

**SKELE**

visokogradnja

# definicija

- Skele su pomoćne konstrukcije koje služe pri izradi ili održavanju graditeljskih objekata ili građevina.

# podjela

- skele mogu se podijeliti prema više kriterija

*-materijalima*

*-namjeni skele*

*-vrsti i funkciji građevine*

*- statičkom sustavu konstrukcije koju nosi skela*

*- primjenjenoj tehnologiji*

*- prema sustavu skele i načinu njenog rada i sl.*

- Ovisno o materijalu razlikuju se :
- 1. **Drvene skele** - kada je za njihovu izradu korišteno drvo
- 2. **Metalne ili čelične skele**-kada je za konstrukciju skele upotrebljen metal ili čelik
- 3. **Betonske skele ili skele od betona**-kada je za njihovu konstrukciju upotrebljen beton

- **Drvene skele** se koriste pri izgradnji inženjerskih konstrukcija od najranijih vremena , a i danas drvo je osnovni materijal za izradu skela. Za drvene skele se obično rabi termin klasična ili tradicijska skela.
- Za skelu od drvete kada je to moguće koristi se obla ili poluobla građa i to uglavnom četinari ( jela, smreka, bor ). Obzirom da su skele privremene konstrukcije koristi se drvena građa II klase , a građa I klase se koristi na mjestima gdje se traže posebni uvjeti, minimalne deformacije ili preuzimanje velikih opterećenja, a pri tome su i glavni dijelovi skele.
- Rezana građa se koristi samo kada je to nužno, kod specijalnih izvedbi i kad se traži jednostavnije povezivanje elemenata skele.

- ***Metalne ili čelične skele*** sve više se koriste u inženjerskoj praksi. Mogu se izrađivati od čeličnih bešavnih cijevi raznih profila i od čeličnih profila. Obzirom na dugotrajniju uporabu obično su dio osnovnih sredstava (inventar) izvođača radova i ako se s njima pravilno postupa mogu trajati dugo. Radni vijek jedne dobro održavane skele može biti i 15 godina čime njezina višestruka uporaba smanjuje troškove građenja.
- Čelične , odnosno metalne skele koriste se kod svih vrsta građevina, a posebno su ekonomične i nalaze svoju primjenu kao pokretne skele.

- Mane i nedostaci cijevnih, odnosno metalnih skela su potrebna površinska zaštita od korozije, gubljenje sitnog inventara, oštećenja uslijed nepravilnog rukovanja i manipulacije ( bacanje s građevine) i mogućnost nepravilno izvedenih spojeva uslijed neodržavanja spojnica.

- Metalne cijevne skele se mogu podijeliti u dvije osnovne grupe i to:
  - lagane cijevne skele kada se za njihovu izradu koriste bešavne cijevi vanjskog promjera 48,3 mm. Koriste se kao fasadne skele u visokogradnji ali i kao nosive skele u svim područjima građenja.



- teške metalne skele koje se izrađuju od metalnih cijevi većeg profila (193mm i sl.). Ovakve skele se koriste kao nosive skele kod preuzimanja većih opterećenja. Mogu dolaziti kao pojedinačni stupovi i kao kombinacija kada se povećava nosivost. Mogu se izrađivati i kao pokretne kod posebnih sustava i tehnologija građenja. Njihova primjena je uslovljena vrstom građevine i mogućnosti primjene od strane izvođača radova.

- ***Betonske skele*** ili skele od betona su one skele gdje je za njihovu konstrukciju i građenje upotrebljen beton ( armirani ili prednapregnuti beton). Grade se uglavnom od montažnih elemenata. Grade se samo u specijalnim slučajevima kada je to tehnološki i ekonomski opravdano. Uglavnom se tako izvode glavni dijelovi skele a sekundarni elementi se izrađuju od drveta ili od metalnih elemenata ( cijevi ili nosači).

- **U ovisnosti o namjeni skele, odnosno njene funkcije u realizaciji građevine, mogu se podijeliti na:**
  - **1. *nosive ili glavne***
  - **2. *radne ili pomoćne***
  - **3. *skele za radove na montaži***
  - **4. *zaštitne skele***

- ***Nosive ili glavne skele*** su privremene konstrukcije koje primaju opterećenje od konstrukcije za koju se grade i to opterećenje, težinu te konstrukcije, prenose na tlo ili kakvu drugu čvrstu nosivu podlogu. Osnovna karakteristika nosive skele je da ona podupire, odnosno nosi cijelu ili pojedine dijelove građevine u vrijeme njezinog nastajanja sve do trenutka kada ona ne bude sposobna da preuzme opterećenje od vlastite težine i eventualno korisno opterećenje. Koriste se za izradu betonskih i armirano betonskih konstrukcija i konstrukcija od prednapregnutog betona. Imaju veliku primjenu i kod izrade zidanih konstrukcija ( opeke, kamena) , svodova lukova kupola i sl.





# Nosiva skela



- ***Radne ili pomoćne skele*** služe za transport materijala potrebnog za građenje osnovne konstrukcije, za manipulaciju ljudstva i inventara uslovljenu tehnologijom građenja, kao i pomoćne građevine za izradu nasipa na saobraćajnicama i sličnim radovima, za izradu fasada i njima sličnim radovima ( kada služe za kretanje radnika pri radu i odlaganje materijala za rad i alata kojima se rad obavlja), kao i u svim onim slučajevima kada su ovakve skele neophodne pri primjenjenoj tehnologiji građenja osnovne konstrukcije. Izrađuju se i projektiraju kao i nosive skele a razlikuju se samo po vrsti i veličini opterećenja.





- ***Skele za montažne radove*** - Čest je slučaj u graditeljskoj praksi kod montaže graditeljskih konstrukcija ( od metala ili betona i armiranog betona) da je za ispravnu i ekonomski opravdanu tehnologiju montaže nužna primjena pomoćne građevine tj. skela. To su ustvari nosive skele koje u fazi montaže pridržavaju dijelove nosive konstrukcije ali radi karaktera i načina izvođenja osnovne konstrukcije nazivaju se skele za radove na montaži.

# Teška skela kod montaže



- ***Zaštitne skele*** su one skele koje štite ljudstvo, javnu ili gradilišnu saobraćajnicu ili kakvo drugo materijalno dobro od oštećenja koje bi moglo nastati od utjecaja sredstava za rad ili neki drugi način od strane gradilišta. Grade se u svrhu neometanog izvođenja radova na osnovnoj konstrukciji i da pri tome štite ljudstvo i elemente neposredne okoline.

# Skela kao ograda



**Sve se skele u graditeljstvu mogu  
podijeliti u dvije velike grupe i to:**

- 
- - ***skele u visokogradnji***
- - ***skele u niskogradnji, uglavnom za konstrukcije mostova***

- Prva grupa skela u visokogradnji razlikuje skele za :
  - - stambene građevine
  - - skele za industrijske građevine
  - - skele za posebno oblikovane i koncipirane građevine

# PODJELA SKELA PREMA NAMJENI I KORISNOM OPTEREĆENJU

1. skele za razne stalne graditeljske radove
2. skele za zaštitu pri radovima
3. skele razne namjene i korisna opterećenja
4. skele za modele, panoje, reklame...

# **SKELE ZA STALNE GRADITELJSKE RADOVE**

U tu vrstu skela spadaju sve skele s kojih se odvijaju određni i stalni radovi, na kojima se kreću radnici koji obavljaju takve radove i na njih stavljaju potreban alat i materijal za obavljanje tih radova. Tako imamo :



***Skele za održavanje građevina***, predviđene za radove pri kojima se rabi malo alata, materijala i radnika. To su npr. limarski radovi, popravci žbuke, ličenje fasade, popravci i održavanje čelične konstrukcije i sl.

***Skele za žbukanje fasade*** su najčešće i treba računati s jednim opterećenim podom ukoliko radovi na skeli ne predviđaju slučajno opterećenje dva ili više podova po visini.

***Skele za zidanje*** predviđene su ujedno i za radove oko oblaganja fasade kamenom.

***Skele za monterere*** pri montažnim  
radovima

# SKELE ZA ZAŠTITU PRI RADU

Te skele se mogu podijeliti prema vrsti zaštite koju trebaju osigurati. Tako imamo zaštitne skele, koje trebaju zadržati radnike u slučaju pada ili spriječiti pad alata, materijala i dr. sa skele. Druga grupa su zaštitni krovovi koji trebaju zaštititi ljude ispod skele i materijalna dobra od pada alata, materijala žbuke ,prašine i dr.

**Zaštitne skele** treba izvesti kod svih montaža, zidanja, betoniranja, radova na krovu, ako se rad odvija na visini većoj od 5 metara ili ako je radna površina nedovoljne veličine. Zaštitne skele se podižu sa porastom visine radne površine tako da slobodna visina u slučaju pada na bude veća od 5 metara.

***Zaštitni krovovi*** se rade tamo gdje se izvode radovi iznad stalnih prolaza, ulaza, hodnika, radnih površina i sl. Kod manjih radova dozvoljava se ograničavanje prolaza vidljivim znacima ako to dozvoljava promet na javnoj površini.

# **SKELE RAZNE NAMJENE I KORISNOG OPTEREĆENJA**

Standardizacija takve vrste skela je praktično nemoguća jer se upotrebljavaju kod podupiranja dijelova konstrukcije tijekom građenja. Možemo ih podijeliti na:



***Skele za oplata pri betoniranju*** ili zidanju koje treba tako konstruirati da mogu sa dovoljnom sigurnosti podnijeti opterećenja dijelova konstrukcije koja se gradi, radnike i njihov alat i pomoćna sredstva kao i transportna sredstva (japaner, kolica).

## ***Skele za montažu dijelova konstrukcije***

treba dimenzionirati za stvarno opterećenje pri montaži od dijelova konstrukcije i prema opterećenju koje ovisi o broju radnika, pomoćnih sredstava.

# OPTEREĆENJE SKELA

Za konstrukcije većine skela karakteristično je da se skela kao privremena konstrukcija opterećuje samo jednom sa punim opterećenjem za koje se računa i izrađuje.

- ***stalno opterećenje*** - opterećenje od vlastite težine oplata koju nosi skela i vlastite težine same skele.

- ***korisno opterećenje*** - opterećenje od težine betona, svježih betonskih masa, ili kojeg drugog materijala, ovisno od funkcije skele i vrste građevine za koju se skela izrađuje, odnosno od težine materijala koji se nalazi na skeli.

- ***pokretno opterećenje*** - opterećenje od radnika i mogućih alata na skeli i opterećenje od transportnih sredstava koja se mogu kretati po skeli (transport betona ili kojeg drugog materijala) .

- ***slučajno opterećenje*** - opterećenje od vjetra, snijega , udara leda ( ako je skela u vodotoku ) ili slučajnog udara vozila koja se kreću uz skelu.

- ***Stalno opterećenje*** - u stalno opterećenje se ubraja vlastita težina skele i oplate, ako skela nosi oplatu. Računa se na temelju stvarnih zapremina i odgovarajućim zapreminskim masama.
- - drvo četinara ( jela, smreka, bor) sa 700 kg/ m<sup>3</sup>
- - drvo lišćara ( bukva, hrast, ) sa 900 kg/ m<sup>3</sup>
- - prerađevine od drveta i proizvoda na bazi drveta, prema zapreminskim masama iz atesta proizvođača ovih proizvoda



- Vlastitu težinu , odnosno stalno opterećenje elemenata skele koji su izrađeni od čelika treba računati s zapreminskom masom od 7850 kg/ m<sup>3</sup>.

- ***Korisno opterećenje*** odnosno težinu konstrukcije koju skela nosi također treba računati na osnovu volumena konstrukcije, tj. konstrukcijskih elemenata i odgovarajuće zapreminske mase. Kod toga se uzima:
  - - za nearmirani beton 2400 kg/ m<sup>3</sup>
  - - za armirani i prednapregnuti beton 2500 kg/ m<sup>3</sup>
  - - za čelične konstrukcije 7850 kg/ m<sup>3</sup>
  - - za razne vrste kamena, montažnih elemenata veće i manje zapremine prema stvarnoj zapreminskoj masi ( kamen od 2200 - 2800 kg/ m<sup>3</sup> , opekarski proizvodi od 1300 - 1600 kg/ m<sup>3</sup> ).

# ***Pokretno opterećenje***

- od radnika, alata i transportnih sredstava treba uzimati:
- a- ***Skele za održavanje građevina***, odnosno za radove pri kojima se koristi malo alata, materijala i radne snage (skele za popravak krovova, za obnavljanje fasadnih površina, popravke, bojenje ) korisno opterećenje treba uzimati s minimalno  $0,6 \text{ kN/ m}^2$  tlocrta skele ili s dvije koncentrične sile veličine od po  $0,75 \text{ kN}$  na razmaku od  $50 \text{ cm}$ . ( sile se postavljaju u najnepovoljniji položaj). Ako skela ima veću visinu, ima više etaža, tada po visini treba opteretiti istovremeno najmanje tri poda.

# ***Skele za žbukanje***

- treba računati sa 2,0 kN/ m<sup>2</sup> tlocrta skele ili koncentričnom silom od veličine 1,5 kN na najnepovoljnijem položaju, ako se po skeli obavlja i transport materijala. Ovakve skele se računaju s jednim opterećenim podom, osim ako tehnologija građenja ne omogućava istovremeno više opterećenih podova. U tom slučaju uzima se stvarni broj opterećenih podova

# ***Skele za zidanje***

- treba računati sa 3,0 kN/ m<sup>2</sup> tlocrta skele ili sa jednom koncentričnom silom veličine 1,5 kN u najnepovoljnijem položaju i to samo na jednom podu skele.

# ***Skele za montažne radove***

- mogu biti različito opterećene. Trebaju se računati sa minimalno  $1,0 \text{ kN/ m}^2$  tlocrta skele ili bar sa jednom koncentričnom silom veličine  $2,5 \text{ kN}$  na jednom radnom podu i u najnepovoljnijem položaju. Ovo opterećenje se ne može primjeniti ako tehnologija odvijanja radova predviđa drugačija opterećenja. Prilikom projektiranja skele za montažne radove projektant se mora upoznati s tehnologijom montaže , elemenima koji se montiraju i njihovim težinama.

# ***Skele za transport materijala***

- treba računati sa opterećenjem po jednom podu od  $3,0 \text{ kN/ m}^2$  za neposredno opterećene elemente - podne daske, odnosno sa  $2,0 \text{ kN/ m}^2$  za ostale dijelove skele. Posebno treba ispitati stabilnost elemenata skele na moguće pritiske, koncentrične sile od primjenjenih transportnih sredstava. Ove sile se uzimaju u najnepovoljnijem položaju.

# ***Skele za montažu ab montažnih elemenata***

- dimenzioniraju se prema stvarnom opterećenju. Intezitet opterećenja ovisi od primjenjene tehnologije, veličine i broja elemenata, potrebnog broja radnika na skeli i vrste i količine potrebnog alata za montažu.



# CIJEVNE SKELE

U našem graditeljstvu rabe se cijevne skele koje se razlikuju jedino u načinu izvođenja i nosivosti spojnih sredstava. Najrasprostranjeniji je sustav običnih cijevnih skela sa spojnicama na trenje

# Osnovne karakteristike

- a) sve cijevi imaju jednaki vanjski promjer
- b) dužina cijevi je ograničena na nekoliko dužina. Na taj način otpada rezanje cijevi te se montaža svodi na slaganje određenih figura
- c) Na svakom mjestu na cijevi može se pričvrstiti spojnica bez prethodne obrade ili pripreme

# DIJELOVI CIJEVNE SKELE

**CIJEVI** su standardnog vanjskog promjera 48,25 mm i dobavljaju se u nekoliko određenih dužina. 1.5, 2, 2.5, 4, 5 i 6 metara. Upotrebljavaju se kao podupirači ( stupovi) poprečne i uzdužne prečke za usidrenje i kosa ukručenja. Nastavljanje cijevi se mora izvesti što bliže čvoru i to prema načinu djelovanja sile. Spojevi mogu biti izvedeni samo na pritisak ili za pritisak i raastezanje.

- ***PODUPIRAČI*** moraju biti postavljeni na posebne podložne pločice da se ne mogu pomicati pri djelovanju opterećenja. Podložne ploče moraju biti položene na podlogu koja može preuzeti opterećenje skele bez slijeganja. Nastavci stupova moraju biti raspoređeni u raznim visinama (1 trećina u istim) a nikako se ne smije nastavljati susjedne stupove na istoj visini.

- **PREČKE** u uzdužnom smjeru moraju biti postavljene u jednom komadu kroz najmanje dva polja skele, i spojene posebnim spojnicama na svaki podupirač s kojim se križaju. Nastavci prečki moraju biti što bliže stupovima i ne smiju se nalaziti jedan iznad drugoga već ih treba pomaknuti barem za jedno polje u višem redu. Nastavci prečki moraju biti izvedeni za sigurno preuzimanje pritiska i rastezanja. Zabranjeno je uklanjanje prečki za vrijeme upotrebe skele a naročito kod jednorednih skela.

- **USIDRENJA** se trebaju izraditi kod svih skela koje nisu izrađene kao slobodno stojeće. Horizontalni i vertikalni razmak usidrenja mora biti manji ili jednak 6 metara. Po visini se ne smije sidrenje izraditi na istim mjestima već mora biti pomak od 3 metra .
- Slobodna dužina skele smije biti najviše 3 metra iznad najvišeg reda cijevi za usidrenje a najviši radni pod na skeli samo 1,5 metra iznad najvišeg usidrenja

- ***UKRUĆENJE*** skele izrađuje se također od cijevi. U uzdužnom smjeru od podnožja pa do vrha treba postaviti cijevi u križ pod kutem od oko 45 stupnjeva koje su na svakom križanju spojene s podupiračem odnosno uzdužnom prečkom. Spoj sa podupiračem i prečkom izveden je s okretnom spojnicom. Nastavci cijevi moraju biti sigurni za rastezanje i pritisak.

- ***SPOJNICE*** Spojnicama povezujemo cijevi u konstrukciju skele. Nastavci su spojevi cijevi gdje se osi cijevi poklapaju, a razlikujemo dvije vrste nastavaka:



- Nastavci za pritisnute štapove pomoću trnova ili umetaka. Takav nastavak ne može preuzeti nikakvo opterećenje na rastezanje

Nastavci za pritisnute i zategnute štapove se najčešće primjenjuju. Nastavci se izrađuju nastavljanjem cijevi u istoj osi a nikako stavljanjem cijevi paralelno.

- Prema načinu spajanja dva štapa dijelimo spojnice na krute križne spojnice i okretnne spojnice.
- **Križne spojnice** spajaju dva štapa koji se spajaju pod kutem od 90 stupnjeva sa razmakom osi od 5,5 cm. Spojnice se zatvaraju i pritežu zavrtnjima. Pri tome se ne smije dozvoliti nekontrolirano i prekomjerno pritezanje zavrtnja što dovodi do trajnih deformacija dijelova spojnice i oštećenja zavrtnja.

- ***Okretne spojnice*** omogućavaju spoj dva štapa koji se križaju pod bilo kojim kutem. Ekscentricitet je nešto veći nego kod krute spojnice i iznosi 60 mm.

# OPLATA RADNOG PODA I OGRADA

- ***Oplata i ograda*** se redovno izrađuje od dasaka. Daske moraju imati poprečne dimenzije najmanje 25 x 4 cm za predviđeno opterećenje kod normalnih cijevnih skela. Trebaju se polagati bez razmaka jedna do druge i to tako da se ne mogu pomicati niti ljuljati. Rubna daska mora biti najmanje 3 cm debela i visoka najmanje 15 cm. Osim toga mora biti osigurana protiv čupanja.

- ***Ograda*** se mora izvesti na svim skelama gdje se radi na visinama većim od 2 metra. Ograde se izrađuju od dasaka ili cijevi tako da im je gornji rub na visini od 1 metra iznad površine radnog poda.

- **Zaštitne ograde i oplate** izrađuju se uglavnom od dasaka najmanjih dimenzija 3 x 15 cm. Veličina pokrivenne površine ovisi od mjesta, prometa ispod skele, vrste radova isl. Preporuka je da je najmanja visina zaštitne ograde 1.5 metara. Krovovi skela koje osiguravaju prolaznike ispod skela moraju biti izbačeni najmanje 60 cm od vanjskog ruba skele a rub zaštitne ograde mora biti najmanje 60 cm iznad radnog poda.

- **PODLOŽNE STOPE** izvode se na razne načine. Većinom su to četvrtaste ploče od čeličnog lima debljine 5-10 mm dužine 160 x160 mm ili okrugle ploče promjera 200 mm. Prema tome je površina ploča oko 250 - 300 cm<sup>2</sup> što je potrebno znati kod proračuna opterećenja na podlogu. Na ploču je navaren trn ili cijev vanjskog promjera oko 39 mm tako da se lako natakne cijev podupirača. Mogu se izrađivati sa zglobom i trn s navojem i maticom. Ploča ima otvore kroz koje se pričvršćuje za podlogu radi spriječavanja pomaka za vrijeme uporabe.

- **LJESTVE** čine sastavni dio skela. Kod visina manjih od 5 metara dovoljno je da se ljestve prislone na skelu a kod veće visine ljestve se postavljaju unutar skele i to na jednom mjestu najviše kroz 2 kata.