

# Nove tehnologije

## PREDNAPETE ARMIRANOBETONSKE PLOČE NA MEĐIMURSKOME TRŽNOM CENTRU U ČAKOVCU

U proteklih trideset godina u Čakovcu je izgrađeno nekoliko građevina koje se mogu svrstati među značaj-

betona. Prednapinjanje u našoj visokogradnji ostalo je na proizvodnji predgotovljenih elemenata, a u ino-

menzijama ploča, uz veću ekonomičnost i brzinu gradnje. Prednapete se ploče sve više primjenjuju u grad-



Prostorni model građevine MTC-a

nija konstruktorska ostvarenja. Posebno se ističu gljivaste ploče robne kuće *Međimurka*, prednapeta meka lančanica školske športske dvorane *GOC-a* s rasponom od 56 m i drvena rešetka s prednapetom zategom zatvorenih plivačkih bazena.

Novi *Međimurski tržni centar (MTC)* prvi je u Hrvatskoj izgrađen tehnologijom prednapetih armiranobetonskih monolitnih katnih ploča s kablama koji su u posebnim cijevima i bez izravnog dodira s betonom (*unbonded tension*). Projektanti tih prednapetih ploča su Miljenko Kovač, dipl. ing. građ., *K.A. biro d.o.o.* i Predrag Presečki, dipl. ing. građ., *Međimurje inženjering d.d.* iz Čakovca u suradnji s tvrtkama *BBR i Dreibau* iz Švicarske. Oni su već krajem devedesetih na FIB kongresima (Europski savez za beton) u inozemstvu uočili sve veću primjenu novih tehnologija prednapinjanja

zemstvu su se za svladavanje većih raspona ubrzano rabile prednapete katne ploče manjih dimenzija za svladavanje većih raspona s manjim di-

nji tržnih, poslovnih i garažnih prostora, ali također kod podova i temelja. U Hrvatskoj nije bilo posebnog zanimanja za takvu tehnologiju u pro-



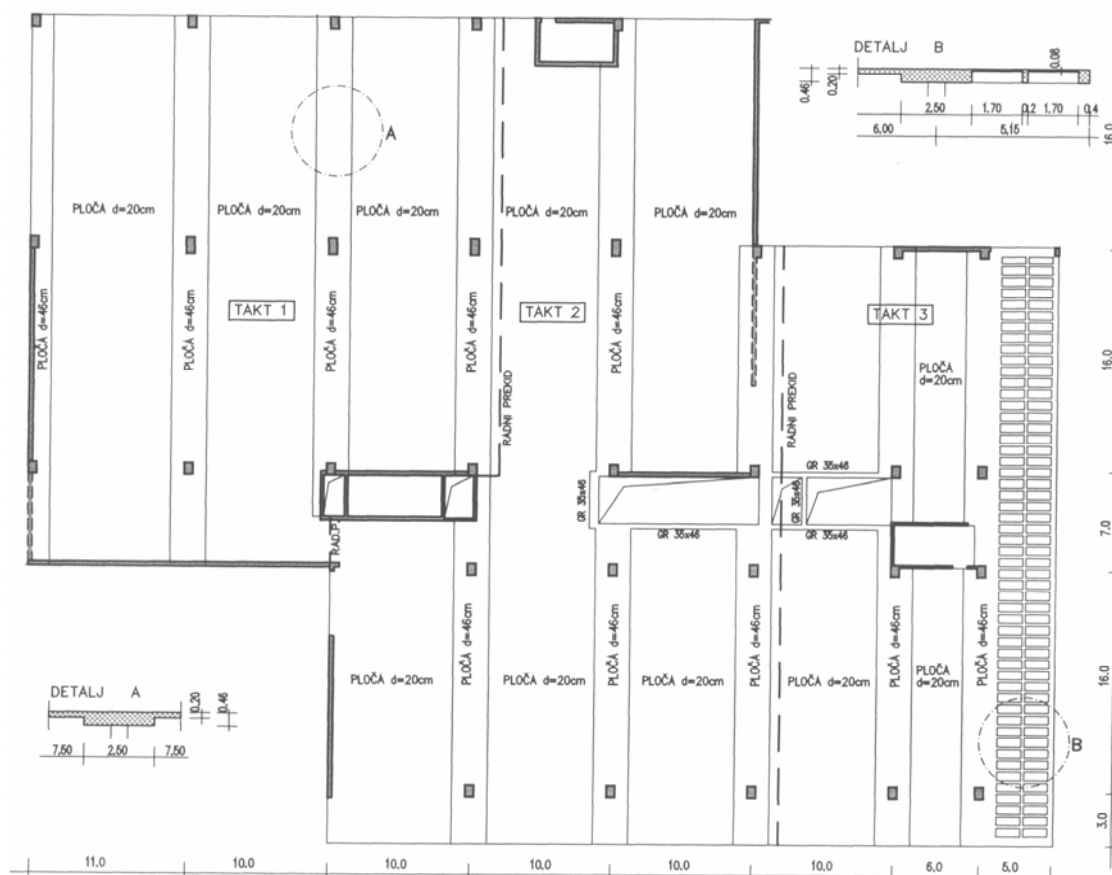
Prvi dio ploče prizemlja prije betoniranja

## Novo tehnologije

jektantskim i izvođačkim tvrtkama, pa stoga ni poticanja investitora. Možda su razlozi tome u izrazitoj podjeli projekatana na one koji se

paketu *GRAFeM* za analizu prednapetih ploča. *BBR-Conex* je kao nositelj licence bezuspješno je pokušavao zainteresirati projektante. Ipak

provedeni programom *GRAFeM*. Tamo su upotrijebljene monolitne prednapete ploče na rasponima 17 i 19 metara.



### Tlocrt ploče prizemlja

bave mostovima i one koji projektiraju ostale armiranobetonske konstrukcije. Pritom se nekako uvriježilo mišljenje da novosti u prednapinjanju spadaju u domenu mostova.

Praksa je u susjednoj Sloveniji nešto drukčija i tu projektanti pokrivaju sve armiranobetonske konstrukcije. Stoga je tamo primjena tehnologije prednapetih ploča počela još 1998., a dosadašnja se ukupna izgrađena ploština mjeri u stotinama tisuća četvornih metara. Krajem devedesetih godina prošlog stoljeća počela je suradnja autora programa *GRAFeM* (M. Kovač i D. Presečki) s prof. dr. sc. Davorinom Kovačićem iz *BBR-Conexa* i Rajkom Veverkom, dipl. ing. građ. iz *HIMK*-a. Razvijen je poseban program u programskom

takav proračun primijenjen je 2004. na multipleks kinu *Kolosej* u Mariboru (projektant: prof. dr. Vukašin Ačanski, *Gradis*), gdje su proračuni

Zgrada *MTC*-a, tlocrtnih dimenzija 72 x 58 m, ima nekoliko posebnosti koje je izdvajaju od ostalih građevina slične namjene, stajalište je glav-



Pogled na prvi dio ploče nakon skidanja oplata





Postavljeni kabeli u zoni zadebljanja ploče

nog projektanta Krešimira Klasića, dipl. ing. arh. Parkiralište se nalazi na II. katu i natkriveno je polikarbonatnim pokrovom, a u prizemlju i na katu predviđen je prodajni prostor s uredima. Primjenom prednapetih stropnih ploča dobio se slobodan prostor velikih dimenzija. Tako su elementi koji ograničavaju oblikovanje prostora (stupovi i grede) svedeni na najmanju moguću mjeru.

Veći je dio horizontalne konstrukcije bio najprije projektiran u rasterima  $16 \times 10$  m, kao sklop montažnih armiranobetonskih greda i koritastih nosača. Nakon procjene da bi monolitna prednapeta katna ploča bila

racionalnija, pristupilo se izmjeni i dopuni glavnog projekta. Ploče iznad prizemlja i kata (ukupne ploštine  $2 \times 3500 \text{ m}^2$ , približno 80 posto tlocrta) projektirane su i izvedene kao prednapete ploče. Zona zadebljanja ploče prizemlja u pravcu većeg raspona iznosi 46 cm i nalazi se u zoni oslonaca, a njezina je širina 250 cm. Između tih zadebljanja debljina je ploče 20 cm. U smjeru većih raspona kabeli su grupirani samo u zoni zadebljanja ploče, a za poprečni smjer smještavaju se ujednačeno po cijeloj ploči s dodatnim progušćenjem u prvim poljima. Na konzolnom završetku od 5 m ploča ima rasteretne kasete s prednapetim rebri. Debljina ploče ove konzole ostala je u visinskom gabaritu zadebljanja iz zone oslonaca, a olakšanjem s donje strane pretvorena je u rebrastu ploču. Ploča kata veće je debljine (55 cm, a između 22 cm) zbog većeg opterećenja krovno-parkirnog prostora.

Prednapinjanje je izvedeno kabelima tipa *BBR-CONA monostrand*, površine  $A_p = 1,5 \text{ cm}^2$ , karakteristične čvrstoće na zatezanje  $f_{pk} = 1860 \text{ N/mm}^2$ . Kabel se nalazi u plastičnoj cijevi tako da se sila unosi u ploču na kraju prednapetoga segmenta ploče. Kabeli prolaze kroz ploče u gornjoj zoni oslonca koji krivuljom kontinuirano prelazi u donju zonu. Zona pri-



Unos sile prednapinjanjem s pomoću preše



Izvedba trećeg dijela ploče prizemlja

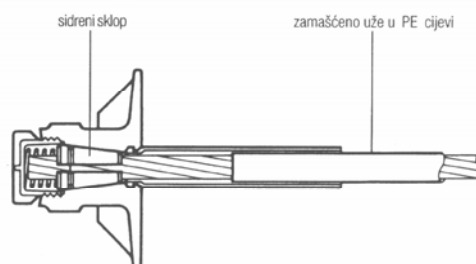
jelaza ima oblik koji određuje težina i krutost kabela te nema potrebe za dodatnim učvršćivanjem visine kabela (tzv. *freier Spanngliedlage* – slobodan oblik vođenja). Ploče su betonirane i prednapete u tri radna dijela s ploštinom od 1000 do 1300 m<sup>2</sup>. Kabeli koji prolaze kroz prekide napinjani su u segmentima s tzv. *intermediate* sustavom ankeriranja. Prednapinjanje je obavljeno nakon što je beton postigao čvrstoću 20 Mpa (predviđena marka betona je MB 40), a zatim se skidala oplata. Sila je na preši za svaki kabel 223,2 KN (0,8 x UTS).



Pogled na izvedene ploče

Prva je ploča sa svoja tri segmenta (od postavljanja oplata do betoniranja zadnjeg dijela) izvedena tijekom prosinca, a time je ostvaren najpovoljniji ciklus od jednog dijela na

tjedan – za postavljanje oplata, armature, kabela, betoniranje i napinjanje.



Skica kabela *BBR T15SUPER Monostrands*

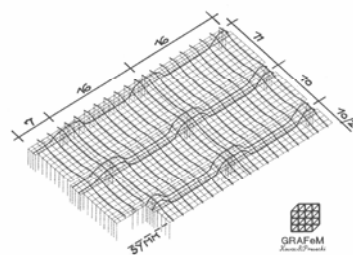
Velik je značaj pritom imala obučenosť djelatnika *Međimurje inženjeringa* i *BBR-Conexa*. Za krovnu je ploču bilo potrebno nešto više vremena zbog blagdana te niskih temperatura i snijega. Usprkos tome nova se tehnologija pokazala kao dobro rješenje, a cijela je konstrukcija dobila posebnu profinjenost i vitkost.

Proračun prednapete ploče obavljen je programima *GRAFeM* i *CEDRUS*. Analizirane se kritične faze, kontrolirani pomaci, stanje naprezanja i količina potrebne armature. Srednja ravnina različitih debljina ploče nije uzeta kao zajednička već je svaka računana u svojoj ravnini, a time je u potpunosti iskorišten učinak T-pres-

jeka. Skokovi čvorova srednjih ravnina ploča i čvorovi ekscentričnog vođenja kabela, riješeni su kinematskim vezama, a ta su rješenja kao autorski doprinos ugrađena u program *GRAFeM*.

Direktor tvrtke *Međimurje inženjering* Ivica Zanjkó, dipl. ing. građ., posebno je bio ponosan što se zgrada *MTC-a* projektirala i izgradila u vrlo kratkom vremenu i u zimskim uvjetima. Gradnja je počela 15. studenog 2005., a do 15. svibnja 2006. završit će svi građevinski radovi, bez završnih radova. Tehnologijom prednapetih armiranobetonskih monolitnih ploča ostvarene su velike vremenske i financijske uštede. Grubi će građevinski radovi stajati 50 milijuna kuna, a ukupna će cijena cijele građevine biti 80 milijuna kn. U projektiranju i građenju *MTC-a* valja istaknuti Mladena Panića, dipl.

ing. građ. u ugovaranju i inženjeringu te Ivana Tomašića, dipl. ing. građ.,



Model karakterističnog segmenta za analizu programom *GRAFeM*

projektanta konstrukcije klasičnog dijela građevine. Velik je bio doprinos Damira Pavičića, dipl. ing. građ., iz *BBR-Conexa* u usklađivanju projekta i rješavanja problema na gradilištu.

Predrag Presečki, dipl. ing. građ.