

i dušičnoj kiselini. U prisutnosti vlage oksidira se na zraku do trioksida. Može se dobiti prevođenjem molibden(V)-klorida preko metalnog molibdена ili njegovom redukcijom vodikom.

Molibden(V)-klorid MoCl_5 je sivocrni kristalni prah gustoće $2,93 \text{ g/cm}^3$. U vodi se ne otapa, a topljav je u bezvodnim organskim otapalima. Dobiva se kloriranjem metalnog praškastog molibdена. Najvažniji je halogenid molibdена, a služi za pripravu vrlo čistog molibdена i kao međuproduct u proizvodnji heksakarbonilmolibdena.

Molibden(VI)-fluorid MoF_6 tali se na $17,5^\circ\text{C}$, vrelište mu je na 35°C , a gustoća $2,55 \text{ g/cm}^3$ (17°C). Jedini je definiran fluorid molibdена. Postojan je na zraku i prema kloru. Dobiva se izravnom reakcijom fluora s finim prahom molibdена.

Halkogenidi. Molibden tvori seriju homolognih spojeva sa sumporom, selenom i telurom, koji su donekle slični oksidima. Seskvihalkogenidi općenite formule Mo_2X_3 (X = halkogeni element S, Se ili Te) mogu se pripraviti izravnom reakcijom elemenata na povišenoj temperaturi. Izomorfn dihalkogenidi, MoX_2 , kristaliziraju u heksagonalnom kristalnom sustavu i posjeduju sposobnost podmazivanja metalnih površina.

Molibden(IV)-sulfid (molibden-disulfid) MoS_2 najvažniji je molibdenov mineral (molibdenit) i glavni je izbor molibdена u proizvodnji feromolibdена, čistog molibdена i njegovih spojeva. Tamnosive je boje i metalnog sjaja. S kisikom se oksidira u molibden-trioksid, s klorom prelazi u pentaklorid, s fluorom u heksafluorid, vodik ga reducira djelomično u metalni molibden. Čisti molibden-disulfid izvrsno je sredstvo za podmazivanje u obliku suhog filma ili kao dodatak uljima ili mastima za maziva. Taj spoj zadržava sposobnost dobrog podmazivanja i u vrlo različitim i ekstremnim uvjetima, pa su neki kritični dijelovi modula kojim se 1969. godine prvi čovjek spustio na Mjesec bili njime podmazani. Osim toga, molibden(IV)-sulfid služi kao punilo u proizvodnji umjetnih vlakana a također i kao katalizator u reakcijama hidrogenacije i dehidrogenacije.

Kompleksni spojevi molibdена. Osim niza kompleksnih spojeva koji se odvode od molibdenskih kiselina, molibden stvara više kompleksa s halogenima, vodom, hidroksidom, cijanidom i tiocijanatnom skupinom kao ligandima. U tim se kompleksima molibden pojavljuje kao središnji atom s različitim koordinacijskim brojevima (4, 6 i 8) i u nižim valentnim stanjima. Veće značenje imaju oktacijano-kompleksi, u kojima je molibden četverovalentan ili peterovalentan, $\text{Mo}(\text{CN})_8^{4-}$ i $\text{Mo}(\text{CN})_8^{3-}$.

Heksakarbonilmolibden $\text{Mo}(\text{CO})_6$ krutina je bijele boje s gustoćom $1,96 \text{ g/cm}^3$. Na temperaturi 150°C raspada se bez taljenja, a na nižim temperaturama je stabilan i otrovan. U vodi je netopljiv, a otapa se u organskim otapalima (eter, aceton). Dobiva se iz molibden(V)-klorida reakcijom s ugljik-monoksidom i cinkovim prahom pod povišenim tlakom u eteru. Primjenjuje se za nanošenje molibdена na metale i keramiku.

Organomolibdenovi spojevi. Poznati su mnogi organomolibdenovi spojevi, a neki se od njih i praktički primjenjuju. Molibden tvori kelate s dušikom, sumporom i kisikom, estere s alkoholima, fenolima i hidroksi-kiselinama, a također alkilne i arilne derive. Molibden-acetylaceteton upotrebljava se kao katalizator u polimerizaciji etilena i proizvodnji poliuretanskih pjena, molibden-oksalsat primjenjuje se u nekim fotokemijskim sustavima, a molibden-ditiokarbamat je dodatak mazivima.

PROIZVODNJA MOLIBDENA U SVIJETU

Najviše se molibdena proizvodi u Zapadnim zemljama, od toga oko $3/4$ u SAD, a velike se količine proizvode i u Kanadi i Čileu (tabl. 1). U SAD proizvelo se 1943. godine 28 000 t molibdenovih rudnih koncentrata, poslije rata (1949. godine) proizvodnja je opala na 10 200 t, da bi tek 1955. godine dosegla godišnju proizvodnju u vrijeme drugoga svjetskog rata. Međutim, tu količinu proizvelo je već 1974. godine samo jedno poduzeće vezano uz najveći svjetski rudnik molibdена u Climaxu (Colorado, SAD). U Zapadnim zemljama oko 70% ukupno proizvedenog molibdена dobiva se iz rudnika i postro-

jenja za preradbu molibdenovih ruda, a 30% kao sporedni proizvod prilikom preradbe bakrenih ruda.

LIT.: R. S. Archer, Molybdenum, u djelu: C. A. Hampel, Rare metals handbook. Van Nostrand Reinhold Co., New York 1961. — A. J. Herzig, J. Z. Briggs, Molybdenum, u djelu: C. A. Hampel, Encyclopedia of the chemical elements. Van Nostrand Reinhold Co., New York 1968. — H. Morrow, Molybdenum, u djelu: McGraw-Hill Encyclopedia of science and technology. McGraw-Hill, New York 1977. — W. E. Lauprecht, R. Q. Barr, R. M. Fichte, M. Kuhn, Molybdän, Molybdän-Legierungen und -Verbindungen, u djelu: Ullmanns Encyklopädie der technischen Chemie. Verlag Chemie, Weinheim-New York 1979.

M. Hargas

MONTAŽNO GRAĐENJE, gradnja prethodno proizvedenim elementima koji se na gradilištu postavljaju i spajaju (montiraju). Za razliku od konvencionalnog građenja, kad se zida opekama, kamenom, kamenim blokovima i kad se betonira na gradilištu, montažnom gradnjom nastaju građevine sastavljanjem prethodno izrađenih krupnih građevnih elemenata. Montažno građenje i proizvodnja elemenata (prefabrikacija) osnova je industrijalizacije građevinarstva. Do sadašnje iskustvo s montažnim građenjem pokazuje da ne postoje građevine koje se ne bi mogle graditi montažnim postupkom.

Građenje gotovim elementima nije novo. U najstarije doba građevni su elementi pripremani na nalazištu (kameni blokovi u kamenolomima), prevozeni su često na veliku daljinu i tamo ugradiani 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 armiranobetonskih elemenata, kada je francuski vrtlar J. Monier (1823—1906) izradio različito oblikovane posude za cvijeće. Već poslije nekako godina (1852) proizveden je prvi montažni nosač u obliku slova T za valjaoniku halu u Njemačkoj. Potkraj XIX i početkom XX stoljeća sve se više primjenjuju prefabricirani elementi: nosiva konstrukcija nad kasirom u Biarritzu (1891), prvi velikoplošni betonski krovni elementi (Brooklyn, SAD, 1900), prednapregnuti betonski stropovi (sustav Lund, 1905), armiranobetonska 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). R. Camus (1953) ostvario je u Francuskoj ideju o gradnji stambenih zgrada od prethodno izrađenih elemenata koji se na gradilištu samo montiraju.

Posljednjih tridesetak godina ostvaren je velik napredak u razvoju montažnog građenja, pa se može reći da mnoge građevine ne bi ni bile izgrađene, odnosno ne bi bile tako uspješno izgrađene da se nije razvila montažna gradnja.

U nas su se, poslije prvoga svjetskog rata, pojavile obrtničke radionice u kojima su se proizvodili gotovi betonski elementi (stupovi, kanalizacijske cijevi, stropne grede, rubnjaci i sl.). U Zagrebu su se u to doba proizvodili i elementi od prednaprednutog armiranog betona. Poslije drugoga svjetskog rata, već 1947. godine, 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 usavršava, pa se poslije 1960. godine grade mnoge stambene i industrijske zgrade od montažnih elemenata.

Svrha montažne gradnje. Osnovna je svrha prijelaz na industrijske postupke građenja, jer se tako postiže veća produktivnost. Osim toga, takvo građenje ima mnoge prednosti: a) montažni elementi proizvode se u optimalnim uvjetima, pa se postiže bolja kvaliteta proizvoda, bolje iskorištenje materijala, a osigurava se i uspješna kontrola kvalitete, b) ostvaruje se neprekidna proizvodnja elemenata neovisno o vremenskim prilikama (rad na skelama, na visini i na slobodnom zamjenjenje je radom pod krovom), c) obrtnička proizvodnja zamjenjena je industrijskom, uz bolje iskorištenje strojeva i uređaja, s mogućnošću serijske proizvodnje, te primjene mehanizacije i automatizacije, d) smanjenom upotrebom skela i oplata snizuju se troškovi građenja i štede šume, e) smanjeno je stezanje konstrukcije, jer su se montažni elementi već stabilizirali prije montaže, f) elementi se najčešće montiraju suhim postupkom, pa se manje vlage unosi u građevinu, g) gradi se brže, a može se ostvariti istodobnost grubih i završnih radova, čime se smanjuju troškovi na gradilištu (gradilišna režija) i h) potrebno je manje kvalificiranih radnika na gradilištu, koji se

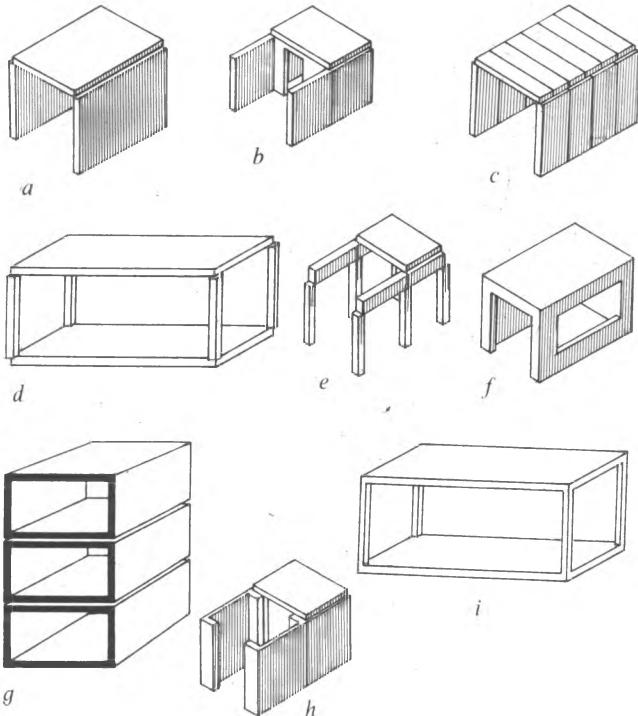
danas u razvijenijim zemljama teško nalaze. Montažnom gradnjom uz dobru organizaciju i uz izbor pogodnog montažnog sustava može se postići jeftinija gradnja.

Montažna gradnja, međutim, ima i nedostataka. Oni se mogu svesti na sljedeće: a) potrebna su velika početna ulaganja (gradnja tvornice montažnih elemenata) koja su opravdana tek kad je serija proizvoda dovoljno velika, b) povećani su transportni troškovi, jer se gotovi elementi moraju dovesti iz tvornice na gradilište; oni se mogu smanjiti dobrom organizacijom prijevoza i izradbom nekih, pogotovo teških, elemenata na gradilištu, c) poteškoću pri gradnji predstavljaju mnogobrojne spojnice (fuge), ali one za ~40% smanjuju utjecaj promjene temperature na stezanje i rastezanje konstrukcije i d) postoji opasnost od uniformiranosti građevina, što ne treba izjednačiti s tipizacijom elemenata koja uvijek ima pozitivan utjecaj.

Često već i jedna od spomenutih prednosti može biti dovoljna za primjenu montažne gradnje. Tako, npr., u industrijski razvijenim zemljama pomanjkanje kvalificiranih građevinskih radnika, a u zemljama s hladnom klimom bolje iskorištenje relativno kratke građevne sezone mogu utjecati na odluku o primjeni montažne gradnje.

Klasifikacija montažnih sustava. Montažni sustavi mogu se svrstati prema konstruktivskom sustavu, prema upotrijebljenom materijalu, prema težini montažnih elemenata, prema postotku montažnih elemenata u građevini (postotak montažnosti), prema mjestu proizvodnje, prema vrsti građevina i prema prilagodljivosti sustava.

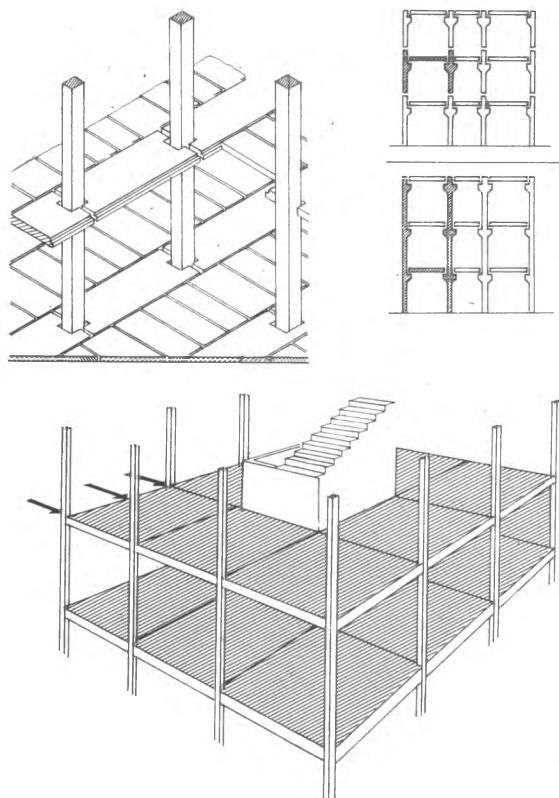
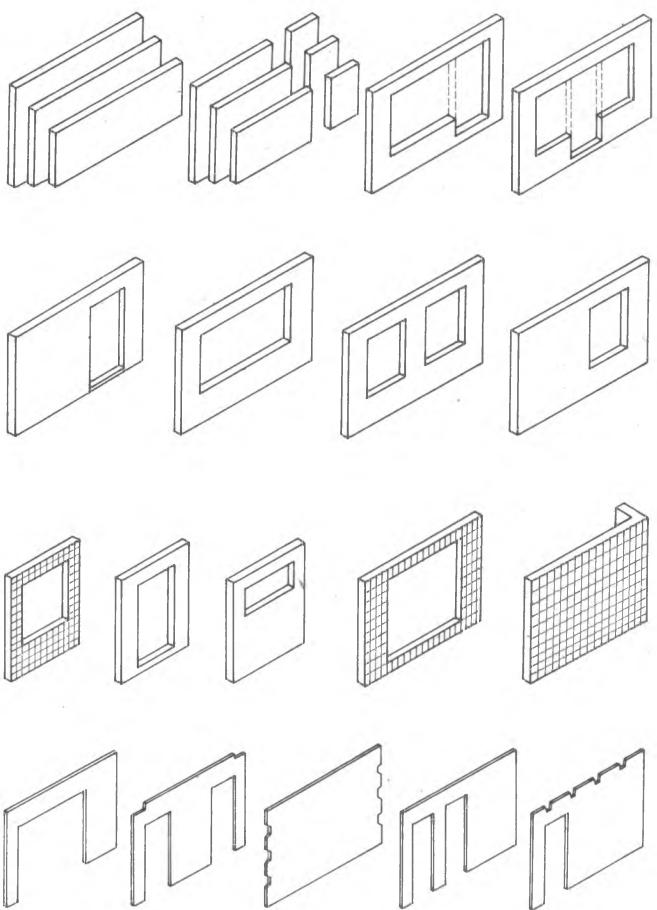
Prema konstruktivskom sustavu razlikuju se velikoplošni, skeletni, prostorni i mješoviti sustavi (sl. 1).



Sl. 1. Montažni sustavi prema konstruktivskim karakteristikama. a, b i c velikoplošni, d i e skeletni, f i g prostorni, h skeletno-plošni, i prostorno-skeletni sustav

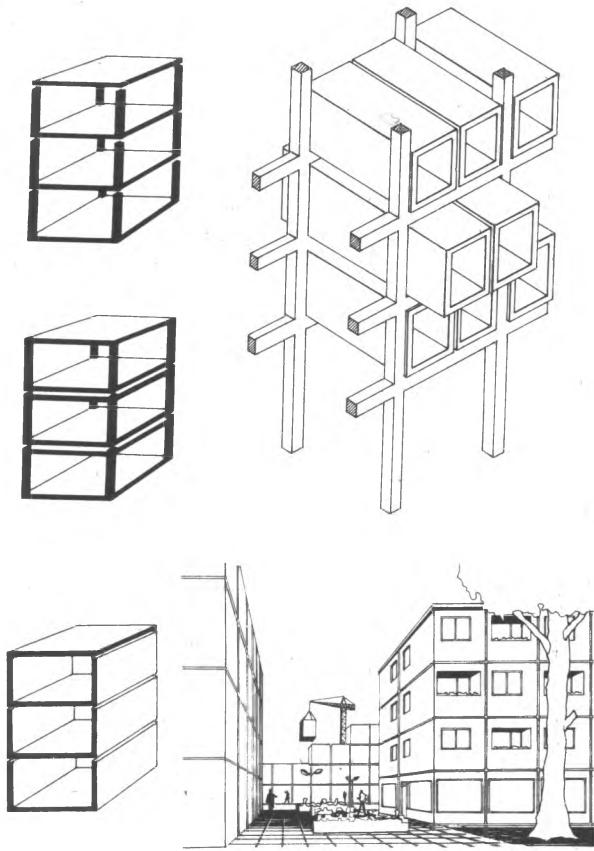
Velikoplošni sustav karakteriziran je pločastim montažnim elementima (sl. 2). Oni su istodobno i pregradni i nosivi elementi. Visina im je najčešće jednakā visini kata, a širina jednakā širini prostorije. Danas se najviše upotrebljavaju velikoplošni sustavi, jer se pri proizvodnji postiže visoka produktivnost, a može se ostvariti gradnja s velikim udjelom montažnih elemenata. Mana im je da nisu dovoljno fleksibilni u rješavanju prostora i da građevine imaju jednoličan vanjski izgled.

Skeletni sustav ima kao osnovu stupove, okvire, grede i ploče (sl. 3). U tom sustavu odvojena je uloga nosivog dijela



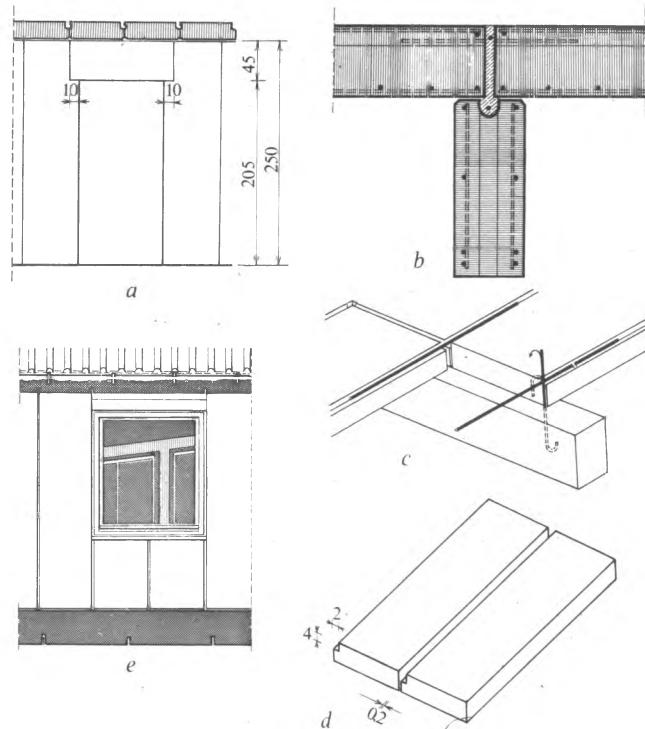
konstrukcije koju preuzima skelet od funkcije pregrađivanja prostora koja se ostvaruje upotrebom lakih materijala. To omogućuje fleksibilnu gradnju, pa je izvedbu moguće prilagoditi, tokom gradnje ili čak kasnije, potrebama, jer su pregradne stijene neovisne o nosivoj konstrukciji.

Prostorni sustav karakteriziran je montažnim celijama (sl. 4). Tim se sustavom postiže vrlo visoki udio (do 95%) montažnih elemenata u građevini. Zbog toga je i trajanje gradnje, odnosno montaže kratko, ali su potrebiti teški kamioni za prijevoz i snažne dizalice za smještaj na mjestu ugrađivanja.



Sl. 4. Prostorni montažni sustavi

Mješoviti sustavi kombinacija su već spomenutih montažnih sustava. Vrlo je česta kombinacija velikoplošnog i skeletnog sustava (skeletno-plošni sustav, sl. 1), jer se tako sjedinjuju prednosti obiju sustava. Također se kombiniraju prostorni i skeletni sustav (prostorno-skeletni sustav, sl. 1).



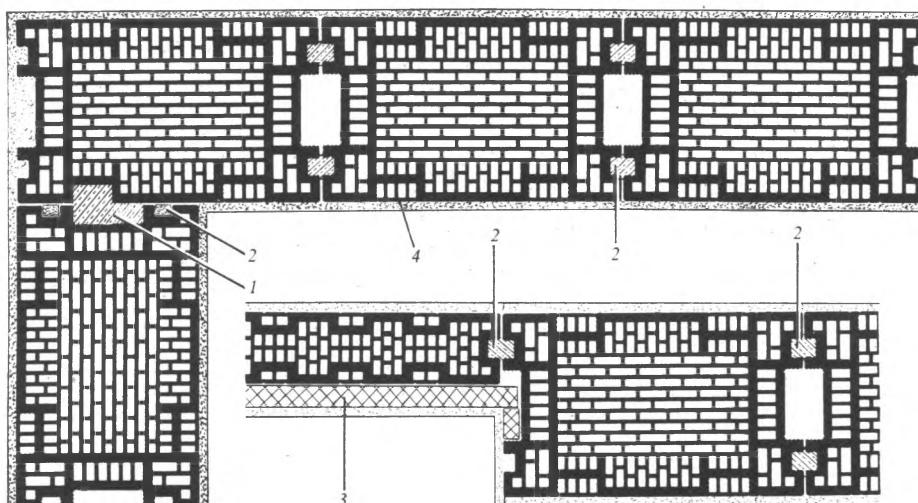
Sl. 5. Montažni elementi od lako betona. a elementi zidova, stropova i nadvoja nad vratima, b spoj stropnih i zidnih elemenata, c spoj stropnih i zidnih elemenata, d stropni i krovni elementi, e zidni elementi na fasadi

S obzirom na *upotrijebljene materijale* razlikuju se montažni sustavi od elemenata izrađenih od betona, lako betona, opekarskih proizvoda, drva, metala, sintetskih materijala, te od elemenata izrađenih od kombinacije spomenutih materijala.

Obični, armirani i prednapregnuti beton najčešće se upotrebljavaju za proizvodnju montažnih elemenata zbog njihovih povoljnih svojstava (velika nosivost, veliki toplinski kapacitet, dobra zvučna izolacija, lako oblikovanje), jednostavne proizvodnje i mogućnosti kombinacija s drugim materijalima.

Laki betoni (v. Beton, TE 2, str. 15) pogodni su i zbog svojih svojstava i zbog načina izrade za montažne elemente (sl. 5). U tu svrhu upotrebljavaju se plinobetoni (npr. Siporex), betoni s drvenom vunom (npr. Heraklit), betoni od ekspandirane gline i dr. Iako imaju manju nosivost od običnog betona, lako se ugrađuju i dobri su toplinski izolatori.

Elementi od *opekarskih proizvoda* (sl. 6) izrađuju se najčešće od opeka spojenih u montažni element. Najprije su izrađivani mali blokovi koji su ručno slagani u kalupe. Danas, međutim, postoje strojevi za proizvodnju krupnih montažnih elemenata.



Sl. 6. Presjek montažnih elemenata od opeka, sustav Lingl. 1 spojni beton, 2 most za spajanje, 3 toplinska izolacija, 4 dio koji se udarem čekića može pretvoriti u žlijeb za vodo-vodnu cijev ili za električne vodove

Drvo je materijal koji se najprije upotrebljava za izradbu montažnih elemenata. Ono se lako obrađuje i prenosi, a pogodno je kao nosivi element za manje građevine. Od drva se danas grade privremene montažne građevine, turistički objekti, zgrade za odmor i dijelovi većih zgrada (pregradni zidovi, fasadni velikoplošni elementi). Drvo se upotrebljava i za izradbu nosača za hale kao lijepljeni, čavlima spojeni ili sastavljeni nosači.

Metali se kao materijali za izradbu montažnih elemenata upotrebljavaju kao nosivi skeleti stambenih i industrijskih zgrada, te u obliku ravnih, valovitih i plastificiranih limova. Višeslojni velikoplošni zidni i krovni elementi u kombinaciji s materijalima za toplinsku izolaciju sve se više upotrebljavaju u montažnoj gradnji. Uz razvoj upotrebe kontejnera za prijevoz razvila se i gradnja montažnih celija koje mogu poslužiti kao privremene stambene, uredske i sanitarnе zgrade na gradilištima, rudnicima i sl.

Sintetski materijali zbog slabih građevno-fizikalnih svojstava upotrebljavaju se za izradbu fasadnih elemenata, pregradnih stijena, montažnih celija za sanitarnе kabine i sl., dakle tamo gdje se ne traži veća nosivost.

Montažni elementi izrađuju se i od *betona s azbestnim vlaknima* (npr. Salonit, v. *Azbestno-cementni proizvodi*, TE 1, str. 634), od *iverica* i drugih ploča od drvenih materijala (v. *Drvo, mehanička obrada*, TE 3, str. 455) kao zamjena za drvo, te od *gipsa* koji može biti i armiran staklenim, azbestnim i sličnim vlaknima.

S obzirom na masu elemenata razlikuju se montažni sustavi s lakiem (< 1000 kg), srednje teškim (1000–5000 kg) i teškim (> 5000 kg) elementima.

Prema udjelu montažnih elemenata u građevini montažni sustavi mogu se svrstati u tri skupine: a) polumontažni sustavi, kad se manje od 50% gradnje izvodi od montažnih elemenata, b) montažni sustavi, kad udio montažnih elemenata iznosi 50–90% i c) potpuno montažni sustavi, kad se više od 90% građevine izvodi od montažnih elemenata.

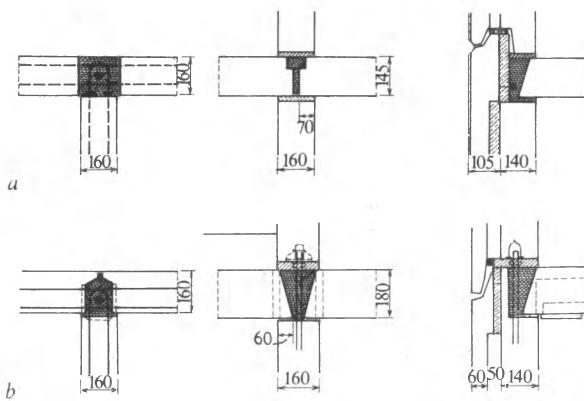
Prema mjestu proizvodnje montažnih elemenata razlikuju se poligonski i stacionarni sustavi. Poligonskim sustavom naziva se proizvodnja montažnih elemenata na gradilištu obično unutar dohvatnog kruga dizalice. Time se štedi na transportnim troškovima, ali se gubi na kvaliteti izrađenih elemenata. Kad se primjenjuje stacionarni sustav, montažni se elementi izrađuju u tvornicama, pa je potreban njihov transport na gradilište. Obično su povećani troškovi transporta tada kompenzirani boljom kvalitetom i jeftinijom proizvodnjom.

Montažno građenje najviše se primjenjuje u gradnji stambenih zgrada. Danas u svijetu postoji više od tisuću montažnih sustava razvijenih za stambenu gradnju. Ti sustavi, međutim, postaju sve sličniji, jer postupno jedan od drugoga prihvaćaju ostvarena poboljšanja. Danas je teško zamisliti gradnju industrijskih i poljoprivrednih građevina, te dvorana za sportske, kulturne i slične priredbe bez upotrebe montažnih elemenata, jer se tako veoma smanjuje upotreba skupih skela i opłata, pogotovo kad se radi o velikim rasponima. Iz istih razloga sve se više grade mostovi od prethodno proizvedenih elemenata. Tada se istodobno proizvode gornji dijelovi konstrukcije u tvornici, a donji dijelovi na konvencionalan način na gradilištu. U području niskogradnje teško je govoriti o montažnim sustavima, jer se tada u tvornici proizvode samo pojedini elementi (željeznički pragovi, stupovi za dalekovode, rubnjaci, ograde i sl.).

S obzirom na *prilagodljivost* montažnih sustava razlikuju se otvoreni i zatvoreni sustavi. S elementima otvorenih sustava mogu se graditi sve vrste građevina, dok su zatvoreni montažni sustavi prilagođeni obično samo jednom tipu građevina.

Montažni sustavi za stambene zgrade. Za gradnju stambenih zgrada primjenjuju se velikoplošni, skeletni, prostorni i mješoviti montažni sustavi.

Velikoplošni montažni sustavi najviše se upotrebljavaju za gradnju stambenih zgrada. Kako je već spomenuto, prva tvornica takvih elemenata izgrađena je u Francuskoj (R. Camus, 1953). Dimenzije elemenata odgovaraju veličini prostorije. Spojevi se betoniraju na gradilištu, pa se tako dobivaju vertikalni



Sl. 7. Presjeci spojeva montažnih elemenata, a sustav Camus, b sustav Larsen-Nielsen

i horizontalni stupovi (serklaže) koji povezuju elemente u cjelinu (sl. 7a). Stropovi su od armiranobetonских ploča debljine 145 mm. Usavršenim sustavom građene su zgrade visoke i do 15 katova, pojedini elementi imaju površinu i do 20 m², a masa im je i do 7 t. Za proizvodnju montažnih elemenata izgrađeno je nekoliko tvornica kapaciteta 3–8 stanova dnevno (900–2400 stanova godišnje). U suvremenim tvornicama postiže se proizvodnja od 4 stana godišnje po zaposlenom.

Montažni elementi sustava *Camus* za unutrašnje zidove proizvode se u vertikalnim kalupima, a višeslojni elementi i elementi za stropove u horizontalnim kalupima. Stolarski elementi, cijevi za polaganje vodova za električne instalacije, cijevi za centralno grijanje, vodovod i kanalizaciju, te podovi ugraduju se u elemente u tvornici montažnih elemenata.

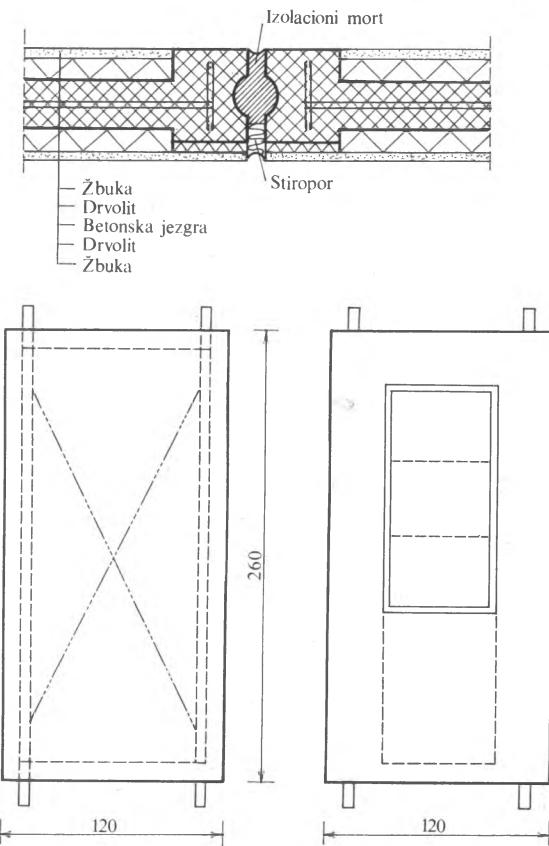
Grupa od 4 kvalificirana radnika s jednim kranom može montirati jedan stan dnevno. Zgrada od 50 stanova na 5 katova može se sa dva krama montirati za 25 dana, a za završne radove potrebno je još toliko, pa je za oko dva mjeseca zgrada useljiva.

Poslije sustava *Camus* razvili su se sustavi Coignet, Baret, Costamagna (Francuska), Larsen-Nielsen (Danska), Beton und Monierbau (SR Njemačka), Skarne (Švedska), Giprostroy, Lugotenko (SSSR) itd. Vremenom su svi sustavi postajali sve sličniji. Tako se danas u svim sustavima upotrebljava vijak za podešavanje (sl. 7b) i sustav otvorenih spojница što je prvi put primijenjeno u sustavu Larsen-Nielsen.

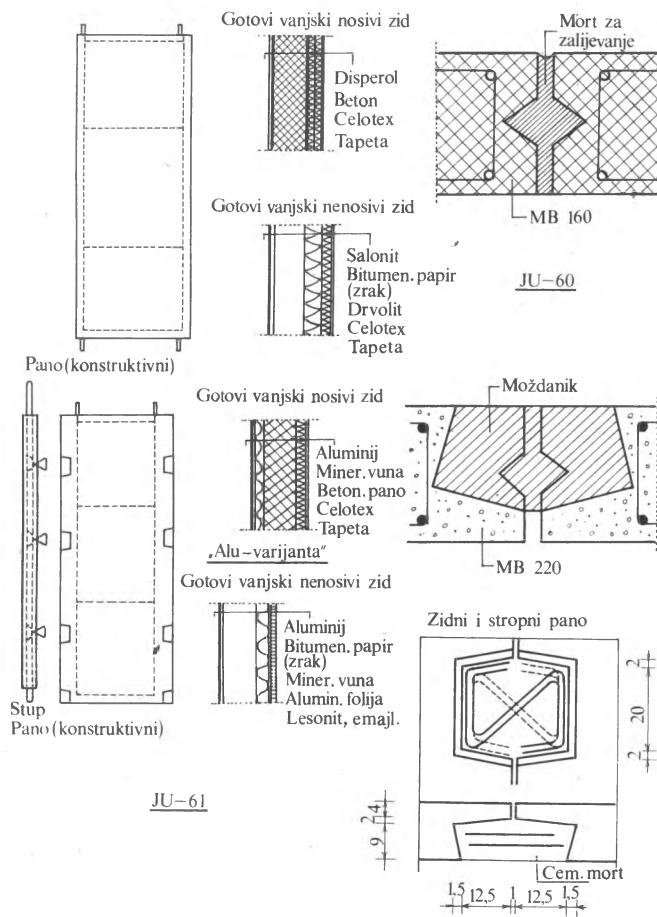
U nas se počinje s pripremama za montažnu gradnju nakon drugoga svjetskog rata, pa su na Zagrebačkom velesajmu 1953. godine izloženi prototipovi montažnih elemenata i pokušna zgrada od takvih elemenata (Jugomont, Zagreb). Nakon toga razvijen je sustav sa srednje teškim plošnim montažnim elementima (500–1500 kg). Prvi elementi bili su široki 1,00 m,



Sl. 8. Montaža stropnih ploča (sustav JU-61)



Sl. 9. Sustav JU-59 (Jugomont, Zagreb). Srednjeteški plošni elementi



Sl. 10. Spojevi moždanicima u sustavu Jugomont



Sl. 11. Stambeni blok u naselju Travno u Zagrebu (sustav JU-70)

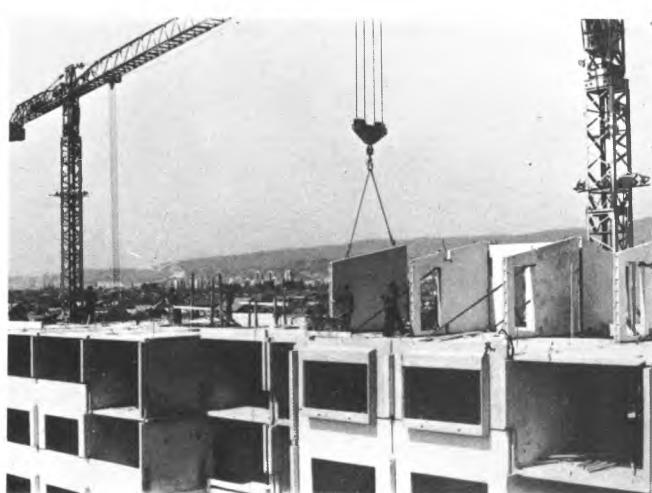
visoki 2,75 m (visina kata) i debeli 0,12 m. Element je bio od armiranog betona, a bio je ukrućen dvjema željeznim dijagonalama promjera 8 mm. Fasadni su elementi bili ožbukani plemenitom žbukom. Od takvih elemenata građene su i dvokatnice.

Nakon toga razvijen je *sustav JU-61* (sl. 8 i sl. 9) s elementima širine 1,20 m, visine 2,60 m i debljine 0,12 m (za zgrade do 6 katova), odnosno 0,15 m (za zgrade s više od 6 katova). Spojevi elemenata izvode se pomoću utora (moždanika, sl. 10). Stropni elementi i podesti od armiranog betona imaju širinu 1,20 m, duljinu 3,60 m i debljinu 0,12 m. Stubišni krakovi i stepenice, pregradne stijene debljine 50 mm, te fasadne membrane izvana toplinski izolirane i zaštićene aluminijskim limom izvode se također od montažnih elemenata.

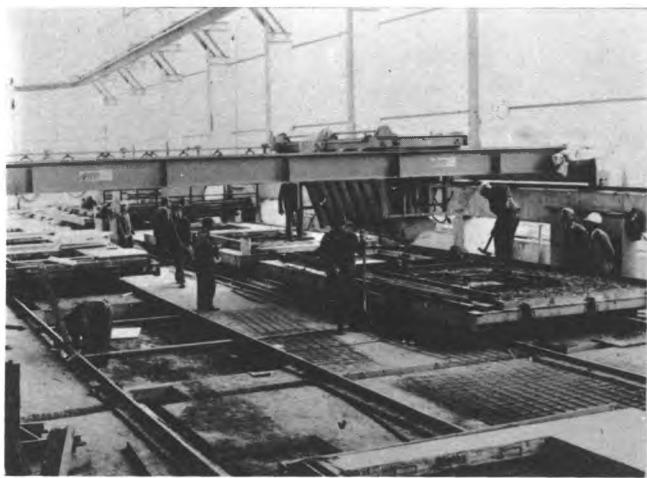
Iz toga sustava razvio se *sustav JU-70*. Od elemenata takva sustava izgrađen je stambeni blok u naselju Travno u Zagrebu (sl. 11) s više od 500 stanova.

Neposredni nastavak predstavlja *sustav Industrogradnja*. To je velikoplošni sustav s elementima najveće mase od 6–7 t. Duljina je zidnih montažnih elemenata 7,50 m, visina 2,60 m, a debljina 0,16 m, dok je širina stropnih elemenata 4,50 m, raspon 3,60 m, a debljina 0,12 m. Elementima tog sustava započeta je 1980. godine gradnja stambenog naselja Špansko u Zagrebu s približno 2700 stanova (sl. 12).

U Jugoslaviji se izrađuju elementi za više montažnih velikoplošnih sustava. *Sustav Karpoš* (Skopje) razvio se iz tvornice stanova koja je dobivena iz SSSR nakon potresa. *Hidrogradnja* (Čačak) radila je najprije sa sustavom Jugomonta, ali je poslije razvila vlastiti sustav kojim se grade zgrade i do 20 katova. *Vranica* (Sarajevo) razvila je velikoplošni sustav (sl. 13) s elementima teškim 9 t s maksimalnim dimenzijama 4,20 × 7,50 m. Tim elementima grade se zgrade do 12 katova.



Sl. 12. Gradnja stambenog naselja Špansko u Zagrebu (sustav Industrogradnja)



Sl. 13. Proizvodnja montažnih elemenata (Vranica, Sarajevo)



Sl. 14. Montažno stambeno naselje u Rijeci (sustav Adriamont)

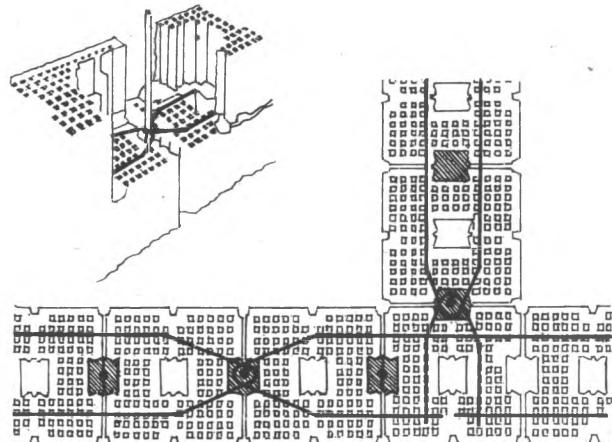


Sl. 15. Montažna šesnaesterokatnica u naselju Utrine u Zagrebu

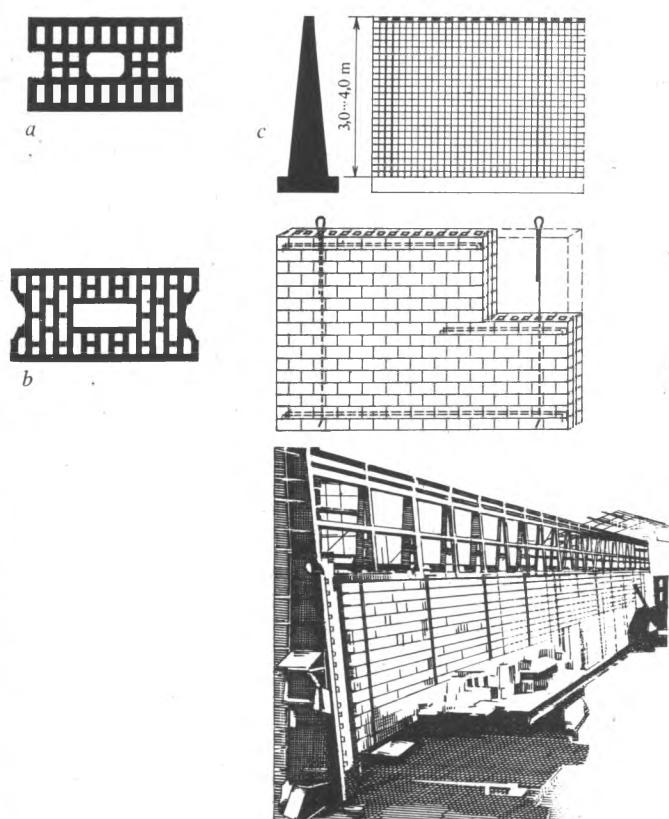
Adriamont (Rijeka) izrađuje montažne elemente prema talijanskoj licenci (sl. 14), a radna organizacija *Rad* (Beograd) prema francuskoj licenci *Balency*. Montažnim sustavom građena su mnoga naselja u nas, pa i s vrlo visokim građevinama (sl. 15).

Nakon sustava koji se osnivaju na upotrebi betona razvili su se *sustavi na osnovi opekarskih materijala*. Prvi od takvih sustava bio je sustav *Fiorio* (Francuska). U tom su sustavu fasadni, unutrašnji i pregradni zidovi, te stropovi od opeke. Prema tom sustavu, pa i prema onima koji su nakon njega razvijeni (*Costomagua* i *Barets* u Francuskoj, 1. maj u Bačkoj Topoli, sustav *Jug*, građevinskog centra, sustav *Kolobov-Parac* i dr.) montažni se elementi proizvode u horizontalnim kalupima u koje se ručno postavljaju blokovi od opeka i koji se zlijevaju mortom, odnosno betonom. Takav postupak traži čvrste i skupe limene kalupe, a izradba elemenata zahtijeva mnogo fizičkog rada.

Da bi se te mane eliminirale, razvijen je *sustav Bott*, (SR Njemačka). Veliki blokovi od opeka slažu se u rasklopne okvire visine kata, a okviri putuju kroz proizvodnu halu.



Sl. 16. Opekarski montažni sustav Bott



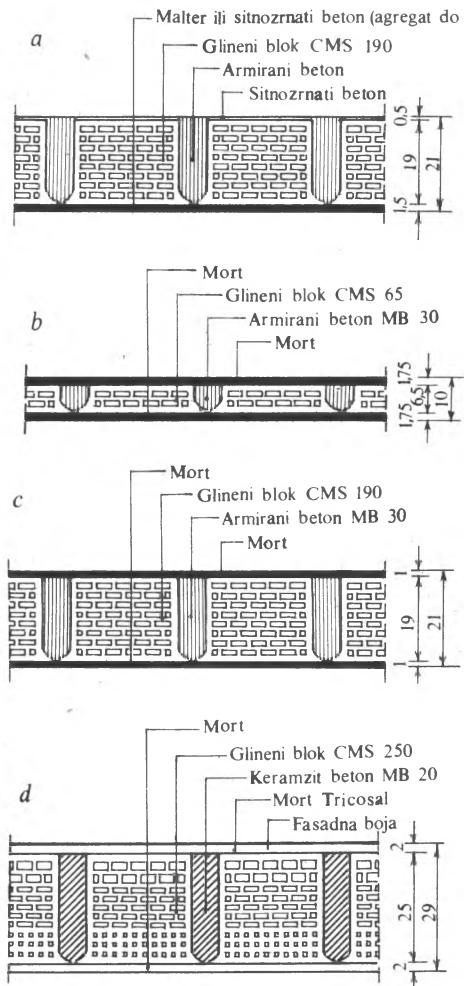
Sl. 17. Opekarski montažni sustav Pre-ton, a osnovni element, b element za izolaciju, c proizvodnja elemenata

Elementi su široki 1,00–1,20 m, po širini imaju 3–5 blokova. Proizvode se četiri vrste blokova od kojih se mogu graditi zgrade s modulom od 6 m (sl. 16).

Vrlo je sličan i *sustav Pre-ton* (sl. 17). Veličine elemenata nisu ograničene, a oni se proizvode slaganjem uz kosi zid.

Sustav Poroton skoro je jednak sustavu Bott, ali se elementi proizvode od šupljikave opeke. Takva se opeka proizvodi dodatkom granula stiropora glini prilikom formiranja opeke. Stiropor prilikom pečenja izgori i u opeki ostaju šupljine.

Ciglarski (opekarski) montažni sustav (*sustav CMS*) razvijen je u nas na osnovi sustava IMZ (Essen, SR Njemačka). Elementi od šupljih opeka upotrebljavaju se za izradbu stropova, fasadnih, unutrašnjih i laganih pregradnih zidova. Primjenjuje se za gradnju stambenih zgrada u Prištini (sl. 18).



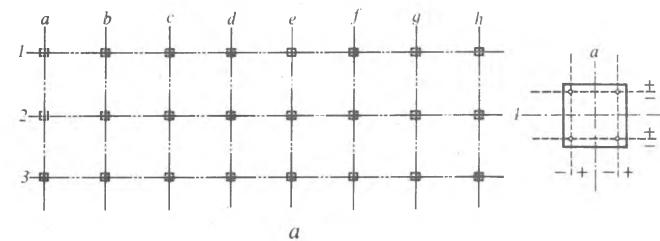
Sl. 18. Presjeci montažnih stijena sustava CMS

Izradba montažnih elemenata sustava *Lingl* (sl. 6) potpuno je automatizirana.

Skeletni montažni sustavi sastoje se od gotovih stupova i stropova. U njima su odvojene funkcije nosive konstrukcije od pregradnih elemenata. To je prednost skeletnih sustava, jer se vrlo lako prilagođuju potrebama. Pogodni su za potresna područja.

Budući da skeletni sustav obuhvaća samo nosivu konstrukciju (stupovi i stropovi), fasade se izrađuju od velikoplošnih elemenata, a pregradni zidovi od lakih materijala.

U nas je razvijen *sustav IMS* (Institut za ispitivanje materijala SRS, Beograd). Osnovni je element montažna jedinica kvadratnog ili pravokutnog oblika sa stranicama 3,60–5,40 m (u nas najčešće 4,20 × 4,20 m), koja se sastoje od četiri stupa i stropne kasetirane konstrukcije između stupova (sl. 19). Stupovi se protežu kroz tri kata, a spajaju se izmjenično

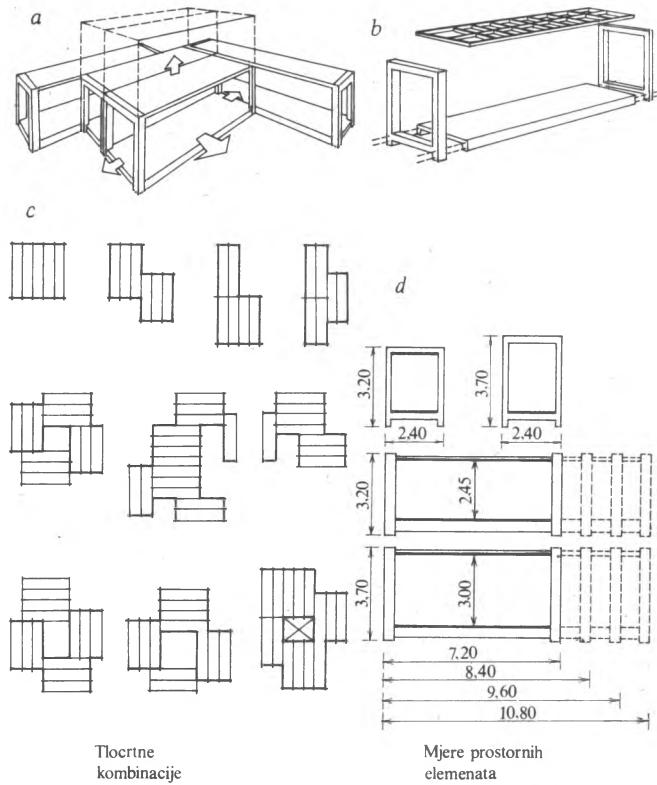


Sl. 19. Skeletni montažni sustav Instituta za ispitivanje materijala SR Srbije (sustav IMS). a) raspored stupova, b) građenje

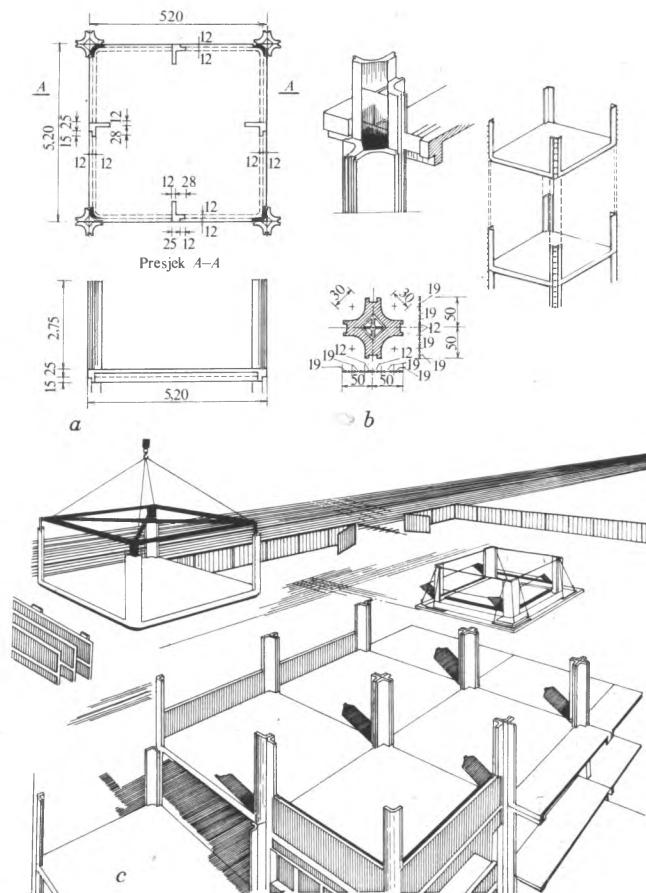
u različitim katovima. Spoj stupova i stropa ostvaruje se prednaprezanjem.

Prostorni montažni sustavi vrhunski su domet primjene montažnih elemenata. Udio montažnih elemenata može iznositi i do 95%. Prostorna jedinica koja se montira na gradilištu omeđena je zidovima i stropovima (sl. 20), potpuno se dovršava u tvornici, te se kao gotov element spaja s drugim istovrsnim elementima. Masa elementa iznosi nekad i 50 t, pa su potreba snažna transportna i montažna sredstva. Da proizvodnja postane ekonomična, potrebna je proizvodnja velikih serija.

U nas ima više radnih organizacija koje proizvode elemente prostornog montažnog sustava za gradnju montažnih kupaonica,



Sl. 20. Prostorni montažni sustav. a) sastavljanje elemenata, b) armiranobetonski skelet, c) tlocrte kombinacije, d) prostorni montažni elementi



Sl. 21. Mješoviti prostorno-skeletni sustav, a montažni element, b pojedinačni stup, c građenje

garaža, transformatorskih stanica, telefonskih kabina i sl. Vgrad (Velenje, sl. 20) gradi prve stambene zgrade upotrebom elemenata prostornog sustava.

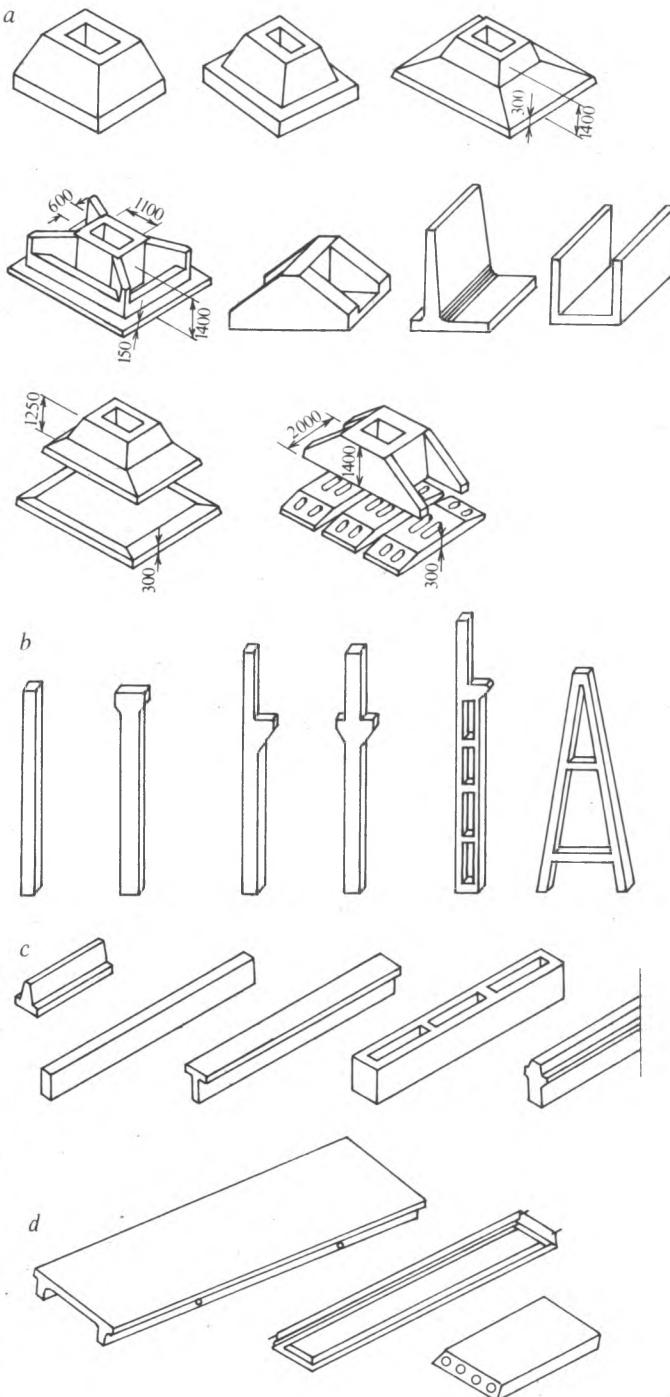
Mješoviti montažni sustavi nastaju primjenom triju već opisanih sustava. Vrlo se često u skeletnim sustavima fasade izvode od velikoplošnih elemenata. U svim sustavima primjenjuju se montažne prostorne ćelije za kupaonice. U posljednje vrijeme pojavljuje se kombinacija prostornog i skeletnog sustava (sl. 21).



Sl. 22. Montažna gradnja sportske dvorane u Zagrebu

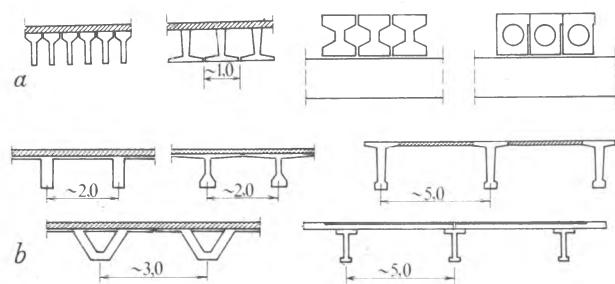
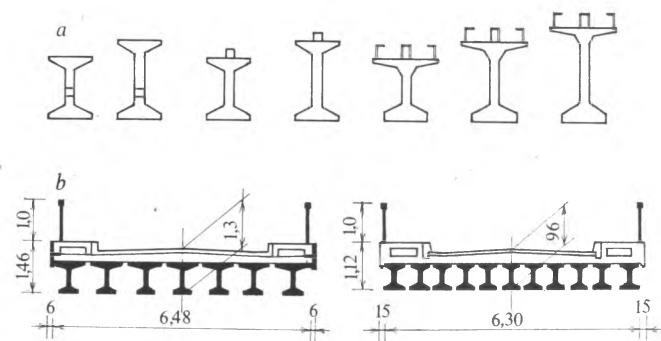
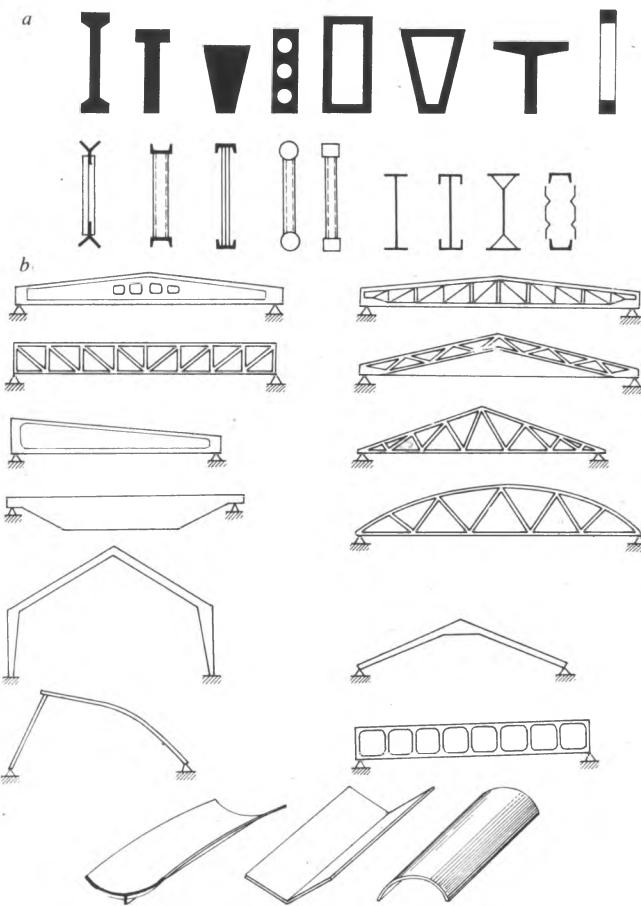
Montažna gradnja hala i dvorana ostvaruje se primjenom skeletnog montažnog sustava (sl. 22). Hale i dvorane najstarije su montažne građevine, jer se davno shvatilo da se tako može izbjegći gradnja ogromnih skela i oplata, koje su to veće što su veći rasponi.

Danas se u svijetu i u nas proizvode standardni elementi (sl. 23 i 24), pa projektant može iz kataloga izabrati temelje, stupove, grede, nosače, pokrovne i zidne elemente prema opterećenju i rasponu.



Sl. 23. Montažni elementi za gradnju hala. a temelji, b stupovi, c grede, d površinski nosač

Umjesto greda i glavnih nosača mogu se upotrijebiti monolitni ili sastavljeni okviri. Također se glavni nosači, grede i krovni pokrov mogu zamijeniti ljkuskastom konstrukcijom, tj. elementima od betonskih tankih ploča velike površine.

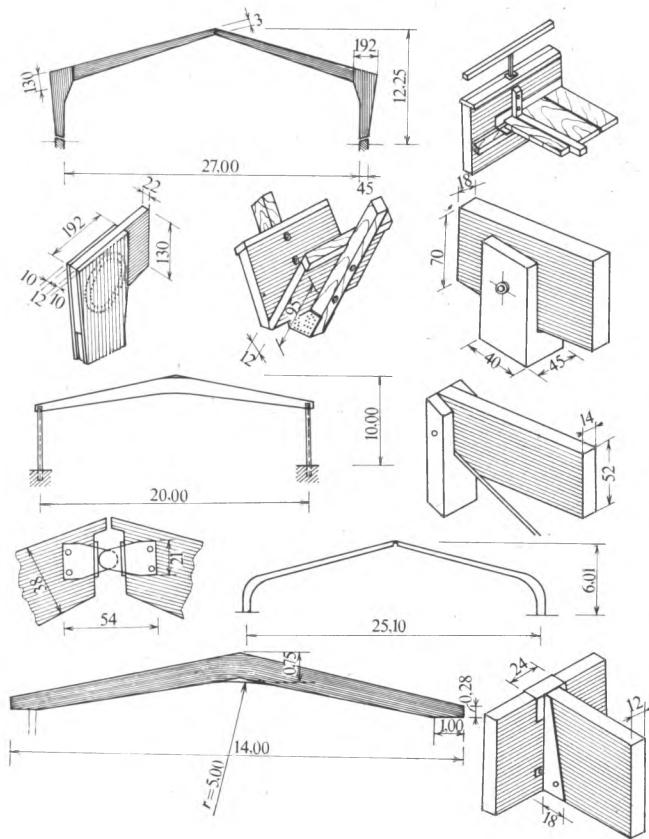


Pokrov može biti od teških montažnih elemenata (nosači oblika dvostrukog slova T), od koritastih nosača ili od lakoćih materijala (Salonit, limovi, laki beton). Ponekad se upotrebljavaju i drveni montažni nosači (sl. 25).

U nas ima više proizvođača tipiziranih montažnih halja.

Montažna gradnja mostova slična je gradnji montažnih halja. Takva je gradnja mostova s obzirom na uštedu zbog eliminiranja skela i oplate, još zanimljivija, jer je zbog velikih raspona ta ušteda veća. Ipak montažna gradnja mostova nije našla primjenu u zemljama zapadne Evrope, iako je razvijena montažna gradnja drugih vrsta građevina. Nasuprot tome, u istočno-evropskim zemljama, pogotovo u Mađarskoj, takva je gradnja česta, pa tvornice iz te zemlje opskrbljuju i druge zemlje montažnim elementima (sl. 26) za gradnju mostova od betona i prednapregnutog betona.

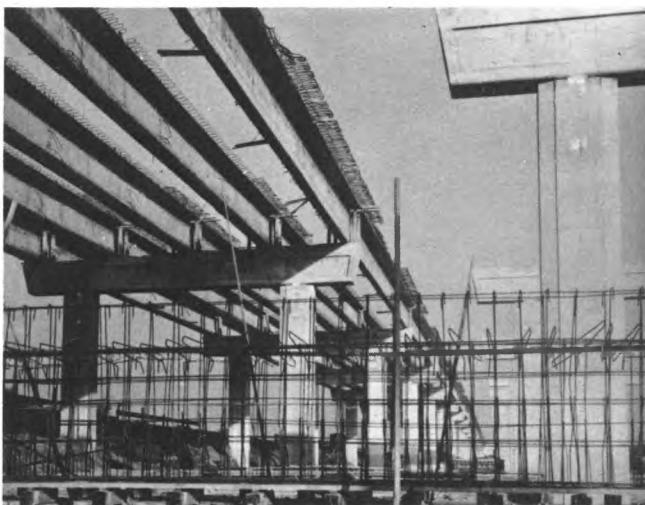
Montažni mostovi (sl. 27) mogu se svrstati u a) mostove s glavnim nosačima položenim jedan do drugoga, b) mostove



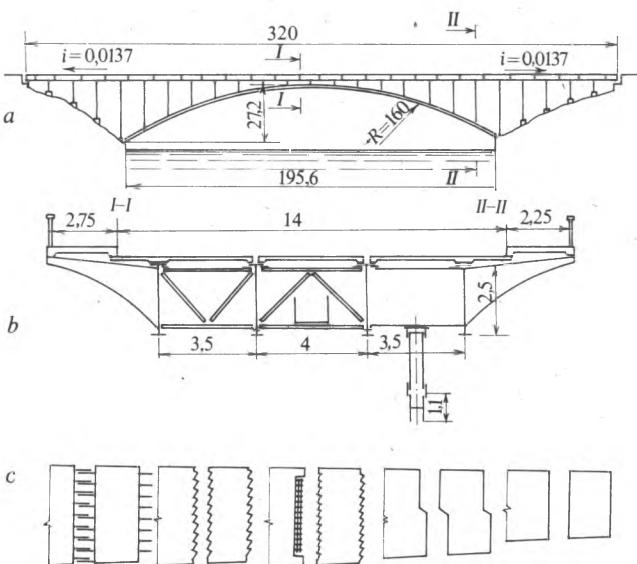
s razmaknutim glavnim nosačima, c) segmentne mostove i d) ostale montažne mostove.

Mostovi s glavnim nosačima postavljenima jedan do drugoga grade se od montažnih elemenata s punim stijenama, od rešetkastih elemenata ili od nosača sa štednim šupljinama od betona ili čelika (sl. 27). Betoniranjem ploče preko tih nosača ili poprečnim prednaprezanjem dobiva se monolitni nosač. Gornja ploča, koja je na cestovnim mostovima i kolovozna ploča, može se izraditi i od poprečno postavljenih montažnih ploča.

U nekim zemljama u zapadnoj Evropi građeni su mostovi od uzdužno položenih glavnih nosača s presjekom u obliku slova I ili okrenutog slova T. Tada je gornja ploča poprečno armirana i betonirana. Za gradnju takvih mostova mogu se upotrijebiti nosači u obliku jednostrukog ili dvostrukog slova T (sl. 28). Tada nije potrebna oplata za betoniranje gornje ploče. Osim toga, ekonomična je upotreba nosača sandučastog presjeka koji su pogodni za preuzimanje torzijskih naprezanja, pa nisu potrebni posebni poprečni nosači.



Sl. 29. Viadukt na cesti Zagreb—Karlovac



Sl. 30. Segmentni most (a) i (b) i spajanje segmenata (c)

Takvi se mostovi mogu graditi s rasponima do 40 m.

U nas su građeni takvi mostovi na auto-putu Zagreb—Beograd. Glavni su proizvođači radne organizacije Viadukt (Zagreb), Industrogradnja (Zagreb) i Hidrogradnja (Čačak).

Mostovi s razmaknutim glavnim nosačima grade se kad su potrebni vrlo široki poprečni presjeci, ili ako je na raspolažanju velika konstruktivna visina. Tada se postavljaju dva ili više

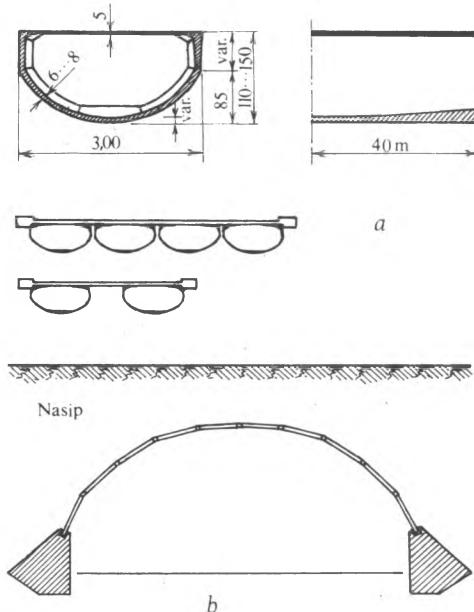
nosača (sl. 29) umjesto mnogo manjih nosača. Oplata za betoniranje gornje ploče može se osloniti na montirane nosače, i to na donji pojas uzdužnog nosača. Rasponi takvih mostova mogu iznositi do 60 m.

Segmentni mostovi (sl. 30) nastaju spajanjem segmenata koji su prethodno izrađeni i koji se spajaju na gradilištu. Najčešće se elementi spajaju kabelima uz prednaprezanje. Segmenati su sandučastog ili višestruko sandučastog oblika duljine 2,5...3,5 m. Vrlo se rijetko upotrebljavaju segmenti od profila u obliku slova I, jer tada dodirne plohe moraju biti precizno izrađene (sl. 30c). Segmenti se spajaju kvalitetnim betonom ili se lijepe umjetnim smolama.

Tvrta Dywidag-Widmann (SR Njemačka) gradi segmentne mostove spojene dodirnom spojnicom bez morta za lijepljenje. Spojnice su križno napregnute posebnim patentiranim iglama koje djeluju kao moždanik.

Mostovi najvećih raspona, ako je dovoljna visina, grade se od segmenata od kojih se sastavljaju svodovi u obliku luka. Na svod se oslanjaju stupovi, a na njih kolovozna ploča. Tako je građen Titov most između kopna i otoka Krka (v. Mostovi, masivni).

Među ostale vrste montažnih mostova može se svrstati most izgrađen od montažnih ljsusaka (sl. 31). One se mogu upotrijebiti kao elementi postavljeni jedan do drugoga ili kao razmaknuti elementi. Mogu se graditi rasponi do 40 m. Takve ljsuske mogu se uspješno primijeniti za gradnju svodova za hale.



Sl. 31. Ljuskasti montažni elementi. a oblik ljuskastih elemenata, b montažni svod

Novost u montažnoj gradnji mostova jest sustav Bebo (SR Njemačka). To je sustav koji je primjenjivan u gradnji kamennih mostova. Prethodno proizvedene armiranobetonske ploče ($6,0 \times 1,8$ m, debljine 0,22 m) postavljaju se na skelu u obliku svoda, pa se zalijevaju betonom i armiraju mekom armaturom. Svod se oslanja na monolitni temelj. Iznad svoda postavlja se nasipni materijal kao na kamenim mostovima. Taj sustav je primjenjen za gradnju podzemnih skloništa, rezervoara za tekuće gorivo i sl.

Montažni elementi za druge građevine. U drugim područjima građevinarstva primjena montažne gradnje nije toliko raširena kao u stambenoj gradnji. Međutim, upotreba je pojedinih prethodno proizvedenih elemenata vrlo raširena.

Tako se grade sabirni kanali (kolektori) velikih profila, propusti, pothodnici i sl. ispod prometnica od montažnih elemenata. U nekim zemljama postoje katalozi s tipiziranim elementima za gradnju kanalizacijskih mreža i mreža za navodnjavanje. To vrijedi i za poljoprivredne zgrade (staje, silosi, nadstrešnice i sl.). Kao montažni elementi proizvode se be-



Sl. 32. Tvornica montažnih elemenata

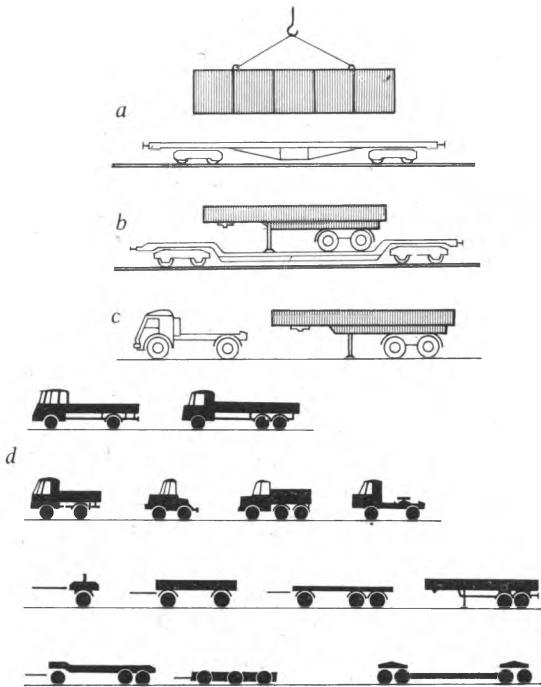
tonske željeznički pragovi, stupovi za plantažne vinograde i voćnjake, niskonaponski i visokonaponski dalekovodni stupovi i sl.

Sve je veća upotreba montažnih elemenata u tunelogradnji i hidrogradnji kao zamjena za drvene obloge i oplate.

Proizvodnja montažnih elemenata neodvojivi je dio montažnog sustava.

Ako je potrebna velika serija montažnih elemenata, njihova se proizvodnja organizira u tvornicama gdje se primjenjuje industrijska organizacija rada pomoću posebno konstruiranih strojeva. Tvorница za izradbu montažnih elemenata (Adriamont, Rijeka, sl. 32) sastoji se od odjela za pripremu armature, za pripremu betona i za lijevanje elemenata, skladišta gotovih proizvoda, transportnih uređaja, te laboratorija za ispitivanje i kontrolu. Kalupi za velike serije izrađeni su od metala, a za manje serije upotrebljavaju se drveni i betonski kalupi, te kalupi od šperploča ili drva. Kalupi su često ugrađeni u posebne strojeve s hidrauličkim ili pneumatskim pogonom, s grijanjem i vibracijskim uređajima.

Transport i montaža. Kao i proizvodnja montažnih elemenata, transport i montaža su dio montažnog sustava. Pri



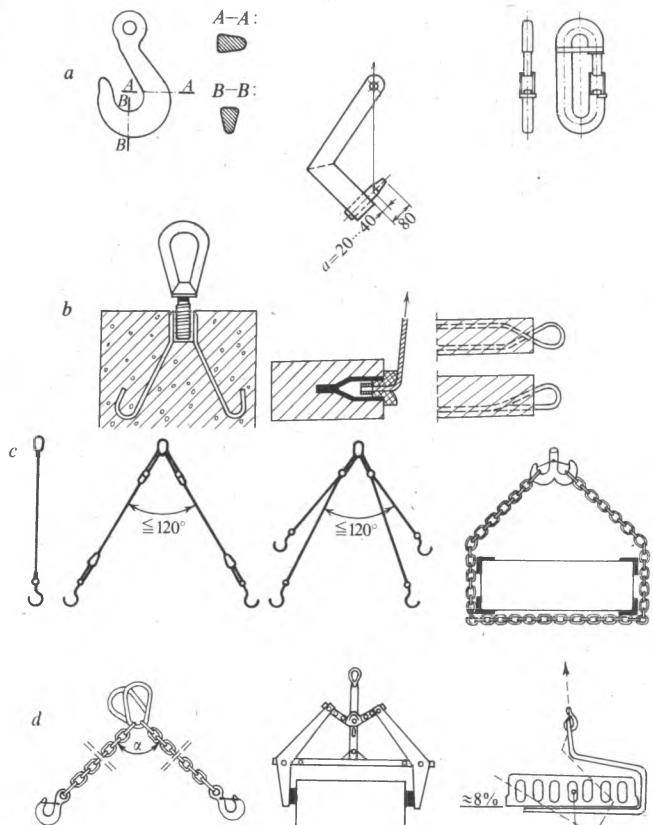
Sl. 33. Vozila za prijevoz montažnih elemenata. a željeznički vagon (za prijevoz kontejnera), b vagon-labudica, c cestovno vozilo s promjenljivom prikolicom, d vrste teretnih i vučnih vozila i različitih prikolica

projektiranju nekog montažnog sustava moraju se transport i montaža predvidjeti u svim detaljima, jer o tome ovisi ekonomičnost sustava.

Današnje mogućnosti transporta nisu najčešće ograničavajući faktor za gradnju montažnim elementima. Jedina su ograničenja dopušteni gabariti. Najčešće se upotrebljavaju cestovni i željeznički prijevoz (sl. 33).

Za montažu služe sve vrste dizalica, te specijalni kranovi i hidrauličke dizalice. U nepristupačnim područjima mogu poslužiti i helikopteri (nosivosti i do 60 t). Za prihvat pri montaži služe različite kuke i užad, te posebne hvataljke (sl. 34). Svi montažni elementi imaju ispuste ugrađene u njih da se mogu prenositi i pridržavati za vrijeme montaže.

Da bi se osigurala uspješna montaža, moraju biti izrađeni tehnološki projekt koji obuhvaća sve faze rada, planovi transporta i montaže, upute za montažu i obradu spajnica itd.



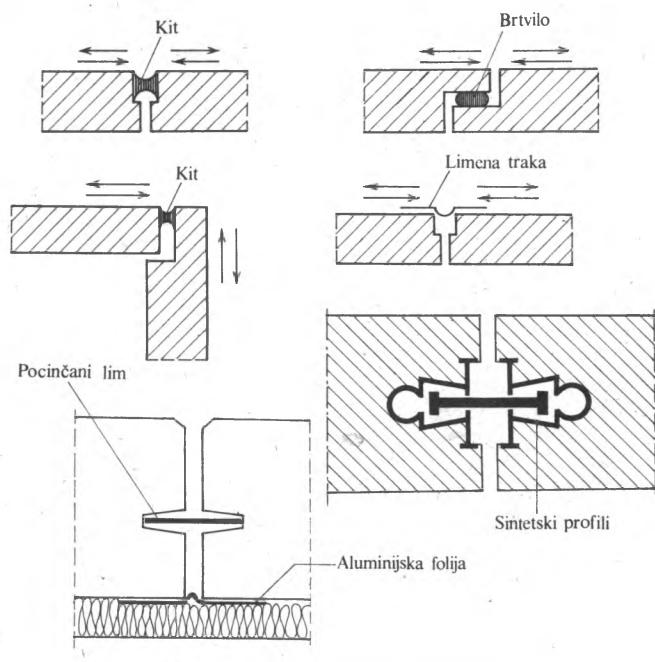
Sl. 34. Pomoćna sredstva za dizanje i montažu. a kuke, b uređaji ugrađeni u montažni element, c čelična užad i lanci, d hvataljke

Spajanje montažnih elemenata vrlo je odgovoran i osjetljiv posao. Spoj među elementima unutar građevine mora praktički udovoljavati samo statičkim zahtjevima, ali spojevi na vanjskim stijenama moraju osim statičkih zadovoljiti izolacijske, zaštitne (zaštita od atmosferskih utjecaja), antikorozivne i estetske zahtjeve.

Svaki spoj mora biti izrađen točno onako kako je predviđeno statičkim proračunom (kruti spoj, zglob, pomicna spajnica, sl. 35).

Spoj ne smije biti s obzirom na toplinsku izolaciju lošiji od montažnog elementa. Ako je provođenje topline kroz spajnicu bolje nego kroz materijal elementa, na spojevima će se sakupljati vlaga i stvarati gljivice s unutrašnje strane, što će štetno djelovati na zdravlje ljudi i na trajnost spoja. Mogućnost prodora vlage od oborina slično će djelovati na spajnice. Antikorozivna zaštita vrlo je važna za sprečavanje korozije spojnih dijelova, koji su najčešće od metala.

Da bi se eliminirali svi negativni utjecaji, mora se osigurati nepropusnost spojeva. To se postiže sredstvima za brtvljenje



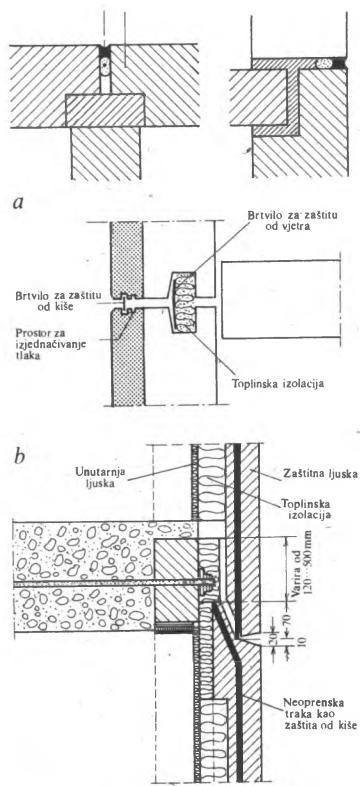
Sl. 35. Spojevi montažnih elemenata

kojima se brtve spojevi među montažnim elementima, pa oni sprečavaju prolaz vode, zraka, plinova, topline i zvuka. Oni moraju biti elastični i moraju slijediti dilatacije konstrukcije.

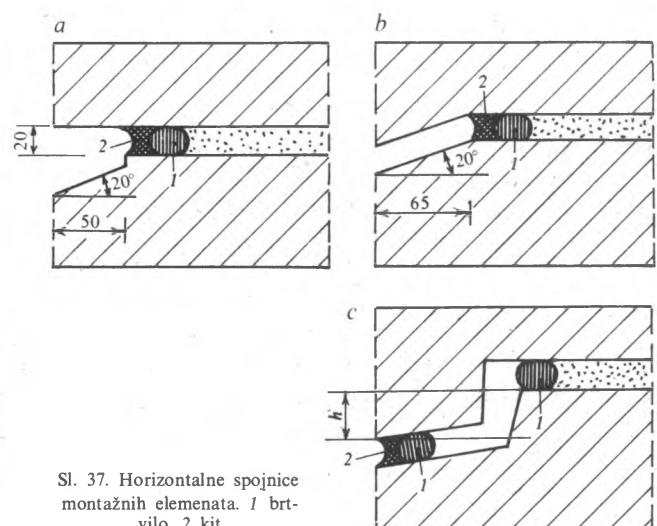
Vertikalne spojnice mogu biti zatvorene i otvorene (sl. 36). U zatvorenim spojnicama brtvilo se postavlja neposredno uz fasadnu ravninu, dok se otvorenom spojnicom osigurava brtvljenje posebnom konstrukcijom spojnice.

Horizontalnim spojnicama nastoji se spriječiti prodor vode kroz spojnice (sl. 37).

Kao brtvilo često se upotrebljava poliuretansko uže. Ono sprečava prodor zraka i vode, a dovoljno je elastično pa se može prilagoditi obliku utora za smještaj brtve.



Sl. 36. Vertikalne spojnice montažnih elemenata. a zatvorenja, b otvorena spojница.



Sl. 37. Horizontalne spojnice montažnih elemenata. 1 brtvilo, 2 kit

Da bi se spriječila korozija, najbolje je zabetonirati metalne dijelove na spojevima među elementima. Povoljna je upotreba spojnica od nerđajućeg čelika. Zaštitni premazi spojnice najslabiji su način za zaštitu od korozije, jer se njihov tanki sloj može lako oštetiti.

Montažni završni radovi. Vrijednost osnovnih građevinskih radova iznosi 45...48%, a završnih radova 52...55% od ukupne vrijednosti građevine. Zbog toga je i te kako opravданa primjena montažnog postupka za izvođenje završnih radova.

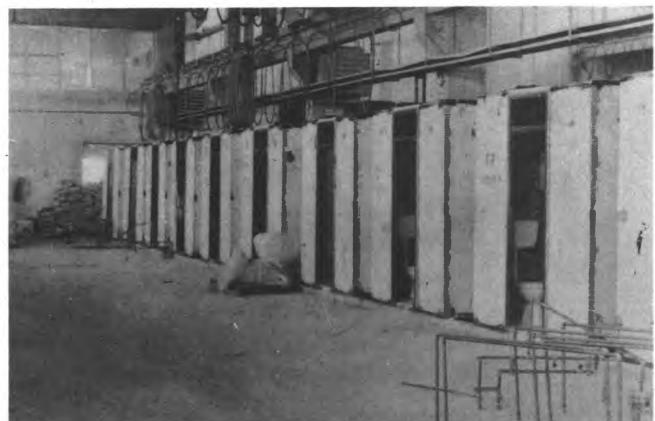
Od završnih radova najveći dio otpada na *stolarske radove* (15...20% od vrijednosti građevine), a oni se mogu industrijski proizvoditi i relativno jednostavno montirati, ako su otvor i elementi tipizirani, ako se upotrebljavaju metalni okviri, ako se primjeni suho ugradivanje (pomoću kladica, slijepih okvira i vijaka), te ako se stolarija ugrađuje istodobno s ostalim radovima.

Instalacije za opskrbu vodom, odvođenje vode, centralno grijanje, dovod plina i sl. mogu se ugrađivati montažno upotrebom instalacijskih paketa, instalacijskih stijena i montažnih kabina.

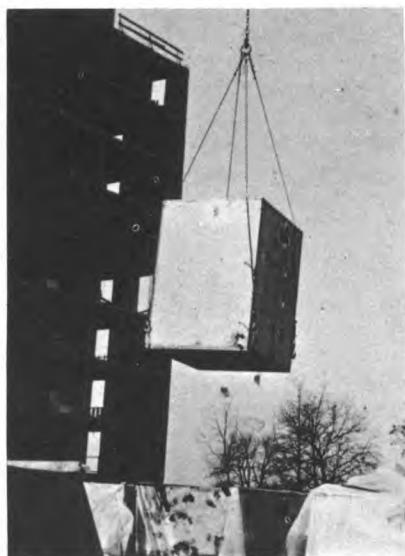
Instalacijski su paketi načinjeni od kutnih željeza i obloge kvadratnog presjeka visine kata. U njima su smještene okomite cijevi. Takav se paket montira između kuhinje i kupaonice, a na cijevi u njemu spađaju se cijevi koje vode do trošila.

Instalacijski je zid sličan instalacijskom paketu. U instalacijskom zidu nalaze se cijevi zaliveni betonom (obično lakim betonom od ekspandirane gline), a postavlja se kao pregradna stijena između kuhinje i kupaonice. Trošila se spajaju cijevima iznad zidova.

Sanitarne kabine prostorne su montažne ćelije u kojima se u tvornici montiraju sve cijevi i svi uređaji (umivaonici, kade, zahodske školjke) i koje su u tvornici opločene (sl. 38).



Sl. 38. Serijska proizvodnja montažnih kupaonica (Industrogradnja, Zagreb)



Sl. 39. Montaža sanitarnih kabina

One se potpuno dovršene dopremaju na gradilište i montiraju (sl. 39).

U montažne elemente za električne instalacije polazu se prilikom proizvodnje plastične cijevi i razvodne kutije koje se zabetoniraju (sustav Ticino). Kasnije se kroz te cijevi provlače vodiči.

Kad se primjenjuje sustav IKL (Kontakt, Zagreb, sl. 40), elementi za električne instalacije postavljaju se prije završetka građevinskih radova. Tada se na već obrađene stijene pričvrsti vijcima (ispod stropa i iznad poda) profilirana letva od sintetskog materijala. U utore letve postave se vodiči, a na nju se pričvrste prekidači i utičnice. Sve se poklopi zaštitnim poklopcom. Takvom se montažom električnih instalacija ne buše i ne oštećuju zidovi.

Montažno se mogu obraditi zidovi, stropovi i podovi. Zidovi i stropovi prekrivaju se pločama od gipsa ili sintetskih materijala koje se lijepe. Podovi se prekrivaju tepisima, linoleumom i drvenim oblogama.

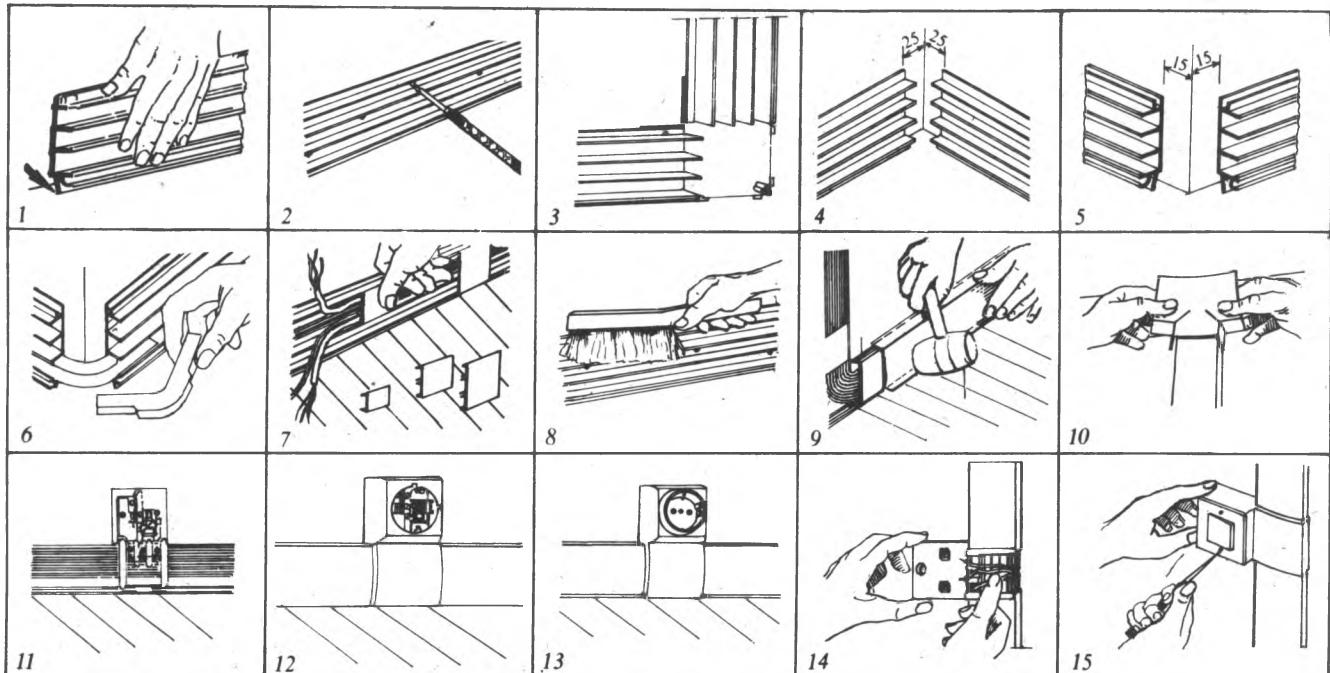
LIT.: M. Helebrant, Montažno građevinarstvo kod nas. Građevinar 12 (1957). — S. Peer, Vorfertigung auf der Baustelle. R. Müller, Köln 1964.

— T. Koncz, Handbuch der Fertigteil-Bauweise 1–3. Bauverlag GMBH, Wiesbaden-Berlin 1971. — F. Pietrowiak, Planung, Organisation und Typisierung in der Fertigteilindustrie. CONDE, München 1972. — S. Ludewig, Montagebau. VEB Verlag für Bauwesen, Berlin 1974. — B. Trbojević, M. Krastavčević, A. Postnikov, M. Marjanović, Razvoj tehnologije i industrijalizacija građenja u betonu. Dokumentacija za građevinarstvo i arhitekturu (DGA) 1484. Građevinski centar Beograd 1976. — И. Ю. Баренбойм, М. Е. Карасик, В. И. Киреенко, Я. Д. Лившиц, Е. Н. Радзевич, И. А. Спилковский, Л. М. Тесленко, Г. Б. Фукс, Индустријално строитељство мостов. Будивелник, Кијев 1978. — S. Milin, Betonska prefabrikacija. DGIT, Zagreb 1979. — H. D. Fleischmann, Grundlagen der Vorfertigung. Werner-Verlag, Düsseldorf 1979.

S. Rex

MORT I ŽBUKA (malter), vezna gradiva homogene kašaste smjese koja nakon pripreme i ugradivanja otvrdnu u kraćem ili dužem vremenu zbog kemijskog ili fizikalnog procesa, a služe za zidanje, žbukanje (malterisanje), za podne maze i za hidroizolaciju. Žbukom se naziva i pripremljeni materijal za žbukanje i rezultat žbukanja, tj. prekrivena površina zidova, stropova i sl. Najčešće je mort smjesa nekog veziva, sitnozrnatog agregata (najčešće pjeska) i vode, a po potrebi dodaju se i dodaci da mort postane čvršći, nepropustan za vodu, otporniji prema mrazu ili bolji toplinski izolator. Mort mora biti dovoljno plastičan, ljepljiv i prionljiv, a nakon otvrdnuća dovoljno čvrst, stalnog obujma i postajan prema atmosferskim jarama.

Mortovi se razvrstavaju na *zračne*, koji vežu i otvrdnu samo na zraku, te na *hidraulične*, koji vežu i otvrdnu i u vodi. Zračni su mortovi: *vapneni* (krečni) mort, pripremljen od vapna (kreča), pjeska i vode; *sadreni* (gipsani) mort, od sadre (gipsa) i vode, uz eventualni dodatak vapna i pjeska; *magnezitni* mort, od sorelcementa (magnezij-oksiklorid), vode i drvene pilovine ili brašna i drugih organskih dodataka; *glineni* mort, od ilovače i vode uz eventualni dodatak pljeve ili sjećene slame, a po potrebi i pjeska; *šamotni* mort, od šamotnog brašna, glinenog praha i vode. Hidraulični su mortovi: *hidraulični vapneni* mort pripremljen od hidrauličnog vapna, pjeska i vode, ili od običnog vapna i hidrauličnih dodataka (pucolan, santorin, tras itd.); *cementni* mort, od cementa, pjeska i vode; *produžni* mort, od cementa, vapna, pjeska i vode. U posljednje vrijeme upotrebjavaju se i mortovi na osnovi *polimernih veziva*, koji se sastoje od plastičnih veziva i punila, najčešće pjeska ili kamenog brašna i vode.



Sl. 40. Montaža električnih instalacija (sustav IKL, Kontakt, Zagreb)