

Građevinski i arhitektonski fakultet Osijek
Sveučilišta J. J. Strossmayera
Stručni studij, akadem. godina 2020/2021.

**INDUSTRIJSKO –
POLUMONTAŽNO I MONTAŽNO GRAĐENJE**
za predmet
Tehnologija i strojevi za građenje

*Viši predavač
Mr.sc. Držislav Vidaković, dipl.ing.građ.*

Za ove nastavne materijale je korišten sveučilišni udžbenik Lončarić, R.: *Organizacija izvedbe graditeljskih projekata* (1995), Rex, S.: *Montažno građenje* (1983), Trbojević, B.: *Organizacija građevinskih radova* (1979), priručnici proizvođača montažnih elemenata i drugi izvori s interneta

Karakteristike i bit industrijskog građenja

Pod industrijskim građenjem podrazumijeva se proizvodnja elemenata građevine u stacionarnom pogonu po industrijskim načelima (tzv. predgotovljeni ili prefabricirani elementi). Oni se na odgovarajući način transportiraju na gradilište gdje se produktivnim metodama i sredstvima (najčešće pomoću mobilnih dizalica – na gusjenicama ili auto-dizalica) montiraju i finaliziraju oblikovanjem u gotov objekt. U nekim slučajevima, ako se više isplati (ako su niži troškovi) ili se ne može obaviti transport prefabriciranih elemenata do gradilišta (javnim prometnicama) proizvodnja može biti i u pogonu uspostavljenom na gradilištu.

Građenje nikada nije 100% montažno jer uvijek dio radova treba izvesti na samom gradilištu (*in situ*) – npr. pripreme i zemljane radove (iskope temelja), kao i neke završne radove.

Ako je udio tradicijskog građenja (*in situ*) 50% i više onda se njegova kombinacija s ugradbom montažnih, prefabriciranih elemenata naziva polumontažno građenje. Ako je udio montažnog građenja veći od 50% onda se naziva montažno građenje, a ako je udio montažnih dijelova veći od 90% onda se može reći da je to potpuna montaža.

Kod nas se s montažnim elementima najčešće grade nadvožnjaci, mostovi, razne hale (tvorničke, skladišta i sl.) i trgovački centri, a stambeno-poslovne zgrade od 90% tih godina rjeđe. (Prije je bilo više takve gradnje jer je bio jedan veliki investitor – država i bila je ubrzana urbanizacija kod koje se nije toliko gledalo na izgled zgrada – siva, betonska predgrađa.)

Povijest montažne gradnje

Građenje gotovim elementima nije nešto novo, negho su još u najstarije doba građevni elementi pripremani na svom nalazištu (kameni blokovi u kamenolomima), transportirani na neki primitivniji način (često na veliku daljinu) i onda ugrađivani u piramide i hramove.

Od XVII do XIX stoljeća građene su montažne drvene zgrade za smještaj vojnika u Engleskoj, Njemačkoj i Austriji, te za smještaj kolonijalne uprave u britanskim kolonijama. Prvi put je 1838. godine organizirana u Njemačkoj industrijska proizvodnja elemenata od cementa, a 1849. godine industrijska proizvodnja armiranobetonskih elemenata, kada je francuski vrtlar Monier (1823 -1906) izradio različito oblikovane posude za cvijeće. Već poslije nekoliko godina (1852) proizveden je prvi montažni "T" nosač za valjaoničku halu u Njemačkoj. Potkraj XIX i početkom XX st. sve se više primjenjuju prefabricirani elementi: nosiva konstrukcija nad kasinom u Biarritzu (1891), prvi velikoplošni betonski krovni elementi (Brooklyn, SAD, 1900), prednapregnuti betonski stropovi (sustav Lund, 1905), ab. rešetkasta konstrukcija (sustav Visintini, 1906), prva lijepljena drvena konstrukcija (1910), prve montažne stambene zgrade u Evropi (1918), serijska proizvodnja nosača od prednapregnutog armiranog betona za stropove i krovove (sustav Hoyer, 1937), montažni armiranobetonski nosači za most (raspon 33 m, 1938) i za hangar u blizini Rima (raspon 36 m, 1939), montažni most preko rijeke Marne (raspon 78 m, 1942). Camus (1953) je u Francuskoj ostvario ideju o gradnji stambenih zgrada od prethodno izrađenih elemenata koji se na gradilištu samo montiraju. U nas su se nakon Prvoga svjetskog rata pojavile obrtničke radionice u kojima su se proizvodili gotovi betonski elementi (stupovi, kanalizacijske cijevi, stropne grede, rubnjaci i si.). U Zagrebu su se u to doba proizvodili i elementi od prednaprednutog armiranog betona. Nedugo poslije Drugoga svjetskog rata (1947) razvijaju se prvi montažni sustavi za gradnju stambenih zgrada, a 1953. godine počinje serijska proizvodnja elemenata za stambene zgrade (*Jugomont*, Zagreb). Početak je bio skroman, primjenjivane su vlastite konstrukcije. Sustav građenja stalno se usavršavao, pa se poslije 1960. godine grade mnoge stambene i industrijske zgrade od montažnih elemenata.

Ekonomičnost

Za ekonomičnost industrijskog građenja važno je primijeniti standardizaciju i tipizaciju te osigurati seriju elemenata (bolje je kada se proizvodi i ugrađuje što manje različitih elemenata i što više istih elemenata). Korištenje manjeg broja različitih elemenata (modularnih dimenzija u određenoj mjeri ograničava projektante. U našoj i inozemnoj praksi često su se kao slaba točka zgrada od montažnih elemenata pokazali spojevi kod kojih je dolazilo do vlaženja (prodiranja vode), mada za to postoje rješenja.

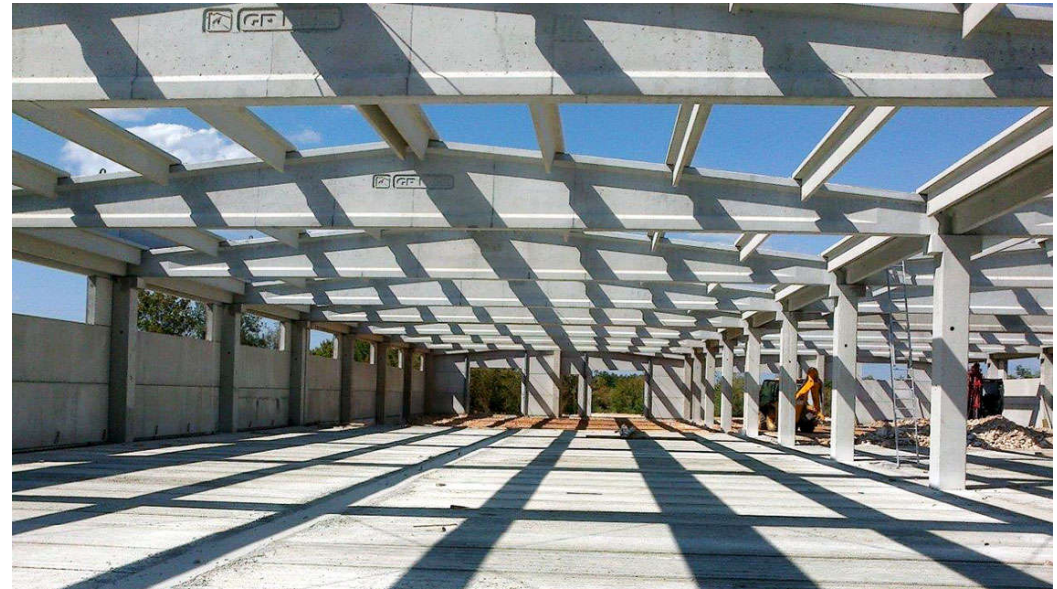
Da bi se postigli pozitivni efekti industrijskog građenja nužna je dobra organizacija izvedbe (prema shemi montaže, usklađeni rad resursa, pravovremena doprema elemenata, odgovarajuće dizalice i dr.). Upravo za potrebe montažne gradnje u Hrvatskoj su prvi puta primjenjeni ciklogrami - vremenski planovi pogodni za ciklično (u taktovima) izvođenje radova. (Ovu temu vrlo zanimljivo prezentira emisija o pioniru montažne gradnje kod nas ("otac Zapruđa i Borongaja"), arhitektu Budimirovu – link na kraju materijala).

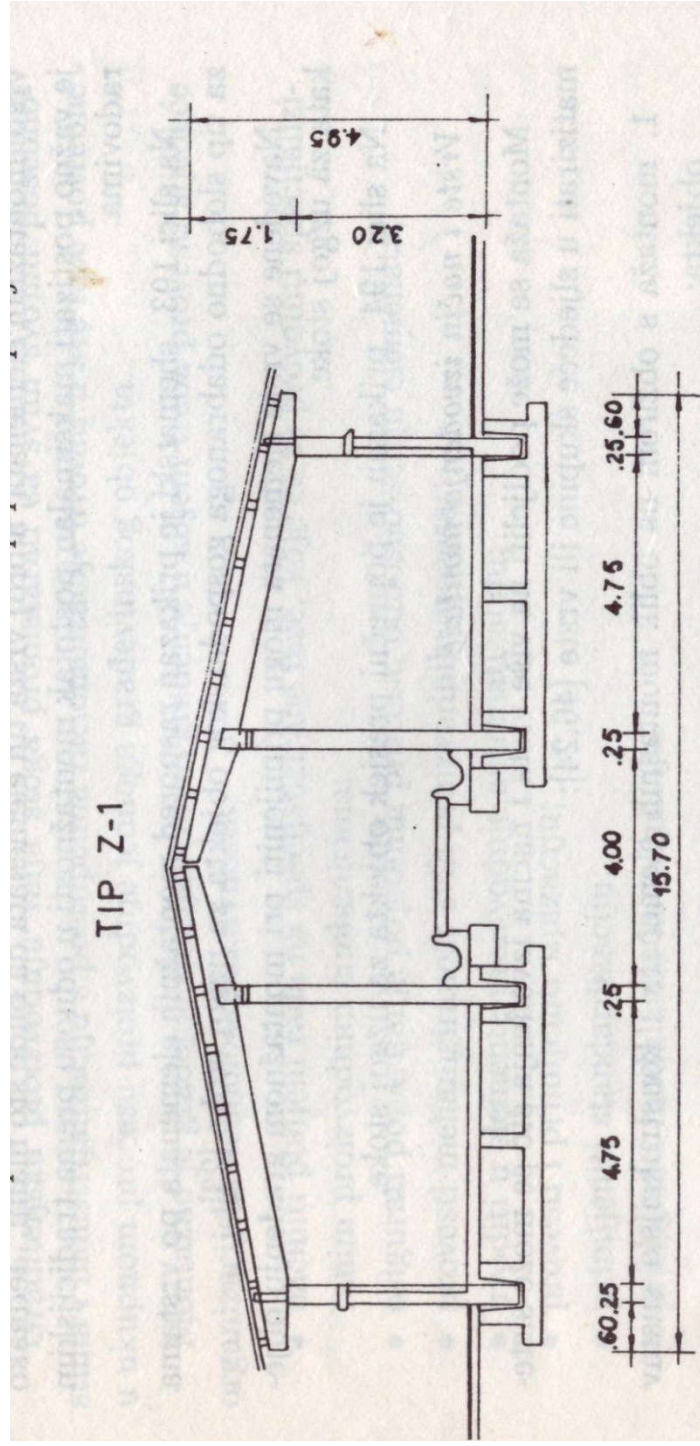
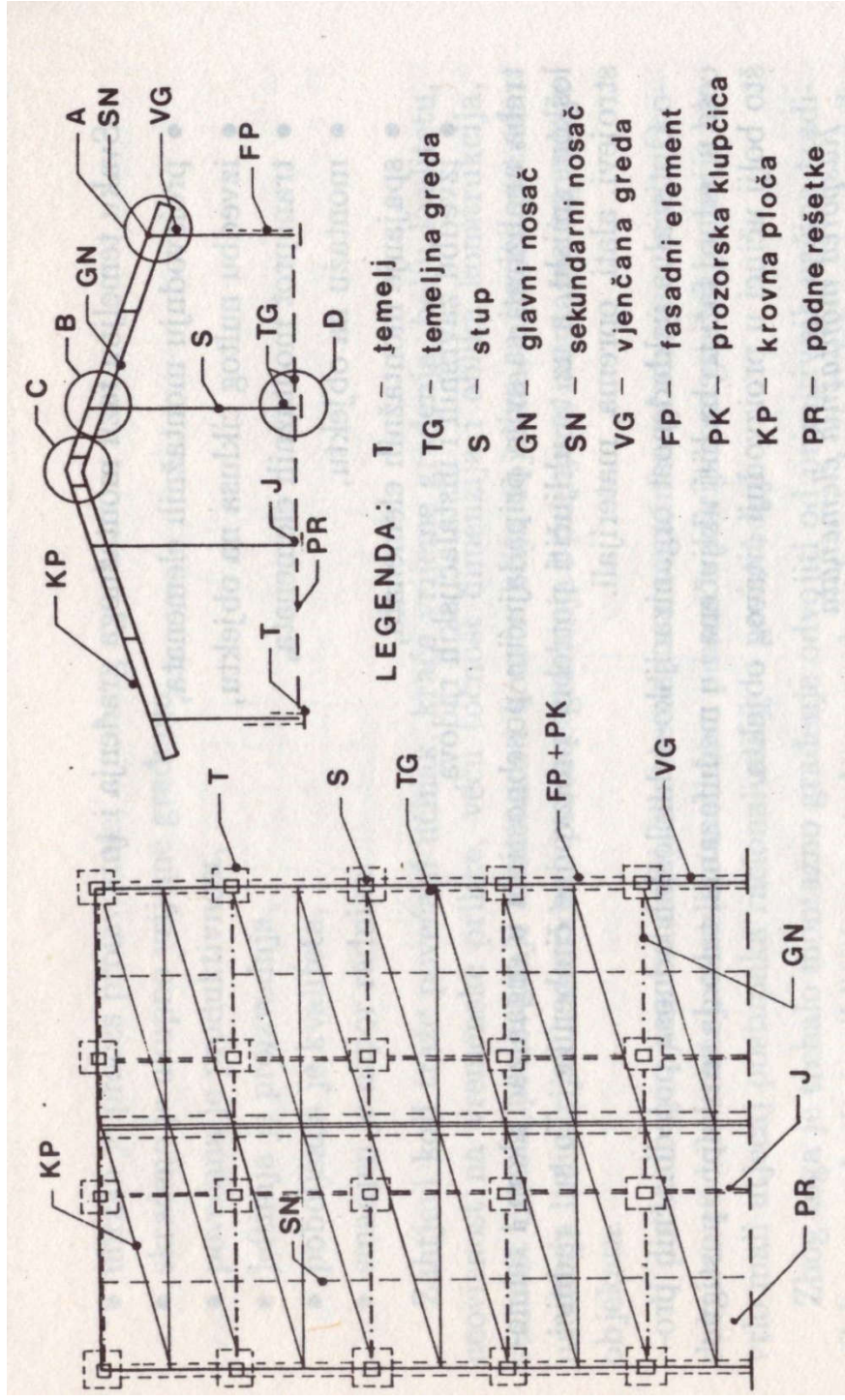
Pozitivno kod industrijskog građenja je:

- ubrzan proces građevinske proizvodnje i skraćeno ukupno vrijeme građenja (Stariji inozemni podaci za montažni sustav *Camus* su da grupa od 4 kvalificirana radnika s jednim kranom u prosjeku može montirati jedan stan dnevno. Prema tome zgrada od 50 stanova na 5 katova može se s dva kрана montirati za 25 dana, a za završne radove potrebno je još toliko, pa je za oko dva mjeseca zgrada useljiva.),
- povećana produktivnost (ako je organizacija primjerena),
- jeftinija proizvodnja (tj. građenje – zbog tvorničke proizvodnje elemenata – u serijama, uigravanje radnika, vrlo mehanizirana do automatizirane proizvodnje, a može se dobro koristiti i ženska radna snaga, rad u zatvorenom prostoru itd.)
- poboljšana kvaliteta (zbog proizvodnje elemenata u tvorničkim uvjetima – bolja je i kontrola),
- manja ovisnost o vremenskim prilikama (jer se na gradilištu samo montira – zato je montažno građenje češće u hladnijim krajevima),
- elementi se najčešće montiraju suhim postupkom, pa se manje vlage unosi u građevinu,
- manji fizički napor radnika i manji broj radnika pri izvođenju radova.

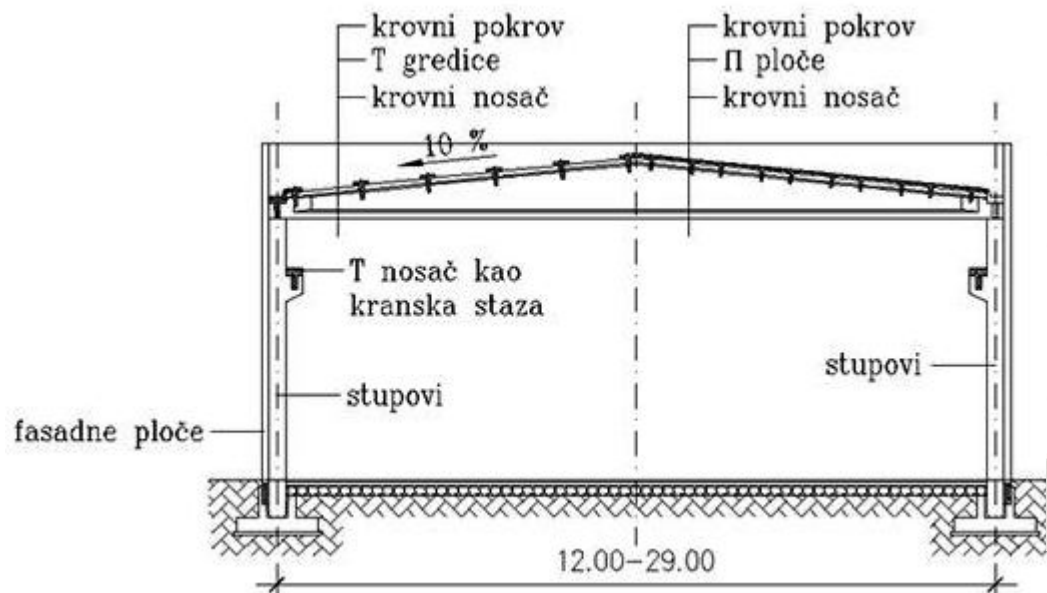
Faze industrijskog građenja su:

- proizvodnja montažnih elemenata
- izvedba nultog ciklusa na građevini (na gradilištu prije montaže)
- transport montažnih elemenata
- montaža na građevini
- spajanje montažnih elemenata
- izvedba završnih i instalacijskih radova na građevini





Raspored montažnih elemenata u tlorisu i poprečnom presjeku
 (primjer hale za uzgoj stoke)



Hale od a.b. (lijevo), metalnih (desno) i drvenih (dolje) montažnih elemenata



Proizvodnja montažnih elemenata

Montažni elementi su različiti (i kod istih vrsta građevine) – svaki proizvođač ima svoj sustav, često patentom zaštićen (npr. nekada je u Zagrebu bio “Jugomont”, u Beogradu je razvijen “IMS” koji se i danas primjenjuje u Hrvatskoj (pogotovo u Osijeku) i većem broju drugih država).

Montažni elementi mogu biti od drveta (kao npr. lamelirani nosači), metalni, armirano betonski i od prednapregnutog betona (koji će ovdje biti najviše spominjani), od opekarskih blokova (armirani da se mogu prenositi kao komadi), po potrebi u kombinaciji s drugim materijalima (“sendvič” paneli) i dr.

Proizvodnja montažnih elemenata odvija se po principima (što bliže njima) tvorničke (industrijske) proizvodnje. Može biti u zatvorenim pogonima (tamo se najčešće proizvode plošni elementi na vibro-stolovima, a za manipulaciju se koriste mosni kranovi) i na otvorenim pogonima (tzv. pistama) gdje se proizvode veliki elementi (gredni nosači, uglavnom složenog presjeka) s kojima se manipulira pomoću portalnih kranova (nekada i s toranjskim dizalicama). U okviru pogona za proizvodnju montažnih a.b. elemenata u pravilu se nalazi betonara (do mjesta ugradbe beton se transportira s damperima s ovalnim sandukom naprijed, nekada i automješalicama / agitorima) i armiračnica.

Za ubrzanje procesa očvršćavanja betona (da se elementi mogu što prije izvaditi iz kalupa i kalup koristiti za izradu novih elemenata) primjenjuje se zagrijavanje / zaparivanje i autoklaviranje (u posebnim komorama i pod tlakom).

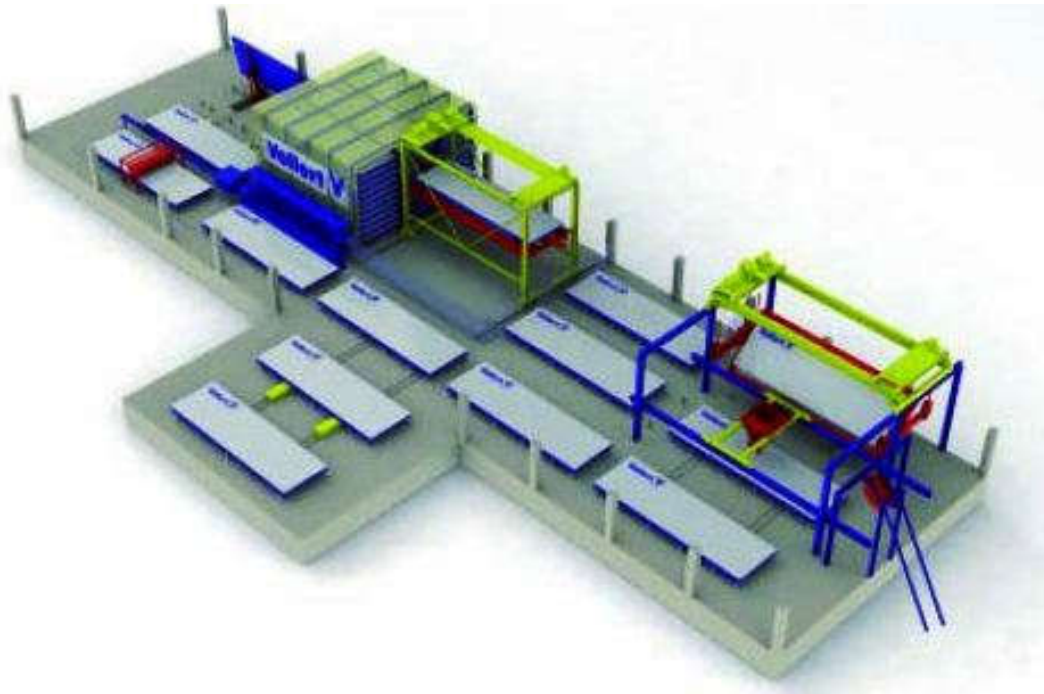
Nakon proizvodnje montažni elementi se označavaju s određenim šiframa kako bi na gradilištu prema shemi montaže odmah bilo jasno gdje ih treba ugraditi (može se dogoditi da neki elementi izvana jednako izgledaju, ali imaju različitu armaturu).



Prozvodne linije u halama

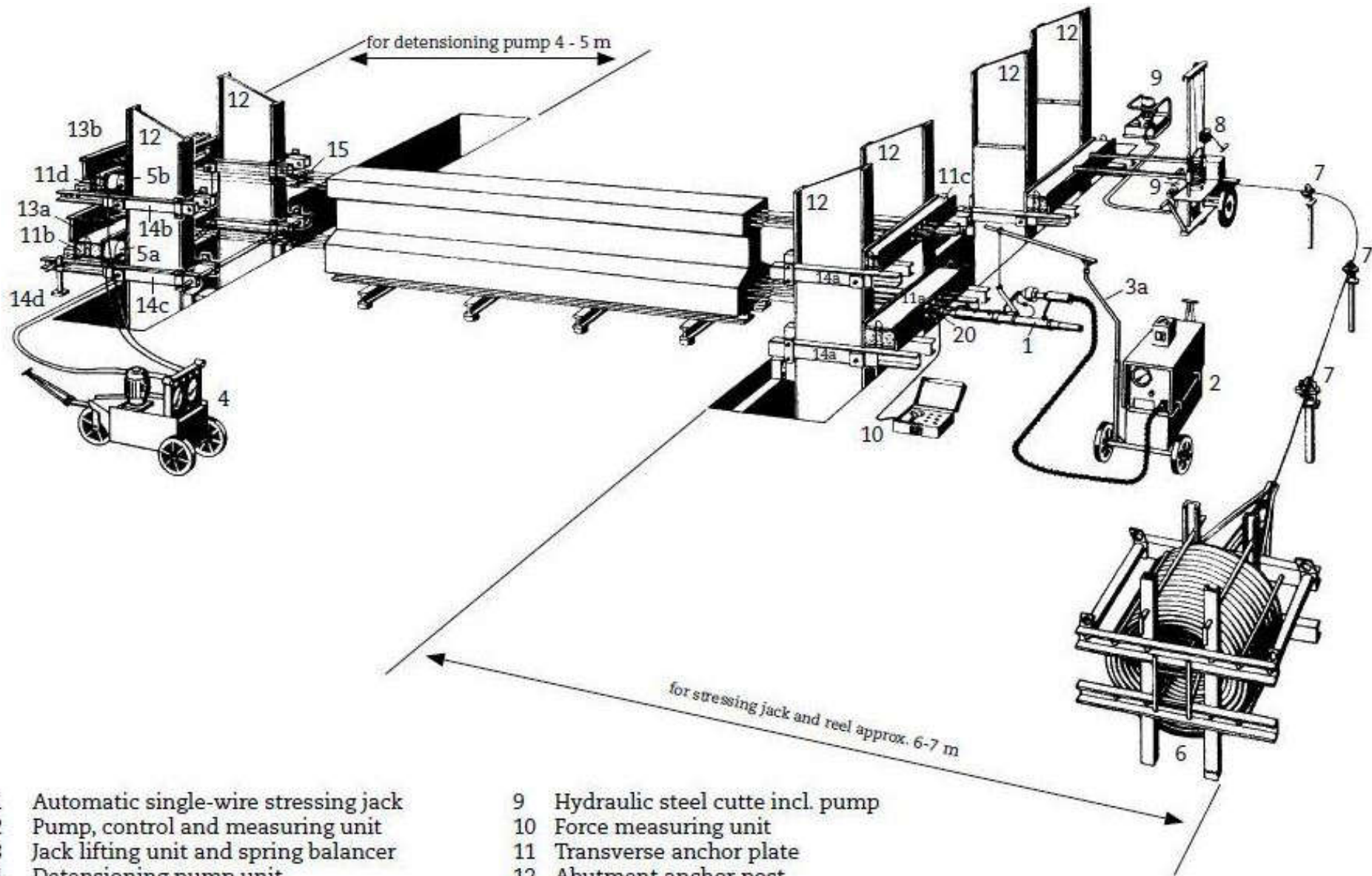






U ovom pogonu dimenzija 100 m x 25 m (u Francuskoj) predviđena je godišnja proizvodnja u dvije smjene do 110 000 m² montažnih stropno-podnih elemenata i 110.000 m² dvostrukih zidnih panela

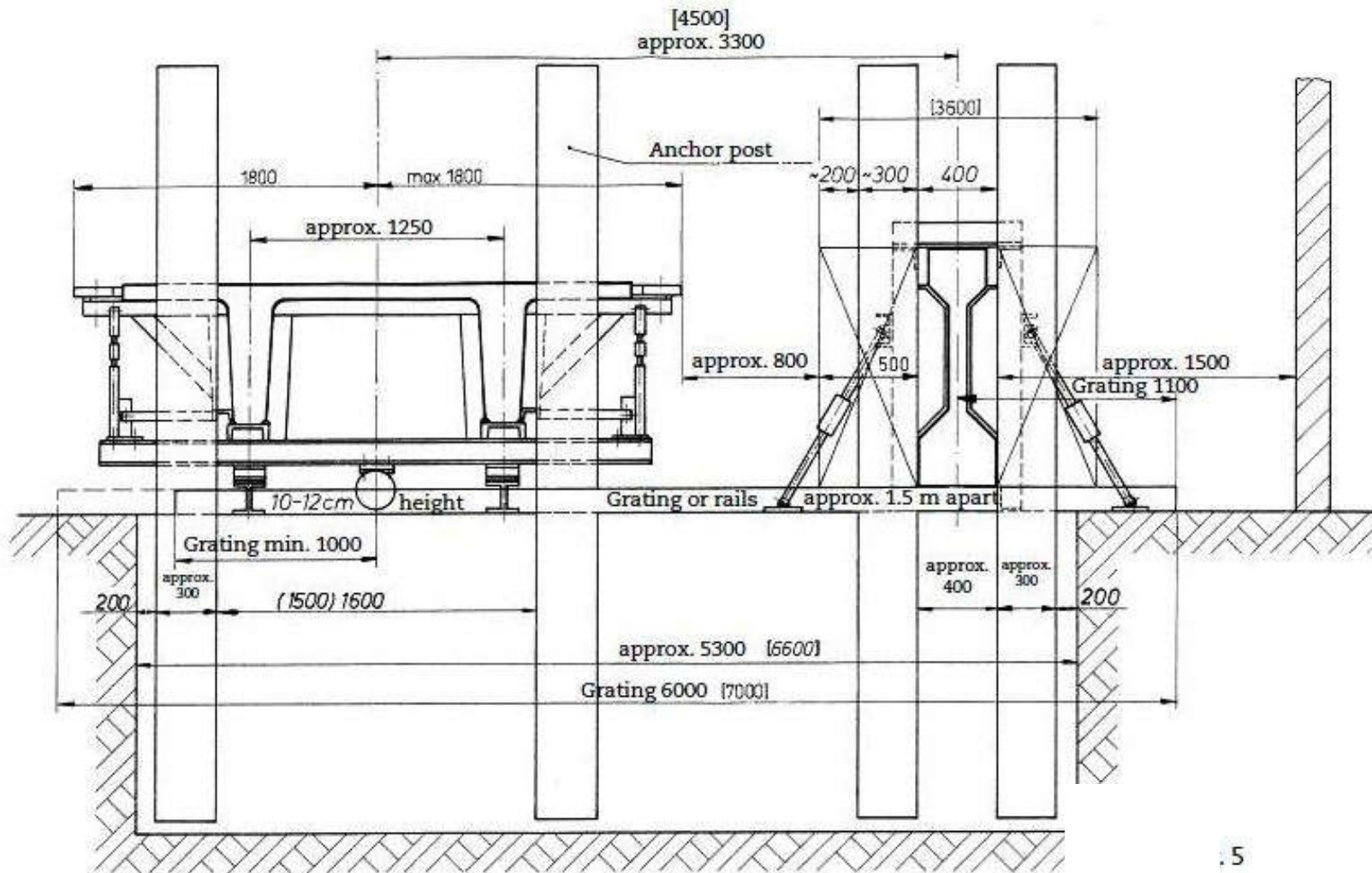




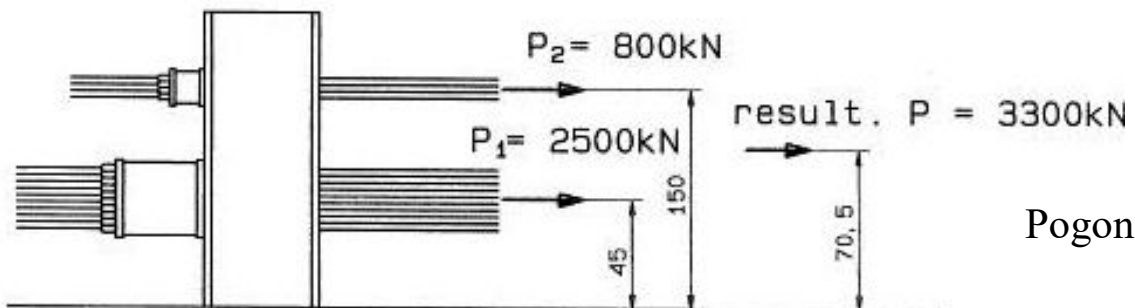
- 1 Automatic single-wire stressing jack
- 2 Pump, control and measuring unit
- 3 Jack lifting unit and spring balancer
- 4 Detensioning pump unit
- 5 Detensioning cylinder

- 9 Hydraulic steel cutter incl. pump
- 10 Force measuring unit
- 11 Transverse anchor plate
- 12 Abutment anchor post
- 13 Protection device
- 14 Supports
- 15 Wire/strand couplers
- 20 Anchor grips

Pogon za prednapregnute elemente



.5

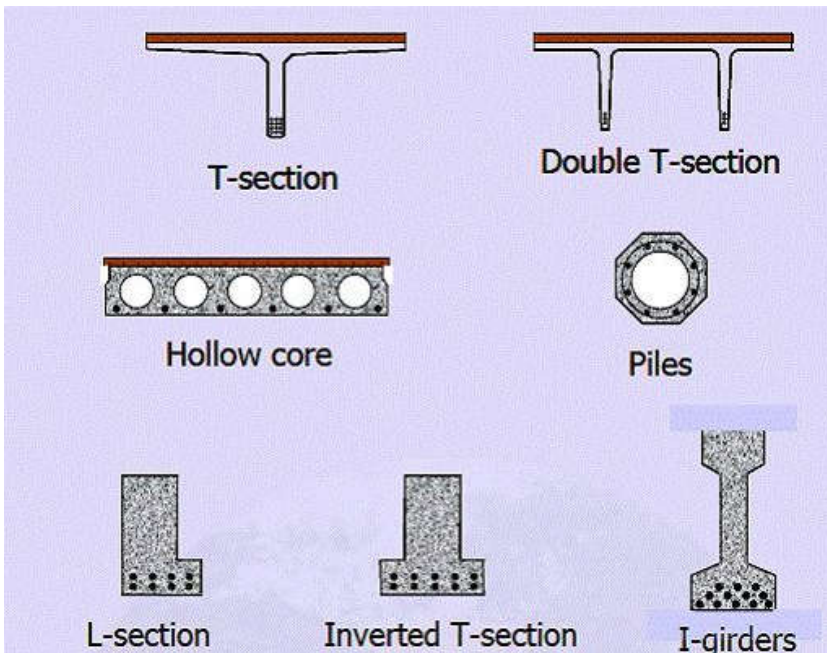


Pogon za prednapregnute elemente

Pogoni za proizvodnju montažnih
a.b. elemenata na otvorenom



Deponirani elementi nakon proizvodnje



Tipični presjeci predgotovljenih elemenata

Neke od specijalnih metoda proizvodnje (nadalje detaljnije opisane) montažnih elemenata su:

- centrifugiranje,
- vakumiranje i
- prešanje.

Posljednje dvije metode primjenjuju se i na gardilištima (na prilagođeni način – vakumiranje nije na vibro stolovima, prešanje na gradilištu je sa specijalnim vibracijskim valjcima).

Centrifugiranje

Ugradnja i zbijanje betona centrifugiranjem primjenjuje se u tvornicama gdje se proizvode elementi velikih dužina, a malih presjeka, kao što su elektrostupovi, piloti, cijevi i dr. Postupak se sastoji u tome da se vrlo masivni kalupi postave u stroj za centrifugiranje. Kalupi su od dva dijela, s otvaranjem po dužini. Najprije se na uređaj za centrifugiranje postavi jedna polovina kalupa i u njega se stavi armatura i napuni betonom. Zatim se montira druga gornja polovina kalupa, kalup se zatvori i pusti se u rotiranje. Uslijed centrifugalne sile u rotaciji beton se raspodijeli i zbije po unutrašnjem oplošju kalupa. U sredini tako oblikovanog stupa ostane kružna rupa kroz koju istječe suvišna voda koja je izašla iz betona. Nakon završenoga centrifugiranja, element se s kalupom prenosi na zavarivanje, a potom u skladište. Visokotlačna para ulazi u kalup koji je tako konstruiran.

Za navedeni tehnološki postupak važna je brzina rotacije. jer ako je premala, beton će se urušiti.

Glavna se prednost pri centrifugiranju postiže zato što se najdalje od sredine kalupa rasporede krupnija zrna betona s minimumom cementnog lijepa, a prema sredini kalupa manja zrna. Najmanja zrna i mjehurići vode i zraka, kao najlakši, ostanu bliže sredini rotacije. Na taj se način dobivaju maksimalna rubna naprezanja gdje su i najpotrebnija.

Posebnu pažnju treba posvetiti recepturi za izradu svježeg betona odabiranjem i doziranjem komponenti.

Optimalni vodocementni faktor je 0.5.



Stroj za centrifugiranje



Centrifugirani a.b. elektro -
stup kružnog presjeka



Proizvodnja a.b. centrifugiranih stupova

Vakumiranje

Tehnološki postupak ugradnje betona vakuumiranjem temelji se na poznatim odnosima vodocementnog faktora na čvrstoću tj. smanjivanjem vode postižu se veće čvrstoće. Višak vode koji smanjuje trenje među česticama betona, a nužan je za bolju i lakšu ugradnju, naknadno se odstranjuje vakuum-postupkom. Taj se postupak primjenjuje za betone vlažne konzistencije, a budući da se kombinira s vibriranjem, zbijanje je vrlo djelotvorno, samo što se višak vode i zraka odstranjuju iz betona vakuumiranjem.

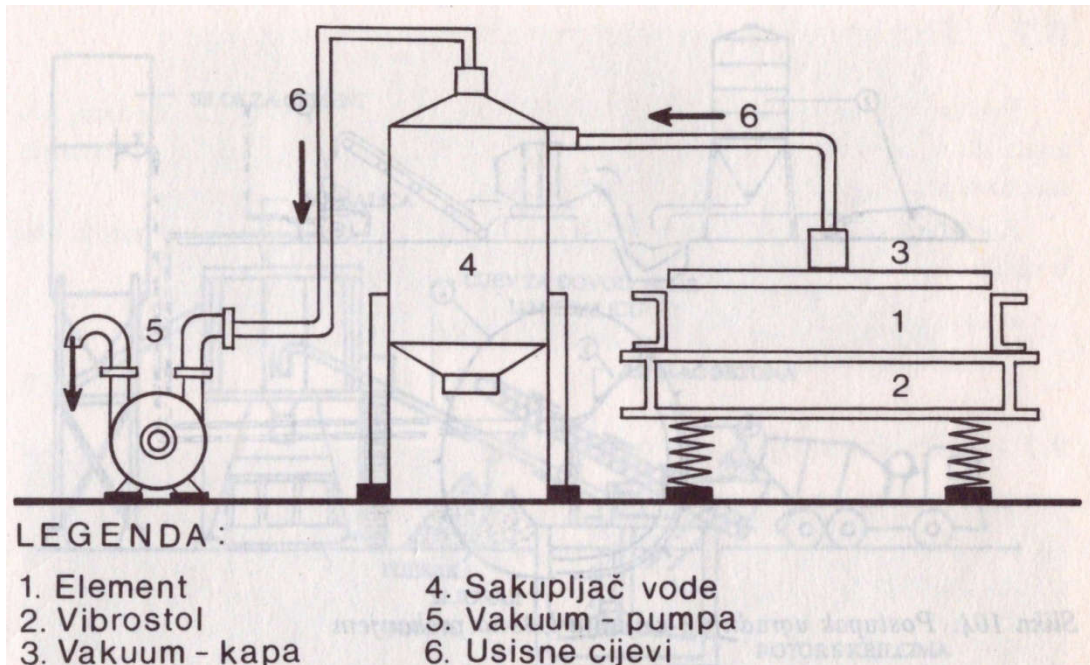
Vakuumiranjem se prije svega koristi u tvorničkoj proizvodnji elemenata, ali se može primjenjivati na objektima kod površinskih konstrukcija.

Sličan učinak može se postići primjenom superplastifikatora, i kada beton možemo izraditi s minimalnom količinom vode.

Beton je uslijed plastifikatora u žitkom stanju, te ga je lako ugraditi, a kemikalija (superplastifikator) kasnije nestane i beton ostaje vrlo gust i veće čvrstoće.

Izvlačenje vode i zraka iz betona prodire u dubinu 10–15 cm, a postupak vakuumiranja traje 2–3 minute za svakih 5 cm sloja betona.

Ugrađeni beton tim postupkom povećava početne čvrstoće betona u prvih 2–3 dana za 40–60%, a konačne čvrstoće za 20–25%. Na slici 103. prikazan je uređaj za vakuumiranje.



Vakumiranje plošnih montažnih elemenata na vibro-stolu

Vibroprešanje betonskih blokova



Prešanje



Tehnološki postupak zbijanja betona prešanjem može se izvoditi:

- hidrauličkim prešama,
- vibracijskim valjcima.

Ugradnja i zbijanje betona hidrauličkim prešama primjenjuje se u industrijskoj proizvodnji pločastih elemenata.

Beton vrlo niskog konzistentnog stanja s malim vodocementnim faktorom ugrađuje se u kalupe i preše pomoću hidrauličke preše 500–1000 tona. Elementi se nakon zbijanja mogu vaditi iz kalupa i transportirati na mjesto odlaganja. Postupak prešanja se istodobno kombinira s vibriranjem.

Zbijanje betona vibracijskim valjcima mnogo se u posljednje vrijeme primjenjuje pri građenju velikih betonskih brana. Beton koji se ugrađuje ima mali vodocementni faktor i nisko konzistentno stanje svježe mješavine, maksimalno zrna agregata iznose do 150 mm, a količinu cementa 180–230 kg/m³.

Vibracijski valjak je slične konstrukcije kao u cestogradnji za zbijanje nasipanoga materijala, ali u specijalnoj namjeni za zbijanje betona.

Transport elemenata

Organizacija transporta može biti:

- s odlaganjem montažnih elemenata na odlagalište (deponiju) na gradilištu ili
- bez odlaganja na gradilištu - ugradnja se obavlja izravno iz transportnog vozila.

U prvom slučaju potrebno je osigurati odgovarajuće odlagalište na gradilištu (prostor, troškovi) i dizalica se koristi prvo za istovar elemenata iz transportnog vozila, a poslije za prijenos s odlagališta do građevine. U drugom slučaju nije potrebno odlagalište na gradilištu i dizalica se koristi samo jednom – uzima elemente s transportnog vozila i prenosi direktno na gradilište. No, onda se transportno vozilo duže zadržava na gradilištu (istovar je brži od montaže kada dizalica mora pričekati fiksiranje elementa). Tada dobro rješenje može biti da se prikolica s elementima ostavi na gradilištu da se iz nje elementi uzimaju i montiraju, a vučno vozilo da se odmah vraća do proizvodnog pogona po novu turu elemenata (gdje ga čeka napunjena prikolica).

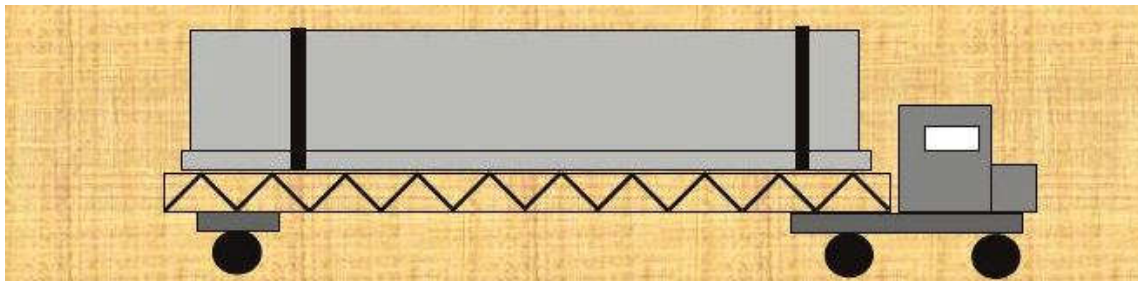
Za prijevoz montažnih elemenata mogu se koristiti odgovarajući vagoni, plovila (čak i helikopteri) i cestovna vozila:

- kamioni i kamioni s prikolicama
- vučna vozila s prikolicama na koja se prevoze elementi (povezani preko sedla)
- vozila s niskim postoljem (tzv. trejleri)
- vučna vozila s prikolicom i nosivom čeličnom konstrukcijom koja se oslanja na vučno vozilo i prikolicu
- vučna vozila s prikolicom kod kojih montažni element sam sebe nosi naliježući slobodno preko sedla na vučno vozilo i prikolicu

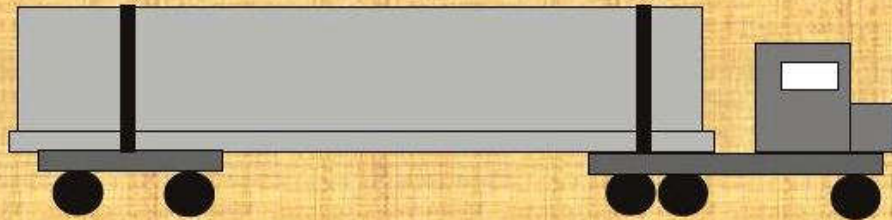


Transport cjelokupnih rasponskih konstrukcija mosta plovnim dizalicama i remorkerima (gore) i transport gredne rasponske konstrukcije mosta s posebno konstruiranim samohodnim transporterom (lijevo i dolje)





Transport montažnog nosača vozilom s posebnom nosivom konstrukcijom



Transport montažnog nosača koji se sam oslanja na vučno vozilo i prikolicu



Cestovni i željeznički transport



Prijevoz krovnih a.b. nosača s olakšavajućim otvorima (okomiti na uzdužne grede na stupovima)



Prijevoz lameliranih nosača

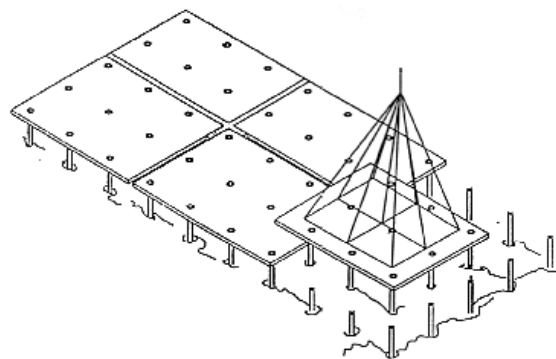
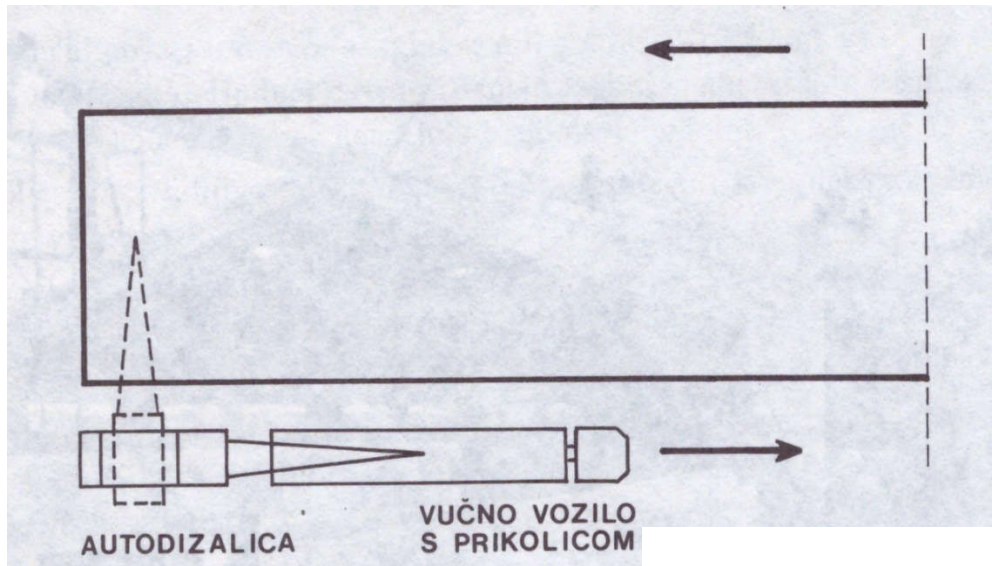


Montaža s transportnog vozila

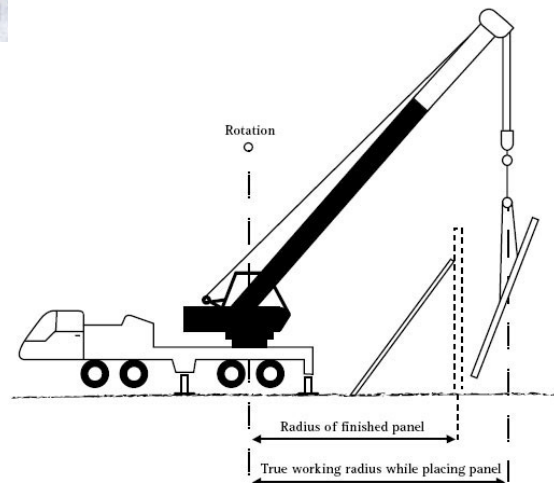
Montaža

Montaža se obavlja na gradilištu prema planu (shemi) montaže, pod nadzorom stručne osobe i uz primjenu odgovarajućih mjera zaštite na radu.

Radna grupa za montažu uz dizalicu (najčešće mobilnu) i njenog rukovatelja (po potrebi i signalista) sastoji se od montera (4 radnika) koji rade na montaži i izradi spojeva elemenata. Od opreme se obično koristi još i pomična montažana radna skela.



The Large Precast Flat Slab System

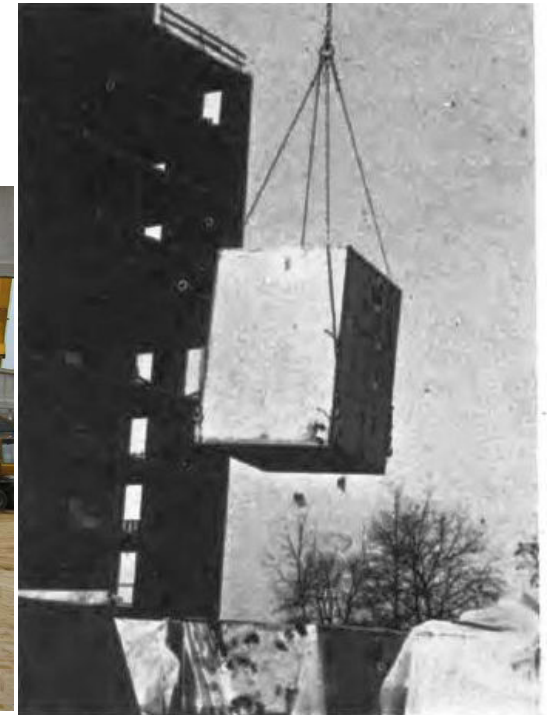


Operacije u procesu montaže su redom:

- Priprema (tačno niveliranje) ležaja u koji će se staviti element (npr. temeljna čašica za stup) ;
- Priprema elementa za montažu (ovisno o elementu) – kontrola dimenzija i provjera da nije oštećen prilikom transporta ili deponiranja, obilježavanje težišta, mjesta gdje će se zahvatiti, težine i dr.;
- Zahvaćanje elementa na jednom ili više mjesta (ovisno o obliku i težini) – može biti pomoću ubetoniranih kuka, ostavljenih rupa (kroz koje se provlače elementi za zahvaćanje – šipke / klinovi ili vijci), specijalne papuče ili obujmice (kod težih elemenata) ili neposredno zahvaćanje čeličnim užetom (treba obložiti daskom ili sl. oštre ivice elementa da se ne oštete);
- Prijenos elementa dizalicom (ako je autodizalica mora postaviti stabilizatore, a dizalica na gusjenicama obično se može i vrlo polako kretati s teretom) – nakon što se element podigne 0,5 m treba provjeriti da li je veza dobra);
- Postavljanje elementa u ležaj i privremeno učvršćivanje (ako je element u labilnoj ravnoteži) – sve do tada dizalica ga mora pridržavati (zato ciklus rada kod montaže traje dosta dugo);
- Kontrola položaja (da li je u granicama dozvoljenog odstupanja):
- Trajno fiksiranje – izrada spoja – veze (ovisno o materijalu od kojeg je element – npr. kod betonskih može biti s ljepilima na bazi epoksi smola ili betonom/mortom odgovarajućeg sastava).



Montažna temeljna čhašica (desno s privremeno fiksiranim stupom)



Prijenos grednih nosača hale, krovnih nosača dvorane i sanitarne kabine na mjesto ugradbe

Stabilitet

Montažno građenje znači sastavljati prefabricirane elemente u gotovu konstrukciju objekta, pri čemu ima značajnu ulogu veličina, oblik te stabilnost tih elemenata tijekom montaže.

Osiguranje stabilneta, geometrijske točnosti i kvaliteta prefabriciranih konstrukcija u stanju montaže ima posebno značenje za tehnologiju i organizaciju provedbe montažnog građenja, kao i za sklop racionalnih mehanizama, s temeljnom svrhom da se poveća učinkovitost montažne izgradnje.

Neprekidan razvitak montažnoga načina građenja traži za svoje usavršavanje rješenje mnogih zadataka koji su povezani s povećanjem učinkovitosti toga načina građenja. Jedan od važnih i glavnih čimbenika učinkovitosti i sigurnosti procesa montaže jest proračun te osiguranje stabilneta i nepromjenjivosti geometrijskog oblika konstrukcije tijekom montaže. Stabilitet, kao važan čimbenik tijekom montaže konstrukcijskih elemenata, istodobno je s drugim elementima složenoga dinamičkog sustava montažnog građenja usko povezan. Taj čimbenik, kao i nepromjenjivost geometrijskoga oblika konstrukcijskih elemenata objekta

čine glavnu skupinu uvjeta za sigurnu organizaciju proizvodnje na gradilištu, što se očituje i u vremenskom i u prostornom napredovanju montaže.

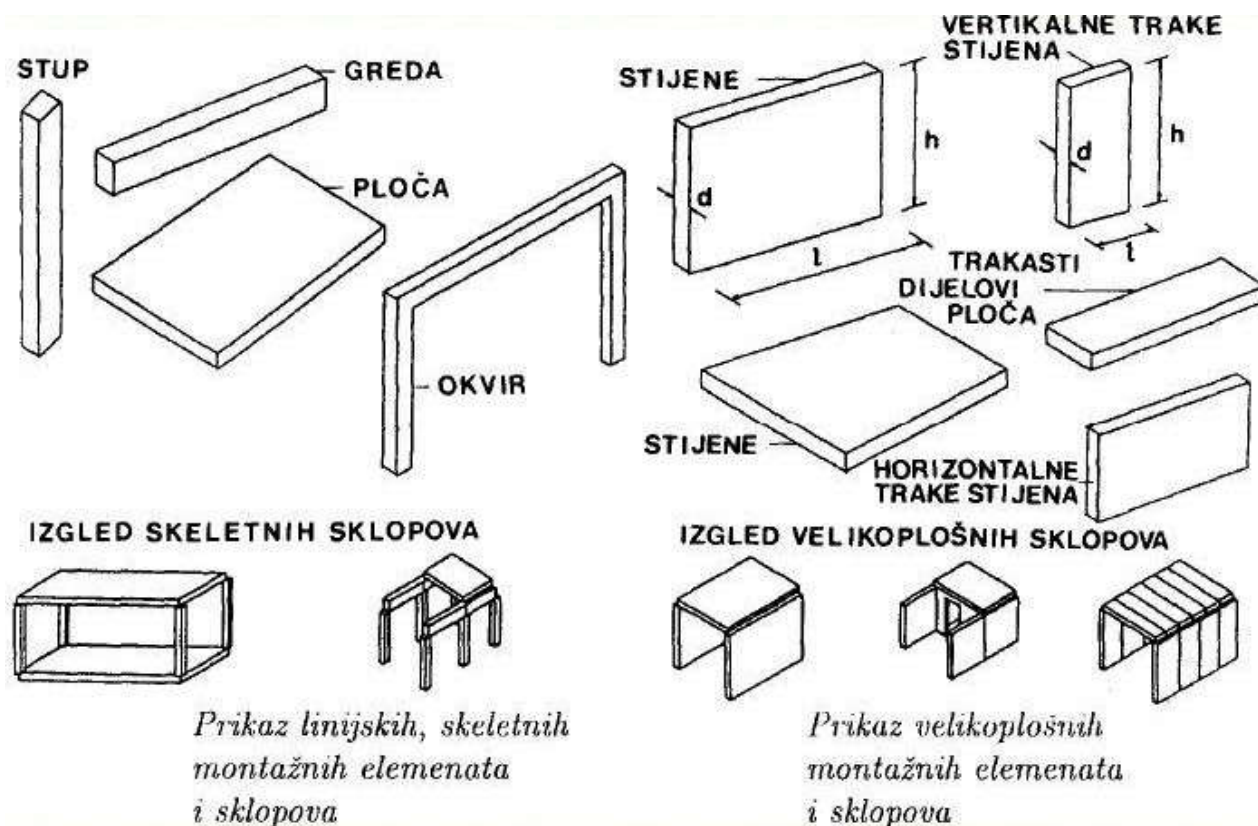


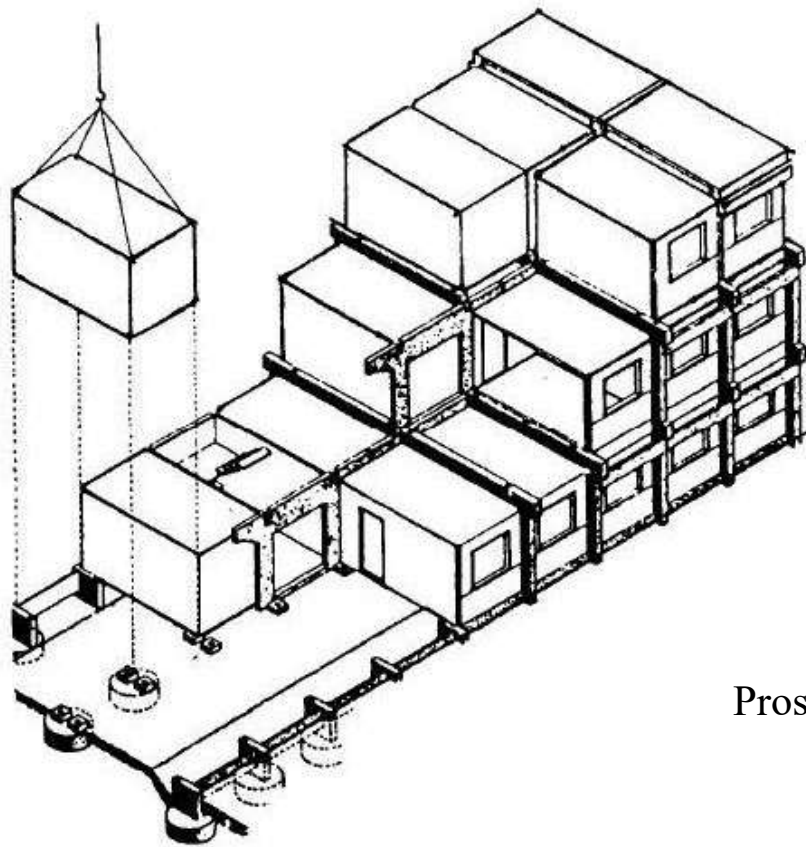
Vrste - podjele montaže

- obzirom na oblik montažnih elemenata i konstrukcijski sastav građevine,
- obzirom na redoslijed ugradnje prema vrsti elemenata,
- obzirom na položaj dizalice u odnosu na građevinu u koju se ugrađuju elementi,
- obzirom na broj korištenih dizalica,
- obzirom na tip građevine (visinu zgrade) i vrstu montažnih elemenata,
- obzirom na organizacijsko proizvodne metode.

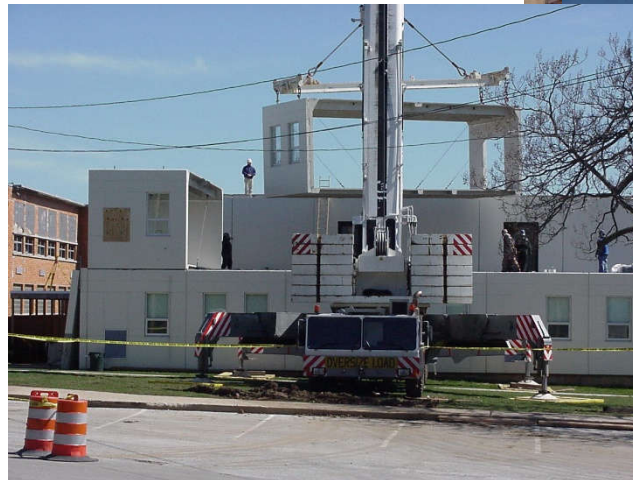
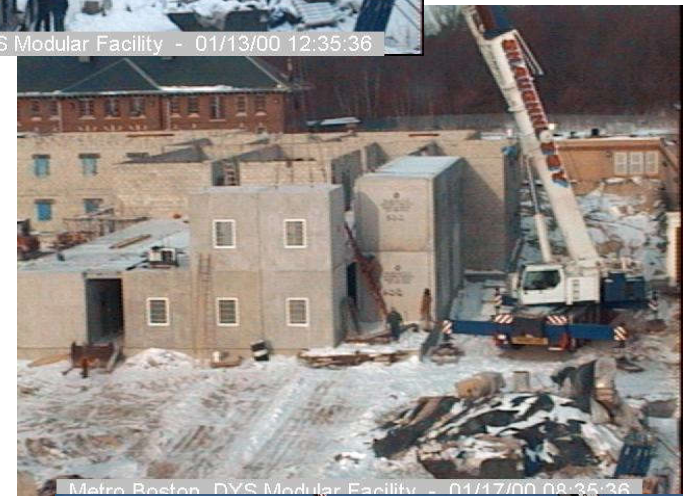
Prema obliku montažnih elemenata montaža može biti:

- linijska ili skeletna (ako je ugradnja štapnih montažnih elemenata (stupovi, grede, okviri) s odgovarajućim stropnim elementima,
- velikoplošna montaža (ako je ugradnja velikoplošnih elemenata (zidovi, stropne ploče i sl.),
- prostorna montaža (ako je gradnja prostornih jedinica – npr. cijelih prostorija, a najviše je isplativo za sanitarne čvorove jer oni iziskuju najviše rada radnika).





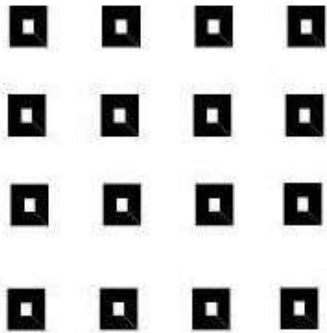
Prostorna montaža



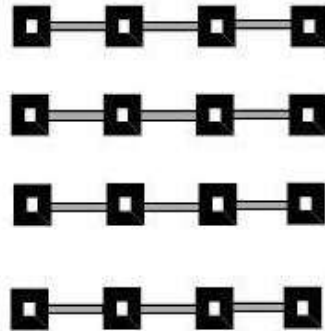
Prema redosljedu ugradbe vrste montažnih elementa može biti:

- metoda diferencirane montaže (montažni elementi ugrađuju se u ukupnom broju komada po vrsti elementa – npr. prvo svi temelji, pa svi stupovi, pa sve nadtemeljne grede itd.)
- metoda kompleksne montaže (kombinirana montaža svih montažnih elemenata nosive konstrukcije u jednom polju građevine (obično hale) između dvije osi stupova)
- kombinirana metoda (kombinacija diferencirane i kompleksne montaže na jednoj građevini – npr, kod jednorasponskih hala bez srednjih stupova kod kojih se temelji, onda stupovi i nakon njih temeljne grede ugrađuju diferenciranom metodom, a ostali montažni elementi kompleksnom)

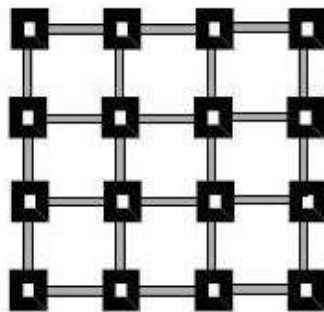
1)



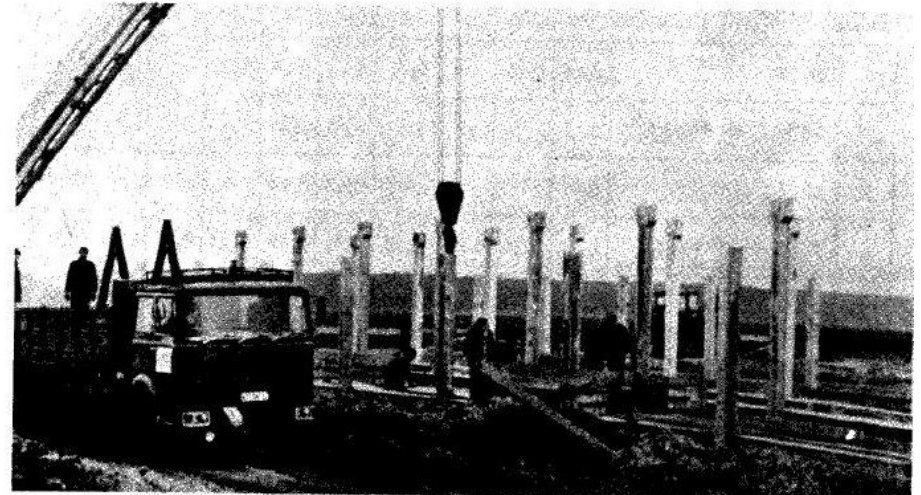
2)

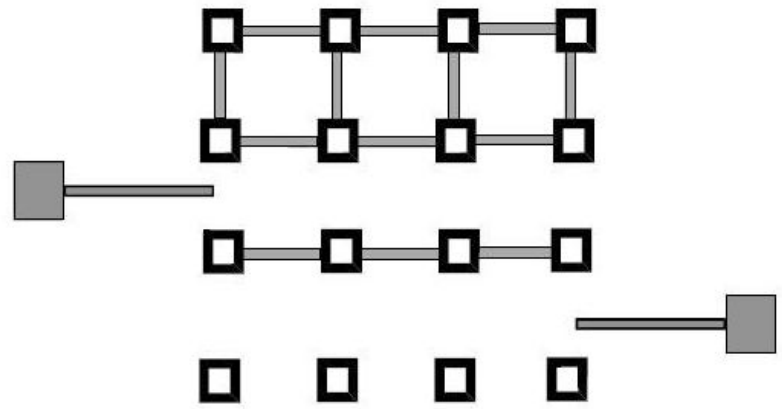
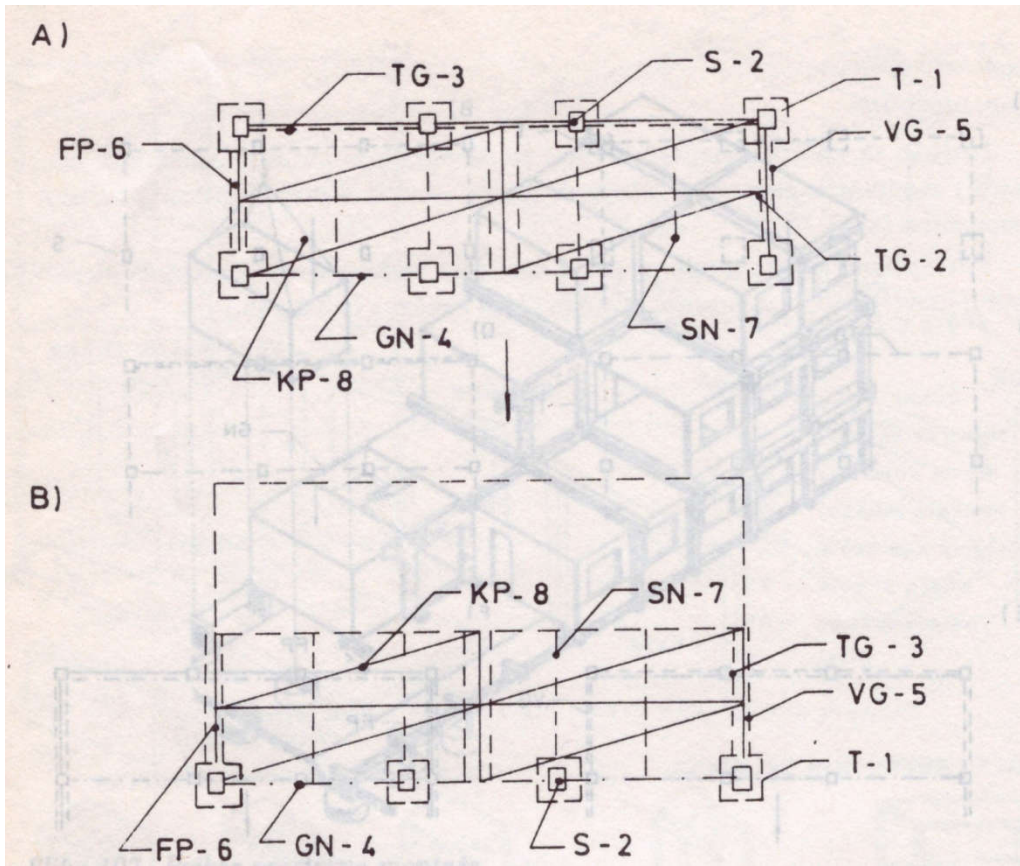


3)

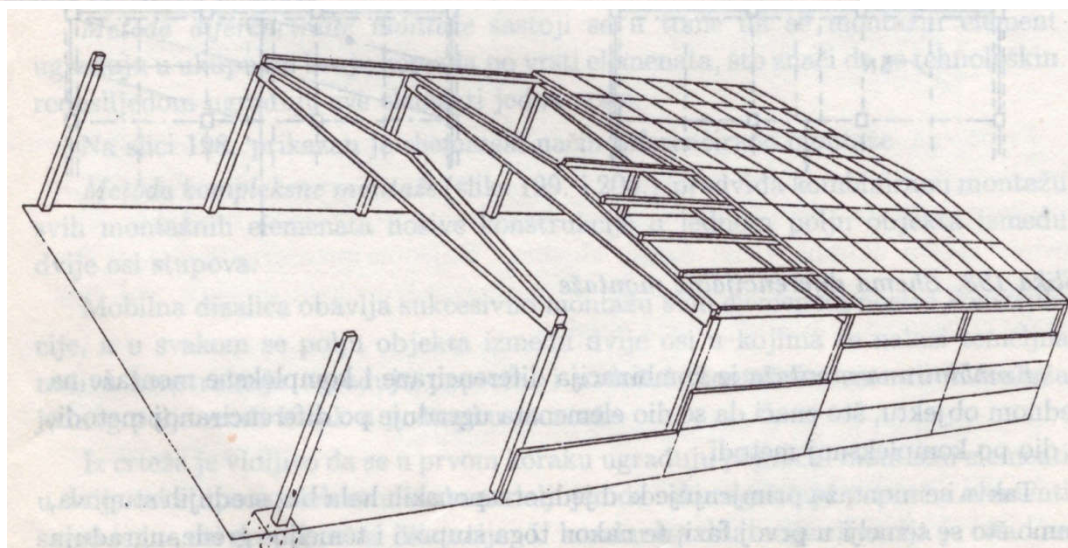


Diferencirana montaža (hale)



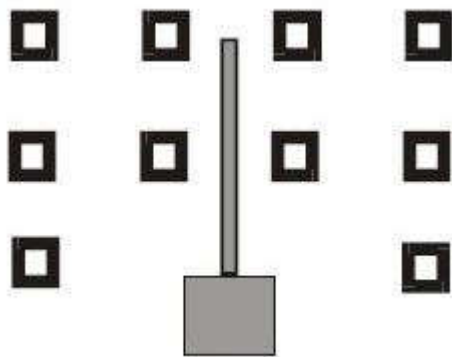


Kompleksna montaža (hale)



Prema položaju dizalice montaža može biti:

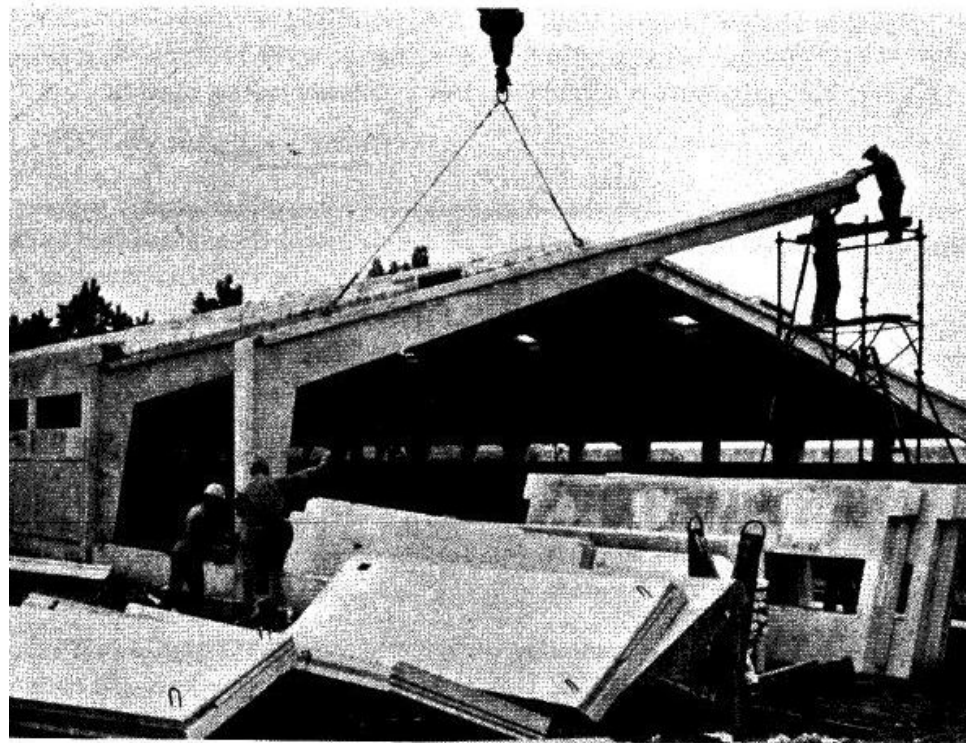
- čelna
- bočna i
- kombinirana čelna i bočna (Moguće su razne varijacije kombinirane montaže koje se primjenjuju ovisno o obliku i širini građevine, težini elementa, vrsti / nosivosti dizalice i dr.)



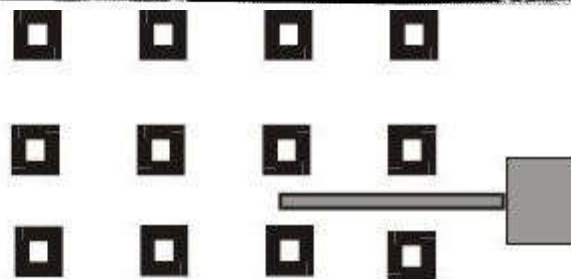
Čelna montaža



Bočna montaža



Kompleksna bočna montaža

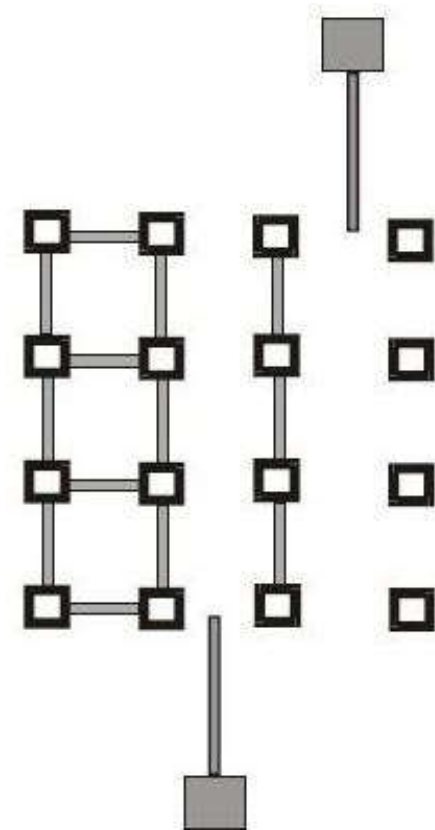
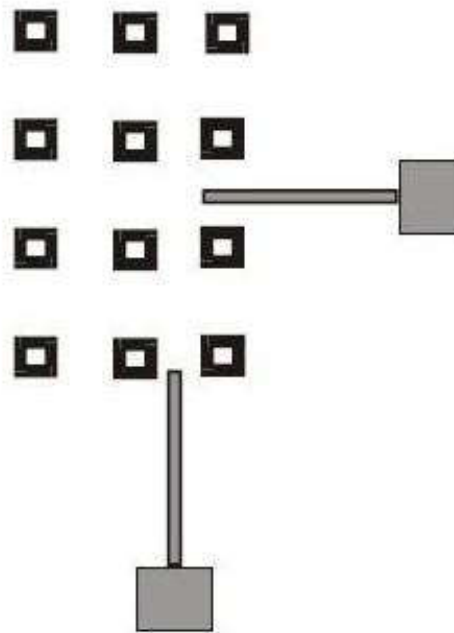


Obzirom na broj korištenih dizalica montaža može biti:

- s jednom,
- s dvije,
- s više od dvije dizalice.

Dvije i više dizalica primjenjuje se kada jedna sama ne zadovoljava s nosivosti i kada se želi ubrzati montaža

Kombinirana montaža s
dvije dizalice: čelno i bočno

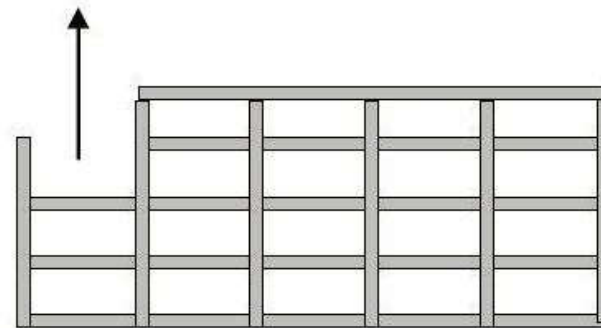


Kombinirana montaža
s dvije dizalice bočno

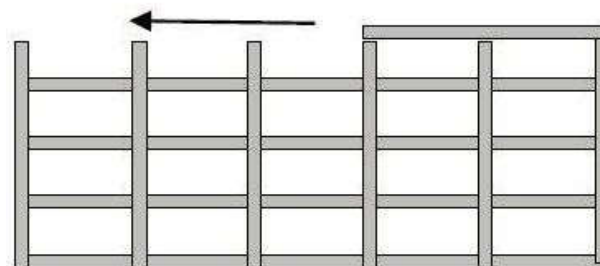
Prema vrsti objekta, odnosno visini gradnje objekta, te prema potrebnim predradnjama na montažnim elementima, montaža može biti:

- blok montaža (prostorna montaža kada se cijeli sklopovi ili prostorne jedinice sklapaju u cjelinu i onda tako ugrađuju – najviše kod stambenih zgrada gdje su sklopovi "kabine" sa zidovima i podnom i stropnom pločom),
- horizontalna montaža (kod višekatnih zgrada koje imaju veću dužinu etaže za montažu velikoplošnih elemenata i kod prizemnih gospodarskih objekata za montažu velikoplošnih i linijskih elemenata),
- vertikalna montaža (kod višekatnih skeletnih zgrada manjih tlocrtnih dimenzija),
- predmontaža (kada se od pojedinačnih montažnih elemenata prije montaže sastavlja veliki montažni element za velike raspone – često se sastavljaju prednaprezanjem – npr. kupole i sl.).

Vertikalna montaža



Horizontalna montaža



Poznate su još i metode :

- narastanja (kada građevina tijekom montaže raste od dolje prema gore – kao što je prethodno pokazano za visokogradnju, ali može i kod brana od lučnih montažnih elemenata, televizijskih antenskih stubova, rezervoara i dr.),
- podrašćivanja (*slab lifting* – dolje izrađene stropne ploče podižu se hidraulič. dizalicama),
- slobodne montaže (kod mostova – s gotovog, već montiranog dijela konstrukcije obavlja se montaža sljedećih dijelova – obično uz pomoć derik kрана i plovne dizalice),
- navlačenja (kod mostova se sklopljena čelična konstrukcija navlači preko stupova),
- navoženja (kod mostova se gotova konstrukcija, obično dopremljena vodenim putem nanosi okomito na os mosta).

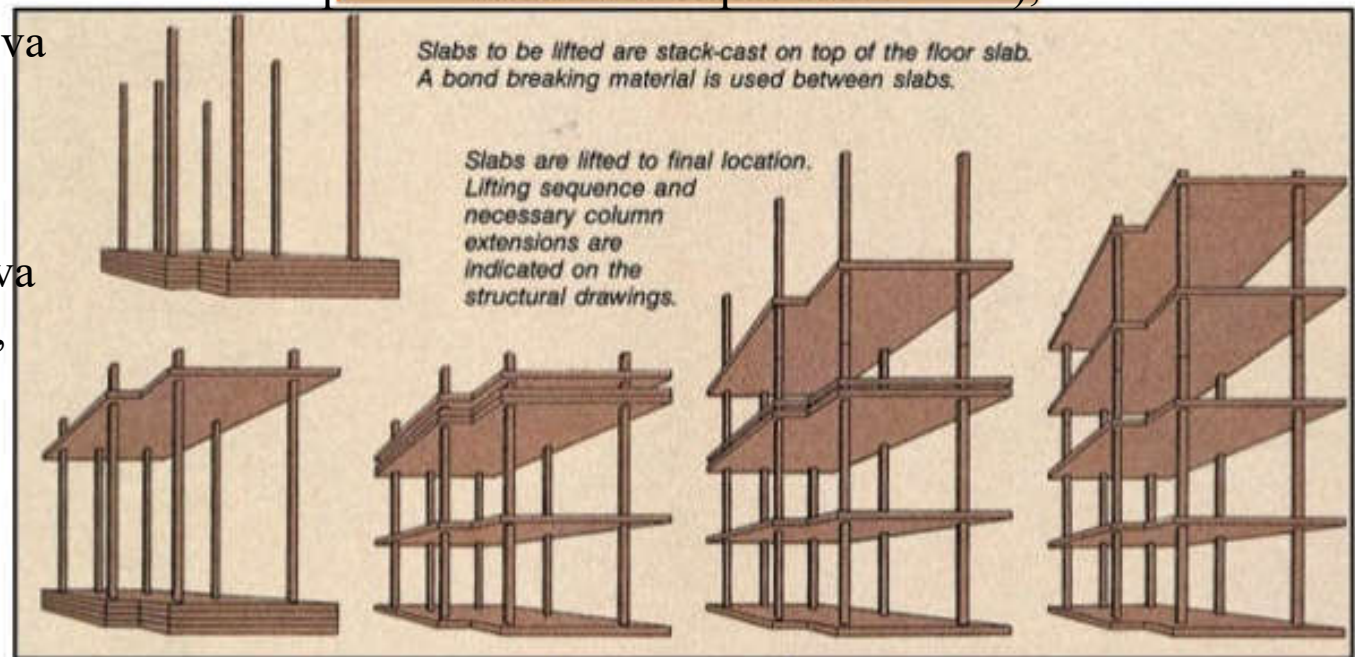


Figure 1. The lift slab technique reduces costs for multistory buildings by eliminating most formwork. A typical lifting sequence is illustrated above.

Lift slab construction is a method of constructing concrete buildings by casting the floor or roof slab on top of the previous slab and then raising the slab up with hydraulic jacks, so being cheaper and faster as it does not need forms & shores as it is needed for cast-in-place slabs. Lift-slab construction can be more economic than conventional construction when the building is vertically uniform, such as for hotels, apartment buildings, and dormitories, and where the slab designs are repetitive.

S obzirom na organizacijski postupak montaža može biti:

- postupna (gradi se jedna po jedna građevina – npr. kod niza hala, pa je maksimalno trajanje, ali je istovremeno potrebno najmanje resursa za rad),
- usporedna (istovremeno se grade sve građevine – minimalno trajanje i potrebni istovremno maksimalni radni resursi)
- taktna montaža (radi se u taktovima – ni najkraće vrijeme ni maksimalni resursi, ali najčešće najbolje rješenje).

U odnosu na jednu građevinu montaža se provodi postupno, ali ako je više istih ili sličnih građevina oni se gledaju kao građevinske jedinice projekta, pa je u odnosu na projekt (cijelo gradilište) montaža taktna.



PREMA UZORU NA SUSTAV STAMBENE GRADNJE U EU Građevinari se vraćaju brzom montažnoj gradnji

Jedna od prednosti montažnog skeletnog sustava gradnje je i manja potrošnja betona

Objavljeno u *Glasi Slavonije*, 12. prosinca 2012.



Gradnjom stambeno-poslovne zgrade u Osijeku osječka *Gradnja* uspješno je revitalizirala sustav montažne stambene gradnje prema tzv. IMS tehnologiji građenja. Ova je tehnologija razvijena u Institutu za ispitivanje materijala a.d. iz Beograda prema ideji akademika Branka Žeželja i predstavlja suvremeni sustav montažnog građenja u skeletnom sustavu.

- Prednosti montažnog skeletnog sustava primjenom naknadnog prednaprežanja su izuzetna tehnička svojstva, efikasna organizacija i projektiranje upotrebom kataloških elemenata osnovne konstrukcije, manje betona i armaturnog čelika, ekonomičnost proizvodnje i brza montaža, pojašnjavaju iz *Gradnje*.

No, stručni tim osječke *Gradnje*, otišao je i korak dalje - inovirali su ovaj sustav najsuvremenijim tehnološkim rješenjima.

Ističu, naime, kako su **uklopili montažne fasadne betonske panele s izuzetnim energetske svojstvima, koji su na ovom projektu omogućili dobivanje energetske certifikata razreda B,** uz površinsku obradu fasade u raznim teksturama.

Primjenom IMS tehnologije građenja, jedinstvenog industrijskog sustava za stambenu gradnju, u Osijeku je već ranije sagrađen veći broj objekata. **Vrlo slični sustavi primjenjuju se diljem EU kao i u gradovima mnogih zemlja - Rusije, Kine, Kube, Filipine, Etiopije, Angole**

-Kao što je **tijekom više od pola stoljeća primjene** osigurala krov nad glavom stotinama tisuća obitelji, IMS tehnologija građenja može se primijeniti i danas za brzu, ekonomičnu i kvalitetnu gradnju stambenih, poslovnih i ostalih objekata, otpornih i na seizmičke utjecaje, smatraju u *Gradnji*. (D.Kuštro)

- Na web stranici je priložen i članak o ovoj temi iz *Građevinara*.



Proizvodnja IMS elemenata na otvorenim pogonima (gore) i u halama (dolje – “tvornice staniova”)





Postavljanje IMS stupova koji prolaze kroz nekoliko etaža
(ispod privremeno fiksirani) i stubišnog kraka



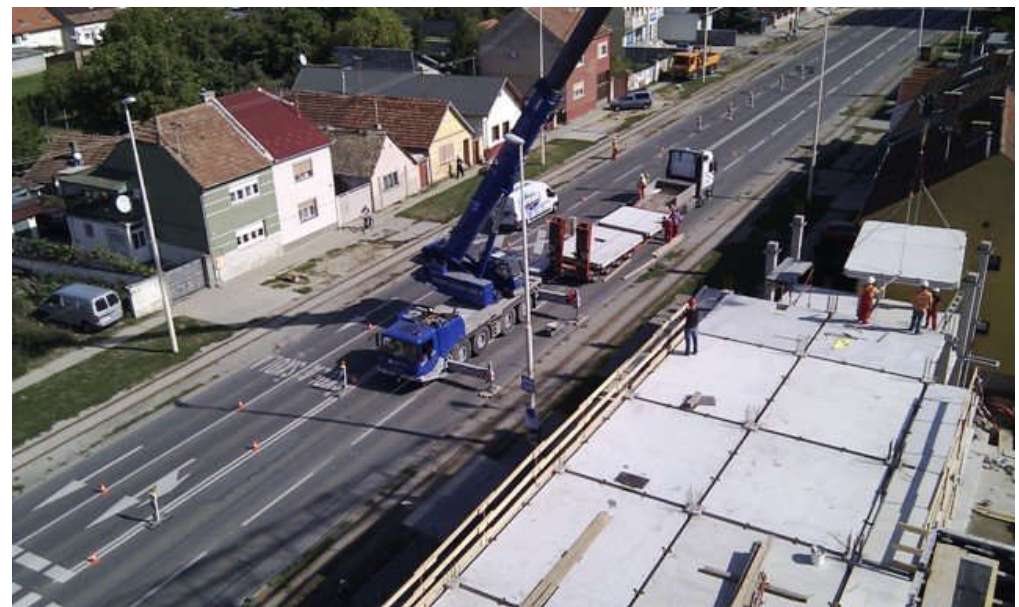


IMS stropne ploče (ispod se vide i konzolne za balkone) za stambenu visokogradnju





Povezivanje stropnih ploča i stupova je prednaprežanjem na gradilištu (kablovi za prednaprežanje prolaze kroz rupe u stupovima) - manometrom se provjerava pritisak, tj. unešena sila u kablove



ZA BOLJE RAZUMIJEVANJE nastavnog gradiva preporuča se na YouTube pogledati filmove o obradi armature i amiranju, kao što su npr.

- TEHNA d.o.o. (<https://www.youtube.com/watch?v=oRg9c91zqV4>),
- Fabrika No2 (<https://www.youtube.com/watch?v=E-DQ2cPbyo0>),
- Put inženjering - Prefabrikovani betonski elementi (https://www.youtube.com/watch?v=4_bzi1nhi5g),
- Montaza konstrukcije - Velvet Trade Vogosca (<https://www.youtube.com/watch?v=qQXVc-1v0gQ>)
- GP Krk - Montažne hale (<https://www.youtube.com/watch?v=rDzhuwj-BRQ>),
- Armirano-betonski montažno konstruktivni elementi (prefabrikacija,hale) (<https://www.youtube.com/watch?v=k2RZnwkPJ5o>),
- Prednosti i nedostaci montažnih kuća (<https://www.youtube.com/watch?v=6GyaxuvHkk8>),
- Niskoenergetske montažne kuće Domprojekt - prikaz montaže (<https://www.youtube.com/watch?v=8qqvK5Qwg70>),
- Zgrada od 30 spratova za 360 sati. Samo u Kini (https://www.youtube.com/watch?v=T67yy_pix6I),
- Ovako izgleda OSAM DANA GRADNJE bolnice u 60 SEKUNDI *Wuhan,China* (<https://www.youtube.com/watch?v=VMAhqtaGAWY>),
- Kako se grade mostovi u Kini (<https://www.youtube.com/watch?v=cFQbTlARJaE>)
- Suvremenici - Bogdan Budimirov (<https://www.youtube.com/watch?v=2PcPnDUTHr8>)

PITANJA – za utvrđivanje gradiva i usmeni ispit

- Što se podrazumijeva pod industrijskim građenjem?
- Koliko posto je udio montažne gradnje kod polumontažnog građenja?
- Koji je udio montažnih elemenata na građevini kod potpune montaže?
- Koje su karakteristike industrijskog građenja?
- Što je potrebno da bi industrijsko građenje bilo ekonomično?
- Koji su problemi građenja s montažnim elementima?
- Koje su faze industrijskog građenja?
- Kojim montažni elementi se proizvode centrifugiranjem?
- Kakav se raspored zrna agregata u poprečnom presjeku stupa postiže centrifugiranjem?
- Što se iz betona izvlači vakumiranjem i do koje dubine (debljine) elementa djeluje vakumiranje?
- Beton s kakvom konzistencijom se može obrađivati prešanjem?
- Koji su načini organizacije transporta obzirom na potrebu deponiranja elemenata?
- Koja cestovna vozila se koriste za prijevoz montažnih elemenata?
- Koje su operacije u procesu montaže?
- Kako se mogu zahvaćati montažni elementi za prijenos dizalicom?
- Koje dizalice se najviše koriste za montažu hala i sl. građevina?
- Što mogu pri montaži dizalice na gusjenicama za razliku od auto-dizalica?
- Do kada dizalica mora pridržavati prenošeni montažni element?
- U kojem slučaju se element ne mora privremeno fiksirati nakon postavljanja u ležaj?
- Kakva montaža može biti prema obliku montažnih elemenata?
- Kakva montaža može biti obzirom na redoslijed ugradbe vrste montažnih elementa (kratko opisati te vrste montaže)?
- Kakav može biti položaj dizalice u odnosu na građevinu u koju se ugrađuju prenošeni elementi?
- Kakva je horizontalna, a kakva vertikalna montaža i gdje se primjenjuju?
- Kakva može biti montaža s obzirom na organizacijski postupak?