

SPECIJALNE INŽENJERSKE GRAĐEVINE

9. PREDAVANJE



Pokretni mostovi

POKRETNOSTI MOSTOVI

SADRŽAJ PREDAVANJA

□ Pokretni mostovi

■ Općenito

■ Rasklopni mostovi

- Općenito
- Osnovni "Chicago" tip
- Scherzerov tip
- Rall-ova varijanta Scherzer-ovog tipa
- Rasklopni mostovi na paralelogram
- Ostali tipovi
- Prednosti i nedostaci rasklopnih mostova
- Primjeri rasklopnih mostova

■ Vertikalno podizni mostovi

- Općenito
- S mehanizmom u tornjevima
- S upravljanjem u pokretnom rasponu
- Sa spojenim tornjevima
- S prometom u dvije razine
- Prednosti i nedostaci vertikalno podiznih mostova
- Primjeri suvremenih vertikalno podiznih mostova

■ Zaokretni mostovi

- Općenito
- Sa središnjim ležajem
- Sa obručnim ležajem
- S kombiniranim središnjim i obručnim ležajem
- Dvostruki zaokretni
- Prednosti i nedostaci zaokretnih mostova
- Primjeri suvremenih zaokretnih mostova

■ Ostali tipovi pokretnih mostova

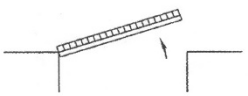
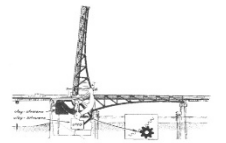
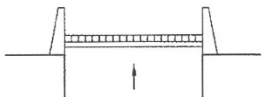
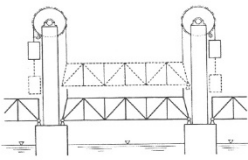
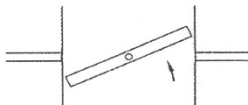
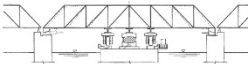
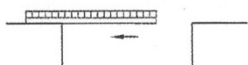
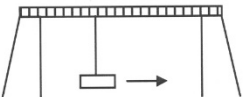
- Povlačni
- Prijevozni

■ Pokretni mostovi u Hrvatskoj

POKRETNOSTI MOSTOVI

OPĆENITO

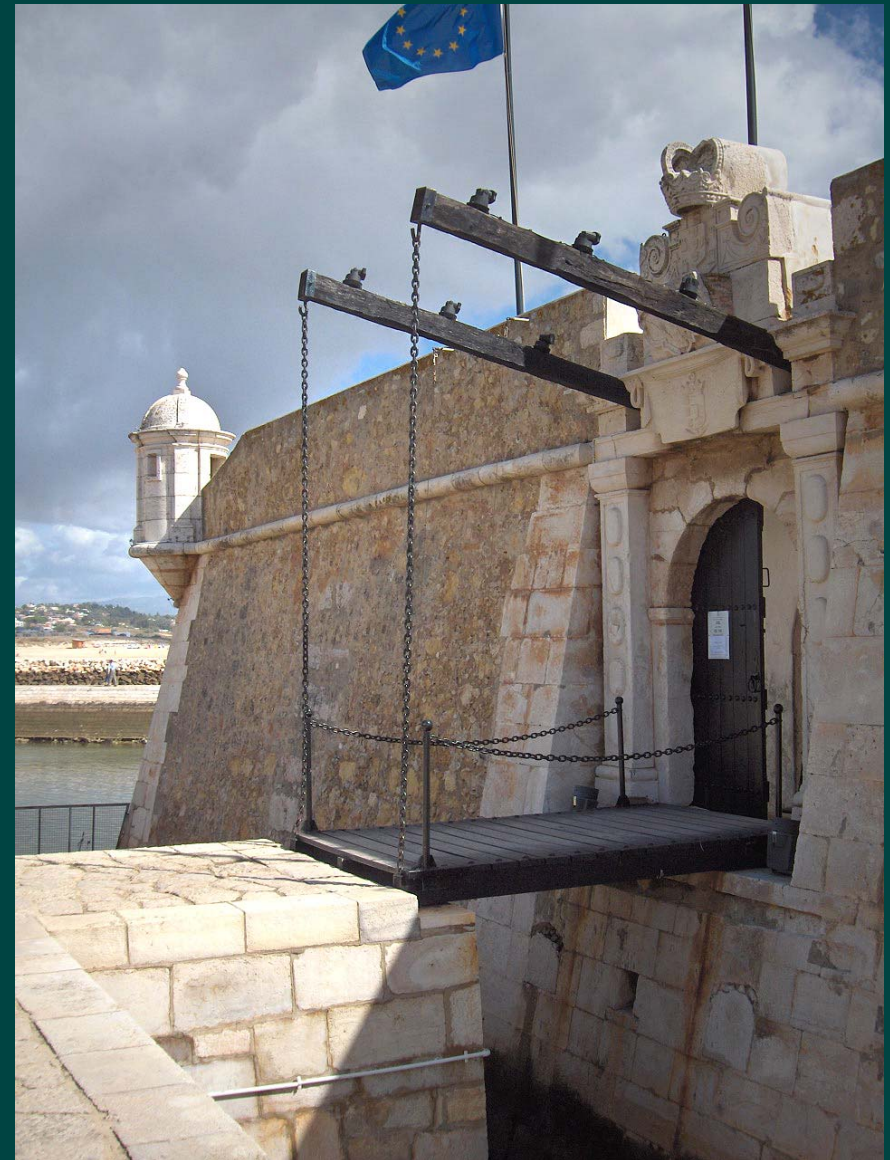
- *Pokretni mostovi imaju rasponsku konstrukciju koju je moguće premjestiti i ukloniti izvan slobodnog profila, te omogućiti prolaz plovilima*
- *Izbor načina i smjera premještanja ovisi o*
 - *potrebnoj širini i visini slobodnog profila,*
 - *vremenu potrebnom za otvaranje i zatvaranje*
 - *i raznim drugim okolnostima*
- *Ovi tipovi pokretnih mostova se najčešće koriste*
- *Ostali tipovi pokretnih mostova*

Tip pokretnog mosta	Opis	Slika
<u>1. Rasklopni mostovi</u>	- (jednostrani ili obostrani), u ovu grupu ubrajaju se i rasklopni mostovi na paralelogram. - svi pokretni mostovi koji imaju protuuteg, a rotiraju se oko poprečne horizontalne osi.	 
<u>2. Vertikalno podizni mostovi.</u>	- mostovi koji se otvaraju translacijom u vertikalnom smjeru, bez rotiranja ili horizontalne translacije.	 
<u>3. Zaokretni mostovi</u>	- pokretni mostovi koji se otvaraju rotirajući se oko vertikalne osi	 
<u>4. povlačni mostovi</u>	- rasponski sklop se povlači duž mosta	
<u>5. prijevozni mostovi</u>	- sastoje se od nosača podignutog na takvu visinu da se oslobodi prolaz i najvišim brodovima, od dva visoka pilona i tračnice pričvršćene na nosač o koju su ovješena na čeličnim kablovima teretna kolica koja služe za prijevoz vozila i pješaka.	 

TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: Općenito

- ❑ *Bascule bridges*
 - na francuskom *bascule* znači klackalica
- ❑ Po obliku se često povezuje sa samim terminom pokretnih mostova
- ❑ Po izgledu i načinu otvaranja je najstariji tip pokretnih mostova
 - u srednjem vijeku bio je postavljen na ulaz u dvorac
- ❑ Rasklopni most se rotira oko horizontalne osi koja je okomita na njegovu uzdužnu os
- ❑ Horizontalna os nalazi se u neposrednoj blizini težišta kraka
 - težina pokretnog kraka s jedne strane jednaka je težini utega s druge strane
 - potrebna što manja sila za pokretanje
- ❑ Postoje različiti podtipovi rasklopnih mostova

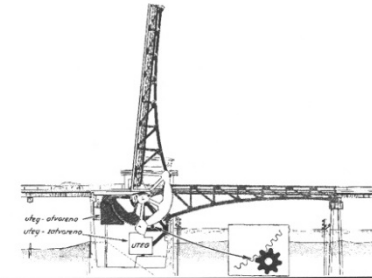


TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

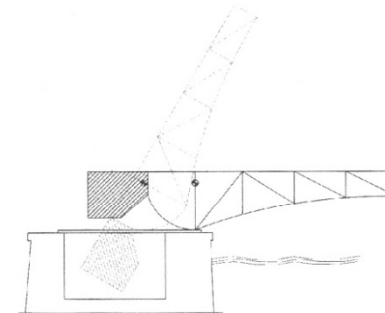
RASKLOPNI MOSTOVI: Općenito

- Postoje različiti podtipovi rasklopnih mostova

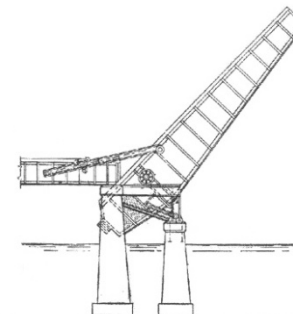
a) osnovni (osovinski, "Chicago") tip



b) Scherzerov tip



c) Rallova varijanta Scherzerovog tipa

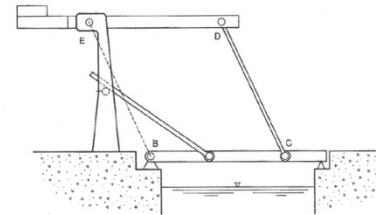


TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

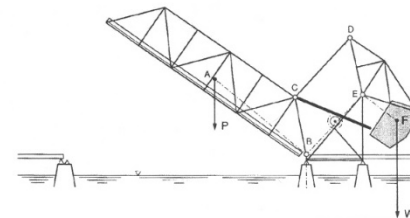
RASKLOPNI MOSTOVI: Općenito

- Postoje različiti podtipovi rasklopnih mostova

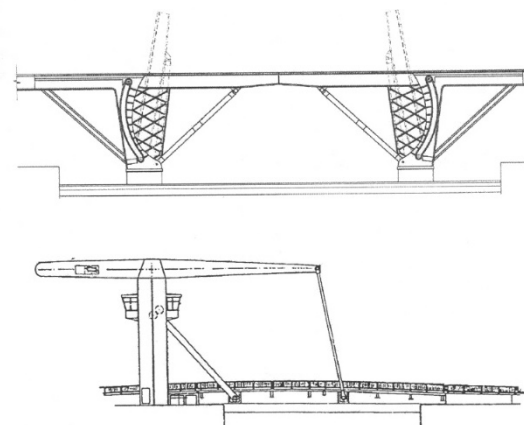
d) Rasklopni mostovi na paralelogram



e) Straussov rasklopni most



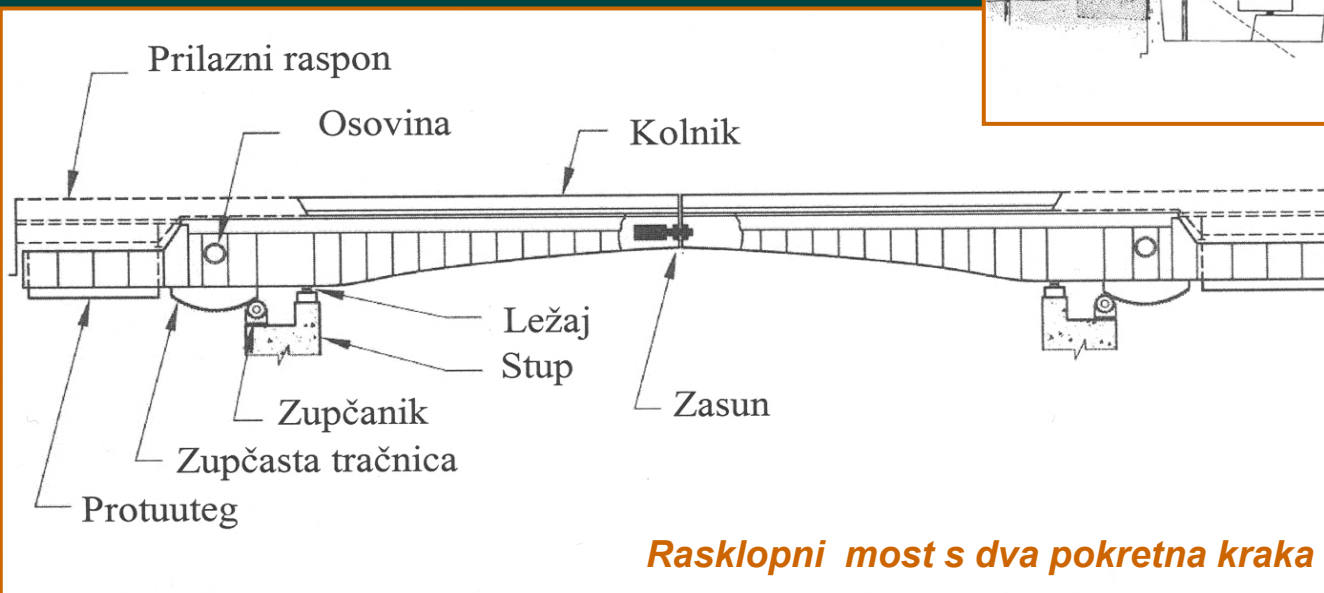
f) Ostali tipovi rasklopnih mostova



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: Osnovni "Chicago" tip

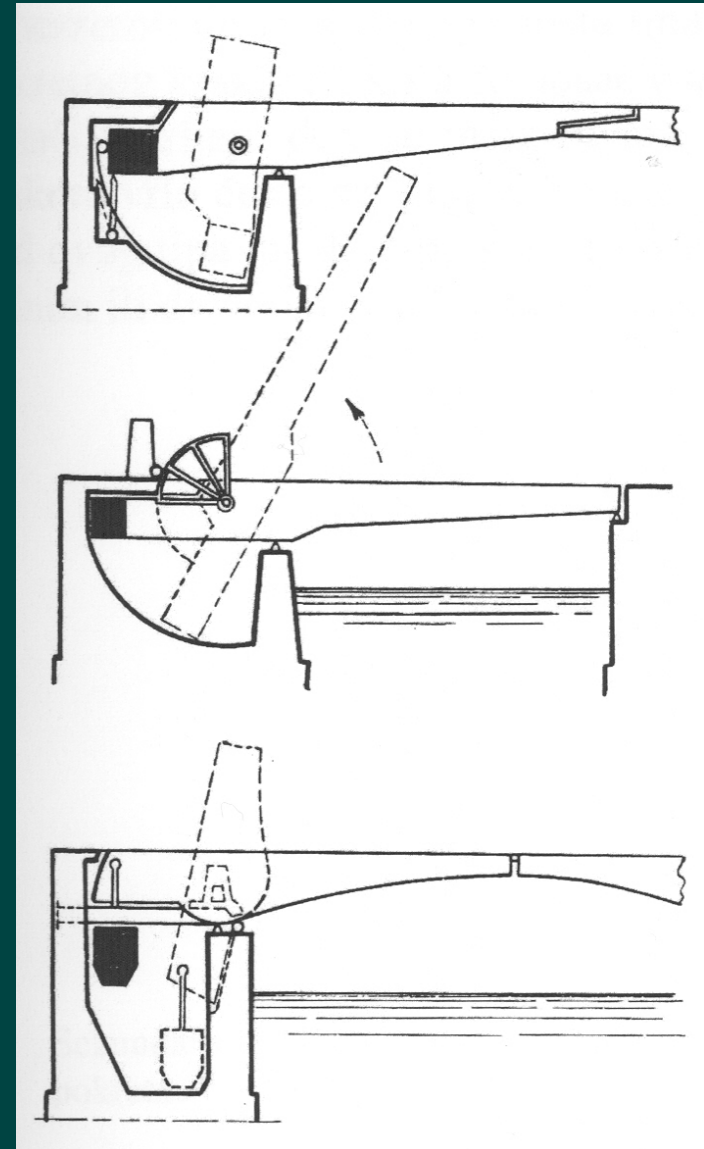
- Način funkcioniranja mosta jednak je danas kao i nekada:
 - pokretni krak ili krakovi rotira oko horizontalne osi iz horizontalnog (zatvorenog) u vertikalni (otvoreni) položaj
- Cjelokupnu težinu kraka i protuutega za vrijeme otvaranja mosta prenose
 - osovine postavljene u njihovo težište



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: Osnovni "Chicago" tip

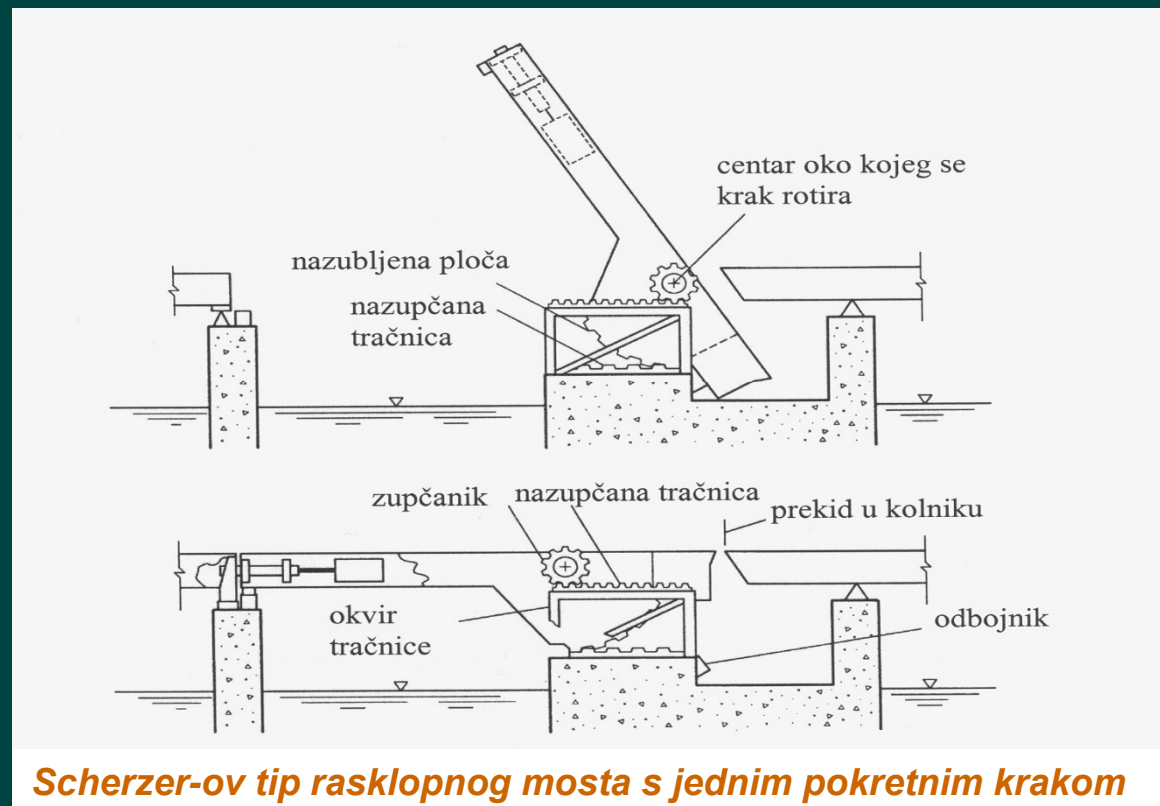
- ❑ Različiti mehanizmi otvaranja
- ❑ Pokretni krak se nikada ne može otvoriti da stoji vertikalno
 - slobodni otvor mosta znatno je manji od razmaka upornjaka (stupova)
- ❑ Osovina oko koje se okreće most može služiti i za oslanjanje u zatvorenom stanju
 - bolje rješenje je postaviti poseban ležaj u tu svrhu
- ❑ Ležaj na koji se oslanja pokretni krak u zatvorenom položaju
 - sprječava krak da nastavi rotaciju kad na njega dođe pokretno opterećenje



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: Scherzerov tip

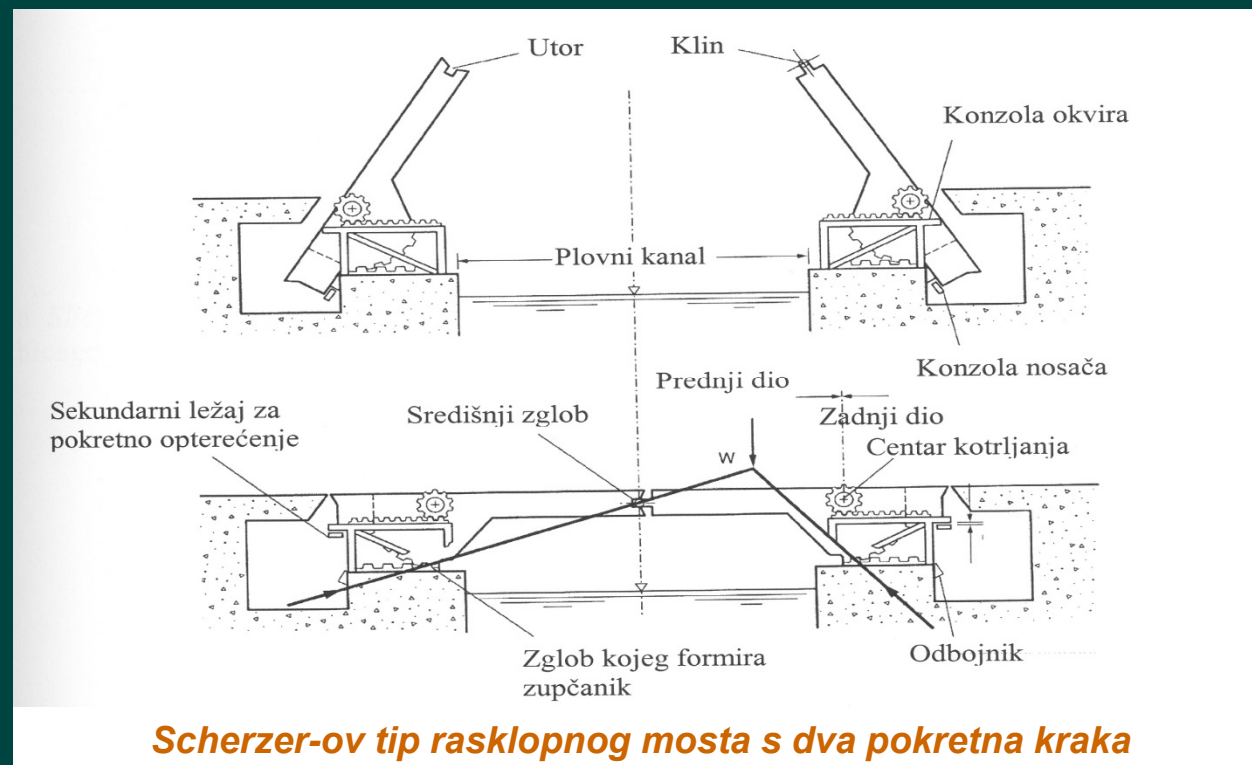
- Ovaj tip ima neznatnu prednost nad ostalima
 - mehanizam je takav da kad se počne otvarati ujedno se i odmiče što omogućuje puno brže otvaranje prolaza za brodove, pa i kut otvaranja može biti manji
- Ovaj tip sa jednim pokretnim krakom često se upotrebljava za željezničke mostove
 - jer se veliko pokretno opterećenje ne prenosi na osovine nego na glavne nosače



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: Scherzerov tip

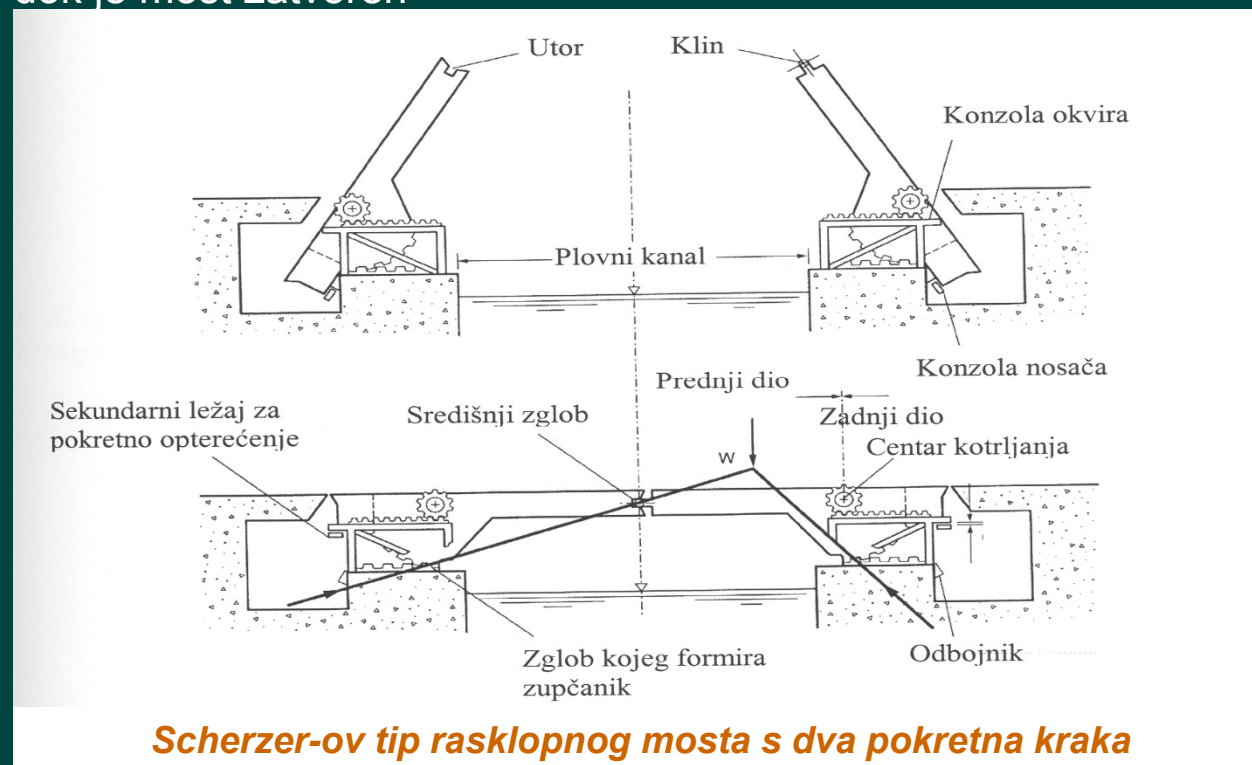
- Prvi mostovi ovog tipa bili su projektirani tako da opterećenje prenose
 - kao trozglobni luk ako se pokretno opterećenje nalazi ispred centra rotacije kraka
- Koncentrirano pokretno opterećenje W uravnoteženo je tlačnim linijama koje prolaze kroz tri zgloba:
 - srednji zglob
 - i dva zgloba koja se nalaze na stupovima



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: Scherzerov tip

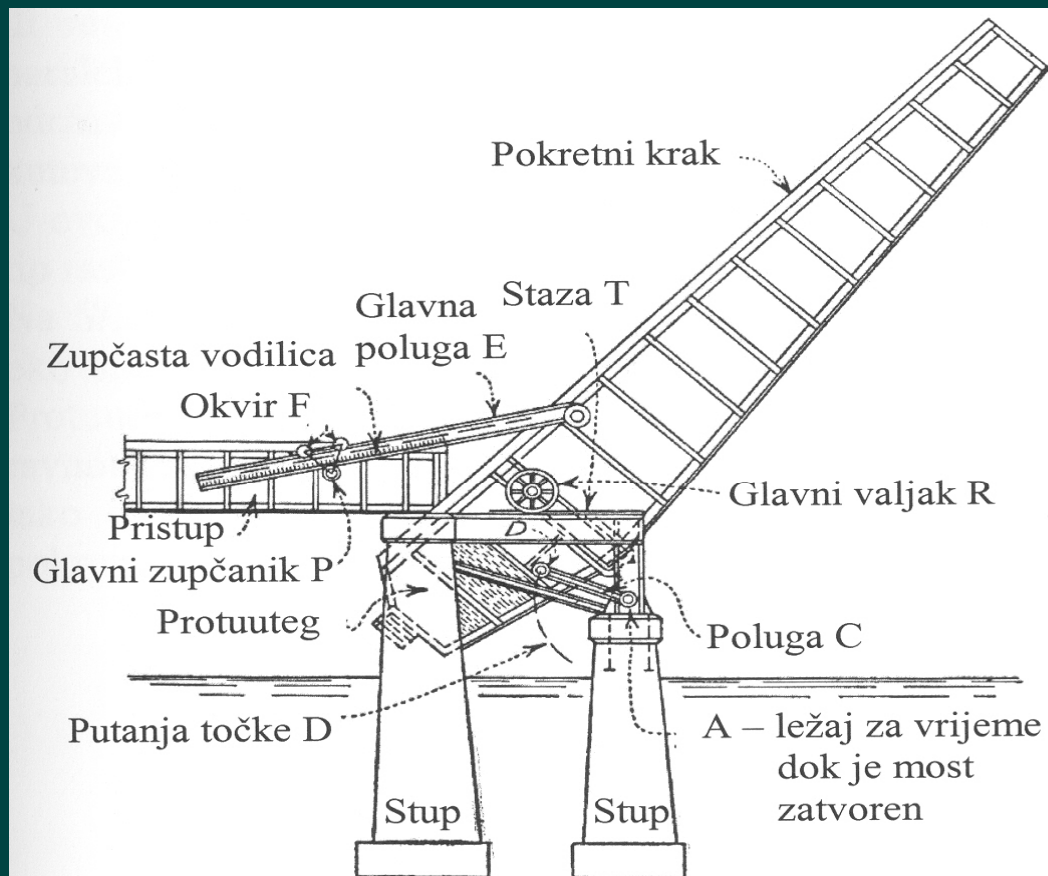
- ❑ Kasniji mostovi ovog tipa imaju i dodatne ležajeve na stražnjem dijelu pokretnog kraka
- ❑ Pri normalnoj upotrebi ovi ležajevi nisu u funkciji – aktiviraju se
 - u slučaju da se krak spusti prenisko ili
 - u slučaju da se pokretno opterećenje nađe na stražnjem dijelu pokretnog kraka, iza centra rotacije te proizvodi moment koji teži otvoriti most
- ❑ Otvaranju mosta odupire se zasun koji se nalazi na sredini mosta i koji mora biti zaključan dok je most zatvoren



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: Rall-ova varijanta Scherzer-ovog tipa

- Theodore Rall razvio je jednu varijantu ovog tipa mosta
 - u kojoj je pokretni trak oslonjen na kotače koji se kreću po tračnicama

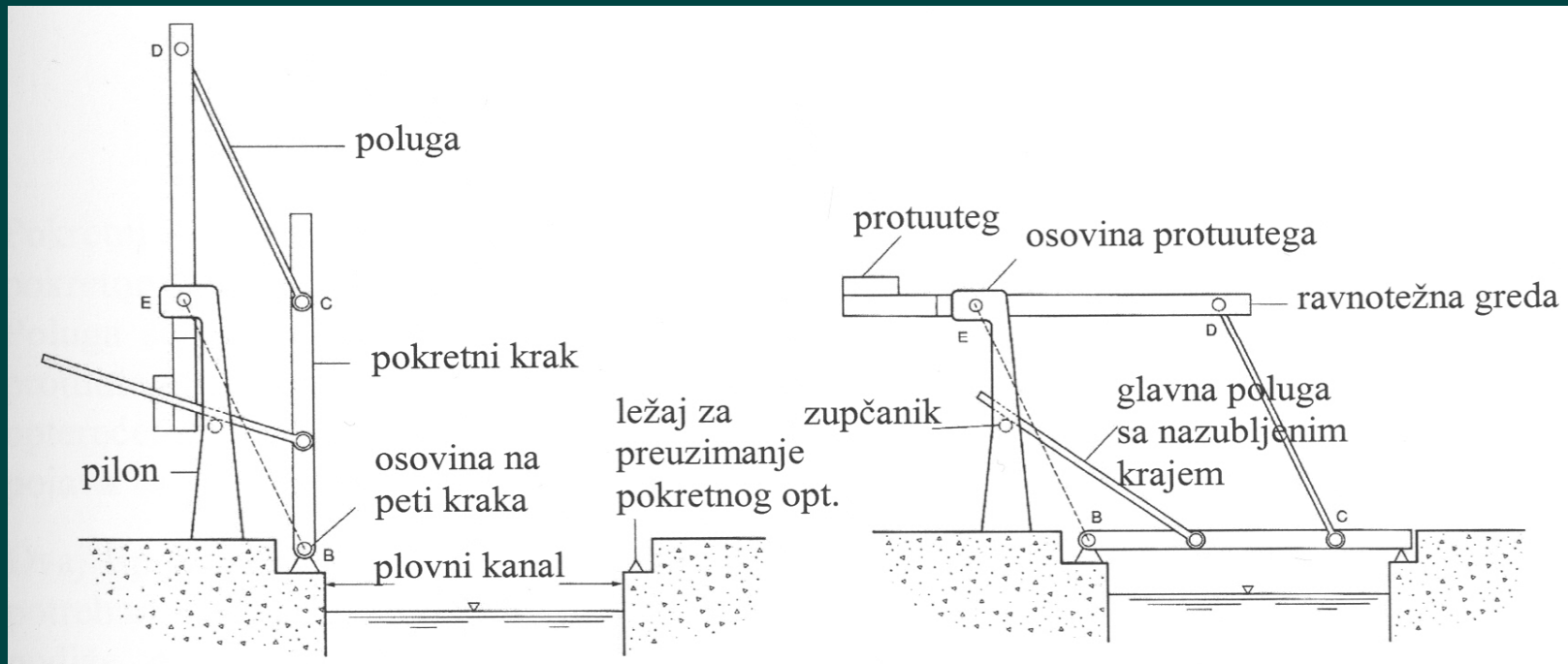


Rall-ov tip rasklopnog mosta

TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: na paralelogram

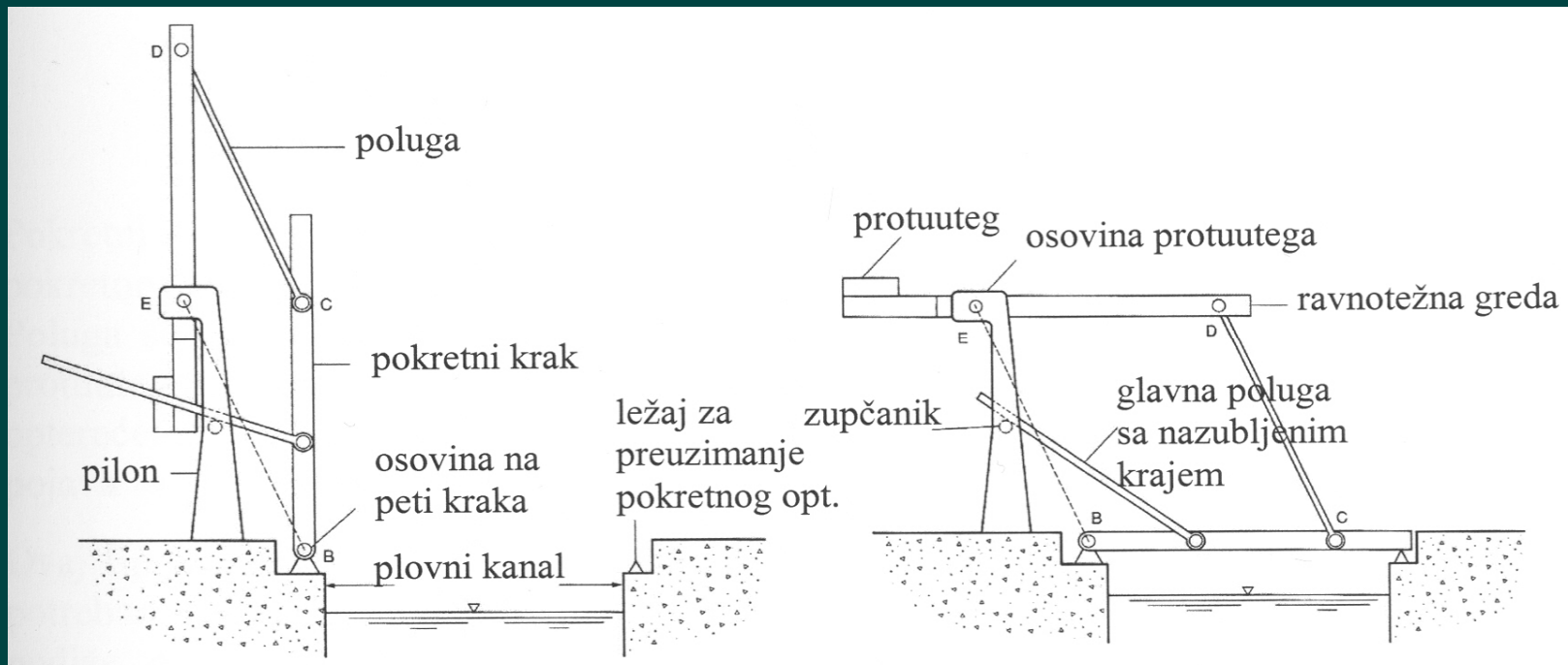
- Engl. naziv za ove mostove je “Heel trunnion”
- Protuuteg kod ovih mostova nije pričvršćen za nosač ili rešetku
 - projektant ima slobodu glede položaja protuutega
- Poluge u obliku paralelograma spajaju protuuteg s pokretnim krakom
- Svrha paralelograma je da održava stalan odnos momenata od vlastite težine pokretnog kraka i protuutega za sve kuteve prilikom otvaranja



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: na paralelogram

- Postoje dvije podgrupe rasklopnih mostova na paralelogram:
 - Ravnotežni (holandski) tip rasklopnog mosta**



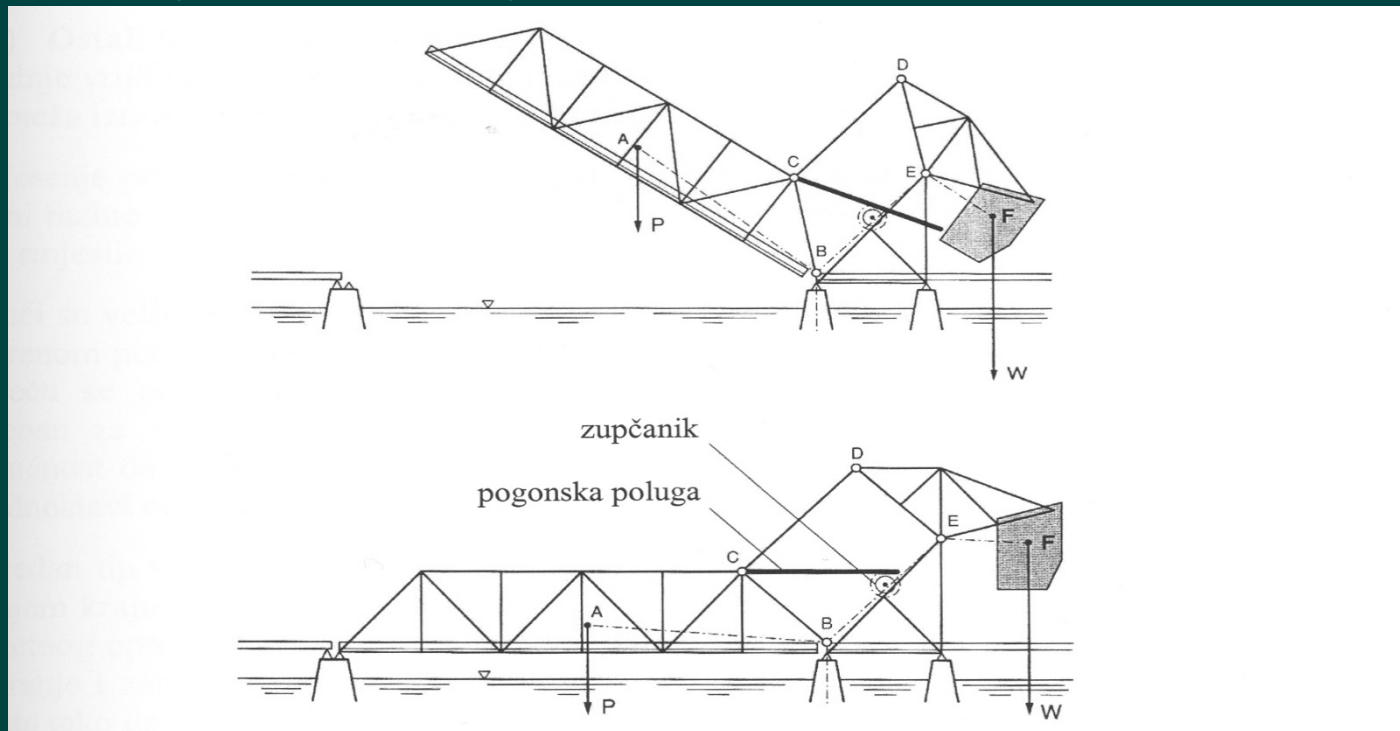
TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: na paralelogram

- Postoje dvije podgrupe rasklopnih mostova na paralelogram:

- ***Strauss-ov tip rasklopnog mosta***

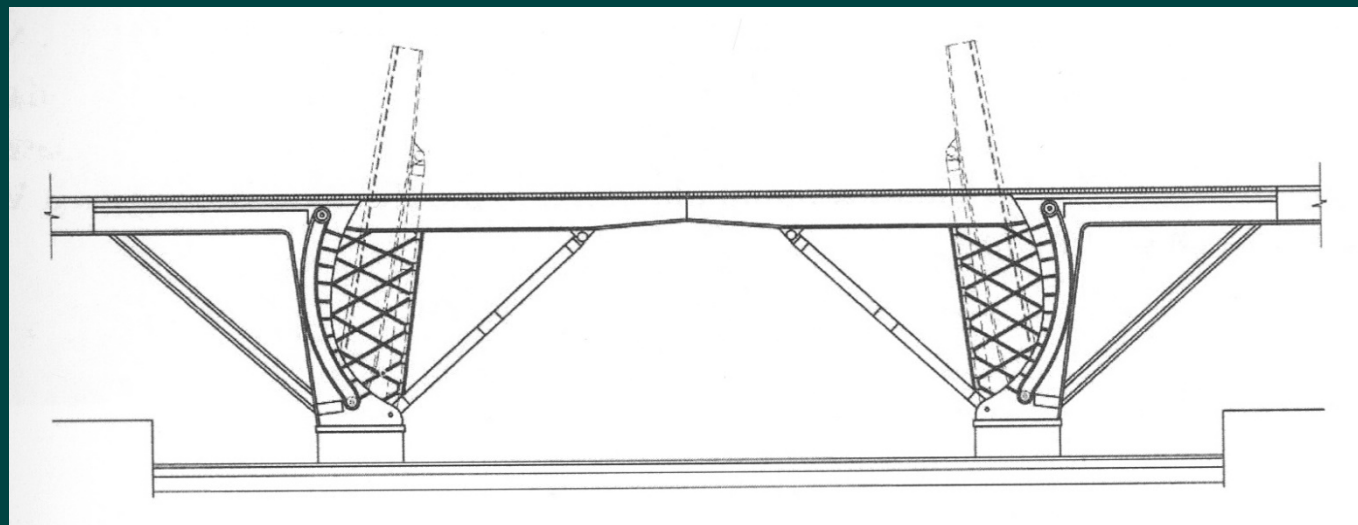
- Obično se projektira za željezničke mostove jer
 - minimizira potreban raspon s mogućnošću postavljanja osovine vrlo blizu navigacijskom kanalu,
 - podiže protuuteg koji se rotira oko odvojene osovine iznad nivelete,
 - te omogućava spuštanje nivelete izuzetno blizu razini vode
- Vrlo glomazne konstrukcije



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: Ostali tipovi

- U novije vrijeme često se projektiraju rasklopni mostovi kod kojih
 - nije ostvarena potpuna ravnoteža između pokretnog kraka i protuutega
- Budući su potrebne velike sile da bi se uravnotežio pokretni krak u djelomično ili potpuno otvorenom položaju,
 - ovakvi neuravnoteženi ili djelomično uravnoteženi rasklopni mostovi pokreću se pomoću hidrauličnih cilindara
- ***Rasklopni most bez protuutega***
 - Ovaj most uravnotežen je tako da se sile potrebne za njegovo otvaranje i zatvaranje svedu na minimum
 - Pokretni krakovi poduprti su u blizini njihova težišta tako da protutezi nisu potrebni

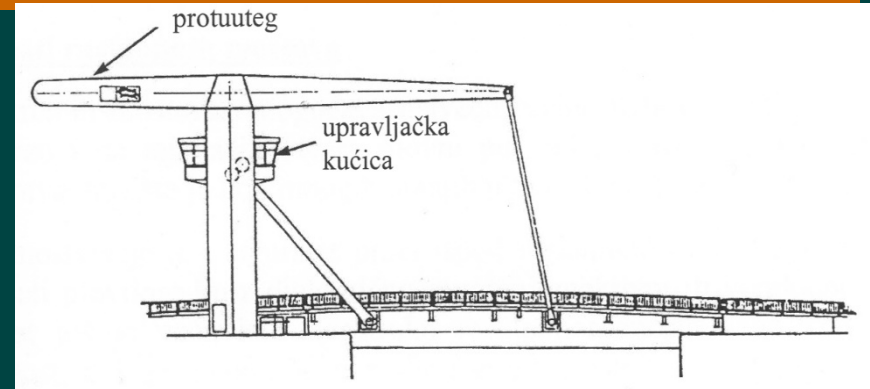


TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: Ostali tipovi

□ *Rasklopni mostovi s protuutegom iznad rasponskog sklopa*

- Manchester cestovni most na Canary Warfu, London



□ *Rasklopni mostovi s protuutegom iznad rasponskog sklopa*

- Ovakve mostove nalazimo na mnogim malim prijelazima rijeka i kanala u Nizozemskoj
- Jedan od najpoznatijih je onaj na Van Goghovoj slici most *Langlois* iz 1888. godine



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

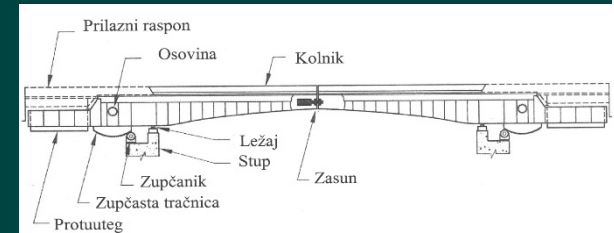
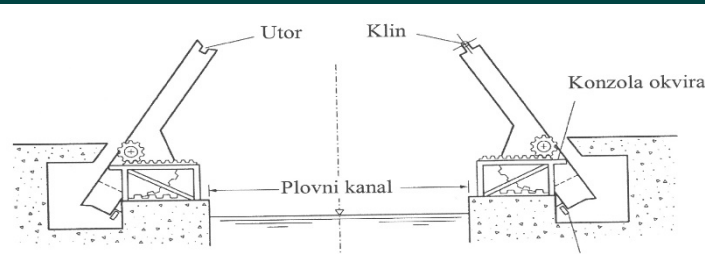
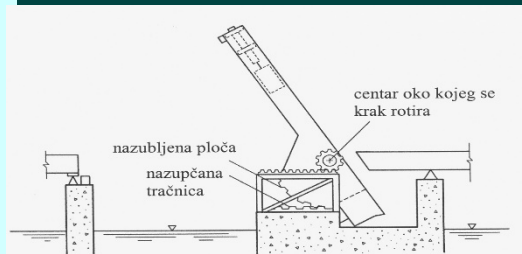
RASKLOPNI MOSTOVI: Prednosti i nedostaci

Prednosti rasklopnih mostova

- Omogućavaju najveću brzinu rada od svih pokretnih mostova
- Postoji i mogućnost nepotpunog otvaranja za manja plovila
- Veća je sigurnost za plovila (ne prolaze ispod rasponskog sklopa mosta)
- Arhitektonski je, često, najprihvatljivije rješenje kod pokretnih mostova
- Visina plovila koja prolazi ispod mosta je neograničena

Nedostaci rasklopnih mostova

- Osjetljiviji su na opterećenje vjetrom od svih ostalih tipova pokretnih mostova – naročito u otvorenom položaju
- Slaba točka rasklopnih mostova sa dva kraka je zasun na spoju krakova – zasuni su skloni zamoru i trošenju materijala, osjetljivi su na onečišćenje prljavštinom
- Zasuni također trpe značajna opterećenja kad preko mosta prelaze teška vozila
- Kod niske nivelete protuutezi moraju biti zatvoreni u vodonepropusne komore što je skupo i teško za izvedbu i komplicirano za održavanje



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: Primjeri

- Svi nabrojani mostovi izuzev Tower Bridge-a izvedeni su u posljednjih 20 godina što je jasan pokazatelj koliko su pokretni mostovi nezaobilazne građevine u suvremenoj mostogradnji

Ime mosta	Grad	Zemlja	Godina izgradnje
Tower Bridge	London	Engleska	1894.
La Porta d'Europa	Barcelona	Španjolska	2000.
Gateshead Millennium	Newcastle	Engleska	2001.
Poole Harbour Second Crossing	Poole	Engleska	u izgradnji
Most Erasmus	Rotterdam	Nizozemska	1996.
Woodrow Wilson	Washington D.C.	SAD	u izgradnji
Eiland	Kampen	Nizozemska	2003.
Casco Bay	Portland	SAD	1998.
Most Knapps Narrows	Tilghman	SAD	1998.
Most Kiel-Hörn	Kiel	Njemačka	1997.

TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: Primjeri

□ Tower Bridge - London

- London, Velika Britanija, 1894.
- Dužina 270 m, tip: pokretni (rasklopni i ovješeni), služi za cestovni i pješački promet
- Materijal: čelik i opeka
- Najveći raspon: 61 m
- Projektanti: Sir Horace Jones, Sir John Wolfe-Barry



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: **Primjeri**

■ Most Gateshead Millennium

- Položaj: Newcastle, Engleska
- Godina završetka: 2001
- Dužina: 105 metara
- Tip: pokretni (rotirajući)
- Svrha: pješački i biciklistički promet
- Materijali: čelik i beton
- Svijetla visina prolaza: 25 m
- Projektanti: Wilkinson Eyre Architects, UK i Gifford & Partners, Southampton, UK



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: **Primjeri**

▣ Most Erasmus, Rotterdam, Nizozemska

- Položaj: Rotterdam, Nizozemska
- Godina završetka: 1996.
- Ukupna dužina: 802 metra
- Tip: pokretni (rasklopni)
- Svrha: promet cestovni, pješački i biciklistički
- Materijali: čelik, beton
- Arhitekti: Ben van Berkel, Freek Loos, UN Studio

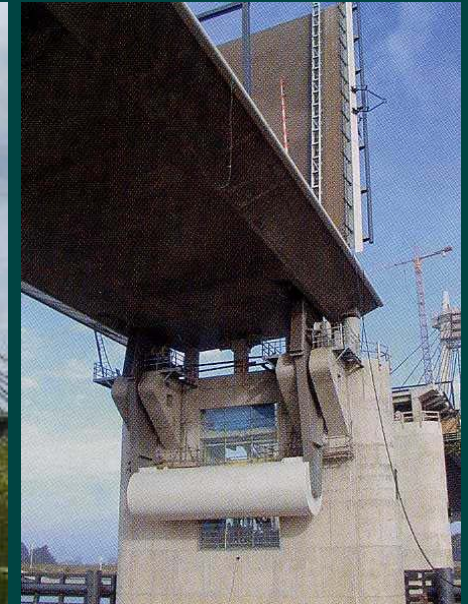


TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: **Primjeri**

▣ Most Eiland, Nizozemska

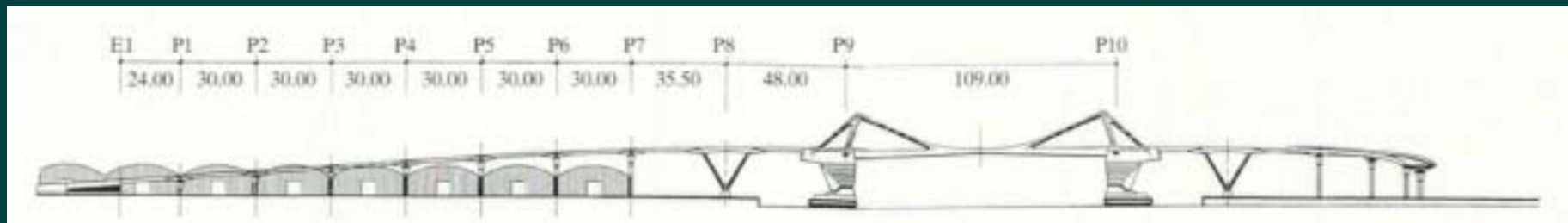
- Položaj: Kampen, Nizozemska
- Godina završetka: 2003.
- Ukupna dužina: 412 metra
- Tip: djelomično ovješeni, djelomično pokretni
- Svrha: cestovni i pješački promet
- Materijali: čelik, beton
- Projektanti: Civil Engineering Division, Rijkswaterstaat



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: **Primjeri**

- ❑ Rasklopni most La Porta d'Europa u Barceloni, Španjolska
 - Položaj: Barcelona, Španjolska
 - Godina završetka: 2000.
 - Projektanti: Luis Vinuela, Jose Martinez Salcedo
 - Dužina: 109 metara

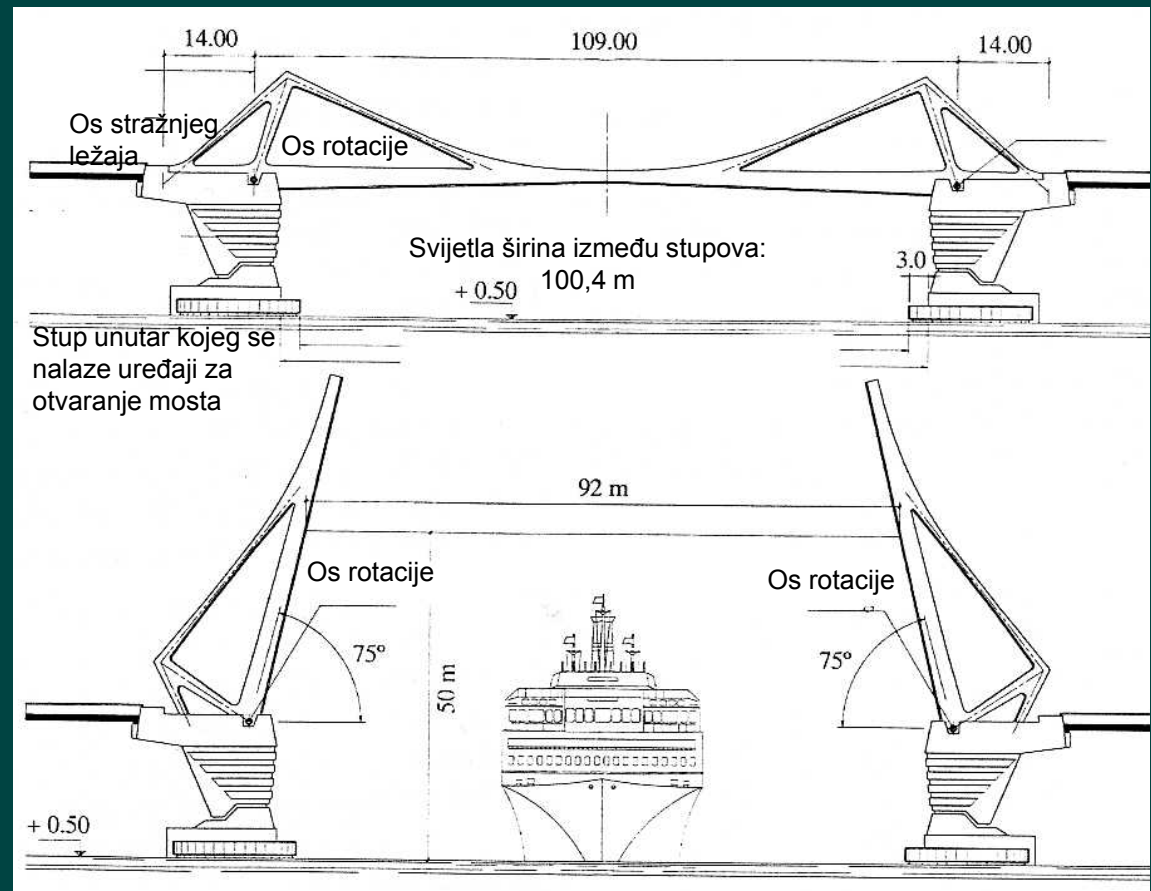
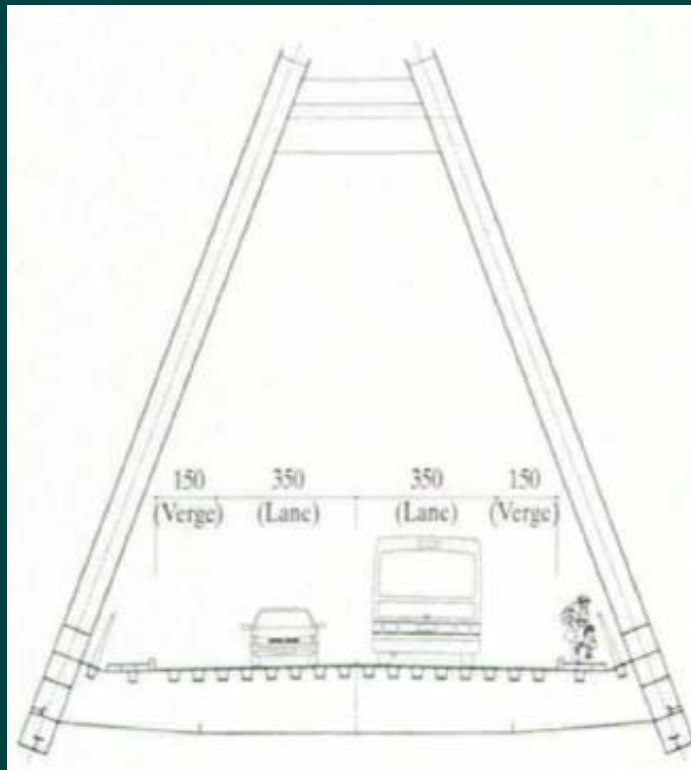


TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: Primjeri

❑ Rasklopni most La Porta d'Europa u Barceloni, Španjolska

- Tip: pokretni (rasklopni)
- Svrha: cestovni i pješački promet
- Materijali: čelik
- Svijetla širina prolaza: 100 m



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: **Primjeri**

□ Most Woodrow Wilson, Maryland, SAD

- Godina završetka: 2008.
- Dvostruki rasklopni most raspona 82 m
- Most ima četiri dvostruka pokretna kraka jedan do drugog
- Svaki pojedini krak ima svoj mehanizam za pokretanje
- Rasponski sklop pokretnog dijela je spregnuti – betonska kolnička ploča na čeličnim nosačima



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: Primjeri

□ Most Woodrow Wilson, Maryland, SAD

- Ukupna širina mosta je 78 m
- Svjetla visina kod zatvorenog mosta 21 m



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: **Primjeri**

□ Preklopni most Kiel-Hörn

- Položaj: Kiel, Njemačka
- Godina završetka: 1997.
- Ukupna dužina: 25,5 metara
- Tip: preklopni most
- Svrha: pješački promet
- Materijali: čelik
- Projektant i arhitekt: Jörg Schlaich i Volkwin Marg



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

RASKLOPNI MOSTOVI: Primjeri

❑ Preklopni most Kiel-Hörn

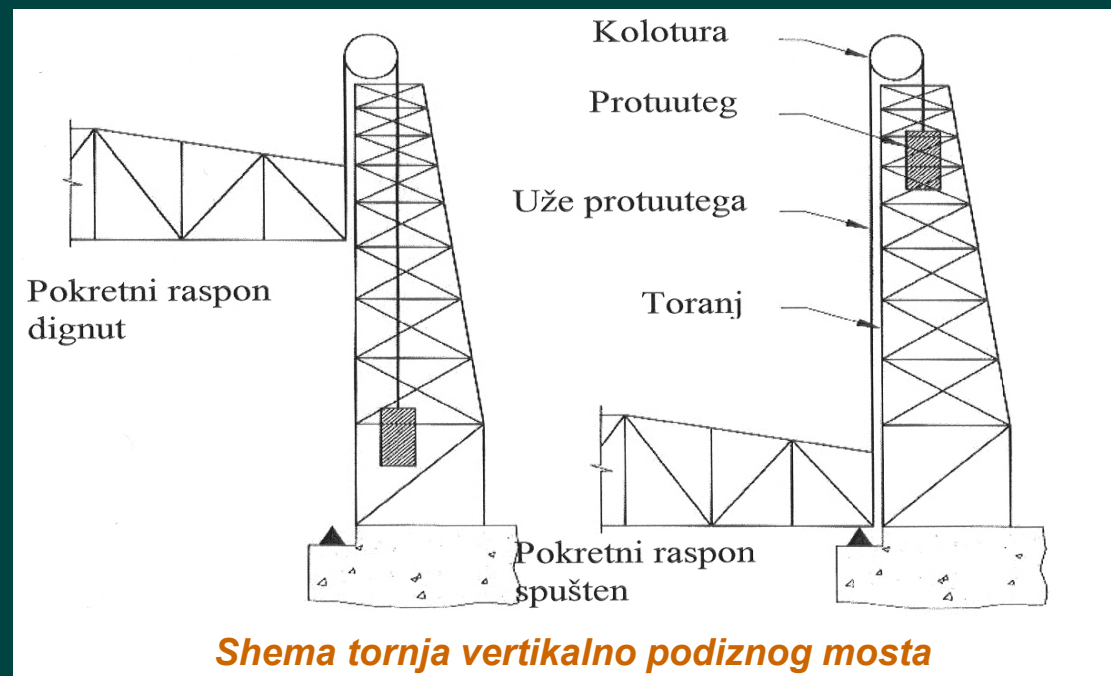
- Tip: preklopni most



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

VERTIKALNO PODIZNI: Općenito

- Vertikalno podizni most sastoji se od
 - jednog jednostavnog raspona (najčešće rešetkastog) koji se vertikalno podiže prema gore
- Pokretni dio čitavo vrijeme dizanja ostaje paralelan svom osnovnom položaju
- Dobiveni plovni profil ispod mosta je ograničen
- Gotovo svi vertikalno podizni mostovi poduprti su tornjevima
 - kojih može biti dva ili četiri, samostalna ili spojena u portalnu konstrukciju

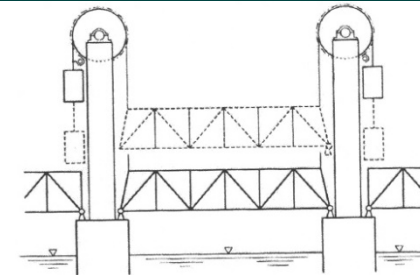


TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

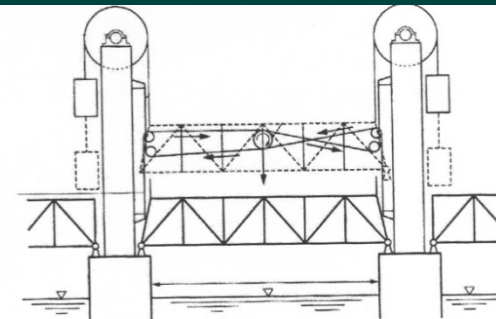
VERTIKALNO PODIZNI: Općenito

□ Tipovi vertikalno podiznih mostova

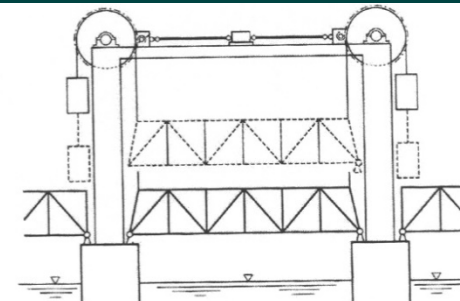
a) Tip s mehanizacijom u tornjevima



b) Tip s upravljanjem u pokretnom rasponu



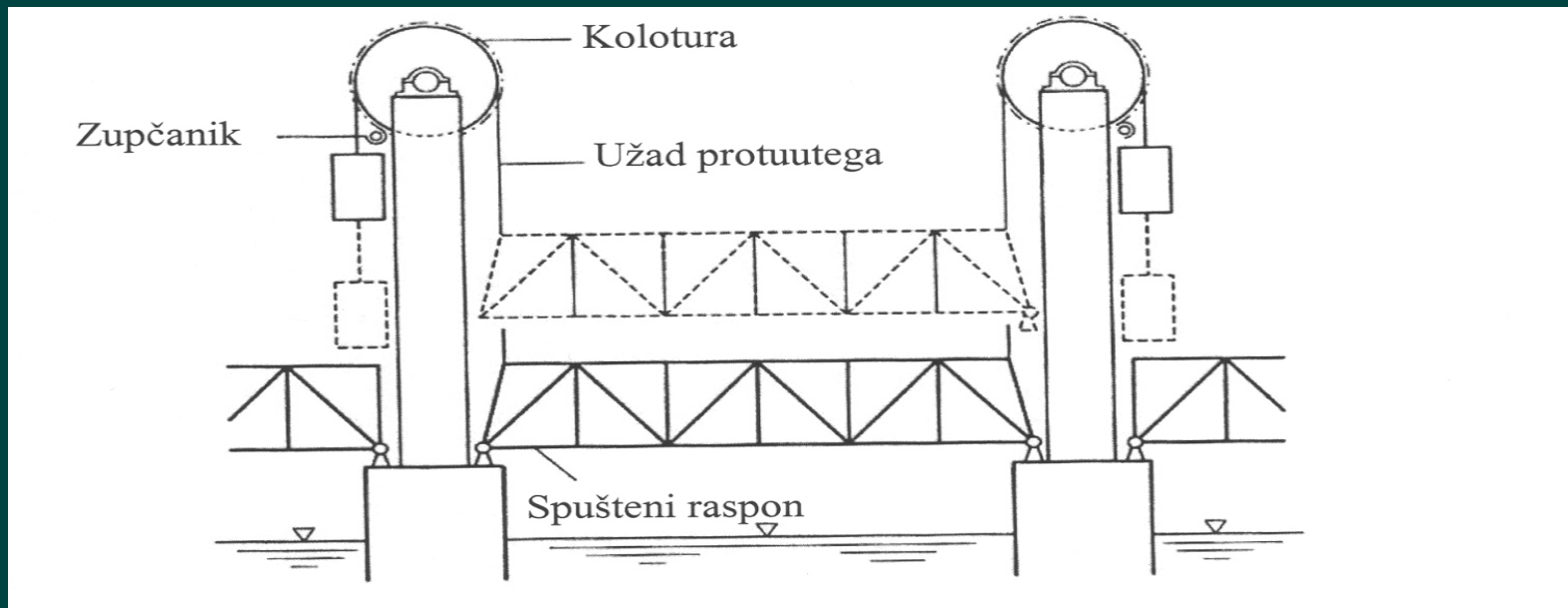
c) Tip sa spojenim tornjevima



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

VERTIKALNO PODIZNI: S mehanizmom u tornjevima

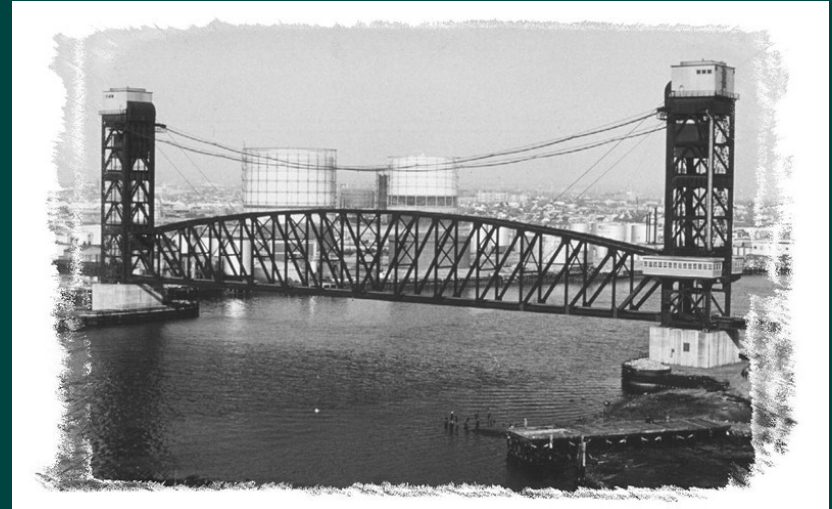
- ❑ Mehanizam u tornjevima rotira koloture na vrhu tornja
- ❑ Sile potrebne za podizanje raspona prenose se na čeličnu užad pomoću trenja
- ❑ Oba kraja pokretnog raspona moraju se podizati
 - jednakom brzinom čitavo vrijeme dizanja, tako da raspon ostane horizontalan,
 - odnosno da se ne bi zaglavio
 - postoje različiti elektronski uređaji za kontroliranje zakošenosti raspona
- ❑ Sila potrebna za podizanje raspona može biti različita uslijed različitog trenja unutar mehanizma u dva tornja



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

VERTIKALNO PODIZNI: S mehanizmom u tornjevima

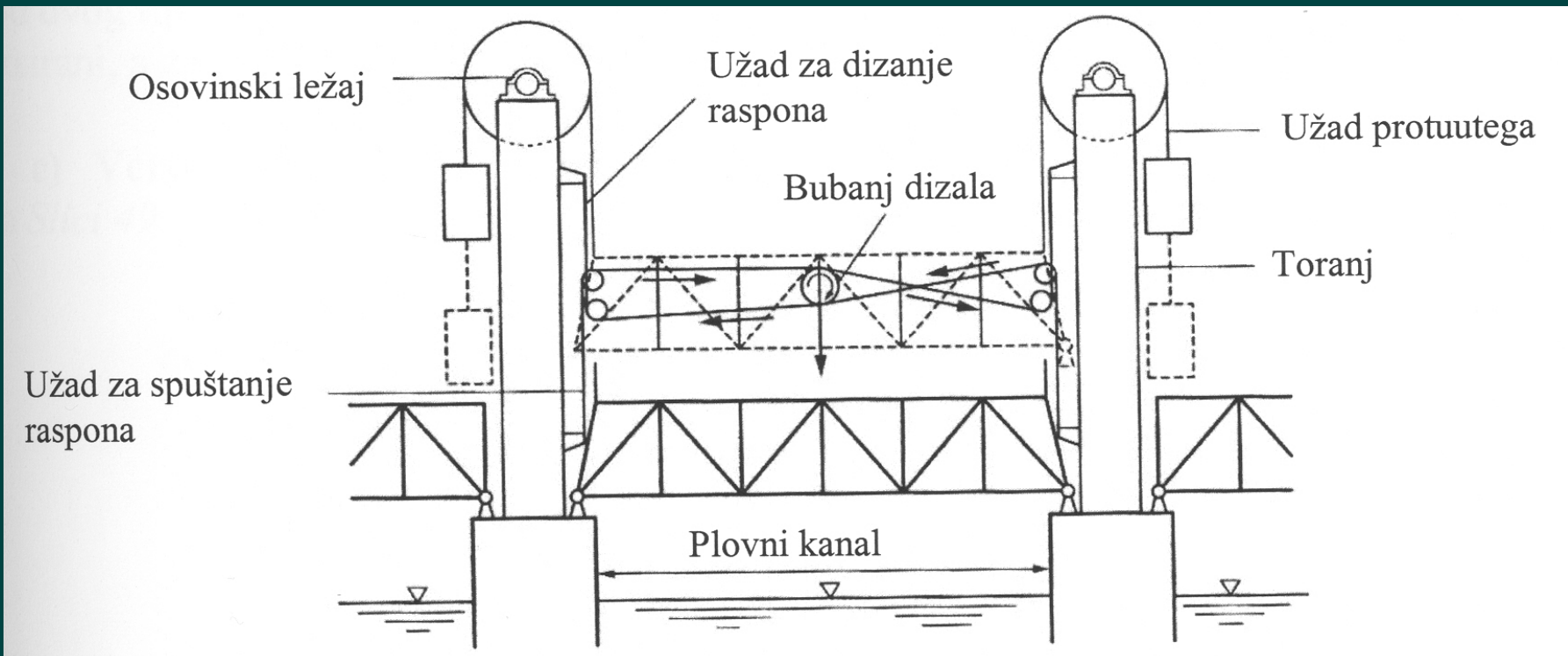
- Najduži pokretni most ovog tipa u svijetu je most preko Arthur Kill-a
 - između Staten Islanda, New York i Elizabeth, New Jersey (Hedefine i Kuesel, 1959)
 - Raspon je uglavnom podignut zbog gustog prometa, 170 m rešetka, 66 m tornjevi,
 - spušta se da bi omogućio prijelaz željeznice
 - Podizanje za 31 m traje 2 minute (sa 9,4 na 41 m visok slobodni profil)



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

VERTIKALNO PODIZNI: S upravljanjem u pokretnom rasponu

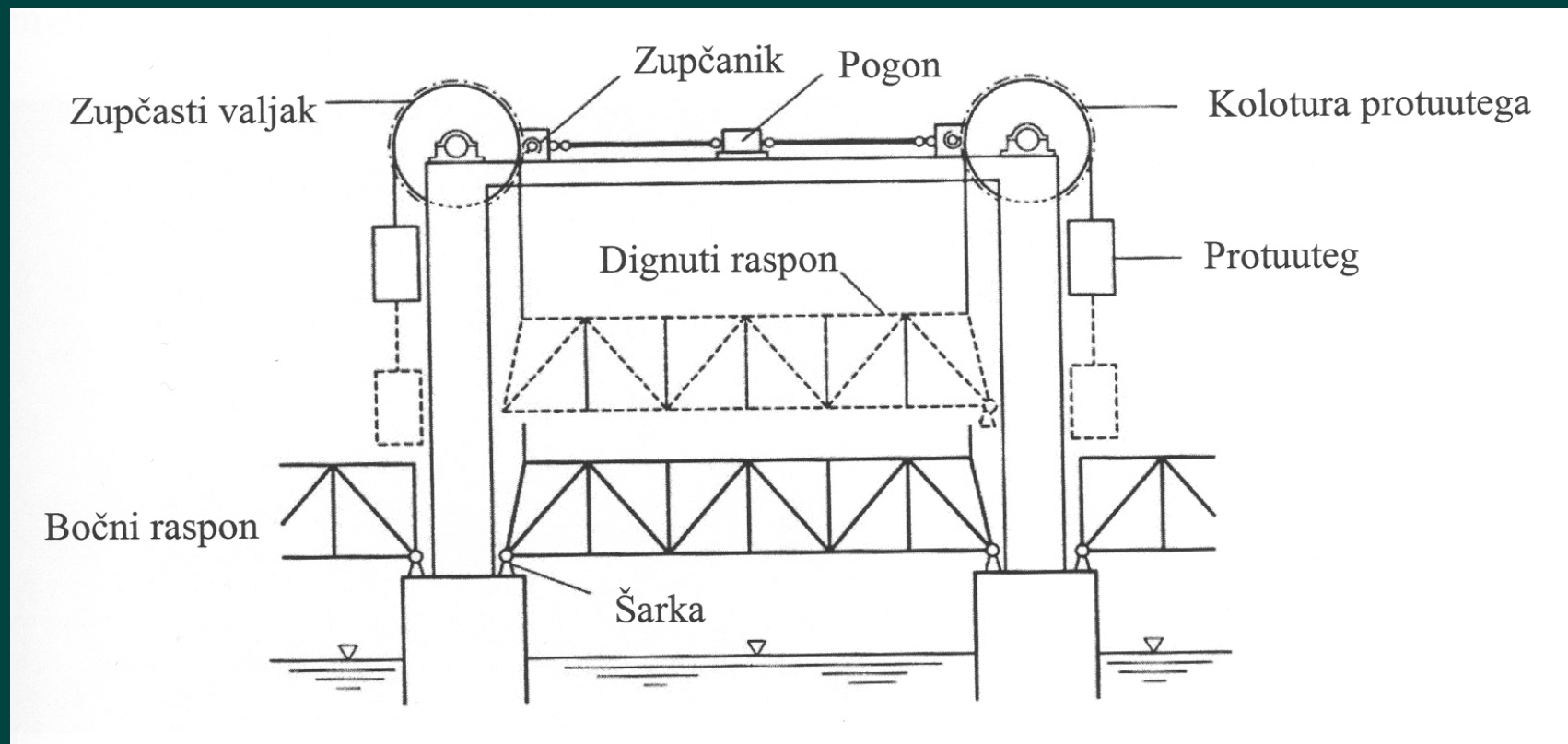
- ❑ Podiže se mehanizmom užadi na samom rasponu
 - najčešće iznad nivelete na sredini raspona
- ❑ Sve četiri koloture oko kojih se navija užad
 - vezane su na zajedničku pogonsku koloturu
 - pa se raspon ne može nagnuti prilikom podizanja ili spuštanja



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

VERTIKALNO PODIZNI: Sa spojenim tornjevima

- ❑ Pokretni raspon uravnotežen je protutezima
- ❑ Pogodan je za male raspone
- ❑ Pogonski mehanizam najčešće se nalazi na konstrukciji koja spaja tornjeve



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

VERTIKALNO PODIZNI: S prometom u dvije razine

- Nisu uobičajeni, ali vertikalno pokretni raspon omogućava neke specifičnosti koje kod drugih tipova pokretnih mostova nisu moguće
- Primjer takvog mosta je most u Portlandu, Oregon, USA
 - Donja razina na kojoj se nalazi željeznička pruga može biti djelomično podignuta,
 - dok gornja razina ostaje na mjestu za nesmetano odvijanje cestovnog prometa i podiže se samo u slučaju potrebe prolaska velikih prekooceanskih brodova



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

VERTIKALNO PODIZNI: Prednosti i nedostaci

Prednosti

- Duljina pokretnog raspona nije određena mehanizmom već samo konstrukcijskim ograničenjem rasponskog sklopa
- Ima nekoliko primjera sa rasponom većim od 150 m
- Ako nije potrebno dizati raspon na veliku visinu, isplativiji je od rasklopnog ili zaokretnog tipa za, za veće raspone

Nedostaci

- Otvor koji se oslobađa dizanjem mosta ograničen je po visini
- Nesreće koje su se događale, u najviše slučajeva dogodile su se kad je most djelomično otvoren (za vrijeme dizanja ili spuštanja)
- Kompleksni i skupi tornjevi koji omogućuju pokretanje pokretnog raspona



*Pokretni most u Sacramentu, California, USA
(bolje arhitektonsko rješenje)*



*Pokretni most u San Franciscu, California, USA
(lošije arhitektonsko rješenje)*

TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

VERTIKALNO PODIZNI: Prednosti i nedostaci

Prednosti

- Jednostavniji je za izvedbu i proračun od rasklopnog i zaokretnog tipa
- Za vlastitu težinu i pokretno opterećenje ponaša se kao običan fiksni most, pa se često koristi za željezničke mostove
- Jednostavno upravljanje

Nedostaci

- Cijena raste nelinearno s povećanjem tornjeva poglavito zbog opterećenja vjetrom na visoke tornjeve i podignuti most
- Od svih pokretnih mostova, estetski se smatra najružnijim



*Pokretni most u Sacramentu, California, USA
(bolje arhitektonsko rješenje)*



*Pokretni most u San Franciscu, California, USA
(lošije arhitektonsko rješenje)*

TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

VERTIKALNO PODIZNI: Primjeri suvremenih mostova

□ Most Lowry Centre

- Položaj: Salford, Engleska
- Godina završetka: 1999. godina
- Dužina: 95 metara
- Svijetla visina prolaza: 18 metara
- Tip: pokretni vertikalno podizni
- Svrha: pješački promet
- Materijali: čelik
- Vrijeme potrebno za otvaranje: 3 min
- Projektanti: Parkman and Christiani Nielson



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

VERTIKALNO PODIZNI: Primjeri suvremenih mostova

□ Most u Florida Avenue, New Orleans Louisiana

- Položaj: New Orleans, Louisiana, USA
- Godina završetka: 2004. godina
- Tip: pokretni vertikalno podizni
- Svrha: željeznički, cestovni i pješački promet
- Dužina gl. raspona: 187,5 m
- Svijetla navigacijska širina: 91 m
- Svijetla visina prolaza: 47 m
- Materijali: čelik



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

VERTIKALNO PODIZNI: Primjeri suvremenih mostova

■ Most Duisburg, Duisburg, Njemačka, 2002.

- Nije klasičan vertikalno podizni most
- Most koristi načela nosivosti visećeg mosta s naknadnim sidrenjem
- Svijetla visina: 10,6 m
- Glavne vješaljke mogu reducirati svoju dužinu i tako podignuti betonski kolnik
- Betonska kolnička ploča sastoji se od niza odsječaka međusobno spojenim šarkama (zglobovima) koje omogućavaju i podržavaju zakrivljeni oblik koji most poprima dok je u podignutom položaju
- Dodatna potrebna duljina ploče dobiva se dodatnim odsječcima smještenim na svakom kraju

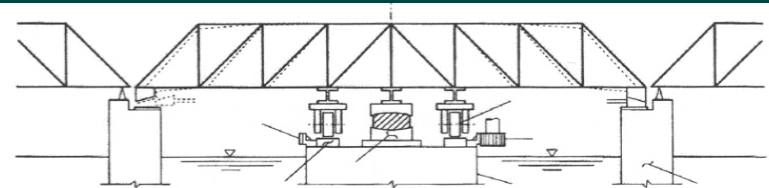


TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

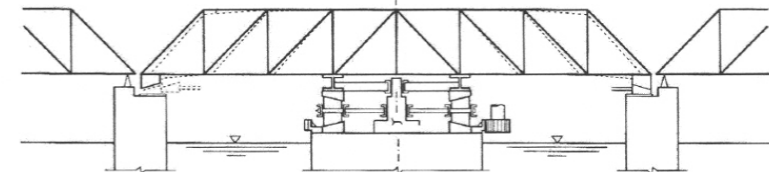
ZAOKRETNI: Općenito

- ❑ Rasponska konstrukcija se otvara okretanjem oko svoje vertikalne osi
- ❑ Centar okretanja može biti u sredini konstrukcije ili nesimetrično smješten
- ❑ Dok je zaokretni most zatvoren, njegovi krajevi oslanjaju se na fiksne stupove ili upornjake
- ❑ Pokretni dio naziva se zaokretni raspon sa dva kraka konzolnog statičkog sustava
- ❑ Krakovi mogu biti jednakih ili različitih duljina (most nejednakih krakova ili podrezanog kraja)
- ❑ Vlastita težina je uravnotežena oko rotacijske osi, pa je kod nejednakih krakova u manjem kraku potreban protutež
- ❑ Manji rasponi mogu biti sa jednim krakom – stabilnost se osigurava posebnim zaokretnim uređajem
- ❑ Zaokretni mostovi svrstani su u kategorije prema načinu na koji je pokretni raspon pridržan na zaokretnom stupu dok je most u otvorenom položaju

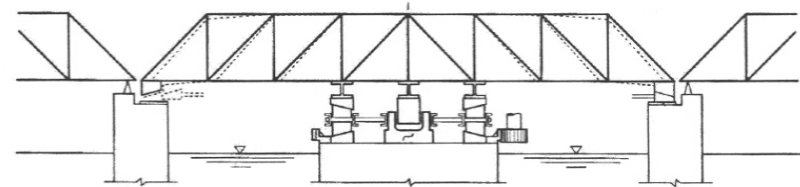
a) Zaokretni mostovi s centralnim ležajem



b) Zaokretni mostovi s obručnim ležajem



c) Zaokretni mostovi s kombiniranim centralnim i obručnim ležajem



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

ZAOKRETNI: Općenito

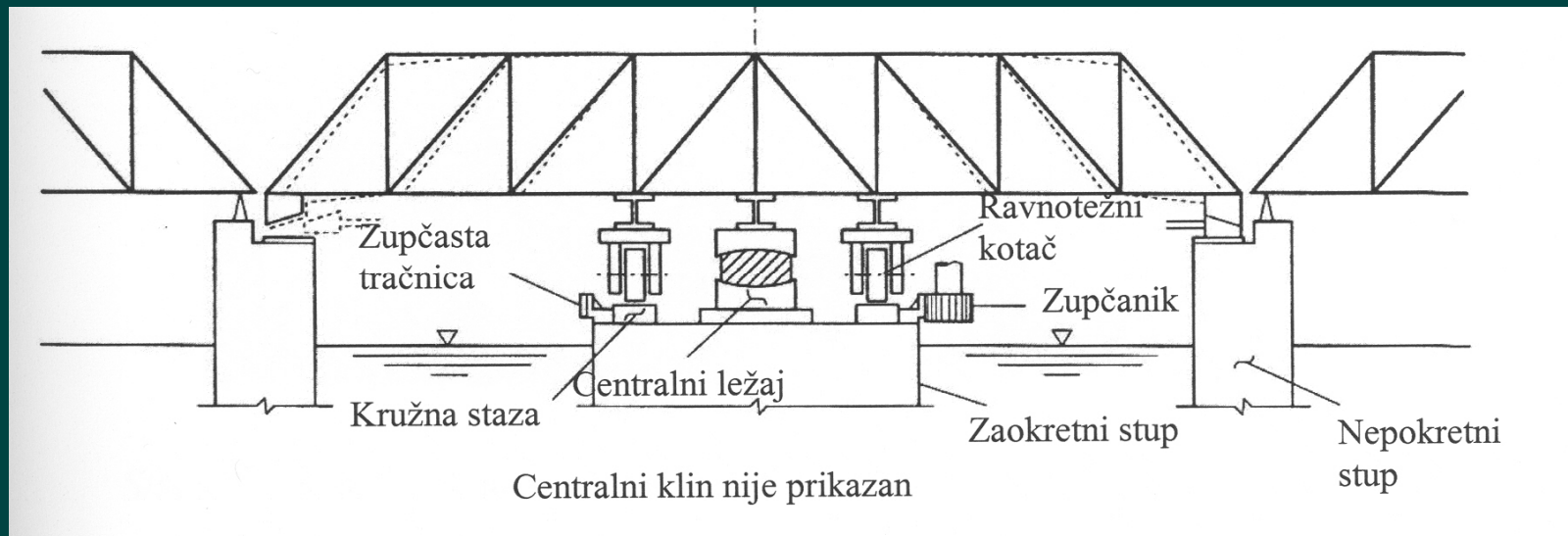
- Širina oslobođenog plovnog puta je oko 80% duljine kraka – centralni stup zauzima puno mjesta
- Iako zaokretni mostovi nisu na velikoj visini, opterećenje vjetrom je bitno pogotovo za vrijeme zaokretanja jer može djelovati nesimetrično na krakove
- Ovi mostovi zahtijevaju značajno kompleksnije pogonske strojeve od rasklopnih i podiznih mostova
- Ovi mostovi poznati su oko 200 godina, prvi su bili drveni
- Krajem 19. i početkom 20. stoljeća grade se veliki rešetkasti simetrični zaokretni mostovi
 - Most *Macombs Dam* preko rijeke Harlem,
 - New York, USA (1895),
 - Raspon: 126,5 m



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

ZAOKRETNI: Sa središnjim ležajem

- Vlastita težina pokretnog kraka
 - preuzima se zaokretnim ležajem u osi rotacije
- Uređaj za zaokretanje može biti pokretan
 - hidraulički ili
 - mehanički
- Da bi se spriječila prevrtanja oko zaokretne osovine postavljaju se
 - ravnotežni kotači koji se kreću po kružnoj stazi velikog radijusa koja je koncentrična s osovinom



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

ZAOKRETNI: Sa središnjim ležajem

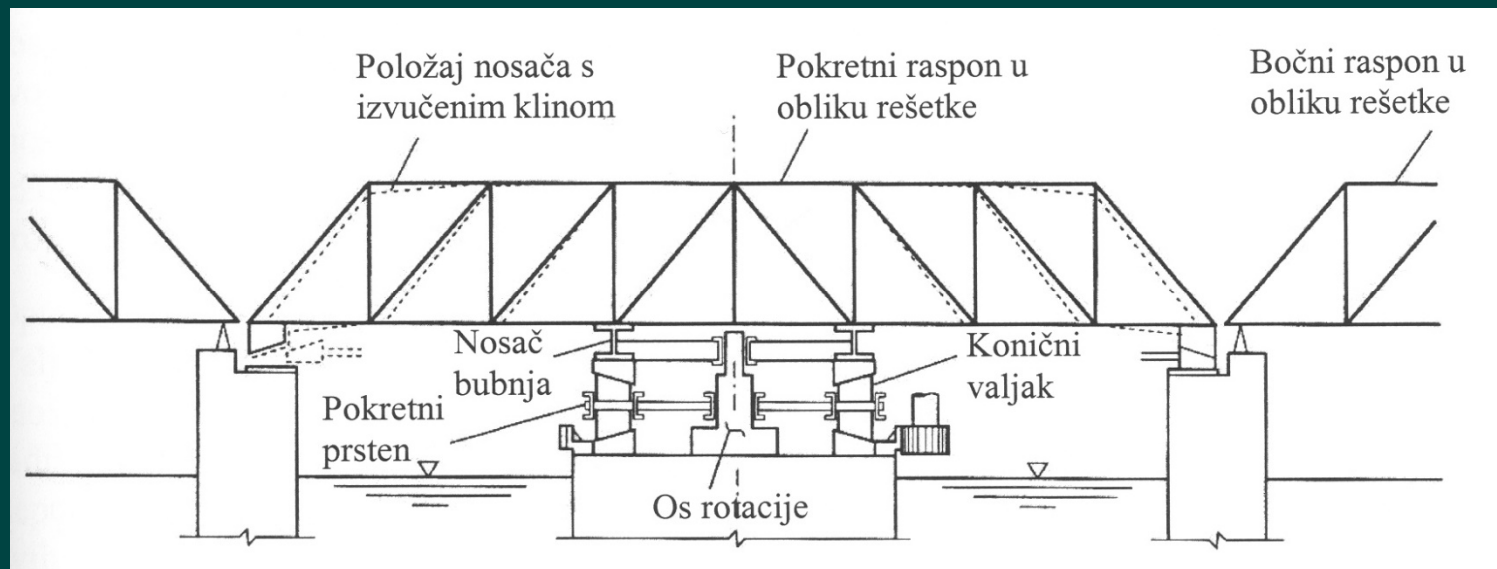
- Zaokretni most u Sacramentu, California, USA
 - na dvije razine (cestovni i željeznički promet)



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

ZAOKRETNI: S obručnim ležajem

- ❑ Vlastita težina pokretnog raspona
 - preuzima se koničnim valjcima
- ❑ Ovaj tip je pogodan za
 - velike i teško opterećene mostove
- ❑ Problem je postići ravnomjieran prijenos težine
 - sa rešetke ili nosača na veliki broj valjaka kojih može biti i 50



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

ZAOKRETNI: S obručnim ležajem

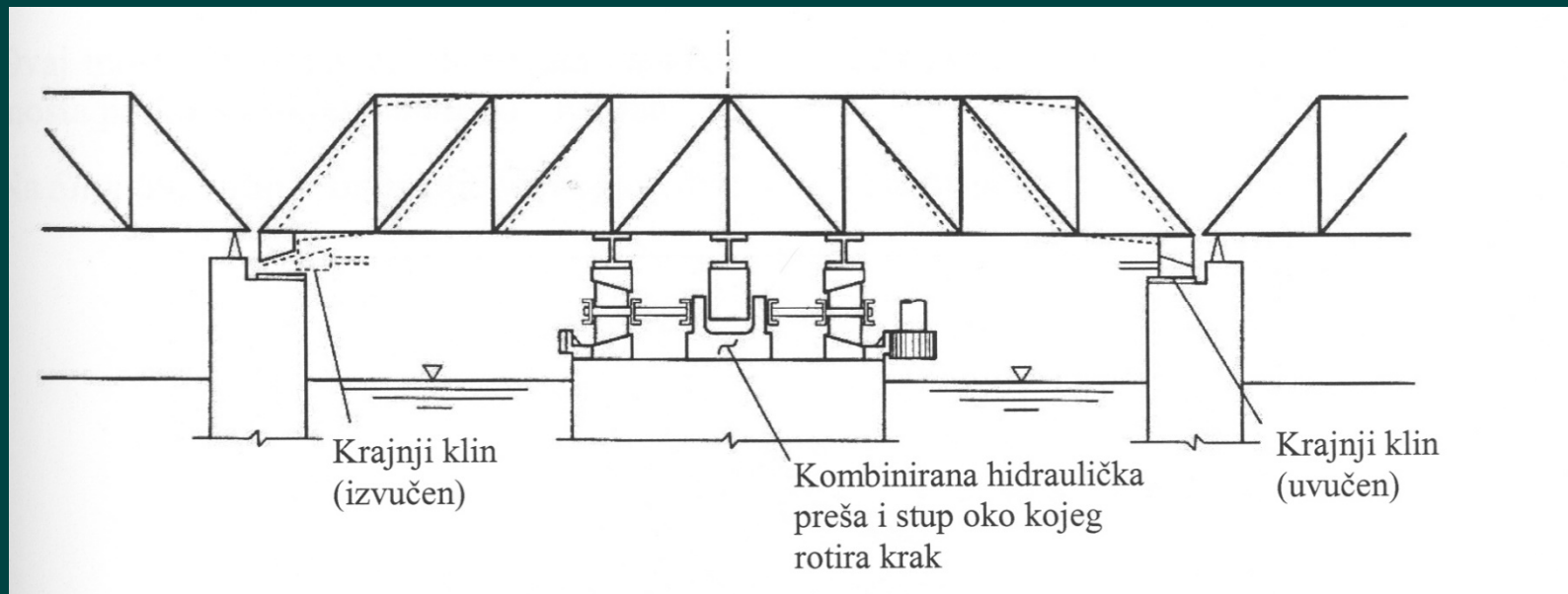
- Zaokretni most u Sueskom kanalu – El Ferdan



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

ZAOKRETNI: S kombiniranim središnjim i obručnim ležajem

- Vlastita težina pokretnog raspona u otvorenom položaju
 - preuzima se uglavnom pomoću obručnih ležajeva
- Raspodjela pokretnog opterećenja između centralnog i obručnog ležaja
 - funkcija je poprečne krutosti okvira na kojem se opterećenje raspodjeljuje



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

ZAOKRETNI: Dvostruki zaokretni

□ Most George P. Coleman, Yorktown, Virginia, USA

- 1952, duljina 1.150 m
- Dva centralna zaokretna raspona duljine 152 m su rešetkaste obostrane konzole
- Prilazi su rešetkasti nosači visine 8 do 12 m
- Horizontalna svijetla širina dok je most otvoren je 137 m
- Svijetla visina dok je most zatvoren iznosi 18 m



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

ZAOKRETNI: Dvostruki zaokretni

□ Most u Seattle-u, Washington, USA

- Jedan od najtežih postojećih pokretnih mostova
- Most je betonski



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

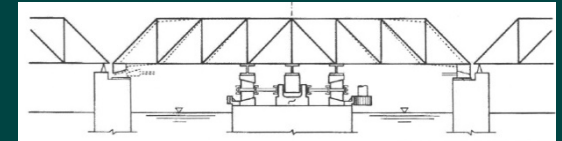
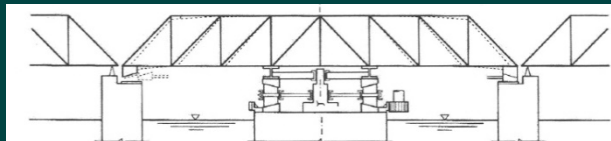
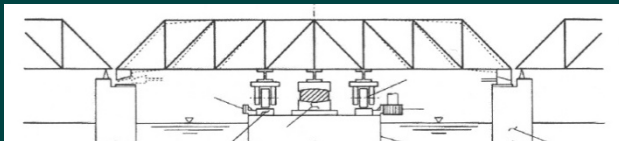
ZAOKRETNI: Prednosti i nedostaci zaokretnih mostova

Prednosti

- U otvorenom položaju ne prelaze visinu zatvorenog mosta ni po kojoj osi
- Ne podižu se, pa je utjecaj vjetra manji nego kod ostalih tipova pokretnih mostova
- Simetrični zaokretni mostovi osiguravaju dva pokretna raspona u jednoj pokretnoj konstrukciji
- Estetski su vrlo prihvatljivi

Nedostatci

- U mnogo većoj mjeri od ostalih tipova, zaokretni mostovi se oslanjaju izravno na mehaničke komponente kao oslonce za vlastitu težinu i pokretno opterećenja
- Imaju veći broj pokretnih dijelova o odnosu na ostale tipove pokretnih mostova, pa je skuplje održavanje
- Duže vrijeme otvaranja nego kod ostalih tipova
- Nesimetrično djelovanje vjetra na krakove
- Zaokretni stup je izložen udaru plovila
- Zahtijevaju veliku slobodnu duljinu u uzdužnom smjeru plovnog kanala
- Zaokretni željeznički mostovi zahtijevaju skupe uređaje za odvajanje i spajanje tračnica



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

ZAOKRETNi: Primjeri suvremenih zaokretnih mostova

Ime mosta	Grad	Zemlja	Godina izgradnje
Zaokretni most preko Næstved kanala		Danska	1997.
Most Taranto	Taranto	Portugal	1958.
Pješački most Puerto Mujer	Buenos Aires	Argentina	1998 -
Zaokretni most preko rijeke Tyne	Newcastle	Engleska	1959.
Most preko Shatt-al-Arab,	Shatt-al-Arab	Iraq	1978.
Southwest Spokane Street zaokretni most	Seattle	SAD	1981.
Most George P. Coleman	Yorktown	SAD	1952. (1994-96)
Most El Ferdan	Sueski kanal	Egypt	2001.

TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

ZAOKRETNI: Primjeri suvremenih zaokretnih mostova

□ Zaokretni most preko Naestved kanala

- Najveći pokretni most u Danskoj, pušten u promet 1997.
- Čelični gornji ustroj sastoji se od dva 49 m duga zaokretna kraka koja su oslonjena na obručne valjkaste ležaje promjera 5 m
- Raspon između stupova je 56 m



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

ZAOKRETNI: Primjeri suvremenih zaokretnih mostova

□ Most Taranto, Taranto, Portugal

- Izgrađen je 1958. g
- Otvara se po potrebi, kada se dvije polovice razmiču u stranu propuštajući velike vojne brodove
- Otvaranje ne traje duže od 3 minute



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

ZAOKRETNI: Primjeri suvremenih zaokretnih mostova

▣ Pješački most Puerto Mujer u Puerto Madero, Buenos Aires, Argentina

- Gradnja započela 1998. godine,
- Završena u prosincu 2001.
- Projektant Santiago Calatrava
- Zaokretni ovješeni most duljine 102 m
- Pilon visine 32 m



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

ZAOKRETNI: Primjeri suvremenih zaokretnih mostova

□ Zaokretni most preko rijeke Tyne, Newcastle, Velika Britanija

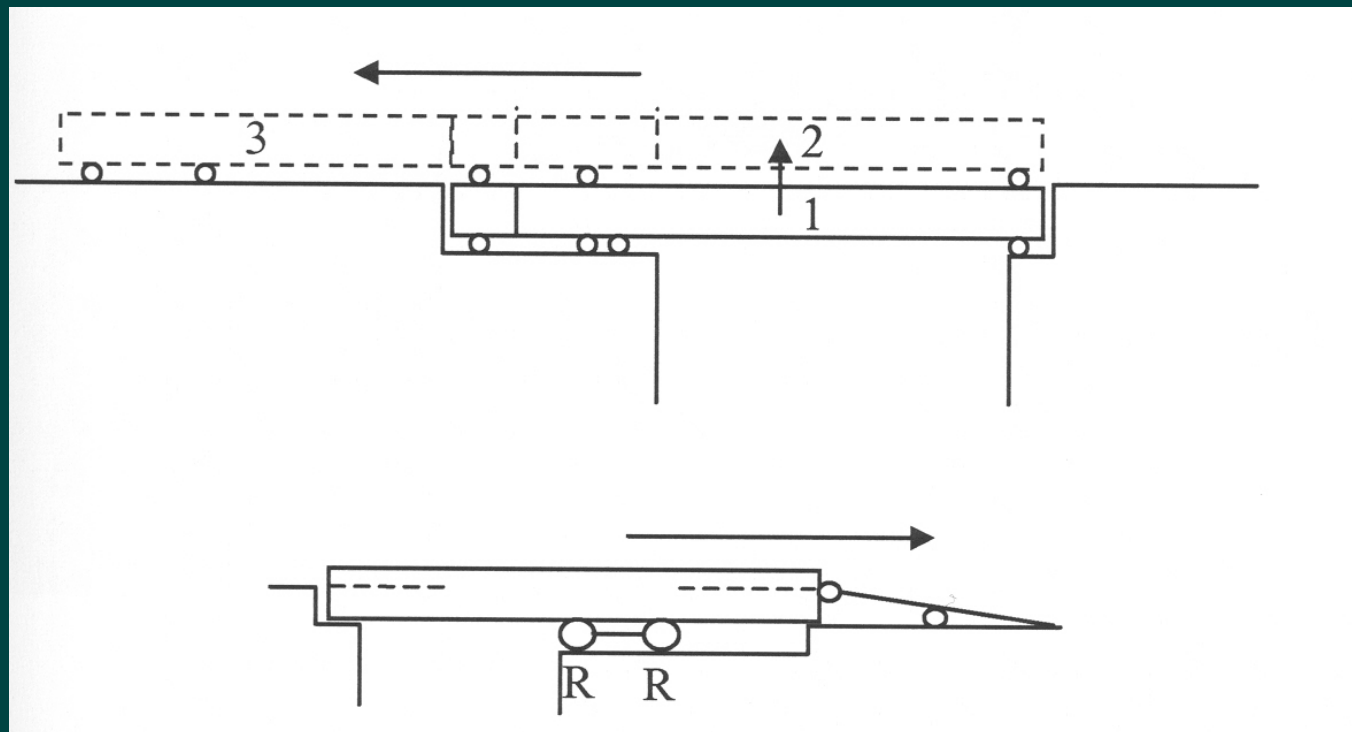
- Hidraulički zaokretni most zaokreće se oko centralnog stupa
- Gornji ustroj izrađen je od kovanog željeza,
- raspon je dug 85,6 m, težine 1450 tona
- Centralno je oslonjen na 43 valjka od lijevanog željeza
- Kad je most otvoren svijetla širina prolaza u riječnom kanalu je 29 m



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

OSTALI TIPOVI: Povlačni

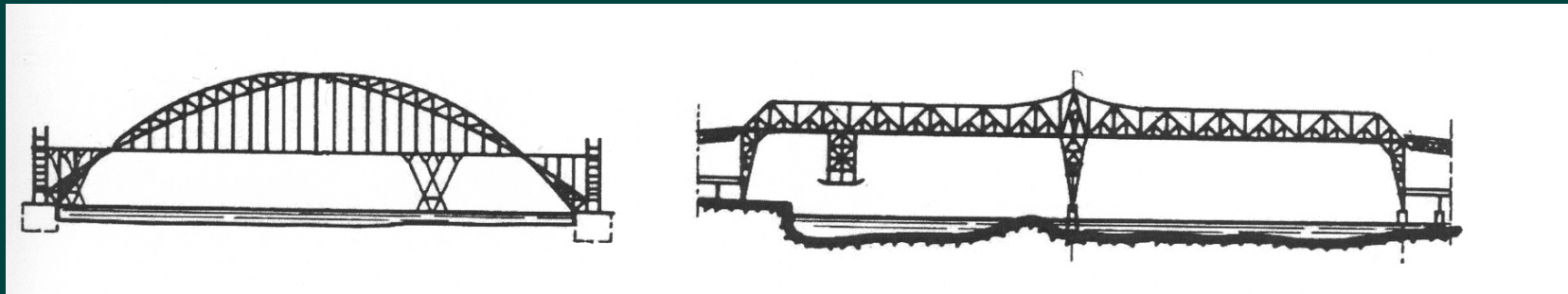
- ❑ Kod povlačnih mostova, pokretni se dio pokreće uzdužno u smjeru mosta
- ❑ Glavni nosači mosta znatno su duži od otvora koji se treba osloboditi otvaranjem
- ❑ Prije povlačenja prednji kraj ili čitavi pokretni dio mosta se podižu
- ❑ Prikladni su za kose prijelaze
- ❑ Nedostatak je što trebaju puno prostora za uvlačenje



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

OSTALI TIPOVI: **Prijevozni**

- Sastoje se od
 - nosača podignutog na takvu visinu da se omogući prolaz i najvišim brodovima,
 - od dva visoka pilona
 - i tračnice pričvršćene na nosač o koju su ovješena
 - teretna kolica koja služe za prijevoz vozila i pješaka



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

OSTALI TIPOVI: Prijevozni - primjeri

□ Most Biscay, Španjolska

- koji spaja mjesta Portugalete i Las Arenas u blizini Bilbaoa
- 1893. godine izveden kao prvi ovakav most



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

OSTALI TIPOVI: **Prijevozni - primjeri**

- *Most Middlesbrough preko rijeke Tees, sjevero-istok Engleske*
 - 50 km od Newcastle-a (1907)
 - Duljina 255m – najduži prijevozni most na svijetu
 - Nosiva rešetka na visini 67,5 m iznad razine vode



TIPOVI POKRETNIH MOSTOVA

OSTALI TIPOVI: Prijevozni - primjeri

- Warrington prijevozni most preko rijeke Mersey (1916)

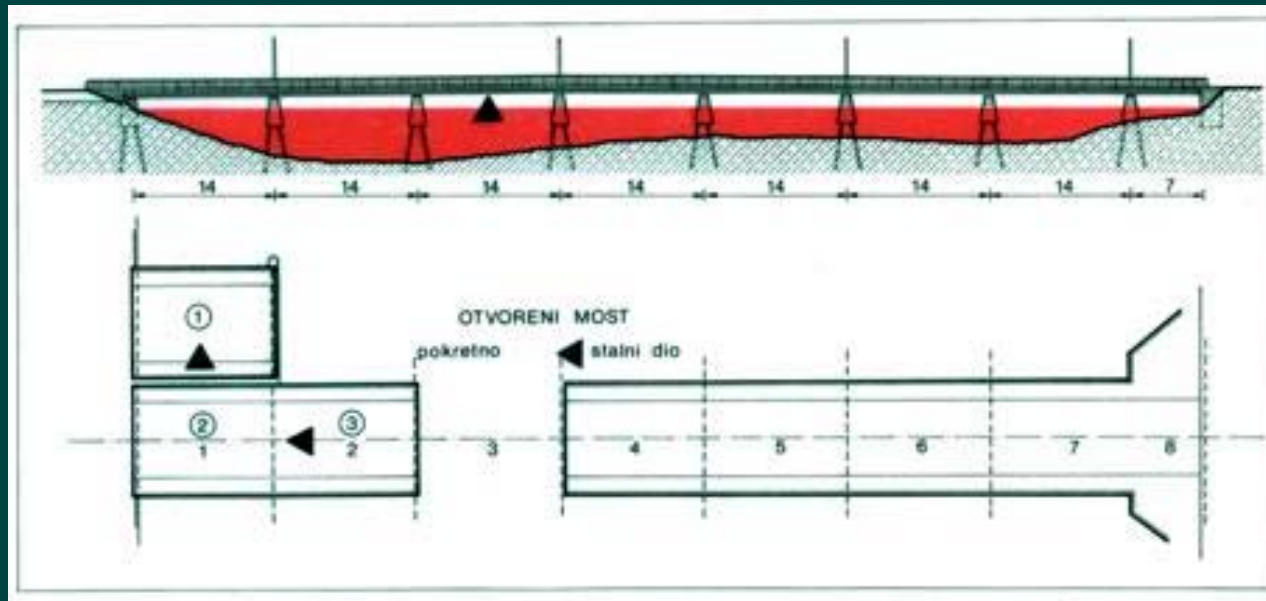


Vrlo ograničena nosivost prijevoznih mostova, te njihova cijena koja se danas približava cijeni izgradnje pravog, bilo fiksnog ili pokretnog mosta čini ove mostove zastarjelima te se oni danas više ne izvode.

POKRETNI MOSTOVI U HRVATSKOJ

Most preko Cetine u Omišu (1961)

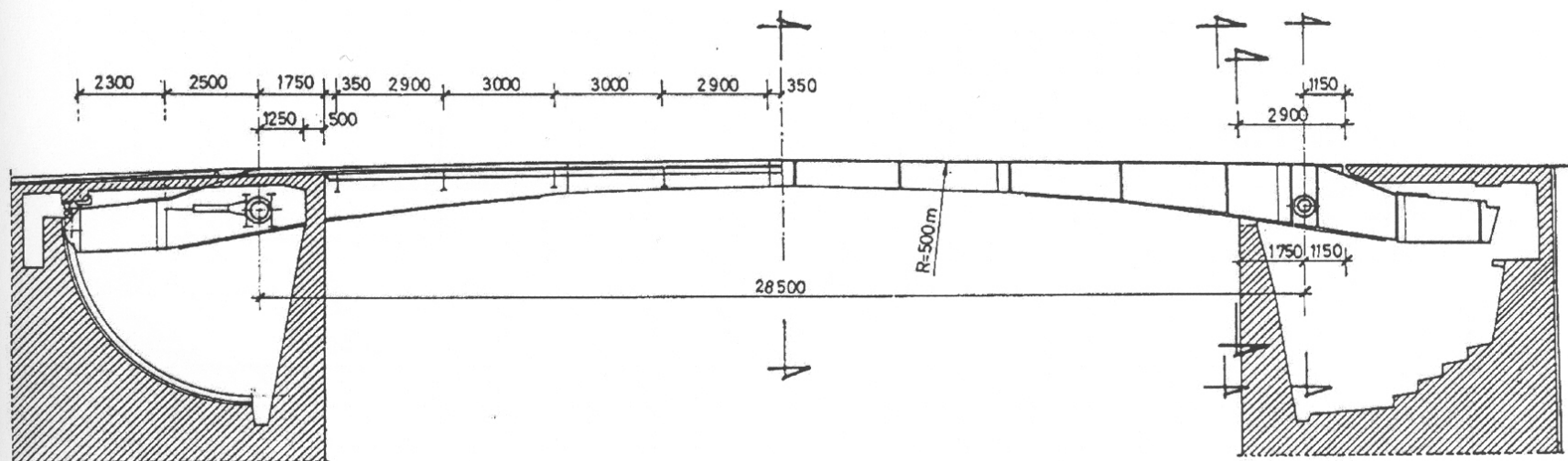
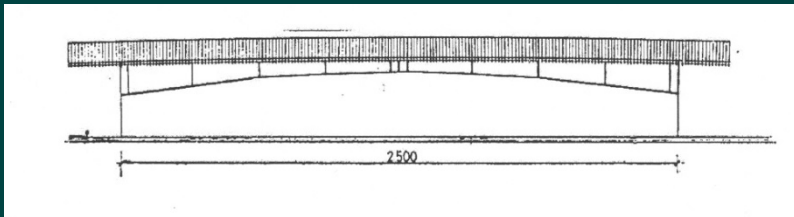
- Projektant prof. Kruno Tonković (knjiga Pontifex Maximus)
- Povlačni pokretni most



POKRETNİ MOSTOVI U HRVATSKOJ

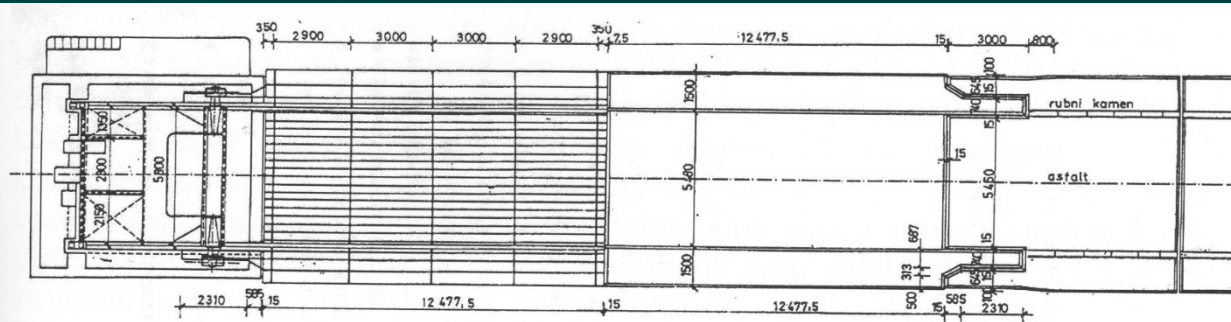
Pokretni most Trogir - Čiovo (1961)

- Rasklopni s dva kraka

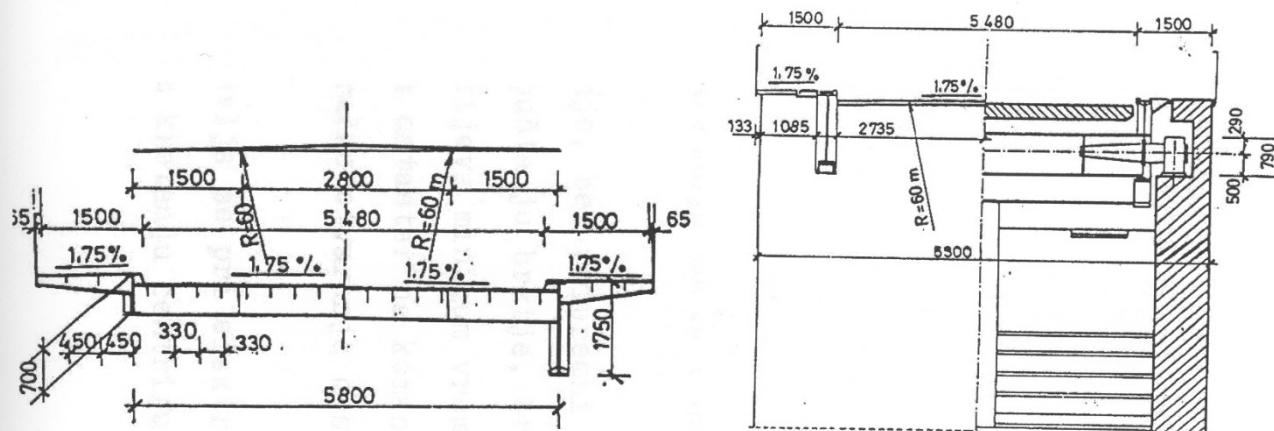


POKRETNI MOSTOVI U HRVATSKOJ

Pokretni most Trogir - Čiovo (1961)



Slika 109. Tlocrt pokretnog mosta Trogir-Čiovo



Slika 110. Poprečni presjeci mosta kroz ortotropnu ploču u sredini raspona i kod upornjaka (lijevo) te ispred i kroz upornjak (desno)

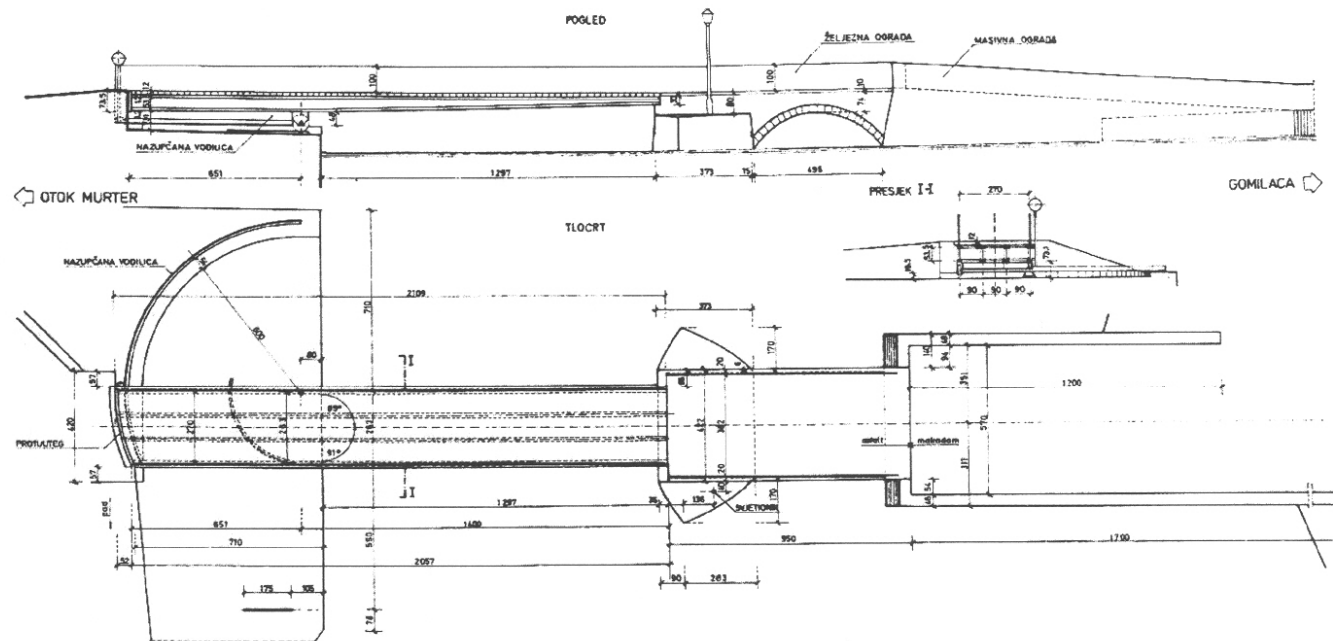
POKRETNI MOSTOVI U HRVATSKOJ

Pokretni most u Tisnom (1965)

- Stari zaokretni, novi rasklopni (na ovoj slici novi)



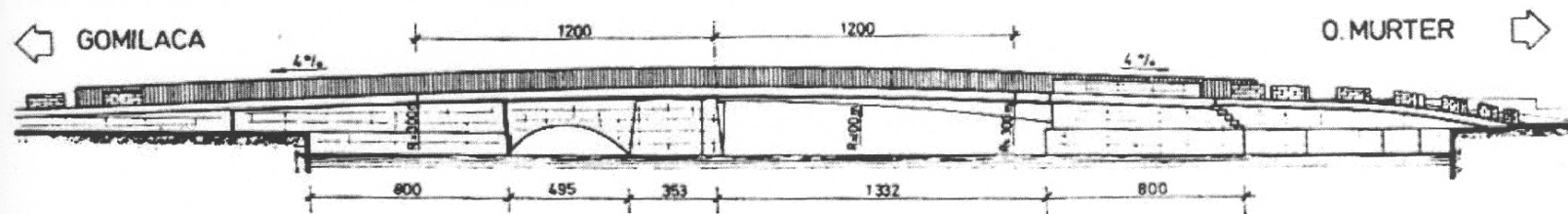
Pokretni most u Tisnom (1965)



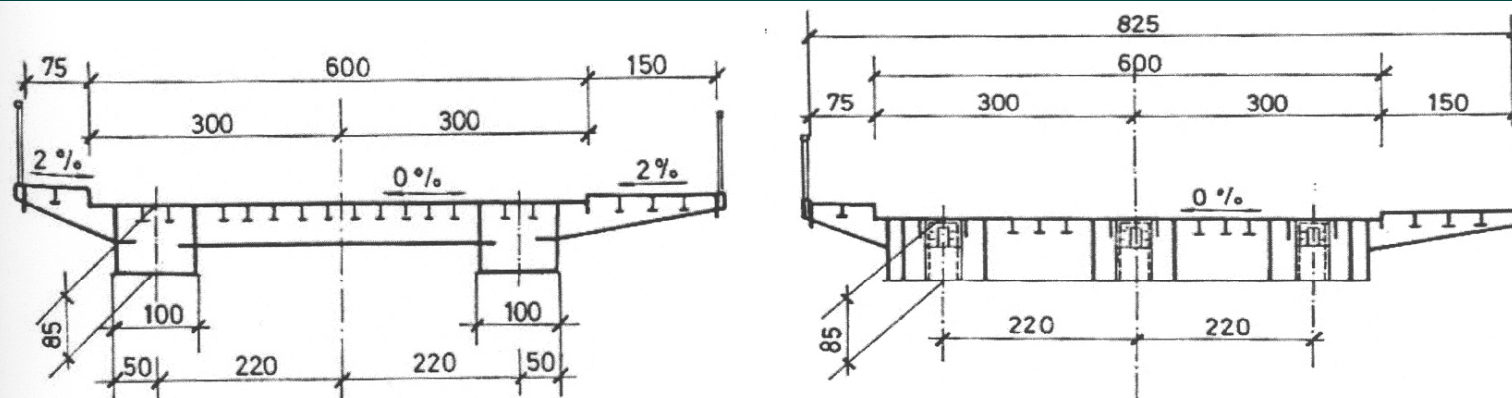
Slika 111. Tlocrt i dispozicija starog mosta u Tisnom

POKRETNI MOSTOVI U HRVATSKOJ

Pokretni most u Tisnom (1965)



Slika 112. Dispozicija novog mosta u Tisnom

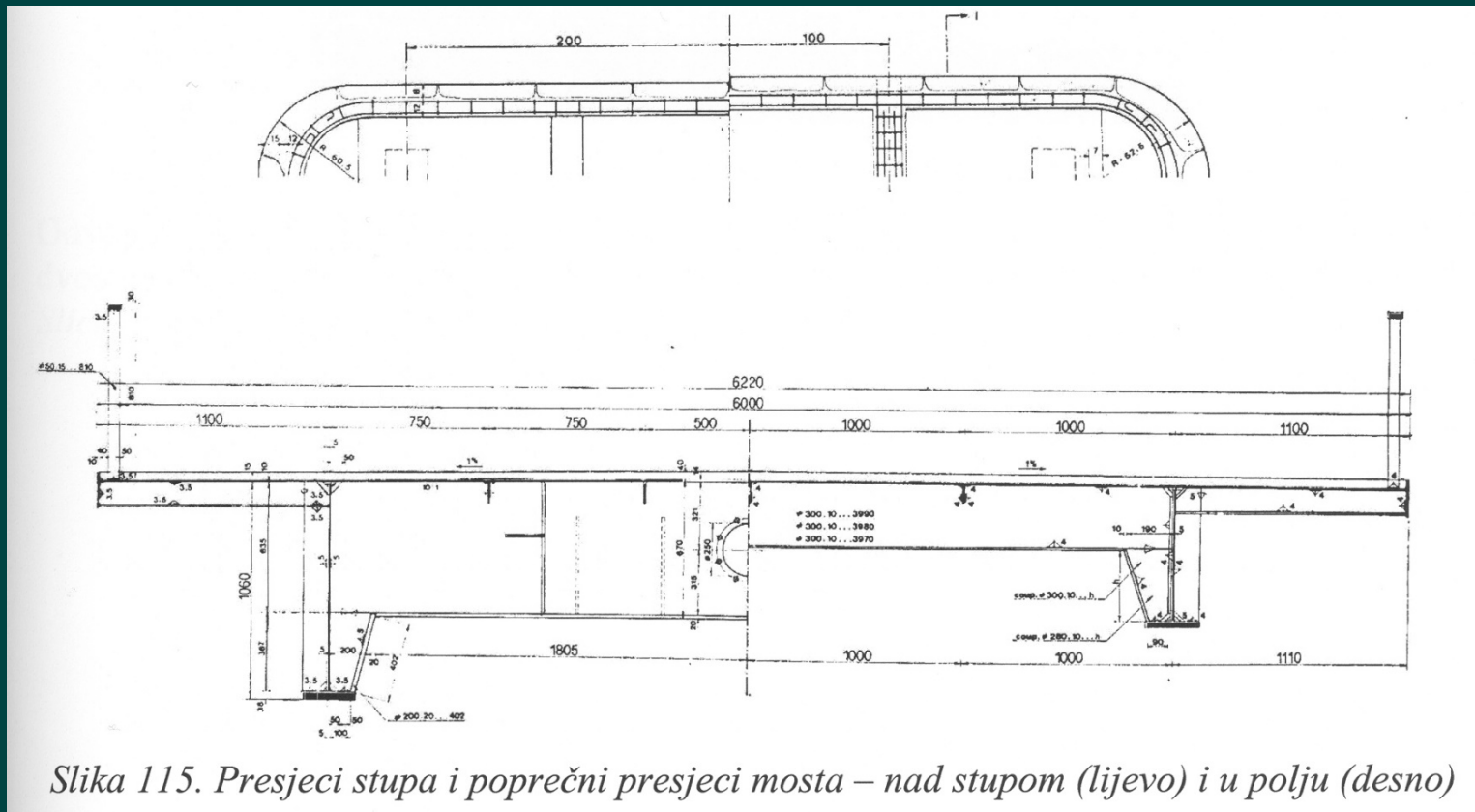


Slika 114. Poprečni presjek novog mosta u Tisnom

POKRETNI MOSTOVI U HRVATSKOJ

Pješački pokretni most u Zadru

- rasklopni



POKRETNI MOSTOVI U HRVATSKOJ

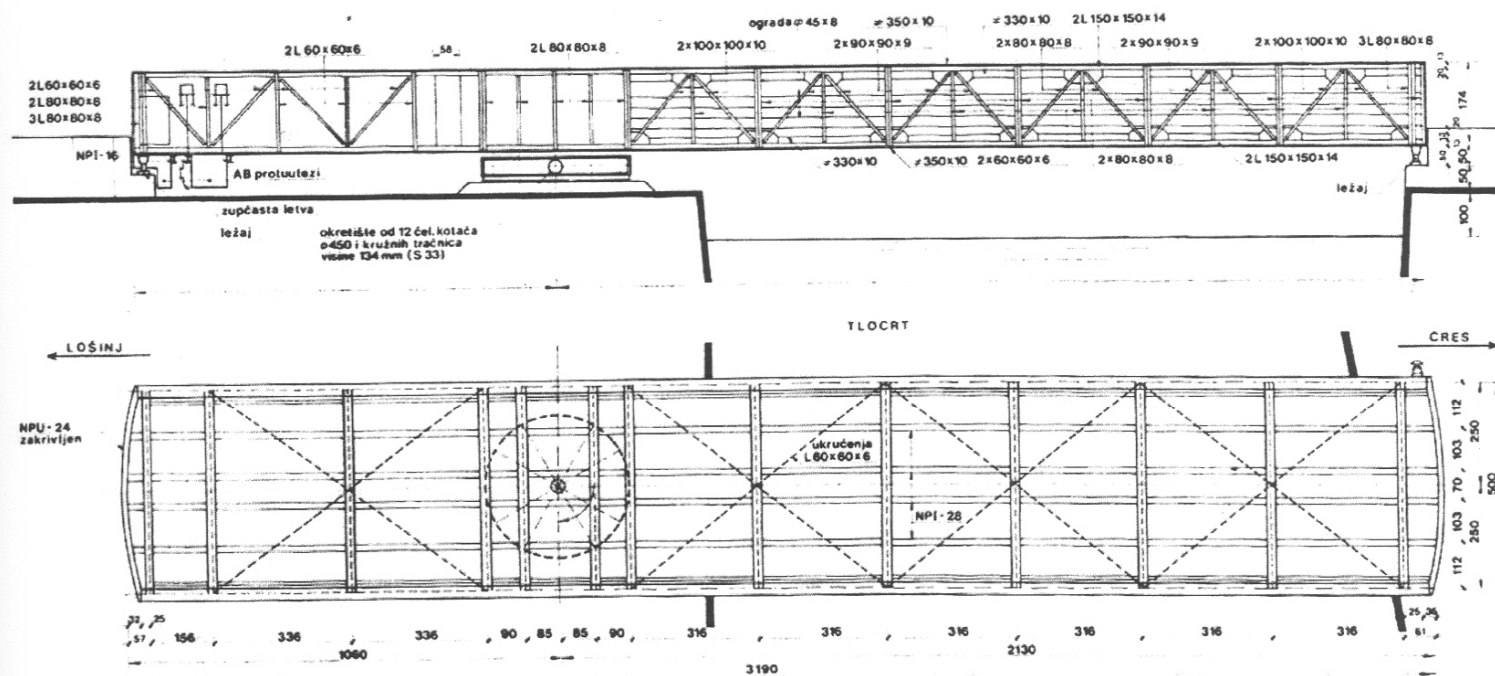
Pokretni most u Osoru, između Cresa i Lošinja

- zaokretni



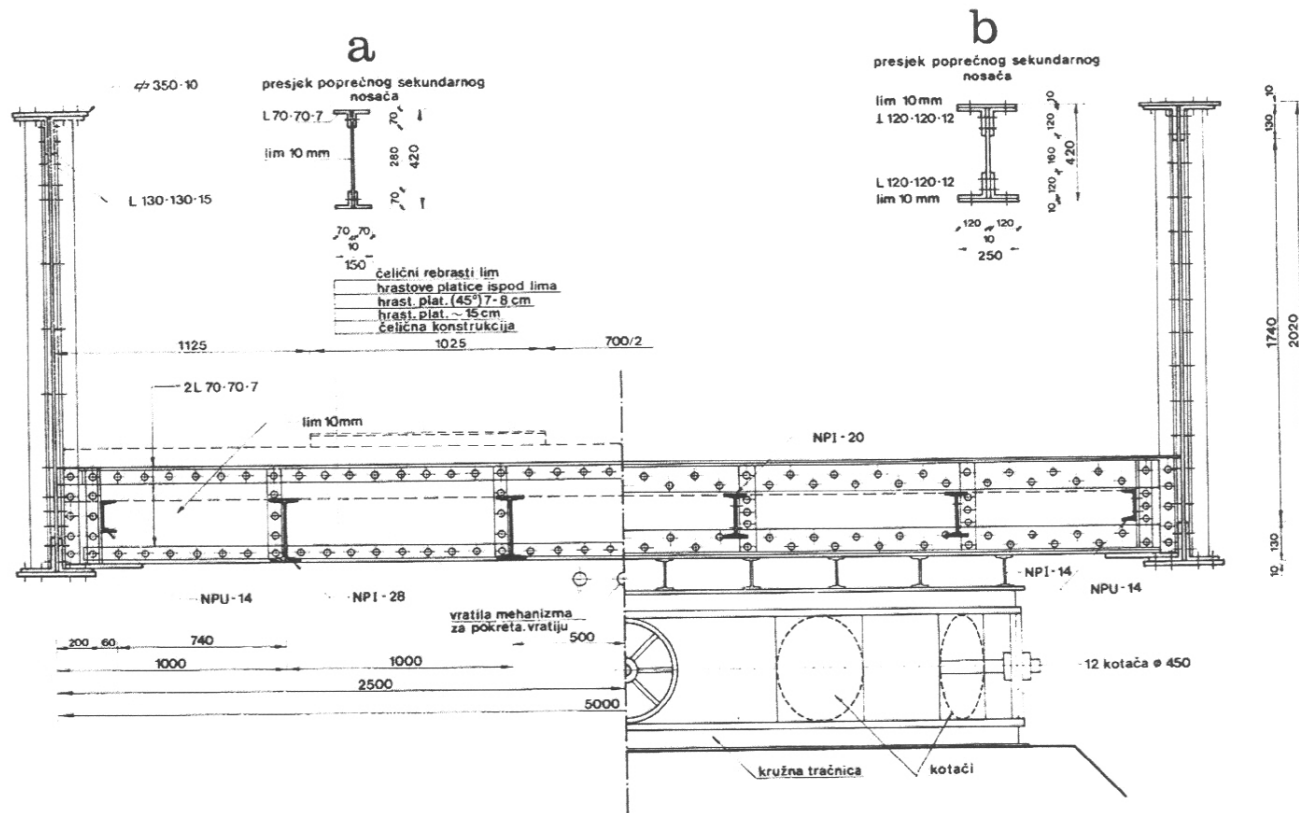
POKRETNOSTI MOSTOVI U HRVATSKOJ

Pokretni most u Osoru, između Cresa i Lošinja



Slika 118. Pogled na most i tlocrt mosta u Osoru

Pokretni most u Osoru, između Cresa i Lošinja



Slika 119. Poprečni presjek mosta u Osoru

POKRETNI MOSTOVI U HRVATSKOJ

Pokretni most preko rijeke Mirne kod Novigrada

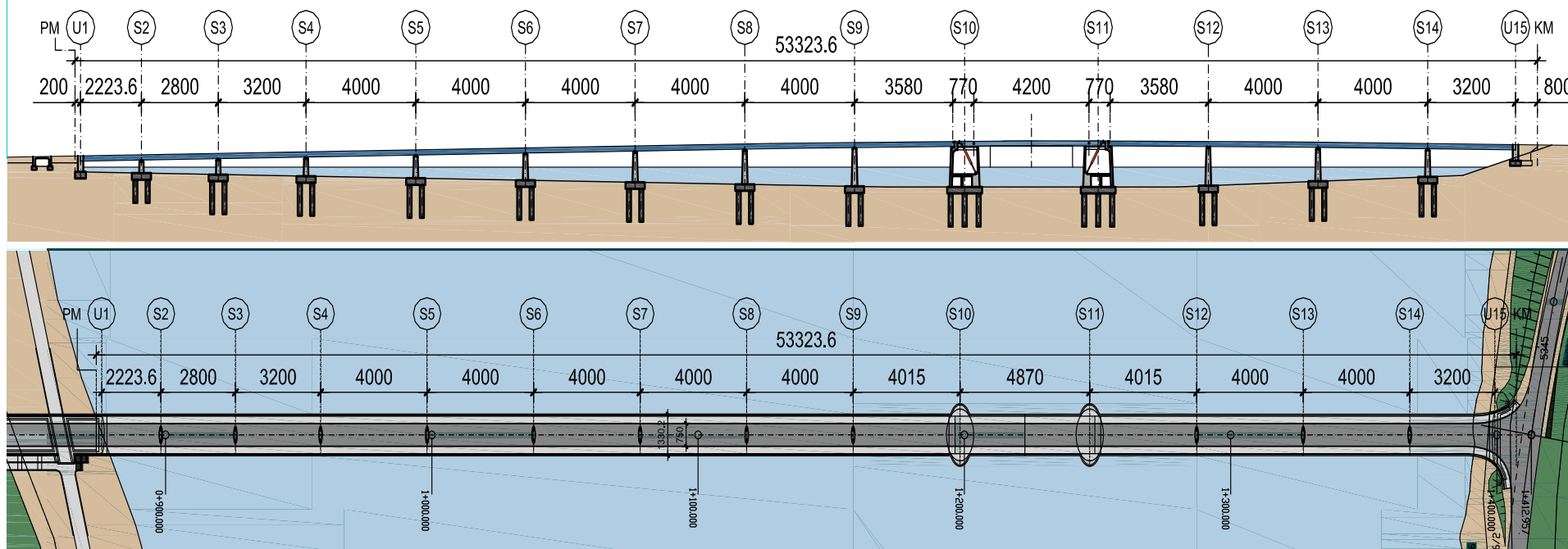
- Most Antenal
- Čelična konstrukcija sa šest jednakih otvora raspona 13,7 m
- Jedan otvor je bio vertikalno podizan
- 2007. most obnovljen



POKRETNI MOSTOVI U HRVATSKOJ

Novi most kopno – otok Čiovo

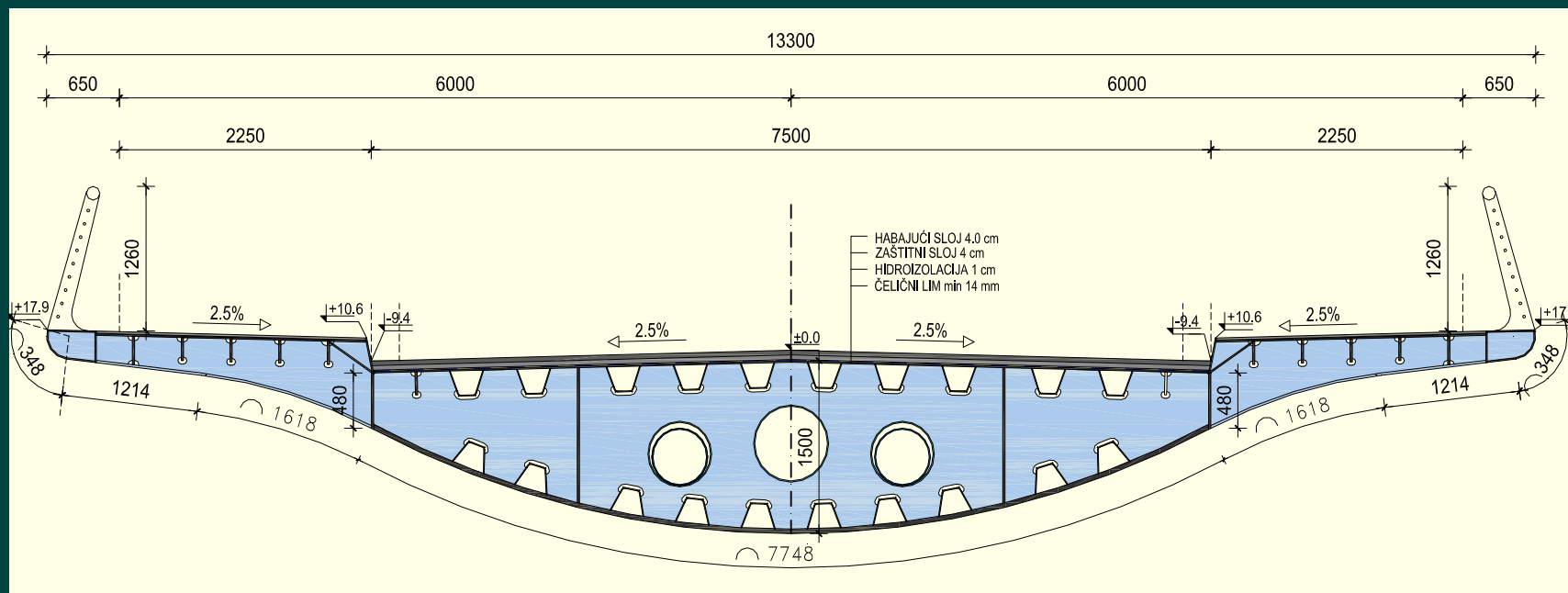
- Za nesmetani razvoj grada Trogira i otoka Čiova od vitalnog je značaja izgradnja novog mosta preko Trogirskog kanala.
- Prva dilatacija sa strane kopna s rasponima $L = 22,24 + 28 + 32 + 5 \times 40 + 35,80$ m, pokretni most raspona $L=43,40$ m i treća dilatacija s rasponima $L = 35,8 + 2 \times 40 + 32$ m prema otoku Čiovu.
- Uzdužni raspored mosta odabran je prema načelima
 - estetike,
 - učinkovitosti i
 - optimalnog uklapanja u urbani okoliš.



POKRETNI MOSTOVI U HRVATSKOJ

Novi most kopno – otok Čiovo

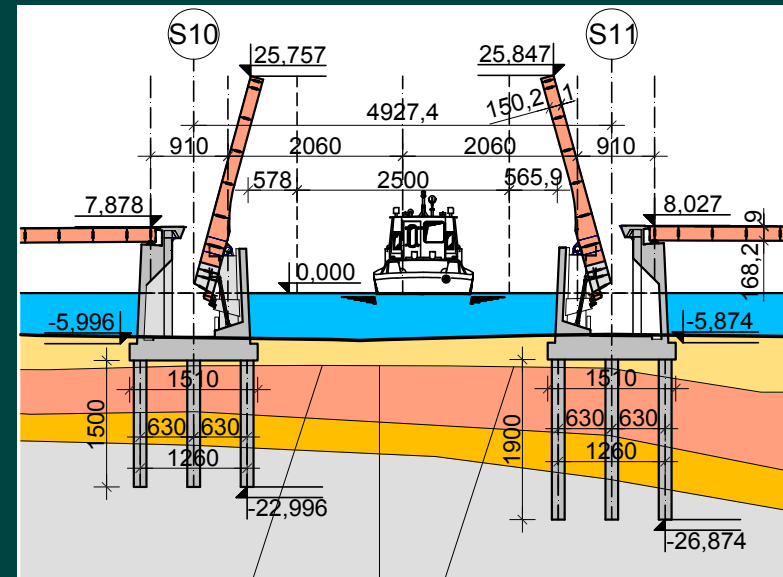
- Čelični sandučasti poprečni presjek. Prednosti u odnosu na odgovarajući pop.pre. u ab ili pb jesu:
 - jednostavnija i brža izvedba – usporedno s monolitnom gradnjom betonskog donjeg ustroja (temelja, stupova i upornjaka) u radionici se izrađuju sekcije čeličnog dijela rasponskog sklopa, koje se montiraju u konačni položaj veoma brzo,
 - omogućeni su veći rasponi mosta i time veća prozračnost izgleda mosta za jednaku visinu rasponskog sklopa,
 - uslijed bitnog smanjenja masa od 250-300 %, znatno su manja seizmička djelovanja u seizmički aktivnoj zoni Trogira (VIII zona),
 - ostvarena je harmonija gradiva na cijeloj duljini mosta jer pokretni dio mosta mora svakako biti izveden u čeliku.



POKRETNI MOSTOVI U HRVATSKOJ

Novi most kopno – otok Čiovo

- Pokretni most predviđen je obostrano rasklopnog tipa koji omogućuje
 - najveću brzinu rada od svih pokretnih mostova i
 - arhitektonski je najprihvatljiviji,
 - dok visina plovila, koja prolaze ispod mosta nije ograničena.
- Sastoji se od dva kraka.
 - Svaki od krakova ima konzolu duljine od 21,7 m i stražnji dio duljine od 6 m s betonskim protutezima,
 - postavljenim tako da se rezultanta ukupne težine krila za nepromjenjiva djelovanja nalazi u osi ležajeva,
 - te je za otvaranje i zatvaranje mosta potrebna vrlo mala sila.



SPECIJALNE INŽENJERSKE GRAĐEVINE SLJEDEĆE PREDAVANJE



Plutajući mostovi