

OPLATNI SUSTAVI

Proizvođači oplatne opreme neprestano razvijaju vlastite sustave te pokušavaju raznovrsnim poboljšanjima dostignuti veću učinkovitost u primjeni te osigurati dovoljnu fleksibilnost i univerzalnost sustava. Velika se briga posvećuje mjerama sigurnosti koje se izravno ugrađuju u sustav i na taj način prisiljavaju graditelje da se njome stvarno koriste na gradilištu.

Svaki oplatni sustav ima posebno područje uporabe s najboljim rezultatima u primjeni, no mogu se upotrebljavati i drugačije, sa smanjenom iskoristivošću. Stoga graditelji pri

slučaju bolje posuditi odgovarajuću količinu kvalitetne i primjerene opreme. Oplate se mogu dijeliti na:

- zidne
- stropne
- penjajuće
- radne i sigurnosne skele.

Zidne oplate

Ručni okvirni sustavi

Ručne okvirne oplate imaju manje elemente i ponajprije su namijenjene ručnoj uporabi bez uređaja za dizanje. Rabe se za manje radove te raz-

nom. Uobičajeno su široki 90, 75, 60, 45 i 30 cm te imaju dvije visine – 120 i 150 cm. Sustavu još pripadaju kutni i univerzalni elementi te elementi za spajanje, povezivanje i regulaciju.

Kvalitetniji sustavi imaju pocinčane okvire koji su tako oblikovani da se elementi pri spajanju automatski poravnaju «brzim» spojka. Imaju i razne dodatke, a vrlo su prikladni posebni kutnici koji se kombiniraju s troslojnim pločama debljine 27 odnosno 21 cm. To je korisno pri izvedbi otvora, gdje oplata mora biti točne dužine, pri prolazima instalacija ili ugradnji raznih priključaka i kanalizacijskih cijevi. Jednostavniji sustavi imaju samo obojene okvire koji se spajaju samo klinom, što smanjuje njihovu upotrebljivost.

Najpoznatiji su ručni okvirni sustavi: *Doka (Frami)*, *Peri (Handset)*, *Noe (SL 2000)* i *Hünnebeck (Takko)*.



Zidne oplate PERI

nabavljanju oplatne opreme moraju dobro proučiti i vlastite potrebe i sposobnosti oplatnog sustava. Pritom je vrlo važna kvaliteta opreme te dugotrajnost za svakodnevnu uporabu. Ne isplati se kupovati opremu koja se rabi povremeno, u tom je

ne sanacije i rekonstrukcije gotovih građevina. Vrlo su prikladne kao oplata trakastih temelja, točkastih temelja, raznih revizijskih i kanalizacijskih okna i za razne radove održavanja. Elementi su manje veličine te zbog toga vrlo fleksibilni, i visinom i ši-

Okvirne oplate

Okvirne su oplate prvenstveno namijenjene stambenoj izgradnji, a osnovna im je visina elemenata prilagođena visini kata, najčešće 270 cm. Uz to često imaju i trećinu i polovinu te visine, čime se postiže potrebna visinska fleksibilnost. Osnovne su širine elemenata 135 odnosno 90 cm, što je 1/2 ili 1/3 osnovne visine. Visine i širine elemenata stvaraju logičan i smišljen raster, što oplati daje dodatnu fleksibilnost i mogućnost obuhvaćanja svakog tlocrta. Prilagođavanje visina i širina je najbolje u pomacima od 15



Okvirna oplata FramaxXlife za oplaćivanje velikih površina

cm. Mnogi sustavi imaju još kutne i univerzalne elemente za izvođenje kutova ili stupova. Osnovnim elementima pripada i dodatna oprema, poput raznih kosnika za razupiranje i konzola za betoniranje. Uz osnovne elemente bolji proizvođači imaju i gomilu dodatne opreme kojom povećavaju učinkovitost i svestranost uporabe te osiguravaju visoku kvalitetu izvedene površine.

Elementi se međusobno, i u širinu i visinu, posebnim «brzim» sponama spajaju u veće elemente koji se potom prenose s pomoću dizalice i posebnih ovjesa. Zbog veličine, načina prijenosa i odlaganja elemenata potrebna su dodatna učvršćenja s posebnim ojačanim profilima. Neki proizvođači za svaki sustav imaju posebne priručnike s točnim uputama za detalje i za sigurnu upotrebu.

Najpoznatiji su sustavi okvirnih oplata: *Doka (Framax i Alu Framax), Peri (Trio i Trio-L-Alu), Noe (Noe Top 2000 i Noe Al), Meva (AluStar i StarTec), Hünnebeck (Rasto i Manto)* te talijanskog proizvođača opreme *Faresin*.

Oplate kružnih zidova

Oplate kružnih zidova su gotovi elementi sastavljeni od višeslojne oplatne

Penjajuće oplate

Penjajuće se oplate, neovisno o dizalici, primjenjuju u gradnji svih oblika i visina. U tom su sustavu zidne oplate posebnim konzolama integrirane s radnim i sigurnosnim platformama. Konzole se postavljaju na predviđena mjesta za sidrenje, opremljena posebnim konusima odnosno posebnim visokovrijednim vijcima. Oplatni su elementi pokretno pričvršćeni na konzole i moguće ih je odmaknuti s pomoću posebnog mehanizma. To omogućuje jednostavno i sigurno postavljanje armature te čišćenje i održavanje oplatne površine. Poznati proizvođači oplatne opreme imaju i opremu s kojom se mogu



Oplata kružnih zidova H20

obloge, drvenih nosača i metalnih veznih dijelova povezanih vretenima s pomoću kojih se oplata može uobličiti u lučni oblik.

Najpoznatiji su proizvođači kružnih oplata:
Doka (H 20), Peri, Meva, Noe i Hünnebeck.

izvesti odnosno sastaviti oplatni elementi za najzahtjevnije konstrukcije, nadasve mosne konstrukcije, stupove mostova, naglavnice, naglavne grede, pilone itd.

Oplate su sastavljene od višeslojne oplatne obloge, drvenih nosača i metalnih veznih profila s raznovrsnim spojnim i veznim elementima. Tome treba pridodati elemente za regulaci-



ju i raznovrsna vretena. O univerzalnosti i broju tipskih elemenata ovisi iskoristivost sustava, koja se očituje u brzini i uporabljivosti jer je rad s

dodatnim netipiziranim elementima vrlo skup i spor.

Na konzole su s donje strane ovješene dodatne viseće skele koje služe

Na području penjajućih oplata najpoznatiji su sustavi: *Doka (Top 50 i FF 20)*, *Peri (Vario)*, *Noe (Noe Top 2000 i Noe Combi 20)* i *Hünnebeck (Duo 24)*.

za popravak i dodatnu obradu betonskih površina te odstranjivanje sidrenih elemenata. Na opladne elemente pričvršćene su i konzole za betoniranje. U jednom su sklopu najmanje dvije konzole, ali ih može biti i više. Sastavljeni se sklopovi podižu dizalicom za jednu fazu. To su inače specijalne oplaste, često prilagođene pojedinačnim građevinama, stoga je vrijeme utrošeno na manipulaciju najmanje moguće, a postižu se i velike brzine građenja uz minimalnu radnu snagu. Za visoke se stupove mostova, s visinom većom od 70 m, koji su izloženi jakim vjetrovima, samopenjajuće oplaste obično opremaju automatima za penjanje, što omogućavaju istodobno premještanje cijele oplaste i za vjetrovita vremena. Automati za penjanje imaju veću nosivost i na njima se mogu namjestiti dodatne radne skele za montažu dodatne armature. *Doka* je razvila posebne *SCP* platforme, na koje su opladni elementi ovješeni s donje strane. Tako se dobivaju razmjerno velike radne površine koje su namijenjene samo montažama armature i betoniranju. Svi se radovi povezani s namještanjem oplaste obavljaju pod platformom i ne ometaju rad. Mogućnost istodobnog rada povećava brzinu gradnje, što je posebno važno pri vrlo visokim građevinama. Sustav je naročito pogodan za stubišne kralove s jednakim presjekom po cijeloj visini.

Oplata se odjednom i u cijelosti podiže s pomoću hidrauličkih cilindara te se premješta potporna konstrukcija koja se oslanja na otvore betonske konstrukcije.

Jednostrane oplaste

Jednostrana je oplata vrlo slična penjajućoj oplati, a razlika je samo u tome da su konzole i sidrišta tako jaki da su sposobni podnijeti i opterećenje pritiska betona pa veza oplata nije potrebna. Taj se sustav rabi za gradnju akumulacijskih pregrada, elektrana, raznih podzemnih građe-

vina i obloga zidova, gdje nije moguće međusobno povezivati oplatu, ali i u građevinama od masivnog betona.

Poznate jednostrane oplatae proizvode tvrtke *Doka* i *Peri*

Jednostrane su oplatae namijenjene raznim oblogama zidova pri sanaciji građevina ili pri zaštiti iskopa i pilota. Za betonsku se oplatu rabi proizvodna oplata, a sustav nudi jake konzole koje se sidre u temelje i preuzimaju pritisak svježeg betona. Konzole su dimenzionirane na najveću visinu od 8 m.

Stropne oplatae

Osim zidnih oplatae vrlo su važne i stropne oplatae, posebno u stambenoj izgradnji. U tom području u posljednje se vrijeme mogu izabrati tri različita sustava:

- sastavljene oplatae s drvenim nosačima i podupiračima
- kasetne stropne oplatae
- oplatni stolovi

Sastavljene oplatae s drvenim nosačima i podupiračima

Sustav sastavljene oplatae s drvenim nosačima i podupiračima vrlo je jednostavan i fleksibilan te ekonomičan poradi razmjerno malog utroška vremena i niske cijene. Primjenjuju se za male i velike površine, a njihova se kvaliteta posebno ističe u razvedenom tlocrtu.

Oplatne su ploče s drvenim nosačima i podupiračima posljednjih godina sasvim potisnule razne metalne rastezljive nosače koji su bili u modi prije 2 desetljeća.

Sustav se zasniva na drvenim nosačima, a može se sasvim jednostavno i točno prilagoditi na svaki oblik tlocrta i svaku debljinu stropa. Donji su primarni nosači razmješteni na razmacima od 200 do 250 cm i poduprti podupiračima na razmacima

od 100 do 150 cm, ovisno o debljini ploče. Na donje se primarne nosače poprečno postavljaju sekundarni nosači s razmacima od 50 do 75 cm, ovisno o debljini ploče i razmaku primarnih nosača. Smanjivanjem razmaka između nosača i podupirača moguće se je prilagoditi proizvoljnoj debljini ploče.

Za podupiranje na manjim visinama rabe se potpornji nosivosti 20 kN, a na većim visinama i većim opterećenjima podupiranje se izvodi nosačima skupljenima u toranj ili potpornjima veće nosivosti – 60 kN.

imaju priručne tablice u Za raspored nosača i podupirača proizvođači kojima se mogu očitati razmak sekundarnih nosača, razmak donjih primarnih nosača i podupirača za različite debljine ploča. Postoje međutim i automatski programi za izradu nacrtu oplatae sa specifikacijom potrebnog materijala.

Stropnim oplatama pripadaju i oplatae nosača s posebnim sponama. Spone su međusobno pričvršćene na drvene nosače, a najbolji način učvršćivanja jest uz pomoć posebnoga kosog vijka koji istodobno zadovoljava priljubljenost spoja vertikalne i horizontalne oplatne obloge nosača.

Kasetne stropne oplatae

Prije približno 15 godina tvrtke *Noe* i *Peri* su razvile kasetnu stropnu oplatu. Sustav se zasniva na kasetama koje leže na uzdužnim nosačima, a nosači su poduprti s podupiračima sa sustavom padajućih glava koje se mogu osloboditi. Tako se može ukloniti oplata da ploča još uvijek bude poduprta.

Nosivi su okviri kasete, nosači i potpornji radi manje težine izrađeni od aluminijsa, a obloga kasete od višeslojne ploče, isto kao kod zidnih oplatae. Ovim se sustavom brže radi nego sustavom stropnih oplatae s drvenim nosačima, ali je on i skuplji, a usto ga je potrebno prilagoditi posebnim dodatnim drvenim ulošcima. Stoga je primjeren većim i otvorenim prostorima, gdje je prilagođivanje najmanje.

Oplatni stolovi

Za razliku od ostalih proizvođača opreme, austrijska *Doka* nije prešla na kasetni stropni sistem, već je dodatno razvila vlastiti sustav oplatnih stolova i došla do zanimljivog rješenja s posebnim glavama koje povezuju uzdužne i poprečne drvene nosače i podupirače. U posljednje vrijeme i ostali proizvođači nude sustave za izradu oplatnih stolova.



Na tržištu je danas razmjerno velika ponuda oplatne opreme, no ona se značajno razlikuje kvalitetom izrade i uporabljenim materijalom. Kod kvalitetnijih oplatnih sustava čelični su dijelovi pocinčani i dodatno zaštićeni providnom zaštitom visoke mehaničke otpornosti (praškasto lakirani), kojom su presvučeni i aluminijski dijelovi lakših elemenata. Taj premaz smanjuje prionjivost betona i omogućuje jednostavno čišćenje vodenim mlazom pod pritiskom od 150 bara. Velika je razlika i u veznom materijalu koji je izuzetno važan za dugotrajno iskorištavanje opreme. Dakako da velikih razlika ima i u dodatnoj opremi kojom se povećava uporabljivost i sigurnost cijelog sustava. Osobito je značajna pomoć kvalitetnim priručnicima, savjetodavnom službom i programskom opremom, koja stručnjacima omogućuje jednostavno planiranje i ekonomičnu uporabu oplatne tehnologije. Posebno je važna i mogućnost najma dodatne opreme.

Poštujući sve te činjenice dolazi se do spoznaje da najskuplja oprema nije nužno i najbolja za svrsishodno iskorištavanje. Možda je stoga najbolje opremu unajmiti, a tek potom, ako odgovara, kupiti oplatni sustav.

Prijenos se stolova izvodi posebnim vilicama. Stolove unutar građevine potrebno je posebnim hidrauličkim kolicima pomaknuti do ruba građevine, a odatle se vilicom postavljaju na drugo mjesto.

Radne i sigurnosne platforme

Osim zidnih i stropnih oplatnih sustava vrlo su važne radne i sigurnosne platforme. One su prilagođene načinu i vrsti gradnje. Često su dio oplatnog sustava, a to je slučaj s penjajućim i jednostranim oplatama.



Radne skele s mjerama zaštite PERI UP

Sigurnosne platforme za zidane konstrukcije

Sigurnosne se platforme u zidanim građevinama rabe samo za zaštitu od pada u dubinu da materijal pri padu nekoga ne bi ozlijedio ili nešto ošteti. Platforme su lagane i namještaju se na ugrađene petlje pri betoniranju ploče. Ako se zaborave ugraditi petlje, sidrena se mjesta mogu izraditi posebnim sidrenim elementima koji se pričvršćuju na ploču. Konzole imaju na polovici visine dodatna mjesta za pričvršćivanje, tako da ih je u višim etažama moguće premjestiti i tako smanjiti visine padanja. To dolazi u obzir i pri izradi sigurnosne platforme za krovne

konstrukcije i pri krovopokrivačkom radu. Preklopne se sastavljene platforme montiraju na građevinu. Osim osnovnih elemenata postoje još i posebni elementi za izradu platforme u kutovima. Ako platforme ne prekrivaju cijelu površinu, na tim se mjestima postavljaju posebni samostojeći platoi.

Radne i sigurnosne platforme za betonirane zidove

Za betonirane se zidove na platforme postavljaju i vanjske oplate fasadnih zidova. Stoga moraju biti točno visinski postavljene kako bi se oplata na njih izravno postavila. Te se platforme obično sidre u ugrađena sidrišta, u koja se poslije odstrani-

vanja fasadne oplata zavrtnjem pričvrste posebni konusi, na koje se potom namjeste konzole. Konzole moraju biti osigurane od ispadanja, što se kod kvalitetnijih platforma

obavlja automatski, a potrebna je samo vizualna kontrola. Platforme su najčešće sklopive, tako da su njihov prijevoz i skladištenje ekonomič-

ni, a montaža na gradilištu jednostavna i brza.

Tanja Vrančić

PRIMJENA LASERSKIH MJERNIH INSTRUMENATA U GRADITELJSTVU

U samo nekoliko godina, elektronika, laseri i informatika potpuno su se ukorijenili i u graditeljstvu, tamo gdje su još donedavno potpuno dominirali optika, mjerne letvice i libele.

Dobiveni su rezultati analiza gotovo dramatični, i u povećanoj preciznosti i u brzini obavljenih poslova. Velikim su gradilištima nove tehnologije ponajprije donijele velike uštede u vremenu i novcu.

Laserska je tehnologija omogućila određivanje točaka, ravnina i nagiba na terenu i u interijeru do nevjerojatne točnosti. Emitiranje satelitskih signala rabi se za točno određivanje pozicije na bilo kojoj točki našeg planeta.

Naravno, tek su informatizacija i digitalizacija temeljena na računalnoj tehnologiji omogućile trenutačne i precizne proračune te osigurale uvjete da se dobiveni podaci i praktično iskorištavaju.

Određivanje horizontalne i vertikalne ravnine te postavljanje zadanog nagiba i pravog kuta osnovna su mjerenja u graditeljstvu. Brzi napredak tehnologije i tehnike gradnje te građevinskih strojeva i instrumenata nije zaobišao ni temeljna mjerenja prije početka svake izgradnje.

Već su stari Egipćani znali da je voda u posudi zbog djelovanja sile teže uvijek vodoravna, neovisno o nagibu posude. Uostalom to ističe i sama riječ "vodoravno" koja je istoznačnica za "horizontalno".

Stoljećima se na gradilištima za prijenos visina s jednog kraja na drugi, rabila cijev s vodom. Takav je uređaj vrlo dobar i precizan, ali samo na udaljenostima koje su ograničene

duljinom cijevi. Problemi i pogreške počinju se javljati kada je zadanu visinu, primjerice, potrebno prenijeti desetak ili više metara daleko te kad teren zahtijeva usporedni prijenos istih visina. Tada se posezalo za op-



Primjeri laserskih mjernih uređaja

tičkim niveliror (instrumentom za geometrijsko mjerenje apsolutnih visina odnosno visinskih razlika između zemljišnih točaka, zna i kao *razulja, libela, nivelin...*), ali je izmjeru morao obaviti građevinski ili geodetski stručnjak, ovisno o zahtijevanoj točnosti. No takav način mjerenja uključuje sudjelovanje nekoliko radnika i traje dosta vremena, a podložan je i atmosferskim utjecajima. Osim toga određuje se točka po točka, a razmjerno je velika mogućnost pogrešaka.

Laserska je tehnologija, koja je najprije razvijena zbog vojnih potreba a tek potom civilnih, pronašla široku primjenu i u graditeljstvu. Posljednjih je godina na gradilištima negdašnju popularnu cijev s vodom potpuno zamijenio laserski rotacijski nivelir, dovoljno snažan da pokrije područje s polumjerom većim od 100 m, s točnošću od 3 do 15 mm na 100 m (0,03-0,05 %).

Izvori laserske svjetlosti, koji se rabe kod laserskih nivelira, uobičajeno su 1, 2 ili 3 klase po IEC825 normi i sasvim zdravstveno neškodljivi. Laserska svjetlost može biti vidljiva i



nevidljiva. Laseri s vidnom svjetlošću manje su snage i uobičajeno se upotrebljavaju u unutrašnjim prostorima, kao što su kuće, hale i cijevi te tamo gdje udaljenosti nisu veće od 50 m. Nevidljiva svjetlost seže mnogo dalje, i do 300 m, a takvi se laseri s posebnim prijamnicima rabe ponajprije za određivanje horizontalnih ravnina na većim i otvorenim prostorima.

Bolji modeli lasera opremljeni su i automatskim kompenzatorom, automatskim horizontiranjem, a otporni su na prašinu, vodu i udarce.

Uporaba laserskih nivelira na gradilištima vrlo je česta. Vertikalne i horizontalne ravnine potrebne su od samog početka gradnje, od pripreme terena i iskopa, temelja, zidova i betonskih ploča, sve do završnih radova kada se izrađuju i postavljaju estriži, keramika, vrata, spuštene stropovi, instalacije itd.

Za određivanje kosih ravnina, primjerice nagiba kanalizacijskih cijevi, rabe se posebni, potpuno vodotijesni cijevni laseri, u koje se jednostavno unose željeni padovi u postotcima. Kod iskopa kanala i rovova laserski niveliri određuju dubinu iskopa, a prijamnici koji vizualno ili zvučno signaliziraju potrebnu dubinu s centimetarskom preciznošću, smješteni su na rovokopače ili bagere. Nekad omiljeni visak dobio je nadomjestak u laserskom niveliru koji projicira la-



Laserski niveliri

sersko svjetlo vertikalno iznad ili ispod nivelira na udaljenost do 100 m. Gradilišta, tehnologije gradnje i novi strojevi zahtijevaju preciznije i brže određivanje horizontalnih, ver-

tikalnih i kosih ravnina, a velike uštede, brzina i preciznost relativno se lako postižu.

Tanja Vrančić