Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet
Zavod za organizaciju, tehnologiju i menadžment

Tehnologija građenja niskogradnja

8. predavanje

doc.dr.sc. Matej Mihić, mag.ing.aedif.

Sadržaj

- Oplate i skele – uvod
- Oplate
- Skele

Oplate i skele - uvod

Skele i oplate

Skele i oplate su:

- uglavnom privremene
- (demontažne),
- nosive,
- plošne i/ili prostorne
- tehnološke konstrukcije

koje omogućavaju oblikovanje i pretvaranje svježeg betona u zamišljenu (projektiranu) trajnu nosivu (armirano-)betonsku konstrukciju.

Omogućavaju stvrdnjavanje betona tijekom određenog vremena, najmanje 24 sata.

Oplate

- Oplata je privremena (pomoćna) konstrukcija za izvođenje monolitnih konstrukcija, koja ima ograničeni vijek trajanja.
- Oplata je omotač ili kalup za najčešće betonske ili armiranobetonske konstrukcije. Ona iste oblikuje u projektom predviđeni oblik i preuzima opterećenje svježe betonske mase.
- Kako je oplata privremena konstrukcija koja se koristi dok element kojeg oblikuje ne postigne dovoljnu čvrstoću i nosivost, potrebno ju je moći demontirati, ali isto tako (kako bi bila isplativa) transportirati, skladištiti i moći ponovo montirati.

Oplate

- Oplate (kao zasebni konstrukcijski sustavi) su:
  - demontažne, manje-više, plošne tehnološke konstrukcije
  - nepropusni omotač svježeg plastičnog betona,
  - omogućavaju bez deformacija (bez promjene oblika)
    - preuzimanje opterećenja od svježeg betona
    - (preuzimanje opterećenja od armature kod ab-konstrukcija)
    - preuzimanje ostalih raznih opterećenja
    - vremensko stvrdnjavanje betona.

Skele

- Skele (kao posebni sustavi vezani uz oplate) su:
  - nosive štapne, rešetkaste ili slične prostorne,
  - lako demontažne (uglavnom privremene)
  - tehnološke konstrukcije

    koje omogućavaju:
  - oplatnu izvedbu buduće betonske konstrukcije u zamišljenom (projektiranom) prostornom položaju,
  - prijenos opterećenja od svježeg betona armature, oplate i ostalog na nosivu podlogu (bez deformacija).

Skele

- Samostalne privremene (demontažne) nosive konstrukcije skela izvan sustava oplata sa skelama primjenjuju se:
  - kao radna postolja
  - za pridržavanje konstrukcija pri njihovoj montaži
  - kao nosači privremenih gradilišnih prometnica
  - kao zaštita od urušavanja, odnosno pridržanje postojeće konstrukcije
  - kao element zaštite na radu

Osnovna zajednička obilježja oplata i skela

- privremenost (mogućnost brze montaže i demontaže)
- nepromjenjivost položaja i oblika (razmjerno vrlo mala i "kontrolirana" deformabilnost) pod opterećenjem od svježe betonske mase, armature i ostale tehničko-tehnološke opreme za ugradnju betona (nosivost i stabilnost skela i oplata)
- optimalna konstrukcijska, tehničko-tehnološka, logistička i organizacijska prilagodljivost ostvarenju osnovnih ciljeva pri izvedbi trajnih betonskih konstrukcija:
  - vremenski što kraće vrijeme stvrdnjavanja betona
  - vremenski što brže pretvaranje svježeg betona u zamišljenu (samo)nosivu konstrukciju.

Oplate

Rad s oplatama

- Namjena oplate je ostvarivanje mogućnosti izrade armiranobetonskih konstrukcija
- Oblikuje betonsku masu u željeni oblik, na željenoj poziciji u željenom nagibu
- Preuzima sva opterećenja (vlastito, armatura, svježi beton, korisna opterećenja (ljudi, materijal, alat,…)) i prenosi ih na podlogu ili drugu nosivu strukturu – skele.
- Oplate su privremene konstrukcije jer:
  - Brzo se postavlja
  - Vršno opterećenje kratko traje
  - Ubrzo nakon postavljanja se uklanja i rastavlja da bi se ponovno koristila negdje drugdje
  - Koristi se isključivo u svrhu formiranja konačnog (armirano)betonskog elementa

Rad s oplatama

- Ne smije imati negativan utjecaj na krajnji proizvod
  - Pri montaži:
    - mora se moći postaviti u željeni oblik AB elementa
  - Pri stvrdnjavanju betona:
    - ne smije izgubiti stabilnost ili oblik
    - ne smije kemijski djelovati na beton
  - Pri demontaži
    - mora se lako moći „odlijepiti” od betona
    - ne smije oštetiti lice betona

Rad s oplatama

- Pri radu s oplatama potrebno je voditi računa o
  - Kvaliteti
  - Sigurnosti
  - Ekonomičnosti
- Da bi izvođenje radova s oplatom bilo sigurno, kvalitetno i ekonomično, potrebno je racionalno isprojektirati oplatni sustav te:
  - odabrati vrstu oplatnog platna, njegovu debljinu i materijal nosive konstrukcije, kao i način na koji se ona uzdužno i poprečno ukrućuje (nosači),
  - riješiti sve spojeve i odabrati spojna sredstva,
  - odrediti način završne obrade lica elementa nakon skidanja oplate,
  - ali i voditi računa o višestrukoj uporabi, odrediti način održavanja, napraviti nacrte za različite konstruktivne elemente, razraditi način transporta i skladištenja elemenata, kao i način montaže i demontaže.

Sastavni elementi oplatnih konstrukcija

- Elementi oplata vertikalnih konstrukcija
  - Oplatno platno
  - Nosivi sustav (podkonstrukcija)
  - Podupirači i/ili kosnici
  - Razupore i zatege
  - Uštede, bužiri
  - Spojna sredstva
  - (konzole za radnike)

Sastavni elementi oplatnih konstrukcija

- Elementi oplata horizontalnih konstrukcija
  - Oplatno platno
  - Nosivi sustav/podkonstrukcija
    - Primarni nosači
    - Sekundarni nosači
  - Podupirači
  - Uštede, bužiri
  - Spojna sredstva

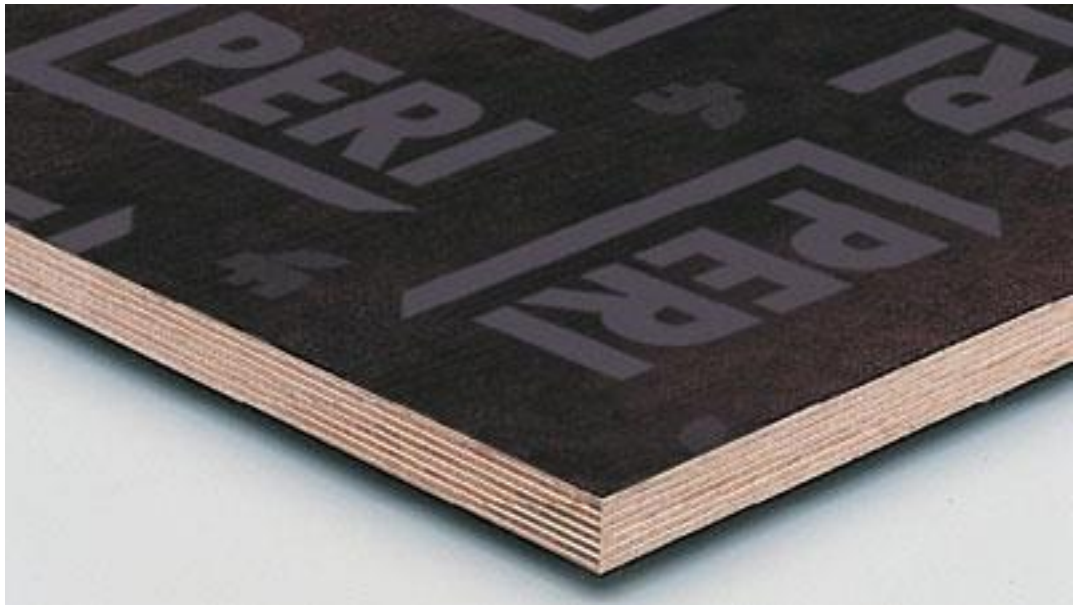
Oplatno platno

- Dio oplate koji je u kontaktu sa svježim betonom, daje mu projektirani oblik, a svojom konstrukcijom sprečava curenje betona i cementnog veziva.
- Element oplatnog sustava koji se najbrže troši, zbog:
  - Prekrajanja na potrebnu mjeru
  - Oštećenja tijekom korištenja (montaže i demontaže)
  - Oštećenja od kemijskih sredstava za premazivanje
- Broj obrtaja ovisi o materijalu, a kreće se od jednom, nekoliko puta, desetke puta pa sve do stotinjak puta

„Izgubljena oplata” – oplatno platno koje ostaje zauvijek u konstrukciji, ne može ga se izvaditi i ponovno koristiti

Oplatno platno

- Zahtjevi:
  - Nepropusnost
  - Čvrstoća
  - Mala deformabilnost
  - Glatkoća površine
- Materijali:
  - Fosne
  - Šperploča
  - Panel ploče
  - Čelični limovi
  - Razni polimerni materijali
  - Karton, pluto, folije…
  - armirano-betonske ploče – „izgubljena oplata”


PERI

Nosivi sustav/podkonstrukcija

- Dio oplatnog sustava na kojeg se veže oplatno platno i koji omogućava da oplatno platno zadrži nosivost i sprječava deformabilnost
- Prenosi opterećenje:
  - Rješe na tlo ili izvedenu konstrukciju
  - Češće na sustav podupirača, oslonaca, kosnika,…
- Od drvenog materijala, čelika, aluminija ili PVC-a
- Kod vertikalnih konstrukcija su to drvene gredice (tradicijska oplata), čelični, aluminijski profili kao dijelovi oplatnih sustava
- Kod horizontalnih konstrukcija su to
  - Primarni nosači
  - Sekundarni nosači

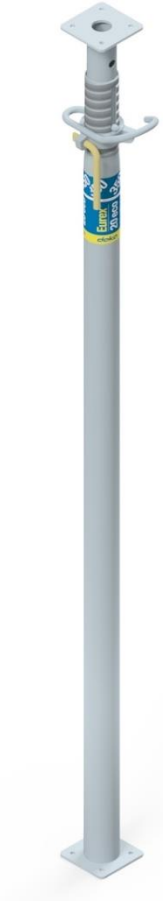
meva

PERI

WWW.KISSEN.COM

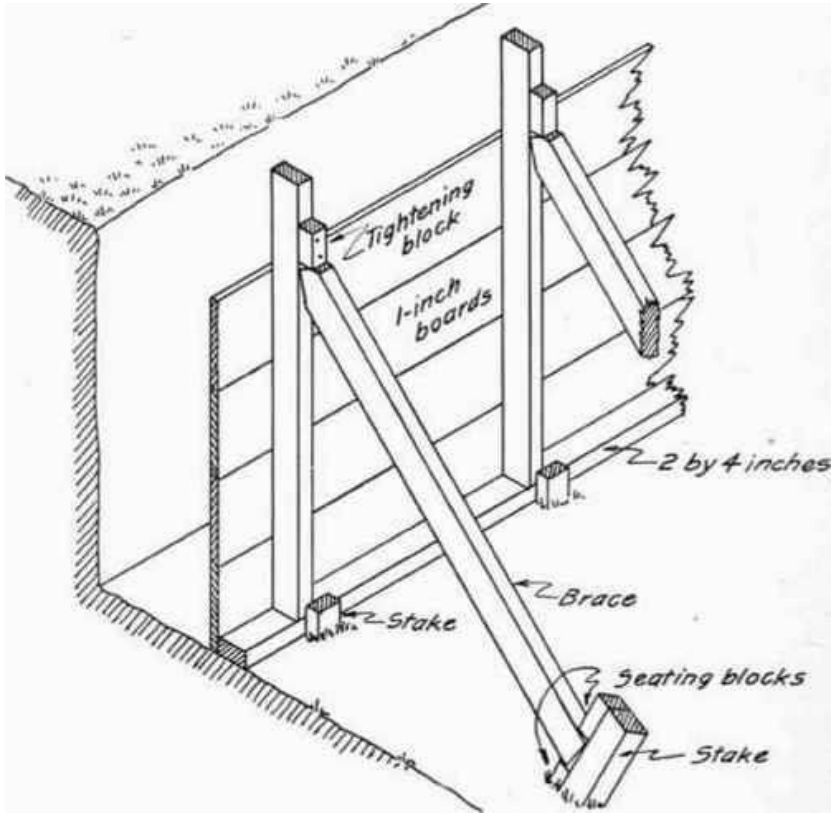
Podupirači

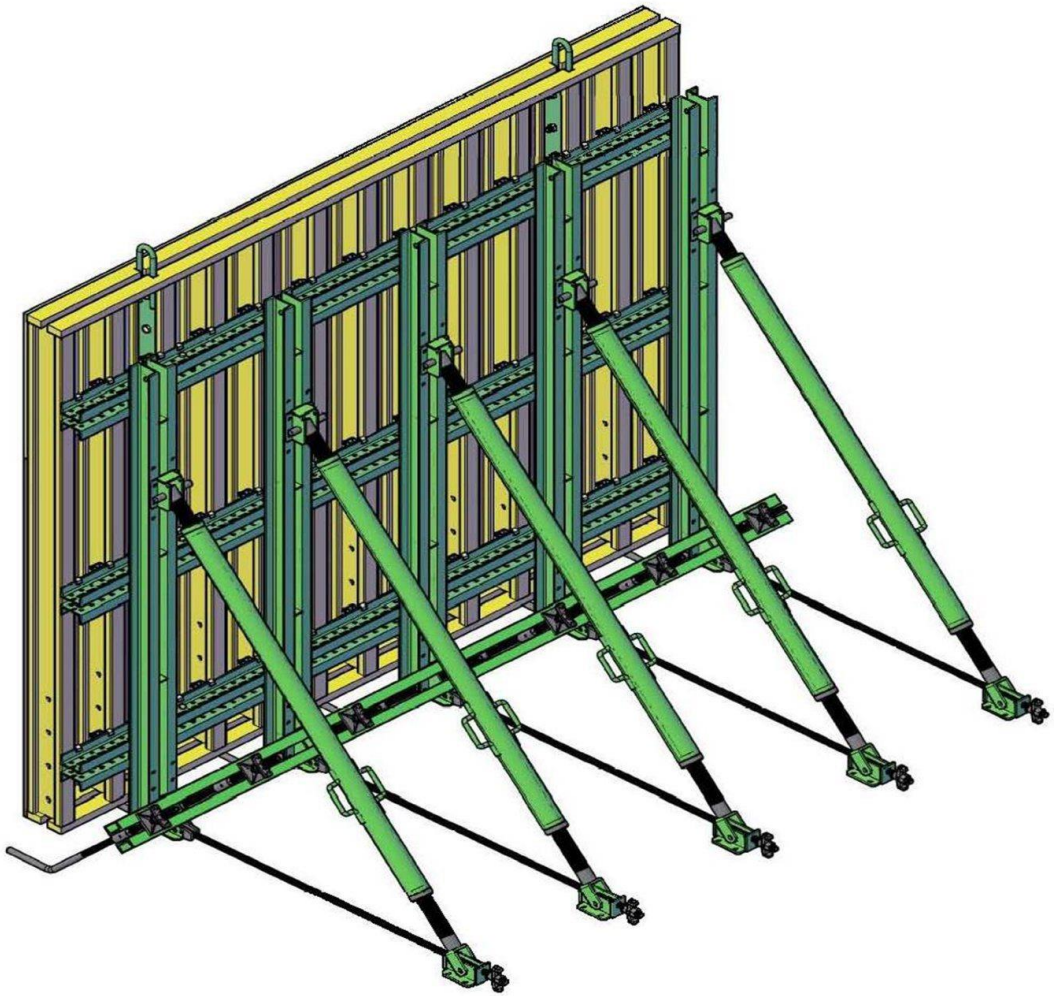
- Samostalni stupovi koji prihvaćaju vertikalno opterećenje i prenose ga na oslonce.
- Prije su se koristili drveni podupirači, dok suvremeni sustavi imaju cijevne, metalne (čelik, aluminij) podupirače s promjenjivom dužinom, tj. visinom podupiranja od 2,4 do 4,2 m.
- Sastoji se od:
  - tijela podupirača
  - (padajuće) glave podupirača
  - tronožaca za stabilizaciju

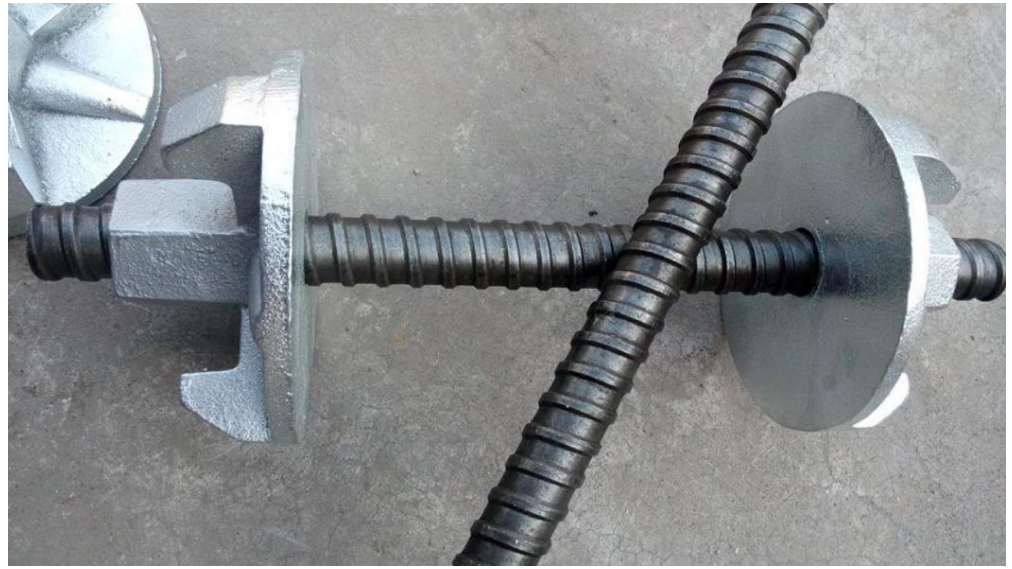


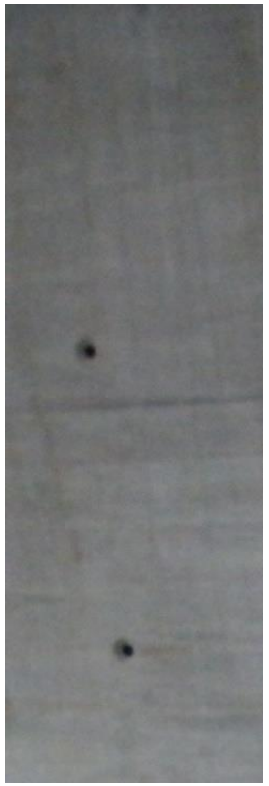
Kosnici, razupore i zatege

- Prenose horizontalno opterećenje svježeg betona ugrađenog u vertikalne elemente konstrukcije, odnosno zidove.
- Kod dvostrane oplate, mogu se koristiti razupore i zatege
- Kod jednostrane oplate, kosnici moraju preuzeti svo horizontalno opterećenje


Tightening block
1-inch boards
2 by 4 inches
Brace
Stake
Seating blocks
Stake







Jednostrana i dvostrana oplata

- Jednostrana oplata
  - Pri izvedbi konstrukcija ispod razine terena
    - Uz zemljani materijal
    - Uz dijafragmu ili drugi element zaštite građevinske jame
  - Pri izvedi zadebljanja postojeće betonske konstrukcije
- Dvostrana oplata
  - Za izvedbu svih slobodnostojećih elemenata
  - Razlika u odnosu na jednostranu oplatu, mogu se koristiti zatege

Uštede, bužiri, spojna sredstva

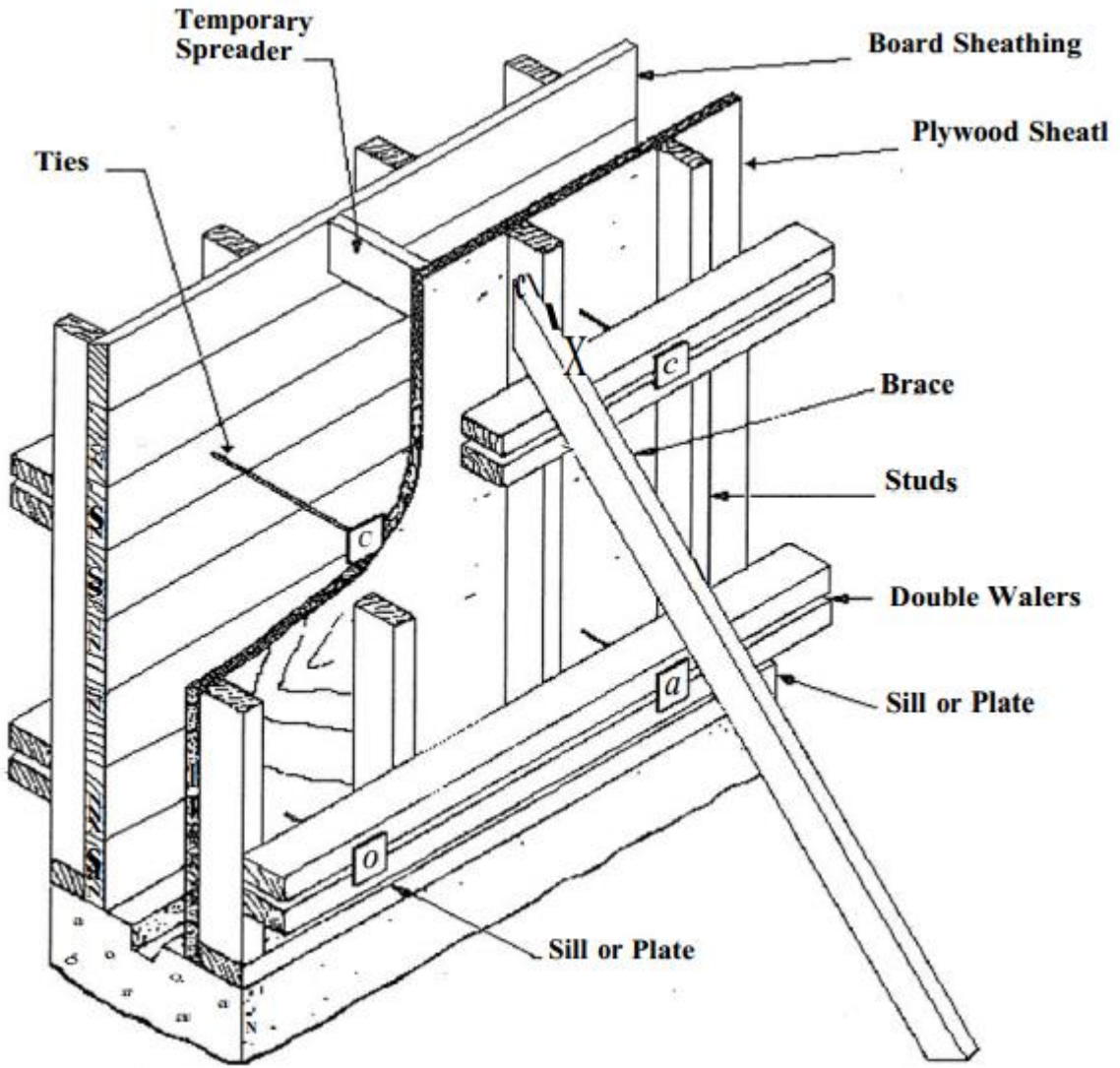
- Uštede
  - Drveni elementi različitih veličina koji osiguravaju slobodan prostor nakon betoniranja za mogućnost prodora instalacija kroz zidove
    - Isto vrijedi i za vrata u AB zidovima, tada se to zove „slijepi štok”
  - EPS, XPS ili drugi materijali koji ostavljaju manji slobodan prostor u AB zidu, primjerice za razvodnu kutiju i slično
- Bužiri
  - Plastične savitljive cijevi za provlačenje električnih instalacija
  - Polažu se u oplatu i vežu se na armaturu, prije betoniranja
- Spojna sredstva
  - Klamfe, vijci, šarafi, čavli
  - Služe za pričvršćenje elemenata oplatnog sustava
  - Za one koji su predviđeni za višestruko korištenje, obavezno korištenje takvih veznih sredstava koji neće oštetiti elemente

Konzole za radnike

- Pri izvođenju radova betoniranja i vertikalnih i horizontalnih elemenata, radnici rade na visini te im prijeti opasnost od pada
- Neki oplatni sustavi imaju mogućnost tvornički predviđenog pričvršćivanja radnih platformi i zaštitnih ograda.

Kronološki razvoj oplata

- Tradicijska drvena oplata
  - Radi se na zanatski način od drvenih dasaka i gredica te se montira na licu mjesta.
  - Prenosi se ručno ili dizalicom, a za njezinu izradu nije potrebna velika mehanizacija.
  - Isti elementi oplate mogu se primijeniti 3 do 7 puta, a za svako betoniranje se ponovo sastavljaju od početka.
  - Podupiranje se vrši putem drvenih stupova i klinova te drvenim kosnicima.
  - Ovakav sustav je neekonomičan zbog povećane cijene drvene građe i malog broja obrtaja pa su ga zamijenili ga racionalniji oplatni sustavi.
  - I dalje je u upotrebi, na mjestima gdje drugi sustavi nisu primjenjivi (kod elemenata netipičnih dimenzija koji se ne mogu izraditi primijenjenim oplatnim sistemom ili kod individualne izgradnje).
- Drveni oplatni sustavi
- Suvremeni sustavi oplata


Temporary
Spreader
Board Sheathing
Plywood Sheatl
Ties
Brace
Studs
Double Walers
Sill or Plate
Sill or Plate

Kronološki razvoj oplata

- Tradicijska drvena oplata
- Drveni oplatni sustavi
  - Oplatna platna od dasaka ili šperploča
  - Nosiva konstrukcija od gredica koja se kroji i sastavlja za svako betoniranje
  - Podupiranje s drvenim stupovima s klinovima ili metalnim podupiračima
  - Proizvodi se u tesarskim pogonima ili na gradilištu
  - Značajno skraćuje vrijeme oplaćivanja u odnosu na tradicijsku oplatu
  - Povećan broj ponovne upotrebe: do 30 puta za drvene oplatne ploče, odnosno 50 do 100 puta za oplatne ploče od šperploča s oblogom od sintetičke folije
- Suvremeni sustavi oplata

Kronološki razvoj oplata

- Tradicijska drvena oplata
- Drveni oplatni sustavi
- Suvremeni sustavi oplata
  - Izrađuju se u centralnim pogonima i dovoze na gradilište te kranovima montiraju na mjesto upotrebe.
  - Uglavnom su velikih površina i potrebno im je puno prostora za skladištenje, kao i skupa mehanizacija za montažu.
  - Pravilnim održavanjem i skladištenjem mogu se koristiti i do 300 puta.
  - Sastoje se od obloge (oplatnog platna) i nosive konstrukcije koja se ne rastavlja prilikom upotreba (osim ako nije potreban popravak ili redovno održavanje).
  - Konstrukcija je najčešće metalna, sastavljena od rešetkatih nosača ili "U" profila, a obloga (oplatno platno) je od ploča izrađenih na bazi drveta.

Razlike tradicijske oplate i suvremenih oplatnih sustava

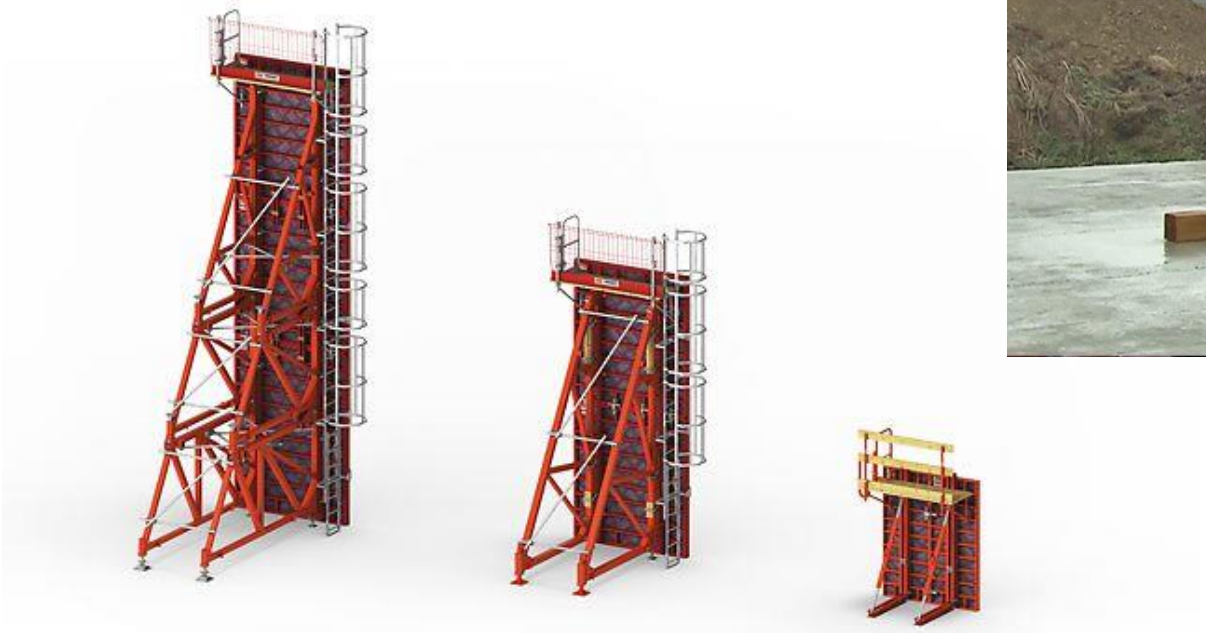
- Karakteristike tradicijske oplate:
  - tesarska izrada oplate je skupa i dugotrajna,
  - moguće ju je primijeniti na različite elemente,
  - neracionalnost u upotrebi, drveni elementi izloženi betonu se malo puta mogu ponovo upotrijebiti,
  - jedini način za izradu jedinstvenih elemenata,
  - nadopunjuju suvremene oplatne sustave.
- Karakteristike suvremenih oplatnih sustava:
  - brza montaža i demontaža uz korištenja strojeva (najčešće kran),
  - višestruka primjena,
  - univerzalnost primjene,
  - modularnost,
  - fleksibilnost,
  - manji broj radnika koji sudjeluju u montaži/demontaži.

Velikoplošne oplate

Velikoplošne oplate

- Oplate velikog formata, do 50 m^2
- Različitih, ali standardnih dimenzija u pogledu visine i širine elementa
- Izrađuju se serijski u tvornicama
- Sastavni dijelovi elementa:
  - Oplatno platno: plastificirane šperploče ili drugo
  - Konstrukcija: aluminijski ili čelični nosivi profili
  - Ostalo: čelični spojni pribor, žice, čelični kosnici i druge vrste ukruta
- Transportiraju se gotove na gradilište, ne prekrajaju se
- Velik broj ponovnih upotreba (obrtaja): 100 do 300 puta
- Montaža dizalicama, elementi se međusobno mogu spajati u veće sustave
- Nakon betoniranja skidaju se i rastavljaju na razinu elementa, a ne sastavnih dijelova kao tradicijske oplate
- Više elemenata može ostati povezano između ciklusa betonaža

PERI

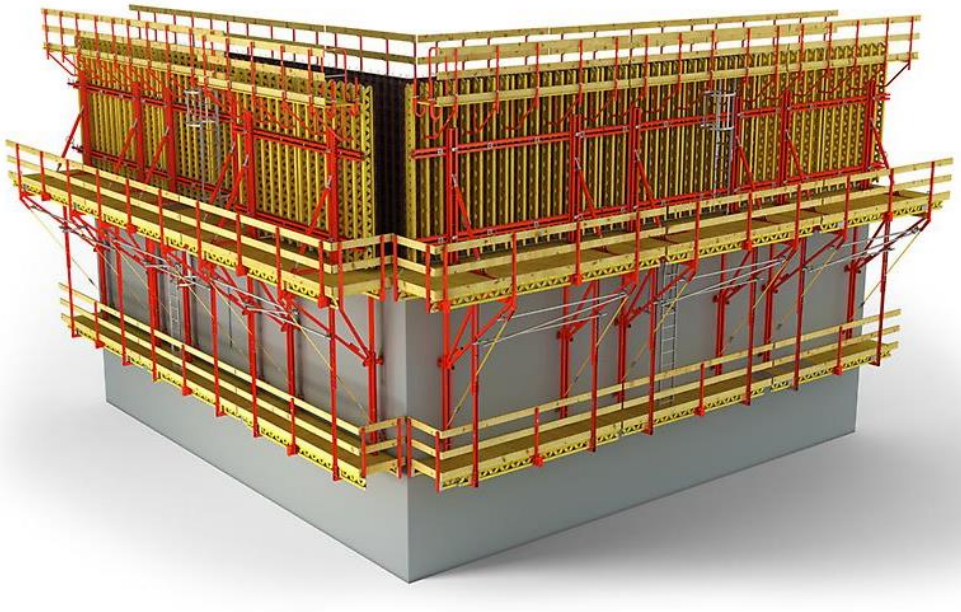


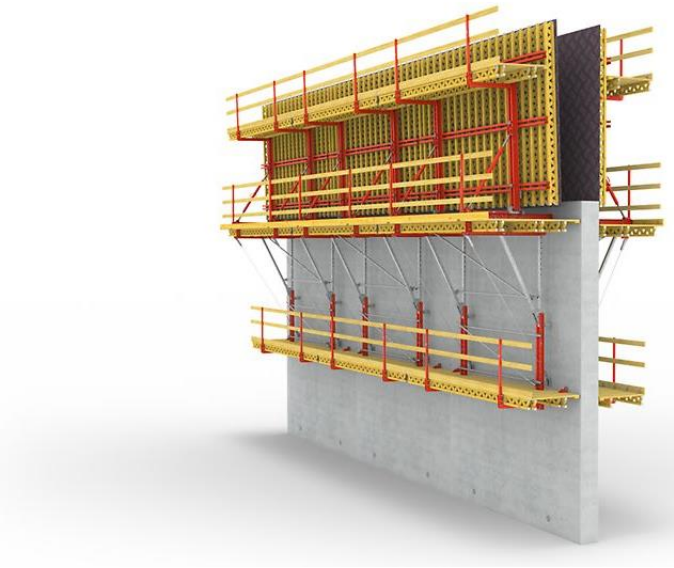
Druge specifične vrste oplata

- Tunelske oplate
- Klizne oplate
- Penjajuće oplate
- Oplatni stolovi
- Napuhana oplata
- Izgubljena oplata

Tunelska oplata

Klizna oplata

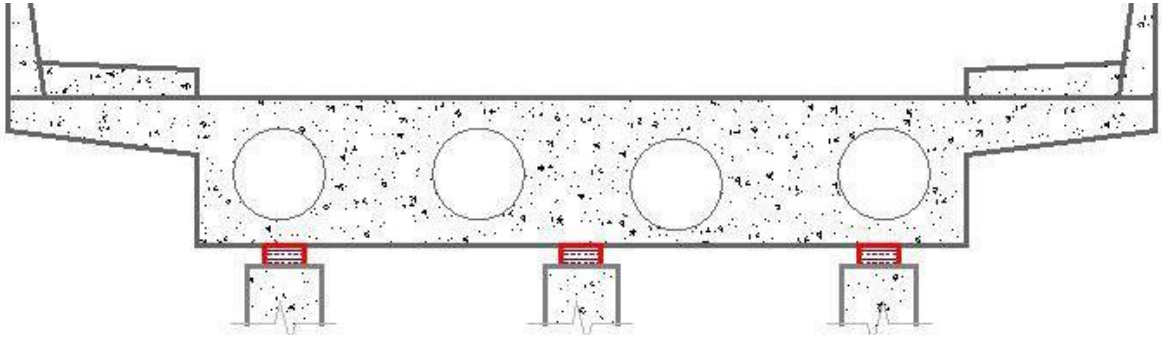


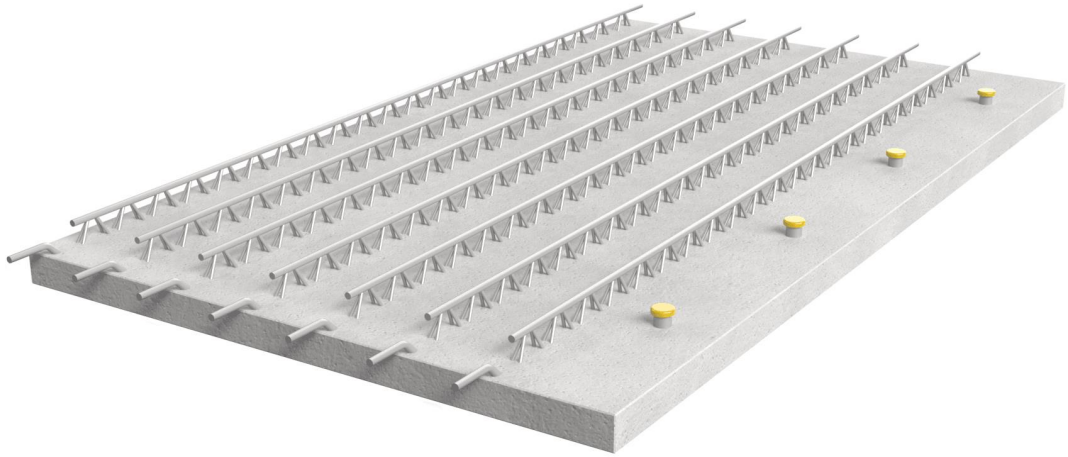


Penjajuća oplata

Oplatni stol

Napuhana oplata





Izgubljena oplata

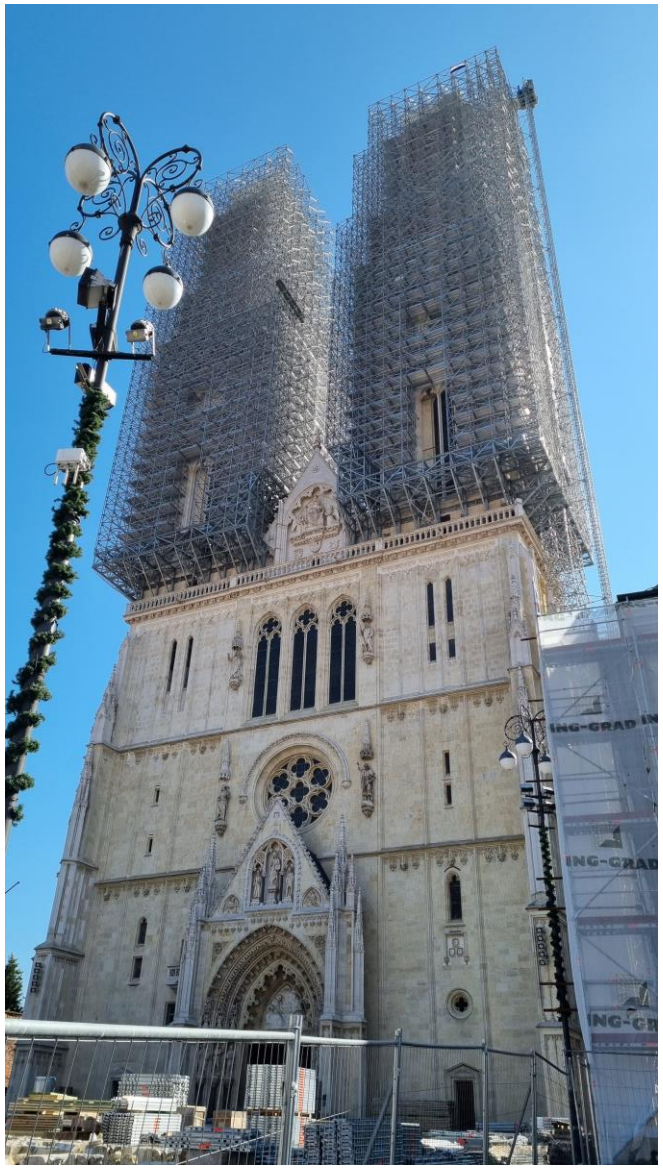
Vrste materijala pri izradi oplatnih sustava

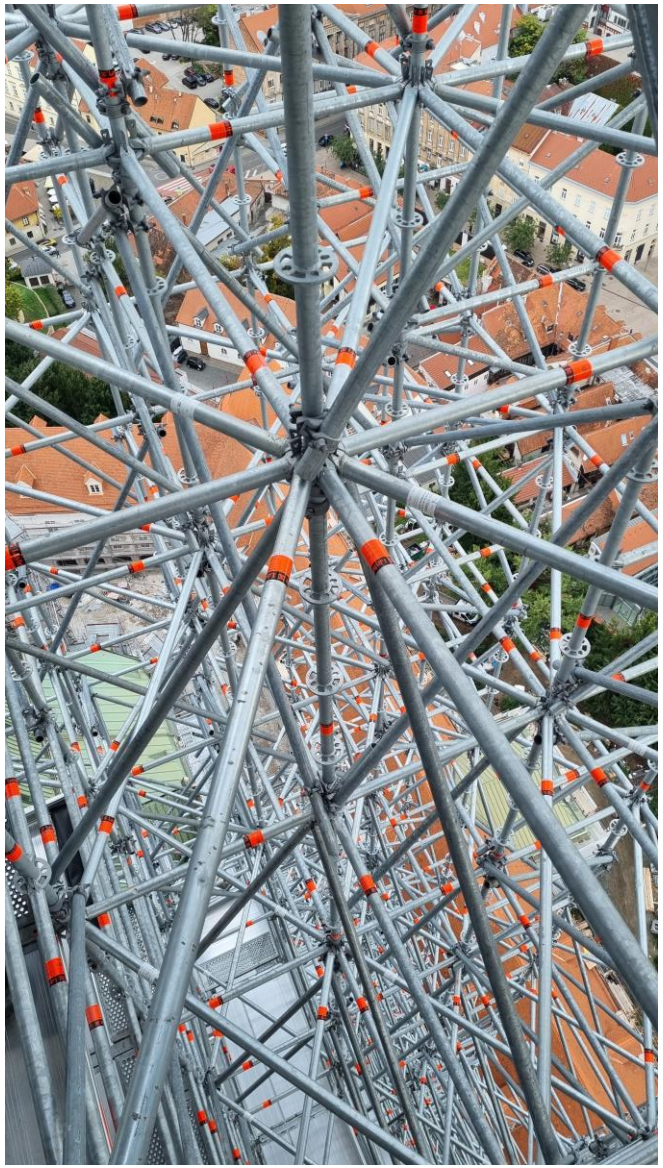
- Materijali:
  - Drvo
    - Drvo je bilo povoljan i dostupan materijal
    - Mogućnost izrade bilo kojeg oblika
    - Korišteno i kao oplatno platno i kao potporna konstrukcija
    - Često jednostruka primjena, veliki gubitci materijala pri krojenju
    - Velik udio ljudskog rada
  - Čelik
    - Za izradu okvira i potpornih konstrukcija
    - Velika nosivost i izrazita trajnost
    - Transport i montaža dizalicama ili drugim strojevima
  - Aluminij
    - Lakši od čelika,
    - Koristi se za oplate predviđene za ručni transport i montažu
  - Polimeri

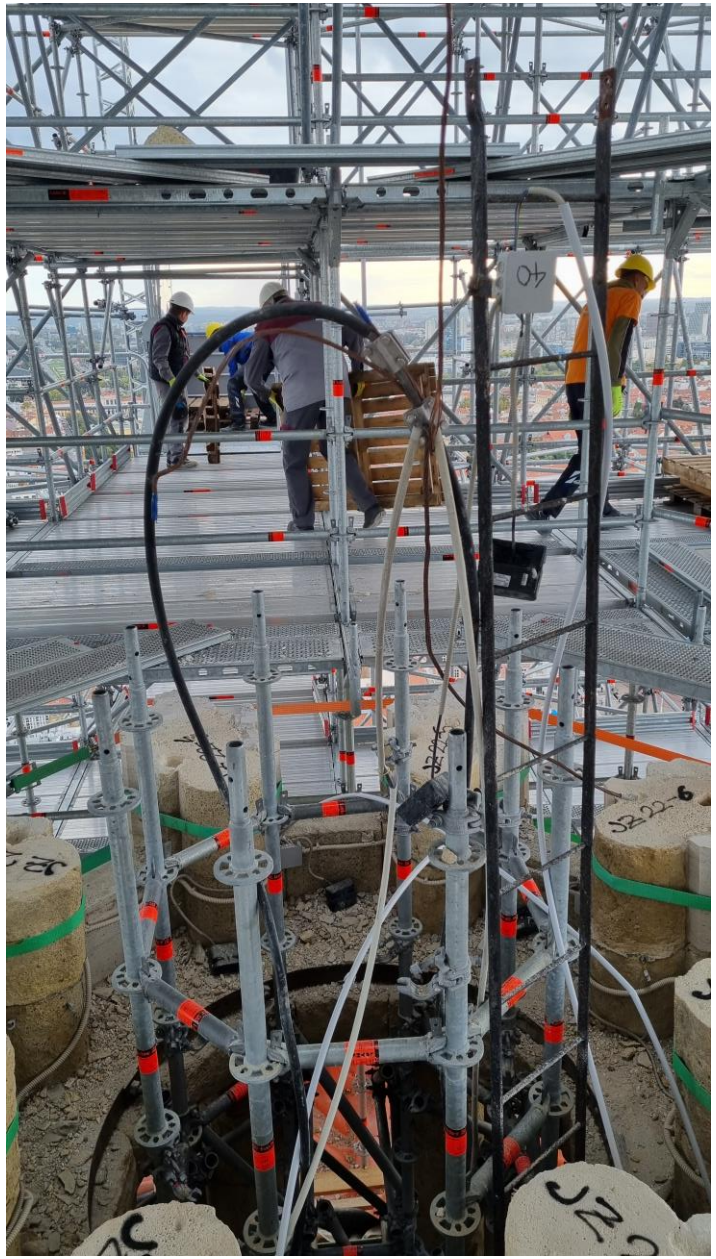
Vrste oplata

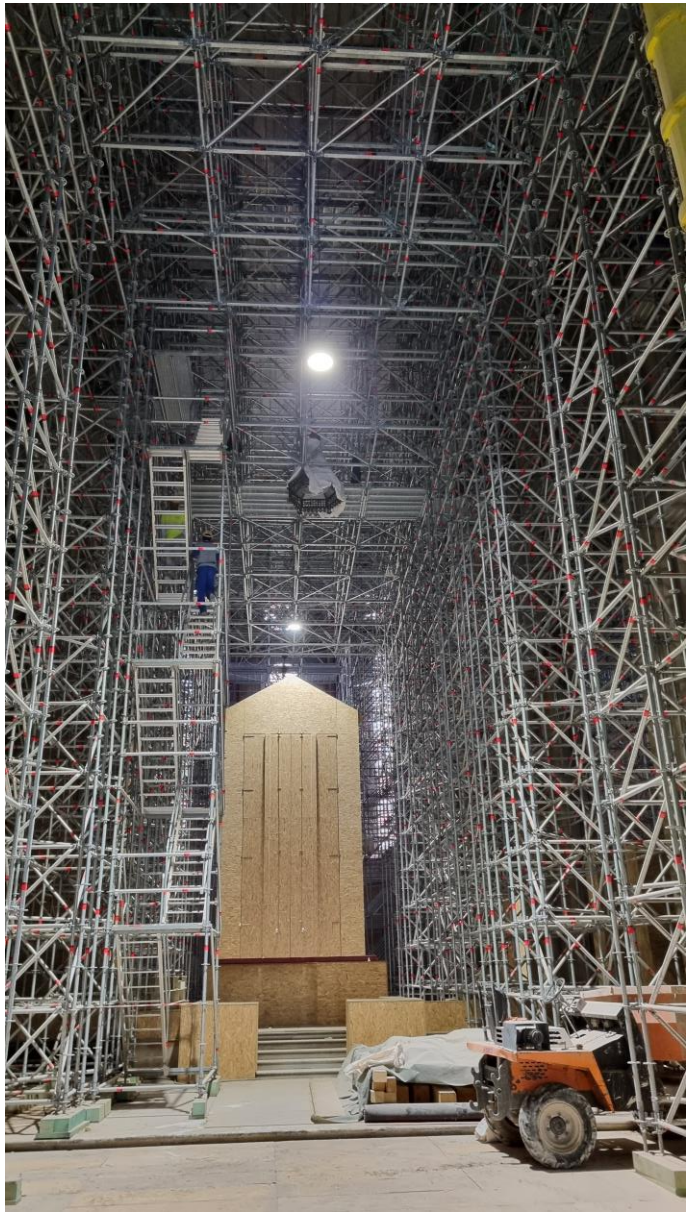
- Prema vrsti konstrukcijskog elementa:
  - oplate temelja samaca, trakastih temelja i sl.
  - oplate uspravnih i kosih podrumskih i vanjskih zidova
  - oplate vodoravnih i nagnutih ploča
  - oplate stupova najrazličitijih poprečnih presjeka i visina
  - oplate grednih, okvirnih, rešetkastih i lučnih nosača najrazličitijih oblika poprečnih presjeka, visina i prostornog pružanja
  - oplate različitih betonskih prostornih i krovnih konstrukcija (sustava) – oplate betonskih kupola i ljuski
  - oplate mostovnih betonskih konstrukcija
  - oplate podzemnih betonskih konstrukcija
  - …

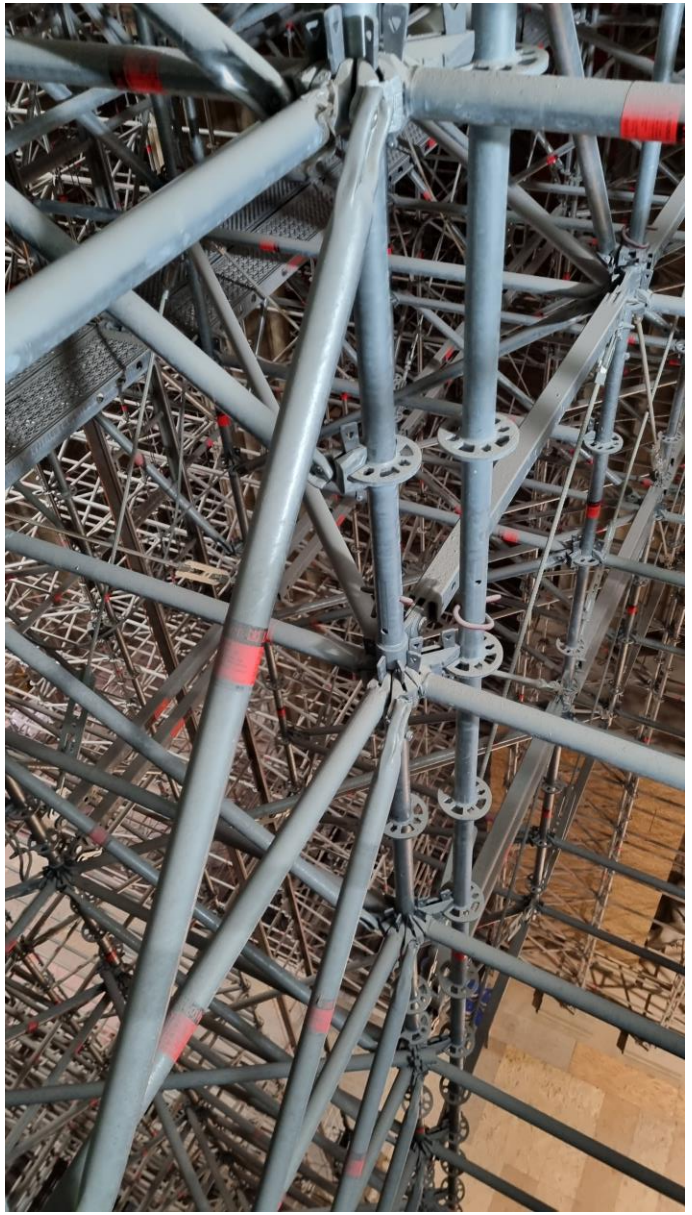
Skele

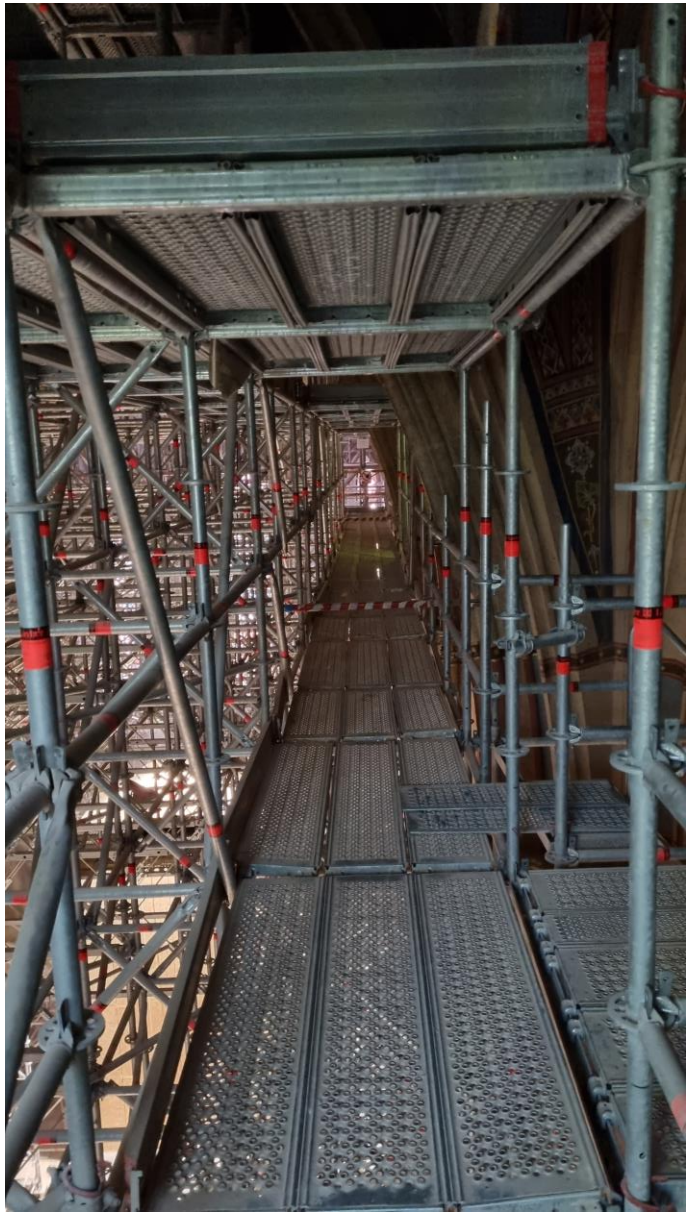












Skele

- Skele su lako montažne i demontažne, štapne, rešetkaste ili slične prostorne pomoćne konstrukcije koje se koriste pri izradi ili pri održavanju građevina.

- Osnovne vrste obzirom na materijal:
  - Drvene
  - Metalne

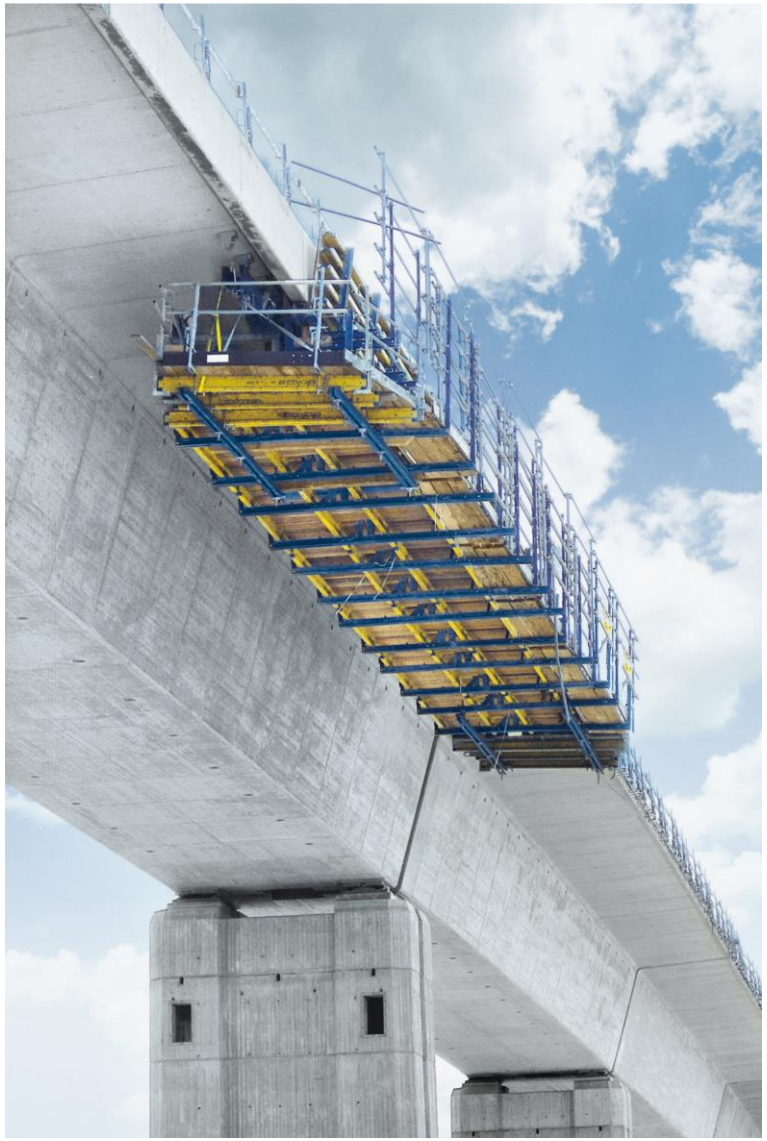
- Osnovne vrste obzirom na namjenu:
  - Radne skele
  - Nosive (potporne) skele
  - Zaštitne skele

Nosive (potporne) skele

- Pridržavaju konstrukciju u fazama dok ne može sama preuzeti sva opterećenja
- Preuzimaju opterećenja vlastite težine, vlastite težine konstrukcije koju pridržavaju, korisna opterećenja i vanjska opterećenja te ih prenose na tlo ili drugu čvrstu podlogu
- Koriste se za izradu betonskih i armiranobetonskih konstrukcija, prednapetih konstrukcija i zidanih konstrukcija
- Koriste se i za montažu i/ili pridržanje prefabriciranih elemenata konstrukcije
- Kao sastavni dio oplatnog sustava:
  - Omogućavaju oplatnu izvedbu buduće betonske konstrukcije u predviđenom prostornom položaju
  - Ostvaruju prijenos opterećenja od svježeg betona, armature i oplate (bez deformacija) na nosivu podlogu

Radne skele

- Omogućavaju sigurno i učinkovito odvijanje radova na visini
  - Radnici radove na visini obavljaju sa stabilne skele, na kojoj mogu odlagati alat i materijal, a pritom su zaštićeni od pada
  - Služe i za kretanje oko objekta i vertikalnu komunikaciju
- Preuzimaju manje opterećenje od nosivih skela
- Moraju zadovoljavati zahtjevima zaštite na radu
  - Podovi skela se izvode od standardnih drvenih dasaka ili limenih podnica
  - Zaštita od pada se sastoji od ograda na visini od 1 m od poda i od rubne daske visine minimalno 15 cm



Pokretne skele

- Podvrsta radnih skela
- Mogu se lako premještati s jednog mjesta rada na drugo
- Ograničene su visinom i vrstama radova koje se s njih smiju obavljati

Skele za vertikalnu komunikaciju

- Sustav skela koji služi za pridržanje vanjskog stubišta
- Omogućava ulazak/izlazak iz građevne jame ili penjanje na konstrukciju u izradi
- Kolokvijalno – ulazno/silazni toranj

Zaštitne skele

- Štite radnike, prolaznike i javno i privatno vlasništvo od oštećenja uzrokovanih odvijanjem radova na gradilištu

Vrste skela prema materijalu

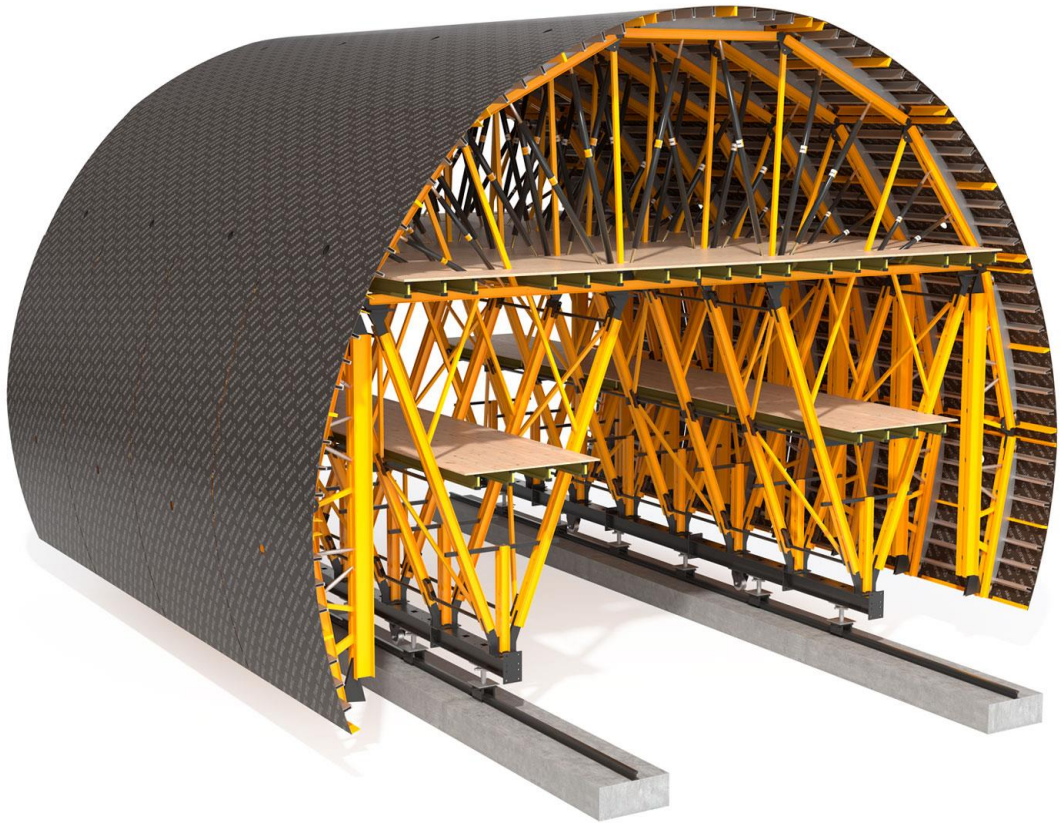
- Drvene
  - Ranije su se isključivo koristile drvene skele, čak i za podupiranje konstrukcija mostova, kupola…
  - Danas rijetko, uglavnom malih dimenzija za kratkotrajna podupiranja
  - Moguće razne dimenzije
  - Skup materijal za izradu
  - Potreban složen proračun
  - Velik udio ljudskog rada u krojenju i montaži
  - Mali broj ponovnog korištenja. Nekoliko puta ili samo jednom
  - Veze među elementima ne osiguravaju standardiziranu nosivost ili sigurnost uporabe

Vrste skela prema materijalu

- Metalne
  - Uglavnom čelične, ponekad aluminijske
  - Izrađuju se uglavnom od čeličnih bešavnih cijevi (cijevna skela), ali i od ostalih čeličnih ili aluminijskih profila
  - Najčešće su u upotrebi zbog
    - Velike nosivosti
    - Standardnih dimenzija i spojnih sredstava s dokazanim nosivostima i atestima
    - Dug radni vijek
    - Širok spektar primjene
  - Cijevne skele
    - Teške cijevne skele
    - Lake cijevne skele
    - Tornjevi

Teške cijevne skele

- Izvode se od cijevi i profila različitih dimenzija ovisno o nosivosti
- Velika nosivost: 250 do 500 kN po stupu
- Koriste se za građenje konstrukcije mostova, tunela i teških stropnih konstrukcija
- Velika nosivost omogućava uporabu manjeg broja cijevi što ubrzava montažu i demontažu skele



Lake cijevne skele

- Izrađuju se od bešavnih cijevi
- Koriste se kao radne skele, ali i kao nosive za manja opterećenja ili kod većih opterećenja, ali u obliku velike prostorne konstrukcije
- Vanjski promjer cijevi je 48,3 mm
  - Omogućava standardizaciju spojnica i spojnih sredstava
- Cijevi se mogu spajati na bilo kojem mjestu na cijevi, bez prethodne obrade i pripreme
  - Omogućava veliku prilagodljivost
- Skele se moraju postaviti na ravnu i čvrstu podlogu
- Po potrebi, po visini se moraju sidriti u konstrukciju
- Pravila slaganja definiraju dimenzije okvira i potrebnih dijagonala

ZULIN
Formwork & Scaffolding

Toranjske skele

- Standardizirana prostorna skela od lakih cijevi
- Laki individualni elementi, moguće ih je ručno montirati
- Koristi se kao nosiva skela, nosivosti od 200 do 400 kN
- Za razliku od cijevne skele svaki toranj je individualan i samostojeći
- Složeni tornjevi mogu se lako prenositi dizalicom na drugo mjesto gradnje

FREIHEIT