

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



# OPLATNI SISTAVI ZA GRAĐENJE

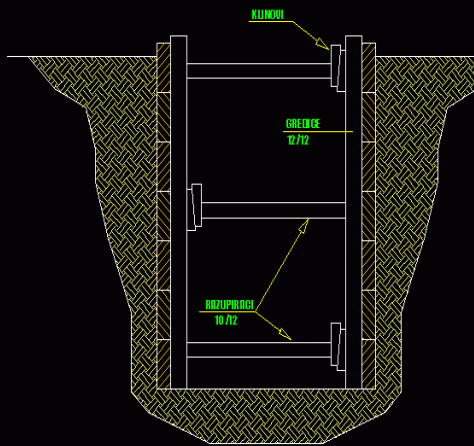
(prema vlastitim člancima u časopisu *Graditelj* 2005. godine)

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

- **OPLATE** se u graditeljstvu pojavljuju još u vrijeme stare Grčke i Rima, kada su služile za oblikovanje zidova zalijevanih pucolanskim gipsanim i vapnenim mortovima. Intenzivniji razvoj počeo je u 19. stoljeću, paralelno s razvojem cementa kao betonskog veziva, odnosno betona, koji u 20. stoljeću postaje najzastupljeniji materijal u graditeljstvu.
- Oplate (njem. *schalung*, engl. *formwork*, rus. *opalubka*), pod kojima se uobičajeno misli zapravo na oplatne sklopove ili sustave, u prvom redu služe za oblikovanje svježe betonske smjese prema zahtjevima projektiranih oblika konstrukcija, kao i njihovo nošenje, sve dok same ne budu sposobne stajati i preuzimati vlastito i sve drugo potrebno opterećenje. U njima se svježi beton ugrađuje, tj. zbija (vibrira), i oblikuje tijekom procesa njegovog stvrdnjavanja. Nekada su oplate potrebne samo u periodu od prvih 12 sati, a u nekim slučajevima i do 28 dana.
- Obzirom da je osnovna zadaća oplatnih sklopova preuzimanje opterećenja od konstrukcije u izvedbi, svakako moraju biti nedeformabilni i propisno ukrućeni, jer da bi dale projektirani oblik trebaju u nepromjenjenom obliku i položaju izdržati i odgovarajuću strojnu obradu. Kontaktne površine sa svježim betonom moraju imati svojstva koja jamče izvedbu kvalitetnih vidljivih površina gotovih konstrukcija. Mora biti zadovoljena točnost dimenzija, a zbog ekonomičnosti važna je prilagodljivost izradi različitih formi i sklapanje i rasklapanje sklopova treba biti što jednostavnije i brže.
- Bez obzira na primjenjenu tehnologiju oplate su neizostavne, privremene konstrukcije u svim područjima graditeljskih djelatnosti (viosokogradnji, niskogradnji, tunelogradnji i dr.).

## Namjena

- Kod zidanih konstrukcija oplata pomažu za oblikovanje pri izvedbi lukova i svodova od opekarskih proizvoda ili kamena. Pri raznoraznim radovima na pročeljima zgrada, bilo zidanih ili armirano-betonskih, kao i krovnim konstrukcijama i krovopokrivačkim radovima, rabe se za zaštitu prolaznika od pada materijala s visine. Za to se, u vidu sigurnosnih, laganih, najčešće prekično sklopivih platformi i platoa, pričvršćuju na vanjsku stranu građevine (npr. međuetazne a.b. ploče).
- Prema “Pravilniku o zaštiti na radu u građevinarstvu” (čl. 18. i 21.) osiguranje i razupiranje bočnih strana kanala, rovova i jama obvezatno je kod dubina većih od 1,0 m, odnosno većih od 2,0 m, ako je bočna strana iskopa izvedena pod kutem unutarnjeg trenja tla (prirodni nagib terena). Oplate za njihovo podupiranje moraju izlaziti najmanje 20 cm iznad ruba iskopa da bi se spriječio unutra pad materijala s terena. Ako bi vađenje te oplata moglo ugroziti sigurnost radnika, mora se ostaviti u iskopu. Pri izbacivanju zemlje iz iskopa preko 2,0 m dubine moraju se upotrebljavati međupodovi s zaštitnim rubovima visine najmanje 20 cm, položeni na posebne podupirače.
- U nekim slučajevima oplata (s eventualnim dodacima) štiti svježi beton od niskih temperatura.
- Oplate se za izvedbu betonskih konstrukcija ne koriste jedino u slučaju betoniranja u zemlji/tlu (temelji), ako zemlja nije previše vlažna ili ako se radi tehnologijom prskanog (mlaznog ili torkret) betona.



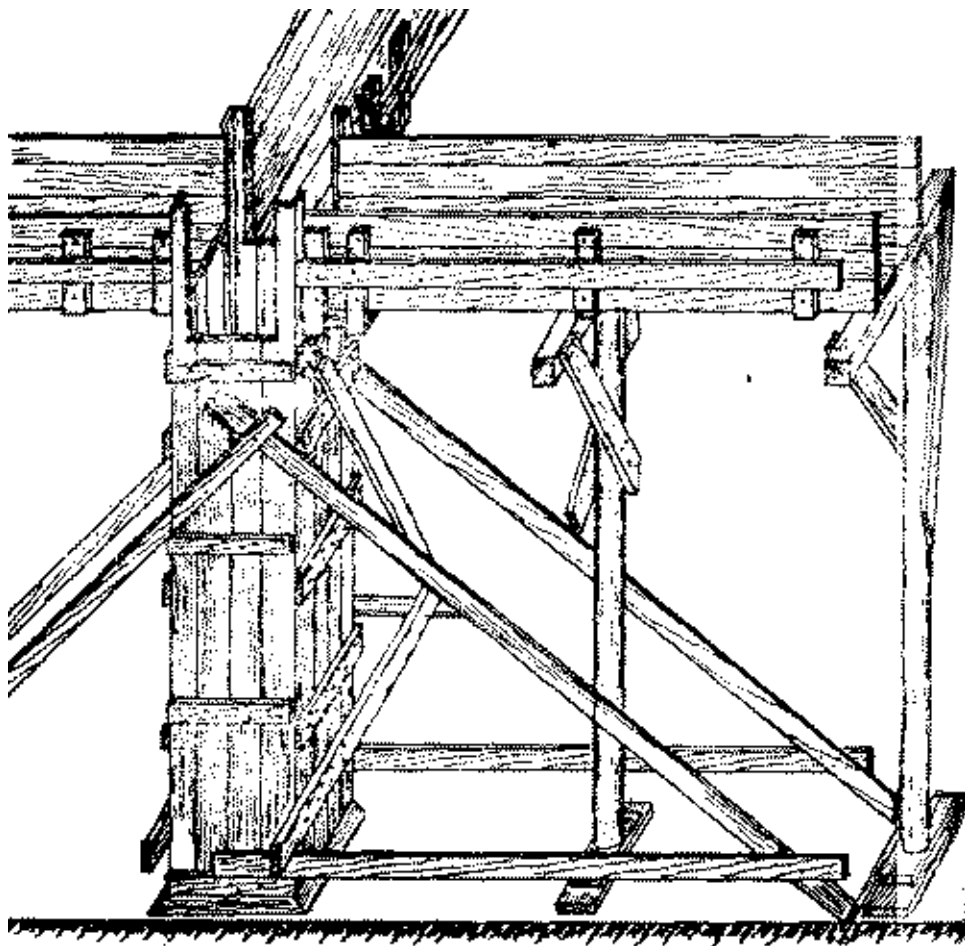
**KONSTRUKCIJA PODGRADE ISKOPA**



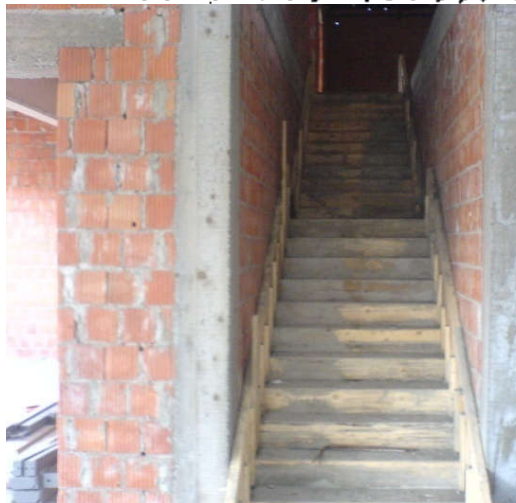
## Vrste oplatnih sustava - podjele

- Osim kod nekih posebnih slučajeva (izgubljena oplata) oplata je pomoćni materijal koji se ne ugrađuje odjednom, nego se ista rabi za izvedbu više konstrukcija (betonskih elemenata). Broj upotreba ovisi o njenim svojstvima (materijalima) i načinu ophođenja s njom tijekom vijeka korištenja. U pravilu se drvene opladne plohe "krojene" na gradilištu i spojni dijelovi ubrajaju u potrošni materijal, a tvornički izrađene ploče i metalni dio sklopa vodi se pod inventarom građevinskih poduzeća. Dakle, prema broju uporaba mogu biti jednokratne ili višekratne (kod nekih do više stotina puta dijelovi koji dolaze u dodir s betonom, a neki dijelovi gotovo neograničeno uz pažljivo rukovanje i pravilno održavanje).
- Posebna vrsta oplata su kalupi ili šablone, koje se koriste za proizvodnju različitih predgotovljenih (prefabriciranih) betonskih elementa u pogonima (od sitne beton. galanterije, kao što su rubnjaci za ceste, do stropnih i zidnih ploča i prednapregnutih nosača za najveće raspone). Ovisno o tehnologiji proizvodnje i vrsti proizvoda takve oplata mogu biti vezane za agregat za ugradbu, tj. vibrostol. Kod nekih modela su dvije rubne, metalne stranice pod pravim kutom nepomično vezane za plohu stola, a ostale se mogu namještati dok se ne fiksiraju uključivanjem elektromagneta. Ploha vibrostola je ujedno donja strana ovakve oplata.
- Prema stupnju razvoja može se govoriti o:
  - tradicionalnim oplatama (od dasaka, gredica, greda koje se kroje na gradilištu i spajaju najčešće običnim čavlima, klanfama, paljenom žicom).

- poboljšanim tradicionalnim (polumontažnim) oplatama (od tvornički proizvedenih oplatnih ploča standardnih dimenzija koje se kombiniraju s drugim elementima),
  - suvremenim tvorničkim sustavima (oplatne ploče i svi ostali usklađeni elementi proizvedeni kao određeni oplatni sustav – zajedno s prilagođenim alatima za rad) – od poznatih, velikih proizvođača (npr. *Doka, Peri, Paschal*).
  - raznim specijalnim oplatnim sustavima, koji podrazumjevaju i adekvatne tehnologije radova na izvedbi a.b. konstrukcija. Takvi su:
    - podižuće ili penjajuće ili prijenosne (*kletter*) oplate (vertikalne),
    - klizne oplate (vertikalne),
    - tunelske oplate za zgrade (prostorne oplate),
    - tunelske oplate za tunele,
    - gumene oplate na napuhavanje.
- U našoj građevinskoj praksi najviše su u upotrebi različite velikoplošne oplate. To više nisu konstrukcije koje se za određeni objekt izrađuju na gradilištu, već se radi o montažnim konstrukcijama od prefabriciranih oplatnih elemenata. Uz težnju za boljim ekonomskim efektima, na modernu koncepciju razvoja oplatnih sustava utjecaj ima svijest o potrebi ograničenja sječe drveta (imaju duži vijek trajanja, a koristi se i drvene otpatke i druge materijale), ali i dugo prisutni nedostatak majstora za tesarske radove širih razmjera (jednostavniji su za rad i iziskuju manje radnih sati nego tradicijski način rada). Suvremena oplatna oprema sadržava sigurnosna rješenja za zaštitu na radu, koja prisiljavaju korisnike da ih stvarno primjenjuju.

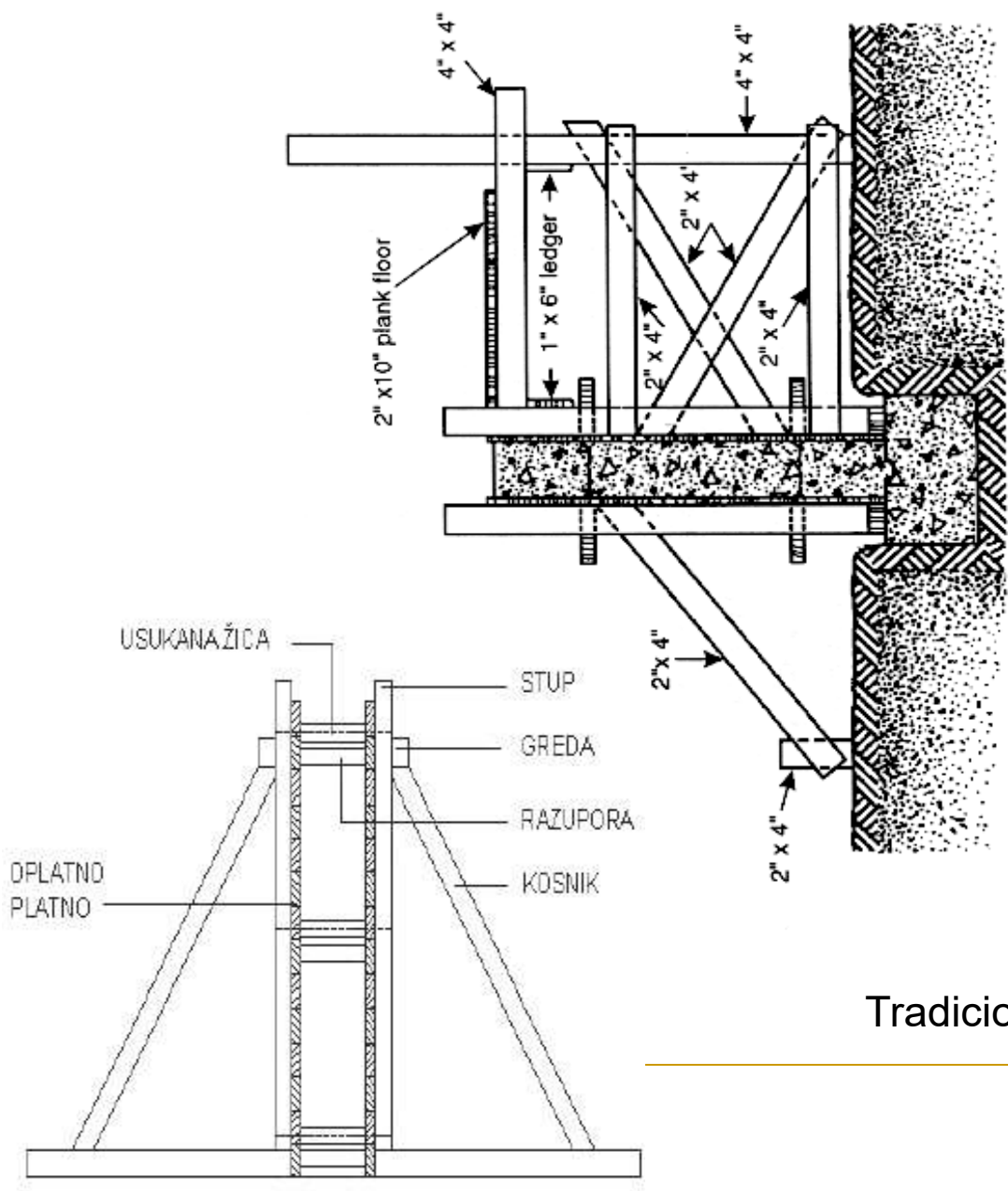


Tradicijske - dašćane oplatae, krojene na licu mjesta i danas se primjenjuju



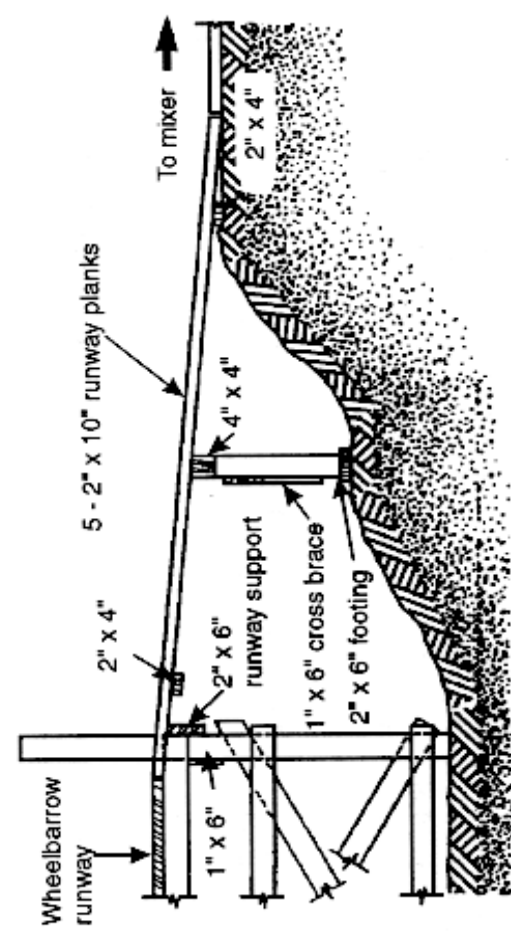






Tradicionalni rad s oplatama

Runway along wall form



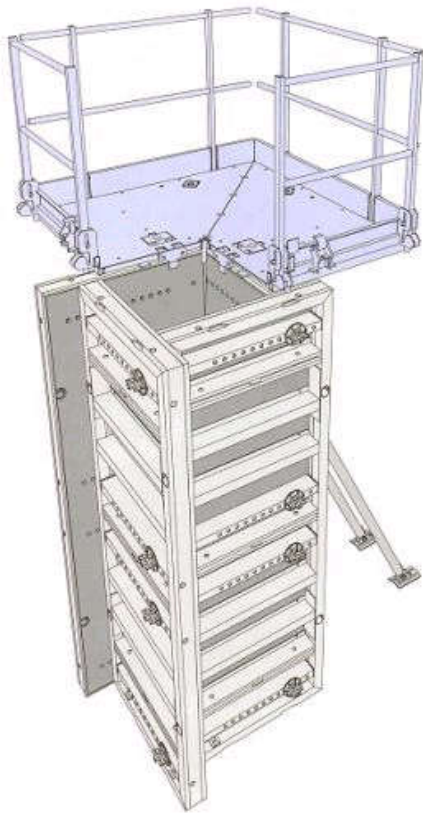
Inclined runway for placing concrete above grade





Poboljšani tradicionalni oplatni sustavi  
(korištenje tvornički proizvedenih oplatnih ploča  
u kombinaciji s drugim elementima)

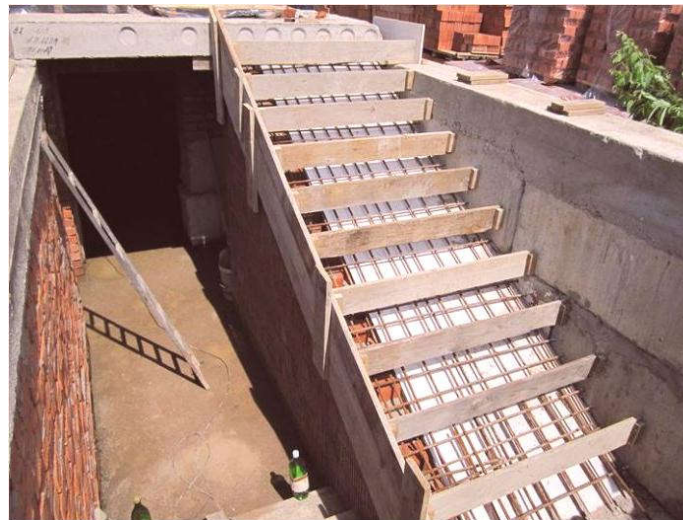




Tvornički  
proizvedeni,  
usklađeni svi  
elementi  
oplatnih sustava



- Obzirom na stalni razvoj na ovom području, kako u izradi oplata i materijalima od kojih se izrađuju, tako i načinima uporabe, teško bi bilo definirati neku jedinstvenu i sveobuhvatnu klasifikaciju. Oplate ima smisla dijeliti prema različitim kriterijima, kao npr.:
- Prema težini oplatnih elemenata na:
  - lake oplate, s kojima se može manipulirati ručno i
  - teške oplate, koje se prenose uz pomoć odgovarajućih dizalica;
- Prema konstruktivnim elementima za koje se primjenjuju na:
  - oplate ploča,
  - oplate zidova (ravnih i radijalnih) uključujući kutne elemente (služe i za stupove),
  - oplate stupova (pravokutnih i okruglih),
  - oplate greda,
  - oplate stubišnih krakova,
  - oplate lukova, svodova i kupola,
- Prema specifičnim objektima kod kojih se koriste na:
  - oplate tunela,
  - oplate mostova,
  - oplate silosa i njima sličnih konstrukcija (razni tornjevi i visoki stupovi) itd.
- Prema univerzalnosti, tj. mogućnosti uporabe na:
  - tipizirane oplate samo za određene konstruktivne elemente i
  - univerzalne ili fleksibilne oplate sa znatno širom mogućnošću upotrebe (za izvođenje različitih konstrukcija).
- Moguće su i podjele po glavnim materijalima, obzirom na tehnologije uporabe i dr.

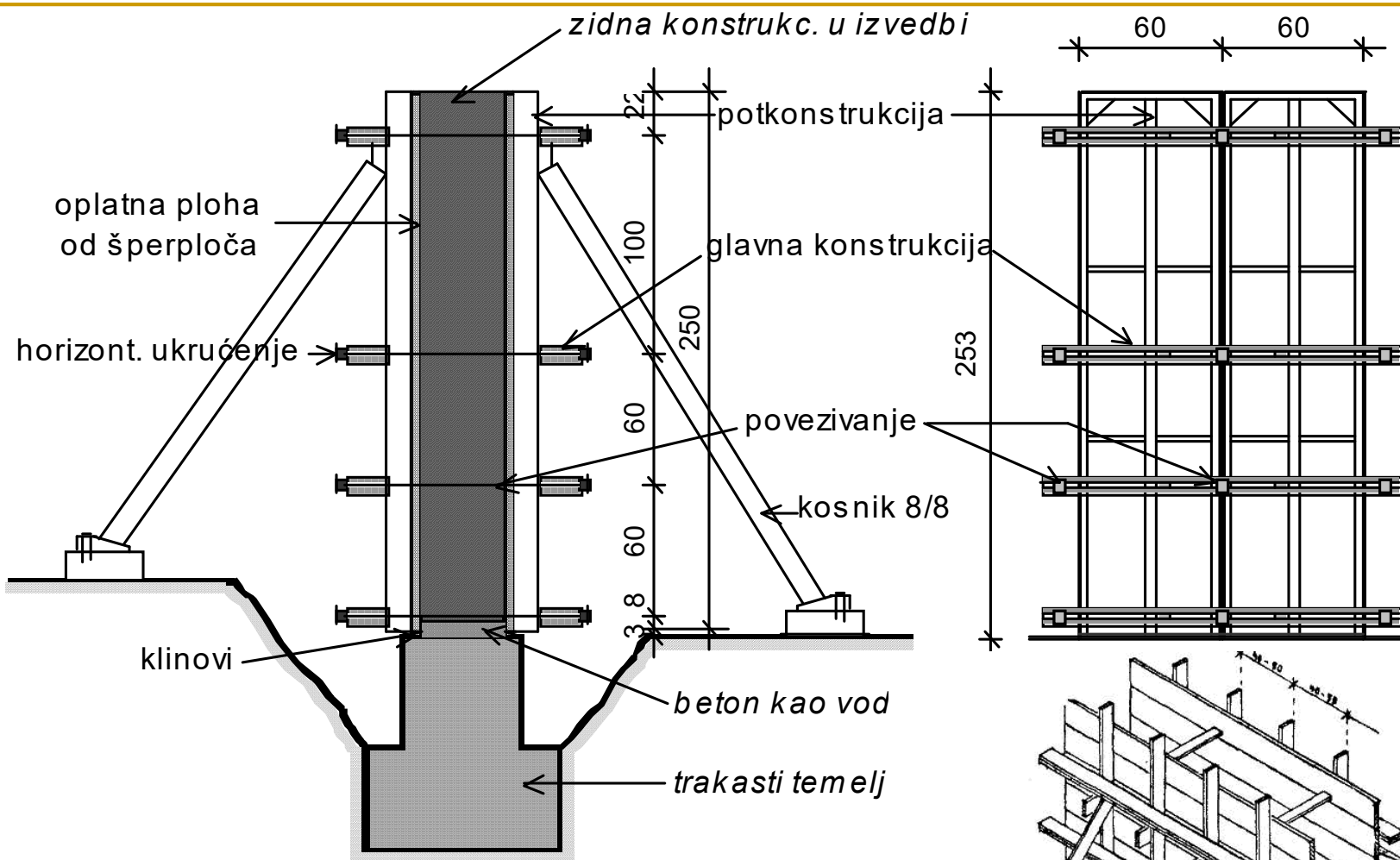


Oplata temeljne ploče,  
nadtemeljnih zidova,  
ravnog kraka stubišta  
(sve tri tradicijske,  
daščane), kalupi za  
predgotovljene betonske  
elemente i suvremeni,  
tvornički oplatni sustavi  
za zakrivljene stijene i  
visoke stupove

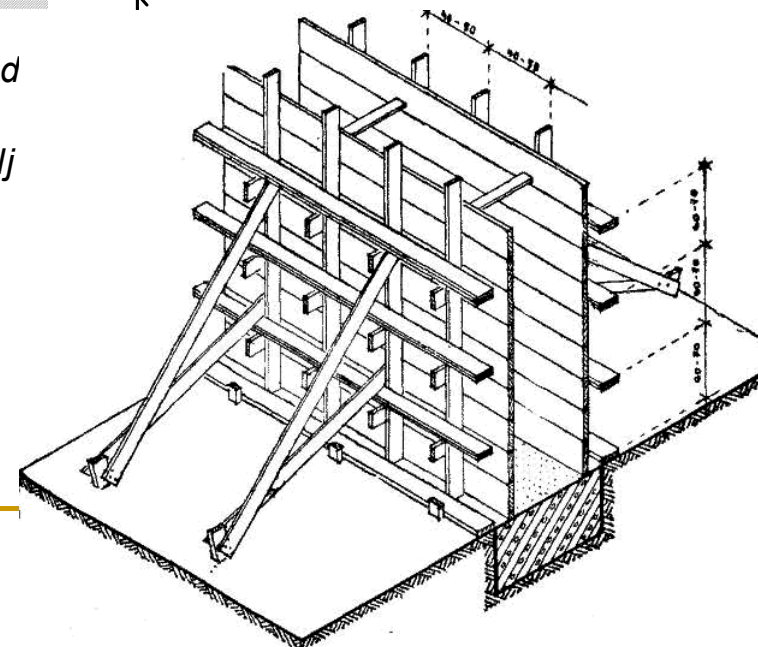


## Elementi oplatih sustava

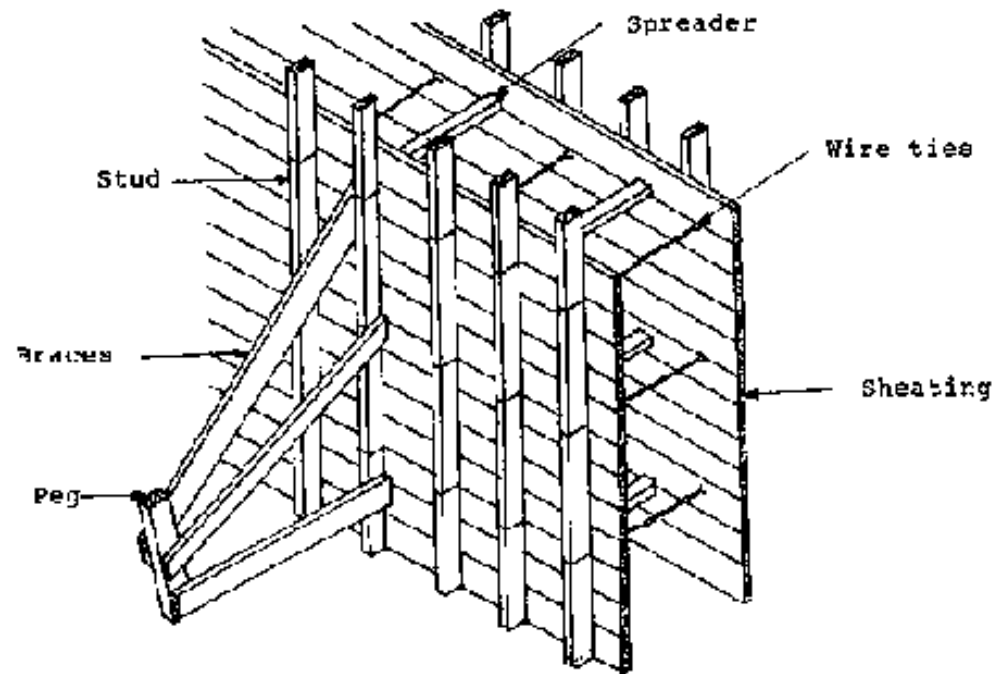
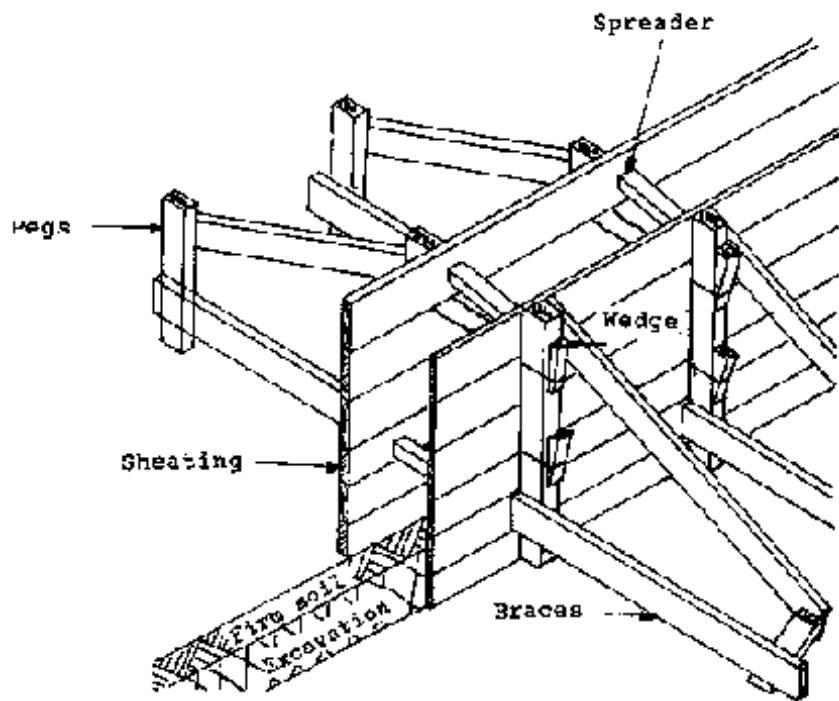
- Oplatni sklopovi su konstrukcije sastavljene od više različitih elemenata, svih potrebnih da u cjelini obave zadanu funkciju. Danas se na tržištu nude razni sustavi brojnih proizvođača, svaki s do u detalje razrađenim dijelovima (austrijska *Doka*, njemački *Peri*, *Paschal*, *Huennebeck*, *Meva*, *Noe*, francuski *Outinord*, talijanski *Kit Legnotre*, *Faresin*) Oni stalno unapređuju svoj asortiman i kroz njega prezentiraju najnovija tehnološka dostignuća.
- Osnovni elementi oplatnog sklopa su:
  - oplatne ploče (platna, paneli, plohe),
  - potkonstrukcija,
  - nosiva konstrukcija,
  - spojni (vezni) dijelovi,
  - podupirači i skele za visoke konstrukcije,
  - uređaji za regulaciju (rektifikaciju) tj. za prilagođavanje položaja (visine i dr.).
- Radne staze, ograde i ljestve za vertikalno povezivanje staza smatraju se pomoćnim elementima.
- Različiti, spomenuti oplatni sustavi, sa svojstvenim tehnologijama montaže i demontaže, imaju još i razne posebne čelične dijelove, konzole, ovješene skele, nosivi štap (“štanga”), uređaji za pomicanje i dr. Za njihovo korištenje uvijek je nužna odgovarajuća oprema, alat i pribor za praktičnu manipulaciju, koje za određene sustave isto isporučuju njihovi proizvođači.



Elementi zidnog oplatnog sklopa  
(s drvenim pločama gore i od dasaka desno)







Elementi tradicijske oplata  
 (napravljena od dasaka, greda,  
 gredica, štafli, drvenih klinovova,  
 čavli, paljene žice)

Oplatna ploča (ploha)

Potkonstrukcija

Nosiva konstrukcija



Radna staza s ogradom

Povezivanje oplatnih ploča jedna uz drugu

Kosnik

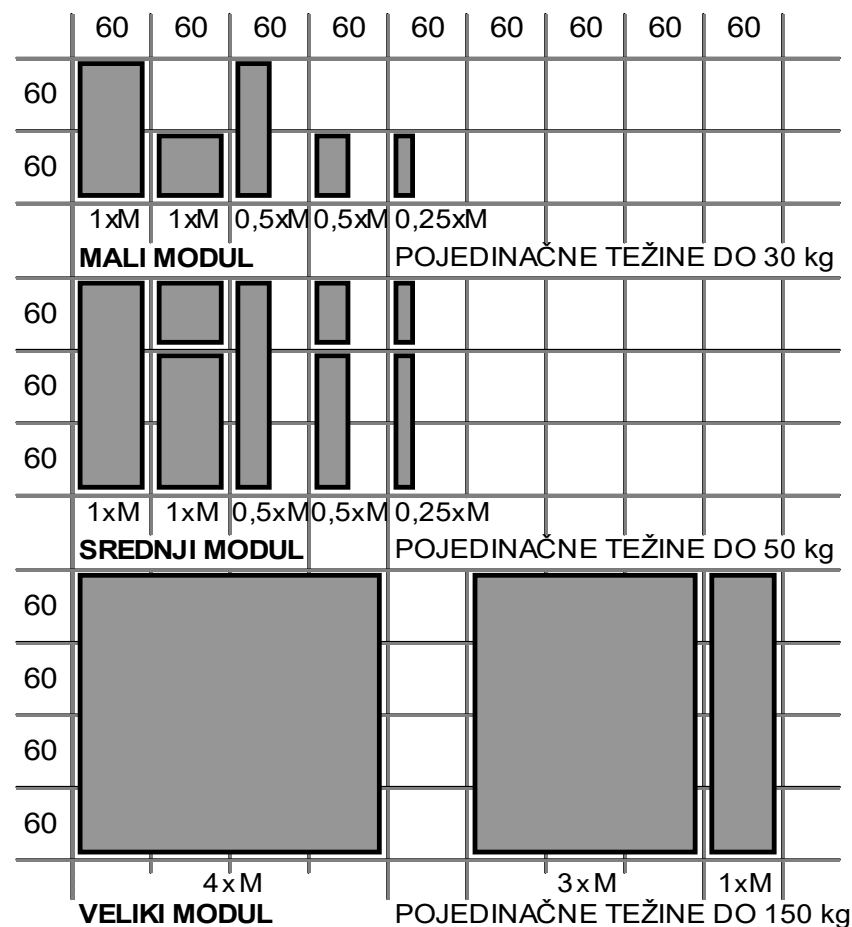
Povezivanje nasuprotnih ploča

Držislav Vidaković,  
GRAFOS

Tvornički porizveden oplatni sustav sa svim elementima

- **Oplatne ploče** su najizloženiji dijelovi sklopa i najviše se troše, što znači da imaju najkraći vijek upotrebe (2 do 8 puta manji od nosivih elemenata), pogotovo kada se njihova tekstura prenosi na betonsku površinu. Njihove unutarnje površine su oplatne plohe u direktnom kontaktu sa svježim betonom i o njima ovisi izgled izvedene konstrukcije (njena površina je odraz oplatne plohe). Izložene su dinamičkom opterećenju prilikom istresanja betona u oplatu i zbijanja koje zatim slijedi. Zbog svega toga moraju biti vodonepropusne, od materijala vodorezistentne kvalitete (da ne mijenja svoja fizička svojstva pod utjecajem vode, tj. vlage), slabo prianjajuće (neravna ploha ima veću površinu nego glatka, pa zato više prianja za beton), čvrste i elastične, te što otpornije na habanje i udare. Ta svojstva se popravljaju tretiranjem s odgovarajućim premazima, a kod drvenih ploča i postavljanjem specijalne zaštitne folije i korištenjem visokovrijednih, vodotpornih ljepila za izradu višeslojnih ploča.
- Tvornički izrađene oplate imaju plohe visoke kvalitete, a u cilju postizanja veće produktivnost (brzine) pri uporabi izrađuju se u modularnim dimenzijama (i za vertikalne i za horizontalne konstrukcije) i s unificiranim sklopovima. Veličina osnovnih ploča je:
  - - 50 x 100 cm ili 60 x 120 cm (male),
  - - 50 x 250 cm (srednje),
  - - 240 x 240 cm do 300 x 300 cm (velike).

- Pomoćne ploče imaju  $\frac{1}{2}$  i  $\frac{1}{4}$  veličine osnovnih modularnih elemenata (slika 2), tako da se njihovim kombiniranjem mogu ispuniti zahtjevi svih racionalno projektiranih tlorisa. Od manjih modularnih elemenata prema potrebi se sastavljaju veći, a same osnovne modularne ploče zadovoljavaju oko 75% potreba za oplaćivanjem.
- Ploče koje su prvenstveno predviđene za zidne konstrukcije u stambenoj izgradnji (npr. okvirne oplata) imaju osnovnu visinu prilagođenu standardnoj visini etaže. To je najčešće 270 cm, a prave se i s trećinom i polovinom te visine. Širine su im 90 cm (trećina osnovne visine) i 135 cm (polovina osnovne visine).
- Mali modularni elementi imaju težinu do 35 kg i pogodni su za ručni prijenos. Srednji teže 50 - 80 kg, a veliki elementi 150 - 300 kg i s njima se može manipulirati samo uz pomoć dizalice.



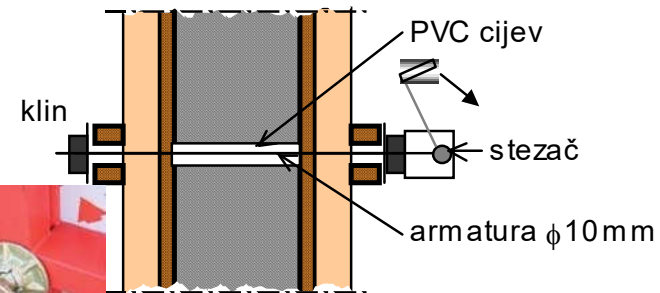
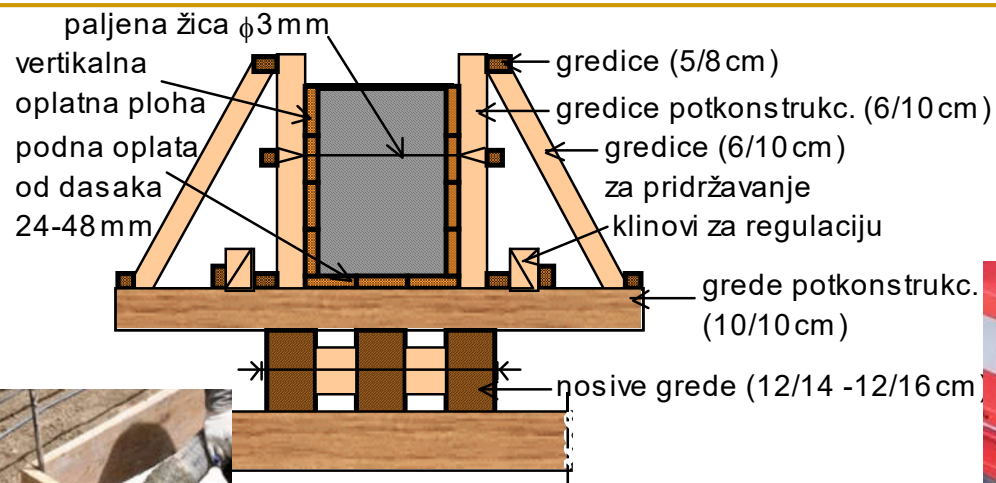
Elementi zidnog oplatnog sklopa s ploham od šperploče

Modularne oplatne ploče



- Nosivi okviri ploča su od kvalitetne drvene građe ili posebno oblikovanih metalnih profila. Na bočnim stranama okvira je niz rupa i trnova uz pomoć kojih se omogućuje uklapanje ploča u istu ravninu. Sve ploče se rade od istih materijala, ali srednje i velike su s krućim profilima. Neki oplatni sustavi kombiniraju drvene (vertikalne) i čelične (horizontalne) oplatne nosače (velikoplošna *Dokina* oplata *Top50*, *Peri* sustav za zidove i stupove). Radi povećane krutosti i nedeformabilnosti oplatnih površina, oplatni okviri se ukrućuju prečkama koje formiraju kutijaste sustave. Takvi elementi imaju dobru krutost i nosivost u oba ortogonalna smjera. Okvirne ploče (oplatno platno + ukrućenja) su samonosive i primjenjuju se i za zidove i za stropove.
- **Potkonstrukcije** povezuju oplatne ploče u cjelinu sklopa, nose ih i od njih preuzeto opterećenje prenose na nosivu konstrukciju. U statičkom smislu kod njih se razlikuju linijske i plošne konstrukcije. Prve prihvaćaju opterećenja linijski, zapravo na širini od 30 do 50 cm, i oslanjaju se na rasponima od 80 do 120 cm, dok plošne prihvaćaju opterećenja na cijeloj površini oplatne plohe.
- I potkonstrukcije su u dobroj mjeri izložene različitim nepovoljnim vremenskim uvjetima, radi čega su sklone fizičkim promjenama, pa ih valja na adekvatni način zaštititi premazima.
- Kod oplatnih ploha od dasaka i šperploča, potkonstrukcije se izrađuju od blanjanih gredica dimenzija 5/8 do 6/10 cm, a suvremeni oplatni sklopovi imaju potkonstrukcije od profiliranog i vučenog čelika, aluminijski i dr. slitina. Razvedeni poprečni nosači potkonstrukcija i glavne konstrukcije pružaju veliku krutost i imaju malu vlastitu težinu. Kako bi im se produžio vijek trajanja zaštićuju se ličenjem ili galvanizacijom.

- **Nosive konstrukcije** su rasponski nosači s raznovrsnim rješenjima, koji preko potkonstrukcija preuzimaju sva opterećenja i prenose ih na stabilna uporišta (podupirače, dovršene dijelove građevine i dr.). Posebno je važno da nosive konstrukcije budu stabilne u pogledu krutosti, kako bi kod preuzimanja opterećenja progibi bili 0 ili minimalni.
- Mogu biti drvene ili metalne, punih ili razvedenih presjeka ("I" i "T"), a za veće raspone rešetkaste. Postoje i teleskopski aluminijski nosači (*Telex – Thyssen Hunnebeck gruppe*), slobodno nosivi od zida do zida (i na dužinama većim od 6 m), uz koje se puno uštedi na podupiračima (75 -100%).
- **Spojna sredstva** trebaju osigurati dobru povezanost oplatnih ploča, potkonstrukcije i nosive konstrukcije, te nepomičnost cijelog sklopa. Tradicionalni način povezivanja oplatnih sklopova je klanfama i čavlima, te s paljenom žicom (meki čelik)  $\phi$  3 - 5 mm i razupornim gredicama. Gredice imaju dužinu ogovarajuću razmaku oplatnih ploha, odnosno projektiranoj širini betonske konstrukcije, a utezanjem žice one se uklješćuju (pritisnu ih oplatne plohe). Utežu se preplitanjem žice, uz pomoć specijalnih poluga (tzv. "radlovanje"). Kada ugrađivani beton dosegne visinu razupornih gredica, one se izbijaju i s betoniranjem se nastavlja, tako da u konstrukciji ostane samo utegnuta žica. To je dosta pouzdani način povezivanja, ali s velikim utroškom radnog vremena. Problem je i u obveznom sječenju paljene žice uz izbetoniranu plohu, a obzirom da je preostala žica podložna koroziji na tim mjestima postoji opasnost od pojave smeđih mrlja.



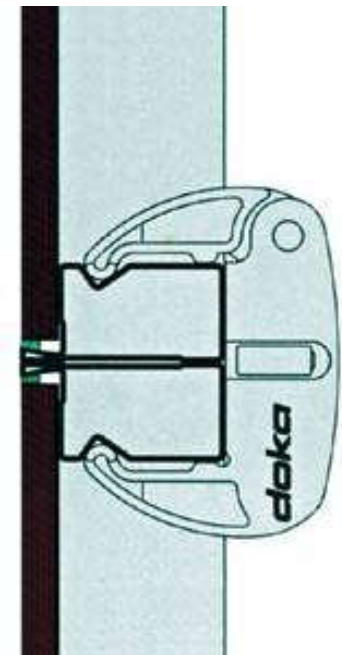
Primjeri povezivanja oplatnih elemenata na tradicijski (gore) i na suvremeni način (desno)

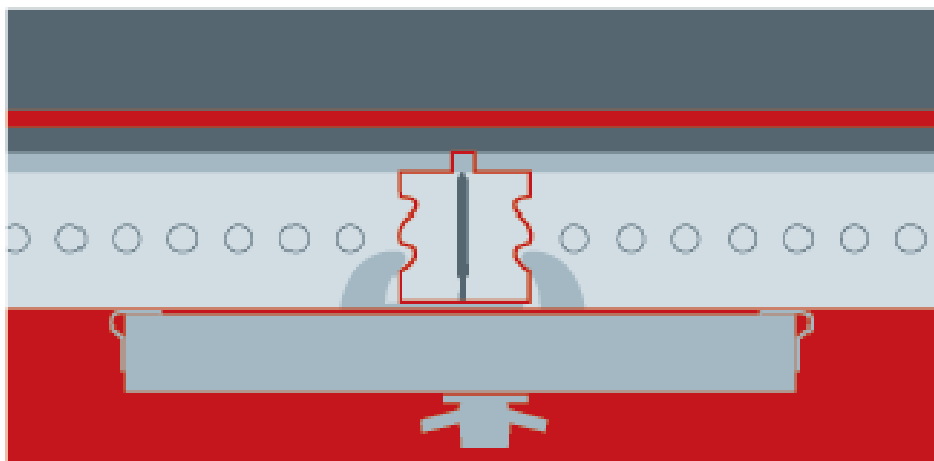


Kod suvremenih oplatnih sklopova plohe se povezuju vijcima s velikim podložnim maticama, specijalnim sponama i drugim spojnim sredstvima i tehničkim rješenjima (konusna sidra, izgubljena i s mogućnosti višekratnog korištenja, specijalna sa sposobnošću brtvljenja) za jednostavni i brzi rad. Razmak nasuprotnih oplatnih ploha osigurava se stavljanjem metalnih ili plastičnih (*juvidur*) cijevi kroz koje prolazi vezni element. To je čelična šipka ("sidro")  $\phi$  10 - 18 mm s na oba kraja izvedenim navojima. Cijevi kroz koje se provlače najčešće su od tvrdog polivinila, promjera  $\phi$  30 mm, i one trajno ostaju u betonu, dok se šipka izvlači. U slučaju tražene potpune nepropusnosti nepropusnosti betonskih konstrukcija u oplatu se postavljaju konusne cijevi, koje se nakon betoniranja prikladnim alatom vade iz betona. Ostali slobodan prostor se onda zapunjava betonom izrađenim s ekspanzivnim cementom, koji u procesu stvrdnjavanja bubri i dobro zatvara šupljine.



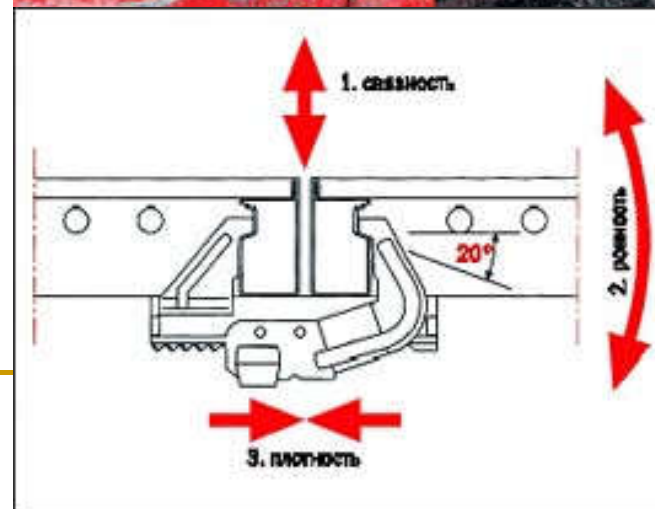
- Kod suvremenih oplatnih sklopova plohe se povezuju vijcima s velikim podložnim maticama, specijalnim sponama i drugim spojnim sredstvima i tehničkim rješenjima (konusna sidra, izgubljena i s mogućnosti višekratnog korištenja, specijalna sa sposobnošću brtvljenja) za jednostavni i brzi rad. Razmak nasuprotnih oplatnih ploha osigurava se stavljanjem metalnih ili plastičnih (*juvidur*) cijevi kroz koje prolazi vezni element. To je čelična šipka ("sidro")  $\phi$  10 -18 mm s na oba kraja izvedenim navojima. Cijevi kroz koje se provlače najčešće su od tvrdog polivinila, promjera  $\phi$  30 mm, i one trajno ostaju u betonu, dok se šipka izvlači. U slučaju tražene potpune nepropusnosti betonskih konstrukcija u oplatu se postavljaju konusne cijevi, koje se nakon betoniranja prikladnim alatom vade iz betona. Ostali slobodan prostor se onda zapunjava betonom izrađenim s ekspanzivnim cementom, koji u procesu stvrdnjavanja bubri i besprijeekorno zatvara šupljine.

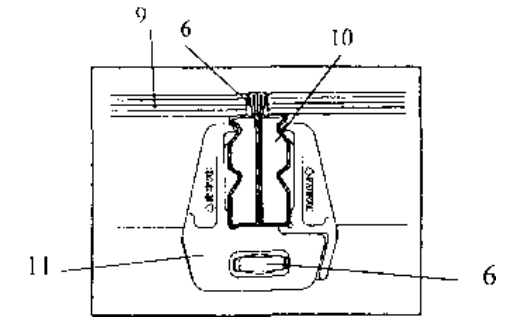
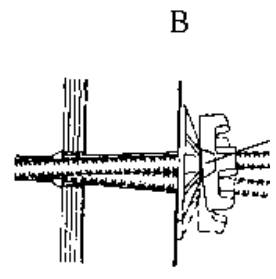
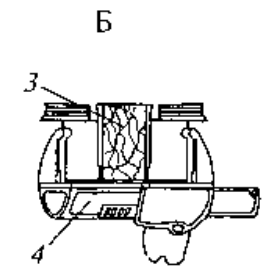
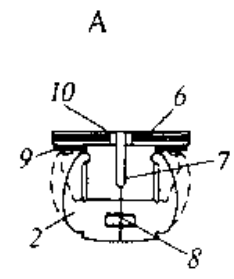
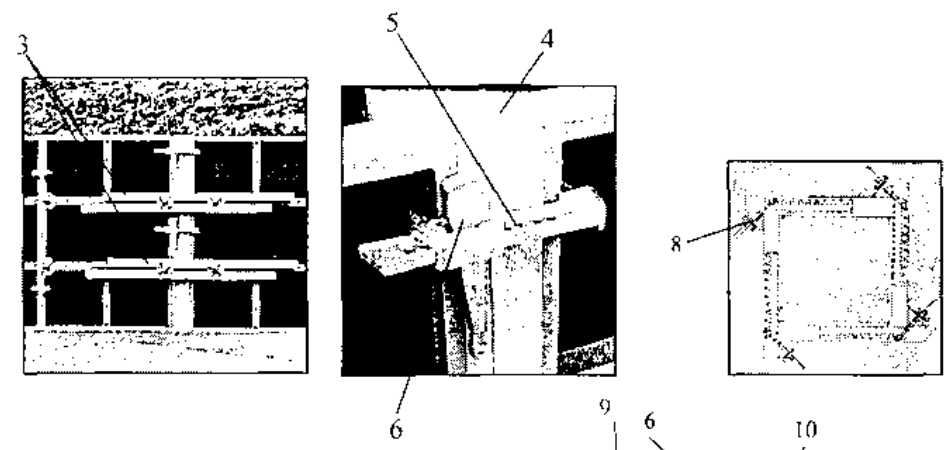
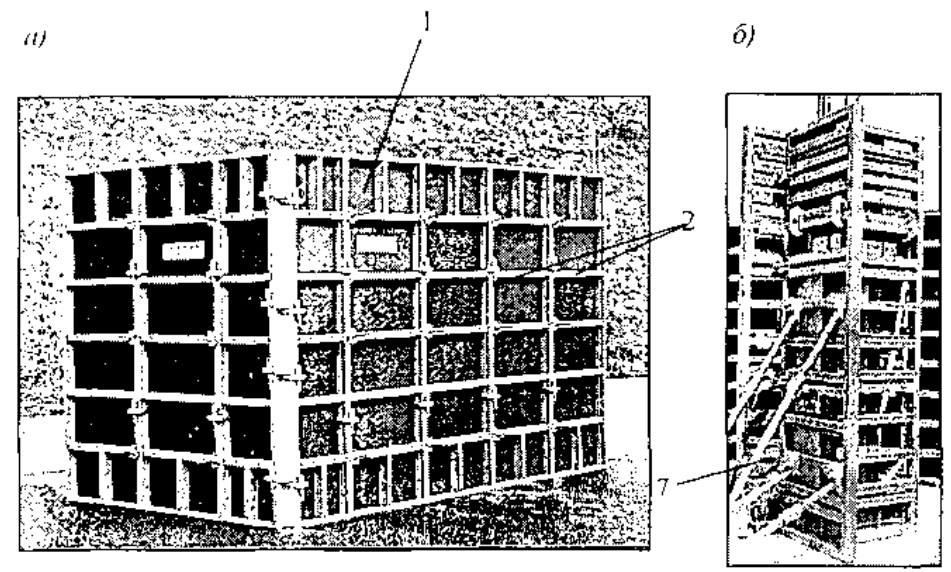
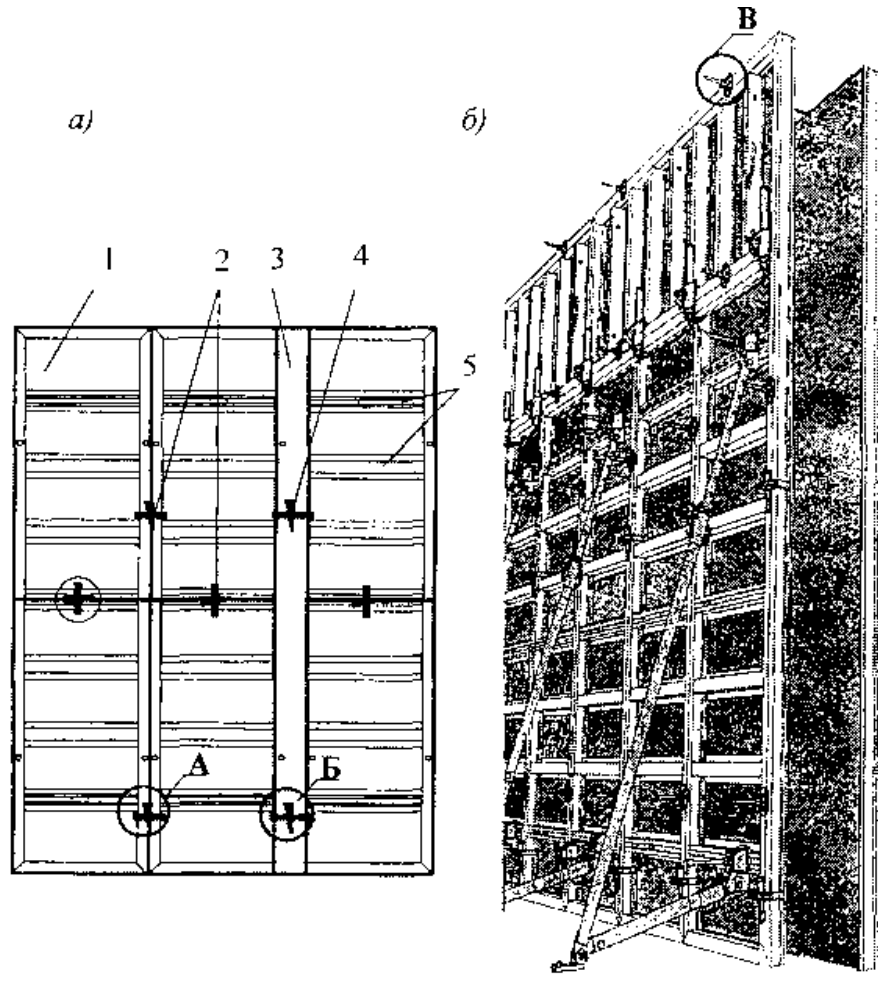




Spojke oplatnih ploča (gore sustav *Hunebeck*, a desno *Peri*)

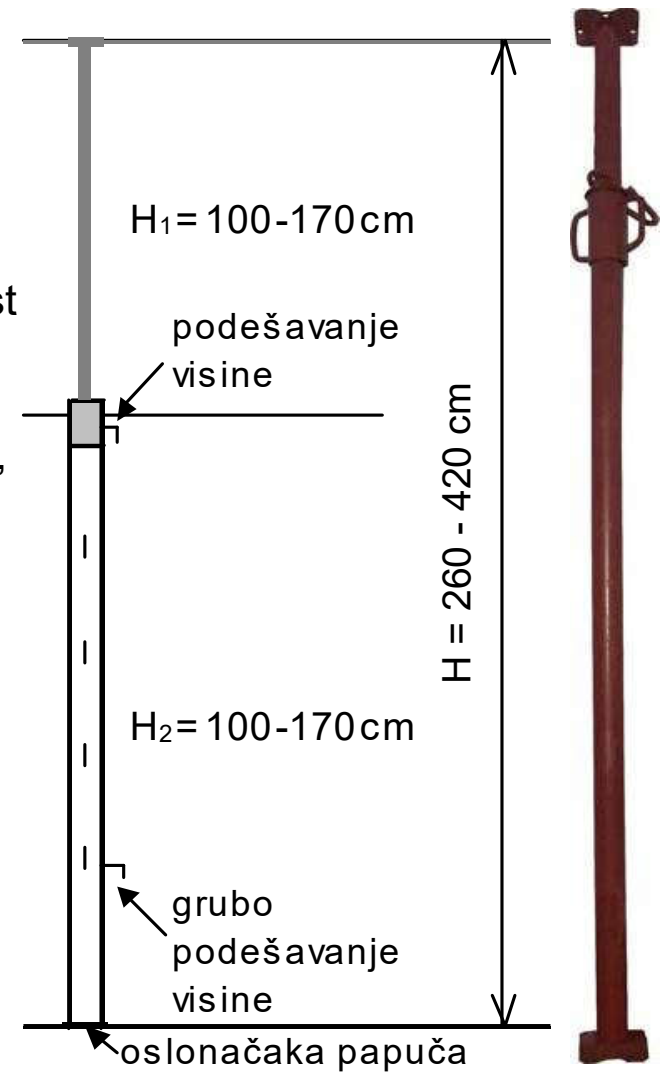
Dok se prije drvena oplata stupova uglavnom povezivala gredicama i štaflama, uz korištenje vijaka ili paljene žice, danas imamo bolja rješenja. Za utezanje kod pravokutnih stupova postavljaju se drveni okviri, a suvremeni sustavi koriste metalne okvire i čelične patent sponke (stezače).





- Kod oplatnih sklopova ploča, greda i drugih vodoravnih konstrukcija, koje se postavljaju iznad tla ili neke druge radne površine stupovima treba centrično opterećenje što izravnije prenijeti od gornje nosive konstrukcije na čvrstu podlogu. Za to se na proračunatom razmaku postavljaju **podupirači ili potpornji** (tzv. šterovi), koji ne primaju ni vlačne napone, niti savijanje.
- Nekada su se koristili drveni podupirači, dužina od 2,40 do 4,00 m, kvadratnog ili kružnog presjeka  $\phi$  10 - 14 cm. Takvi tradicijski podupirači oslanjaju se na podložne daske preko para “kajli” uz pomoć kojih se regulira visina. Nastavljeni mogu biti u donjoj ili gornjoj trećini visine, ali nikako u srednjoj (trećini). Uz to broj nastavljenih podupirača ne smije biti veći od polovice ukupnog broja.
- Suvremeni oplatni sustavi imaju cjevne, metalne (čelik, aluminij) podupirače s promjenljivom dužinom tj. visinom podupiranja: od 2,40 do 4,20 m, iznimno 8,0 m, te s vanjskim presjekom kružnog ili zvjezdastog oblika, promjera 48,3 do 193,0 mm. Težina metalnih podupirača se kreće od 12 do 34 kg/kom, pa je moguća ručna manipulacija. Uz dobro gospodarenje, ovakvi podupirači mogu se rabiti preko 10 godina. Obzirom na takvu trajnost može biti prihvatljiva i njihova nabavna cijena koja se, izražena po kilogramu težine, kreće oko 20 - 30% iznad cijene bravarskih konstrukcija. (100% pocinčanje svih površina jamči dugi vijek trajanja).
- Najrasprostranjeniji su teleskopski, cijevni podupirači s oslonačkom papučom, koji se grubo podešavaju uz pomoć niza rupa u koje se stavlja trn, a do 10 cm fino s vijkom na osloncu.

- Trnovi ujedno osiguravaju da se podupirač ne preoptereći, te savije i polomi, jer se u slučaju preopterećenja prije presječe čelični trn. Nosivost čeličnih podupirača kreće se obično je 10 do 30 kN. Za veća opterećenja prave se i potporniji nosivosti do 60 kN. Svaki proizvođač deklarira zajamčenu sigurnost nošenja i daje tehnička uputstva za upotrebu. Broj podupirača koje je potrebno postaviti po 1 m<sup>2</sup> uvijek ovisi o konkretnom opterećenju i njihovoj nosivoj moći, a postoje priručne tablice za njihovo određivanje (npr. *Peri Multiflex* 0,23 do 0,44 kom/m<sup>2</sup>, odnosno 32,0 do 37,8 kg/m<sup>2</sup>).
- Moderni podupirači (npr. *Peri Multiprop*) imaju mjernu traku s kojom se jednostavno (bez napornog mjerenja) može obaviti točno predpodešavanje. Najnoviji podupirači istog tipa imaju brzo rotirajuću maticu uz koju se samo pritiskom prsta oslobađa unatarnja cijev i prema potrebi izvlači van. Prema radnim studijama gdje su uspoređene brzo rotirajuće matice sa sistemom s utičnim svornjacima (kod uobičajenih podupirača) prosječni utrošak vremena za namještanje ovim novim rješenjem smanjen je za 25%.



Tipični obični cijevni podupirač (nosivosti 7 -12 kN)

## Cijevni podupirači



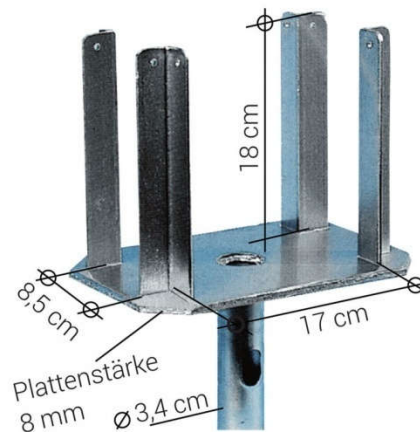
- Kod vertikalnih konstrukcija opterećenja se s oplatnih ploha preko kosnika prenose na tlo/horizontalnu ploču (kosnici se mogu oslanjati/upirati u već pripremljene uporišne etočke). Cijevni kosnici, kao i podupirači, osim što podupiru oplatu služe i za regulaciju. Okretanjem cijevi sklop se namješta u zahtjevani položaj (unutar cijevi se nalazi suprotni navoj).



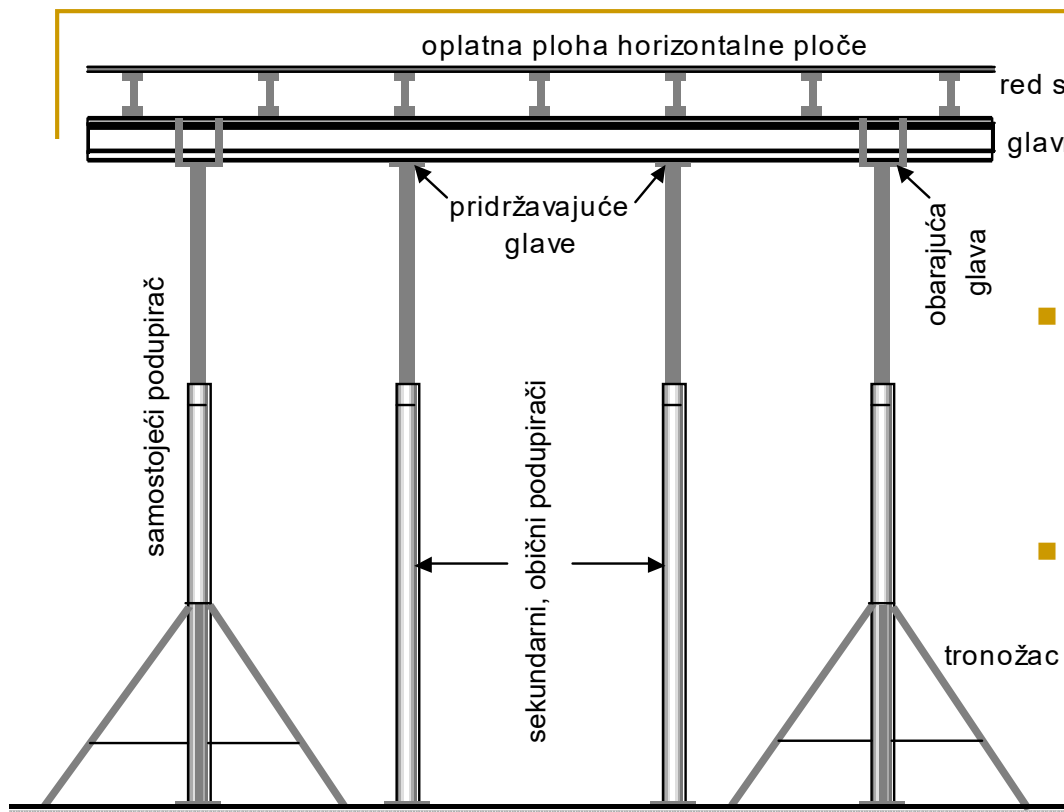
Kosnici oplata zidova (desno)  
i stupova (gore)



- Za stropne oplata kod nekih sustava (*Doka* i *Peri*) su predviđeni podupirači na koje se (s brzim spojem) ugrađuju/postavljaju/montiraju padajuće ili obarajuće glave (obično tzv. križne glave za prihvat jednog ili dva horizontalna nosača) s "brzim" spojem koji ih osigurava od ispadanja. One se mogu spustiti, pa postoji zgodna mogućnost uklanjanja oplata, a da ploča još uvijek ostane oslonjena. Samostojeći su jer dolje imaju namontiran tronožac (čelične nogare) koji ne preuzima vertikalna opterećenja već samo pomaže pri montaži. Između tih podupirača (cca. 0,15 kom/m<sup>2</sup>) se kao sekundarni postavljaju obični podupirači s pridržavajućim glavama (cca. 0,35 kom/m<sup>2</sup>)
- Još pogodnije i za rad sigurnije rješenje su čelični podupirači s vertikalnim prorezom na vijčanom dijelu i odgovarajućim klinom, koji također mogu spuštati nosivu horizontalnu oplatnu konstrukciju radi demontaže, a nisu im potrebne obarajuće glave. Kada se klin izvadi unutarnji, gornji dio podupirača spušta se za 4 do 6 cm (ovisno o tipu) i tako se obavi spuštanje, bez da se radnik mora penjati radi toga (pomažu isključivo pri demont.).
- Obično podupirači idu ispod gornjih nosača, primarnih (glavnih), preko kojih prelaze sekundarni, a na kojima je ploča. No, postoje i oplata ploče koje se samo direktno oslanjaju na podupirače (sustav *Topec* oplata – *Thyssen Hunnebeck gruppe*). Jednostavne su i ergonomski pogodne za montažu i demontažu (nema ni saginjanja prilikom postavljanja), pa proizvođač procjenjuje da skraćuju rad za najmanje 0,2 h/m u odnosu na druge sustave).





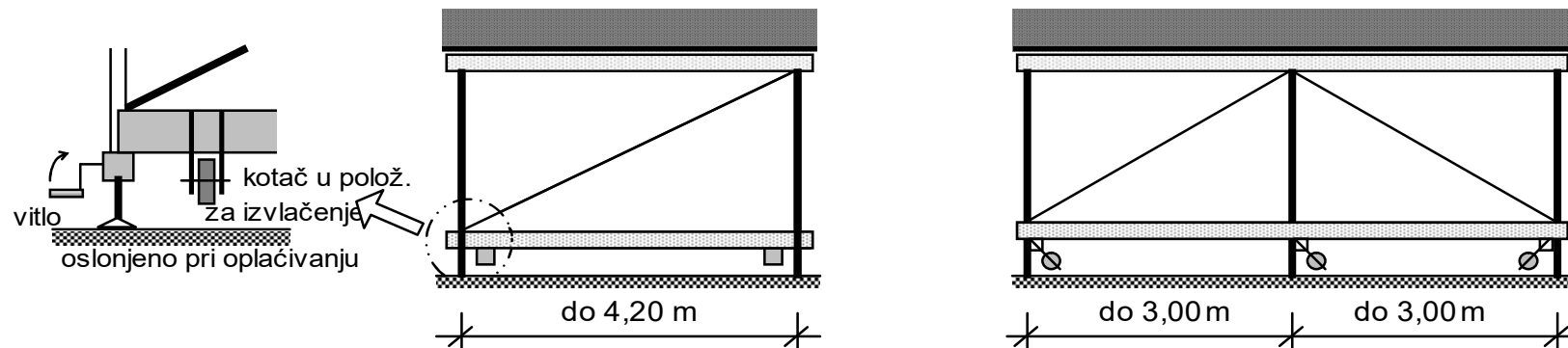


## Podupirači koji drže primarne nosače oplatnih ploča stropa

- U tradicionalnim sustavima nosači su drvene grede, a kod suvremenih su obično "I" ili "T" profila (nekada rešetkasti, mogu biti i metalni)
- Primarni nosači su na većem razmaku (2 - 3 m) od sekundarnih (poprečnih) koji leže na njima (na manje od 1m)



- Da bi se radovi još ubrzali za oplaćivanje stropnih ploča (za veliki broj postavljanja oplata) razvijene su tehnologije rada s oplatnim stolovima (zapravo podupirači s okvirom) umjesto postavljanja ploča s podupiračima. Oplatni stolovi se prilagođavaju dimenzijama ploče jedne prostorije, mogu imati preklopna krila, a za veće stropne površine usporedno se postavlja više njih. Kada oslonac više nije potreban, pomoću vijaka se spuštaju za visinu (10 - 20 cm) na koju su bili podignuti kotači uz oslonce. Zatim se lagano mogu odgurati na drugu radnu poziciju, odnosno do otvora na fasadi gdje ih prihvaća dizalica s posebno konstruiranim zahvatnim elementom u obliku položenoq slova "U" (tzv. pačji kljun) i prenosi na slijedeću etažu.



- Suvremeni nosivi sistemi (npr. *Peri PD8*,) imaju mogućnost primjene na više područja: za izradu stolova kod oplaćivanja stropova, za brzomontirajuće tornjeve velike nosivosti (ST 100 - od samo 4 do 5 elemenata) i za slaganje stubišnih tornjeva( u svrhu sigurnog penjanja i silaženja/osiguranja sigurnih vertikalnih komunikacija).
- Razvijeni sustavi također imaju specijalne dopunske dijelove za nagnute površine. Za rješavanje nagiba od 3°, tj. oko 5% kod stropnih ploča uspješno se koriste nagibne križne glave (npr. *MKK Peri*) s odgovarajućim spojnicama, a za uporišta nagibne glave (*MKF*) koje se postavljaju na podnožju.



Oplatni stolovi (gore prijenos s dizalicom pomoću alata u obliku položenog slova "U", tzv. kljun)



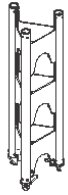
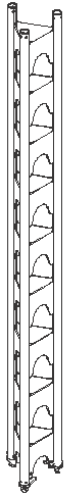
Dilatacije između stolova i zidova i između stolova samih zatvaraju se odgovarajućim trakama debljine 6 -11 mm. Treba računati i da je za stolove koji prelaze težinu od jedne tone preporučljivo pod točkove staviti fosne.

- Suvremeni nosivi sustavi (kao što je npr. *Peri PD8*) imaju mogućnost primjene na više područja: za izradu stolova kod oplaćivanja stropova, za brzomontirajuće tornjeve velike nosivosti (ST 100 –od samo 4 do 5 elemenata) i za slaganje stubišnih tornjeva (u svrhu sigurnog penjanja i silaženja).
- Razvijeni sustavi također imaju specijalne (dopunske )dijelove za nagnute površine. Za rješavanje nagiba od  $3^\circ$ , tj. oko 5% kod stropnih ploča uspješno se koriste nagibne križne glave (npr. *MKK Peri*) s odgovarajućim spojnicama, a za uporišta nagibne glave (*MKF*) koje se postavljaju na podnožju.
- Za podupiranje oplatnih sklopova na većim visinama koriste se različite **skele za sklapanje**. To su konstrukcije od tipiziranih okvira od metalnih cijevi, koji se međusobno sklapaju u visinu stvarajući cjelinu.
- **Lake cijevne skele** oblikuju se u tornjeve, a mogu postići visinu i do 15 m. Prema konstrukciji i obliku tornja, proizvođači nude rješenja s mogućim preuzimanjem opterećenja i do 50 kN. Za relativno mala opterećenja i velike visine postoje tipske okvirne skele, koje su sastavljene od vertikalnih i vodoravnih elemenata, međusobno povezanih dijagonalama i specijalnim umetcima. Okviri takvih skela su 0,85 do 1,20 m širine, postavljeni na razmake od 2,5 m. Visine okvirne skele od 21 do 51 m postižu se slaganjem tipiziranih elemenata pojedinačne visine 0,60 i 1,20 m. Podupirači okvirne skele na gornjem dijelu imaju oblikovane glave s grlom za prihvat opterećenja od glavne oplatne konstrukcije, a dolje se nalazi vretenasti uređaj za fino podešavanje visine s papučom za stabilni oslonac.

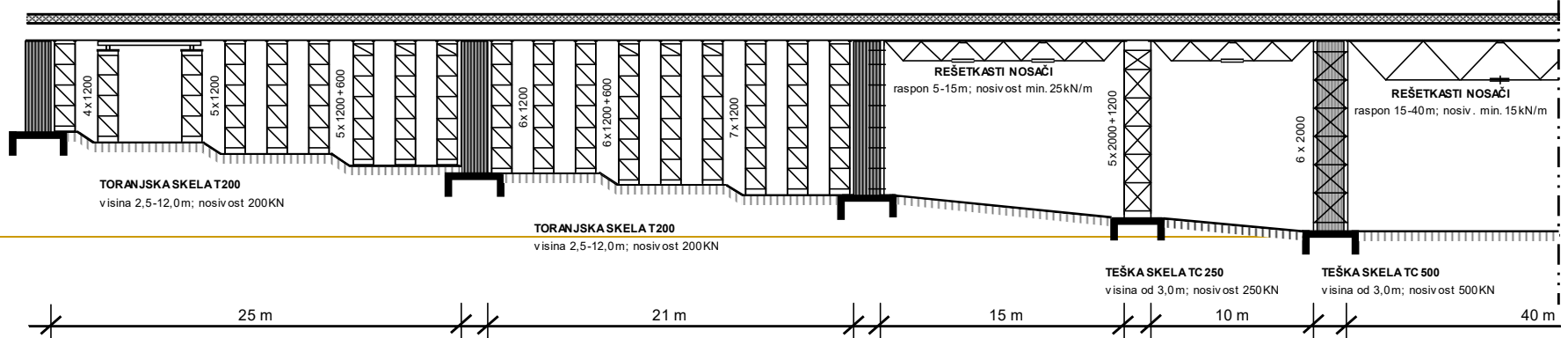




- Kod **teške skele** su cijevni stupovi spojeni u toranj pomoću standardnih veznih elemenata (slika 7). Tornjevi nemaju ograničenja u visini, već ona ovisi o zahtjevu plaćivane konstrukcije. Jednostavno se sklapaju od elemenata standardnih visina: 0,6, 1,2 i 2,0 m, a isto su opremljeni sa specijalnim papučama i vretenastim navojem. Nosivost tornjeva je do 500 kN ( $T_C - 500$ ).

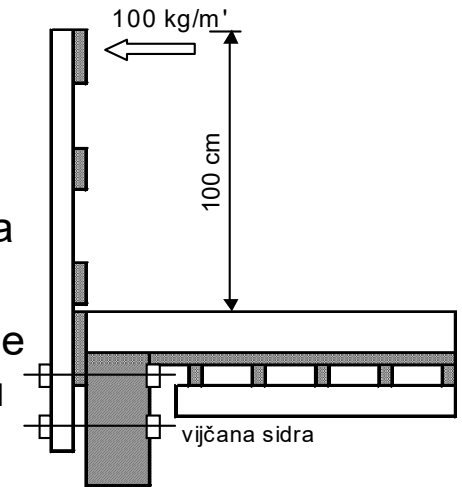


Teške skele nose velika opterećenja preko tipiziranih rešetkastih nosača. Racionalizacijom konstruktivnog rješenja tu se mogu postići značajne uštede.



- Dovođenje oplatnih sklopova u točno projektirani položaj omogućuju posebni **uređaji za fino podešavanje i namještanje** (dizanje i otpuštanje od nosive konstrukcije). Oni služe za pridržavanje i regulaciju po visini i nagibu, te postupno pomicanje oplatnog sustava, što je posebno važno prije neposrednog pritezanja oplatnih ploha. Nakon što beton dovoljno očvrstne, oplata se treba postupno otpustiti, bez naglih i dinamičkih opterećenja i udara, da se beton ne bi oštetio. Svaki oplatni sustav mora imati opremu za fino podešavanje, naročito ako su oplatne ploče velikih dimenzija i težina.
- Kod drvenih, tradicijskih oplata u tu svrhu koriste se klinovi od tvrdog drveta, koji se postavljaju u parovima, usmjereni u pravcu pomicanja. Izrađuju se s glatkim dodirnim površinama i nagibom jedne strane 1:5 do 1:10, tako da se laganim udaranjem čekića po klinu, oplatni sklopovi pomiču u željenom pravcu (podižu, spuštaju ili horizontalno pomiču).
- Suvremeni, tvornički proizvedeni oplatni sustavi za fino podešavanje imaju svoju posebnu opremu. Za reguliranje vertikalnih (zidnih) oplatnih ploha to su cjevasti kosnici s ugrađenim vretenastim navojem, kojim se produljuje ili skraćuje njihova dužina.
- Kod teških oplatnih konstrukcija, kod mostova i visokih nosača, tu funkciju izvršavaju hidrauličke dizalice odgovarajuće nosivosti. Hidraulikom se nosiva oplatna konstrukcija dovodi u projektirani položaj, zatim se podmetačima oplatni sustav fiksira i onda se dizalica oslobađa. Kada se oplata skida s izbetonirane konstrukcije, dizalicama se ponovo prihvaća oplatna konstrukcija, uklanjaju se podmetači i laganim popuštanjem oslobađa oplatna ploha.

- Tvornički izrađeni oplatni sustavi opremljeni su pomoćnim dijelovima koji služe za eventualni prihvat betona, odlaganje alata i drugog pribora i materijala, te pružaju mogućnost sigurnog kretanja i rada radnika.
- **Radne staze** su prostorni elementi sa zaštitnom ogradom i opremom za povezivanje s oplatnim sklopom. Proizvode se prafabricirano u dužini od 2,0 m i težine 50 kg, predviđene na opterećenje od  $2,0 \text{ kN/m}^2$ . Za radna mjesta na visinama iznad 2,0 m od tla ili druge površine obvezne su ograde visine 1,0 - 1,1 m, s rukohvatom koji može preuzeti horizontalno opterećenje intenziteta  $1,0 \text{ kN/m}^1$ . Da bi se spriječilo padanje odloženog alata ili materijala, na ograde se uz pod postavlja zaštitna daska minimalne visine 12,0 cm.
- Za penjanje na oplatne sklopove i međusobno vertikalno povezivanje radnih staza postavljaju se ljestve, koje trebaju imati rukohvat i kuku za vješanje o stabilnu konstrukciju.
- Pri radu na vanjskim stranama visokih zidova konzolno se postavljaju horizontalne radne plohe, opremljene zaštitnim ogradama. One služe kao radne staze, ali na njima se i oslanjaju oplatni sklopovi. Pričvršćuju se na očvrsle dijelove građevine na razne načine – vijcima i utorima ili tome slično, a podižu se pomoću gradilišne dizalice, po ciklusima napredovanja radova. Sustavi penjajućih oplata na visokim stupovima, gdje postoji izloženost jakim vjetrovima, obično su opremljeni s **automatima za penjanje** (samopenjajuće oplata). Na ovakve konzolne konstrukcije mogu se po potrebi s donje strane dodati **viseće skele** koje olakšavaju popravak i posebnu obradu prethodno izvedenih betonskih površina, te odstranjivanje sidra za koje se vezao oplatni sklop.





Radne staze, ograde i drugi pomoćni elementi oplatnih sustava



## Materijali za oplata

- Pojedini dijelovi oplatnih sklopova mogu biti načinjeni od različitih materijala, a od kojih uvelike zavise važna upotrebna svojstva oplata – obradljivost, prionjivost za beton, otpornost na vlagu i udarce i u svezi s tim trajnost, odnosno mogući broj uporaba istog elementa, pa nosivost, tj. otpornost na deformacije, specifična težina (vlastito opterećenje za dimenzioniranje sklopa), te onda prema tome neophodna mehanizacija (ručna manipulacija ili uz pomoć dizalica) i alati, kao i prilagodljivost konstrukcijama različitih dimenzija i mogućnosti skladištenja. Iz toga proizlazi način rada (radni procesi i operacije) i potrebno vrijeme i složenost rada (period osposobljavanja i kvalifikacijska struktura radne snage). Korišteni materijali direktno utječu na nabavnu cijenu oplata, ali i na kvalitetu izvođene betonske konstrukcije, pa sve to zajedno definira najbolje područje primjene. Zato se oplata za neke specifične funkcije rade samo od nekih određenih materijala, ali se i oplata iste namjene mogu izrađivati od nekoliko vrsta materijala.
- **Oplatne ploče**, odnosno plohe, mogu biti:
  - drvene – daščane ili od prefabriciranih ploča tipa šperploča, lesonit ploča, tvrdih i mekih iverica, pozder ploča, lanit ploča i drugih na bazi drvene sirovine, s različitim komercijalnim nazivima,
  - metalne – čelične, aluminijske i od nekih drugih slitina,
  - od plastičnih masa – armiranih poliestera, polistirola (stiropora)
  - gumene (cijevi – "baloni" i matrice za reljefne površine),

- kartonske (cijevi i kutije od prešanog papira),
  - betonske – od različitih vrsta betona i sličnih proizvoda (betonski blokovi, *Durisol* elementi, *Omnia* ploče i sl.),
  - od opekarskih (keramičkih) proizvoda (šuplji glineni blokovi, gredice s armaturom u opekarskim kanalicama i dr.).
- Materijal koji se prvi koristio, a i danas je još u raznim kombinacijama vrlo često u upotrebi za izradu oplatnih ploha, je **drvena građa**. Prednost drveta je njegova relativno mala težina, slaba toplinska vodljivost, lagano i jednostavno povezivanje drvenih dijelova međusobno i s drugim, izolacijskim materijalima, te dobre mogućnosti izmjene oblika i dimenzija. Problem je što je drvo prirodno vrlo osjetljivo na vodu tj. vlagu, uslijed čijeg djelovanja brzo bubri, dok se pod utjecajem sunca i vjetra rasušuje. Nepogodno je i to što iziskuje veliki utrošak vremena, čak i za montažu i demontažu prefabriciranih ploča na bazi drvenih materijala, a pogotovo pri radu s daskama. Najveće količine drvene građe troše se pri tradicijskoj izradi daščanih oplata na gradilištu, što zbog dosta otpadnog materijala, što kada se uzme u obzir jako mali broj mogućih uporaba.
  - Za oplatne plohe koriste se **daske** debljine 24 do 48 mmn (kako se često kaže na gradilištu 1 do 2 cola, a daske od 48 mm nazivaju se mosnice), širine 14 do 20 cm, u pravilu od crnogorice, najviše jele, a može i smreke i ariša (drvena građa IV klase). Daske su posebno osjetljive na izvijanje uslijed djelovanja vlage, a zbog rasušivanja nastaju pukotine koje propuštaju cementni mort iz betona. Upijajući

vodu iz svježeg betona uzrokuju pojavu šupljina na njegovoj očvrstloj površini. Da bi se ti nedostaci umanjili treba koristiti samo osušeno drvo, vlažnosti maksimalno do 18% i najbolje uže daske (do 15 cm) zbog manje izraženog izvijanja pod utjecajem vlage. Za posebne konstrukcije daske se blanaju i međusobno povezuju utorima. U takvim slučajevima zaštićuju se penetrirajućim sredstvima koja jamče dužu trajnost i bolju kvalitetu. Nezaštićene daske se brzo vitopere i iskrivljuju, radi čega im je vijek trajanja vrlo kratak. Nakon trećeg ili četvrtog korištenja postaju neupotrebljive, pa uobičajeno završavaju u otpadu za potpalu na gradilištu. Kod tradicijskih oplata uz daske se postavljaju drvene gredice i platice koje imaju predviđenu peterokratnu uporabu. Za skele i podupiranje korištene daske mogu se upotrebiti 5 puta, a gredice 10 puta.

U nekim razvijenijim zemljama je zbog opisanih negativnih posljedica ova vrsta oplata zabranjena. Danas se kod nas oplate od dasaka najčešće primjenjuju u individualnoj gradnji i za unikatne dijelove betonskih građevina (konstrukcije promjenjivih presjeka, asimetrične, izvijenih ploha, kao što su npr. svodovi). Oplate od izblanjane drvene građe pružaju snažniji izraz strukture kod vidnog betona.

- Naprednija tehnologija koristi različite industrijski proizvedene **ploče na bazi drvenih materijala**, koje daju glatke betonske površine, mnogo bolje nego kod daščanih oplata, pa iza njih nije nužna naknadna obrada. Različite su kvalitete, boje i komercijalnih naziva od proizvođača. Ovakve ploče inače

imaju i druge namjene, ali ako su za oplatne plohe moraju biti rađene s vodorezistentnim ljepilom. O kvaliteti zaštitnih sredstava direktno ovisi otpornost ploča, pa su bolje s folijama koje imaju veću gramaturu (težina folije po 1 m<sup>2</sup> normalno je između 70 - 360 grama). Drvene oplatne ploče nalaze se na tržištu kao zasebni proizvodi ili elementi u sastavu oplatnih sustava, koje su svakako kvalitetnije i trajnije.

- Na našim gradilištima već dugo prevladavaju oplatne plohe od vodootpornih **šperploča** (hrv. i uprečka). U široj upotrebi za oplatale su od 60-tih godina 20. stoljeća, od kada se izrađuju kao vodootporne. Na području bivše Jugoslavije prve šperploče za oplatale rađene su u Blažuju kod Sarajeva (BiH), i bile su toliko dobro prihvaćene i proširene da je do današnjih dana u ovim krajevima u riječniku građevinara naziv “blažujka” ostao za sve druge ploče te vrste, mada su danas vrlo često oplatne ploče iz azijskih država. (“Blažujka” je nastala na temelju finskih iskustava).

Šperploče se izrađuju pod velikim pritiskom i temperaturom od 7 - 15 (neparni broj) križno slaganih tankih (1 - 3 mm) slojeva drveta (lamela) natopljenih sintetičkim, visokovrijednim, vodorezistentnim ljepilom (fenolnim). Lamele se dobivaju ljuštenjem s trupaca, u pravilu bjelogorice (najčešće brezovine, ali radi se i od smrekovine, borovine i dr. crnogorice), a tako dobivene, gotove ploče imaju 6 - 7 puta bolje mehaničke karakteristike od drvenog materijala od kojeg se prave. Šperploče su u pogledu čvrstoće i naprezanja na savijanje podjednake u oba smjera. Ima ih s debljinom 10 - 30 mm (obično razlika po 5 mm), u

modularnim dimenzijama 120/250 do 300 cm dužine, a za međukatne konstrukcije 120/120 cm. Primjerice šperploča debljine 15 mm ima težinu oko 10 kg/m<sup>2</sup>. U novije vrijeme se dosta koriste posebno tanke šperploče (8 -12 mm) koje imaju istu upotrebnu vrijednost kao i deblje, a lakše se izmjenjuju i po potrebi okreću na drugu stranu nakon što se jedna ploha istroši ili ošteti. Izložene površine obložene su tvrdim zaštitnim filmom, te ploče treba piliti pilama sa “sitnim zubom” i čela šperploča, odnosno rezne površine, također zaštititi vodorezistentnim premazima.

Višeslojne šperane ploče (poglavito za vidni beton) obostrano se ojačavaju zaštitnim premazom od umjetne smole (120 - 400 g/m<sup>2</sup>). Neke su napravljene tako da osim otpornosti na vremenske utjecaje dobro podnose i visoke temperature i kuhanje. Neke ploče nemaju zaštitni sloj, već su samo s izbrušenom gornjom površinom. Međusobna spajanja ploča poželjno je obavljati vijcima s upuštenom glavom ili čavlima zvjezdastog oblika s blagim navojem. Oni se specijalno izrađuju baš za šperploče jer obični čavli oštećuju plohe, a imaju i malu atheziju.

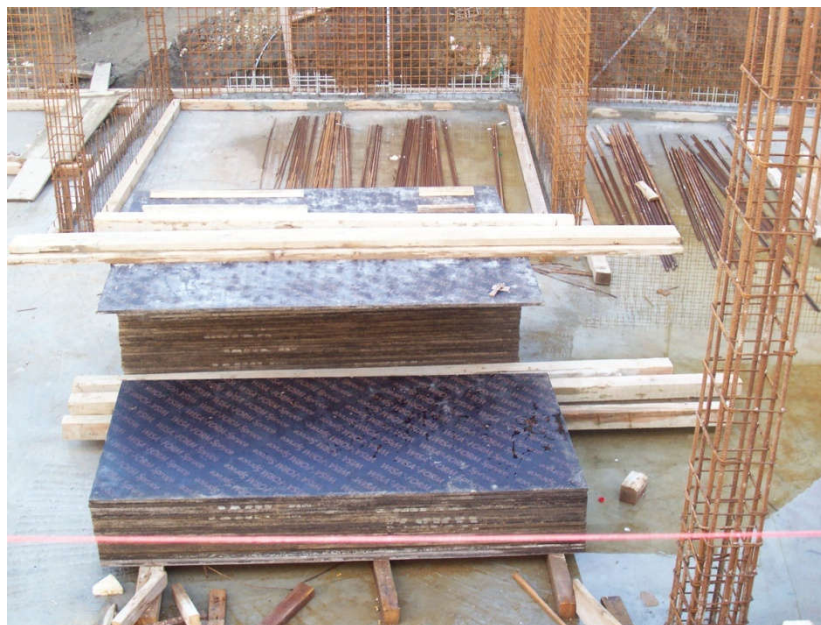
Prema iskustvu s oplatnim plohama koje su se radile od šperploča rezanih na gradilištu može se računati na 30 - 35 uporaba. Oplatne plohe kod tvornički izrađenih sklopova najčešće su od šperploča (d = 21 - 22 mm) i uz dobro gospodarenje, u našim prilikama zajamčena je stokratna uporaba, dok podaci iz nekih zapadnoeuropskih zemalja ukazuju da bi to moglo biti još znatno više.

- Slične su i oplatne **ploče od 3 - 5 križno ljepljenih tanjih ploča** pojedinačne debljine 8 - 10 mm, a ukupno 25 - 30 mm debljine. Imaju glatke površine, čeone strane zaštićene su im aluminijskim ili plastičnim profilima, a ima onih i s lakiranim bridovima na svim stranama. Proizvode se i s ojačanim središnjim slojem (troslojne ploče). Uobičajeno su žute ili crvene boje od melamin umjetne smole. Mogu se koristiti oko 30 puta za tzv. final beton (površine betona koje ostaju vidljive kao nakon skidanja oplata), a do 50 puta kada se površine još naknadno obrađuju.
- Panel ploče, **ploče od ukočenog drveta** izrađene su ljepljenjem pod pritiskom, od drvenih otpadaka obostrano ukleštenih sa šperpločama. Debljine su im 8 do 15 mm, a proizvode se u osnovnim dimenzijama s višekratnikom brojeva 15 (15 -120 cm) i 25 (25 -125 cm). Površine su im isto presvučene zaštitnim, vodootpornim filmom, a okovane su specijalnim drvenim ili metalnim profiliranim opšavima, da bi im se produžio rok upotrebe, obzirom da je poznato kako su rubovi ploča u transportu i manipulaciji najviše izloženi oštećivanju.
- Postoje i drugačije **ploče od industrijskom obradom neutralizirane otpadne drvene mase**. Najčešće se koristi smjesa različitih tehnološkim postupcima usitnjenih lingo-celuloznih vlaknaca od bjelogoričnog drveta (jeftina baza), koja se uz dodatak ljepila i punila oblikuju u željenu formu, opet pod visokim tlakom i temperaturom. Na tržištu postoje ploče od drvenih čestica - različite vrste lesonita, od drvenih iveraka - različite iverice, te vlaknatice (npr. *medijapan*) kojima su osnov za proizvodnju raščijana drvena vlakna. Zapremninska masa im je 500 do 1.000 kg/m<sup>3</sup>, pa je npr. lesonit ploča od bukovine teža od šperploče, odnosno za jednu

trećinu tanja ploča ( $d = 10 \text{ mm}$ ) ima istu težinu od oko  $10 \text{ kg/m}^2$ . Tlačna čvrstoća ovih ploča je između 2 i  $8 \text{ kN/mm}^2$ . Obično im je jedna ploha glatka i puna, a druga gruba. Debljine su između 6 i 10 mm, a standardne ploče su sa širinama 120 do 150 cm i dužinama 250 do 500 cm. (Najveće *lesonit* ploče za oplata su  $549 \times 125 \text{ cm}$ , tako da se pile na komade potrebne veličine.) Ploče lesonita mogu se lako i ravnomjerno savijati, pa su pogodne za rad na zakrivljenim, ovalnim betonskim konstrukcijama, uz izradu odgovarajuće podloge od dasaka ili drugih ploča.

Kada se govori o njihovoj vodootpornosti treba biti jasno da se to odnosi samo na ljepilo s kojim su načinjene i na posebno obrađene površine (premaz - film, folija). Uslijed neodgovarajućeg održavanja, kada se dozvoli dolazak vode na nezaštićeno drvo dolazi do tzv. "cvjetanja" - višeslojne ploče se odljepljuju, najčešće na rubovima, a po površini se pojavljuju zračni mjehurići. Dok im je zaštita neoštećena, ovakve ploče malo upijaju vodu i malo bubre. Uz primjereno postupanje s njima, mogu se iskoristiti 10 - 20 puta.

- Montažni okvirni elementi često su kombinacija drvenih materijala (plohe od šperploča, lesonit i sličnih ploča i eventualno drvene gredice za ukrutu) i crnih ili laganih metala (profili za horizontalnu i vertikalnu ukrutu i rubni dijelovi). Drveni elementi (obično širine 5 - 10 cm) koriste se za kompenziranje širina kod spajanja između montažnih ploča i na uglovima, uz pomoć posebnih metalnih dijelova. Kod nekih ovakvih sustava je i platno metalno, kao npr. kod poznatog *Doka - Framaxa* od alumaterijala.



Tvornički proizvedene oplat. ploče od drv. materijala (gore žuta ploča od iverice d = 27 mm, a desno s metalnim okvirom i ukrutom)





- Od **čeličnih i aluminijskih limova** debljine 3 - 4 mm (čelični) do 7 mm (Al) prave se oplatne plohe, koje mogu biti i finalni elementi oplatnih sustava (vidi fotografija). Iako čelik ima veliku čvrstoću, tanki limovi bi se pod opterećenjem betona valovito deformirali, a deblje metalne ploče povećavaju težinu elemenata, što stvara probleme s manipulacijom i povećava troškove, uz ionako visoku nabavnu cijenu. Ploče od crnog lima (čelika) su jeftinije, ali teže nego od laganih metala, tj. aluminija. Limovi su elastični, otporni na udare i trajni, ali nisu tako često u upotrebi zbog svojih loših strana. Uz navedeno, njihove plohe nisu prilagodljivih dimenzija i za rad s njima potreban je poseban alat i oprema, pa se njihova izrada i popravci uglavnom obavljaju u bravarskim radionicama. Tako im je isplativost moguća samo kada je osiguran veliki broj upotreba, te se rjeđe koriste na gradilištima. No, od metala se često izrađuju kalupi za proizvodnju raznih betonskih prefabrikata, a od čeličnih limova su i ploče za klizne i tunnelske oplate ( $d = 5 - 7$  mm). S metalnim oplatnim plohamo postiže se dobar izgled betonskih površina, a mogući broj uporaba prosječno je oko 200 puta.



Čelični kalupi za  
a.b.(i predna-  
pregnute)  
elemente

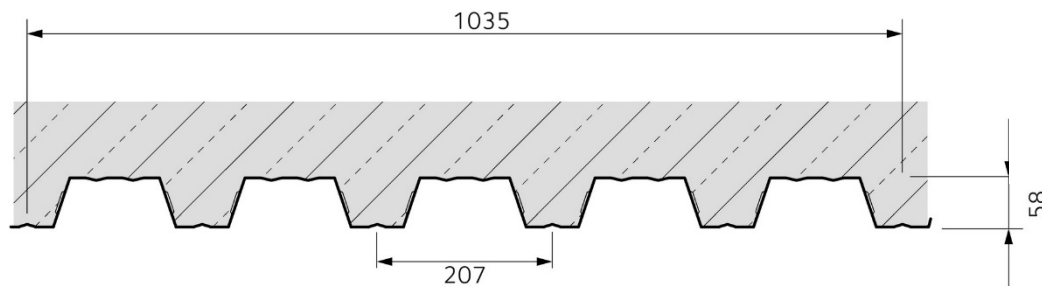
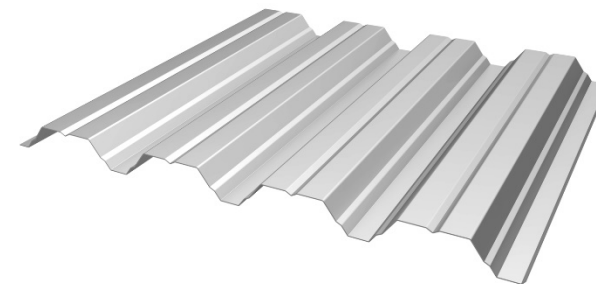


Oplate s čeličnim pločama (lijevo dolje za osiguranje stranica iskopa, ispod za zidove, a desno za stupove)



Čelični profilirani limovi mogu se koristiti i kao oplata za stropne ploče (desno dolje čelični lim trapeznog profila koji je izgubljena oplata)

Npr. ispod pokazani *Cofraplus® 60* omogućuje izradu spregnutih stropnih ploča bez podupiranja na rasponima do 3,4m.



- **Kartonske oplate** ističu se po svojoj niskoj cijeni, a primjenjuju se već oko trideset godina po cijeloj Europi, u prvom redu za stupove i to one kružnog presjeka. Oplata za kružne stupove (npr. proizvođač *Monotub*) dostupna je kao:
  - spiralna,
  - glatka (*Smooth*) - za savršeno ravne površine i
  - “brza” (*Speed*) - za glatke površine, ali s mogućnošću vrlo brzog skidanja.Mogu se izvoditi i drugačiji oblici (npr. kvadratni, trokutasti i poligonalni), a to se uobičajeno postiže umetanjem kalupa od stiropora s traženim presjekom u okruglu oplatnu cijev. (Standardne oplate za kvadratne presjeke su od 20x20 do 40x40 cm, s povećanjem stranica po 5 cm.) Iako se ova oplatna ploha proizvodi od recikliranog kartona, proizvod je 100% nepropusan i moguće ga je koristiti u svim vremenskim uvjetima. Stoga nije neophodno puniti kartonsku oplatu betonom odmah nakon što se učvrsti, jer nema posebne bojazni da će ona biti oštećena ili da će bit potrebno štiti je od kiše i vlage. Isto tako, proizvođači jamče da pri skladištenju na otvorenom ne postoji rizik da se izgubi na kvaliteti, mada duže skladištenje obično niti nije potrebno. Samo, ukoliko je skladištenje nužno, preporuča se oplate postavljati vertikalno, kao prevenciju od deformacija.
- S oplatom ovog tipa može se odgovoriti na zahtjeve suvremenog građenja, jer s njom se ubrzava i poboljšava izrada konstrukcija. Tvornički se izrađuje i u principu dostavlja prema projektnoj specifikaciji naručitelja. Tako nikada ne dolazi do problema s popravkom zbog neodgovarajuće visine. Za hitne slučajeve proizvođači

obično imaju oplatu tipa "brza" u skoro svim profilima standardne dužine 3 do 4 m. U proizvodnom programu za kompletiranje oplata nude se i odgovarajući okviri koji perfektno prijanjaju na njenu vanjsku stranu. Donji okvir za učvršćivanje izrađuje se od recikliranog kartona (ili iverice) i može se koristiti više puta. Gornji okvir za učvršćivanje i ukrućivanje je od zaštićenog čelika, te ima mogućnost montaže potpornih elemenata za fiksiranje oplatnog sklopa.

Kartonske oplata su izuzetno lagane, za njihovu montažu je dovoljan jedan radnik i dizalica nije potrebna, a osim toga, samo dva okvira mogu ovu oplatu držati na mjestu. Usipavanje betona može se obaviti u jednom navratu, ali će se bolji rezultati postići ako se beton vibrira u slojevima, svakih 50 cm visine. Pri tome treba paziti da se unutrašnjost oplata ne ošteti, a kod viših stubova da beton ne pada slobodno s velike visine, kako ne bi došlo do segregacije i pomicanja oplata.

Suvremene kartonske oplata vrlo lako se skidaju, npr. nožem, a oplata tipa "brza" još jednostavnije, pomoću ugrađenog čeličnog "otvarača" debljine 0,5 mm. Povlačenjem toga otvarača (metalna traka ili žica) jednim potezom se oplata otvara i onda skida. Mekani i glatki film koji ostaje na stubu bez problema se može odstraniti rukom. Zbog vodonepropusnosti kartonske oplata ne mora se oplatu odmah skidati, nego se to može učiniti kada to izvoditelju najbolje odgovara. Ova oplata može se koristiti kao zaštita izvedenog stuba i nakon stezanja betona.

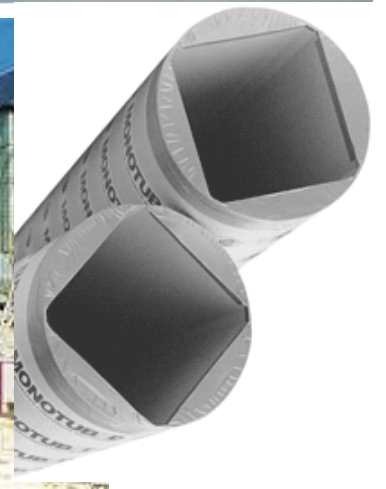
Proizvode se i oplata stubova (promjera 15 -80 cm) vrlo sličnih karakteristika od kombinacije kartona s drugim materijalima - kružni slojevi kartonske folije, aluminij i

polietilen (*Tubotec*). Oplate takvog sastava su lagane, a vrlo otporne (visoki, a tanki stupovi bez puno pričvršćivanja). Isto su vodootporne i ostavljaju fine, glatke površine i bez premazivanja protiv prianjanja s betonom. Ima i oplate koje za pomoć pri namještanju na sebi imaju postavljenu libelu u vertikalnom položaju (sistem *Ecoplom*).

Ispod je tablica s tehničkom specifikacijom iz ponude kartonskih oplate (Montub d.d.) (cijene su bez poreza za dužine do 6,0 m , a za svaki metar više skuplje su 10% )

Promjer mm	Zapremina stuba dm <sup>3</sup> /m <sup>1</sup>	Omotač m <sup>2</sup> /m <sup>1</sup>	Debljina oplate mm	Težina oplate kg/m <sup>1</sup>	Cijena €/m <sup>1</sup>
152	18,1	0,47	3,0	1,3	6,46
202	32,0	0,63	3,0	1,7	7,37
250	49,1	0,79	3,0	2,1	9,27
300	70,6	0,94	3,0	2,5	12,39
350	96,2	1,10	4,0	3,6	14,74
400	125,6	1,26	4,0	4,1	18,62
450	159,0	1,41	4,0	4,6	22,27
500	196,3	1,57	4,0	5,1	22,65
550	237,6	1,73	5,0	6,3	25,00
600	282,7	1,88	5,0	6,9	27,51
700	384,8	2,20	5,0	8,0	36,02
800	515,3	2,51	5,0	9,3	44,46
1000	785,4	3,14	6,0	11,5	obratiti se proizvođaču

Kartonska oplata za stupove (da se dobije drugačiji presjek od kružnog unutra mogu biti umentnuti odgovarajući dijelovi od stiropora)

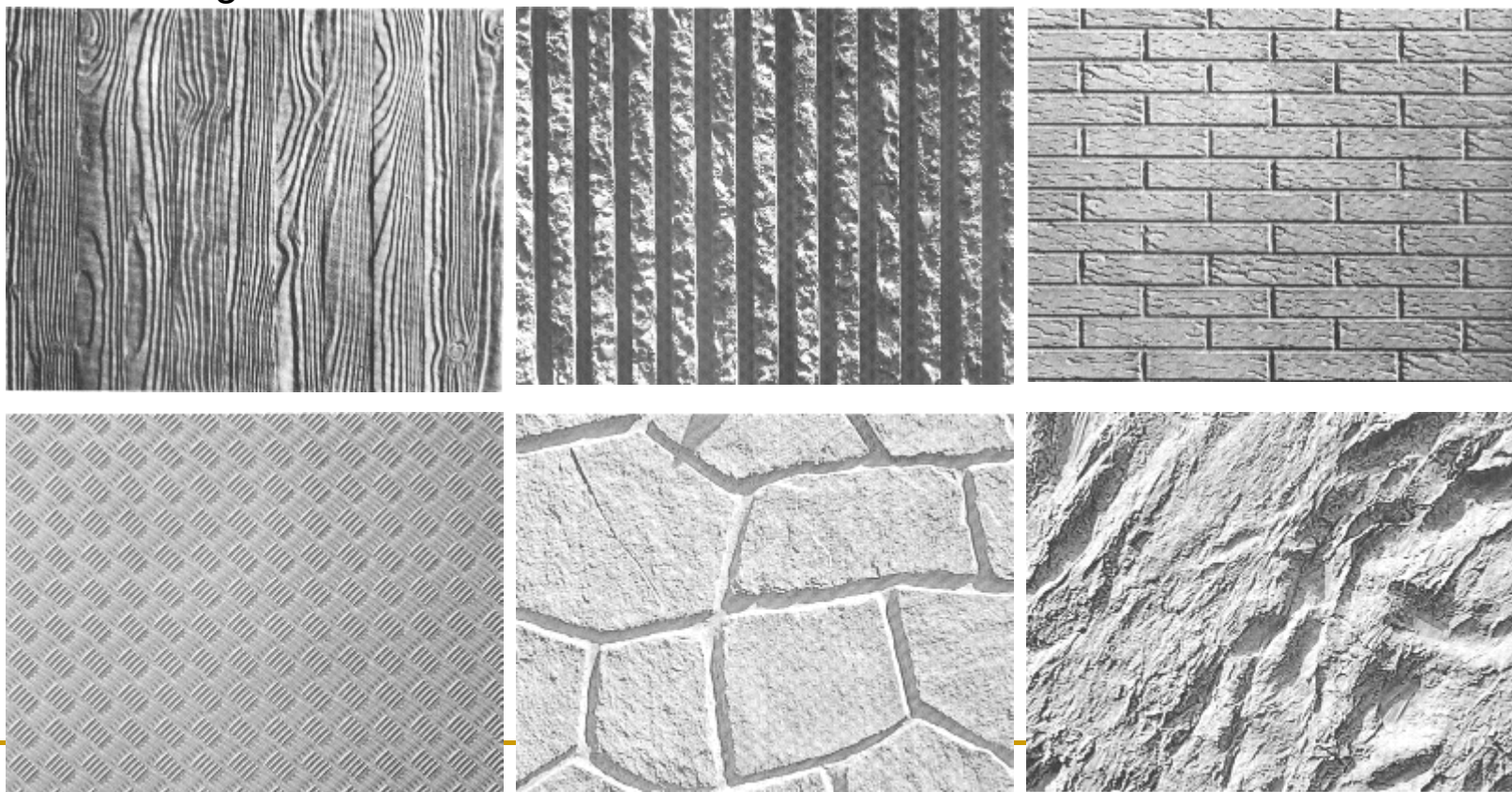


Držislav Vidaković, GRAFOS

- Već tridesetak godina za ovu namjenu koristi se i **armirani poliester**, koji je lako obradljiv i elastičan, kao i metal omogućava dobivanje vrlo kvalitetnih betonskih površina, a po težini je izuzetno pogodan za manipulaciju. Njegova mana je izražena osjetljivost na udar, uslijed kojega se pojavljuju površinske prsline, pa se s ovim materijalom treba vrlo pažljivo rukovati. Vijek trajanja mu je relativno kratak i broj uporaba može biti samo do 30 puta. Postoji i problem s toplinskim izduženjima poliestera, zbog kojeg nastaju deformacije, ako je oplatna ploča kruto vezana za podlogu. Nabavna cijena ovog materijala je približno kao i za čelične limove, pa se zato danas primjenjuje samo u nekim iznimnim slučajevima gdje zaista predstavlja najbolje rješenje. Uglavnom je to opravdano kod projektiranih složenih, nepravilnih i zaobljenih oblika, npr. kod elemenata ograda, vijenaca, vrtnog i urbanog, mobilijara (često i ukrasnog), kao što su klupe, posude, stupići itd.
- Poznata su dobra izolacijska svojstva koja posjeduje **stiropor** (EPS - pjena od ekspaniranog polistirena) i vrlo mala težina, što je značajno ako ima ulogu trajno ugrađene oplata. Stiropor se, kao i karton (kutije), zna koristiti za ostavljanje olakšavajućih otvora u a.b. konstrukcijama (npr. pločama). Naglašena podatnost obradi čini ga pogodnim za odljevanje različite ornamentike na betonskim elementima (npr. za reljefe na zidu). Uporaba je obično jednokratna.



- Traženi reljefni oblici općenito se uspješno postižu s oplatnim ploham od elastičnih materijala. To su matrice i strukturne oplate izrađene **na bazi gume** i sličnih dvo ili više komponentnih smjesa. Gumene matrice su za višekratnu upotrebu. Reljefne ploče sa specijalnim matricama izrađuju se u radionicama ili pogonima, a na gradilištu se pričvršćuju na oplatu i nakon betoniranja ostaju ugrađene na betonskim pročeljima. Izvedba je brza, a dobivaju se cjelovite fasade zgrada s mogućnosti izbora između dvjestotinjak različitih dizajna, sve bez skela i dodatnog rada.

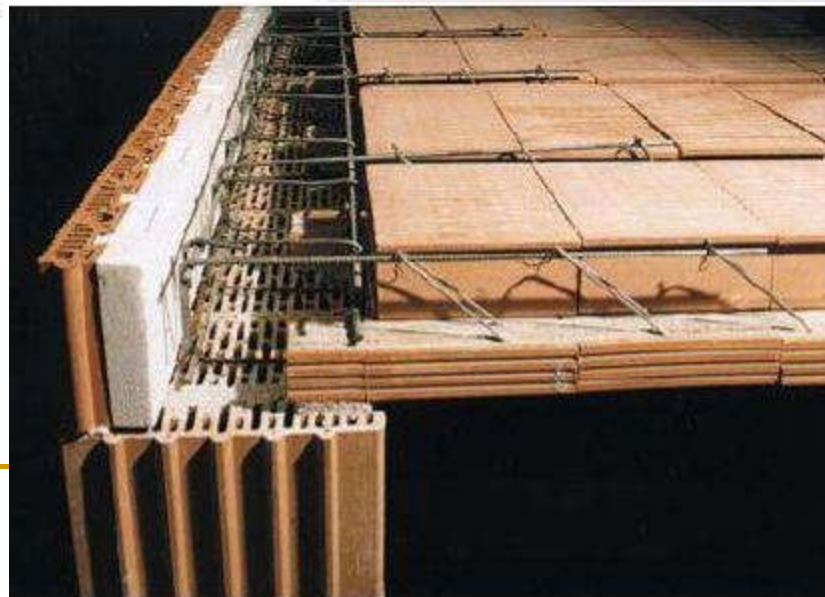
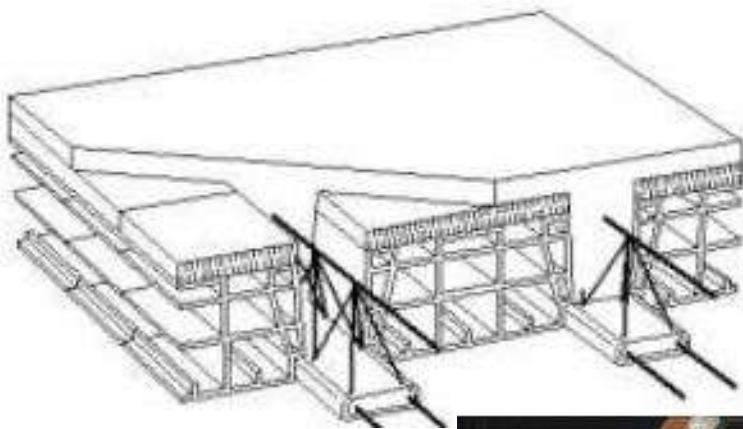


Razne betonske površine dobivene uporabom gumenih matrica kao oplatnih ploha

- Specijalne gumene oplata na napuhavanje (balon) cilindričnog oblika služe za unutarnju oplatu nekih a.b. konstrukcija (npr. cijevi i sl.). Te cijevi, koje su vrlo velikih dimenzija (npr. Noe gumena oplata služi za promjere do 4 m i maksimalne je dužine 30 m), natlače se zrakom kako bi mogle primiti opterećenje od betona, a poslije betoniranja, kada beton dovoljno očvrstne, zrak se iz njih ispusti i oplata se tako oslobađa te vadi iz unutrašnjosti konstrukcije. Uglavnom se radi o patentiranim rješenjima, koja uključuju i određene premaze gumene oplata prije postavljanja armature i betoniranja, pa ih koriste samo specijalizirana poduzeća.



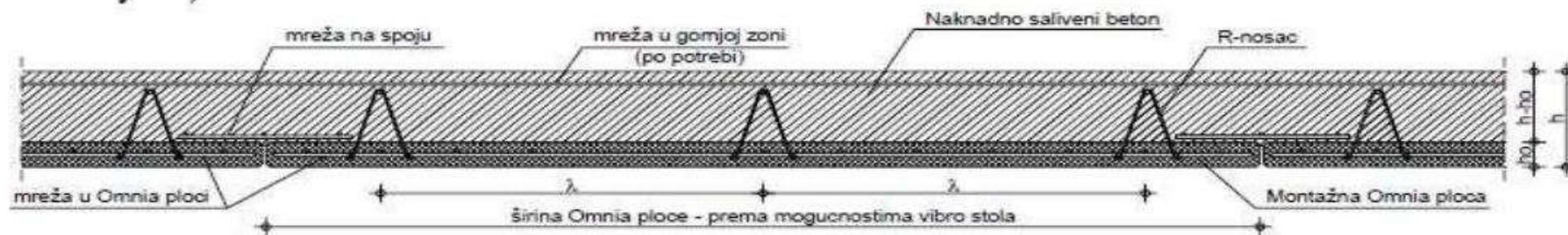
- Kao neskidajuća oplata mogu se koristiti odgovarajući **opekarski elementi**, pretežito za horizontalne konstrukcije. Tako se rade stropne konstrukcije, koje se smatraju polumontažnim jer su nosive gredice (s armaturnim “R”-nosačima) i opekarski blokovi predgotovljeni elementi, a gornja a.b. ploča (tlačna zona) betonira se na licu mjesta (npr. *Fert*, *Monta* i *Porothem* stropovi).



- Armirano betonski elementi** također mogu poslužiti kao oplatna ploha za oblikovanje drugih betonskih konstrukcija. Prednost im je u tome što se proizvode u stacionarnim proizvodnim pogonima, s opremom i stručnim kadrom koji im jamče visoku kvalitetu. Ovakve oplatae imaju dvojaku ulogu. U fazi izljevanja betona imaju funkciju oplatae, a nakon njegovog očvršćavanja postaju sastavnim dijelom betonske konstrukcije. Primjer takve neskidajuće ili ugrađene oplatae (jednokratne kao i “izgubljene”) su *Omnia* ploče (za polumontažne stropove).



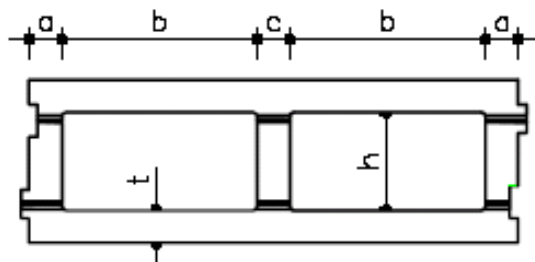
$h \geq 10 \text{ cm}$ ,



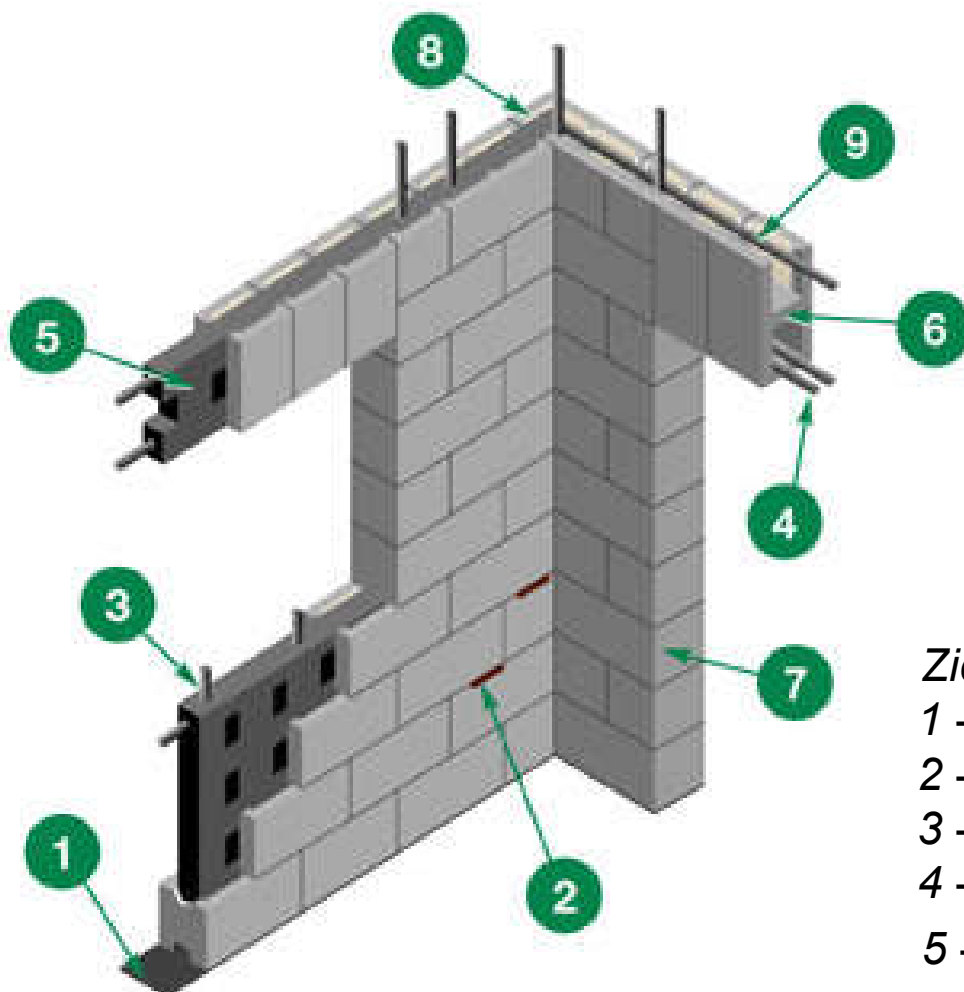
$\Lambda \leq 5h \leq 75 \text{ cm}$

- Svojevrсна oplata su i **Durisol** elementi za zidne konstrukcije, koji ostaju njihov nedjeljiv dio. U posložene elemente sa šupljim jezgrama postavljaju se armaturne šipke i ugrađuje betonska ispuna . Durisol je mješavina prirodnih materijala (78% su od recikliranog materijala), posebno odabranog, recikliranog drva, neutraliziranog i mineraliziranog prije miješanja s cementom. Podatan je za oblikovanje, lagan je (u suhom stanju 500 - 600 kg/m<sup>3</sup>, a natopljen 660 - 800 kg/m<sup>3</sup>) i spužvast, pa je dobar izolator (TI apsorbira zvukove) i iznimno otporan na vatru. Njegova pH vrijednost je 10 i više, pa je stoga nepogodan za razvoj gljivica, a otporan je i na termite. Ima 50-godišnju tradiciju i 100% je obnovljiv materijal.

Postoje Durisol elementi (blokovi koji dolaze na krajeve reda, te oni koji se slažu između njih, kao i elementi za nadvoje) za različite širine zidova (15 - 30 cm) i njima odgovarajući uglovni elementi za 90°, te razrađena rješenja za formiranje drugačijih kuteva. Za još bolja termoizolacijska svojstva raspoloživi su TI umetci koji se ugrađuju uz vanjske stijenke elemenata s unutrašnje strane (u jezgri).



Tip elementa	Težina zidnog bloka kg	Dimenzije zidnog elementa							Beton za jezgru m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
		T mm	t mm	a mm	c mm	w mm	b mm	h mm	
WF15	8	150	30	30	30	90	252	90	0,081
WF20	15	200	40	43	38	120	238	120	0,101
WF25	18	250	45	45	45	172	241	172	0,147
WF30	14	300	45	45	45	216	238	216	0,186



*Zid rađen s durisol elementima:*

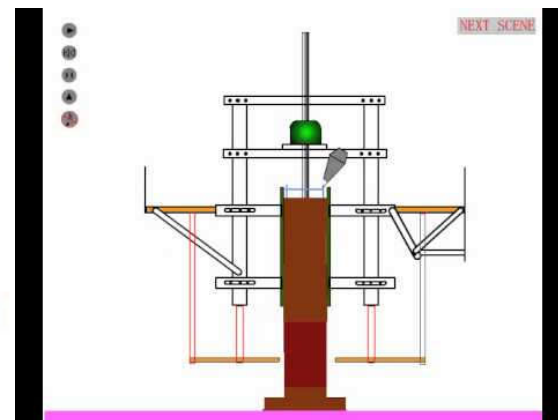
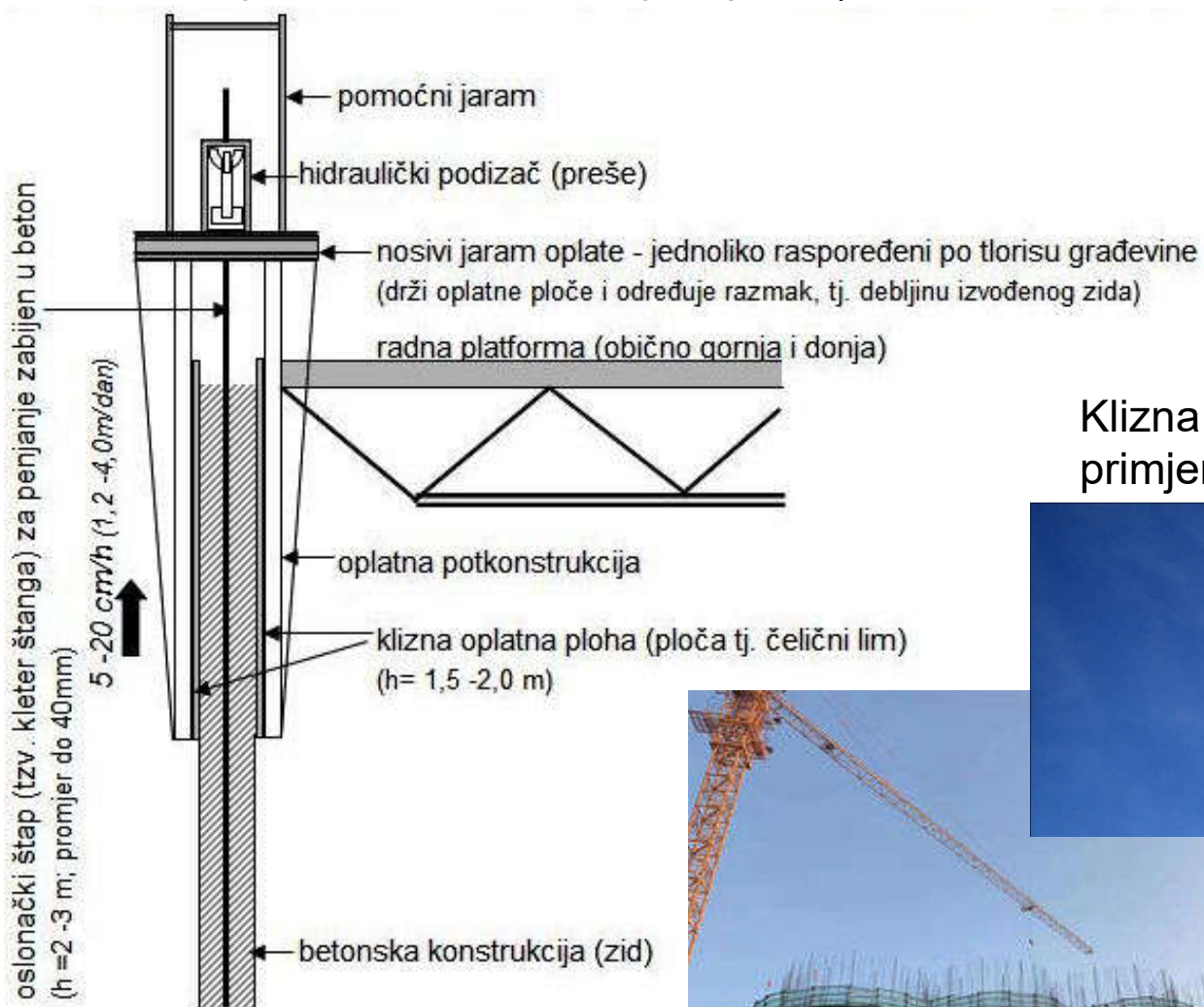
- 1 - podložni sloj morta;*
- 2 - pločica za fino niveliranje;*
- 3 - armatura zidova;*
- 4 - armatura nadvoja;*
- 5 - betonska ispuna koja se poslije ugradi;*
- 6 - elementi nadvoja (nadvratnika);*
- 7 - završni element reda;*
- 8 - uglovni element;*
- 9 - termoizolacijski umetak*



## Specijalni oplatni sustavi

- Uz navedene, u građevinarstvu se primjenjuju i razni specijalni oplatni sustavi.
- Za visoke stupove i a.b. stijenske, pretežito vertikalne (mogu biti i pod manjim nagibom) primjenjuju **se podižuće** (ili pomične ili penjajuće ili prijenosne ili kletter) i **klizne oplatae**, s kojima se mogu izvesti samo s jednim horizontalnim pojasom oplatne plohe (odgovarajuće tlorisu objekta i sama oplatna ploha visine cca 1,5 m). Koriste se npr. za stupove vijadukta, a klizne poglavito za a.b. dimnjake i silose (Danas rijetko – posljednji rađen tom tehnologijom u Slavoniji je mlin i silos u Velikoj Kopanici u prvoj polovici 90-tih godina 20. st., ali prije, dok su postojali veliki poljoprivredni kombinati, dosta su izvođeni u Hrvatskoj i susjednim republikama.), a moguće je i klizanje prema dolje, s istovremenim potkopavanjem (npr. kod crpne stanice u Sl. Brodu u prvoj polovici 90-tih god. 20. st.).
- Kod obje vrste ovih oplata brzina izvođenja ovisi o brzini očvršćavanja betona, jer se oplata oslanja na prethodno izbetonirane slojeve konstrukcije (jedino ne kod klizanje prema dolje).
- Klizna oplata se kontinuirano pomiče uz pomoć hidrauličkih preša, oslanjajući se na čelične štapove (2 - 3 m,  $\phi$  40 mm s na kraju navojem za nastavljajanje) zabodene u a.b. stijenske, tj. duž zidova (kada se popne do pred kraj zabiju se novi). Mora se raditi bez zaustavljanja, za čega je potrebna vremenska organizacija rada u tri smjene (po 8 sati) na dan (osobito treba paziti na cjelodnevnu opskrbu gradilišta svježim betonom). U slučaju kašnjenja dopreme betona klizanje se može usporiti, ali potpunim zaustavljanjem gubi se 1 - 2 dana (treba prirediti površinu betona i dr. prilagodbe oplatae). No, ako se oplata kliže predviđenom brzinom od 1,2 - 4,5 m na dan moguća je izvedba do 50-tak m visokih konstrukcija za 2 tjedna (s jednom nevelikom grupom radnika u svakoj smjeni).

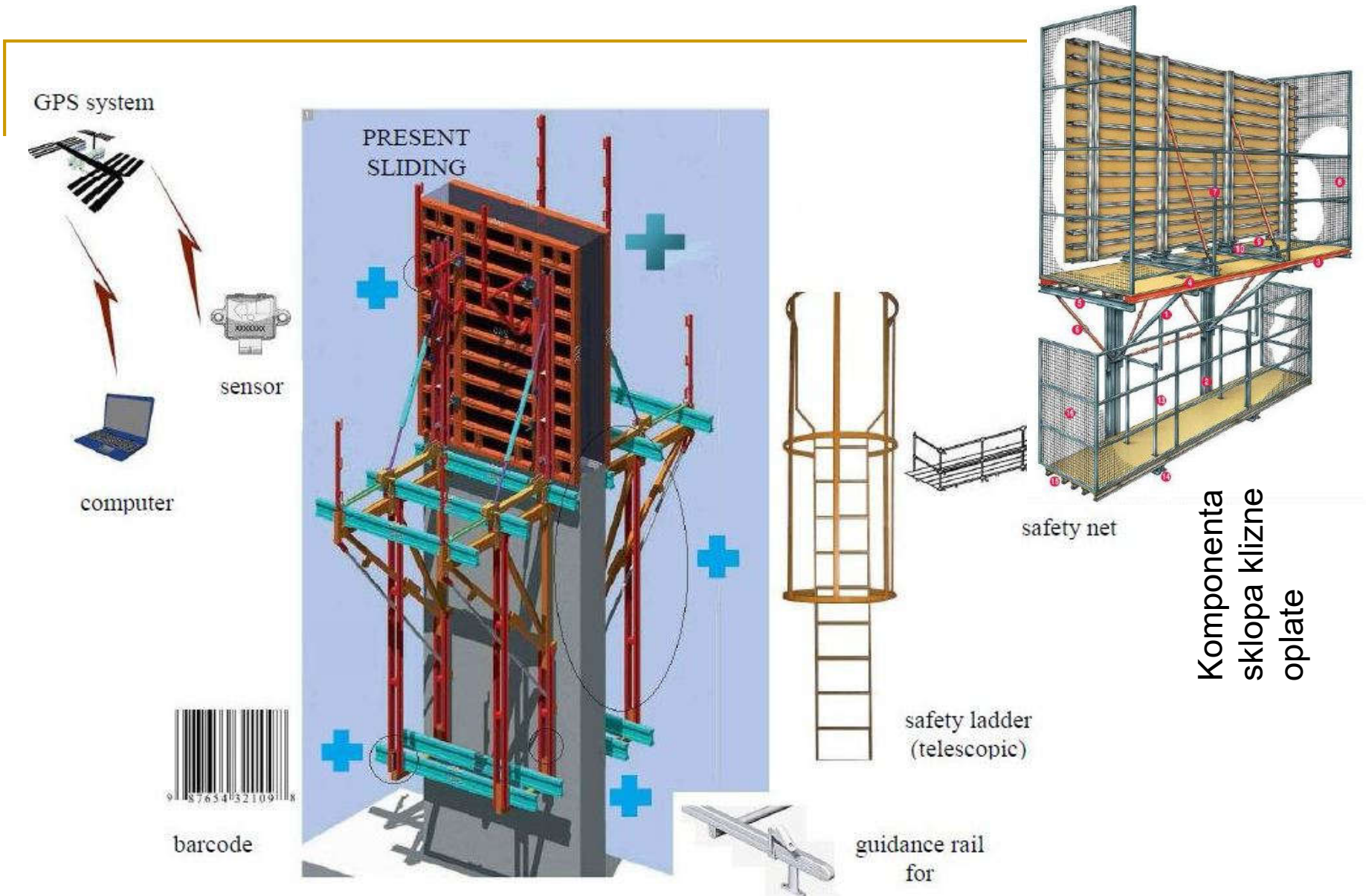
Nakon završetka klizanja, za spuštanje oplate obično se koristi toranjska dizalica, jer je tako brže, a ionako mora biti na gradilištu za prijenos armature i betona (beton se može podizati i betonskim pumpama).



Klizna oplata – osnovni dijelovi i primjer na građevini (dolje)







Najsuvremeniji pristup tehnologije klizanja oplate

- Vrlo slična kliznoj oplati (*sliding formwork* ili *slipforming*) je i automatski podižuća ili samopodižuća (*automatic self climbing*) ili “poskakujuća” (*jump formwork*) jer i kod nje se oplatna površina (kao dio pojasa oko cijelog tlorisa) kreće duž betonske površine. Takva je npr. Doka SKE 50 i 100.

07/2006 Ü

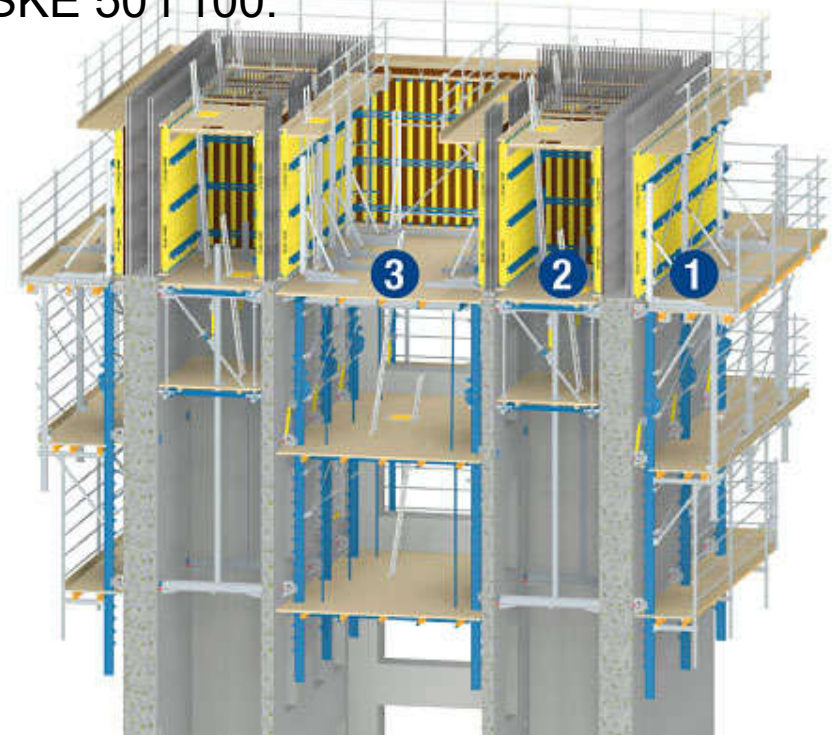
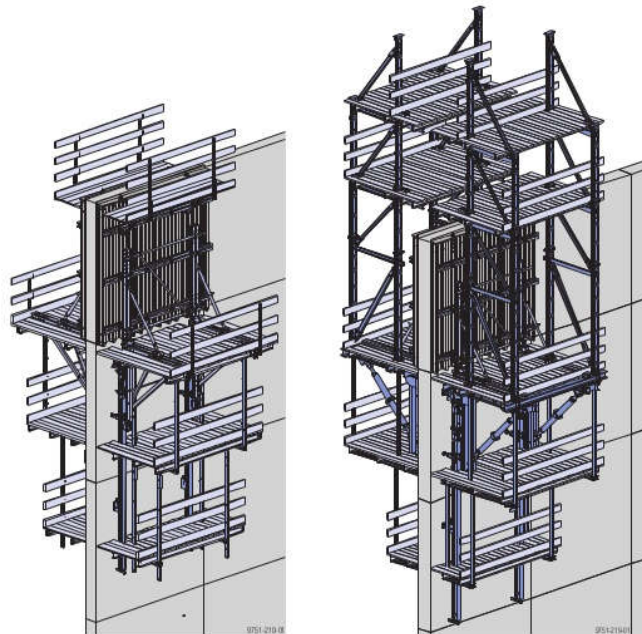
User information

99951002 GB

Method statement

## Doka automatic climbing formwork

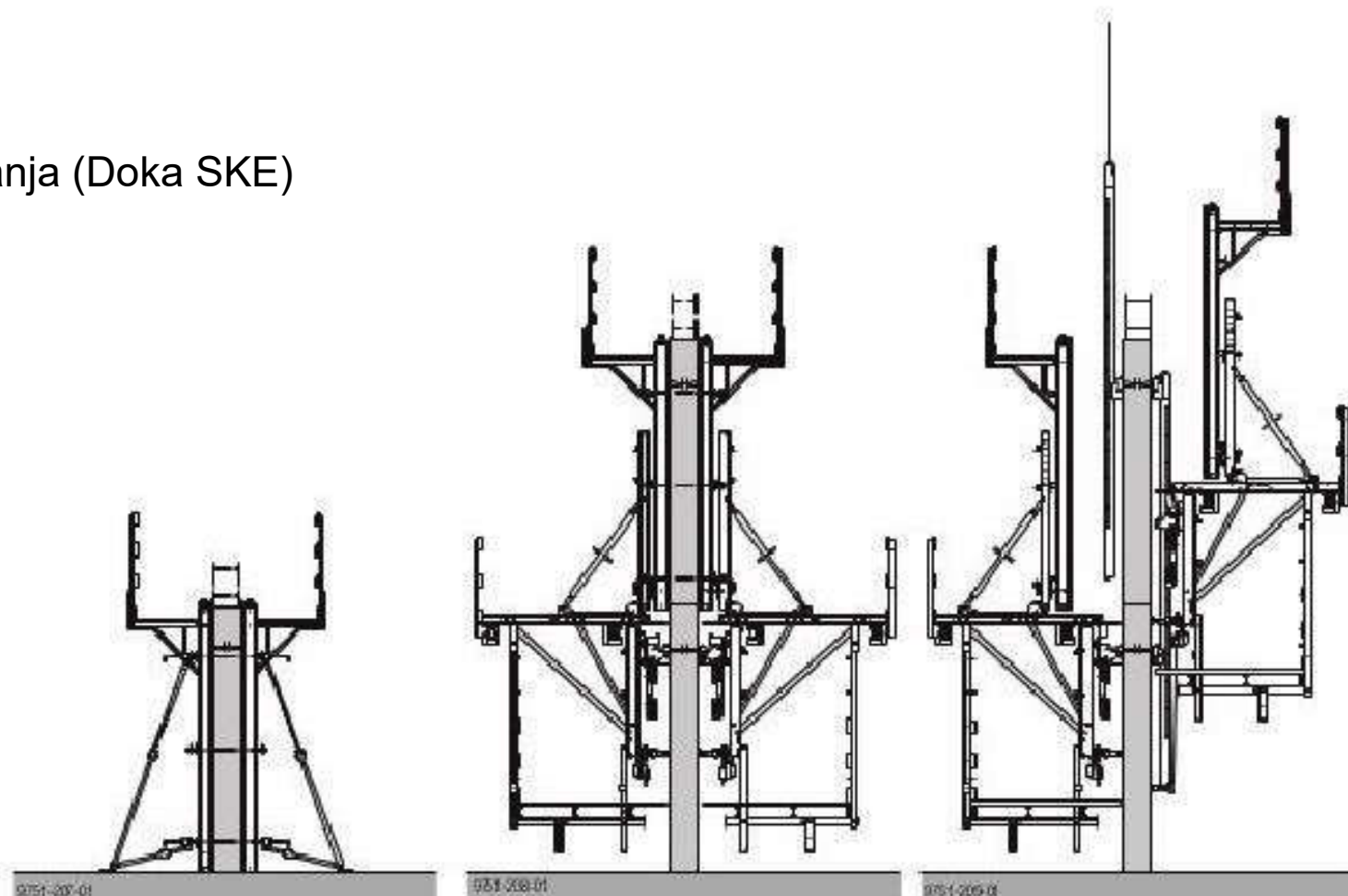
SKE 50 and SKE 100



Dr.

**doka**  
The Formwork Experts

## Faze podizanja (Doka SKE)



### Start-up phases

#### Pouring 1st casting section

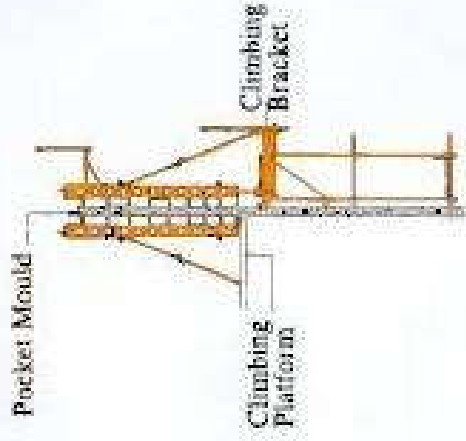
1. Set up on one side of the formwork
2. Mount the positioning points
3. Place the reinforcement
4. Close the formwork
5. Pour this section

#### Pouring 2nd casting section

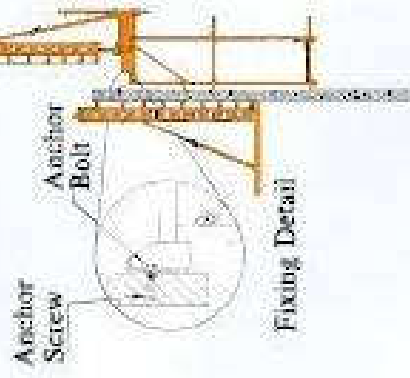
1. Mount the suspension shoes
2. Hang the climbing scaffold into place on the suspension shoes (if possible with the Level -1 suspended platform)
3. Place the formwork on the climbing scaffold
4. Mount the positioning points
5. Place the reinforcement
6. Close the formwork
7. Pour this section

#### First hydraulic climb

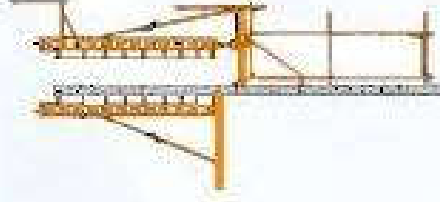
1. Strip the formwork
2. Clean the formwork
3. Mount the top suspension shoe
  - **Note:**  
The Main vertical profile MF 160 of the Climbing bracket must be parallel to the concrete wall.
4. Lift the Climbing profile into place by crane
5. Mount the "Profile protection SKE 50"
6. Hydraulically "climb" the entire Climbing scaffold plus formwork



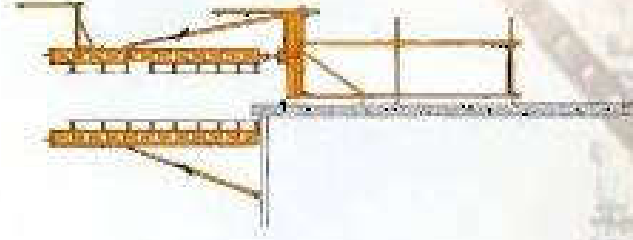
1. Wall Formwork is ready to strip



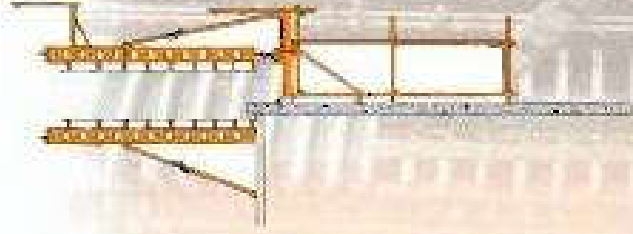
3. Lift form to next level set the form on the anchor bolt.



2. Remove ties, pull away shutter on climbing bracket using sliding unit, install anchor bolt into anchor screw.



4. Pull climbing platform shutter away from the wall and lift to next level. The climbing bracket automatically locate into the pocket mould.



5. With shutter in the set back position they can be cleaned and oiled. Reinforcement can also be fixed.



6. Move forms back into the positioned, fix tie, check for plumb and alignment. Form ready for pour.

- Kod podižućih oplata ploče i ostali elementi oplatnog sklopa sukcesivno se podižu, i ako nije samopodižući sustav onda pomoću dizalice.

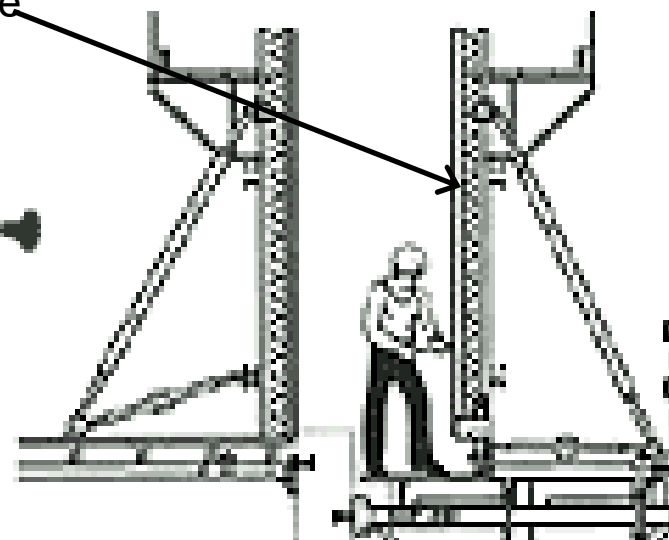
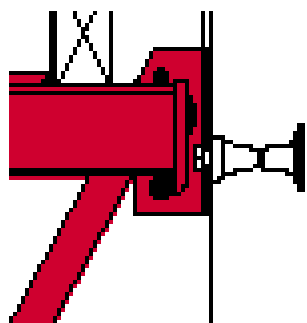
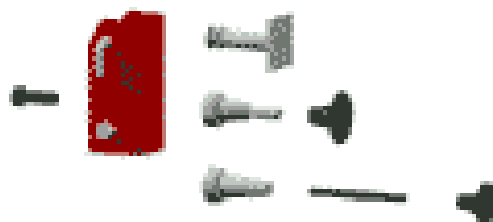


Držislav Vidaković, GRAFOS

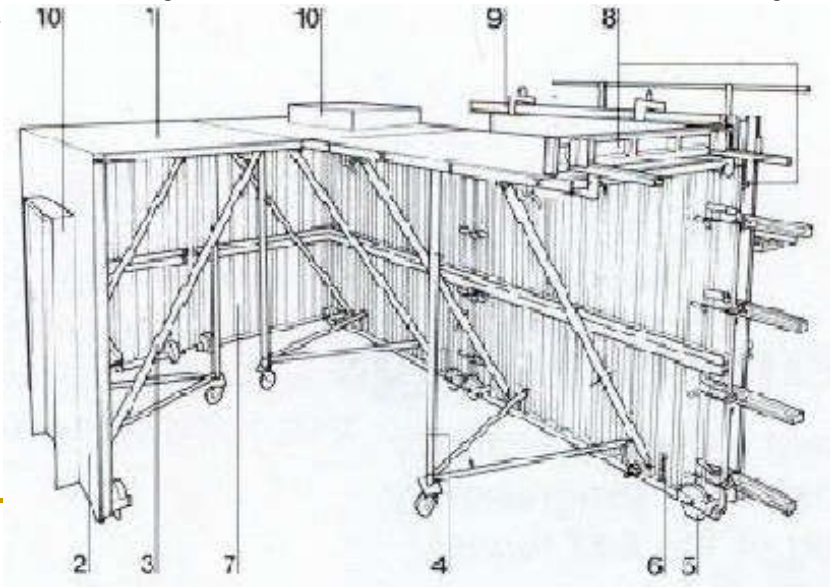
Sidra za ovijes oplatnog sklopa o beton. stijenk

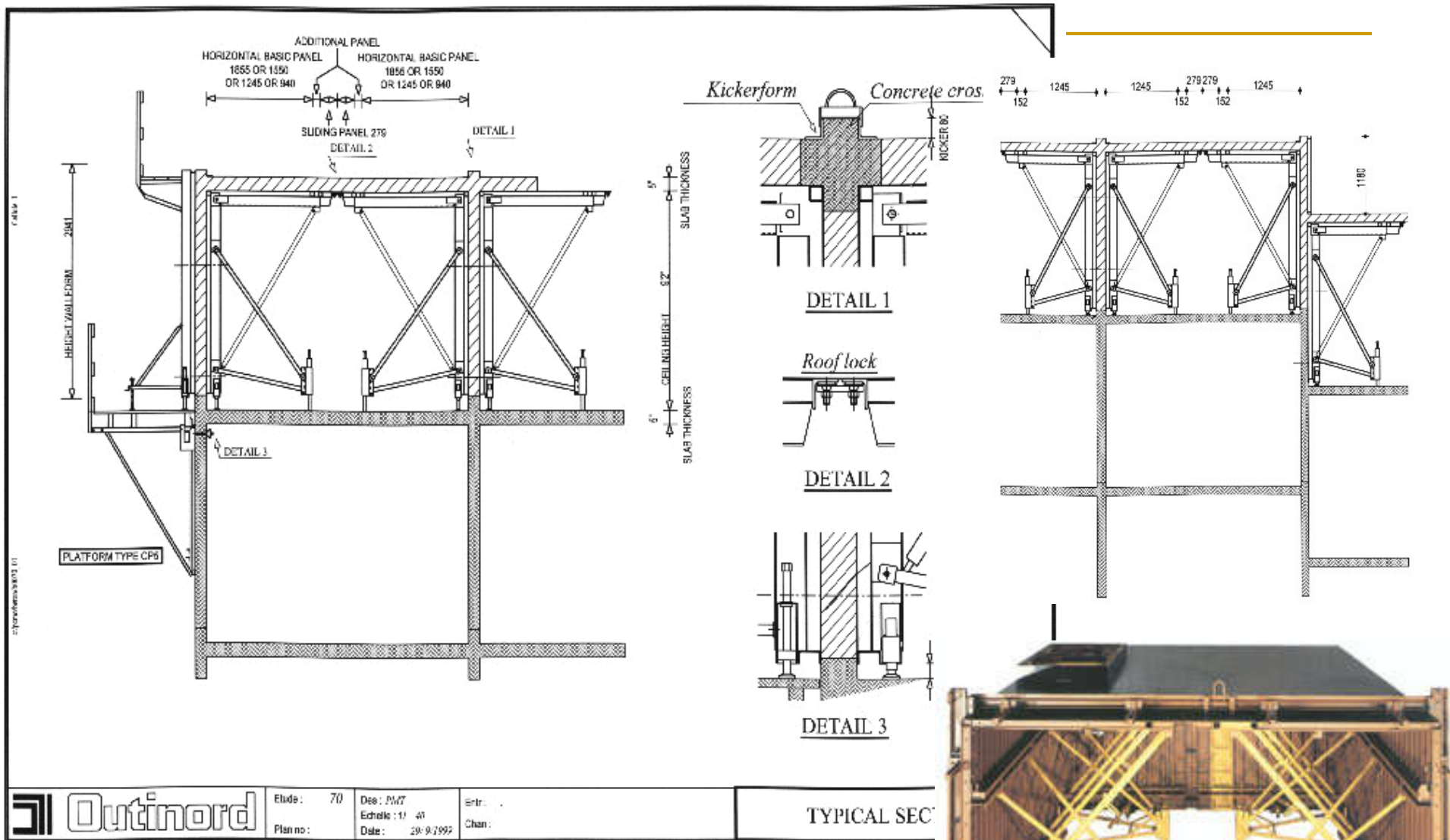


Oplatna ploča odmaknuta od betonske stijenske

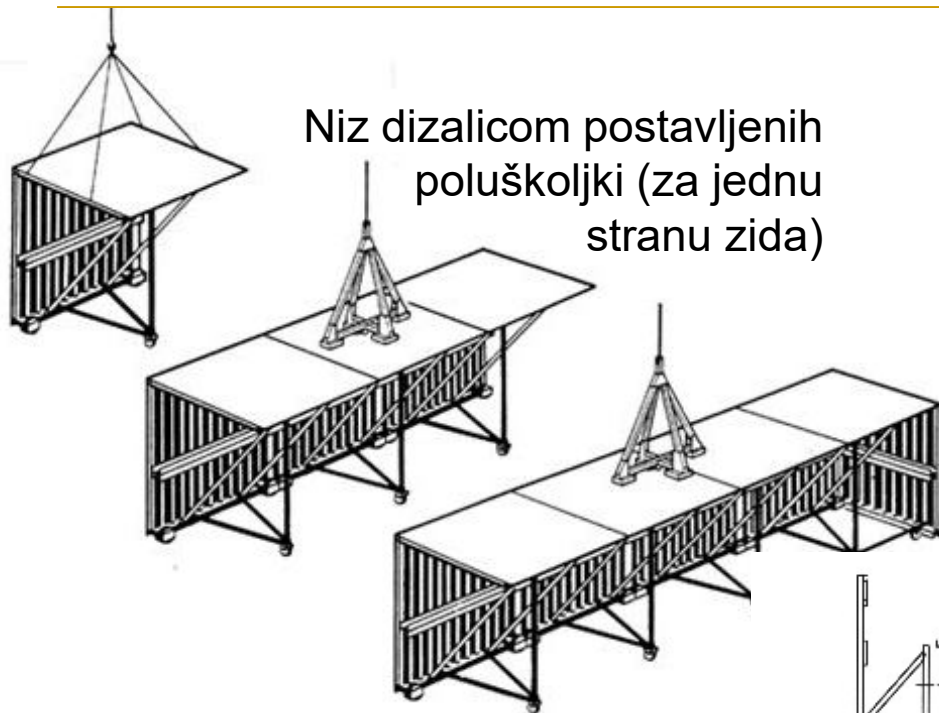


- **Tunelskom oplatom za zgrade**, koja je primjenjiva i za zatvorene kanale i pothodnike, (postoje i za tunele, ali tunelogradnja nije u sadržaju ovog predmeta) istovremeno se oplaćuju i zidovi (paralelni) i stropna ploča između njih i zato se naziva prostorna oplata. Može biti od jedne, pune “školjke” (proizvodi *Hunebeck*) ili dvije “poluškoljke” (proizvodi *Outinord*)), između kojih se može ubaciti plošni element s kojim se prilagođava rasponu stropa prostorije (ako je širi od 70 cm ispod idu potpornji i kosnici, slično kao kod oplatn. stola). Dubina školjki je najčešće 125 cm. Kao i kod prethodnih oplatnih sustava oplatna ploča je od čeličnog lima (debljine 5 - 7 mm) i zbog težine mora se prenositi s dizalicom.
- Prije postavljanje tunelske oplata na jednu etažu na njoj trebaju biti izvedene betonske vodilice (visine 5 - 10 cm) za zidove koji će se betonirati u oplati (s dodacima se odmah izvoodi za etažu iznad one koja se betonira)
- Može bitno ubrzati izvedbu a.b. zgrada (rad s oplatom spušta se do 0,05 h/m<sup>2</sup>, a zajedno s armaturom i betonom do 0,45 h/m<sup>2</sup>), ali biti će isplativa samo ako se može dovoljno puta iskoristiti na jednoj zgradi / gradilištu. (Nedostatak je što a.b. zidovi nisu baš poželjni za stanove.) Pri projektiranju treba uzeti u obzir da će se primijeniti tunelska oplata. Tloris zgrade mora biti takav da se nakon uporabe oplata može izvući i premjestiti na novi položaj (zidovi koji se betoniraju s njom trebaju biti okomiti na pročelje zgrade).
- U Osijeku je nekoliko izvođača radilo s tunelskom oplatom i ima zgrada i iz 80-tih godina 20. st. i iz 21. stoljeća koje su s njom rađene.





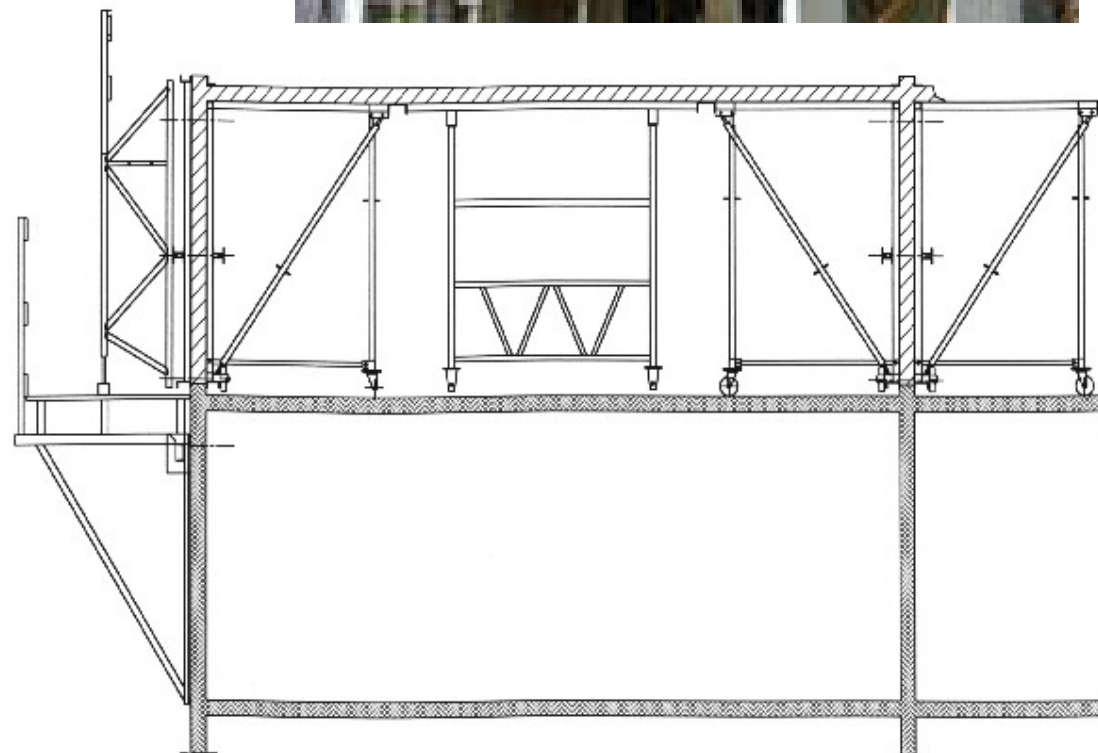
Tipična sekcija tunelske oplata s dvije poluškoljke



Niz dizalicom postavljenih poluškoljki (za jednu stranu zida)



Tunelska oplata s umetnutim dijelom i zmeđu dvije poluškoljke





## Postavljanje tunelske oplate (proizvođač *Outinord*)

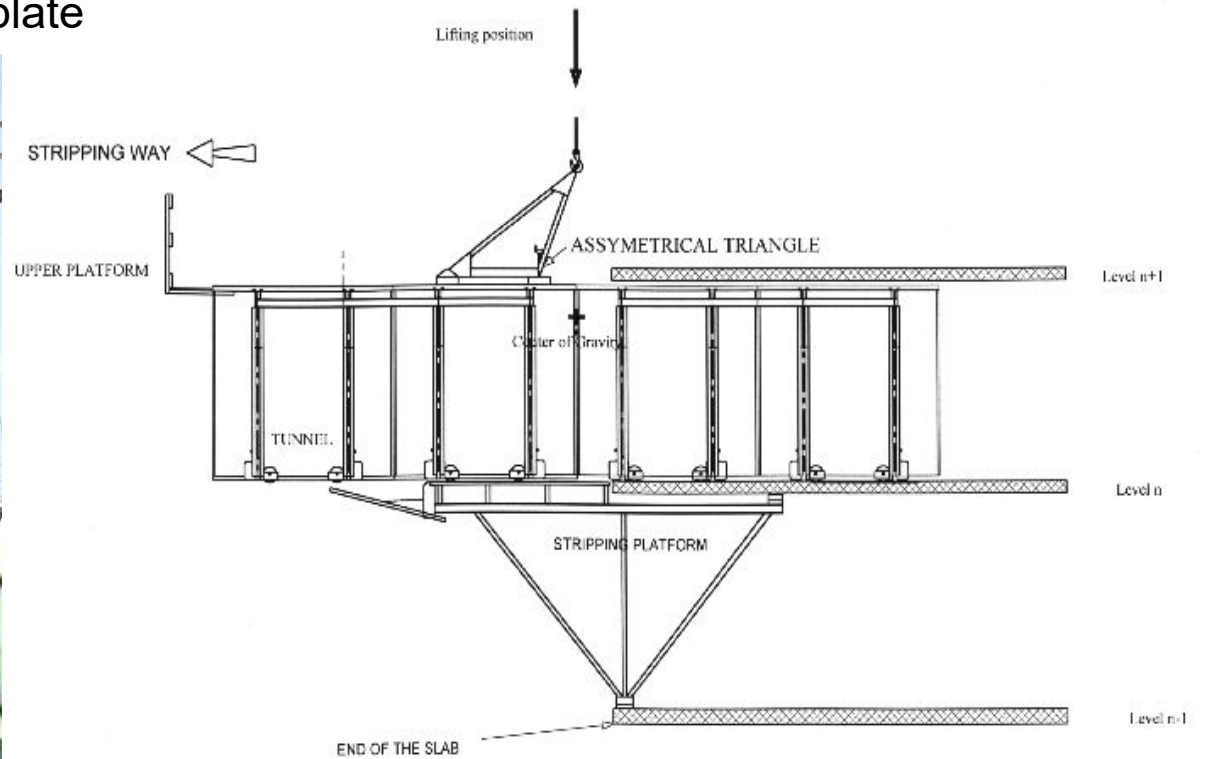


Armatura mreža za zid koji će se betonirati

Prethodno izbetoniran početak zida



## Skidanje i prijenos tunelske oplate



Držislav Vidaković, GRAFOS



Tipične zgrade izvođene s tunelskom oplatom



Držislav Vidaković, GRAFOS

## Opterećenja oplatnih elementa

- Montažni oplatni elementi koji se masovno proizvode u tvornicama za konkretne slučajeve se moraju provjeriti dali i kako se mogu upotrebiti. Za neke specifičnije zadatke, kakvi se rjeđe pojavljuju, treba odrediti dimenzije i oblik oplata, te vrstu materijala koji se mogu primjeniti za njihovu realizaciju.
- Da bi ispunila svoju funkciju, oplata pod pritiscima koji nastupaju mora ostati u stabilnom položaju. Stoga se neizostavno mora sagledati sva opterećenja na elemente njenog sklopa, i to u najnepovoljnijoj kombinaciji koja može nastupiti tijekom cijelog vremena korištenja. To znači, ne samo pod djelovanjem potpuno ugrađene mase betona, nego i prije ugradbe, a posebno tijekom usipavanja i vibriranja svježeg betona.
- Opterećenja koja djeluju razlikuju se po karakteru, smjeru i intenzitetu, a dijele se na:
  - vlastitu težinu i stalno opterećenje ( $q_{vl}$ ),
  - korisno opterećenje (od betona i(li) drugih materijala koji se nalaze u oplati) ( $q_{kor}$ ),
  - pokretno, radno opterećenje ( $q_{pok}$ ),
  - slučajno opterećenje ( $q_{sl}$ ).
- Uz to, u određenim situacijama treba paziti i na opterećenja do kojih dolazi pri manipulaciji i transportu oplatnog sklopa. Da bi ta naprezanja bila što manja koriste se za to posebno konstruirana zahvatna sredstva/alati (na dizalicama), a mora se voditi računa o mjestu i načinu kvačenja oplatnih elemenata.

- Vlastita težina** oplatae i **stalno opterećenje** posljedica je težine svih elemenata oplatae. Za oplatae od drvene građe s dovoljno sigurnosti može se pretpostaviti prosječna vlastita težina od  $2,0 \text{ kN/m}^2$ , a za oplatne ploče od čelika s pripadajućim elementima oplatae konstrukcije može se računati s težinom oko  $3,0 \text{ kN/m}^2$ . U slučaju nekih naročitih oblika oplatae i specijalnih oplatnih sustava vlastita težina im se mora točnije utvrditi, uzimajući u obzir zapremninsku masu materijala od kojih su napravljeni. (Npr. za drvo četinjača je to cca.  $0,70 \text{ t/m}^3$ , za drvo listača  $0,90 \text{ t/m}^3$ , za čelik  $7,85 \text{ t/m}^3$ , za aluminij  $2,70 \text{ t/m}^3$ , za stiropor  $0,015 - 0,03 \text{ t/m}^3$  itd.) Tvornički proizvedeni elementi uglavnom imaju poznato vlastito opterećenje, naznačeno u njihovim prospektima. (Npr. *Peri* drveni rešetkasti nosači *GT 24*, kao i *VT 20K* od punog "I" profila imaju vlastito opterećenje  $0,4 \text{ kN/m}^2$ , a aluminijski nosači *SLT 150* i *SLT 225* iz *Perijevog Skydeck* sustava  $0,2 \text{ kN/m}^2$ , šperploče od brezovine teže  $2,5$  do  $14,25 \text{ kg/m}^2$ , ovisno o debljini ( $4 - 21 \text{ mm}$ ), odnosno  $0,63 - 0,68 \text{ t/m}^3$ , ploha od prešanog, impregniranog kartona s dodatnim elementima na oplati  $1,3 - 13,7 \text{ kg/m}^2$ , ovisno o promjeru stupa, odnosno  $0,6 - 0,9 \text{ t/m}^3$  itd.).
- Korisno opterećenje** dolazi od svježe betonske smjese, odnosno drugih materijala koji se nalaze u oplati. Djeluje vertikalno, a prilikom vibriranja ima i horizontalnu komponentu.
- Vertikalno opterećenje** na oplatae ploča i greda je jednostavno utvrditi. Specifična težina materijala ( $\gamma$ ) koji se ugrađuje u oplatu (za obični armirani beton  $25 - 26 \text{ kN/m}^3$ , za nearmirani beton oko  $24 \text{ kN/m}^3$ , za produžni mort  $19 \text{ kN/m}^3$ , za cementni mort  $21 \text{ kN/m}^3$ , za opekarske elemente  $15$  do  $19 \text{ kN/m}^3$ , za kamen  $18$  do  $23 \text{ kN/m}^3$  itd.) samo se množi s njegovom visinom ( $h$ ). U proračunu za dimenzioniranje to se još uvećava s dinamičkim koeficijentom sigurnosti  $k_d = 1,0$  do  $1,2$ . Tako je za oplatae ispunjene s betonom:

$$q_{bet}^{\downarrow} \left[ \text{kN/m}^2 \right] = \gamma_{bet} \left[ \text{kN/m}^3 \right] \times h \left[ \text{m} \right] \times k_d$$

- U procesu ugradbe i stvrdnjavanja beton prolazi kroz različita stanja koja izazivaju **bočna (horizontalna) opterećenja** različite veličine po visini oplate (vidi shemu na slici). Naročito je važno ustanoviti maksimalni pritisak od svježeg betonske smjese na vertikalne ili njima bliske oplatne površine prilikom istresanja i vibriranja svježeg betona. To je proračunski složen postupak, kao što je i proces koji uzrokuje ovo opterećenje. U vrijeme kada se betonska smjesa usipava u oplatu ona već ima neka kohezijska svojstva, međutim kada se vibratorima obrađuje tada se fluidizira, u njoj slabi sila koja međusobno povezuje zrna agregata i bočno opterećenje je najveće. Ono je onda veće nego što bi bio hidrostatski pritisak tekućine, jer je zapremninska gustoća betona puno veća od obične tekućine. Betoniranje se u pravilu izvodi u slojevima visine 30 - 60 cm, eventualno, u posebnim slučajevima 60 - 100 cm. Kada se u oplatu dodaje novi sloj betona, pritisak u prethodnom neznatno se povećava, jer je vezivanje cementa već počelo, a nema vibriranja. Kako se javlja unutarnja povezujuća sila (kohezija), u donjem dijelu se taj beton više ne ponaša kao fluidna smjesa. Veličina ove komponente korisnog opterećenja u najvećoj mjeri ovisi o brzini ulijevanja betonske smjese u oplatu i visini slojeva u kojima se ugrađuje, što prije svega proizlazi iz tehničkih karakteristika korištene opreme (betonske pumpe i vibratora), te temperaturi betona i okoline u vrijeme rada. Dosadašnje spoznaje govore da postoje još neki čimbenici koji utječu na intenzitet ovog opterećenja. Njihov utjecaj nije tako velik, ali u nekim okolnostima i to može biti značajno

Pritisak do kojega dolazi prilikom ručnog ugrađivanja betona definiran je izrazom:

$$P \left[ \frac{kN}{m^2} \right] = \gamma \left[ \frac{kN}{m^3} \right] \times h \left[ m \right] \times d \times \sin \alpha$$

Kod zbijanja s vibratorima (danas uobičajeno) računa se sa specifičnom težinom  $g = 26 \text{ kN/m}^3$ , a horizontalni pritisak se izražava kao:

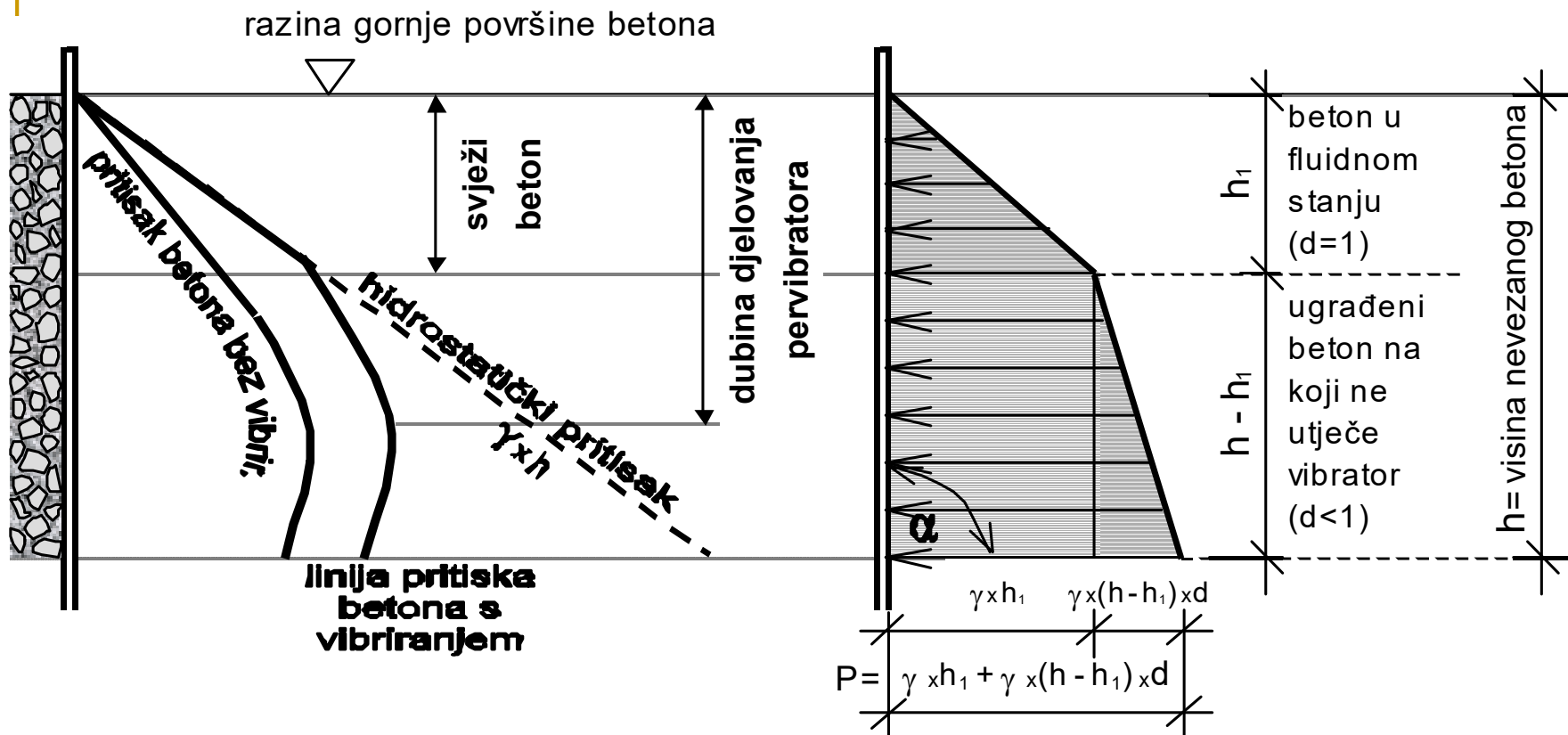
$$P \left[ \text{kN/m}^2 \right] = \gamma \times \left[ h_1 + (h - h_1) \times d \times \sin \alpha \right]$$

U gornjim izrazima  $\alpha$  je kut pod kojim je postavljena bočna oplatna ploha ( $\alpha = 90^\circ$  a  $\sin \alpha = 1,0$ ), a  $d$  korekcijski koeficijent koji reducira intezitet pritiska. Taj koeficijent proizlazi iz stanja betona i veličine kuta unutarnjeg trenja ( $\beta$ ) između betona i oplata (kod grubo piljene drvene građe je  $25^\circ$  ili manje, kod blanijane oplata i grubo šperovanog drveta je  $20^\circ$ , kod plastičnih materijala je  $18^\circ$ , kod oplata glatkih površina, tj. glatko izblanijane i premazane daske je  $16^\circ$ ) kako je navedeno u tablici.

Kut trenja između betona i oplata	Stanje betona			
	za vrijeme vibriranja ( $\rho = 0^\circ$ )	plastični ( $\rho = 20^\circ$ )	liveni ( $\rho = 30^\circ$ )	revibrirani ( $\rho = 50^\circ$ )
	Korekcijski koeficijent pritiska $d$			
$\beta = 20^\circ$	1,00	0,42	0,30	0,13
$\beta = 18^\circ$	1,00	0,43	0,30	0,13
$\beta = 16^\circ$	1,00	0,44	0,30	0,13



*Vrijednosti koeficijenta  $d$  za korekciju računatog horizontalnog pritiska betona prema istraživanju L'HERMITE-a)*



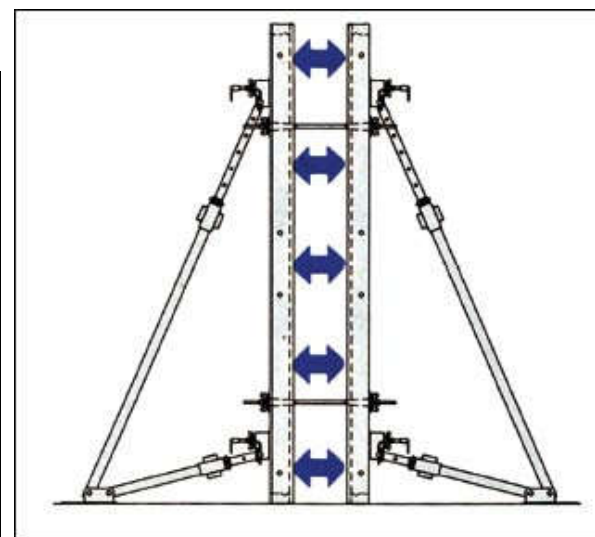
Primjerice, kod izvedbe ravnog, vertikalnog zida s plastičnim betonom, u oplati visine 2,0 m, vibriranog u slojevima od 0,5 m, uz korekcijski koeficijent 0,42 dobiva se:

$$P = 26 \left[ \text{kN/m}^3 \right] \times \left[ 0,5 \left[ \text{m} \right] + (2,0 - 0,5) \left[ \text{m} \right] \times 0,42 \right] = 29,38 \left[ \text{kN/m}^2 \right]$$



Za pojednostavljenje puta dolaženja do mjerodavnog pritiska na bočne strane oplatnog sklopa praktično je poslužiti se s već u brojnim ispitivanjima utvrđenim veličinama, objavljenim u tablicama ili u formi dijagrama. Najčešće se koriste rezultati ispitivanja američkog "Ministarstva za glavne ceste" (*Department of Main Roads, New South Wales, SAD*), poznati kao *DMR* tablice. U njima su dana maksimalna horizontalna opterećenja na vertikalne oplatne plohe koja nastaju pri temperaturi 20°C, ovisno o brzini (*v*) ugrađivanja betonske smjese po visini, s naznačenom dubinom ispod gornje površine betona.

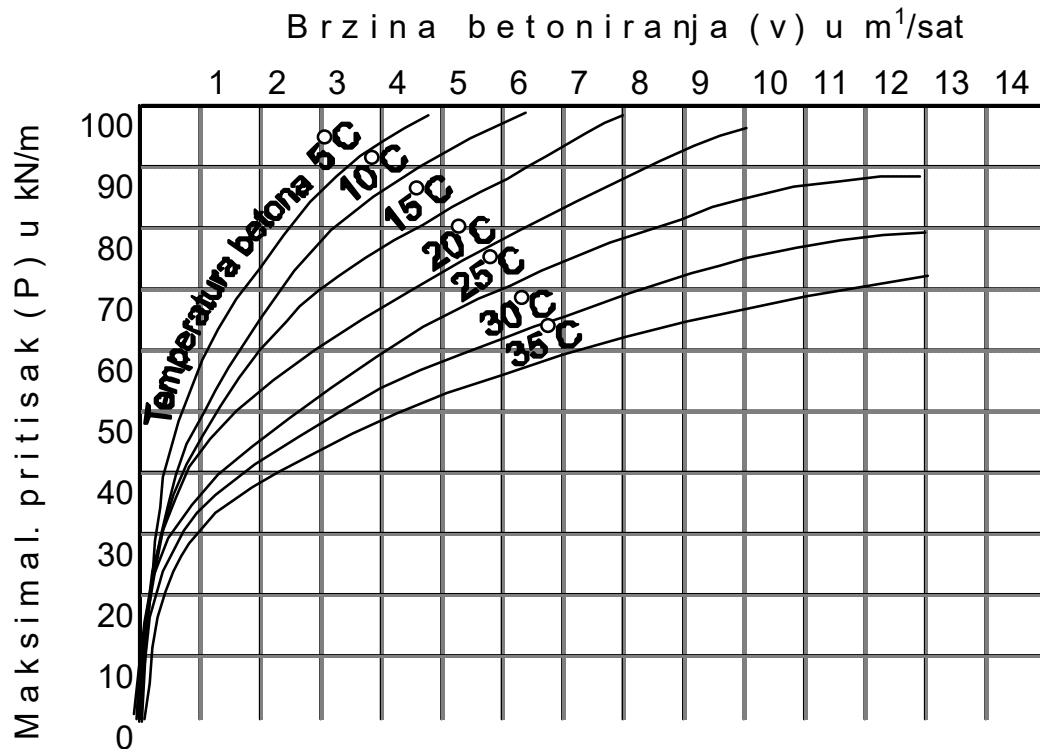
Brzina betoniranja m <sup>1</sup> /h	Od gornje površ. bet. m	Maksimalni pritisak na oplatu (kN/m <sup>2</sup> )	
		Ručna ugradba bet.	Vibriranje betona
0,20	0,39	9,40	10,10
0,30	0,58	14,00	15,20
0,40	0,78	18,70	20,20
0,50	0,97	23,30	25,30
0,60	1,17	28,00	30,30
0,70	1,36	32,70	35,40
0,80	1,56	37,30	40,40
0,90	1,75	42,00	45,50
1,00	1,94	42,80	46,40
1,50	2,91	46,90	50,80
2,00	3,87	50,90	55,10
2,50	4,83	55,00	59,60
3,00	5,80	59,00	63,90



*Veličina bočnog pritiska betona na oplatnu plohu (pri 20°C) prema Department of Main Roads, SAD*

Uobičajena brzina ugrađivanja betona u oplata zidova, stupova i greda kreće se oko 1,0 - 2,0 m<sup>1</sup>/sat. Kod većih presjeka konstrukcija i uz primjenu betonske pumpe postiže se brzina od 4,0 m<sup>1</sup>/sat.

Prema rezultatima obavljenih istraživanja (prikazano nomogramom Građevinskog instituta iz Geteborga, Švedska) može se uočiti da pritisak pri temperaturi od +5 do 15 °C raste, za teperaturu 20°C odgovara podacima danim u tablicama *DMR*, a kod temperatura iznad toga pritisak opada, zato jer beton brže stvrdnjava. Ovaj grafikon je primjenjiv i kod velikih brzina usipavanja betona, za raspon temperatura od +5 do +35 °C.



Nomogram instituta iz Geteborga, Švedska za očitavanje najvećeg opterećenja betona pri različitim brzinama rada i temperaturama

Veća temperatura daje manji pritisak (npr. pritisak betona od 21° C iznosi 75% od pritiska betona temperature 10°C), a veća brzina punjenja oplata daje veći prirast pritiska.

Glatke oplatne plohe zbog spomenutog trenja što se javlja na kontaktnoj površini između njih i betona izazivaju i do 10% veće opterećenje od neravnih površina, kakve su one od neblanjanih dasaka (veće trenje, a manji horizontalni pritisak).

Određenog utjecaja na pritisak ima i konzistencija, pa tako betoni spravljeni s većim udjelom vode (tekući betoni) izazivaju 3 - 5% veće opterećenje nego suhe mješavine. Isto i betoni sa sitnijim zrnima kamenog agregata imaju veći intenzitet pritiska na oplatnu plohu, i to do 10%.

Utjecaja na pritisak ima i cement zbog početka i brzine vezanja. Betoni rađeni s aktivnijim cementima imaju brži početak vezanja i stvaraju nešto manja opterećenja u odnosu na betone s cementima koji imaju usporenu hidrataciju, a kakvi se primjerice često upotrebljavaju za velike hidrotehničke objekte.

Gušća armatura u betonskom elementu smanjuje pritisak betona na oplatu, a na veličinu pritiska utječe i debljina presjeka betoniranog zida.

U običajenim prilikama bočno opterećenje je 30 do 60 kN/m<sup>2</sup>. Proizvođači za svoje sklopove imaju deklarirana opterećenja (pritisak, sile i moment savijanja) kojima oni smiju biti izloženi. Kod suvremenih oplata za zidove maksimalni dozvoljeni pritisak betona je od 40 kN/m<sup>2</sup> (*Perijev Frami* sustav malih panela), 50 kN/m<sup>2</sup> (*Dokina* drvena oplata *FF 20*), najčešće 60 kN/m<sup>2</sup> (*Perijev Frami 300*, *Alu Framax*, sustav *Vario* s kontinuirano spajanim *GT 24* nosačima i *Domino* čelična okvirna oplata, *Hunnebeckova* čelična *Rasto* oplata i višefunkcionalna *Takko*, radijalna *Dokina* oplata *H20*), a kod nekih i do 80 kN/m<sup>2</sup> (*Hunnebeckove Manto* oplate s debljinom stijenke od 14 cm, za projekte velikih dimenzija, gdje se beton može puniti do visine 3,3 m bez ograničenja u

brzini, može podnijeti  $80 \text{ kN/m}^2$ , a *Peri – Trio* profilni elementi  $67,5 - 83,0 \text{ kN/m}^2$ ). Oplatni sklopovi stupova su dimenzionirani i na duplo veće horizontalne pritiske betona. (*Perijev* brzomontažni *Quattro* na  $80 \text{ kN/m}^2$ , *Alu Framax*, *Oplata Top50* i *Sistem KS* na  $90 \text{ kN/m}^2$ , *Vario* s nosačima *GT 24* i *Trio* elementi za stupove  $100 \text{ kN/m}^2$ , aluminijski *Rapid*  $120 \text{ kN/m}^2$ , a *Perijeva SRS* kružna, čelična oplata i *Dokin* sustav *RS* za kružne stupove do  $150 \text{ kN/m}^2$ ).

Od pritiska svježeg betona ovisi potreban broj sidara (konusni spojevi) za povezivanje oplata zidova (npr.  $1,25 \text{ kom/m}^2$  zidne površine za betonaže do  $2,0 \text{ m}$  visine kod *Domino* oplatnih sustava) kao i maksimalni razmak kosnika i konzola kod skela (npr.  $2,0 \text{ m}$  pri korisnoj težini  $150 \text{ kg/m}^2$  za *Domino* skele *DG 85*).

- **Pokretno, radno opterećenje** nastaje od radnika u pokretu, strojeva za ugradnju i obradu betona, alata i drugih pomagala, te odloženog materijala (npr. armature), što se sve može naći na radnoj površini oplatnog sklopa. U slučaju kretanja samih radnika na radnoj površini uzima se  $1,0 \text{ kN/m}^2$ , a skupa sa sredstvima i pomagalima za rad  $2,0 \text{ kN/m}^2$ . Kod običnih oplatnih sklopova postoji dovoljna rezerva osiguranja da se ne mora obračunavati dinamičko djelovanje opterećenja, kakvo primjerice nastaje uslijed istresanja betona na pod. Ipak, pri izvođenju radova na visokim građevinama ovo opterećenje zbog dinamičkog utjecaja treba uvećati za  $1,2$  do  $1,5$  puta, kako već konstrukter predvidi.

- **Slučajna opterećenja** su povremenog karaktera i ovise o lokaciji, vremenskim uvjetima i drugim konkretnim uvjetima gradnje (mjesto i vrsta konstrukcije). Mogu biti posljedica djelovanja vjetra (oluje!), snijega, potresa, razine i snage protoka vodotoka (bujice!), nepažljivog rada radnika, (npr. udar pri manipulaciji dizalice s teretom), a kod nekih građevina može doći i do temperaturnog rada konstrukcije.

Opterećenje od vjetra na neku oplatnu površinu ovisi od vjetrovne zone, nadmorske visine i izloženosti pojedinog dijela objekta vjetru. Za oplatu je najopasnije djelovanje vjetra dok još beton nije usipan u nju. Vjetar djeluje na vertikalne oplatne plohe prevrćući ih, a vodoravne plohe nastoji podići. Dok nema betona vertikalni oplatni sklopovi osiguravaju se od prevrtanja povezivanjem i podupiranjem kosnicima, koji se trebaju oduprijeti 1,5 puta većem momentu od momenta kojeg stvara vjetar. Vjetrovno opterećenje ( $V$ ) s kojim se računa umnožak je izložene oplatne površine ( $F$ ) i pritiska vjetra ( $W$ ), koji je definiran Tehničkim propisima (1,5 kN/m<sup>2</sup> za visine do 30,0 m, a 1,6 kN/m<sup>2</sup> za preko 30,0 m), korigiran još koeficijentom izloženosti vjetru prema položaju na građevini (za prvi red izloženosti uvećava se jačina djelovanja s 1,60, za drugi red s 1,20, a ostali s 1,00):

$$V \text{ [kN]} = W \text{ [kN/m}^2\text{]} \times k_c \times F \text{ [m}^2\text{]}$$

Za oplatne sklopove stropnih i drugih horizontalnih konstrukcija dok nema betona s dovoljnom sigurnošću može se pretpostaviti djelovanje sile podizanja vjetrom od 1,6 kN/m<sup>2</sup>. Takvu oplatu treba osigurati povezivanjem za podlogu ili je dodatno opteretiti.

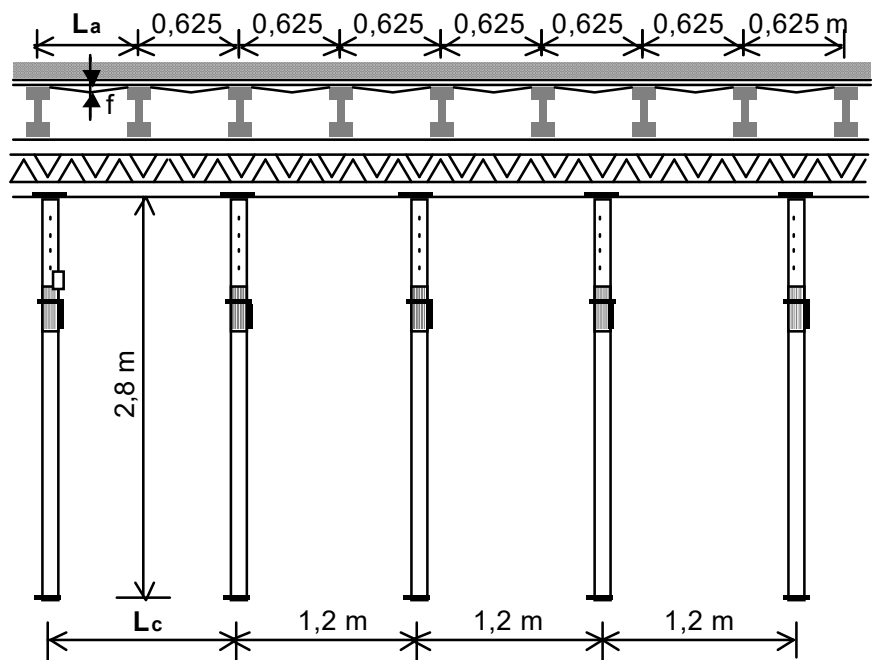
## Dimenzioniranje oplatnih elementa

- Prema položaju u konstrukciji svi elementi sklopa preuzimaju i prenose pripadajuće opterećenje na pojedine druge dijelove, odnosno oslonce. Pri tome su oplatne ploče i nosivi elementi potkonstrukcije izloženi osovinskom naprezanju i savijanju. Njihovo dimenzioniranje, obvezno zajedno s međusobnim vezama, obavlja se prema zakonima statike, uz uvažavanje svojstava materijala od kojih su načinjeni, sve u skladu s kurentnim propisima. Zbog jednostavnijeg računanja i veće sigurnosti pojedini dijelovi promatraju se kao proste grede (iako su možda zapravo kontinuirani nosači preko više polja), dok se sve međusobne veze mogu tretirati kao zglobne.
- Pritisnuti štapovi i plošni oplatni elementi uz izvijanje kontroliraju se na vitkost, za koju je preporučljivo da bude  $I < 100$ , zbog opasnosti od bočnih udara tijekom rada
- Da ne bi došlo do neželjenih deformacija oplatnog sklopa, dimenzionira se na veliki moment inercije. Kod proračuna obvezno treba voditi računa o progibu ili ugibu ( $f$ ) kojeg izaziva puno opterećenje i koji će se ocrtati na gotovoj betonskoj konstrukciji.
- U načelu, elemente oplatnog sklopa obzirom na progib može se dimenzionirati na dva načina. Uglavnom se kod greda i ploča velikih raspona proračunava progib i onda se projektira oplatna konstrukcija s njemu odgovarajućim nadvišenjem tj. kontraprogibom. U pravilu za konstrukcije raspona  $L$  to je u granicama od  $L/300$  do  $L/500$ . Kod drugih oplata se obično definira neki progib koji se može tolerirati, obzirom na traženi izgled i namjenu izvođene betonske konstrukcije, te se od njega polazi kao od zadane veličine prema kojoj se proračunavaju dijelovi sklopa. Onda se za definirani progib izračunava potrebni moment inercije (izlučuje se iz prethodnog izraza). Modul elastičnosti ( $E$ ) specifičan je za svaki element, a proizvođači obično u svojim prospektima daju njegovu

vrijednost (npr. kod različitih oplatnih ploča sustava *Peri* za stropne konstrukcije može biti 3 - 8 kN/mm<sup>2</sup>). Kako progib ne bi bio zamjetljiv ne smije biti veći od 1/1000. Kod neobloženih, tj. vidljivih betonskih konstrukcija smatra se da progibi od 10 mm neće biti uočljivi na visinama iznad 4,0 m, a za niže (obično stupove i zidove) prihvatljivi su do 4 - 5 mm.

- Tvornički oplatni elementi dimenzionirani su prema važećim normativima, statičkim metodama koje jamče dovoljnu sigurnost na progibe za propisana dozvoljena opterećenja i razmake elemenata potkonstrukcije. Tako su proračunom u koji je uključen kriterij nedozvoljenog progiba određeni su najveći mogući razmaci sekundarnih nosača, na koje se oslanja stropna ploča, i glavnih (primarnih) koji su ispod njih. Npr. suvremeni podupirači (*Dokin Eurex 20* i *30*, kao i *Perijevi PEP 20* i *30*) imaju minimalnu nosivost na cijelom području izvlačenja 20, odnosno 30 kN, a neki i 43 - 63 kN (*Peri -Multiprop 250* i *350*). Uz to je za visine preko 3,0 m najčešće predviđena odgovarajuća ukruta, ili s rešetkastim okvirima ili uz pomoću dijagonalno postavljenih čeličnih cijevi.
- Nosači *Peri* sustava *VT 16 K* i *VT 20K* dimenzionirani su na maksimalne sile 8,5 i 11,0 kN, te momente od 3,5 i 5,0 kNm. *GT 24* nosači istog proizvođača imaju dopuštenu silu 13 - 14 kN i moment 7 kNm. Nosači *Doka H16* i *H20* primaju sile od 7,5 i 11,0 kN, a moment od 2,7 i 5,0 kNm.
- Najveći proizvođači u svojim priručnicima daju naputke i razrađene postupke za proračun, uzimajući u obzir karakteristike svojih elemenata, kao što je pokazano i opisano u primjeru dimenzioniranja dijela *Peri* oplatnog sklopa za stropne konstrukcije.
- Na web stranicama su dostupne aplikacije proizvođača oplatnih sustava za izračun opterećenja oplata, koje daju brz pregled opterećenja i deformacija od svježeg betona, a time i ekonomično učinkovitu iskorištenost primijenjenih oplatnih sustava.

Iz priručnih tablica može se očitati razmak sekundarnih i ispod njih smještenih, primarnih nosača, kao i/te podupirača za različite debljine ploča (stropnih). U *Perijevom* priručniku priložene su klizne tabele za slučajeve za debljine stropa od 0,1 do 1,0 m, a u ovom primjeru je prikazan samo jedan izvadak.

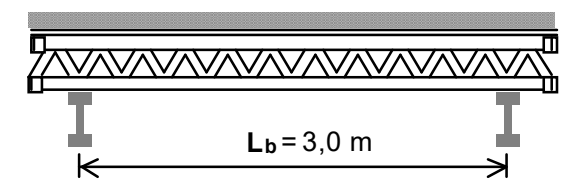


- opterećenje je prema DIN 4421; savijanje ograničeno na  $L/500$   
 Izračunska podloga je troslojna ploča debljine 21 mm s  $E=7,5 \text{ kN/mm}^2$  (navlažena), kao i dopušteni pritisak od  $6,5 \text{ N/mm}^2$ .  
 Nosači su drveni, rešetkasti *GT 24* ( $0,4 \text{ kN/m}^2$ ) s dozvoljenom poprečnom silom  $Q_T=14 \text{ kN}$  (za tlačne grede) i  $Q_V=13 \text{ kN}$  (za vlačne grede).

Preko debljine stropa utvrđuje se mogući razmak između popr. (sekundarnih) nosača, vodeći pri tome računa i o oplatnoj ploči (tip, odnosno veličina). Podupiranje s pomoćnom glavom *GT 24* izvedivo je na svakom mjestu. Tlačno opterećenje s nosača prenosi se između čvorova ( $2 \times Q_T$ ). *Peri* klizna tabela uzima u obzir pomake čvora od 30cm, tako da se podupirači mogu postavljati bez prethodnog mjerenja. Za razmak podupirača od 1,2 m max. dozvoljeni raspon primarnih nosača je 3,27 m, a očitana nosivost oslonaca je 27,8 m.

Ako se usvoji razmak između prim. nosača 3,0 m (ovisi o geometriji prostorije) onda proizlazi da je nosivo opterećenje:  $F_v = 27,8 \times 3,00/3,27 = 25,5 \text{ kN}$ . Prema tome se biraju odgovarajući podupirači (*PEP 30-250* ili *PEP 20-300*).

$$M_{\max} = 0,1017 \times q \times L^2 \text{ (za minimal. 3 polja)}$$



**KLIZNA TABELA ( GT 24/GT 24 )**

Debljina stropa	0,20 m
Opterećenje	7,10 kN/m <sup>2</sup>
<b>Dopušteni razmak prim. nosača (L<sub>b</sub>) u m</b>	
<b>Postojeće opterećenje oslonca u kN</b>	
Razmak popr. nos. (L <sub>a</sub> ): 0,750	0,625
	0,500 m

Razmak između podupirača (L <sub>c</sub> ) u m	0,6	3,08	3,27	3,53
		13,10	13,90	15,00
	0,9	3,08	3,27	3,53
		19,70	20,90	22,60
	1,2	3,08	3,27	3,31
		26,20	27,80	28,00
	1,5	2,65	2,65	2,65
		28,00	28,00	28,00
	1,8	2,03	2,03	2,03
		28,00	28,00	28,00
	2,1	1,55	1,55	1,55
		28,00	28,00	28,00
2,4	1,32	1,32	1,32	
	28,00	28,00	28,00	

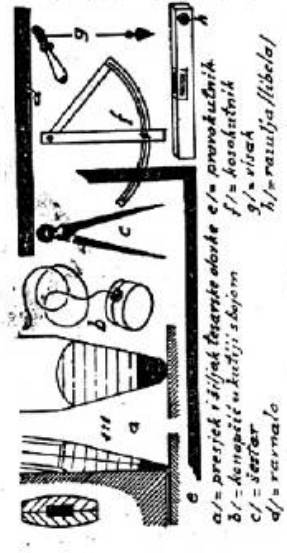


## Izrada – sklapanje oplata

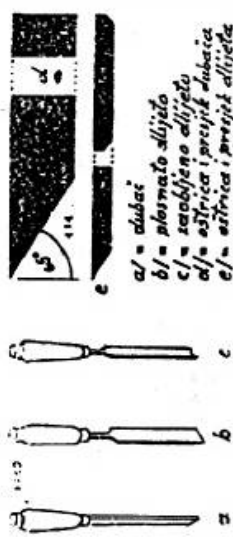
- Izradom oplata u pravilu se bave kvalificirani i visokokvalificirani tesari (KV i VKV, što prema starim jugoslavenskim normativima odgovara radnicima TV i TVI i TVII i TVIII) i pomoćna radna snaga (PKR, tj. RII, TIII i TIV). Potrebni stupanj stručne obučenosti i utrošak radnog vremena u prvom redu ovise o karakteristikama konstrukcije za koju je oplata namijenjena i načinu izrade, odnosno materijalima ili elementima od kojih se sastavlja.
- Oplate od drvene građe tradicijski se izrađuju, tj. “kroje”, na gradilištu. Daske se režu, ukivaju i povezuju, međusobno i za potkonstrukciju, te poslije opet raskivaju, na posebno uređenom tesarskom prostoru. Prostor za tesare planira se na gradilištu na osnovu analize tehnoloških procesa, količine radova i potrebnog materijala (idejno rješenje na slici). Dijelom je pod nadstrešnicom, ima stolarski stol, a od strojeva su tu kružna (“cirkular”) ili bolje tračna (*bandsage*) pila i eventualno strojna blanjalica. Opremljen je s alatom za piljenje, tesanje, dubljenje, bušenje i izravnavanje (blanjanje), kao što su razne ručne pile (lančana, rebrasta, utorna, šumska, bušna, “lisičji rep”), dlijeta, obične sjekire, bradve, blanje, tesla, kliješta (za rezanje žice), čelične poluge s oštrim kljunom na kraju (tzv. pajseri), dubači, bušilice, svrdla itd. Uz to je radnicima potreban i pomoćni alat (za oštrenje i dr.), te pribor za mjerenje i obilježavanje. Na ovom dijelu gradilišta smještena je deponija drvene građe od koje se izrađuje oplata, crtači pod (od drvenih mosnica i podloge) i prostori za čišćenje upotrebljavane oplata, za gotove oplatne elemente i za otpatke (gdje se sortira ono što se još može iskoristiti i stavlja na hrpu za odvoz ono što više nije upotrebljivo). Naravno, tesarski prostori služe i za izradu drvenih krovnih konstrukcija i skela.



a/ drveni maly sa dvjornu  
b/ razliciti vrz  
c/ mehanicki



a/ presjek i dijelak tesarske obruke e/ provokalni  
b/ kosepate u kutiji sbojom f/ kosačnik  
c/ kosačnik g/ vrtak  
d/ vrtak h/ razulja (šibela)



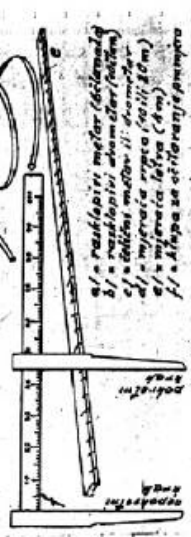
a/ duhat  
b/ plosnato slijeto  
c/ saobljeno dljeto  
d/ ostrica i presjek dobatca  
e/ ostrica i presjek dljeta



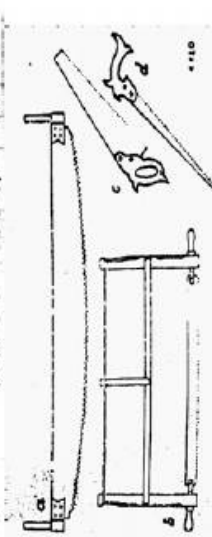
a/ težina opetina  
b/ vrtak opetina  
c/ laka opetina  
d/ vrtak  
e/ vrtak  
f/ vrtak  
g/ vrtak  
h/ vrtak



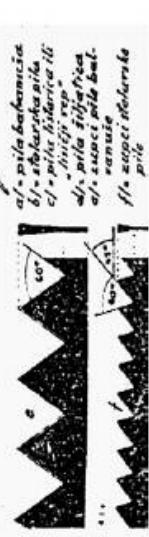
a/ vrtak  
b/ vrtak  
c/ vrtak  
d/ vrtak  
e/ vrtak  
f/ vrtak  
g/ vrtak  
h/ vrtak



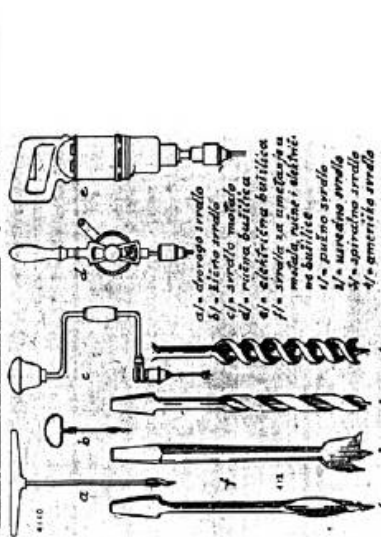
a/ rasklopivi mešar (dijelomak)  
b/ rasklopivi mešar (dijelomak)  
c/ rasklopivi mešar (dijelomak)  
d/ rasklopivi mešar (dijelomak)  
e/ rasklopivi mešar (dijelomak)  
f/ rasklopivi mešar (dijelomak)  
g/ rasklopivi mešar (dijelomak)  
h/ rasklopivi mešar (dijelomak)



a/ rasklopivi mešar (dijelomak)  
b/ rasklopivi mešar (dijelomak)  
c/ rasklopivi mešar (dijelomak)  
d/ rasklopivi mešar (dijelomak)  
e/ rasklopivi mešar (dijelomak)  
f/ rasklopivi mešar (dijelomak)  
g/ rasklopivi mešar (dijelomak)  
h/ rasklopivi mešar (dijelomak)

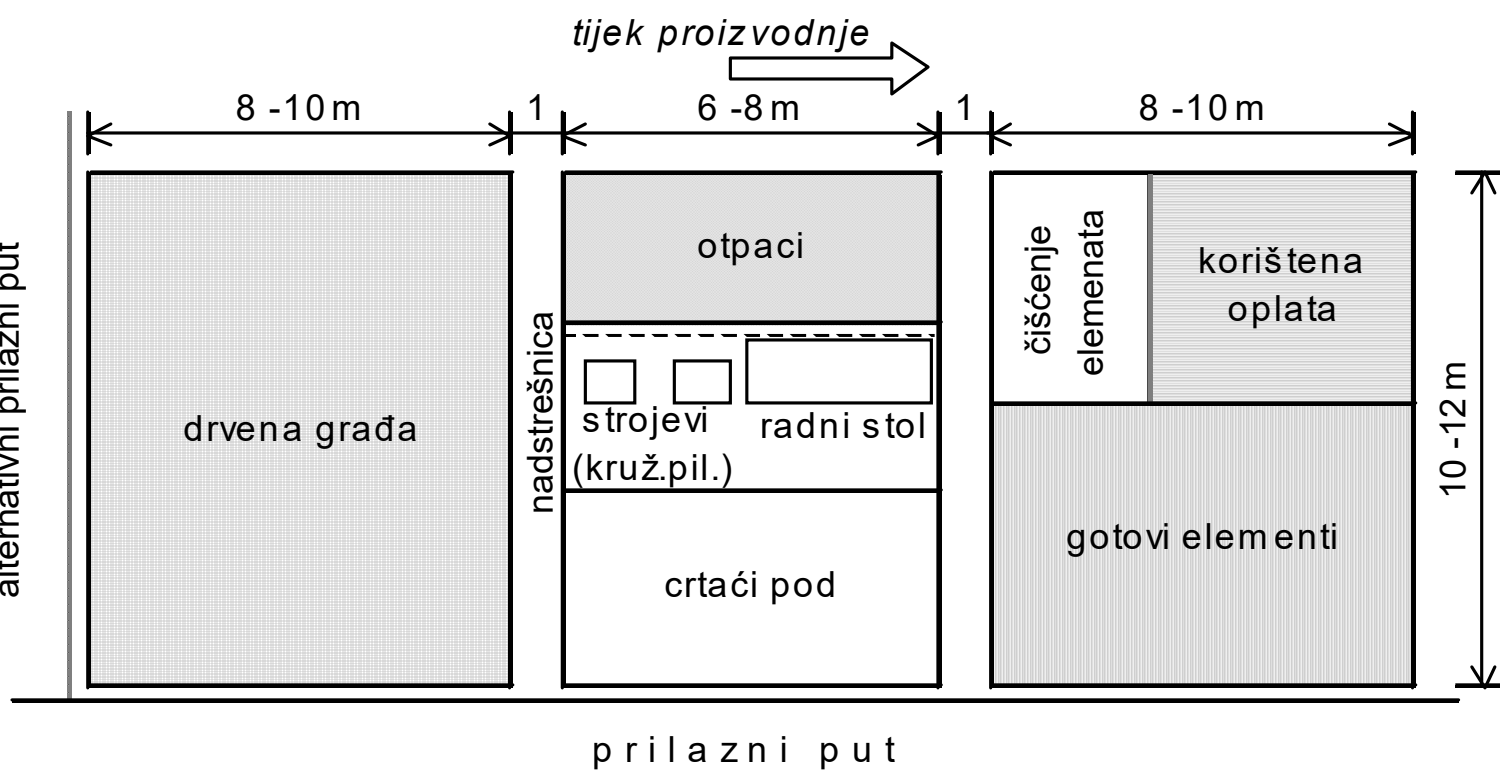


a/ rasklopivi mešar (dijelomak)  
b/ rasklopivi mešar (dijelomak)  
c/ rasklopivi mešar (dijelomak)  
d/ rasklopivi mešar (dijelomak)  
e/ rasklopivi mešar (dijelomak)  
f/ rasklopivi mešar (dijelomak)  
g/ rasklopivi mešar (dijelomak)  
h/ rasklopivi mešar (dijelomak)



a/ vrtak  
b/ vrtak  
c/ vrtak  
d/ vrtak  
e/ vrtak  
f/ vrtak  
g/ vrtak  
h/ vrtak

alternativni prilazni put



Idejno rješenje tesarskog prostora za tradicionalnu izradu oplata na većem gradilištu i ispod tesarski alat

- Opisani način rada na gradilištu prevladavao je prije 30 - 40 godina, a još uvijek je aktualan kod manjih izvoditelja, za obiteljsku gradnju, elemente građevine s malom oplatnom površinom (npr. za izradu serklaža, monolitnih nadvoja, dijelova temelja i stubišta itd.) i slične slučajeve, uglavnom gdje će se betonske površine naknadno oblagati (žbukom ili drugim materijalima) ili zatrpavati zemljom. Za bolju kvalitetu vanjskih betonskih površina potrebno je oplata raditi od blanjanih dasaka s utorom i žlijebom, što znači i nešto veće troškove rada (cca. 20 - 30% više "norma-sati").
- Danas su razvijene mnogo efikasnije metode. Skromnu opremu i ručni alat zamjenili su centralni tesarski i stolarski pogoni ili radionice, s automatiziranim, pa čak i digitaliziranim uređajima za vrlo precizni rad. U cilju industrijalizacije građenja, odnosno racionalizacije proizvodnje i povećanja produktivnosti, bolje je izradu oplatnih sklopova ostvariti u takvim, specijaliziranim proizvodnim pogonima, koji pored visoke mehanoopremljenosti imaju stručno osposobljenu i uigranu radnu snagu, dobro organizirane proizvodne procese i njihovu kontinuiranu kontrolu. Izrada oplatnih prefabrikata je brža, proizvodi su kvalitetniji i ujednačeniji, a nastaju uz manje otpadnog materijala. Tu se proizvodnja za sve složenije sustave obavlja na temelju prostudirane dokumentacije, koja u pravilu sadrži:
  - tehnički opis sustava,
  - shemu tehnološk. procesa (kartu procesa / dijagram toka postavljanja i skidanja oplata),
  - statički proračun konstrukcije, detalje elemenata, sklopova i cjeline,
  - projekt skele i pomoćne konstrukcije,
  - specifikaciju materijala.
- Poslove koji će se višekratno ponavljati ima smisla normirati i dobro vremenski planirati.

IZRADA, MONTAŽA I DEMONT. OPLATE ZA KONSTRUKTIVNE ELEMENTE GRAĐEVINE	RADNICI	NA GRADILIŠTU od			U RADIONICI od tipskih tvornič. elemenata (po potrebi s rad. stazom, uređaj. za podešav. i poveziv.) -Sastavljeni sklop. na gradilištu se samo postavljaju i skidaju.	
		dasaka d=24 mm ili blanjanih dasaka d=22 mm s utorom i žlijebom, kao i blanjanih letvica	vodootpornih šperploča d=15 mm	gotovih modular. pl. s plohom od šperpl. i drugi tvornič. elem. (potpore, podupir. i ostali prateći pribor)		
RAVNE ZIDOVE -jednostrana oplata	sat/m <sup>2</sup>	PKT	0,54 -0,56	0,75 -0,80		
		KVT	0,50 -0,52	0,15		
RAVNE ZIDOVE (dvostrana)	sat/m <sup>2</sup>	PKT	0,60	0,50	0,35 -0,40	
		KVT	0,55	0,55	0,35 -0,41	
RAVNE ZIDOVE -deblj. do 12 cm, slož. presj. i završ. teksture	sat/m <sup>2</sup>	PKT	0,95	0,80	Prethod. izrada	
		KVT	0,60	0,60		0,20
		VKT	0,60	0,60		0,25 -0,3
IZLOMLJENE I KRUŽNE ZIDOVE	sat/m <sup>2</sup>	PKT	0,40	0,46	0,15	
		KVT	0,70	0,60	0,48	
		VKT	0,70	0,60	0,15	
PRAVOKUTNE TEMELJNE STOPE I STUPOVE	sat/m <sup>2</sup>	PKT	0,55	0,50	0,50	
		KVT	0,45 -0,58	0,40 -0,45	0,80	
		VKT	0,75 -1,00	0,70 -1,00	0,35	
TEM. STOPE I STUP. SLOŽEN. PRESJEKA (s utorom i zubom)	sat/m <sup>2</sup>	PKT	0,35 -0,38	0,30	0,60	
		KVT	0,60 -0,65	0,60 -0,65	0,60	
		VKT	1,22 -1,50	1,20 -1,50	0,95	
MNOGOKUTNE TEMELJNE STOPE I STUPOVE	sat/m <sup>2</sup>	PKT	0,28			
		KVT	0,70			
		VKT	1,48			
OKRUGLE I ELIPS. TEMELJ. STOPE I STUPOVE	sat/m <sup>2</sup>	PKT	0,40	0,30	0,40	
		KVT	0,80	0,80	1,20	
		VKT	1,50	1,40	1,20	
VERTIKALNE SERKLAŽE (oplata na dvije strane)	sat/m <sup>2</sup>	PKT	0,35	0,30		
		KVT	0,45	0,45		
		VKT	0,72	0,70		
HORIZONTAL. SERKL. (oplata na vanjskoj strani; vis. do 20 i 20 -40 cm)	sat/m <sup>2</sup>	PKT	0,12 -0,15	0,10		
		KVT	0,20 -0,30	0,20 -0,30		
HORIZONTALNI VIJENCI I ISTAKE	sat/m <sup>2</sup>	PKT	0,50	0,40		
		KVT	2,62	2,60		
HORIZONT. GREDE s podupiranjem do 3,0 m visine	sat/m <sup>2</sup>	PKT	0,40	0,35	0,25 -0,30	
		KVT	0,45 -0,50	0,45	0,40	
		VKT	0,72 -0,80	0,72	0,50	
KOSE GREDE (15% i većeg nagiba) s podup. do 3,0 m visine	sat/m <sup>2</sup>	PKT	0,45	0,35		
		KVT	0,90 -1,00	0,90		
		VKT	0,90	0,90		
GREDE SLOŽ. PRES. s podupiranjem do 3,0 m visine	sat/m <sup>2</sup>	PKT	0,40	0,35		
		KVT	0,90 -1,00	0,90		
		VKT	1,00	1,00		

Napomena: Kvaliteta površina potrebna za vidni (tzv. final) beton, postiže se upotrebom radioničkih oplatnih sklopova i tvorničkim panelima (normirano s modularnim pločama 50 x 100 i 100 x 200 cm), a može i sa šperpločama i blanjanim daskama (blanjanje letvice za formiranje oplata zakrivljenih površina) uz veći utrošak radnih sati. Sklopovi sastavljeni u radionici, odgovaraju konstrukcij za čiju su izvedbu namjenjeni (sklopovi od tvorničkih ploča minimalne površine osnove od 5,0 m<sup>2</sup> za ravne zidove, prikladni sustavi za okrugle stupove i oplatni stolovi za ravne ploče), a prenose se uz pomoć dizalice. Normirana demontaža podrazumjeva čišćenje i prema potrebi, kod dašćanih oplata, vadenje čavala.

RAVNE PLOČE s podupiranjem do 3,0 m visine	sati/m <sup>2</sup>	PKT	0,84	0,72	0,35 -0,40	Prethod. izrada	0,30	Mont. i demont.	0,10
		KVT	0,42 -0,52	0,33	0,30		0,30		0,15
		VKT					0,30		
RAVNE PL. S REBR. s podup. do 3,0m (rebrase obračun. posebno kao grede)	sati/m <sup>2</sup>	PKT	1,00	0,90					
		KVT	0,42 -0,52	0,42 -0,52					
RAVNE PLOČE S VUTAMA s podupir. do 3,0m visine	sati/m <sup>2</sup>	PKT	0,70						
		KVT	0,46						
KOŠE PLOČE s podupiranjem do 3,0 m visine	sati/m <sup>2</sup>	PKT	1,08	1,00					
		KVT	0,50	0,50					
RAV. STUBIŠNI KRAK. (kosa opl. ploča, opl. čela gazišta i bokova)	sati/m <sup>2</sup>	PKT	0,28	0,23					
		KVT	0,73	0,73					
		VKT	1,05	1,05					
ZAVOJIT STUBIŠNI KRAK. (donja ploča, opl. čela gazišta i bokova)	sati/m <sup>2</sup>	PKT	0,28	0,23					
		KVT	1,22	1,22					
		VKT	2,30	2,30					

OSTALI RADOVI VEZANI ZA DRVENE OPLATE

Slaganje dasaka od 24 i 48 mm u vitlove s izradom pokrova.	sati/m <sup>3</sup>	PKT	1,30 -1,40
Rezanje gredica ("štafli") i letvica na kružnoj pili ("cirkularu").	sati/m <sup>3</sup>	PKT	1,40 -2,10
		KVT	1,40 -2,10
Ručno blanjanje.	sati/m <sup>2</sup>	KVT	0,57
Grubo strojno blanjanje gredica i dasaka.	sati/m <sup>3</sup>	PKT	0,60 -0,80
		KVT	0,60 -0,80
Izrada pera i žlijeba.	sati/m <sup>1</sup>	KVT	0,32
Zaštita drvene građe sredstvima protiv upijanja vode, truljenja, bakterija, požara i sl. -potapanjem u penetrirajuću otopinu, s vađanjem i slaganjem u vitlove.	sati/m <sup>3</sup>	PKT	1,40
		PKT	1,86
Podupiranje oplate greda i ploča na visini iznad 3,0 m.	sati/m <sup>2</sup>	PKT	0,10
		KVT	0,10
Montaža i demontaža cijevnih skela ( s tipskim vezama) za podupiranje oplata: - lake	sati/m <sup>2</sup>	PKT	0,20 -0,30
		KVT	0,30
		PKT	0,40
- srednje nosivosti	sati/m <sup>2</sup>	KVT	0,50
		PKT	0,45 -0,50
- teške i vrlo teške	sati/m <sup>2</sup>	KVT	0,55 -0,65
		PKT	0,55 -0,65

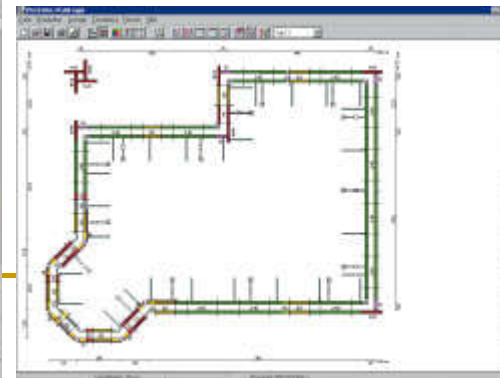
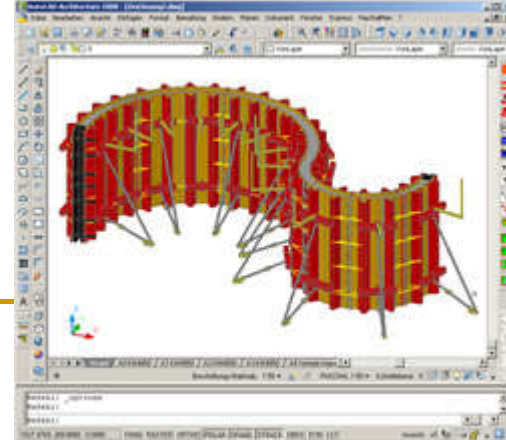
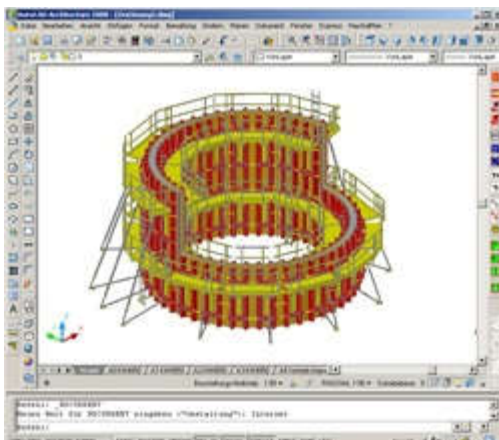
Pregled normativa vremena za osnovne vrste tesarskih radova s oplata (prema Normativima građevinskih radova G. Bučara, 1999. god. i Jugoslavenskim Normativima i standardnim radovima, Knjiga 1, 1986. god.)

- Na prethodno uređenom mjestu građenja danas je uobičajeno sastavljanje oplatnih konstrukcija od tipskih panela od šperploče i drugih modularnih ploča različite veličine, gotovih drvenih nosača, cijevnih podesivih podupirača i drugih tvornički proizvedenih elemenata. Pri tome se često pojedini dijelovi oplata izrađuju od drvene građe na licu mjesta zbog potrebnog prilagođavanja projektiranoj geometriji konstrukcije, jer gotove, tipske elemente nije zgodno oštećivati rezanjem, ukivanjem i sličnim. Tako se na kraju postižu kvalitetne betonske površine, ali utrošak ljudskog rada za to je još uvijek prilično velik (- vidi priloženi pregled normativa vremena). Na našim gradilištima objekata visokogradnje najčešće se rabe velikoplošni oplatni sklopovi, a nosači svjetski poznatih proizvođača skoro su sasvim istisnuli iz upotrebe radionički izrađene rešetkaste nosače.
- Postoji i mogućnost dopreme na gradilište u radionici prethodno izrađenih (sklopljenih) i potpuno kompletiranih oplatnih sklopova, u potrebnoj veličini i obliku za projektirane betonske konstrukcije. Oni se onda na mjestu izvedbe samo postavljaju i skidaju. Vrijeme rada samo na zgotovljavanju (npr. za oplatne stolove oko 1,10 sati/m<sup>2</sup>) svakog pojedinog sklopa, za proračune cijene i vremena, dijeli se s predviđenim brojem njegovih uporaba na građevini bez izmjena na njemu. Zbog slobodnog gabarita javnih prometnica ograničena je veličina sklopova koji se u jednom dijelu mogu transportirati na gradilište. Zato se prefabricirani oplatni elementi izrađuju s jednostavnim i čvrstim spojnim detaljima, koji na gradilištu osiguravaju brzo i pouzdano okrupnjavanje, a što je posebno važno kada su u pitanju glavni nosači sklopova. Unificiranost detalja poželjna je i radi opcije kombiniranja s drugim oplatnim sustavima. U načelu vrijedi pravilo gdje je potrebno manje dijelova i manja težina za montažu, treba i manje vremena za montažu.
- Nakon postavljanja oplata, a prije betoniranja, nadzorni inženjer obavlja pregled (položaj, čistoća, armatura i dr. što se ne vidi nakon betoniranja)

Oplatni sklopovi koji se gotovi dopremaju na gradilište / građevinu  
(radionički priređeni) i montiraju



- U slučaju nabavljanja oplate od "jakih", svjetski poznatih proizvođača uz priručnike s detaljno razrađenim elementima i podacima o njihovom korištenju (tiskani i na web stranicama), kupcima je na raspolaganju i dobro organizirana stručna pomoć (tehnički *know-how*). Logistička potpora se nastavlja i nakon isporuke opreme, u vidu savjetodavne službe, nadzora i instruktora za obuku radnika izvoditelja za rad s njihovim oplatnim sustavima. Stručne službe proizvođača po potrebi projektiraju oplatu za neke zahtjevnije, specifične zadatke. Slične usluge pružaju i bolji najmodavci oplatne opreme.
- Kod većih kvadratura površina za oplaćivanje uvijek bi trebalo raditi prema unaprijed načinjenoj shemi za postavljanje oplate. Za to postoje odgovarajući softverski paketi kojima se može puno lakše isplanirati, zapravo brzo provjeriti različite varijante i iznaći optimalno rješenje. Takvi programi uvijek su prilagođeni sustavima pojedinih proizvođača. Bazirani su na *CAD* sustavu i prema tlorisima i presjecima, koji se prethodno unesu u računalo, brzo i točno se izrađuju nacrti oplatnih površina s najpovoljnijim rasporedom raspoloživih oplatnih ploča i drugih dijelova iz određenog sustava za koji je program i napravljen. Uz to, odmah daju i specifikaciju potrebnog materijala, a neki proračunavaju i utrošak rada za oplaćivanje predviđenih konstrukcija. Procjenjuje se da korištenje ovakvih računalnih programa dovodi do 75%-tne uštede vremena u odjelu tehničke pripreme i minimum 15% uštede materijala na građevini (zbog racionalnijih rješenja upotrebe).



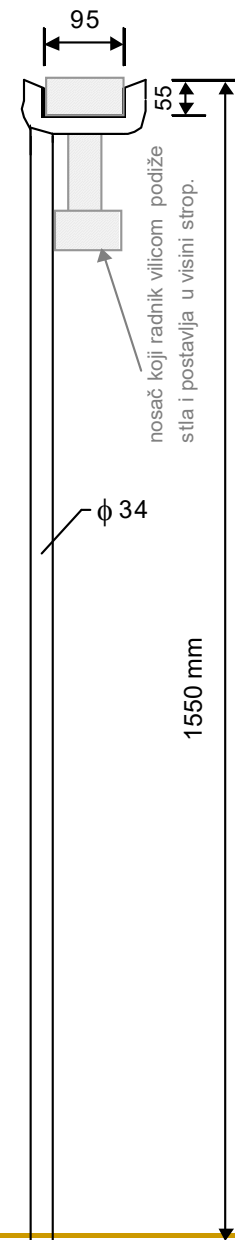
*Paschalov*  
softwer za  
paniranje  
(*Plan pro* i  
*Plan light*)



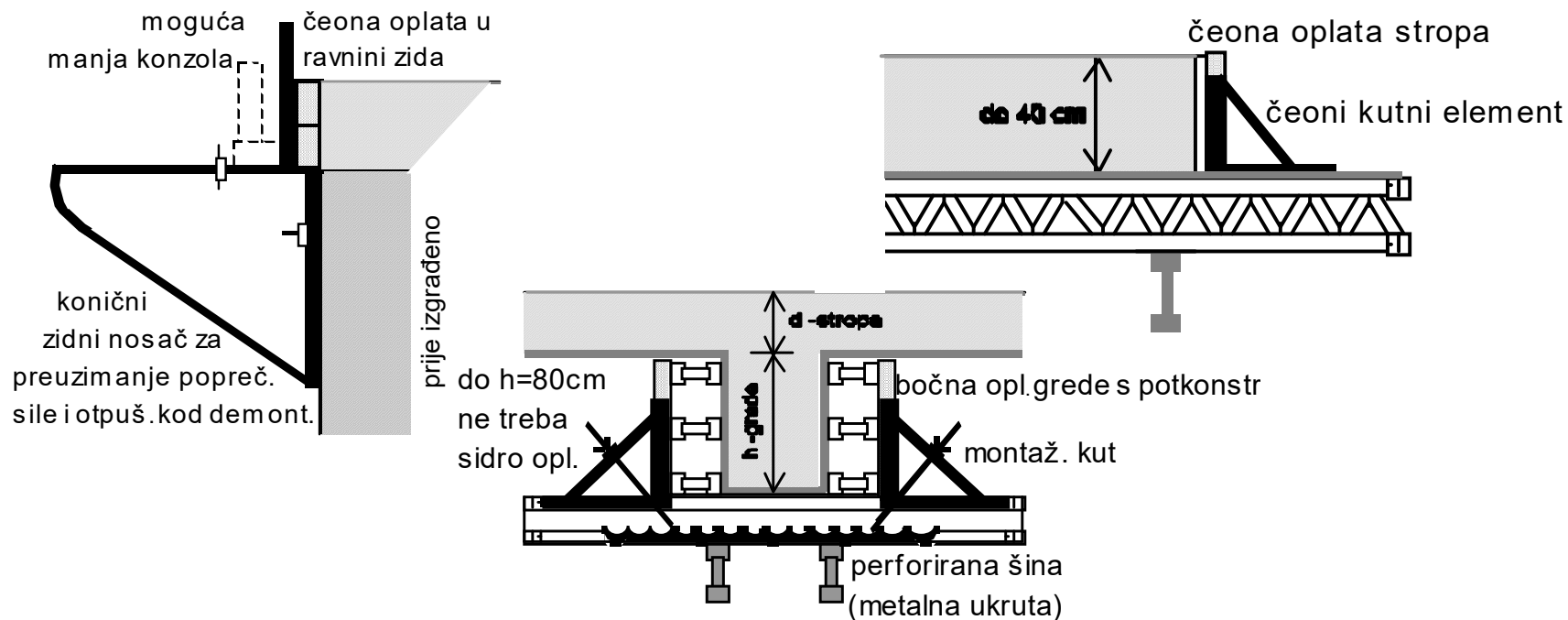
## Montaža oplata

- Na samoj montaži su u pravilu potrebni radnici nešto nižeg stupnja stručne obučenosti nego za izradu elemenata ili sastavljanje sklopova. Oplate postavljaju radne grupe od kvalificiranih radnika (tesara) i pomoćne radne snage. Potrebno vrijeme rada, tj. “norma - sati” (NS), radnika različite kvalifikacije ovise o složenosti izvođene konstrukcije i vrsti oplata. Montaža općenito obuhvaća redom operacije prihvata elementa s dizalice (ako se ne može donijeti ručno), njegovo dovođenje u točan položaj po dužini, visini i nagibu i pritezanje, odnosno fiksiranje.
- Vrsta oplata, odnosno oplatnog sustava, diktira tehnologiju i dinamiku oplaćivanja. Za tradicijski rad s krojenjem daščane oplata i njenom montažom, te poslije skidanjem i čišćenjem po 1 m<sup>2</sup> oplatne površine normativi predviđaju ukupno 1 - 2 sata (manje samo kod ravnih zidova i jednostranih oplata horizontalnih serklaža), a za složenije konstrukcije, koje zahtijevaju i visokokvalificirane tesare, i do 3 sata rada.
- Kada se oplata na gradilištu izrađuje od gotovih, tipskih elemenata, između ostaloga i zbog u prošlom dijelu teksta spomenute potrebe izrade pojedinih dijelova za prilagođavanje geometriji građevine, utrošak ljudskog rada još je uvijek dosta velik, najčešće oko 1 sat, a maksimalno 2 sata/m<sup>2</sup>.
- Pri montaži i demontaži elemenata suvremenih oplatnih sustava radnici se služe s različitim, od strane njihovih proizvođača usavršenim, pomoćnim alatima koji ubrzavaju rad. Primjerice specijalne dvozube vilice s dugačkim drškama (oko 1,5 - 1,7 m) koriste se za zahvaćanje i podizanje horizontalnih elemenata s tla, te njihovo postavljanje u visini stropne konstrukcije, a kasnije i za skidanje.

- Posao se racionalizira i radnicima fizički olakšava s raznim tehničkim rješenjima detalja elemenata oplatnih sustava. Tako se noviji tipovi *Perijevih* podupirača podešavaju pomoću brzo rotirajuće matice s kojom se samo pritiskom prsta unutarnja cijev oslobađa i prema potrebi izvlači van. Prema radnim studijama gdje su uspoređivane brzo rotirajuće matice s utičnim svornjacima kod uobičajenih podupirača prosječni utrošak vremena za namještanje s ovim je smanjen za 25% (publikacija proizvođača).
- Rad s oplatama umnogome pojednostavljuje niz usavršenih, posebno konstruiranih elemenata za prilagođavanje, namještanje i učvršćivanje sklopova. Metalni kutnici su višenamjenski i koriste se za oplatu greda i stupova i za držanje zaštitne ograde, umjesto “klasične” oplate horizontalnih serklaža za montažu čeone oplata stavljaju se čeone šine, oplatne konzole za stropne oplata u ravnini zida i manje konzolne istake, a perforirane, čelične šine za ukrućivanje oplatnog sklopa greda raznih poprečnih presjeka (jedna za grede do 45, odnosno 95 cm, a s dvije može do 135 cm).
- Ubrzavanju radova uvijek doprinose jednostavni spojni elementi, (tzv. brze spojke) koji su “spretni” za rukovanje.



Pocinčana vilica za montažu i demontažu elemenata iz oplatnih sustava *Peri*



- Kod oplatnih sustava teži se što profitabilnijim rješenjima, a to podrazumjeva šire područje primjene uz minimalne izmjene kod elementata. Zato se proizvode univerzalni kutni elementi za izvođenje kutova i kod zidova i stupova. Neki nosivi elementi današnjih oplatnih sklopova, kao što je npr. *Peri PD8*, imaju višestruke mogućnosti upotrebe: za izradu stolova kod oplaćivanja stropova, za brzomontirajuće tornjeve velike nosivosti (*ST 100* –od samo 4 do 5 elemenata) i za slaganje stubišnih tornjeva u svrhu sigurnog penjanja i silaženja. Razvijeni sustavi također imaju specijalne, dopunske dijelove za nagnute površine. Za rješavanje nagiba od  $3^\circ$ , tj. oko 5%, kod stropnih ploča uspješno se koriste nagibne križne glave (npr. *MKK Peri*) s odgovarajućim spojnicama, a za uporišta nagibne glave (*MKF*) koje se postavljaju na podnožju.

- Zbog svega navedenog, ovakvi složeni, moderni oplatni sustavi od tvornički izrađenih elemenata iziskuju određenu obuku za rad, već prema osobitostima tehnologije i specifičnim detaljima, ali zato je učešće rada kvalificiranijih radnika znatno manje, kao i jedinično vrijeme rada (NS). Iskustvo kazuje da za obuku nekvalificiranih radnika za rad s oplatnim sklopovima od modularnih ploča i ostalih tvornički izrađenih elemenata nije potrebno više od 10 dana. Detaljno usavršeni velikoplošni oplatni sustavi, koji se na mjestu građenja samo sklapaju, imaju realni utrošak vremena radnika svega 0,15 - 0,35 sati/m<sup>2</sup>, već prema složenosti konstrukcije. To znači da jedna normalna grupa od 2 - 4 radnika (KVR i PKR) u jednoj radnoj smjeni praktično može postaviti između 100 i 200 m<sup>2</sup> oplate zidova, maksimalno 250 - 300 m<sup>2</sup>, a isto toliko i oplate ploča bez podupiranja. Tako npr.

$$\frac{3 \text{ [radnika]} \times 8 \text{ [sati]}}{0,25 \left[ \frac{\text{sati}}{\text{m}^2} \right]} = 96,0 \text{ [m}^2 \text{]}$$

- Općenito, normative koje daju proizvođači oplatne opreme treba uzimati s određenom rezervom, jer su redovito preoptimistični i u prosjeku predviđaju za oko 25 - 30% manje vremena rada radnika nego je u praksi zaista potrebno. Takva brzina rada vjerojatno je dostižna samo u idealnim uvjetima, s minimalno zastoja i na velikim površinama gdje specijalizirani radnici u dužem kontinuitetu rade s istovrsnim tipom oplate, pa su maksimalno uigrani. Ali to je na gradilištima stvarno teško postići. Zna biti i problem što svi rade sve, a ni radna disciplina kakvu oni pretpostavljaju kod naših radnika još nije u potpunosti usvojena (primjerice nakon upotrebe i čišćenja vraćanje i sortiranje svih dijelova opreme na za to predviđeno mjesto, te općenito postupanje u skladu s od proizvođača propisanim pravilima za određenu opremu).

- Kod rada s oplatnim stolovima obračunava se i vrijeme za njihovo sklapanje i rastavljanje (1,0 - 1,1 sati/m<sup>2</sup>), ali se ono dijeli s brojem uporaba u nepromjenjenom obliku, pa se s montažom i demontažom dobiva da je potrebno cca. 0,25 - 0,35 sati/m<sup>2</sup>. Za minimalnu ekonomičnost primjene smatra se da treba barem 15 uporaba na jednoj građevini. Tako bi bilo prema podacima o normativu vremena iz prošlog broja:

$$\frac{(0,3+0,3+0,3) \left[ \frac{\text{sati}}{\text{m}^2} \right]^{IZRADA}}{15 \text{ uporaba}} + (0,10+0,15) \left[ \frac{\text{sati}}{\text{m}^2} \right]^{MONT\&DEMONT} = 0,31 \left[ \frac{\text{sati}}{\text{m}^2} \right]$$



Rad s oplatnim stolovima  
(gore i desno premještanje uz pomoć kolica)



Držislav Vidaković, GRAFOS

## Demontaža oplata

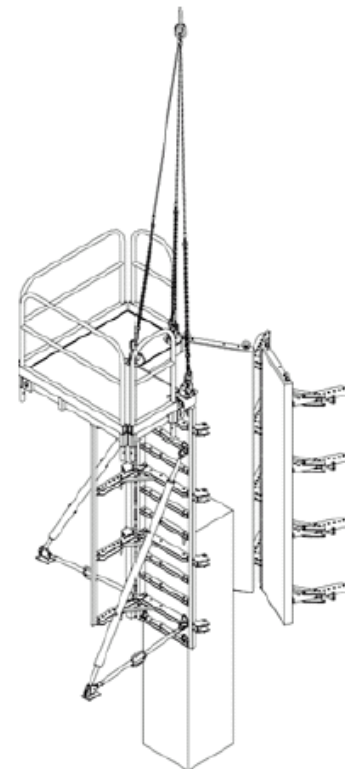
- Demontaža podrazumjeva otpuštanje veza i skidanje dijelova oplata s izbetonirane konstrukcije, nakon čega slijedi njihovo čišćenje i premještanje na drugu radnu poziciju ili slaganje na skladište. Odvija se propisanim redom, koji je u načelu obrnut od postupaka montaže. Obavlja je radna grupa još niže kvalifikacijske strukture i malobrojnija nego za montažu. Za odvajanje oplatnih ploha od očvrslog betona radnici se obično služe s čeličim polugama (pajserima). Posebno treba paziti da se pri tome ne ošteti zaštitna folija ploča.
- Pri demontaži tradicijske oplata viših zidova i stupova moraju se koristiti skele s kojih se može dohvatiti sam vrh. Prvo se skidaju patent –zatvarači, spone, vijci ili žica, pa okviri koji su utezali oplatu stupa. Onda se uklanjaju kosnici, koji su osiguravali vertikalni položaj, i postolje koje je imalo svoju funkciju pri montaži.
- Treba pripaziti da se ne razbacuju po gradilištu komadi građe s čavlina jer znaju biti uzrok čestih ozlijeđa. Žice od povezivanja i utezanja oplatnog sklopa koje su ostale viriti iz betona moraju se kliještima presjeći da ne bi smetale i predstavljale opasnost za radnike.
- Demontaža horizontalnih oplata sa starim tipom podupirača započinje izbijanjem klinova koji su ispod njih postavljeni. Kod horizontalnog oplatnog sustava za kakav je opisana montaža, oslobađanje oplata započinje uklanjanjem međupodupirača (zadnje postavljeni elementi). Zatim se podupirači odvrnu toliko da se mogu skinuti oplatne ploče. One se trebaju slagati točno jedna na drugu, kako bi se mogli dobro očistiti njihovi rubovi. Preostali nosači i podupirači također se nakon demontaže trebaju uredno složiti u transportne palete

Obarajuće glave na podupiračima namjenjene su upravo olakšavanju demontaže, pa ako su one korištene, spuštaju se udarcem čekića za 4 (*Peri* sustavi) do 6 cm (*Doka* sustavi). Nakon toga ima dovoljno prostora da se svi sekundarni nosači bočno prevale na glavne nosače na kojima su postavljeni, a uklanja se svaki drugi. Pri tome na njih padnu oplatne ploče, pa se zatim one skidaju dolje. Na taj način su manje izložene oštećivanju, a ni radnici nisu u opasnosti od pada ploča.

- Platformu oplatnog stola radnici spuštaju tako što istovremeno zaokreću vretena nogara pomoću odgovarajućeg ključa, sve dok se stol ne osloni na svoje točkove (pokazano na crtežu u prvom članku o oplatnim sklopovima). Ako je posao sa stolom završen na jednoj etaži, tada se ručno izvlači do položaja gdje se mogu na njega zakvačiti sajle dizalice, i za to je dovoljan samo jedan radnik. Dok pričvršćuje sajle radnik stoji na izbetoniranoj ploči, a stol je dijelom izvučen kroz otvor na fasadi, pa mora biti vezan sigurnosnim pojasom. Pri ovome sva užad mora biti zategnuta, a radnici ne smiju ulaziti u konstrukciju stola.
- Demontaža, tj. otpuštanje oplata sklopa treba biti izvedeno sa što manje trzaja i udaraca. Oni bi mogli dovesti do potresanje sidrenih spojeva i drugih ugradbenih dijelova, te oštećenja izrađene konstrukcije jer je beton rijetko kada u to vrijeme već dostigao svoju potpunu projektiranu čvrstoću (MB). Nepovoljno je i kada nakon skidanja polovine oplata (na jednoj strani) vlačna sila djeluje u jednom smjeru, a posljedica čega znaju biti tanke napukline između spojnih sidra i betona.
- Nakon kraćeg vremena se mogu osloboditi vertikalni elementi sklopa, a za horizontalne treba čekati nešto dulje. Stranice oplata u pravilu se mogu skidati kada beton izvođenih

zidova i stupova i drugih konstrukcija dostigne 30% od predviđene čvrstoće. Kod ploča i greda, kao i stupova koji su izloženi savijanju ili izvijanju, demontaža oplata je moguća tek nakon što se postigne 70%-tna čvrstoća. Taj rok ovisi o temperaturi betona i okoline tijekom njegovog očvršćavanja, statičkom sistemu i presjeku i rasponu konstrukcije, a u manjoj mjeri i o drugim okolnostima kao što je predviđena marka betona i aktivnost upotrebljenog cementa.

Vrsta i raspon oplaćene konstrukcije	Potreb. vrijeme čekanja za skidanje oplata pri očvršćavanju na temper.	
	5 -15°C	> 15°C
Okomite plohe zidova, stupova i greda	48 -72 sati (2 -3 dana)	12 -24 sati (1 dan)
Vodorav. opl. ploča, greda, "T" presjek, križne i gredne konstr. do 6,0 m raspona	96 -144 sati (5 -6 dana)	72 -120 sati (4 -5 dana)
Konstrukcije raspona 6,0 -9,0 m	168 sati (7 dana)	120 sati (5 dana)
Konstrukcije velikih raspona i složenih presj.	672 sati (28 dana)	504 sati (21 dan)



Preporučeno vrijeme potrebno da se može početi demontaža oplate, uz korištenje normalnog cementa (*prema American Concrete Institute*)



Debljina stropa (m)	Neophodna čvrst. betona (N/mm <sup>2</sup> )	Orijentacijski broj dana do demontaže oplatnih panela i nosača pri sred. temperat. stvrdnjavanja:		
		5°C	10°C	20°C
0,14	15	10	6	5
0,16	13	8	5	4
0,18	11	6	4	3
0,20	9	5	3	2
0,22	8	4	3	2
0,25	7	4	2	2
0,30	6	3	2	2
0,35	5	3	2	1
0,4 -0,95	5	2	1	1

Rokovi čekanja na demontažu (regulirano prema DIN 1045) oplatnog sklopa stropa za koji je odlučujuća najmanja čvrstoća u trenutku demontaže (prema *Peri priručnik za Skydeck sustav*)

Napomena: Neophodno je kao donju armaturu uzeti minimalno 1,31 cm<sup>2</sup>/m (Q 131).

Kod prerano demontirane oplata stropa mora se uzeti u obzir pokretno opterećenje od 1,0 kN/m<sup>2</sup>.

- Kod jako velikih raspona i složenih presjeka vrijeme čekanja na skidanje oplata mora se posebno odrediti. Proračunati naponi od vlastite težine i drugih opterećenja tada se radi sigurnosti uvećavaju za 30 - 50%, i još se, uz prema propisima obvezno uzimanje uzoraka, sve mora dokazati serijom probnih tijela koja se njeguju na samoj konstrukciji uz odgovarajuću zaštitu.
- Tijek gradnje, najčešće pritisnut zadanim rokovima za završetak projekta, nalaže da se oplata mora osloboditi što prije, po mogućnosti odmah drugi dan po betoniranju. Radi dinamike građenja ograničenu kvadraturu raspoložive oplatne opreme poželjno je što brže "obrtati". Navedeni rokovi čekanja za demontažu su na strani sigurnosti, pa

se uz primjerene metode može obaviti i znatno prije. U praksi se često to vrijeme skraćuje upotrebom aditiva (ubrzivača) i visokovrijednog cementa (cementi sa sitnijim mlivom ranije vežu nego normalni) za spravljanje betonske smjese, te specijalnim režimom zagrijavanja. Da bi se još ubrzala upotreba skupih oplata može se prije početka demontaže poduprijeti konstrukciju na polovini raspona, prema zahtjevima statike, neovisno o oplatnom sklopu. Tako se i poslije njegovog ranijeg skidanja te podupirače ostavlja do stjecanja dovoljne čvrstoće betona. Na taj način duže ostaje “zarobljeno” samo nekoliko dodatnih podupirača i oplatnih ploča.

- Moguće vrijeme demontaže ima se na umu i pri organizaciji rada s oplatom greda za velike raspone, koje imaju različite složene presjeke (“I”, “T”, kutijasti i dr.). Njih formiraju bočne stranice oplata (plohe s odgovarajućom ukrutom) i one su skuplji dijelovi sklopa. Kako se mogu prije skinuti ekonomično je koristiti samo nekoliko takvih komada, pa se prenose s grede na gredu, dok oplata dna ostaje postavljena barem do 70%-tnog očvršćavanja betona.



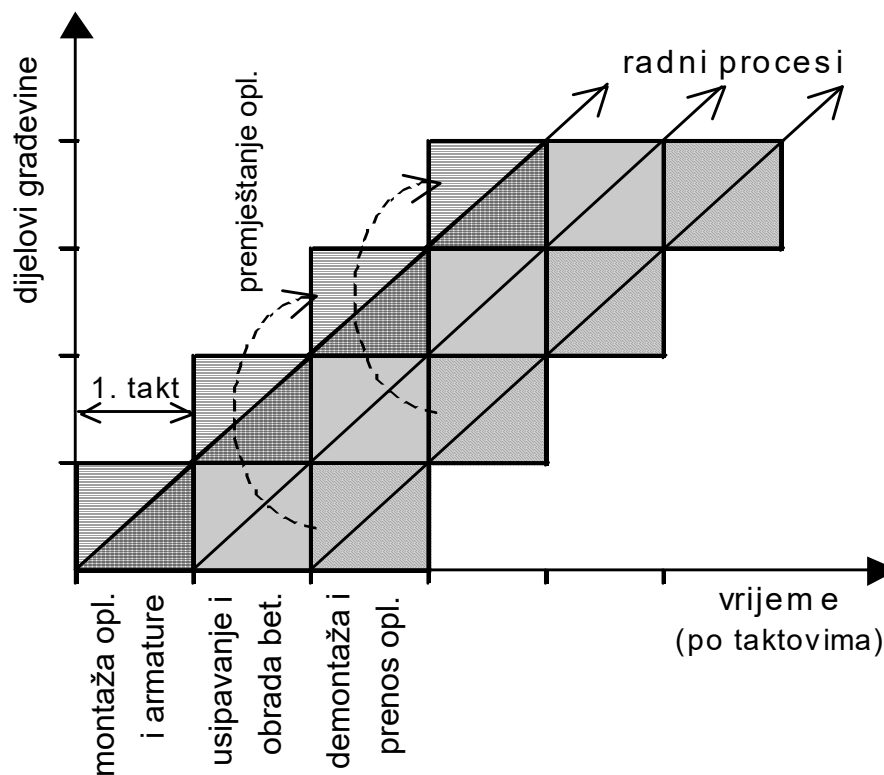
## Organizacija rada s oplatama

- Rad s oplatama, prvenstveno montaža, treba biti usklađen s osnovnim procesima armiranja i betoniranja (usipavanja i vibriranja betona). Tesarski radovi su u pravilu vodeći proces i njima se prilagođavaju svi ostali. Kada je dio ili cijela oplata postavljena u nju se ugrađuje armatura, danas radi ubrzanja radova već prethodno na drugom mjestu izrađeni kostur. Pri tome se postavljaju i instalacije, odnosno cijevi kroz koje će se one provući. Čim je oplatni sklop gotov slijedi betoniranje.
- U tvorničkim pogonima za proizvodnju montažnih a.b. elemenata s kalupima radovi su u principu industrijalizirani.
- Na gradilištima je zbog povoljnijih gospodarskih efekata, zapravo bolje iskorištenosti opreme, pogotovo krupnopanelnih oplata, najprimjereniji taktni način izvođenja radova. Takva organizacija u biti predstavlja inverziju lančane proizvodnje na gradilišne uvjete poslovanja, pa dovodi do efekta uigranosti radne snage. Jedan takt ili modul cikličnosti je trajanje pojedinačnog procesa na jednoj graditeljskoj jedinici i obično se predviđa vrijeme od jednog ili nekoliko radnih dana (smjena). U tom slučaju oplatni sklopovi se moraju planirati tako da se mogu koristiti u kontinuitetu tijekom svih narednih taktova, iako površine oplaćivanja možda nisu sasvim jednake. To se rješava s manjim dopunama oplata, dok se broj sudjelujućih radnika usklađuje s ujednačenim trajanjem taktova. Procjenjuje se da vrijeme oplaćivanja može biti i do 100% duže, ako se oplata ne obrće u optimalnim ciklusima. Stoga se u posebnom planu oplata naznačuje raspored velikoplošnih elemenata u okviru jednog takta, a pojedini zidovi i stupovi su, prema tome u kojem se taktu izvode, označeni različitom bojom ili štrafom i brojevima.

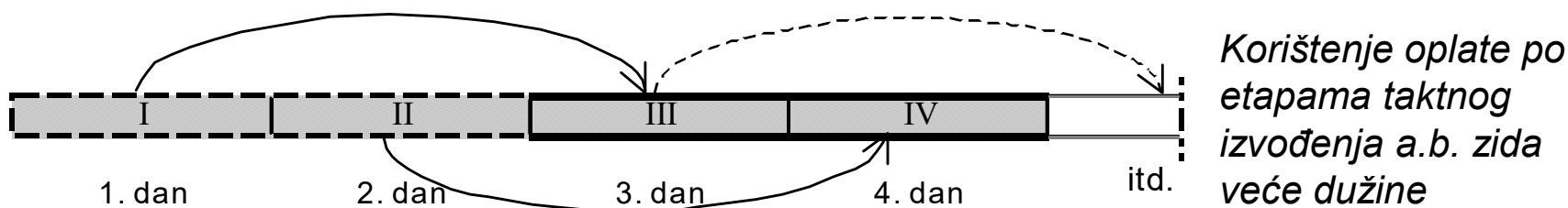


- Obično se radi o jednoj karakterističnoj etaži koja se dijeli na simetrične (barem približno) polovice ili četvrtine. Prvo se izvode vertikalni konstruktivni elementi na jednom dijelu, a u drugom taktu se oplatni sklopovi premještaju na slijedeći dio, dok se na prvom postavljaju oplatni stolovi i betoniraju stropovi. Zbog mogućnosti nesmetanog premještanja oplatnih stolova iz jedne graditeljske jedinice u drugu treba dobro isplanirati redoslijed izvedbe zidova. Može se podesiti da se na jednom dijelu osnove u prvom taktu naprave svi poprečni zidovi, a tek poslije uzdužni. Njihovo povezivanje u tom slučaju osiguravaju posebno izvedeni detalji. Redoslijed radova može biti i drugačiji, ali se onda kod zidova moraju koristiti specijalni kutni elementi koji se nakon betoniranja prvi vade da bi se za demontažu oslobodile ploče. Za vremensko planiranje ovakvog načina građenja najpogodniji su ciklogrami (primjer na slici).

Ciklogram taktnog izvođenja a.b. radova sa sinhroniziranim procesima (Graditeljske jedinice mogu biti prostorni dijelovi građevine, kao npr. četvrtine ili polovine etaže i sekcije dugačkog zida, a može se raditi i o cijelim građevinama koje su jednake i izvode se na istom gradilištu.)



- Za taktno izvođenje nekog dužeg zida prije montaže oplata moraju biti obavljene iskopi i betoniranje njegovih temelja. Također, potrebno je prethodno pripremiti elemente za sastavljanje, odnosno u slučaju tradicionalnog načina rada izraditi ih od drvene građe. U svakom taktu (u pravilu jednom danu) montiraju se stranice i čela oplata na jednoj etapi. Tako se prvog dana (1. takt) postavlja oplata na I etapi. Slijedeći dan postavlja se oplata na II etapi i betonira se prethodna etapa. Trećeg dana skida se oplata s I etape i premješta na III etapu, a etapa II se betonira, itd. Radnici koji obavljaju prijenos počinju s aktivnostima nešto ranije u odnosu na grupu koja istu oplatu montira dvije etape dalje. Ukupni učinak, odnosno veličina radne grupe, prilagođava se dnevnim zadacima (zahtjevanoj količini posla u jednom taktu).

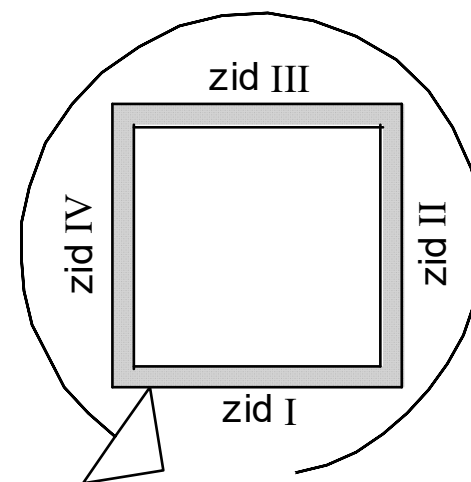
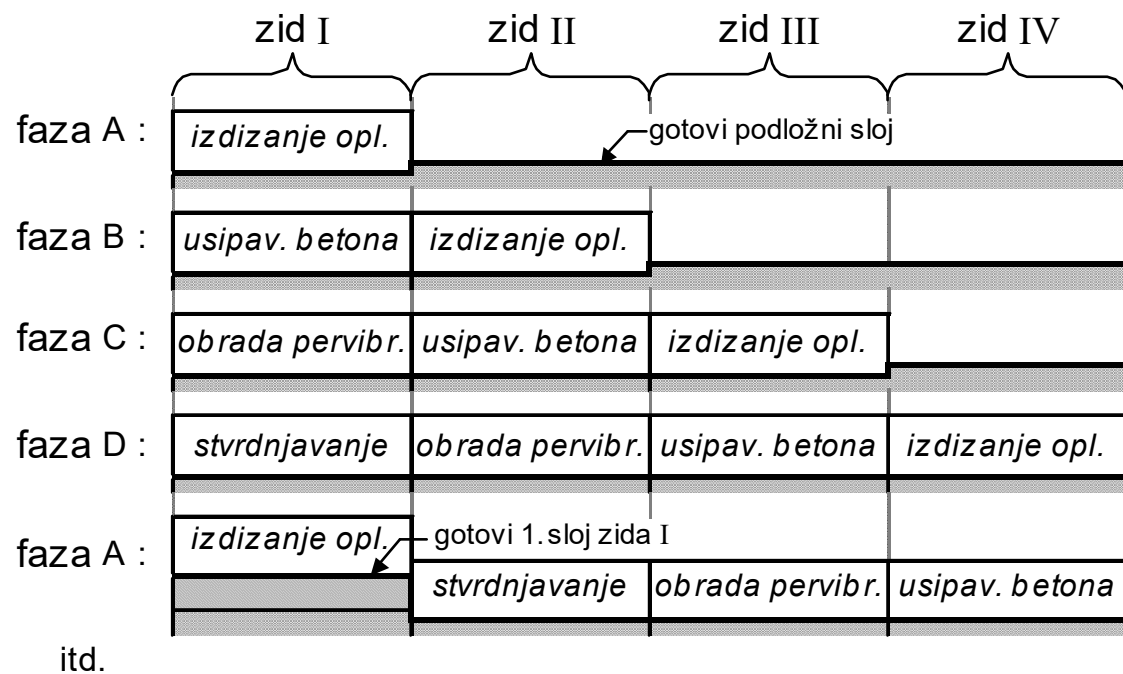


- Specifična je tehnologija rada s pomičnim, penjajućim oplatama koje se obično primjenjuju za izvedbu visokih zidova (a.b. silosi, tornjevi i visoki šuplji stupovi i sl.). Sklop pomične oplata sastoji se od članaka, tj. ploča visine oko 120 cm, prema potrebi s radnim stazama i ogradama. Te se ploče postavljaju jedna uz drugu od početka do kraja konstrukcije, ali čim je stavljeno nekoliko početnih u njih se može stavljati svježiji beton. Kada se s tim malo odmakne može se već početi i s unutarnjim vibriranjem betonske smjese (pervibratori). Najčešće se radi u sekcijama širine 3 - 6 m. Nakon što se

elementi oplata postave do zadnjeg u nizu, mogu se opet početi izdizati oplatni članci s početnog dijela i to za visinu novog sloja. Tako se dalje pomiču gore slijedeći po redu, uz usipavanje svježeg betona i vibriranje, sve do postizanja projektirane visine konstrukcije. Podizanje se može obavljati pomoću odgovarajuće gradilišne dizalice ili jednostavnije, i za radnu snagu sigurnije, samopodižućim sustavom. Takva oplata pokretana elektromotorima diže se na zupčanicima (može se zakočiti u željenom položaju) po okomitoj, pomičnoj vođici. Vođica je od čeličnih profila i sidri se u očvrslu dio betonske konstrukcije. Pri ovakvom postupku važno je da betoniranje svakog narednog, višeg sloja slijedi tek nakon otvrdnuća prije betoniranog, nižeg sloja, odnosno kada postigne potrebnu nosivost, a što je obično 50%-tna projektirana čvrstoća. To se svakako mora ispitati i pokusima dokazati. Za betonsku mješavinu tu se najčešće koriste visokovrijedni i aluminatni (brzovezujući) cementni.

- Spuštanje sklopa nakon završetka posla može se učiniti isto pomoću njegovih podizača, ali brže je s dizalicom. Za podizanje, popuštanje i sklapanje dovoljna je grupa od tri radnika, a na čišćenje i podmazivanje potrebno je utrošiti još cca. 0,05 sati/m<sup>2</sup>. Prvo sklapanje oplatnog sklopa na zemlji traje približno dva dana, obično se jedan pojas bez problema može podići za jedan radni dan, a skidanje sa spuštanjem nakon završetka posla okvirno se računa isto jedan dan. Ako se sve to uzme u obzir, dinamika rada s ovakvom tehnologijom računa se oko 1,0 - 1,5 m visine zida za jedan radni dan.
- Na sličan način izvode se visoki, masivni zidovi (npr. brane, potporni zidovi, duboke temeljne konstrukcije i sl.), koji često imaju po visini promjenjive presjeke i rade se s jednostranom, penjajućom oplatom.

- Sa specijalnim oplatnim sustavima može se postići najveća brzina u radu, pa je tako kod primjene prostornih, tunelskih oplata potrebno svega 0,05 sati/m<sup>2</sup>. Vrijeme montaže, zajedno s radom na postavljanju armature i ugradbi betona ovdje se može svesti samo na približno 0,45 sati/m<sup>2</sup> a.b. konstrukcije, čime se dostiže dinamika montažne gradnje. Međutim, posebna tehnologija rada s tunelskim i kliznim oplatom ili građenja mostova s konzolnim oplatnim sklopovima može se primjeniti samo kod nekih konstrukcija, pa bi o njihovoj upotrebi trebalo razmišljati već pri projektiranju građevine.



*Redoslijed faza rada s pomičnom oplatom na četiri zida u četiri faze (prikaz u razvijenoj dužini i tlorisu)*



## Zaštita i čišćenje (Pogledati o ovome, naročito o čišćenju, poseban materijal o održavanju oplata)

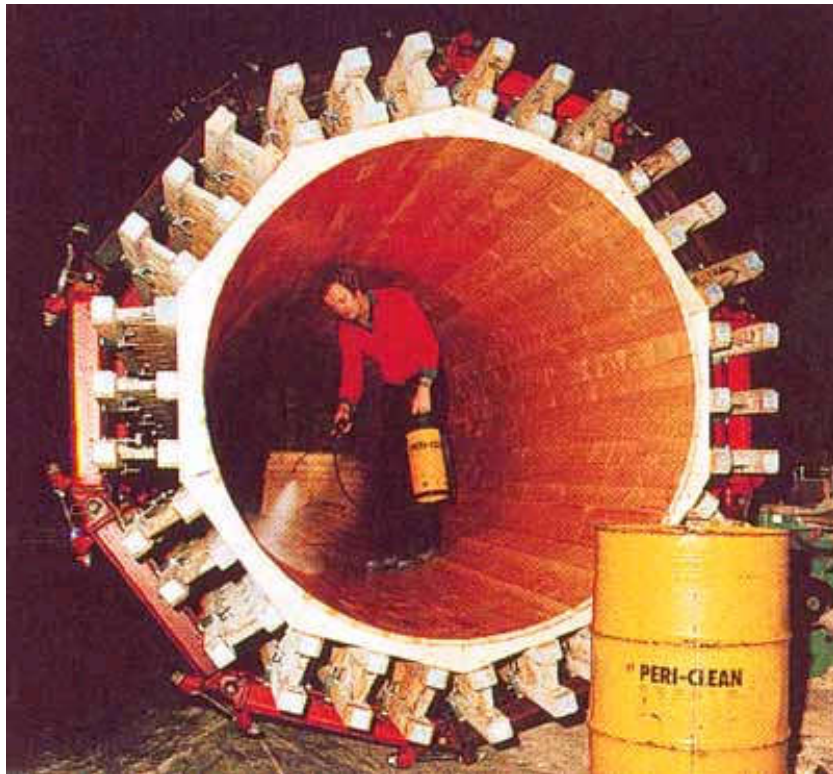
- O tome kako se postupa s oplatom ovisi kvaliteta izvedenih betonskih konstrukcija, ali i trajnost oplatnih elemenata. Nepridržavanje pravila rada s elementima određenih oplatnih sustava glavni je uzrok što u našoj praksi prosječno izdrže od 50%, pa čak do tri puta manji broj uporaba nego primjerice u Njemačkoj i Švicarskoj, gdje se tome posvećuje odgovarajuća pažnja.
- U tom smislu posebno je važno redovno čišćenje i premazivanje oplatnih ploha adekvatnim zaštitnim sredstvima. Sredstva koja ne odgovaraju određenim oplatnim plohamo mogu ih oštetiti.
- O važnosti postizanja vodonepropusnosti kod oplata od drvenih materijala bilo je riječi u drugom iz serije članaka o oplatnim sklopovima. Kada se tvornički proizvedene drvene ploče s površinskom zaštitom na gradilištu režu u manje komade, svakako nakon toga novonastale rubove treba opet zaštititi. U slučaju da se zaštitna folija na takvim oplatnim plohamo ošteti, to treba sanirati s vodonepropusnim premazom ili silikonskim kitom.
- Ako dođe do prijanjanja za beton, priljepljene daske će se pri skidanju kalati i lomiti, a metalna oplata može se deformirati. Pored štete na oplatnim pločama, to ima loše posljedice i za beton. Za tradicijske drvene oplate može se primjeniti i jedno prokušano, jeftino rješenje – temeljito natapanje oplatnih ploha običnom vodom. Tada se neće dogoditi ni da suhe daske u oplati upijaju vodu iz svježeg betona, pri čemu cementno mlijeko ulazi u njih i čvrsto ih povezuje s betonom. Osim toga, prvobitno suhe daske onda se mogu izviti, a radi se baš o kritičnoj fazi vezanja betona. Zato je poznato pravilo da prije betoniranja drvene oplatne plohe treba dobro navlažiti, zapravo potpuno zasiti, a ne samo

smočiti. Bubrenjem dasaka nakon namakanja zaptivaju se preostale reške u plohama koje sačinjavaju. Polijevanje oplata treba obaviti 1 do 2 sata prije betoniranja, da bi daske stigle upiti svu vodu, a ne da ostanu lokvice.

- Kako bi se izbjegao negativan utjecaj atmosferilija na oplata koje su na njih osjetljive, u načelu treba nastojati da što manje vremena prođe od njihovog dovršenja do betoniranja. Čim je to vrijeme duže, u oplati se može nakupiti više otpadaka, prašine i drugih nečistoća. Sve to smeće treba ukloniti prije usipavanja betona, što se najčešće čini prilikom polijevanja drvenih oplata. Kod oplata horizontalnih konstrukcija to je jednostavno uraditi, ali kod vertikalnih i kosih elemenata (npr. stupova) u tu svrhu je potrebno na dnu oplatnog sklopa, ili nekom drugom pogodnom mjestu, ostaviti otvor odgovarajuće veličine (zatvara se neposredno prije usipavanja betona).
- Zalijevanje metalnih ploha, uslijed brzog otjecanja vode po njima, samo bi dovelo do nastajanja lokvi na dnu, koje bi mijenjale vodocementni faktor betona. Čelične oplatne plohe zato se prije svake upotrebe mažu oplatnim uljima raznih komercijalnih nazive.
- S površina oplata koje se zaštićuju premazima prije se mora potpuno ukloniti ostatke betona i cementnog morta zaostale od prethodne uporabe. Čišćenje oplata poslije svake demontaže radi se najbolje s prikladnim lopaticama ili strugačima od tvrde plastike ("špahtlama"), nalik onima za čišćenje automobilskih stakala. Pri tome treba paziti da se mehanički ne ošteti oplatne plohe, naročito one sa zaštitnom folijom. Postoje i posebni strojevi za čišćenje određenih vrsta oplata, ali kod nas su vrlo rijetki. Kvalitetna zaštita (pocinčavanje i praškasto lakiranje) metalnih dijelova oplatnih elemenata uz ostale prednosti u radu (samnjena prionljivost s betonom) omogućuje i praktično čišćenje oplata jakim vodenim mlazom (pritisak 150 bara).

- Dobri premazi trebaju biti stabilni, otporni na vanjske klimatske utjecaje i ne smiju biti aktivni sa sastojcima betonske smjese. Ima ih u tekućem ili suhom, praškastom stanju. Praškasti su obično rađeni na bazi mješavine gašenog vapna i gipsa, a mogu biti i od kamenog brašna s umjetnim vezivom. Od njih se neposredno prije korištenja prave vodeni rastvor. Treba voditi računa da se prije usipavanja betona u oplatu zaštitni fim koji stvaraju mora osušiti. Ovakvi premazi su bolji za oštećene drvene plohe jer djelomično popunjavaju oštećenja i zaptivaju površinu oplata. Problem je što ih neplanirano kvašenje (npr. od kiše) uništava, pa se moraju ponoviti. Osjetljivi su i na udare do kakvih često dolazi pri ugradbi armature.
- Premazi koji su otopina mineralnih ulja ili parafina na gradilište se dopremaju u bačvama od 100 - 200 kg. Tijekom dužeg stajanja na dnu se natalože čvrste tvari, pa se prije upotrebe moraju dobro izmješati. Pogodni su za glatke oplatne plohe (od lima, šperploče i sl.). Loše je kada se na premazima skupi prašina i druge nečistoće, a pri izloženosti suncu i visokim temperaturama dolazi do oksidacije. U tom slučaju se premazi moraju uraditi ponovo. Ako nisu na raspolaganju tvornički proizvedena zaštitna sredstva, može se napraviti pripravak od mješavine mineralnih ulja s 10 - 15%-tnim dodatkom dizel goriva. Kod nas se nerjetko znalo koristiti rabljeno motorno ulje, ali ono nikako nije dobro jer ostavlja mrlje na betonu, u malo većim količinama može mu kemijskim djelovanjem naštetiti i smeta njegovoj daljnjoj obradi.
- Kemijska industrija nudi brojna sredstva sa višestrukim zaštinim funkcijama (*Oplatan*, *FUCHS SOK 912*, *FUCHS SOK Factory*, *FUCHS Betontrennmittel N 105*, *Kerotrenn* i dr.), a veliki proizvođači oplatnih sustava imaju i svoje posebne preparate. Primjerice *Peri* za čuvanje i njegovanje oplatnih ploča, kao i lakšu montažu i demontažu preporučuje svoj *BIO Clean* sprej kojim se prije svake uporabe treba poprskati oplatne ploče.

- Sredstva za odjeljivanje betona od oplata i kalupa primjenjuju se u visokogradnji, niskogradnji i u proizvodnji gotovih betonskih proizvoda, bilo da su načinjeni od upijajućih ili od neupijajućih materijala. (npr. za grubo i fino obrađene drvene, čelične ili plastikom presvučene, polisulfidne matrice, kao i za one presvučene folijom). Suvremena sredstva su biološki brzo razgradiva (npr. *FUCHS* preparati) i ne sadrže mineralna ulja niti arome, jer se rade na bazi estera neutralnih prema okolini. Ne smiju se miješati s vodom, uljem ili drugim otapalima (razrjeđivačima). Nanose se kistom, spužvom, krpom ili odgovarajućim uređajima za prskanje (*Teejet* mlaznica) tanko i jednolično po cijeloj površini oplatnih ploha, koja mora biti čista i suha (primjenjuju se i do temperature od 70°C). Potrošnja u tekućem stanju nabavljenih premaza je oko 0,1 do 0,2 kg/m<sup>2</sup> tretirane površine. Prema podacima proizvođača jedna litra dostatna je za premazivanje čak 25 - 50 m<sup>2</sup> kod neupijajućih oplata, a kod upijajućih između 15 i 40 m<sup>2</sup>. Pri tome nastaje film koji odvaja i štiti čelične kalupe i oplata od korozije, priječi nastajanje pora i pukotina, te omogućava da površine betona ispadnu glatke. Ne djeluju loše na žbuku, ljepilo, ni boje, pa ne smetaju za eventualnu, daljnju obradu betonskih površina.
- Ove tekućine neznatno ugrožavaju vodu, ali ih obvezno treba držati podalje od vatre jer su zapaljive. Ne smiju se udisati u raspršenom stanju i treba izbjegavati kontakt s kožom i očima, a odjeća natopljena s njima mora se presvući. Nakon upotrebe pakiranje treba dobro zatvoriti. Može se skladištiti najviše godinu dana, i to na temperaturama ne nižim od -5°C. Ovisno o vrsti proizvoda (treba paziti na upute!) neke bačve se trebaju ostavljati u vodoravnom položaju, a neke ležećem.
- Ima ovakvih premaza (npr. *FUCHS Betonex MS* na bazi parafinskih ugljikovodika) koji služe isto i za sprečavanje lijepljenja žbuke i betona, te stvaranje njihovih naslaga kod građevinskih alata i strojeva (npr. miješalica za beton, betonskih pumpi, dozatora, silosa itd.).



Zaštita oplatne  
plohe prije  
uporabe (tj.  
betoniranja)



Držislav Vidaković, GRAFOS

## Skladištenje

- Nakon oslobađanja oplata, ako nema više daljnjeg premještanja na drugi dio građevine ili segment konstrukcije, slijedi skladištenje.
- Zaštitni premazi, kako su već opisani, nužni su i ako se oplata sprema na skladište, a posebno je to potrebno učiniti barem još jednom prije zimske sezone kada se rijetko rabi. Te nešto dulje prekide u korištenju dobro je iskoristiti za pregled i popravak svih oštećenja na oplatnim elementima i maksimalno obaviti pripremne radove za slijedeću radnu godinu.
- Važno je da se oplatne ploče deponiraju u dobro povezanim paketima, s plohami okrenutim jedna prema drugoj, zbog smanjenja rizika od oštećivanja.
- Obzirom da je drvena građa za izradu oplata podložna truljenju i raznim oštećenjima mora se paziti kako i gdje će se skladišti. To treba biti na poravnatom terenu, očišćenom od raslinja i humusa, a stogovi građe polažu se na drvene grede ili betonske pragove. Rezana i tesana građa slaže se unakrsno, u tzv. vitlove, sa zračnim međuprostorom radi prosušivanja i sprječavanja truljenja. Daske se slažu do visine od 2,0 - 3,0 m i provizorno pokrivaju s kosim pokrovom, napravljenim isto od dasaka.



## PITANJA ZA UTVRĐIVANJE GRADIVA I ZA USMENI DIO ISPITA

- Za čega se sve koriste oplata u građevinarstvu?
- Koja je funkcija oplata kod izvođenja betonskih konstrukcija?
- Kakve vrste oplatnih sustava postoje prema stupnju razvoja?
- Od čega i gdje se izrađuju tradicionalni oplatni sustavi?
- U čemu se poboljšani tradicionalni sustavi razlikuju od tradicionalnih?
- Koji oplatni sustavi su prostorni i zašto se takvim nazivaju?
- Kako se manipulira s lakim, a kako s teškim oplatama?
- Koji su elementi oplatnog sklopa?
- Kakva svojstva trebaju imati oplatne ploče?
- Koliko cca posto potreba za oplaćivanjem zadovoljavaju oplatne ploče osnovnih (modularnih) dimenzija?
- Koja je funkcija potkonstrukcije oplatnog sklopa?
- S čim se povezuju elementi tradicionalnih oplatnih sklopova, a s čim kod suvremenih, tvorničkih (velikoplošnih)?
- Na koji način, tj. s čim se podešava visina cijevnih podupirača?
- Što se nalazi na dnu, a što na vrhu cijevnog podupirača?
- Pri čemu pomažu tzv. padajuće glave odupirača?
- Podupirača obično treba oko a) 0,5 kom/m<sup>2</sup> b) 1 kom/m<sup>2</sup> ili c) 2 kom/m<sup>2</sup> (zaokružiti točno)
- Pomoću čega se namješta visina kod drvenih podupirača?
- Preko čega se prenosi opterećenje s vertikalnih oplatnih konstrukcija (zidovi, stupovi) na tlo ili ploču?

- Nabrojite elemente suvremenog oplatnog sklopa za a.b. stropnu ploču? (od dolje prema gore – poželjna je skica)
- Koji nosači oplata stropne ploče leže na podupiračima, a koji su okomito na njima i koji se postavljaju na manjem razmaku?
- Pomoću čega se može ubrzati za oplaćivanje stropnih ploča (da se ne montira sklop na svakom mjestu izvođenja)?
- Koji alat na dizalici je pogodan za prijenos oplatnih stolova? (može se skicirati umjesto pisanog odgovora)
- Od kojih se sve materijala izrađuju oplatne ploče?
- Koliko puta se mogu uporabiti daščane oplatne ploče?
- Navedite barem tri vrste drvenih oplatnih ploča (prema materijalu)?
- Koliko puta se cca mogu uporabiti oplatne ploče od šperploče (poboljšane tradicijske oplata)?
- Što na sebi trebaju imati kvalitetne oplatne ploče na površini oplata plohe?
- Kakvo ljepilo se koristi za proizvodnju drvenih oplatnih ploča (na što mora biti otporno)?
- Koliko puta se cca mogu koristiti metalne oplatne ploče?
- Koja je dobra strana čeličnih oplatnih ploča u odnosu na aluminijske, a po čemu su bolje aluminijske?
- Za koje elemente građevine se najčešće koristi oplata od kartona (specijalnog)?
- Za čega se koriste oplata od stiropora?
- Od čega se prave matrice (jednokratne i višekratne uporabe) za dobivanje reljefnog otiska na betonskim zidovima?
- Za čega se koriste gumene oplata na napuhavanje i kako se vade nakon očvršćavanja betona?



- Za kakve objekte se primjenjuju i na što se oslanjaju podižuće i klizne oplatae?
- Koliko smjena na dan se radi s kliznim oplatama i kojom brzinom se kliže (m/dan)?
- Kakav tloris zgrada je potreban za primjenu tunelskih oplata i što se mora izvesti prije njihove montaže?
- Koja opterećenja mogu djelovati na oplatni sklop?
- Koja opterećenja na oplatnu ploču djeluju horizontalno?
- O čemu ovisi bočno opterećenje u vrijeme vibriranja betona?
- Koliko je u uobičajenim prilikama bočno opterećenje na oplatnu zidova (što i dozvoljavaju tvornički proizvedeni sklopovi)?
- Koje prostore (površine) sadrži tradicijski tesarski pogon?
- Koja vrsta oplata po stupnju razvoja u pravilu zahtjeva najviše sati rada po 1m<sup>2</sup>?
- Kako veliki proizvođači oplatnih sustava pomažu u pripremi građenja (u svezi planiranja oplata)?
- Kojim redoslijedom se u načelu obavlja demontaža u odnosu na montažu i kakvu radnu snagu i vrijeme rada zahtjeva u odnosu na montažu?
- Koliko posto čvrstoće moraju postići betonski elementi (horizontalni i vertikalni) da im se može demontirati oplata?
- O čemu ovisi vrijeme potrebno da beton postigne dovoljnu čvrstoću za skidanje oplatae?
- Što je potrebno napraviti s daščanom oplatom neposredno prije betoniranja, a što s tvornički proizvedenim oplatama?
- Pomoću čega se prije uporabe može nanositi premaz na oplatu?
- Zašto služe i kakvi mogu biti premazi oplatae?
- Što se mora napraviti nakon skidanja oplatae (prije ponovne uporabe ili skladištenja)?
- Kako treba deponirati, odnosno skladištiti elemente oplatnih sklopova?