

D. ARIZANOVIĆ, P. PETRONIJEVIĆ, D. BELJAKOVIĆ

# TEHNOLOGIJA GRAĐEVINSKIH RADOVA

GRUBI GRAĐEVINSKI RADOVI



## PREDGOVOR

Od pradavnih vremena građevinski objekti privlače pažnju posmatrača a njegovu maštu podstiču da se stavi u ulogu graditelja. Tome na ruku ide činjenica da se graditelji nalaze među nama, da su neki od njih naši poznanici, prijatelji... da se ne razlikuju od nas. Ovo je, na žalost, zabluda koja one koji posegnu za imitacijom veštine dovodi do razočarenja a društvo u opasnost. Jer, građenje zahteva proverenu sposobnost, zasnovanu na veštini praktične primene znanja o tehničkim procesima i metodama građenja, primenu naučnih metoda na različitim materijalima čija se svojstva menjaju u zavisnosti od mnogih uslova o kojima nedovoljno stručna lica nemaju potrebna saznanja. Onoj zabludi podležu i neki inženjeri, koji pravo da grade zasnivaju na okolnosti da imaju diplomu inženjera. Upravo bi ih ta okolnost trebala podsećati da je tehnologija građenja skup teorijskih i praktičnih znanja koja nam služe da od građevinskih materijala, poluproizvoda i proizvoda stvaramo objekte, a da se brojni materijali, oprema i mehanizacija kontinualno menjaju i kroz mala poboljšanja prilagođavaju novim potrebama i metodama građenja. U tako dinamičnom okruženju se neadekvatna primena tehnologije, moćnog oruđa civilizacije, kažnjava jer se neznanje okreće protiv neukog korisnika i društva. Iskustvo i saznanja o takvim greškama daju nam za pravo da ovde i kroz poglavlja ukažemo na puteve otklanjanja opasnosti.

Naredna poglavlja će biti posvećena „grubim građevinskim radovima“, onoj vrsti radova i njima svojstvenih metoda rada sa kojima se građevinski inženjeri u praksi redovno sreću. Materija služi za upoznavanje sa principima, metodama i načinom korišćenja materijala, opreme i mašina za izvršenje najobimnijih tehnoloških procesa i realizaciju tih radova u skladu sa propisima i zahtevima ugovorne dokumentacije. Prikazi metoda su detaljni u meri koja omogućava njihovo dalje proučavanje. Ova knjiga nije zamena za udžbenike i brojne tehničke priručnike već izvor najvažnijih tehničkih podataka i preporuka za bolje sagledavanje svih aspekata problema koje organizovanje i izvođenje grubih građevinskih radova zahteva. Želeli smo da sa oko 200 fotografija ilustrujemo aktivnosti na gradilištu, a čitaocima, studentima posebno, pomognemo da lakše vizuelizuju znanja koja usvajaju. Slike nisu namerno numerisane, jer se manje-više sve odnose na sve grube radove.

Razvoj metoda projektovanja objekata, kao i nove mogućnosti da se digitalnim modelima objedine različiti sadržaji objekta, olakšava da se njihov trodimenzioni i animirani prikaz prezentira naručiocu objekta. Ovo, ipak, ne može biti zamena za brojne, kvalitetno date i razrađene detalje koje tehnička dokumentacija mora da sadrži. U graditeljskim procesima ne važi pravilo da slika vredi hiljadu reči. Još jednom ukazujemo na stari podatak da se uzroci kolapsa konstrukcija objekata nalaze u neadekvatnoj tehničkoj dokumentaciji i (nešto manje) u greškama izvođenja. Korisnici objekata su u latentnoj opasnosti uvek kada je saradnja projektanta i tehnologa neblagovremena ili nekvalitetna, kada su preporuke za rad na terenu nedovoljno instruktivne a „precizni“ podaci - opšteg karaktera. Da bi saradnja svih članova inženjerskih timova bila shvaćena kao neophodan uslov i da bi rezultati projekata bili adekvatni njihovoj vrednosti, ovaj udžbenik i njemu slični se moraju naći i na radnom stolu projektanata. U suprotnom izvođački projekti (sa brojnim nedostajućim detaljima suštinski važnim za realizaciju radova) će postati neophodan uslov i sastavni deo procesa nastanka objekata, ali će i objekti biti skuplji.

Da bi se pred čitaocima pojavio ovakav udžbenik trebalo je dobiti uvid u rezultate radova na brojnim projektima i sintetizovati preporuke za praksu. Iako su u tom procesu bile od posebne koristi tehničke publikacije i priručnici poznatih proizvođača materijala, opreme i mašina, svesni smo opasnosti da se neke preporuke mogu shvatiti kao univerzalne ili kao favorizovanje afirmisanih metoda. Naravno, želja nam je bila da ukažemo na one koji su najbolji u pojedinim oblastima, ali i naglasimo da se ono što je „najbolje u konkretnom slučaju“ može prepoznati tek nakon iscrpne tehno-ekonomske analize više varijanti. Ta poruka, da se za rešenjem problema (ma kako na početku izgledalo trivijalno iako) mora tragati uvek i iznova, sa strašću i predanošću, posledica je istine da su znanje i pravilan izbor preduslov da se investicioni projekti uspešno i kvalitetno realizuju.

Rad na ovakvom udžbeniku je nužno trajao nekoliko godina i zahtevao specifičan napor da se prikupe, selektuju i obrade informacije o tehnologijama koje su u stalnom razvoju. Naklonost kolega, nekadašnjih studenata a danas profesionalaca u velikim kompanijama, koji su tražili puteve da se oduže svojoj staroj školi, bila je pratilac vrlo kvalitetne tehničke dokumentacije koja nam je bila stavljena na korišćenje. Nadamo se da će svi ti brojni saradnici, do sada naši konsultanti a uskoro korisnici udžbenika, nastaviti sa savetima i preporukama, kako bi naši udžbenici pratili i unapređivali njihove metode rada. Unapred im se zahvaljujemo uvereni da će zadržati visoke domete profesionalizma i kvaliteta rada.

Rad na finalizaciji pripreme knjige i ilustracija teksta materijalno su pomogle afirmisane kompanije koje su predstavljene u okviru pojedinih poglavlja. Bez njihove pomoći izgled udžbenika i kvalitet štampe ne bi bili ovako atraktivni, pa im još jednom zahvaljujemo.

Beograd, mart 2015. godine

Autori

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b>	
1.1. O TEHNOLOGIJI I NJENOJ PRIMENI .....	1
1.2. O RAZVOJU MATERIJALA .....	4
1.3. O OBJEKTIMA I METODIMA GRAĐENJA .....	6
1.3. O VRSTAMA RADOVA.....	9
<b>2. ARMIRAČKI RADOVI</b>	
2.1. VRSTE I KARAKTERISTIKE ARMATURE .....	2
2.2. ARMATURA (ČELIK) ZA PREDNAPREZANJE .....	5
2.3. KARAKTERISTIKE I PRIMENA MIKRO-ARMATURE .....	6
2.4. OBRADA ARMATURE.....	8
2.5. PROBLEMI ZAŠTITE ARMATURE.....	13
2.6. IZVOĐENJE ARMIRAČKIH RADOVA .....	16
2.7. UGRAĐIVANJE ČELIKA ZA PREDNAPREZANJE.....	20
<b>3. TESARSKI RADOVI</b>	
3.1. OSNOVNO O TESARSKIM RADOVIMA .....	1
3.2. MATERIJALI I SREDSTVA ZA SPAJANJE.....	2
3.3. IZBOR ODGOVARAJUĆE OPLATE .....	5
3.4. PROJEKTOVANJE OPLATE.....	8

<b>3.5. KARAKTERISTIKE OPLATA.....</b>	<b>13</b>
3.5.1. Oplata za stubove i grede .....	20
3.5.2. Prenosna oplata za zidove .....	21
3.5.2.1 Odlike prenosne oplate.....	21
3.5.2.2 Primena prenosne oplate .....	23
3.5.3. Oplata za ploče .....	26
3.5.3.1 Odlike oplatnih stolova.....	26
3.5.4. Tunelska oplata.....	27
3.5.4.1 Odlike tunelske oplate .....	28
3.5.4.2 Primena tunelske oplate.....	29
3.5.5. Klizajuća oplata .....	30
3.5.5.1 Odlike klizajuće oplate .....	31
3.5.5.2 Primena klizajuće oplate.....	32
3.5.6. Samopodizhuća oplata.....	34
3.5.7. Oplata za struktur-beton.....	36
3.5.8. Ugrađena oplata .....	37
3.5.9. Oplata za kasetiranje ploča .....	38
3.5.10. Oplate za tunele, mostove i brane .....	39
3.5.11. Oplate za prefabrikaciju nosača .....	41
<b>3.6. POMOĆNA SREDSTVA ZA PRIMENU OPLATE.....</b>	<b>43</b>
3.6.1. Oplata za ostavljanje otvora u betonu .....	44
3.6.2. Anker-spone.....	44
3.6.3. Umetci za neravne spojeve tabli oplata .....	45
3.6.4. Umetci za uglove oplata zidova i stubova .....	45
3.6.5. Premazi za oplate.....	46
3.6.6. Oprema za čišćenje i popravku oplata .....	47
<b>3.7. GRAĐEVINSKE SKELE .....</b>	<b>48</b>
3.7.1. Izrada građevinskih skela .....	49
3.7.2. Vođenje kontrolne knjige skele.....	50
<b>3.8. IZRADA DRVENIH KROVNIH KONSTRUKCIJA.....</b>	<b>51</b>
3.8.1. Vrste krovnih konstrukcija .....	51
3.8.2. Elementi krovnih konstrukcija.....	53
<b>3.9. PRIPREMA TESARSKIH RADOVA.....</b>	<b>56</b>

## **4. BETONSKI RADOVI**

<b>4.1. OSOBINE KOMPONENATA BETONSKE MEŠAVINE.....</b>	<b>4</b>
4.1.1. Cement .....	4
4.1.2. Agregat.....	7
4.1.3. Voda.....	8
4.1.4. Aditivi .....	9
<b>4.2. PROJEKTOVANJE BETONA.....</b>	<b>11</b>

<b>4.3. PROIZVODNJA BETONA</b> .....	<b>14</b>
4.3.1. Priprema komponenata mešavine.....	16
4.3.2. Mešalice za beton.....	18
4.3.3. Fabrike betona.....	19
4.3.4. Neke specifičnosti tehnologije spravljanja betona.....	21
<b>4.4. TRANSPORT BETONA</b> .....	<b>25</b>
4.4.1. Auto-mešalice .....	28
4.4.2. Pumpe za beton.....	29
4.4.3. Kranovi.....	34
4.4.4. Transportne trake .....	37
4.4.5. Ostala transportna sredstva.....	40
<b>4.5. UGRAĐIVANJE BETONA</b> .....	<b>41</b>
4.5.1. Priprema podloge za beton .....	41
4.5.2. Postupanje u toku ugrađivanja betona.....	43
4.5.3. Metode ugrađivanja betona .....	46
4.5.3.1. Pervibriranje betona.....	47
4.5.3.2. Površinsko vibriranje betona .....	49
4.5.3.3. Torkretiranje betona .....	51
4.5.3.4. Vakuumiranje betona .....	55
4.5.3.5. Ugrađivanje betona vibro-valjcima.....	57
<b>4.6. OBRADA BETONA</b> .....	<b>60</b>
4.6.1. Obrada spojnica .....	61
4.6.2. Obrada horizontalnih površina .....	65
4.6.3. Obrada vertikalnih površina.....	67
<b>4.7. NEGOVANJE BETONA</b> .....	<b>68</b>
4.7.1. Metode negovanja.....	68
4.7.2. Tehnološke odlike nege betona .....	69
4.7.3. Dužina negovanja.....	70
<b>4.8. METODE RADA U LETNJIM USLOVIMA</b> .....	<b>72</b>
4.8.1. Tehnološke odlike žarke klime.....	74
4.8.2. Hlađenje komponenata mešavine .....	76
4.8.3. Retemperovanje betona .....	79
4.8.4. Primena zaštitnih premaza .....	80
<b>4.9. METODE RADA U ZIMSKIM USLOVIMA</b> .....	<b>81</b>
4.9.1. Termos metoda .....	84
4.9.2. Zagrevanje komponenata betona.....	89
4.9.3. Primena protivmraznih dodataka .....	90
4.9.4. Primena termo-oplate .....	92
4.9.5. Indukciono zagrevanje.....	94
4.9.6. Elektrozagrevanje betonske mešavine pre ugradnje .....	96
4.9.7. Zagrevanje primenom elektroda ugrađenih u beton .....	97
4.9.8. Zagrevanje betona infra-crvenim zracima .....	99

4.9.9. Primena zaštitnih objekata .....	100
<b>4.10. IZBOR METODE BETONSKIH RADOVA.....</b>	<b>101</b>

## **5. PREFABRIKACIJA**

<b>5.1. ZAHTEVI I USLOVI ZA NASTANAK PREFABRIKACIJE .....</b>	<b>1</b>
<b>5.2. DEKOMPOZICIJA KONSTRUKCIJE OBJEKTA NA ELEMENTE.....</b>	<b>3</b>
<b>5.3. PREDUSLOVI ZA PRIMENU PREFABRIKACIJE.....</b>	<b>8</b>
<b>5.4. METODE PREFABRIKACIJE .....</b>	<b>11</b>
<b>5.5. ZAVRŠNA OBRADA POVRŠINE PREFABRIKATA .....</b>	<b>14</b>
<b>5.6. TEMPERATURNI REŽIMI UBRZANOG OČVRŠĆAVANJA BETONA .....</b>	<b>15</b>
5.6.1. Početno očvršćavanje bez veštačkog zagrevanja .....	16
5.6.2. Početno ubrzano zagrevanje.....	18
5.6.3. Izotermičko zagrevanje .....	18
5.6.4. Hlađenje prefabrikata .....	19
<b>5.7. TERMIČKA OBRADA BETONA U VERTIKALNIM KALUPIMA .....</b>	<b>19</b>
<b>5.8. GREŠKE U PROCESU PREFABRIKACIJE .....</b>	<b>21</b>
<b>5.9. PROIZVODI PROCESA PREFABRIKACIJE.....</b>	<b>24</b>
5.9.1. Primarni (krovni) nosači .....	25
5.9.2. Sekundarni (krovni) nosači.....	27
5.9.3. Krovne ploče .....	27
5.9.4. Međuspratne ploče.....	28
5.9.5. Međuspratne grede .....	29
5.9.6. Armirano-betonski montažni stubovi .....	29
5.9.7. Temelji samci .....	30
5.9.8. Zidovi .....	31
<b>5.10. EFEKTI PRIMENE PREFABRIKOVANIH ELEMENATA.....</b>	<b>31</b>

## **6. MONTAŽNI RADOVI**

<b>6.1. SISTEMI MONTAŽNOG GRAĐENJA.....</b>	<b>3</b>
<b>6.2. PRINCIPI I PREDNOSTI METODA MONTAŽE.....</b>	<b>7</b>
<b>6.3. METODI IZVOĐENJA MONTAŽNIH RADOVA.....</b>	<b>9</b>
<b>6.4. POMOĆNA SREDSTVA ZA MONTAŽNE RADOVE .....</b>	<b>11</b>
6.4.1 Pomoćna sredstva za transport .....	12
6.4.1.1 Sredstva koja pridržavaju teret.....	13
6.4.1.2 Sredstva koja pritiskuju teret.....	16
6.4.1.3 Sredstva koja privlače teret .....	17
6.4.2 Pomoćna sredstva u fazi izrade veza .....	17
<b>6.5. MEHANIZACIJA MONTAŽNIH RADOVA .....</b>	<b>18</b>
6.5.1 Radne osobine auto-dizalica .....	21
6.5.2 Izbor mehanizacije za montažne radove.....	23

6.5.3 Uslovi za primenu mehanizacije .....	25
<b>6.6. PROJEKAT MONTAŽNIH RADOVA .....</b>	<b>27</b>
6.6.1 Sadržaj projekta montažnih radova .....	27
6.6.2 Izrada projekta montažnih radova.....	29
<b>6.7. IZVOĐENJE MONTAŽNIH RADOVA .....</b>	<b>33</b>
6.7.1 Kontrola i priprema ležišta za elemente .....	34
6.7.2 Kontrola i priprema elementa.....	35
6.7.3 Zahvatanje i probno podizanje elementa .....	38
6.7.4 Postavljanje elementa u projektovani položaj.....	39
6.7.5 Izrada veze elementa sa konstrukcijom.....	39
6.7.6 Faze montaže i proračun učinka .....	42

## **7. ZIDARSKI RADOVI**

<b>7.1. OSNOVNO O ZIDOVIMA .....</b>	<b>1</b>
<b>7.2. ZIDARSKI MATERIJALI .....</b>	<b>4</b>
<b>7.3. IZRADA I TRANSPORT VEZIVNOG MATERIJALA .....</b>	<b>6</b>
<b>7.4. ZIDARSKI ALAT .....</b>	<b>11</b>
<b>7.5. VRSTE SLOGOVA .....</b>	<b>12</b>
<b>7.6. ZIDANJE ZIDOVA .....</b>	<b>14</b>
<b>7.7. KLASIČNO MALTERISANJE UNUTRAŠNJIH ZIDOVA .....</b>	<b>16</b>
<b>7.8. MAŠINSKO MALTERISANJE – TEHNOLOŠKE ODLIKE .....</b>	<b>21</b>
<b>7.9. IZRADA PODNIH KOŠULJICA.....</b>	<b>22</b>

## **LITERATURA**



### 3. TESARSKI RADOVI

#### 3.1 OSNOVNO O TESARSKIM RADOVIMA

Tesarski radovi obuhvataju izradu velikog broja konstrukcija, delova konstrukcija i proizvoda od drveta koji se ugrađuju u građevinske objekte ili se koriste u toku ostalih (betonskih, zidarskih, montažnih ...) vrsta radova. Za rad se koriste različite vrste kvalitetnog drveta koje se seče u delove i obrađuje ručnim alatom ili mašinama, a zatim spaja mehaničkim sredstvima (ekseri, zavrtnji, moždanici, limovi ...) ili hemijskim sredstvima (lepkovi). Drvena građa se može koristiti samo ako joj građa i mehanička svojstva garantuju propisanu nosivost ali u cilju povećanja trajnosti, t.j. otpornosti na agresivna dejstva koja nastaju u toku njene eksploatacije (npr. vlaga), može pre ili nakon upotrebe biti posebno pripremljena (impregnirana, lakirana ...).

Primena drveta kao materijala je u prošlosti imala mnogo veći udeo u graditeljskim poduhvatima nego danas. Zamena drveta metalima i plastičnim masama posledica je njihove sve kvalitetnije obrade i otvaranja mogućnosti primene i u onim oblastima koje ranije nisu postojale. Na primer, *teške* građevinske skele za podršku zidarskih radova (građenje tvrđava, mostova od kamena) su vekovima bile konstrukcije čijem su proračunu i izradi graditelji poklanjali istu pažnju kao i samim objektima. Danas ih naručuju putem *kataloga* i iste komplete koriste nekoliko desetina puta - na različitim objektima.



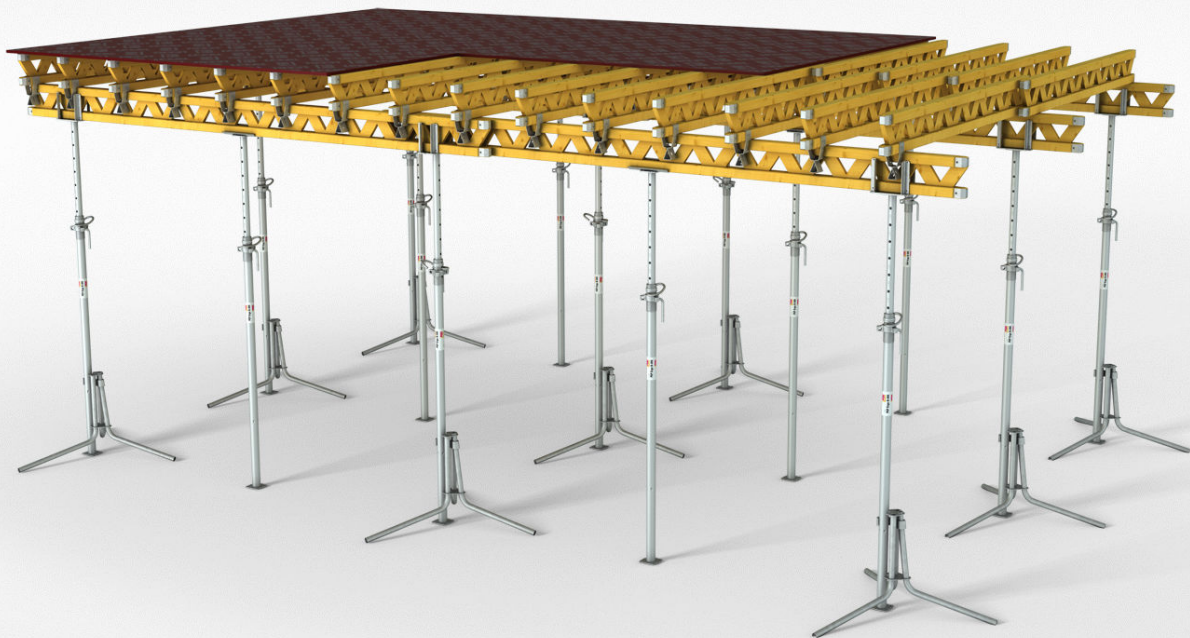
U istom trendu je i opadanje interesovanja za oblaganje unutrašnjih prostora drvenim proizvodima koje sve više zamenjuju lakši (često veštački) materijali boljih termičkih i akustičkih svojstava. To ne znači da tesarski radovi gube mesto u procesu građenja već da se, u cilju njegove racionalizacije i pojeftinjenja cene objekta, tesarima daje mogućnost primene savremenijih materijala i alata. To je posebno vidljivo u oblasti izrade i primene oplata za izradu elemenata betonskih konstrukcija.

Tesarski radovi obuhvataju niz aktivnosti od kojih su najvažnije:

1. izrada i primenu oplata za izradu betonskih nosača,
2. izrada lakih i teških skela,
3. izrada krovnih konstrukcija od drveta,
4. priprema i obrada drvene građe,
5. izrada potpornih konstrukcija za razupiranje rovova i jama,

### 3.5.3 OPLATA ZA PLOČE

Oplata za međuspratne ploče se sastoji od čvrste i ravne površine izrađene od vodonepropustnih tabli ( $d = 2\div 3$  cm) koje leže preko sistema drvenih i/ili metalnih nosača oslonjenih na metalne podupirače koji radno opterećenje prenose na čvrstu i stabilnu podlogu ili međuspratnu konstrukciju. Savremene oplata ploča se formiraju od *modularnih* panela (table ojačane roštiljom od aluminijumskih nosača). Takvi segmenti imaju masu  $30 \div 35$  kg/m<sup>2</sup>, a takvih su dimenzija da je pojedinačna masa manja od 25 kg. Podjednako masovno koriste se sistemi sa prefabrizovanim rešetkastim nosačima i podupiračima.

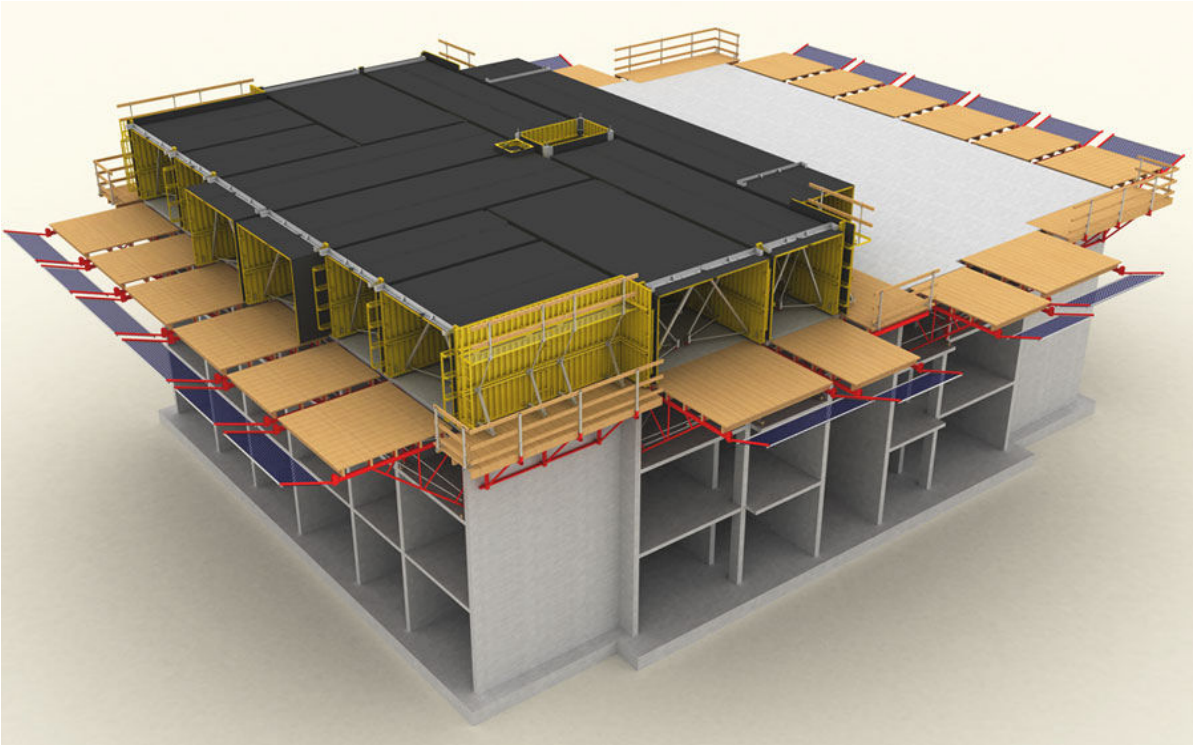


#### 3.5.3.1 ODLIKE OPLATNIH STOLOVA

Oplatni stolovi smanjuju utroške radnog vremena i materijala jer se dopremaju kao krupne oplatne forme, lako transportuju toranjskim kranovima i brzo montiraju na mestu upotrebe. Stabilnost oplata se postiže kosim podupiračima koji se nalaze u sastavu oplatnog sistema. Delovi tavanice gde se ne mogu primeniti stolovi (stepenišni prostor, mali balkoni, delovi lođa) mogu da se rade od drvene oplata sa podupiračima. Osnovne prednosti oplatnih stolova su:

- velika nosivost,
- jednostavno i lako premeštanje,
- jednostavno i tačno podešavanje visine,
- postizanje (tehnički) idealno ravne ploče.

÷ 700 upotreba (za neke tipove oplata je očekivani radni vek do 1000 radnih ciklusa) imaju i mali utrošak radne snage ( $0,10 \div 0,25 \text{ NČ/m}^2$ ). Nabavka ovakve opreme može da se isplati izvođaču tek nakon 3 ÷ 4 godine intenzivne upotrebe.



Horizontalni i vertikalni panoi oplata duguju trajnost čeličnim limovima ( $d = 3 \div 4 \text{ mm}$ ) koji mogu da podnesu agresivno dejstvo cementne emulzije, dugotrajnog vibriranja i dinamička naprezanja karakteristična za transport oplata toranjnim kranom. U zavisnosti od težine oplata i dimenzija radnih jedinica usvaja se odgovarajući kran. Kako je prosečna masa ovakvih prostornih oplata oko  $60 \div 120 \text{ kg/m}^2$ , a sklapanjem nastaju celine od  $20 \div 100 \text{ m}^2$  radne površine, jasno je da efikasna upotreba tunelske oplata u mnogome zavisi od pravilnog izbora toranjskog kрана, odnosno njegovog kapaciteta (nosivosti).

#### 3.5.4.2 PRIMENA TUNELSKJE OPLATE

Da bi se nakon upotrebe prenela na novu radnu poziciju (na kojoj se pristupa čišćenju panoa i premazivanju radnih površina) oplata prethodno mora biti odlepljena od površine očvrstlog betona, a zatim izvučena ispod tavanice koju je podupirala.

Odvajanje čeličnog lima od betona olakšava se preventivnim nanošenjem specijalnih premaza na potpuno očišćenu radnu površinu oplata. Izvlačenje sklopa omogućavaju točkovi sa hidrauličkim sistemom izvlačenja u radni položaj, a prenos teške oplatne celine se vrši toranjnim kranom uz pomoć radne platforme, rešetkaste proteze u vidu *pačijeg kljuna* ili čeličnih užadi - na način koji je sličan opisanom transportu oplatnih stolova.



Prioritetni zahtev, brz i lak rad, savremene skele zadovoljavaju zahvaljujući primeni lakih elemenata (cevi), lakih materijala (aluminijum) i dekompoziciji na delove koji se mogu lako spakovani u sanduke, transportovati, montirati i demontirati. Iako je većina drvenih delova, radi lakšeg odolevanja eksploatacionim opterećenjima i boljeg održavanja, dobila zamenu u metalnim elementima, drvene daske se još uvek primenjuju kao patosnice ili podmetači za nožice stubova. Pomenuta sredstva veze u vidu konopaca i klinova su u potpunosti zamenjena metalnim *klips* vezama koje se postavljaju na elemente u čvoru i ručnim alatom osiguravaju od otvaranja.

Povezivanje skele zahteva precizno izvođenje svake veze. Skele u visokogradnji služe za zidarske i fasaderske radove, ali mogu biti namenjene i podršci oplata za konstrukcije ili delove konstrukcija velikih raspona. Ključna razlika ovih tipova skela nastaje kao posledica razlike vertikalnih i horizontalnih, opterećenja. Dok je kod fasadnih skela vertikalno opterećenje od  $1,0 \text{ kN/m}^2$  (za skele namenjene pregledu i održavanju) do  $3,0 \text{ kN/m}^2$  (za radove sa teškim predmetima, npr. zidanje kamenom) ono, kod izrade velikih betonskih lukova i ploča mostova, opterećenje najčešće prelazi  $20 \text{ kN/m}^2$ .

### 3.7.1 IZRADA GRAĐEVINSKIH SKELA

Primenom sistema "cev - spojnica" nastaju forme čija je nosivost obrnuto proporcionalna dužini nosećih cevi i visini (*spratnosti*) skele. Stoga je izrada i upotreba svih provizornih konstrukcija najstrože zabranjena. Projektom tehnologije građenja se moraju dati sve karakteristike potrebne pomoćne konstrukcije - skele koje služe za izvršenje radova na visini većoj od 150 cm iznad tla. Skele mogu postavljati, prepravljati, dopunjavati i demontirati samo stručno obučeni radnici zdravstveno sposobni za rad na visini i pod nadzorom stručnog lica na gradilištu. Konstrukcija skele mora biti tako napravljena da radnicima pruža potrebnu zaštitu za sve zidarske, betonske i fasaderske radove; zaštitna ograda mora biti konstruisana po propisu. Za kretanje radnika na dubini treba obezbediti propisne lestve, ili *trepne*, na svim mestima gde nije moguće uraditi stepenice. Pre upotrebe svi delovi konstrukcije skele moraju da se kontrolišu po "Uputstvu o vođenju kontrolne knjige skele" koje ima karakter internog dokumenta firme, ali sadrži odredbe koje su saglasne zahtevima važećih propisa o zaštiti na radu.

Montaža fasadne skele počinje postavljanjem oslonaca na položene fosne debljine 48 mm a prema datim razmacima ( $l = 250 \text{ cm}$ ). Na tako postavljene oslonce montiraju se vertikalne cevi i za njih na svaka 2 m visine pričvršćuju horizontalne cevi, nosači podnih dasaka. Nastavljanje vertikalnih cevi (stubovi skele) vrši se primenom umetaka, a sve međusobne veze štapova se osiguravaju bilo ortogonalnim, bilo obrtnim *spojnicama*.

Za osiguranje lica koja se mogu naći u opasnoj zoni neposredno uz skelu treba formirati zaštitnu galeriju. Ona se montira na prethodno opisani način pri čemu se sva potrebna ukrucenja vrše u krajnjim poljima skele. Pre montaže skele sve cevne nosače i vezne elemente treba dobro prokontrolisati i odbaciti one koji bilo iz kog razloga ne mogu garantovati ostvarenje projektovane geometrije i propisanih koeficijenata sigurnosti.



Za montažu skele treba uvek angažovati kvalifikovanu radnu snagu (ako je moguće uvek iste izvršioce), obezbediti kvalitetan nadzor od strane stručnih lica iz uprave gradilišta. Probleme koji mogu nastati pri montaži razrešava šef za radove na montaži a u slučaju potrebe treba konsultovati stručnjake proizvođača. Kod povezivanja štapova spojnice treba pritezati propisanim ključem dužine 330 mm ili *moment ključem*, i ostvariti obrtni momenat od oko 800 Kpcm. Da bi pritezanje išlo neometano neophodno je pre upotrebe *spojnica* očistiti zaostale tragove prašine ili ulja i proveriti stanje navojnih površina. Demontaža skele se vrši obrnutim redom, adekvatnim alatom i uz pažljivu manipulaciju. Zabranjeno je bacanje delova skele, jer može doći do njihovog prljanja i oštećenja ili povreda radnika.

### 3.7.2 VOĐENJE KONTROLNE KNJIGE SKELE

Prilikom projektovanja i izrade skele treba se pridržavati "Pravilnika o zaštiti na radu u građevinarstvu", ali i u toku eksploatacionog perioda treba proveravati njenu tehničku ispravnost. Ispravnost skele mora se proveravati najmanje jednom mesečno, a naročito posle vremenskih nepogoda, prepravki, oštećenja i slično. Proveravanje ispravnosti skela se upisuje u Kontrolnu knjigu skele koju gradilište obavezno mora da vodi. U vezi sa tim, potrebno je da se na gradilištu vrši propisani pregled i utvrđuje ispravnost skele u pogledu zaštite na radu. Pregled i utvrđivanje ispravnosti skele vrši se po elementima i u celini prema obrascu "Kontrolna knjiga skele" koji sastavlja služba tehničke zaštite izvođača. Pregled ispravnosti skele vrši se:

1. po završenoj montaži, a neposredno pre upotrebe,
2. najmanje jednom mesečno,
3. posle vremenskih nepogoda,
4. posle većih vidljivih oštećenja,
5. posle popravki i sl.