

Tekst: Vedran Mikulec, ing. građ.



Optimalni PERI sistemi oplata i skela za Međunarodnu zračnu luku Zagreb

Tvrtka PERI oplata i skele d.o.o. uspješno surađuje s tvrtkama KAMGRAD d.o.o., VIADUKT d.d. i ZAGREB-MONTAŽA d.o.o. na projektu izgradnje Međunarodne zračne luke Zagreb, za koji je isporučila brojne visokoučinkovite sisteme

Sredinom ljeta 2014. godine započela je suradnja tvrtki PERI oplata i skele d.o.o. i KAMGRAD d.o.o. na izgradnji jedne od najvećih investicija u Hrvatskoj, Međunarodne zračne luke Zagreb.

Tvrtka KAMGRAD d.o.o. izabrana je kao jedan od tri glavna podizvoditelja i izvodi ra-

dove na upravnoj zgradi i njenim terminalima.

Tvrtka VIADUKT d.d. dobila je na izvođenje rampu upravne zgrade te sve objekte niskogradnje vezane uz ovaj projekt, a tvrtka ZAGREB-MONTAŽA d.o.o. krovnu konstrukciju.

UPRAVNA ZGRADA

Sama upravna zgrada armiranobetonska je konstrukcija skeletnog tipa. Zbog velikih površina AB stropnih ploča i greda, kratkog roka te potrebe za velikom fleksibilnošću i brzinom premještanja, za izvođenje AB konstrukcije ploča i greda odabrana je tehnologija koju je ponudila tvrtka PERI.

Sama tehnologija izvođenja stropnih konstrukcija sastojala se od kombinacije nekoliko PERI oplasnih sistema koji su kod takvih tipova građevina bez konkurencije.

Tvrtka PERI oplata i skele d.o.o. pratila je izvođenje stropnih konstrukcija na objektu s montažnim nacrtima prema pozicijama izvođenja radova, a kod projektiranja i isporuka oplata kao i izrade tehnologija rada i izvođenja radova vodilo se računa o najstrožim normama i propisima o zaštiti na radu.

Oplasnih sistema koji su se koristili na pojedinim dijelovima konstrukcije bili su:

- oplata AB greda – klasična oplata i oplata stropnih stolova
- oplata AB stropne ploče (AB konstrukcija između greda) – SKYDECK oplasnih sistema i MULTIFLEX.

OPLATA AB GREDA (STROPNI STOLOVI I PERI UP ROSETT PODUPIRANJE STOLOVA)

- Stropni stolovi



Upravna zgrada MZLZ-a

Oplata greda izvodila se na oplatnim stolovima dva tipa, dimenzija 2,50 x 4,20 m = TIP 1 i 2,50 x 5,00 m = TIP 2, sastavljenim od dvostrukih drvenih rešetkastih nosača GT 24 duljine 4,20 m i 4,90 m kao primarnih te jednostrukih drvenih punostijeh nosača VT 20K duljine 2,45 m kao sekundarnih.

Oplatno platno stolova bilo je od troslojnih ploča 21 mm dimenzija 200 i 250 x 50 cm, pričvršćenih na sekundarne nosače konstrukcije stola pomoću TSS Torx vijaka za drvo minimalne duljine 40 mm ili čavala duljine 60 mm – 4 kom/m² oplatne ploče.

Bočna oplata greda izvođena je nakon montaže stolova na mjesto ugradnje od višeslojnih oplatnih ploča debljine 15-21 mm, gradilišno poduprtih konstrukcijom trokutnog oblika od građe 5/8 cm, 5/5 cm ili slične raspoložive na gradilištu.

Zahvaljujući primjeni rešetkastih nosača GT 24 kao primarnih nosača postignuta je vrlo visoka nosivost stolova kombinirana s laganom konstrukcijom koja omogućuje lako i jednostavno premještanje s pozicije na poziciju.

Razradom projekta omogućeno je pokrivanje kompletnih greda (oko 85%) pomoću samo dva tipa oplatnih stolova.

■ PERI UP Rosett podupiranje stolova

Potporna konstrukcija stropnih stolova bila je sastavljena od PERI UP nosivih tornjeva tlocrtno dimenzije 1,5 x 3,0 m ispod stola TIP 1 te 1,5 x 4,0 m ispod stola TIP 2. Sastavljeni su od 6 vertikala projektirane visine te povezanih u toranjsko tijelo pomoću UH horizontala te UBH čvorišnih i UBL profilnih dijagonala. Vertikale su sastavljene od baznih držača UVB 24 te UVR vertikalnih i UVH završnih držača.

Sve dijagonale i horizontale PERI UP skele opremljene su tzv. *gravity lock* sistemom vezanja, na spojevima vertikala nakon montaže svih dijagonala i UH profila nije potrebno postavljati dodatno osiguranje od razdvajanja komponenata (tipa klina). Jedini potreban alat za montažu i demontažu PERI UP sistema jest čekić.

Stolovi su se montirali na PERI UP toranj-ski sklop na vreteno s križnom glavom TR 38-70/50 i fiksirali se pomoću PERI dvostrane zatezne spone 16-25.

Takvim spajanjem omogućeno je povezivanje stropnog stola i potporne skele u jedinicu koja se može premješati kao sklop.

Tako predmontirana jedinica transportirana je na mjesto ugradnje horizontalno (guranjem) pomoću priključka kotača za premještanje UER s kotačem za premještanje UEW ili vertikalno (kran).

■ Klasična oplata AB greda

Grede u navedenim osima i oko stupova izvođene su oplatnim sistemom MULTIFLEX



Demontaža i premještanje MP tornjeva



Oplata stropne konstrukcije pozicije 200 (visoko podupiranje)



Montaža MULTIPROP tornjeva



SKYDECK stropna oplata

s primarnim nosačima GT 24 i VT 20K te sekundarnim nosačima VT 20K.

Podupiranje klasične oplata izvedeno je pomoću PERI PEP 20 500 podupirača. Na spoju dva primarna nosača korištena je križna glava 20/24S, a za međupodupirače pomoćna glava 20 ili 24. Veza između primarnih i sekundarnih nosača osiguravana je čavlima. Oplatno platno bilo je od troslojnih oplatnih ploča kao i na stropnim stolovima, kao i rubna oplata greda.

Stabilnost potkonstrukcije MULTIFLEX sistema osiguravalo se od pomicanja pomoću tronožaca montiranih na podupirače.

Oplata tipa MULTIFLEX korištena je na mjestima oko AB stupova te na dijelu AB greda na upravnoj zgradi i ispod greda na stajankama.

Na poziciji stajanke MULTIFLEX oprema stropa montirala se na tornjeve sastavljene od MP 480 podupirača.

PEP 20 500 bili su oslonjeni na podlogu preko mosnice 48 mm, minimalne širine 15 cm kao i kod PERI UP Rosett tornjeva.

OPLATA AB STROPNE PLOČE (AB KONSTRUKCIJA IZMEĐU GREDA) – SKYDECK OPLATNI SISTEM I KLASIČNA OPLATA

Zbog potrebe za brzim premještanjem oplata stropnih ploča (ispuna između greda) odabran je PERI SKYDECK oplatni sistem stropne aluminijske oplata s padajućim glavama i MULTIPROP MP 625 aluminijskim podupiračima.

SKYDECK omogućuje prijevremenu demontažu oplata stropne ploče već nakon jednog dana ovisno o debljini stropa, vanjskoj temperaturi te čvrstoći betona.

Koristili su se SKYDECK paneli širine 75,50 i 37,5 cm te duljine 150 i 75 cm. Paneli se montiraju na SLT nosače duljine 2,25 m i 1,50 m koji su oslonjeni na padajuće glave SFK ili kombi glave SCK. Za zatvaranje prostora preko padajuće glave koriste se plastične pokrovne letvice SAL.

Sve padajuće glave konstruirane su tako da je jednom pričvršćeni SLT nosač ujedno osiguran i od bočnog prevrtanja. Maksimalna težina SKYDECK elemenata iznosi oko 15 kg te je time omogućen ručni rad i transport materijala kod montaže i demontaže.

SKYDECK stropni sistem primijenjen je kao ispuna između AB prednapetih greda na svim ostalim taktovima.

Korištenjem SKYDECK sistema potreban broj podupirača smanjen je na minimum te je postignuta maksimalna brzina obrtaja oplata stropnih ploča.

■ Pristup na etaže – PERI UP stepenišni toranj

Za privremenu vertikalnu komunikaciju na objektu korišteni su PERI UP stepenišni toranj

njevi visine 10 m. Toranj se sekcijski može prilagođavati svim visinama etaže objekta. Konstruktivni elementi montirani su na način da je s mjesta na mjesto omogućeno premještanje kranom.

Stepenišni krakovi širine su 75 cm i koriste se kao klasično dvokrako stubište. Prilikom montaže toranj sadrži sve tipske ograde i bočne zaštite. Kod visina montiranja / penjanja većih od 5,00 m toranj je potrebno dodatno osigurati vezanjem za konstrukciju ili kosnicima od cijevne skele i sl.

■ Visoko podupiranje – pozicija 300

Jedan od ključnih dijelova konstrukcije, dio pozicije 300 površine 4.745 m² nalazi se na visini od 10,20 m. Kao oprema za taj dio konstrukcije odabrana je kombinacija dvaju sistema PERI skela, PERI UP Rosett modularne skele te PERI ST 100 složivog tornja. Zbog svoje fleksibilnosti ispod AB križnih prednapetih greda korišten je PERI UP Rosett sistem, a u poljima između greda korišteni su ST 100 složivi tornjevi te kasnije u izvođenju i MULTIPROP MP nosivi tornjevi.

Sama oplata na nosivoj skeli (potkonstrukcija) bila je MULTIFLEX sistem zbog lakše i jednostavnije manipulacije materijalom kod premještanja na drugi takt betoniranja.

■ PERI ST 100 – nosiva potporna toranj-ska skela

Potporna konstrukcija na koju se montirala klasična oplata stropa izvedena je PERI ST 100 toranjskom skelom, primijenjenom zbog brze montaže tornjeva te njihove visine kako bi se omogućila montaža i u vertikalnom i u horizontalnom položaju.

ST 100 složivi toranj sastoji se od 5 sistemskih dijelova: osnovnog okvira, složivog okvira, dijagonalne prečke, vretena s podnožjem TR 38-70/50 te vretena s križnom glavom TR 38-70/50.

Jednom montiran, toranj je dimenzija 100 x 100 cm te ga čine 4 vertikale i ima nosivost od 40-50 KN/vertikali. Složivi okviri montiraju se naticanjem jednog na drugi, a za osiguranje od rastavljanja nisu potrebni nikakvi drugi uređaji osim dijagonala.

■ MULTIPROP MP nosivi tornjevi

Kasnije u gradnji zbog potrebe ubrzanja radova kao i zbog oslobađanja dijela opreme s etaža objekta, a u cilju smanjenja troškova, drugi dio visokog podupiranja pozicije 300 izveden je pomoću MULTIPROP tornjeva.

MULTIPROP podupirači korišteni u SKYDECK sistemu na objektu, nadograđeni su jedan na drugi te povezani MRK poveznim okvirima u tornjeve dimenzija 120 x 120 cm do 150 x 200 cm i kao takvi korišteni za podupiranje AB greda te oplatah ploča visokog podupiranja pozicije 300.

Zbog brzine montaže takvog sistema tornjeva ubrzani su radovi na tom ključnom dije-

lu konstrukcije te je time i sama konstrukcija završena unutar zadanog roka investitora.

■ PERI UP Rosett nosiva skela

Nosiva skela ispod AB monolitnih greda izvođena je PERI UP Rosett skelom kojom se izvelo i podupiranje stropnih stolova na cijelom objektu.

Potpornu konstrukciju činili su PERI UP nosivi tornjevi tlocrtno dimenzije 1,5 x 3,0 m, sastavljeni od 6 vertikala projektirane visine povezanih u toranjsko tijelo pomoću UH horizontala te UBH čvorišnih i UBL profilnih dijagonala. Vertikale su sastavljene od baznih držača UVB 24 te UVR vertikalnih i UVH završnih držača.

Vertikale su na podlogu oslanjane preko vretena s podnožjem UJB 38-50/30 ili TR 38-70/50, a između vretena s podnožjem i podloge (nabijeni šljunak ili AB podna ploča) postavljala se mosnica debljine 48 mm minimalne širine 15,0 cm (širina podnožja).

Sve dijagonale i horizontale opremljene su tzv. *gravity lock* sistemom vezanja, na spojevima vertikala nakon montaže svih dijagonala i UH profila nije potrebno postavljati dodatno osiguranje od razdvajanja komponenata (tipa klina). Jedini potreban alat za montažu i demontažu PERI UP sistema jest čekić.

Unatoč lošem vremenu radovi vezani uz AB konstrukciju na predmetnom gradilištu završeni su ili se završavaju unutar postavljenih rokova i terminskih planova.

PRILAZNA RAMPA

PERI tehnologija i proizvodi koriste se i na objektu prilaznog nadvožnjaka koji će nakon završetka služiti za pristup 2. etaži terminala.

Sam vijadukt sastoji se od uzlazne rampe nagiba 6,5%, horizontalnog dijela s kojeg se pristupa terminalu i silazne rampe nagiba 6,5%. Promet se na njemu odvija jednosmjerno. Na obje rampe širina kolnika iznosi $2 \times 3,50 = 7,00$ m, što uz rubne vijence širine 0,75 m daje ukupnu širinu vijadukta od 8,50 m. Na horizontalnom, odnosno pristupnom dijelu vijadukta razlikujemo 2 različita presjeka. Presjek na dijelu koji se prislanja uz terminal sastoji se, gledajući slijeva nadesno, od pješačke staze širine 2,00 m, dvije vozne trake po 3,70 m i trake za parkiranje autobusa širine 4,20 m. Ukupna širina iznosi 13,60 m.

Parkirna traka prislonjena je uz terasu 2. etaže s koje se ulazi u zgradu terminala. Kako je vijadukt prislonjen direktno uz terminal, na toj strani vijadukta nema ni pješačke staze, ni rubnog vijenca kao ni ograde. Druga vrsta presjeka horizontalnog dijela nalazi se na dijelu vijadukta koji se ne prislanja uz terminal. Tu se presjek, gledajući opet slijeva nadesno, sastoji od pješačke staze širine 2,00 m, dvije vozne trake po 3,70 m, trake za parkiranje osobnih automobila širine 2,50 m i pješačke staze širine 1,70 m, što opet daje ukupnu širinu od 13,60 m.



Prilazna rampa



Postavljena skela ispod krivine prilazne rampe



PERI UP Rosett podupiranje i VARIOKIT oplata ploče

S horizontalnog dijela na rampe se prelazi horizontalnom krivinom radijusa 45 m i vertikalnom krivinom radijusa 775 m. Prelaskom s pristupnog dijela na rampe postupno se mijenja širina vijadukta. Ukupna dužina vijadukta iznosi oko 409 m.

Poprečni nagib kolnika duž cijelog objekta iznosi 2,50% prema van tj. od terminala, dok su pješačke staze odnosno rubni vijenci uvijek u poprečnom nagibu od 2% prema kolniku.

Rasponska konstrukcija vijadukta je monolitna prednapeta armiranobetonska kontinuirana ploča podijeljena u 6 dilatacija. Oslonjena je na stupišta horizontalnog dijela vijadukta koja se sastoje od 2 stupa kružnog presjeka promjera 150 cm s međusobnim osnim razmakom od 4,00 m. Dilatacijska stupišta sastoje se od 4 stupa kružnog presjeka promjera 120 cm. Na rampama se stupišta sastoje od pojedinačnog stupa promjera 150 cm.

Tvrtna PERI oplata i skele isporučila je svu opremu potrebnu za izvođenje stupišta te za izvođenje AB ploče vijadukta.

Za izvođenje samih stupova korištena je čelična oplata stupova, a za izvođenje veznih greda između stupova korištena je TRIO oplata oslonjena na PERI UP nosivu skelu.

Zbog promjene širine kolničke ploče na samim krivinama vijadukta, kao potporna skela odabran je sistem PERI UP Rosett koji se svojom fleksibilnošću i jednostavnim sastavljanjem vrlo lako prilagodio promjenama konstrukcije uz minimalno mijenjanje same skele tj. geometrije osnovnih toranjskih potpornih tijela.

Sama nosiva skela osmišljena je, gledano u poprečnom presjeku, kao dva neovisna toranjska tijela, a za svako toranjsko tijelo omogućeno je izguravanje nakon otpuštanja zajedno s VARIOKIT stolom koji služi kao oplata AB ploče vijadukta.

VARIOKIT stolovi dimenzija su 3,0x10,71 (za manji presjek rampe) m te 3,0x15,15 m (za širi presjek rampe) i pričvršćeni su za glave toranjskih tijela, a sastavljeni su od primarnih čeličnih SRU nosača te sekundarnih VT 20 nosača povezanih s primarnim nosačima preko Uni HBU spojnice.

Na mjestima oko upornjaka podupiranje gorje ploča izvedeno je oplatnim sistemom tipa MULTIFLEX od primarnih nosača GT 24 i sekundarnih nosača VT 20 koji su oslonjeni na MULTIPROP MP tornjeve.

Radi visokih zahtjeva kvalitete i izgleda površine betona, kao opladne ploče korištene su PERI Birch višeslojne ploče vijcima učvršćene za potkonstrukciju.

PODUPIRANJE KROVNE KONSTRUKCIJE PUTNIČKE ZGRADE

Putnički terminal Međunarodne zračne luke Zagreb projektiran je i zamišljen kao prostor-

na čelična rešetkasta konstrukcija oslonjena na armiranobetonske oslonce preko 6 čeličnih peteljki po osloncu koji podupiru prostornu rešetku krovne konstrukcije.

Sama konstrukcija valovita je u oba smjera, a na putničkim terminalima završava valjkastom rešetkastom konstrukcijom cijelom duljinom zgrade. Konstrukcija mijenja promjer prateći valovitost krovnog dijela kojom je povezana u cjelinu.

Sama montaža zamišljena je tako da se prvo montira središnja sekcija krova tlocrtnih dimenzija 35x50 m težine 80 tona te da se u jednom dizanju osloni na privremene podupore do spajanja na nosive peteljke oslonaca. Nakon montiranja prve sekcije ostatak krovne konstrukcije montira se u sekcijama 7,2x7,2 m, pri čemu svaka mora biti oslonjena na privremenu potporu sve do montaže kompletnog dijela krovne rešetke između potpornih peteljki.

S obzirom na složenost zahvata kao i činjenicu da se privremene podupore moraju smanjiti na minimum, a u isto vrijeme i prilagoditi AB konstrukciji same zgrade, zbog svoje fleksibilnosti i mogućnosti kombiniranja sastavljanja korišten je sistem PERI UP Rosett kao radna skela za montažu nosivih peteljki, kao potporna skela sekcije 1 i ostalih sekcija montaže krova te kao naknadno podupiranje ispod AB konstrukcije poz. 300 na koju je montirana toranj-ska pokretna dizalica za montažu samog krova.

Kao radna skela za montažu peteljki korišteni su PERI UP Rosett tornjevi tlocrtnih dimenzija 1,5x1,5 m koji su međusobno povezani u šesterokut kako bi se na svaki toranj mogla osloniti jedna peteljka, a ujedno i da se omogući radni pod na vrhu tornjeva za pristup monterima i variocima koji rade na sastavljanju krova. Radni podovi sastavljeni su od kombinacije industrijskih UDI obloga PERI UP sistema te VT i GT nosača i mosnica.

Privremene podupore sastavljene su od tornjeva križnog tlocrta dimenzija 4,5x5,5 m sa 16 vertikala od kojih je 6 vertikala nosivo.

Krovna konstrukcija oslonjena je na kombinaciju SRU i RCS čeličnih nosača međusobno povezanih HD 70 spojnicama, a pristup do svakog oslonačkog mjesta osiguran je stepeništem sastavljenim od UDI industrijskih obloga i aluminijskih ljestava sistema PERI UP Rosett Flex.

Tvrtka PERI isporučila je kompletan materijal za podupiranje sekcije 1 i kompletne prve faze krova kao i sve projekte te potrebne statičke proračune.



1. segment krovne konstrukcije



Detalj oslanjanja krovne konstrukcije na PERI UP tornjeve



Skela za pričvršćivanje 'peteljki' na krovnu konstrukciju

Što o suradnji s tvrtkom PERI, kao i njezinim proizvodima, misle inženjeri iz vodećih hrvatskih građevinskih tvrtki

‘Primjenom PERI sistema na svojim prijašnjim, a i na ovom gradilištu, u tvrtki PERI našli smo kompetentnog i pouzdanog partnera. Zahvaljujući kombinaciji PERI sistema SKY-DECK i Rosett Flex kod izvođenja stropnih konstrukcija uspjeli smo ostvariti ne samo financijsku uštedu, već i postići iznimno kratke vremenske intervale taktova. PERI je ponudio najinteresantniji i najpraktičniji koncept u pogledu tehnologije izvođenja stropne konstrukcije, zadovoljavajući istovremeno i vrlo visoke sigurnosne zahtjeve zaštite na radu, čime smo uz brzinu postigli visoke standarde kvalitete i sigurnosti. Uz dobro tehnološko rješenje pohvalio bih i podršku tvrtke PERI inženjerima našeg gradilišnog tima prije i za vrijeme trajanja projekta’, kazao je **Dino Šarić**, voditelj projekta KAMGRAD d.o.o.

‘S obzirom na zahtjeve projekta te rokove izvođenja bio nam je potreban sistem oplata i skele kojim ćemo postići dobru dinamiku radova zajedno s kvalitetom i jednostavnošću rukovanja. Odgovarajuće rješenje našli smo u sistemu PERI UP, MP MULTIPROP podupiranju VARIOKIT oplata ploče nadvožnjaka. Zahvaljujući jednostavnom rukovanju opremom, fleksibilnosti i jednostavnom premještanju te podršci na samom gradilištu, u tvrtki PERI dobili smo pouzdanog partnera na ovom projektu’, istaknuo je **Marino Ožbolt**, glavni inženjer gradilišta VIADUKT d.d.

‘S tvrtkom PERI surađivao sam prije na projektu konstrukcije zgrade Ustanove za hitnu medicinsku pomoć u Heinzellovoj ulici u Zagrebu. Zbog složenosti same krovne konstrukcije te montaže i kratkih rokova, bila nam je potrebna skela koja se svojom fleksibilnosti i nosivosti može prilagoditi svakom zahtjevu konstrukcije. U sistemu PERI UP Rosett potpornih tornjeva dobili smo sistem kojim možemo zadovoljiti sve potrebe montaže, a djelatnici tvrtke PERI bili su pouzdani partneri i podrška kod izvođenja ovakvog specifičnog projekta’, rekao je **Saša Šabar**, glavni inženjer gradilišta ZAGREB-MONTAŽA d.o.o.



*Dino Šarić, voditelj projekta
KAMGRAD d.o.o.*



*Marino Ožbolt, glavni inženjer
gradilišta VIADUKT d.d.*



*Saša Šabar, glavni inženjer gradilišta
ZAGREB-MONTAŽA d.o.o.*

PERI oplata i skele d.o.o.

Dolenica 20
10250 Lučko - Zagreb
tel: 01 655 36 36
info@peri.com.hr
www.peri.com.hr

Ured Imotski

Fra Rajmunda Rudeža 1
21260 Imotski
Mob: 091 1655 363

Ured Osijek

Dubrovačka 7A
31000 Osijek
Mob: 091 1655 367