

TRAJNOST KONSTRUKCIJA I



- 4 -

UTJECAJ PROJEKTIRANJA
NA TRAJNOST

PROJEKTIRANJE KONSTRUKCIJA

PROJEKTIRANJE
KONSTRUKCIJA



PRORAČUN
KONSTRUKCIJA

□ *PROJEKTIRANJE*

- Širok sveobuhvatan graditeljski proces koncipiranja građevina sa svrhom ostvarenja
 - *Funkcionalnosti*
 - *Postojanosti*
 - *Estetike*
 - *Gospodarskog optimuma*

PROJEKTIRANJE KONSTRUKCIJA

■ *U prošlosti*

- Građevine nose osobni pečat graditelja koji ih je izgradio
 - *Koristi se iskustvo već ostvarenog*
 - *Ogroman trud i umijeće za daljnje iskorake i poboljšanja*
- Uglavnom sudjeluje i više graditelja i to u vremenskom slijedu
 - *Građevine se grade i kroz više stoljeća*

PROJEKTIRANJE KONSTRUKCIJA

□ *Katedrala Santa Maria del Fiore – Firenza*

- *1296. započeta*
- *>150 godina*
- *1. Arnolfo di Cambio*
- *Fillippo Brunelleschi*
 - *Kupola 35 m raspona bez skele*



PROJEKTIRANJE KONSTRUKCIJA

■ *Katedrala Sagrada Familia – Barcelona*

- *1883. započeta*
- *Danas u gradnji*
- *1. Antonio Gaudí*



PROJEKTIRANJE KONSTRUKCIJA

□ *U prošlosti*



PROJEKTIRANJE KONSTRUKCIJA

▣ *Kasnije u povijesnom razvoju*

GRADITELJ

ZNANOST

ARHITEKT

UMJETNOST

ZANAT

Vrlo često zanemaren
"majstori"

PROJEKTIRANJE KONSTRUKCIJA

□ *Građevinar –*

■ *cjelokupni projektantski posao*

- *Mostovi*
- *Ceste*
- *Hidroelektrane*
- *Plovni putovi*
- *Druge inženjerske građevine*



□ *Arhitekt*

■ *Visokogradnja – preuzimaju koncipiranje i oblikovanje građevine*



PROJEKTIRANJE KONSTRUKCIJA

■ U PROJEKTU VALJA RIJEŠITI APSOLUTNO SVE ŠTO JE VEZANO NA GRAĐEVINU

- *Koncepcija građevine
(funkcija/estetika+okoliš/
izvedba)*
- *Nosivi sklop*
- *Materijali*
- *Detalji
(vanjska djelovanja/estetika)*
- *Načini i postupci izgradnje*
- *Planirano održavanje i zaštita*

Problematika trajnosti mora se uzeti u obzir i biti prisutna pri razmatranju svake od spomenutih točaka projekta!

ČIMBENICI TRAJNOSTI KROZ PROCES PROJEKTIRANJA

■ KONCEPCIJA KONSTRUKCIJE

- *Položaj građevine s obzirom na vanjska i unutarnja djelovanja*
- *Položaj građevine s obzirom na klimatske, osobito agresivne učinke*
- *Mikrolokacija s obzirom na rasjede, slojeve tla i ostale činitelje važne za seizmičku analizu*
- *Statička neodređenost kojom se ostvaruju rezerve sustava*
- *Značaj konstrukcije, koji će diktirati usmjerenost na minimum ili rezerve*

ČIMBENICI TRAJNOSTI KROZ PROCES PROJEKTIRANJA

■ NOSIVA KONSTRUKCIJA (1)

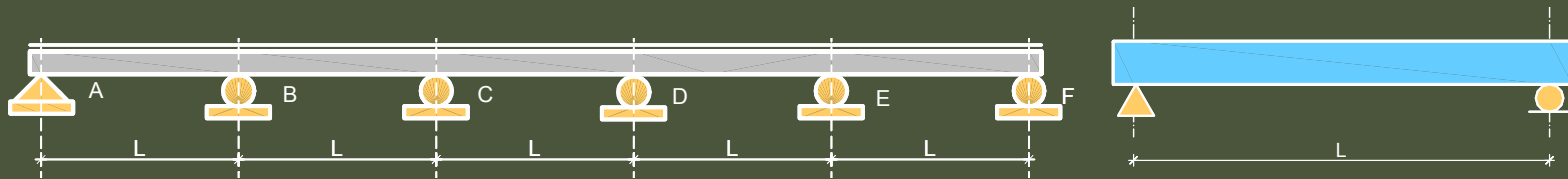
- *Izbor nosivog sustava*
- *Čistoća i jednoznačnost sustava*
- *Izloženost vitalnih dijelova strukture*
- *Temelji-pomaci, zaokretanja, klizišta, podlokavanje...*



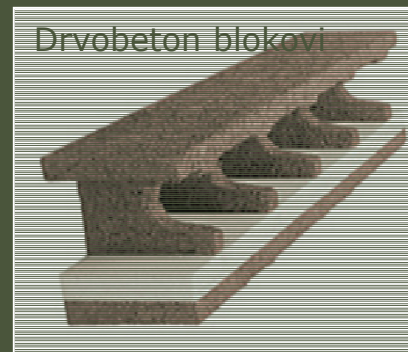
ČIMBENICI TRAJNOSTI KROZ PROCES PROJEKTIRANJA

■ NOSIVA KONSTRUKCIJA (2)

- *Koncept sigurnosti odnosno način pristupa proračunu*
- *Rezerve nosivosti*



- *Kombinacije gradiva u sustavu, primjerice čelika i betona, ali i drugih*
- *Proračun dinamičkih pojava, zamora itd.*



ČIMBENICI TRAJNOSTI KROZ PROCES PROJEKTIRANJA

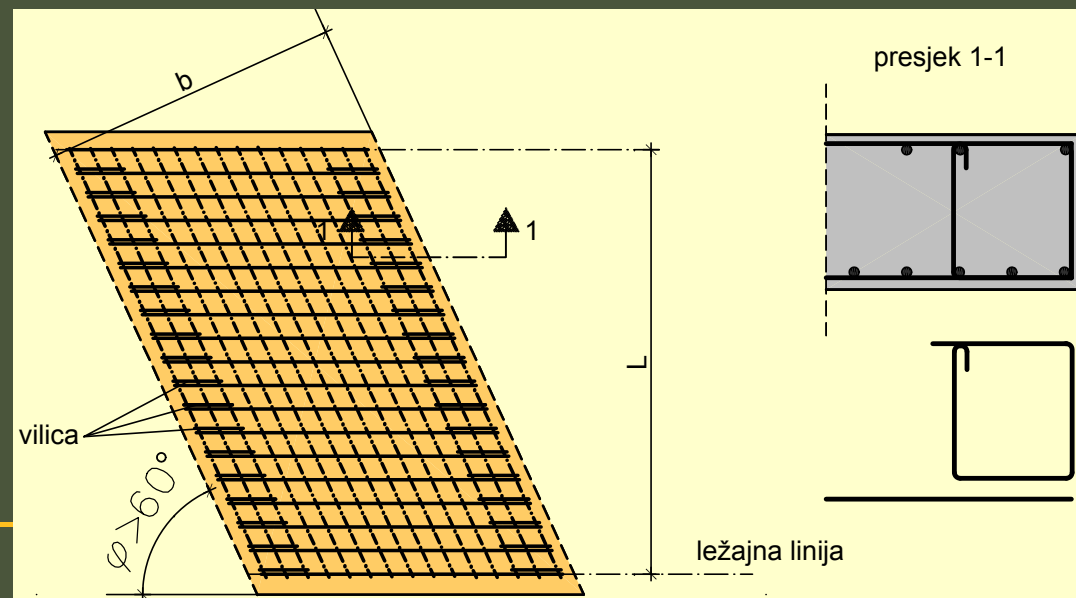
▣ GRADIVA

- *Kvaliteta s obzirom na nosivost (čvrstoća)*
- *Kvaliteta s obzirom na poroznost*
- *Kvaliteta s obzirom na otpornost promjeni stanja*
- *Ujednačenost kvalitete u elementu i konstrukciji*
- *Stupanj sigurnosti da ugrađeno odgovara projektiranom*
- *Mogućnost saniranja*

ČIMBENICI TRAJNOSTI KROZ PROCES PROJEKTIRANJA

■ DETALJI (1)

- *S obzirom na upotrebu*
- *S obzirom na vodu i klimatske učinke*
- *S obzirom na ponašanje konstrukcije*
- *Armiranje, i to ne samo količina armature, već i njen raspored*



ČIMBENICI TRAJNOSTI KROZ PROCES PROJEKTIRANJA

■ DETALJI (2)

- *Odnos idealnih i stvarnih stanja s obzirom na preuzimanje tijeka sila*

- *izvedba oslonaca*

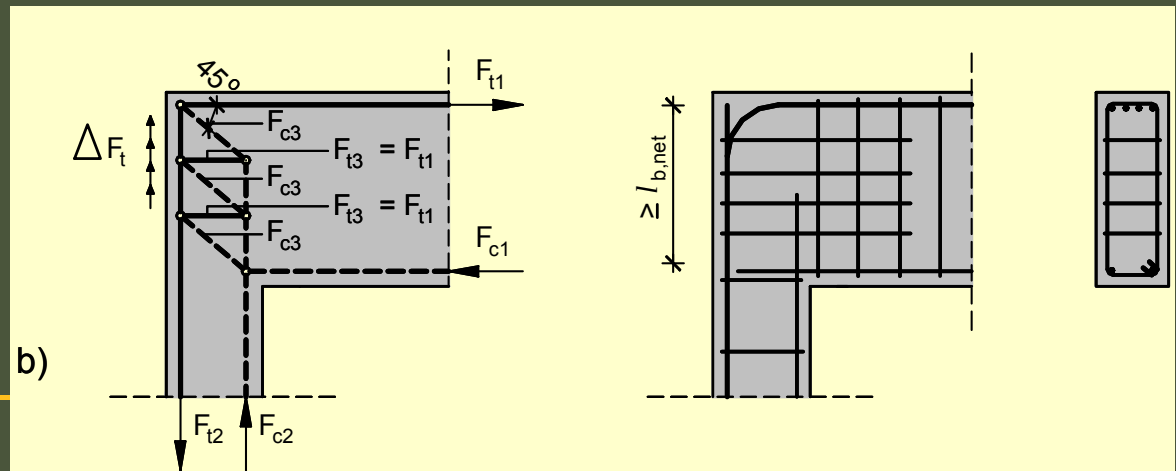
- *zahtjevi konstruktivnog armiranja*

- *koncentriranost opterećenja*

- *debljina struktura*

- *Detalji spojeva u konstrukciji, zglobova, uglova okvira, skretanja, sidrenja armature*

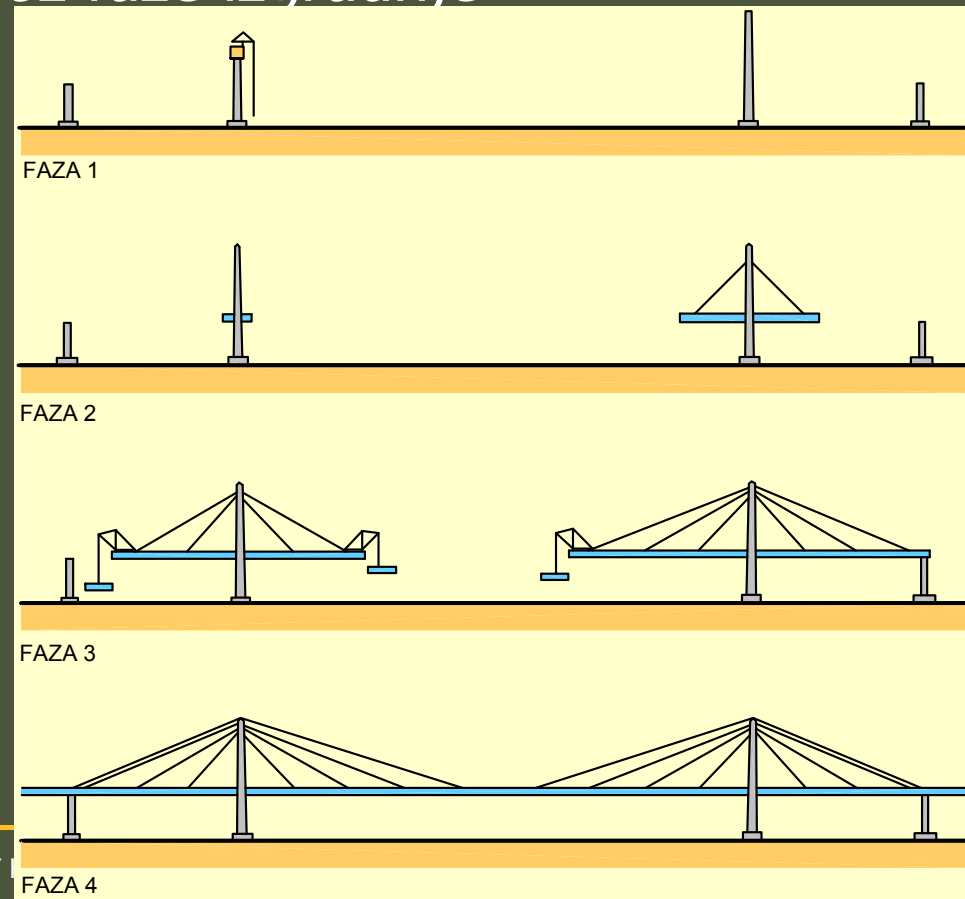
- *Zaštitni sloj*



ČIMBENICI TRAJNOSTI KROZ PROCES PROJEKTIRANJA

■ NAČIN I POSTUPCI IZGRADNJE:

- *Prolasci konstrukcije kroz faze izgradnje*
- *Reške i spojevi*
- *Priprava gradiva*
- *Montaža*



TRAJNOST

ČIMBENICI TRAJNOSTI KROZ PROCES PROJEKTIRANJA

■ PLANIRANO ODRŽAVANJE I ZAŠTITA

- *Zaštita odmah nakon izgradnje (primjerice premazi i sl.)*
- *Uređaji za održavanje*
- *Ugrađeni uređaji i oprema itd.*



Polyurethanska
pjena u spreju
za zaštitu od
požara

ČIMBENICI TRAJNOSTI KROZ PROCES PROJEKTIRANJA

- ❑ Sve dijelove projekta razmatrati paralelno
- ❑ Djelovi konstrukcije od materijala slabijih trajnosnih karakteristika – izvesti tako da je moguća njihova zamjena



ČIMBENICI TRAJNOSTI KROZ PROCES PROJEKTIRANJA

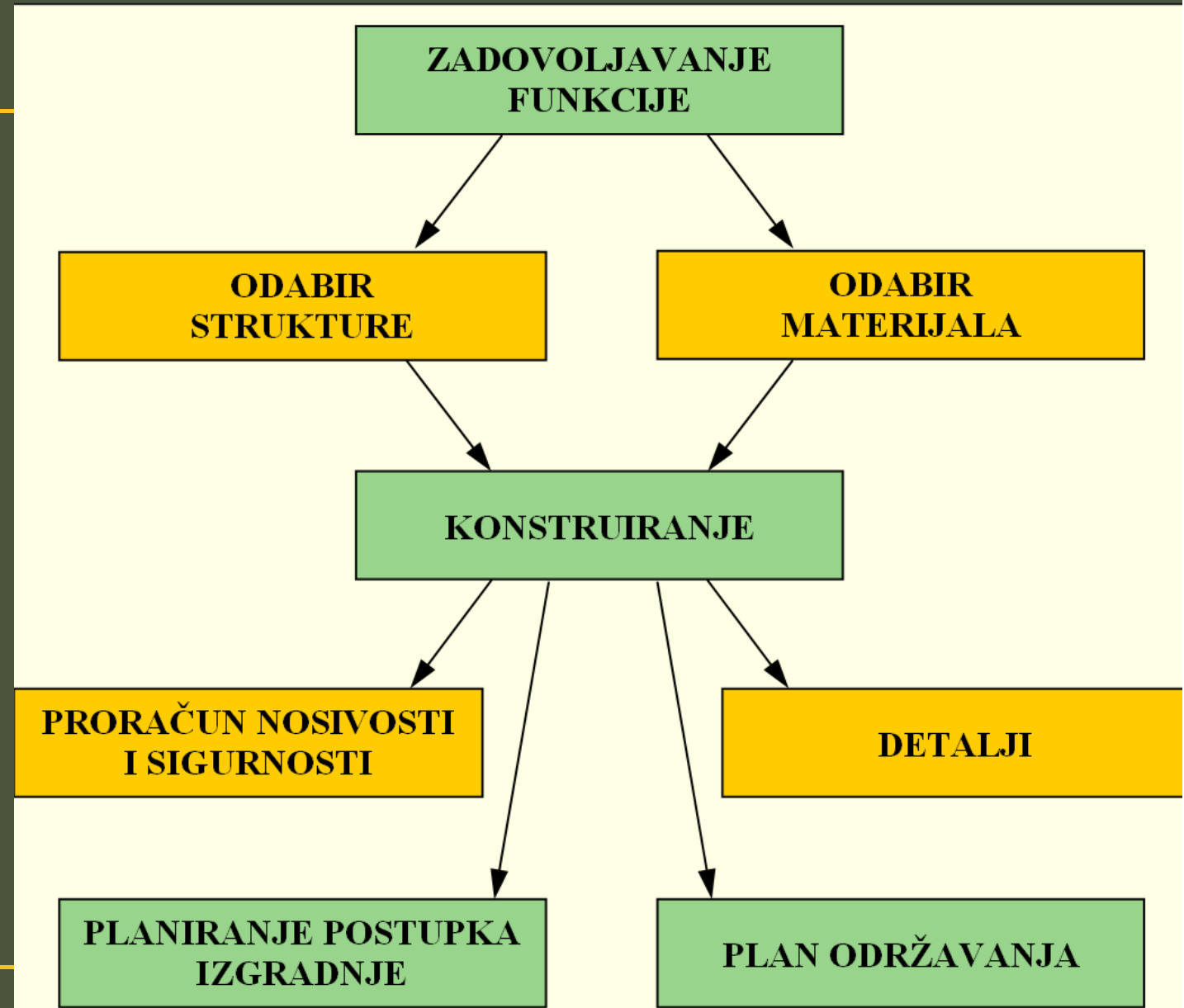
- NAJVEĆE OPASNOSTI S OBZIROM NA TRAJNOST, A VEZANE ZA PROJEKT:
 - *Svi dijelovi su dobro proračunati, ali loše složeni u cjelinu – pojedini zahtjevi PARALELNO*
 - *Problemi u spojevima i detaljima*
 - *Prevelika izloženost agresiji slabih mjesta*
 - *Premali zaštitni sloj*
 - *Nepredviđena klimatska djelovanja*
 - *Neplanirane intervencije na vrijeme i neredovito održavanje*

ČIMBENICI TRAJNOSTI KROZ PROCES PROJEKTIRANJA

■ VAŽNO IMATI NA UMU PRI PROJEKTIRANJU

- *Sumarna stanja se razlikuju od pojedinačnih, ali i od sume svih pojedinačnih*
- *Pri projektiranju koncentrirani smo na razmatranje nosivosti i sigurnost pojedinačnog elementa ⇒ nedovoljno sagledavanje konstrukcije kao cjeline*
- *Razmatranje pojedinih faza izgradnje koje konstrukcija mora proći da bi dosegla konačno stanje*

Tijek procesa projektiranja



ČIMBENICI TRAJNOSTI KROZ PROCES PROJEKTIRANJA

- Iznimno važno!

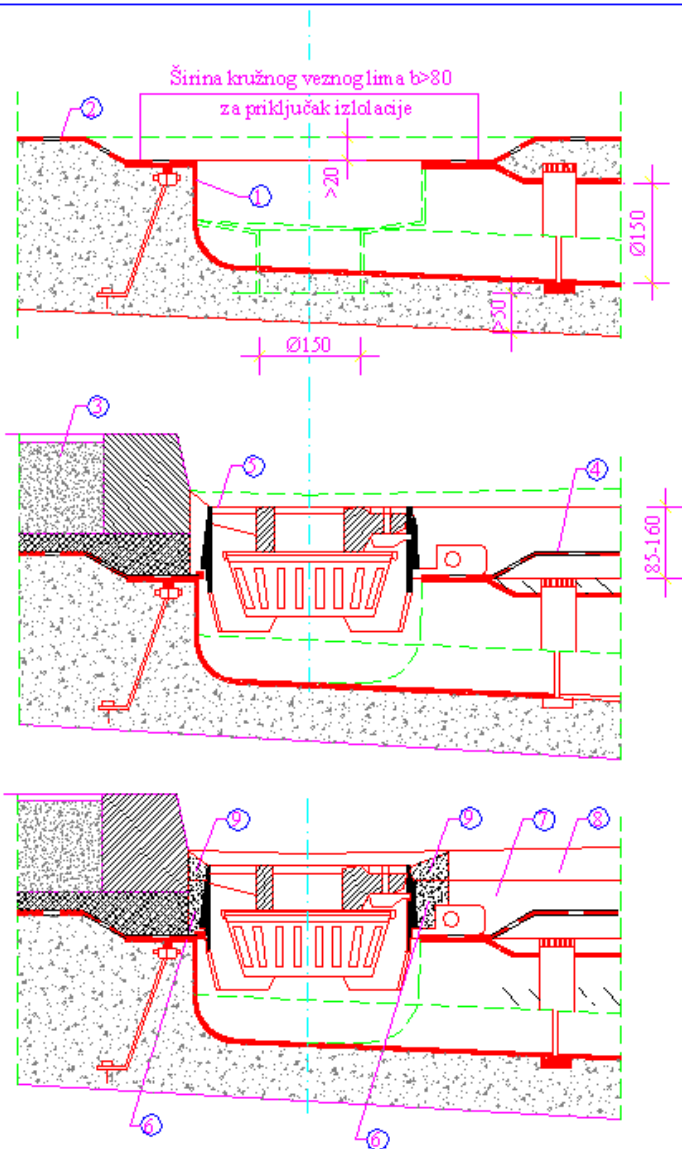
- *Ispravno projektiranje detalja*
- *Kvalitetna izvedba detalja*
- *Oblikovanje ovisi o materijalu*



- U počecima primjene nekog materijala, obično se imitiraju od prije poznati oblici koji su se pokazali dobrima u konstrukcijama izvedenim u drugim materijalima
- Željezni most Coalbrookdale – konstrukcija spojeva neupitno upućuje na tehnike primjenjivane u drvenim konstrukcijama

ČIMBENICI TRAJNOSTI KROZ PROCES PROJEKTIRANJA

- *Postoje katalozi odgovarajućih detalja*
 - Kritička primjena
 - Valja ih razmotriti za svaku konstrukciju odnosno svaku primjenu
 - Primjer: TIPIZACIJA SUSTAVA I DETALJA ZA GRAĐEVINE NA AUTOCESTAMA



Razmak slivnika: 5-25 m, ovisno o udužnim i poprečnim padovima, vrsti asfalta i prometnom opterećenju, brzini gradnje i obliku poprečnog presjeka.

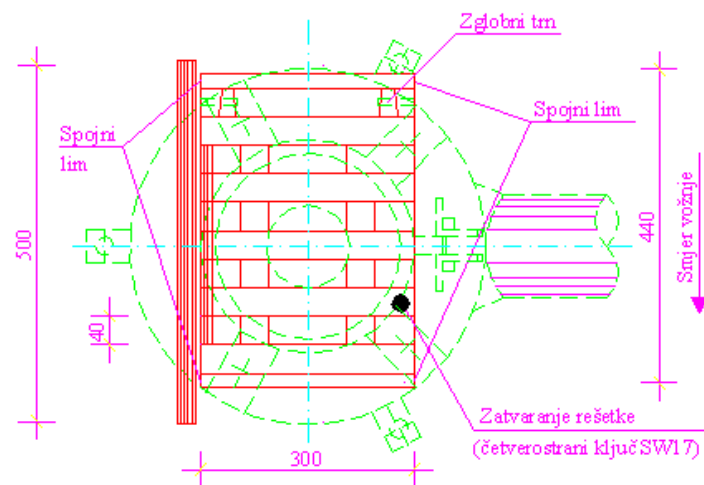
Uljevni poprečni presjek: oko 530 cm².

Slivnik: za klasu D prema din 1229 I DIN EN 124, kao i dodatno pričvršćenje sa zglobnim trnom i zatvaranje rešetkom.

Rešetka: iz lijevanog željeza.

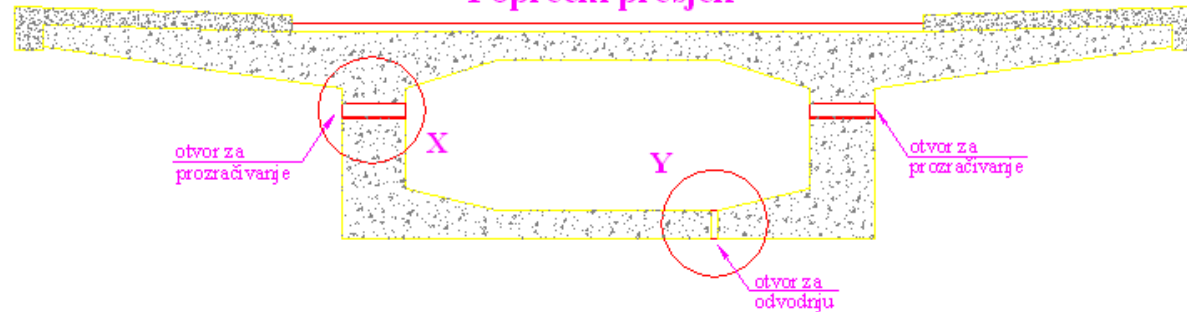
Postupak ugradbe:

1. Donji dio slivnika povezati s armaturom, postaviti kružni vezni lim i ubetonirati.
2. Postaviti hidroizolaciju ispod hodnika i zalijepiti na kružni vezni lim.
3. Betonirati hodnik.
4. Postaviti hidroizolaciju kolnika i zalijepiti na kružni vezni lim
5. Gornji dio postaviti na projektiranu visinu i nagib pomoću steznog prstena (vrh 1 cm ispod ruba habajućeg sloja). Postaviti vijke, objesiti taložnicu, spojiti okviri otvor s kružnim veznim limom.
6. Ugraditi procjedni sloj od jednoznog betona, (8-16 mm) s dodatkom umjetne smole, skroz naokolo do gornjeg ruba zašitnog sloja asfalta, gornji dio pritom zapuniti da bude nosiv.
7. Postaviti zašitni sloj, po potrebi ugraditi spojne limove do postavljanja habajućeg sloja radi odvodnje za vrijeme gradnje.
8. Postaviti habajući sloj
9. Zapuniti reške

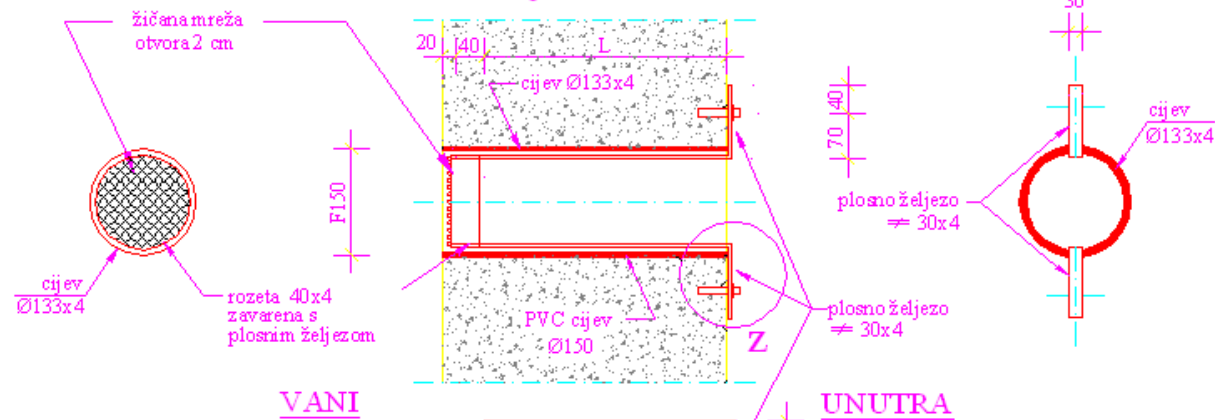


MJ 1: 10 mjere u [mm]	64-130-300
	Ogledni crtež
Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu  ZAVOD ZA KONSTRUKCIJE KATEDRA ZA MOSTOVE	
Detalj slivnika s načinom ugradnje (detalj prema katalogu proizvođača: PASSAVANT)	
Odv 2 List 1/2	
Svibanj, 2005.	

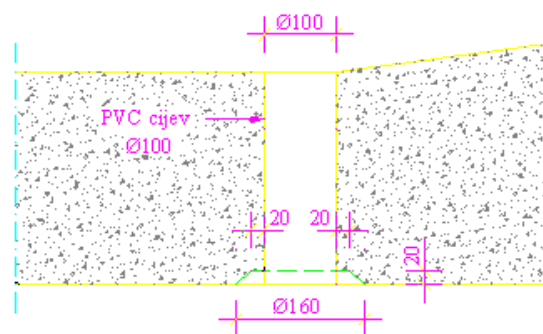
Poprečni presjek



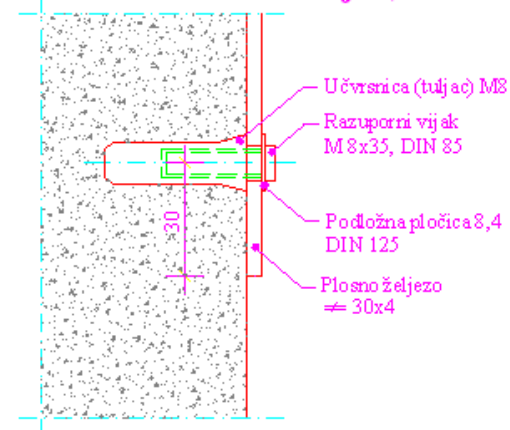
Detalj X, MJ 1 : 10



Detalj Y, MJ 1 : 10



Detalj Z, MJ 1 : 2



Prozračivanje:

Raspored: na razmaku cca. 10 m
Antikoroziivna zaštita: vruće pocinčavanje, prema DIN 50 976, spojna sredstva od nehrđajućeg čelika, materijal - Nr.1.4401, DIN 267, dio 11.

Odvodnja:

Raspored: u najnižim točkama sanduka. Zbog opasnosti od smrzavanja, ne na prometnoj plohi.

MJ 1:2
1:10
mjere u [mm]

64-130-300

Ogledni crtež

Građevinski fakultet
Sveučilišta u Zagrebu



ZAVOD ZA KONSTRUKCIJE
KATEDRA ZA MOSTOVE

Prozračivanje i odvodnja
sandučastih nosača

Zra 1

List 1/2

Svibanj, 2005.

PUT SILA I PUT VODE

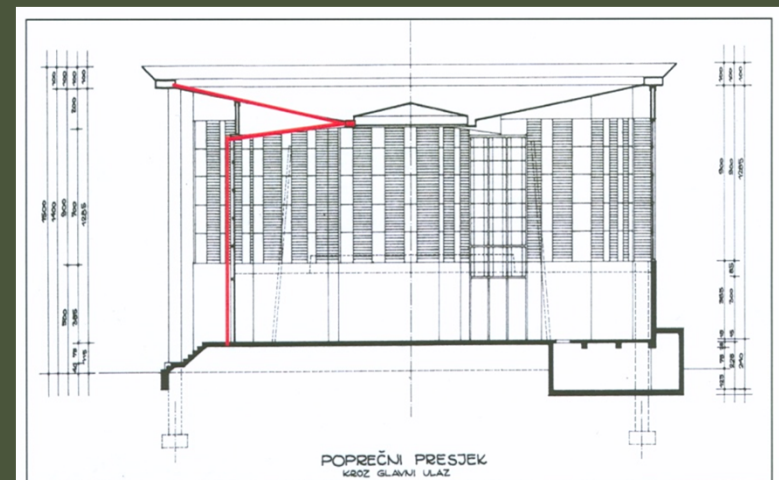
- Dva osnovna zadatka pri globalnom rješavanju konstrukcije i konstruiranju svakog detalja:

- *PUT SILA*

- Analizirati tijek sila od mjesta nanošenja opterećenja do ležaja, kako bi se izbjegla očekivanja da će se nešto dogoditi samo po sebi

- *PUT VODE*

- Analizirati tok vode i riješiti način njena odvođenje s konstrukcije



PUT SILA I PUT VODE

- ▣ Rješavanje detalja odvodnje + održavanje
TEMELJ OSIGURANJA TRAJNOSTI



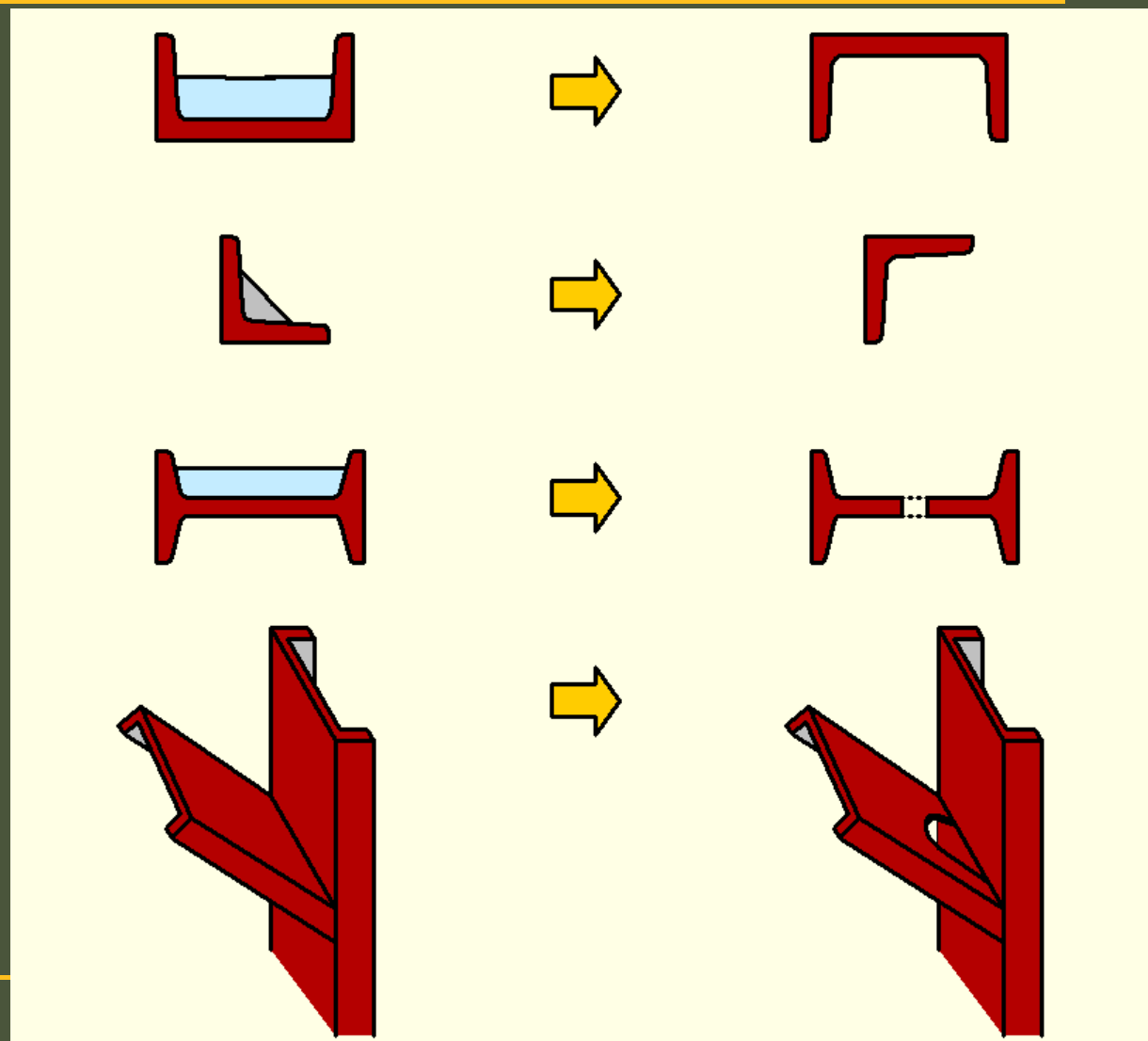
PUT SILA I PUT VODE

- ▣ Rješavanje detalja odvodnje + održavanje
TEMELJ OSIGURANJA TRAJNOSTI



PUT SILA I PUT VODE

- Primjeri loših i dobrih detalja metalnih konstrukcija



TRAJNOST KONSTRUKCIJA I

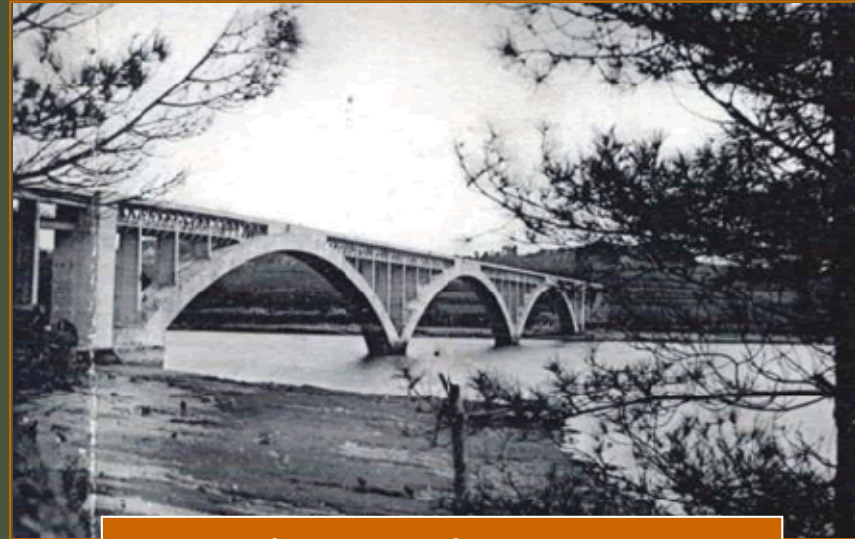


- 5 -

UTJECAJ IZVOĐENJA NA TRAJNOST

Utjecaj izvođenja na trajnost

- ❑ E. Freyssinet (1879.-1962.)
- ❑ Most Plougastel raspon 188 m
- ❑ Inovativan postupak izgradnje – pokretna lučna skela
- ❑ UOČIO I NAZNAČIO PROBLEM (ograničenja) IZVEDBE!
- ❑ 1930. projekt armiranobetonskog lučnog mosta raspona 1000 m (tadašnji rekord ~ 200 m): rješenje konačnog stanja, nemoguća izvedba



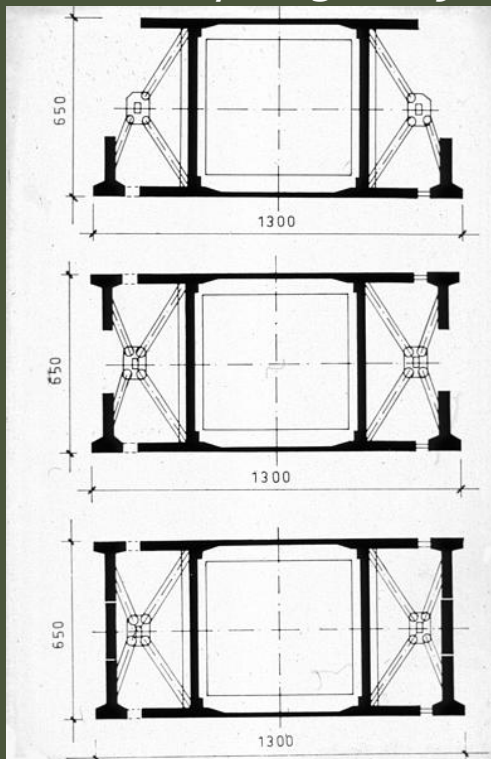
Most Plougastel, 1924.-1930.



Utjecaj izvođenja na trajnost

□ Krčki most

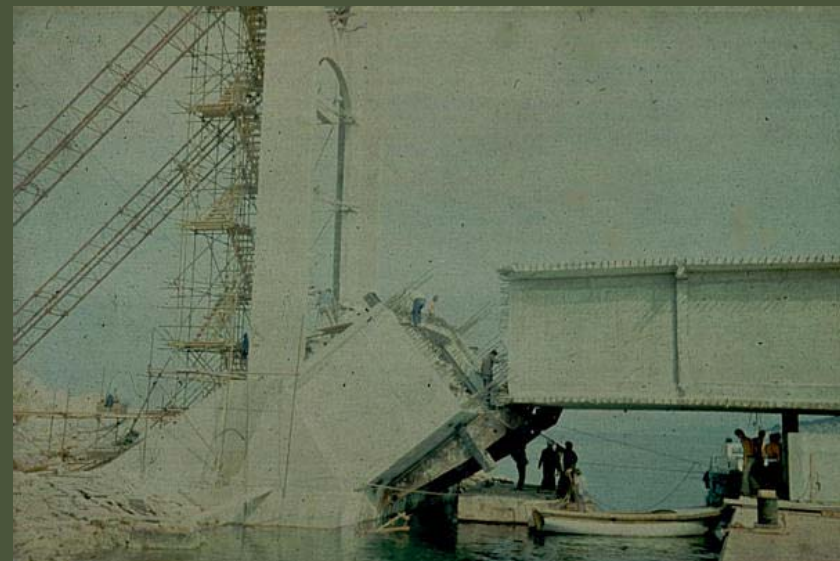
- *2 kabel krana 10 t diktirala su težinu predgotovljenih elemenata*



Utjecaj izvođenja na trajnost

□ Krčki most

- *12 km spojeva - slaba mjesta u konstrukciji*
- *Prvi segment duljine 40 m*
- *Postavljanje primjenom Arhimedovog zakona - element je potopljen te mu je smanjena težina*



Utjecaj izvođenja na trajnost



- Proces koji nije jednoznačan
- Može bitno utjecati na konačna svojstva konstrukcije, ovisno o:
 - Složenosti građevine
 - Dimenzijama
 - Dosezima struktura
 - Vrsti materijala

Utjecaj izvođenja na trajnost



- ❑ Mora se predvidjeti izvođenje
- ❑ Prilagoditi konstruktivne spojeve onima iz izvedbe
- ❑ Odabrati materijale prikladne zahtjevima opterećenja
- ❑ Pomoćne uređaje nastojati uključiti u konačne

Povijesni slijed

1. Građevine iz cijelih gotovih komada (kakvi su nađeni u prirodi), bez spojeva
2. Građevine iz više dijelova kakvi su nađeni u prirodi
3. Građevine iz puno malih dijelova (obrađenih)
4. Monolitne gradnje
5. Montažne gradnje

Građevine iz cijelih gotovih komada



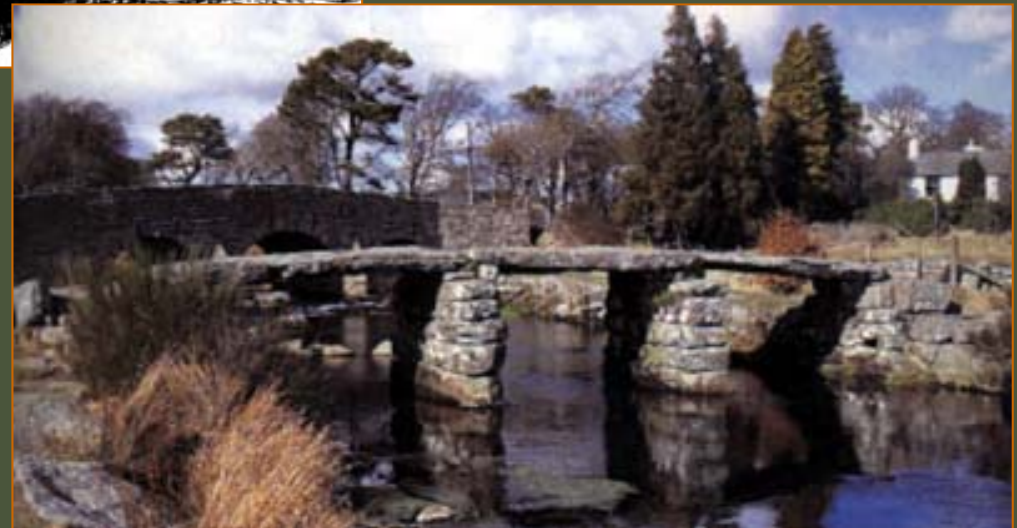
Povijesni slijed

1. Građevine iz cijelih gotovih komada (kakvi su nađeni u prirodi), bez spojeva
2. Građevine iz više dijelova kakvi su nađeni u prirodi
3. Građevine iz puno malih dijelova (obrađenih)
4. Monolitne gradnje
5. Montažne gradnje

Građevine iz više dijelova



The Post Bridge preko
rijeke Dart, Devon,
Engleska



Povijesni slijed

1. Građevine iz cijelih gotovih komada (kakvi su nađeni u prirodi), bez spojeva
2. Građevine iz više dijelova kakvi su nađeni u prirodi
3. Građevine iz puno malih dijelova (obrađenih)
4. Monolitne gradnje
5. Montažne gradnje

Građevine iz puno malih dijelova (obrađenih)



Kameni lučni
mostovi



Povijesni slijed

1. Građevine iz cijelih gotovih komada (kakvi su nađeni u prirodi), bez spojeva
2. Građevine iz više dijelova kakvi su nađeni u prirodi
3. Građevine iz puno malih dijelova (obrađenih)
4. Monolitne gradnje
5. Montažne gradnje

Monolitne gradnje



Most
Salginatobel,
Švicarska
R. Maillart

Domovinski most
u Zagrebu



Povijesni slijed

1. Građevine iz cijelih gotovih komada (kakvi su nađeni u prirodi), bez spojeva
2. Građevine iz više dijelova kakvi su nađeni u prirodi
3. Građevine iz puno malih dijelova (obrađenih)
4. Monolitne gradnje
5. Montažne gradnje

Montažne gradnje

Montažna
gradnja
zgrada



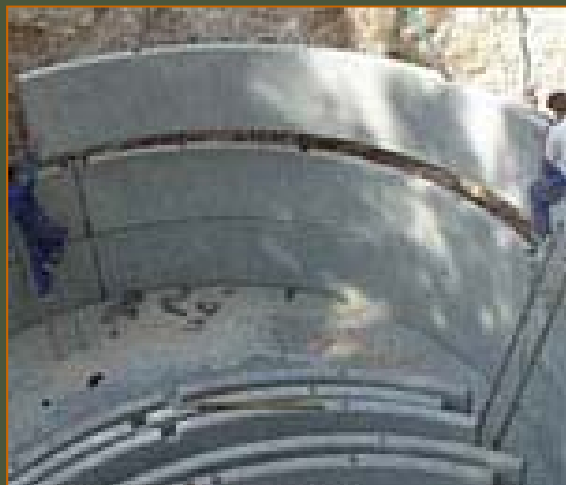
Montažne gradnje



Montažna
gradnja
mostova



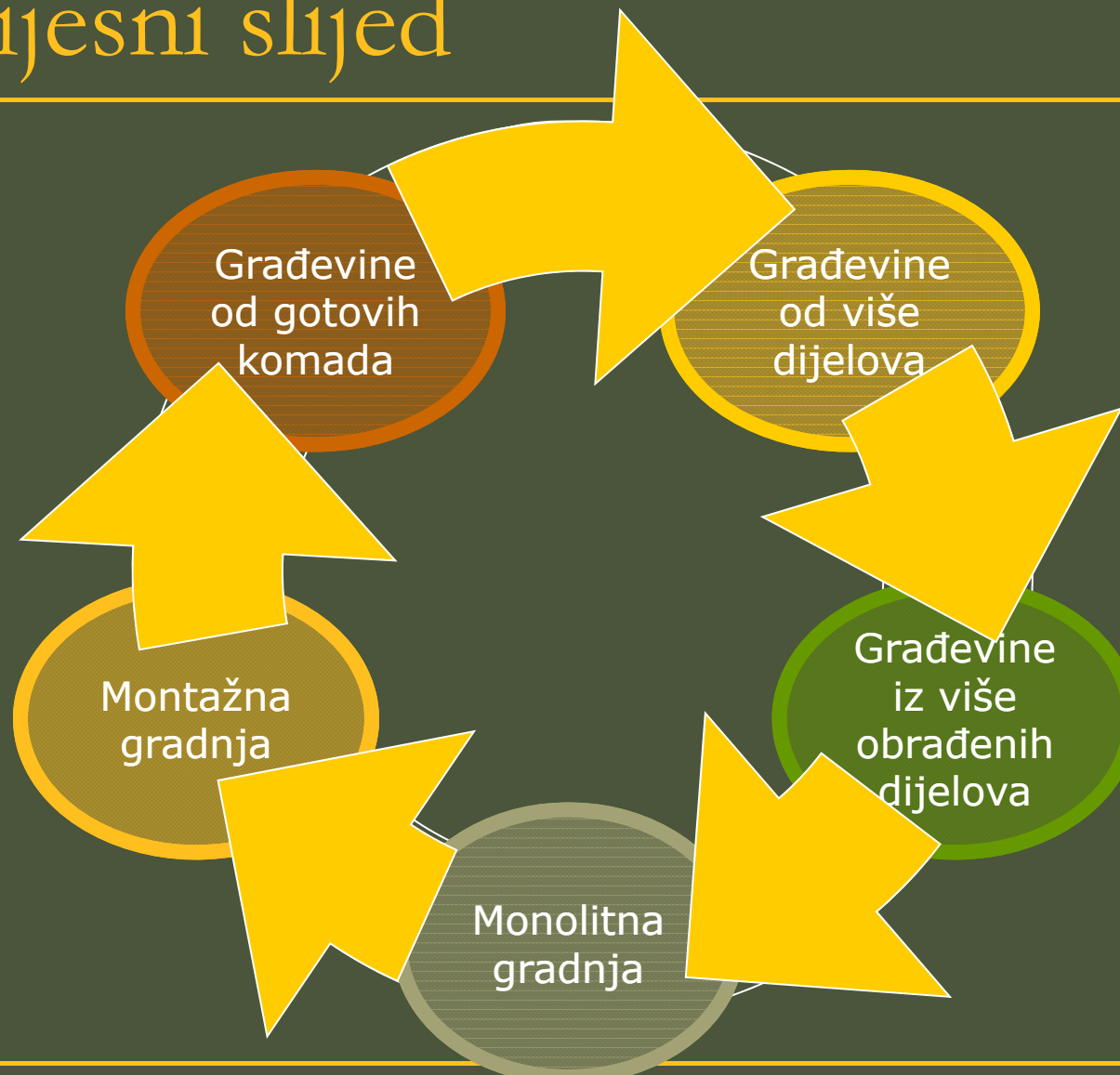
Montažne gradnje



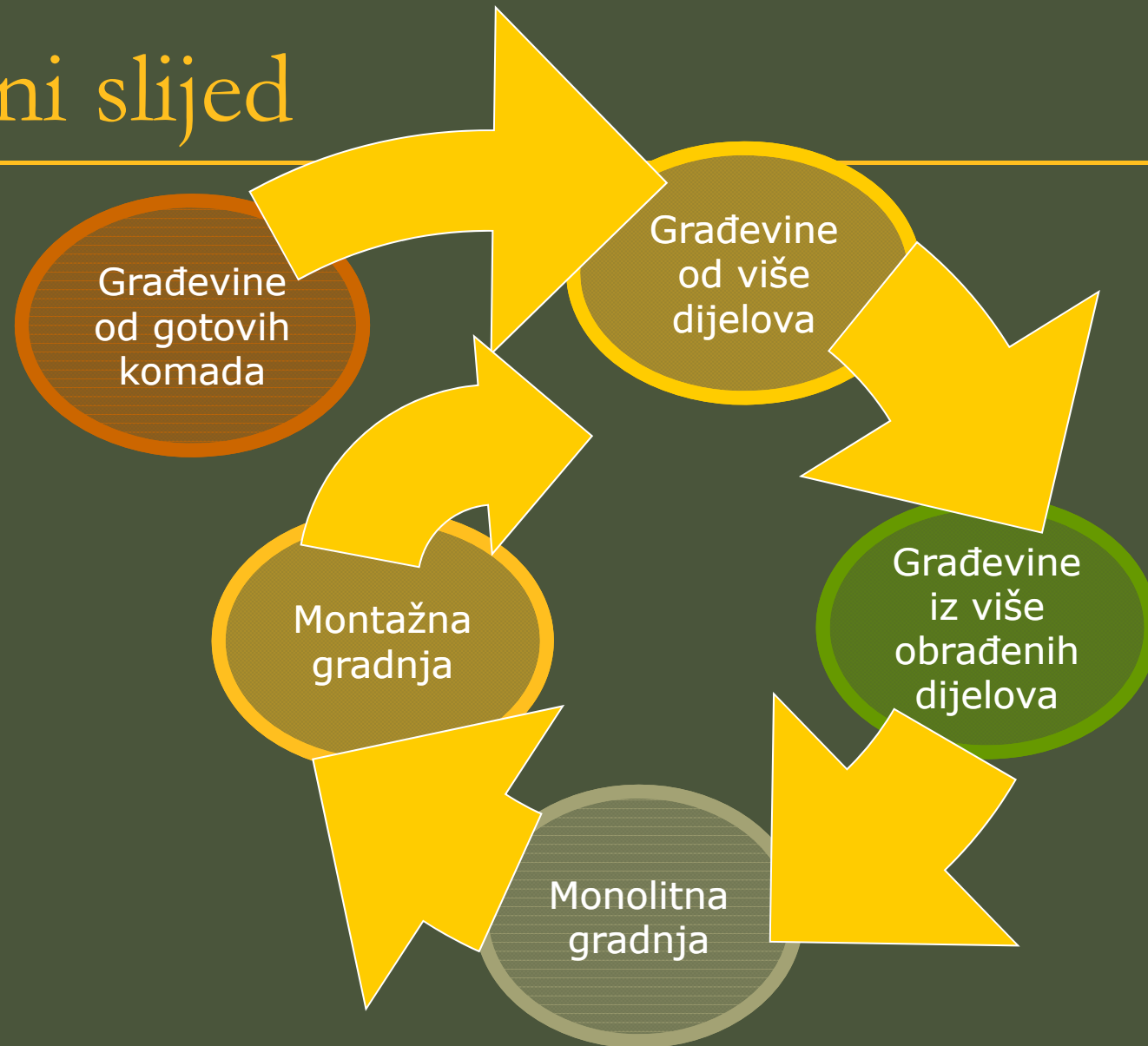
Faze montaže
jednog
spremnika



Povijesni slijed



Povijesni slijed



Primjer – BETONSKE KONSTR.

- Betoniranje čitave konstrukcije (ili elementa) u oplati na skeli, na konačnom mjestu građevine
 - BEZ RADNIH PREKIDA I REŠAKA!



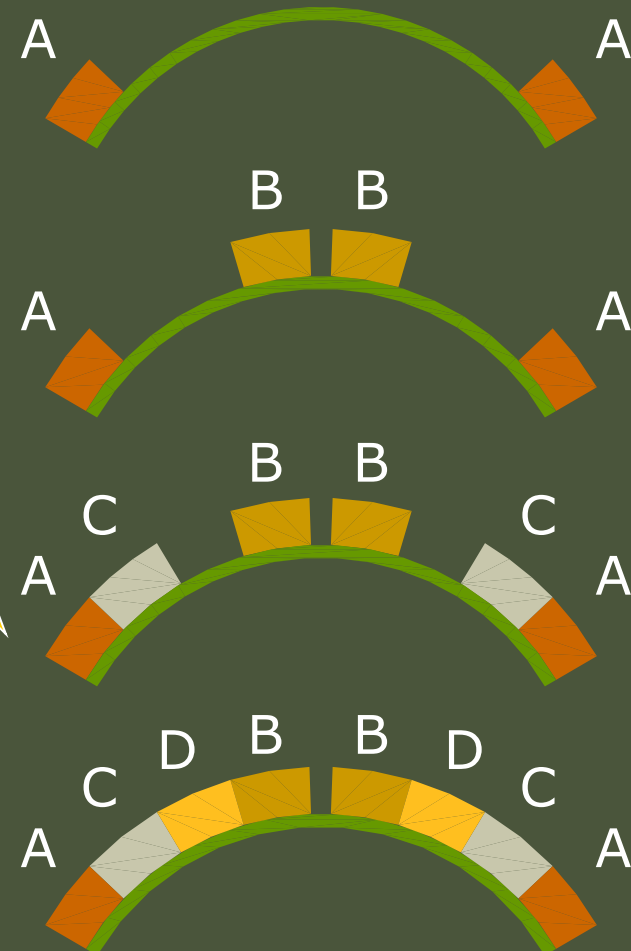
Primjer – BETONSKE KONSTR.

- Betoniranje građevine na mjestu, ali uz prekide po dijelovima

- RADNE REŠKE

- Poprečne / uzdužne
- Horizontalne / vertikalne

- Primjer:
Luk na fiksnoj skeli



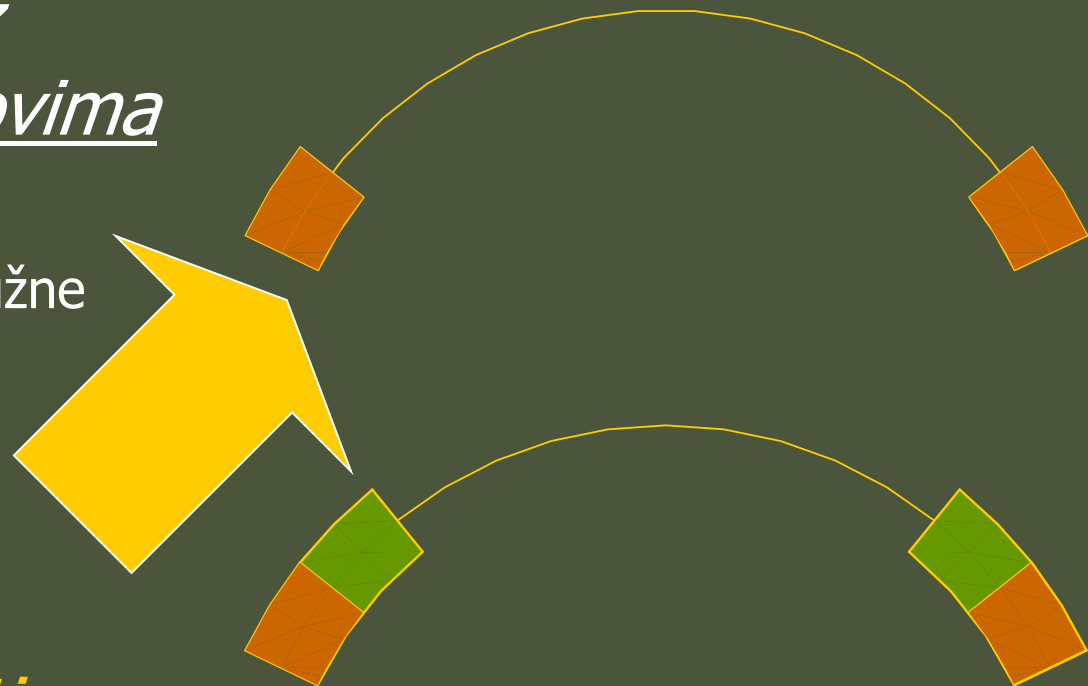
Primjer – BETONSKE KONSTR.

- Betoniranje građevine na mjestu, ali uz prekide po dijelovima

- RADNE REŠKE

- Poprečne / uzdužne
- Horizontalne / vertikalne

- Primjer:
Gradnja luka konzolno u oplati



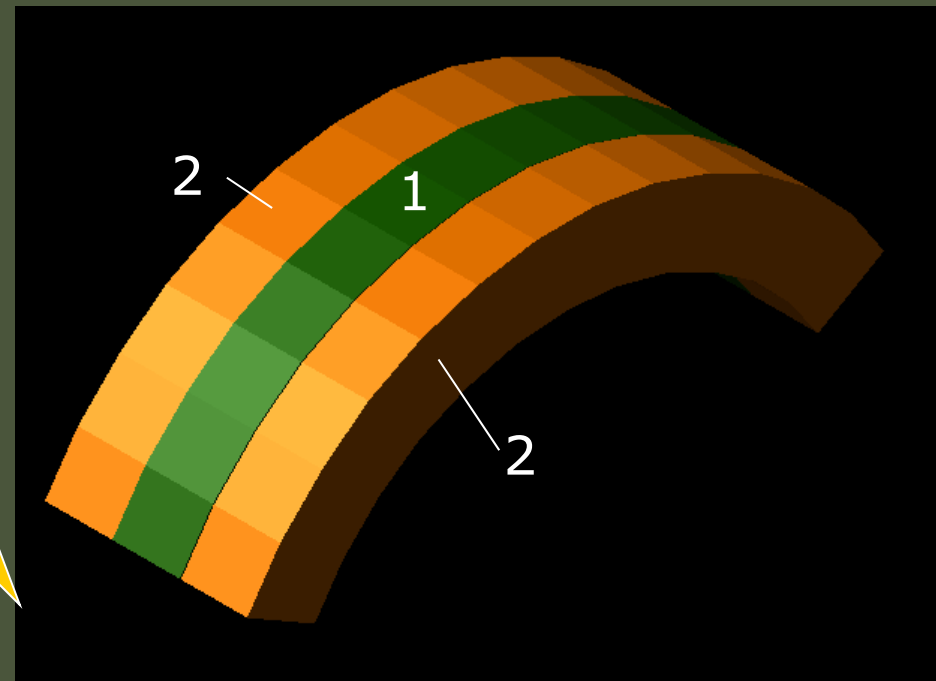
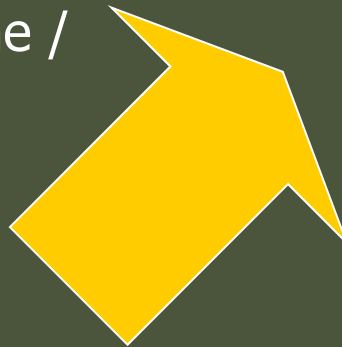
Primjer – BETONSKE KONSTR.

- Betoniranje građevine na mjestu, ali uz prekide po dijelovima

- RADNE REŠKE

- Poprečne / uzdužne
- Horizontalne / vertikalne

- Primjer:
Gradnja luka



Primjer – BETONSKE KONSTR.

- Betoniranje građevine na mjestu, ali uz prekide po dijelovima

- RADNE REŠKE

- Poprečne / uzdužne
- Horizontalne / vertikalne

- Primjer:
Greda



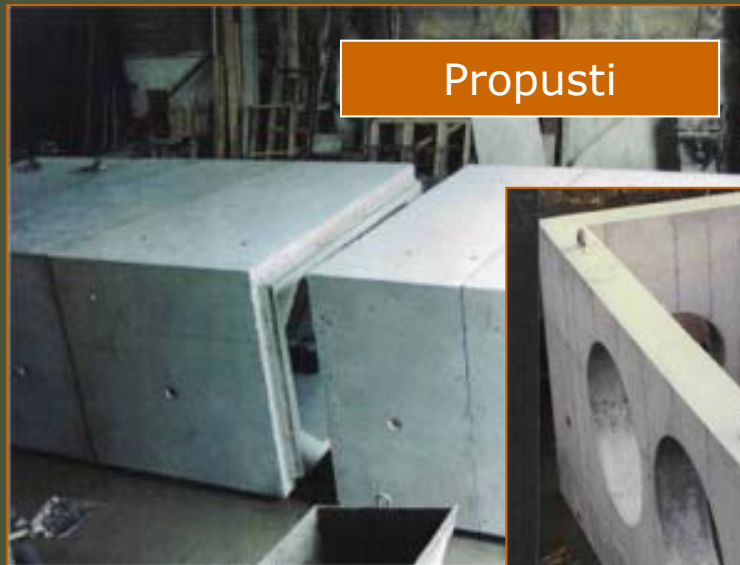
Primjer – BETONSKE KONSTR.

- Betoniranje u kliznoj oplati – bez prekida
 - Silosi, zgrade, stupovi
 - Grede konzolno
 - Lukovi konzolno
 - Uzdužno potiskivanje



Primjer – BETONSKE KONSTR.

- Montažne gradnje
 - Specijalni dijelovi
 - Konfekcija



Primjer – BETONSKE KONSTR.

- Montažne gradnje - spojevi
 - u suho (predgotovljeni odsječci za spajanje ljepljenjem)
 - betoniranje spojeva na mjestu (spajanje predgotovljenih ploča)



Primjer – BETONSKE KONSTR.

- ❑ Montažne gradnje - uspostava kontinuiteta
 - betoniranjem
 - prednapinjanjem



ČIMBENICI TRAJNOSTI KROZ PROCES IZVOĐENJA

1) Ostvarenje kvalitete gradiva

- Ujednačenost kvalitete duž presjeka i elemenata
- Nabijenost, mogućnost ispravne ugradnje
- Utjecaj klimatskih okolnosti na mogućnost ostvarenja kvalitete
- Radovi pod vodom, pod zemljom itd.
- Udaljenost mjesta građenja od mjesta proizvodnje materijala
- Fazna izgradnja – materijali različite starosti (u različitoj fazi skupljanje i puzanje)



ČIMBENICI TRAJNOSTI KROZ PROCES IZVOĐENJA

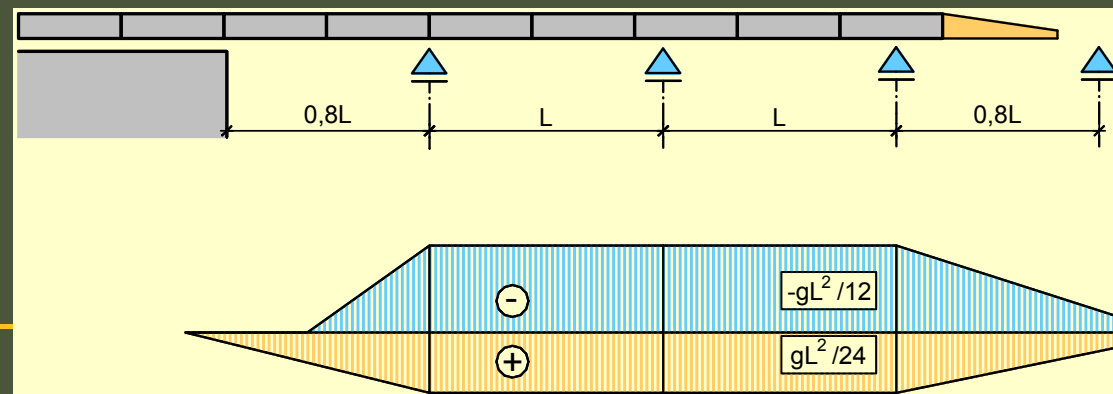
2) Spojevi

- Kvaliteta gradiva u sljubnicama
- Broj i razmještaj sljubnica (tlak-vlak)
- Način ostvarenja kontinuiteta (betoniranje, varovi, prednapinjanje...)

ČIMBENICI TRAJNOSTI KROZ PROCES IZVOĐENJA

3) Naponske situacije u izvedbi

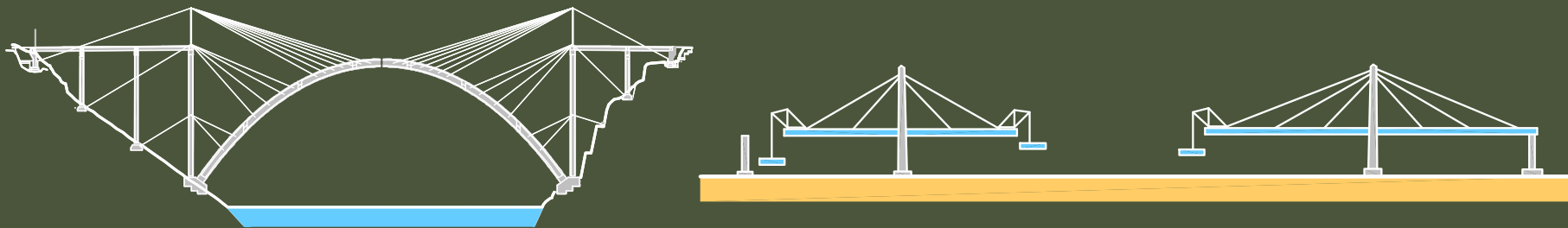
- Nema posebnih naponskih stanja u izvedbi (skela)
- Istovrsne, ali različita po iznosu, stanja u izvedbi i konačnici (tlak-tlak, vlak-vlak)
- Raznovrsna stanja u izvedbi i konačnici na dijelu ili cijeloj konstrukciji (tlak-vlak, vlak-tlak), na primjer konzola u izvedbi, a u konačnici greda ili luk
- Mijenjanje stanja naprezanja u izvedbi – potiskivanje



ČIMBENICI TRAJNOSTI KROZ PROCES IZVOĐENJA

4) Pomoćne naprave za gradnju

- Skela koja se uklanja (spuštanjem skele ili podizanjem konstrukcije)
- Kabeli, zatege itd. koji trebaju u gradnji, a poslije nisu potrebni
- Kabeli i zatege konačne konstrukcije, koji se upotrebljavaju u gradnji



DODATNI PROBLEMI KOJE VALJA RAZMOTRITI

- ❑ Primjeri gdje je zbog izvedbe odabrana lagana konstrukcija, a to je štetno zbog konačnice (malen zaštitni sloj)
- ❑ Ograničenje mase pa veličine montažnih elemenata zbog kapaciteta prijevoznih sredstava, nosivosti dizalica itd.
- ❑ U visokogradnji ograničenja vezana uz položaji liftova, stubišta, mokrih čvorova, instalacija

Odnos IZVEDBA – TRAJNOST

- ❑ Može se dogoditi da konstrukcija nije izvedena kako je projektirano:
 - konstrukcijski
 - kvalitetom
- ❑ Spojnice i spojevi neophodni u izvedbi predstavljaju loša mjesta u eksploataciji
- ❑ Naprezanja koja je građevina prošla u izvedbi ostavljaju trag za kasnije mogućnosti.

UTJECAJ IZVOĐENJA NA TRAJNOST

- Niti jedan način gradnje nije idealan:

MONOLITNI

- radi se na mjestu pa je, zbog klime ili visine ili sl. uvjeta, teže postići željenu kvalitetu
- potrebno je uzeti u obzir deformacije skele te odrediti nadvišenja i sl.



MONTAŽNI

- problemi spajanja, osobito kod dinamičkih opterećenja
- težnja za lakšim konstrukcijama kod transporta – manji zaštitni sloj



TRAJNOST KONSTRUKCIJA I



– Sljedeće predavanje –

UTJECAJ ODRŽAVANJA NA TRAJNOST
OSTALI UTJECAJI NA TRAJNOST