko prije izvedenih stupova

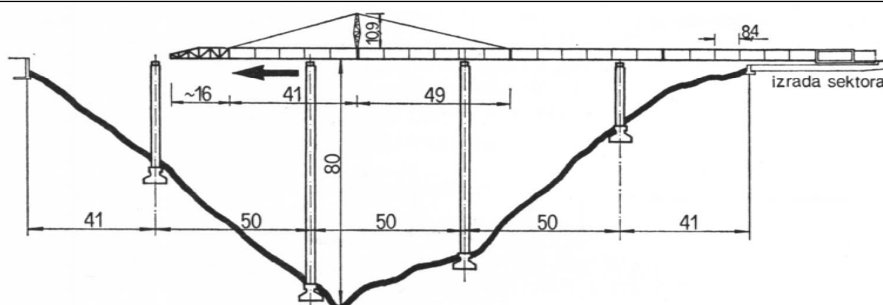
PREDNOSTI:

- monolitna gradnja bez spojeva i reški
- betoniranje u gotovo idealnim uvjetima natkrivene radionice
- betoniranje u istoj oplati
- moguće male udaljenosti za dostavu gradiva
- nema potrebe za znatnijim skelama i poduporama
- nema potrebe za dizalicama jer se struktura izvodi u razini nivelete



TIJEK POSTUPKA:

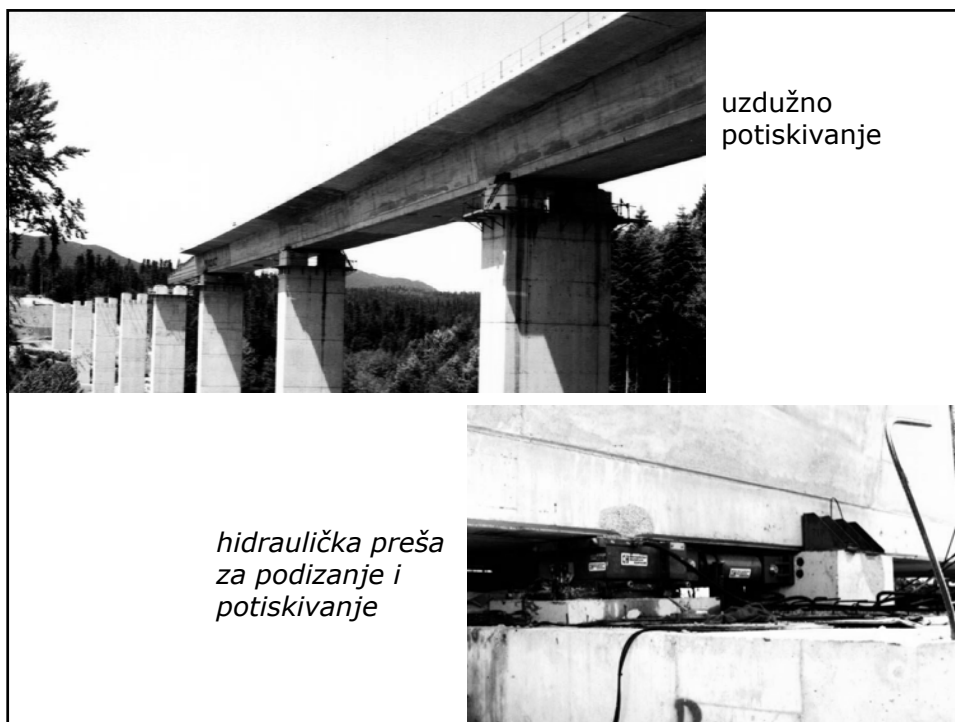
- u oplati iza upornjaka betonira se odsječak nosača
 - najčešće sandučasti poprečni presjek
 - dužina 10 – 30 m, između $L/6$ i $L/2$, L do 60m
- nakon stvrdnjavanja betona centrično se prednapinje
- guranje nosača naprijed
 - upotreba teflonskih ležajeva
 - upotreba hidrauličkih preša
- izrada idućeg odsječka koji se dodiruje čela prethodnog itd.
 - odsječci se izrađuju u tjednim taktovima
- nakon dosezanja suprotnog upornjaka prednapinju se preostali potrebni kablovi za uporabno opterećenje



izrada odsječka u radionici kod upornjaka

sandučasti poprečni presjek sa armaturom koja se nadovezuje iz prethodnog odsječka





NEDOSTATCI OVE METODE:

- u svim presjecima se naizmjenično javljaju i pozitivni i negativni momenti – dodatno prednapinjanje
- prednji dio nosača je u fazi potiskivanja konzola veličine raspona

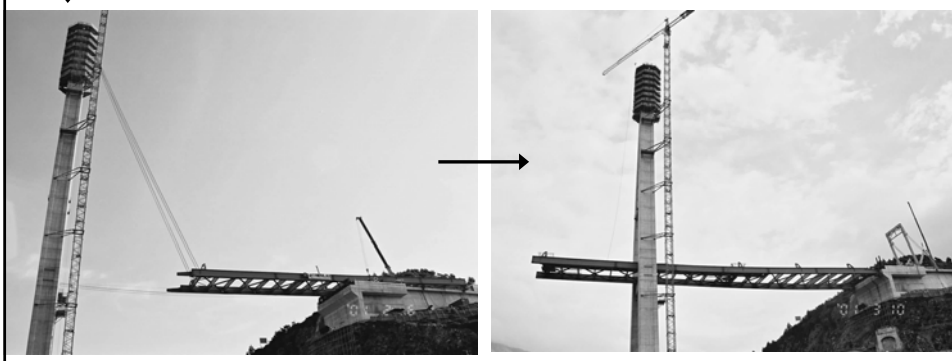
ovo se rješava:

- postavljanjem čeličnog kljuna na čelo prvog nosača – skraćuje se konzola
- pričvršćivanje konzole preko privremenog jarma i zatega
- oslanjanje konzole na privremene stupove unutar otvora



čelični kljun

- razlika uzdužnog potiskivanja i navlačenja – kod navlačenja nosač se pomiče navlačenjem pomoću vitala i užadi
- postupci navlačenja i potiskivanja su prikladni za mostove:
 - veće dužine
 - s više otvora
 - u pravcu ili konstantnoj zakrivljenosti i konstantnom nagibu
- postupak je puno ranije primjenjivan za čelične i spregnute mostove
 - glavni nosači prvo premoste otvore pa se onda na njima rade kolničke ploče, sekundarni nosači, konzole itd.



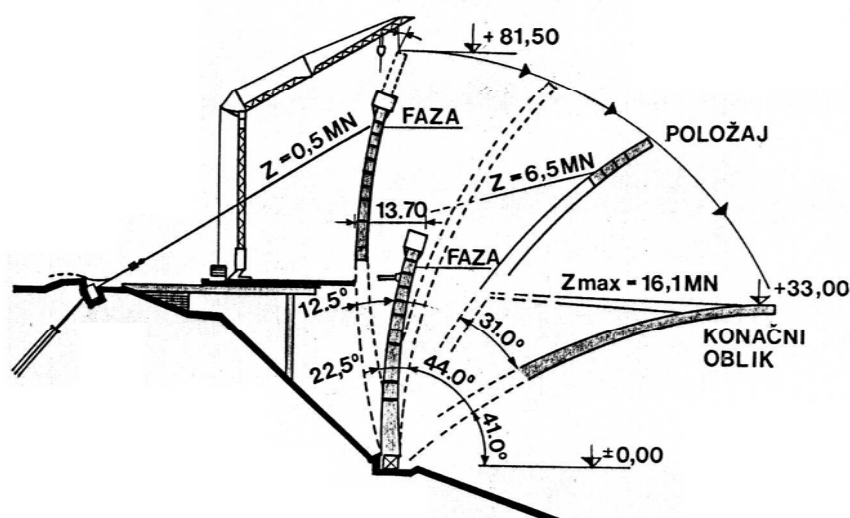
12.4.2. Zakretanje polu-lukova

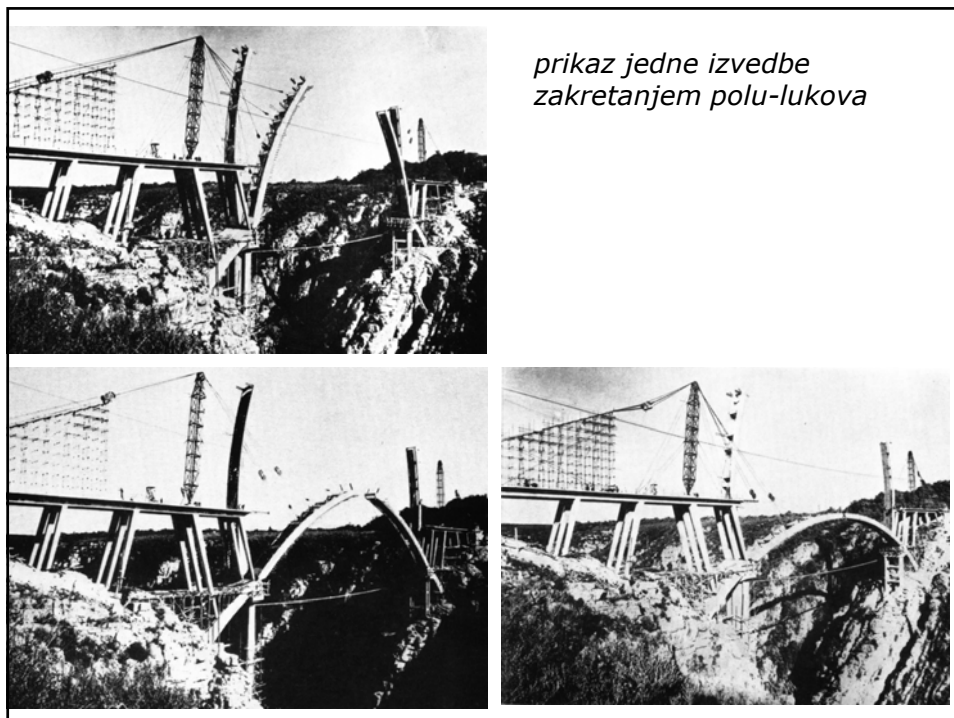
- po pola luka se betonira u uspravnom položaju nad njihovim petama i onda zaokrenu prema tjemenu u konačni položaj

TIJEK IZVEDBE:

- izvedba peta
- betoniranje luka u uspravnom položaju do otprilike četvrtine visine
- korištenje prijenosne oplata
- zaokretanje luka za određeni iznos unatrag da se betoniranje može nastaviti u optimalnom položaju
- spuštanje polu-lukova u konačan položaj pomoću kabela i hidrauličnih otpuštaljki usidrenih u tlo na upornjacima
- spuštanje se obavlja zaokretanjem oko čeličnih zglobova u petama
- nakon otpuštanja i spajanja polovica u tjemenu petni se zglobovi zapunjuju betonom – upeti luk

faze betoniranja i zaokretanje polu-lukova





PREDNOSTI POSTUPKA:

- jednostavno betoniranje u podiznoj oplati u uspravnom položaju
- jednostavno premještanje oplate koja omogućuje izvedbu više odsječaka tjedno
- manja količina sidara i zatega od one kod konzolne gradnje, odnosno njihova kraća upotreba

NEDOSTACI POSTUPKA:

- ograničeni raspon (do 200 m) radi ograničenja visine polovica koje se uspravno izvode
- ograničena spljoštenost na približno $f/L = 1/5$ zbog velikih deformacija
- dodatni troškovi za privremeni zglob.

12.4.3. Poprečno zaokretanje i translatiranje

- polovice rasponskog sklopa se grade na obali okomito na konačnu os mosta, a kada su gotove zarotiraju se za 90° i spoje na sredini raspona
- gredni i ovješeni mostovi

PREDNOSTI:

- na obalama se može izvesti jednostavna fiksna skela i ostvariti puna monolitna izvedba
 - ne zadire se u plovni prostor
-
- poprečna translatacija gotovog sklopa – korisna metoda pri zamjeni dotrajalog sklopa koji se u tom slučaju ostavlja u funkciji sve dok novi nije gotov

poprečno zakretanje mosta sagrađenog na skeli na obali



12.5. GRAĐENJE DONJEG USTROJA

- različiti terenski uvjeti uvjetuju različite metode izvedbe

RAZLIČITOST SE OČITUJE U:

- različitim visinama
- različitim uvjetima temeljenja
- različitim djelovanjima

SLOŽENOST I POTEŠKOĆE PRI GRADNJI PROIZLAZE IZ:

- teške dostupnosti – kanjoni, padine, provalije
- temeljenja
- rada pod vodom
 - podlokavanje i oštećavanje temelja
 - bušeni ili zabijeni piloti
 - rad u bunarima, kesonima
 - podvodna betoniranja
- pomaka oslonaca
 - aktiviranje preša

12.5.1. Monolitna izvedba

1. Rad u potpunoj oplati

- kod dijelova donjeg ustroja manje visine – niveleta nisko nad terenom
- odjednom izvedena oplata za čitavu visinu elementa
- drvena ili metalna oplata



2. Rad u prijenosnoj (podiznoj) oplati

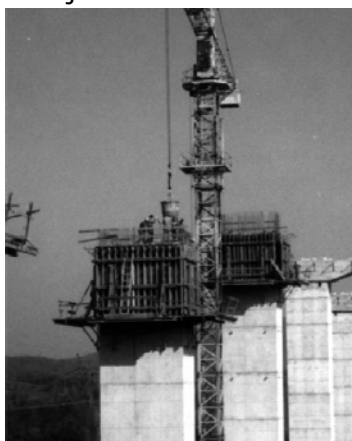
- koristi se za stupove većih visina
- izvode se odsječci visine 3-5 m

POMICANJE OPLATE:

- klasičan način
 - hidraulički pogon
 - elektromehanički pogon
- oplata se pridržava za prije izvedeni dio, a kad se izbetonira odsječak ona se premješta u novi položaj
 - moguća svakodnevna izvedba jedne sekcije
 - pridržajni dio oplata može biti čvrsta cjelina s njom ili odvojen od nje

POSTUPAK IZVEDBE:

- premještanje nosača oplata
 - premještanje oplata
 - postavljanje armature
 - betoniranje
 - očvršćivanje betona
- šuplji sanduci imaju i unutrašnju oplatu koja se pomiče zajedno s vanjskom



3. Rad u kliznoj oplati

- oplata se stalno pokreće duž stupa određenom brzinom pa se betoniranje odvija bez prekida

VISINA OPLATE: 1 – 1,5 m

BRZINA PODIZANJA: 3-5m/24h

- ovisi o brzini stvrdnjavanja betona

- oplata mora biti glatka i blago nagnuta prema osi stupa

SASTOJI SE OD:

- cijevi
 - hidrauličnih uređaja za dizanje
 - metalnih jarmova
 - glatke oplate
 - radne platforme za armiranje i betoniranje
- 25% oplate odnosi se na formiranje, 45% na vezanje, a 30% na očvršćivanje betona

12.5.2. Montažna izvedba

PRIKLADNO ZA:

- elemente manjih visina
- višekratno opetovanje - nadvožnjaci nad autocestama
- obronački i dugi mostovi
- dimenzije prilagođene mogućnostima dizala i prenosila
- spojevi tlačno napregnuti – smanjeni trajnosni problemi



doplovljavanje preko Sjevernog mora kesona za most preko Temze, koji je izveden u jednom doku u Rotterdamu