

GRADBENI VESTNIK

december 2011

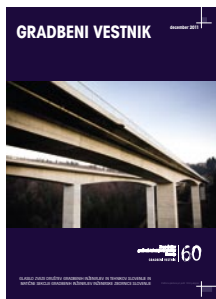


Zveza društev
gradbenih inženirjev in tehnikov
Slovenije
GRADBENI VESTNIK

60

GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE IN
MATIČNE SEKCIJE GRADBENIH INŽENIRJEV INŽENIRSKO ZBORNICE SLOVENIJE

Poština plačana pri pošti 1102 Ljubljana



Gradbeni vestnik • GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE in MATIČNE SEKCIJE GRADBENIH INŽENIRJEV INŽENIRSKO ZBORNICE SLOVENIJE

UDK-UDC 05 : 625; ISSN 0017-2774
Ljubljana, december 2011, letnik 60, str. 309-340

Izdajatelj:

Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS), Leskoškova 9e, 1000 Ljubljana, telefon 01 52 40 200; faks 01 52 40 199 v sodelovanju z **Matično sekcijo gradbenih inženirjev Inženirske zbornice Slovenije (MSG IZS)**, ob podpori **Javne agencije za knjigo RS, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani** in **Zavoda za gradbeništvo Slovenije**

Izdajateljski svet:

ZDGITS: **mag. Andrej Kerin**
prof. dr. Matjaž Mikoš
Jakob Presečnik
MSG IZS: **Gorazd Humar**
mag. Črtomir Remec
doc. dr. Branko Zadnik
FGG Ljubljana: **doc. dr. Marijan Žura**
FG Maribor: **Milan Kuhta**
ZAG: **prof. dr. Miha Tomaževič**

Glavni in odgovorni urednik:

prof. dr. Janez Duhovnik

Sodelavec pri MSG IZS:

Jan Kristjan Juteršek

Lektor:

Jan Grabnar

Lektorica angleških povzetkov:

Darja Okorn

Tajnica:

Eva Okorn

Oblikovalska zasnova:

Mateja Goršič

Tehnično urejanje, prelom in tisk:

Kočevski tisk

Naklada:

3000 izvodov

Podatki o objavah v reviji so navedeni v bibliografskih bazah COBISS in ICONDA (The Int. Construction Database) ter na

<http://www.zveza-dgits.si>

Letno izide 12 števil. Letna naročnina za individualne naročnike znaša 22,95 EUR; za študente in upokojence 9,18 EUR; za družbe, ustanove in samostojne podjetnike 169,79 EUR za en izvod revije; za naročnike iz tujine 80,00 EUR. V ceni je vstrel DDV.

Poslovni račun ZDGITS pri NLB Ljubljana:
SI56 0201 7001 5398 955

Navodila avtorjem za pripravo člankov in drugih prispevkov

1. Uredništvo sprejema v objavo znanstvene in strokovne članke s področja gradbeništva in druge prispevke, pomembne in zanimive za gradbeno stroko.
2. Znanstvene in strokovne članke pred objavo pregleda najmanj en anonimen recenzent, ki ga določi glavni in odgovorni urednik.
3. Članki (razen angleških povzetkov) in prispevki morajo biti napisani v slovenščini.
4. Besedilo mora biti zapisano z znaki velikosti 12 točk in z dvojnimi presledki med vrsticami.
5. Prispevki morajo vsebovati naslov, imena in priimke avtorjev z nazivi in naslovi ter besedilo.
6. Članki morajo obvezno vsebovati: naslov članka v slovenščini (velike črke); naslov članka v angleščini (velike črke); znanstveni naziv, imena in priimke avtorjev, navadni in elektronski naslov; oznako, ali je članek strokoven ali znanstven; naslov POVZETEK in povzetek v slovenščini; naslov SUMMARY in povzetek v angleščini; naslov UVOD in besedilo uvoda; naslov naslednjega poglavja (velike črke) in besedilo poglavja; naslov razdelka in besedilo razdelka (neobvezno); ... naslov SKLEP in besedilo sklepa; naslov ZAHVALA in besedilo zahvale (neobvezno); naslov LITERATURA in seznam literature; naslov DODATEK in besedilo dodatka (neobvezno). Če je dodatkov več, so ti označeni še z A, B, C itn.
7. Poglavlja in razdelki so lahko oštevilčeni. Poglavlja se oštevilčijo brez končnih pik. Denimo: 1 UVOD; 2 GRADNJA AVTOCESTNEGA ODSEKA; 2.1 Avtocestni odsek ... 3 ...; 3.1 ... itd.
8. Slike (risbe in fotografije s primerno ločljivostjo) in preglednice morajo biti razporejene in omenjene po vrstnem redu v besedilu prispevka, oštevilčene in opremljene s podnapisi, ki pojasnjujejo njihovo vsebino.
9. Enačbe morajo biti na desnem robu označene z zaporedno številko v okroglem oklepaju.
10. Kot decimalno ločilo je treba uporabljati vejico.
11. Uporabljena in citirana dela morajo biti navedena med besedilom prispevka z oznako v obliki oglatih oklepajev: (priimek prvega avtorja, leto objave). V istem letu objavljena dela istega avtorja morajo biti označena še z oznakami a, b, c itn.
12. V poglavju LITERATURA so uporabljena in citirana dela razvrščena po abecednem redu priimkov prvih avtorjev in opisana z naslednjimi podatki: priimek, začetnica imena prvega avtorja, priimki in začetnice imen drugih avtorjev, naslov dela, način objave, leto objave.
13. Način objave je opisan s podatki: knjige: založba; revije: ime revije, založba, letnik, številka, strani od do; zborniki: naziv sestanka, organizator, kraj in datum sestanka, strani od do; raziskovalna poročila: vrsta poročila, naročnik, oznaka pogodbe; za druge vrste virov: kratek opis, npr. v zasebnem pogovoru.
14. Prispevke je treba poslati v elektronski obliki v formatu MS WORD glavnemu in odgovornemu uredniku na e-naslov: janez.duhovnik@fgg.uni-lj.si. V sporočilu mora avtor napisati, kakšna je po njegovem mnenju vsebina članka (pretežno znanstvena, pretežno strokovna) oziroma za katero rubriko je po njegovem mnenju prispevek primeren.

Uredništvo

Vsebina • Contents

Voščilo

stran **310**

Miro Vrbeč, univ. dipl. inž. grad.
VOŠČILO PREDSEDNIKA ZDGITS

In memoriam

stran **311**

Jože Barič, univ. dipl. inž. grad.
STANISLAV PAVLIN, UNIV. DIPL. INŽ. GRAD. (1929–2011)

Nagrajeni gradbeniki

stran **312**

prof. dr. Janez Duhovnik, univ. dipl. inž. grad.
NAGRADE IZS ZA LETO 2011

Članki • Papers

stran **314**

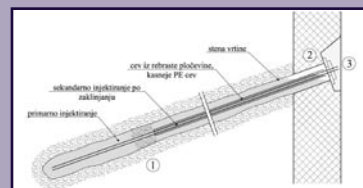
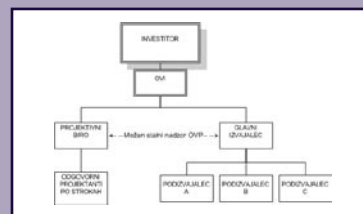
doc. dr. Nataša Šuman, univ. dipl. inž. grad.
Borut Skornšek, dipl. inž. grad.
**VLOGA IN POMEN UVEDBE ADMINISTRACIJE GRADBENIH PROJEKTOV
S PODPORO PROJEKTNEGA PORTALA**
SIGNIFICANCE OF IMPLEMENTATION OF CONSTRUCTION PROJECT
ADMINISTRATION WITH PROJECT PORTAL SUPPORT

stran **323**

dr. Gregor Petkovšek, univ. dipl. inž. grad.
ANALIZA VIŠINSKIH NAPAK PRI POENOSTAVLJANJU POVRŠIN
ANALYSIS OF ERRORS IN ELEVATION FOR SIMPLIFIED SURFACE

stran **328**

dr. Iztok Klemenc, univ. dipl. inž. grad.
**ZGODOVINSKI PREGLED RAZVOJA SISTEMOV PREDNAPENJANJA IN TRAJNIH
PREDNAPETIH GEOTEHNIČNIH SIDER**
HISTORICAL OVERVIEW OF PRESTRESSING SYSTEMS AND PERMANENT
PRESTRESSED GROUND ANCHORS



Obvestila ZDGITS

stran **322**

Razpored pripravljanih seminarjev in strokovnih izpitov

Vsebina letnika 60/2011

stran **339**

Novi diplomanti

J. K. Juteršek, univ. dipl. inž. grad.

Koledar prireditev

J. K. Juteršek, univ. dipl. inž. grad.

Slika na naslovnici: Viadukt Peračica na gorenjski avtocesti, foto Miloš Todorović

VOŠČILO PREDSEDNIKA ZDGITS



Spoštovani inženirji in tehniki!

Prav lepo pozdravljeni v prazničnem mesecu ob koncu starega leta 2011. Če se ozremo na preteklo leto, ne najdemo prav spodbudnih dogodkov v gradbeništvu. Kar nekaj velikih »gradbenikov« je odšlo z veliko prahu in pompa, predvsem pa v slabi luči. Javnost je dala svoje, kar je dodatno znižalo ugled gradbenikov na splošno. V resnici pa so dejstva precej drugačna, kot je napisano v medijih. Povpraševanje po storitvah v gradbeništvu so se prepolovila. Denarja za nove investicije preprosto ni. Nepremičninski trg je skoraj nepremičen, kupuje se zelo malo, pa veliko prodaja. Tudi tu se vidi, da ni denarja, ni kupcev in ni novih investitorjev. Državni proračun je prazen kot že dolgo ne, drugih večjih investitorjev pa ni. Tako tudi v naslednjem letu ne pričakujemo večjih premikov. Če čudeža ne bo, bomo morali inženirji in tehniki poskrbeti sami zase, da preživimo, saj je dela premalo.

Dogodki nam trenutno niso naklonjeni. Ne glede na vse pa so društva gradbenih tehnikov in inženirjev delovala. Tudi zveza deluje še zadovoljivo. Pričakujemo več težav z denarjem, kar je posledica težjega stanja, v katerem so se znašli člani društev in gradbena podjetja.

V letu 2011 so se dogajale tudi lepe stvari. Zgrajenih je bilo več novih objektov, odprli so še zadnji odsek avtoceste na Gorenjskem.

V novem letu 2012 želim vsem inženirjem in tehnikom predvsem dovolj dela. Če ga ne najdete doma, si ga iščite v tujini. Če ostanete brez dela, pomeni, da ostanete tudi brez stroke, da nazadujete, se ne izpopolnujete in ne rastete. Reference z leti hitro potečejo, znanje in praksa pa se skrhata, zaostaneta za razvojem, saj tudi tehnologija v gradbeništvu ni nekaj stalnega, ampak se razvija.

Tako kot sem napisal lani, velja tudi letos, ne glede na vse moramo predvsem delati, da ohranimo stroko in kondicijo za jutrišnji dan. Z delom pridobimo nove izkušnje, z delom drugje, v tujini, pa obvladamo tuje trge, ki so neprimerno večji in nudijo več v vseh pogledih. Tako je bolje tudi za prihodnost, saj imamo več možnosti. Za vse, ki ostajamo »doma«, pa velja več potrpljenja, medtem ko čakamo na čudež.

Vsem članom društev ZDGITS želim veliko uspeha in zadovoljstva pri svojem delu ter veliko zdravja in sreče v novem letu 2012.

Miro Vrbeč, univ. dipl. inž. grad.
Predsednik ZDGITS

*Vsem bralcem, avtorjem in recenzentom Gradbenega vestnika želita
lepe božične praznike in srečno ter zdravo novo leto 2012
Izdajateljski svet in uredništvo*

STANISLAV PAVLIN, UNIV. DIPL. INŽ. GRAD. (1929–2011)



Konec aprila 2011 je po kratki in težki bolezni v 82. letu življenja za vedno odšel naš Stane, spoštovani stanovski kolega, sodelavec, prijatelj in dolgoletni aktivni član Društva gradbenih

inženirjev in tehnikov Novo mesto.

Zapustila nas je legenda vodarske stroke na Dolenjskem in starosta našega društva.

Rojen je bil 16. avgusta 1929 v Kostanjevici na Krki. Osnovno šolo je obiskoval najprej v Kostanjevici in po letu 1938 v Novem mestu. Šolo je nadaljeval na Gimnaziji Novo mesto, kjer je leta 1948 maturiral. Študiral je v Ljubljani. Želja po študiju tehnične fizike se mu ni uresničila, ker takrat tega oddelka na Univerzi v Ljubljani še ni bilo. Študij je pričel na elektrooddelku tehnične fakultete. Zaradi pomanjkanja sredstev je bil po dveh semestrih prisiljen prekiniti študij na elektrooddelku in se preusmeriti na oddelek za gradbeništvo, kjer so bile na razpolago štipendije.

Štipendije so leta 1950 popolnoma usahnile, zato se je bil prisiljen odtlej preživljati s honorarnim delom v vodogradbenem laboratoriju fakultete. S tem se je Stane zavestno odločil za vodarstvo, čemur je bil zvest do konca življenja. Takrat se je prvič srečal z velikimi projekti, kot so Hidroelektrarna Vuzenica, Hidroelektrarna Jablanica in drugi. Ker se je izredno izkazal pri delu, je bil na pobudo profesorjev nagrajen s štipendijo tedanje Uprave za vodno gospodarstvo LRS. Študij je zaključil leta 1956.

Med obvezno študijsko prakso se je prvič srečal s problematiko reševanja posledic obsežnih poplav v Posavju leta 1954, kjer si je nabiral prve izkušnje. Še posebno je raziskoval območja pritokov reke Save na Blanščici in Sevnici. Takrat je spoznal, da mu je to področje dela pisano na kožo, in je dokončno zaplaval v te vode.

Po odsluženju vojaškega roka leta 1957 je začel delati pri Sekciji za spodnjo Savo v Brežicah, z nalogo upravljati reko Savo z vsemi pritoki, od Zidanega Mostu dolvodno,

in celotni del Kolpe s pritoki. Na tem mestu je bil zaposlen do leta 1961 kot operativec in projektant, nato je dve leti opravljal nalogo vodje projektive pri Splošni vodni skupnosti Dolenjske s sedežem v Novem mestu.

Leta 1963 sta si z življenjsko sopotnico Andrejo ustvarila topel družinski dom, v katerem se jima je rodila hčerka Nataša.

Zaradi gospodarske reforme in kriznih časov v vodarstvu se je bil od leta 1963 prisiljen preizkusiti v gradbeništvu tudi na drugih področjih. Pri SGP Pionir Novo mesto je delal na področju stanovanjske in industrijske gradnje, pri Tehnogradnjah Maribor na nizkih in hidrotehničnih gradnjah in pri Komunah projektu Maribor na hidrotehničnih projektih. Leta 1965 se je ponovno vrnil na delovno mesto vodje projektive pri Splošni vodni skupnosti Dolenjske v Novem mestu. Po ustanovitvi vodnogospodarskih podjetij leta 1975 je prevzel vodenje vodnogospodarskega sektorja pri Vodnogospodarskem podjetju Novo mesto, kjer je ostal do upokojitve leta 1997.

Kot dober strokovnjak je bil vedno nepogrešljivi član raznih republiških in zveznih komisij tedanje Jugoslavije, predvsem pri upravljanju povodja reke Save. Bil je tudi član revizorskih komisij večjih projektov tega področja. Bil je cenjen in znan strokovnjak na področju vodarstva, od Ljubljane do poslednjega kotička nekdanje Jugoslavije.

S svojim delom je bil vedno v neposrednem stiku z naravo, kar je v njem razvilo še bolj prefinjen, že tako prirojen občutek do narave. V mladosti je prehodil in prekolesaril vsak kotiček Slovenije. Pozneje je z avtomobilom prepoval celotno Jugoslavijo. Ob tem si je vzel čas, poiskal sogovornike pri domačinih in neposredno od njih izvedel vse podatke za potrebe stroke. V veliko veselje mu je bilo pogovarjati se z ljudmi o zgodovini, znamenitostih, običajih, kulturi, arhitekturi kraja, o spreminjanju narave, vremenskih spremembah in še o marsičem, kar je bilo povezano z njihovim krajem. To vse si je pridno zapisoval na papir in v svoj spomin. Tako je spoznal do potankosti vso Slovenijo in tudi večji del takratne Jugoslavije, kar je uspešno uporabljal pri svojem delu.

Ves čas poklicne poti je bil mentor mlajšim prihajajočim kolegom, na katere je prenašal svoje dragocene operativne, projektantske, strokovne in življenjske izkušnje in jim bil tudi velik vzornik.

Vseskozi, od študentskih dni pa do zadnjega, je bil aktiven član različnih strokovnih in kulturnih društev, kot so Društvo gradbenih inženirjev in tehnikov Novo mesto, Društvo vodarjev Slovenije, Slovensko društvo za namakanje in odvodnjo ter druga društva. Brez njegove udeležbe ni minila nobena kulturna prireditev ob pustovanju »Prforcenhaus« v Kostanjevici na Krki.

V Društvu gradbenih inženirjev in tehnikov Novo mesto je bil aktivni član od začetka svoje poklicne kariere. Pri tem je opravljal različne naloge. Najljubša mu je bila načrtovati in sodelovati pri organizaciji strokovnih ekskurzij. S svojim poznavanjem krajev, narave, okolja, terenskih razmer in drugih strokovnih in zgodovinskih podatkov je bil nepogrešljivi strokovni in turistični vodič marsikatere ekskurzije.

Prav ob smrti dragega kolega Staneta smo zaključevali pripravo izdaje zbornika Društva gradbenih inženirjev in tehnikov Novo mesto ob 60. obletnici obstoja društva, pri čemer je še dejavno sodeloval in v svoje prispevke vložil poslednje atome moči.

Vsa leta do konca življenja je bil redni udeleženelec vsakoletnih strokovnih posvetov in pohodov ter srečanj v organizaciji Društva vodarjev.

Dolga leta je bil aktivni predstavnik Društva gradbenih inženirjev in tehnikov Novo mesto v Zvezi društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, kjer je bil vidni član uredniškega odbora revije Gradbeni vestnik.

Za aktivno delo v društvu je prejel priznanji za zaslužnega in častnega člana Zveze društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije.

Stanislav Pavlin bo vedno ostal zapisan v zgodovino gradbeništva in hidrotehnike Slovenije, še zlasti v srcih kolegov in prijateljev.

**Jože Barič, univ. dipl. inž. grad.
DGIT Novo mesto**

NAGRADE IZS ZA LETO 2011

Na prvem regionalnem dnevu inženirjev 25. 10. 2011 v Mariboru je IZS podelila nagrade tudi več gradbenikom. V nadaljevanju povzemamo utemeljive nagrad, ki so jih za posamezne kandidate pripravili člani in organi IZS.

Nagrado IZS za inženirski dosežek je prejel:



Boris Fakin, univ. dipl. inž. grad., ki se je kot odgovorni projektant načrta gradbenih konstrukcij pri PGD stolpnice Kristalna palača v Ljubljani izkazal z inovativnim inženirskim pristopom pri izvedbi

sedaj najvišje stavbe v Sloveniji, visoke 89,63 m. Stolpnica je zasnovana kot armiranobetonska konstrukcija, sestavljena iz osrednjega togega jedra iz sten, v katerem so dvigala in stopnišče, ter vzdolžnih in prečnih okvirjev, ki so povezani z osrednjim jedrom preko medetažnih plošč debeline 25 cm. Objekt ima tri podzemne etaže, v katerih so predvsem parkirišča, in 24 nadzemnih etaž. Objekt je temeljen na masivni, armiranobetonski plošči, podprti s piloti. Tloris objekta je v kletnih etažah in prtljičju pravokoten in ima dimenzije 45 x 60 m, etaže nad prtljičjem pa so približno kvadratne oblike. Tloris tipične etaže meri v povprečju okoli 38 x 31 m, dimenzije pa se z višino spreminjajo. Jedro iz sten, ki je blizu geometričnega središča tlorisa, deluje ugodno pri vodovarnih obtežbah vetra in potresa.

Nagradi IZS za več inženirskih dosežkov sta prejela:



dr. Bruno Dujić, univ. dipl. inž. grad., se od leta 1999 dalje intenzivno ukvarja z raziskavami in projektiranjem lesenih konstrukcij na potresnih področjih. Pri pripravi doktorske naloge se je leta

2000 priključil ameriškemu projektu CUREE-

Caltech Woodframe in za računsko napoved dinamičnega odziva dvoetažne lesene hiše leta 2001 prejel zahvalo konzorcija ameriških univerz CUREE (Consortium of Universities for Research in Earthquake Engineering). Leta 2006 je ustanovil podjetje CBD, d. o. o., ki sodeluje s proizvajalci lesenih objektov v Sloveniji. V sodelovanju z njimi ter s proizvajalci križno lepljenih lesenih masivnih plošč in drugih novih lesenih konstrukcij snuje rešitve v smeri ekološke, energetske varčne in potresno varne gradnje tako enodružinskih hiš kot večstanovanjskih, večnadstropnih, poslovnih in industrijskih objektov. Kot raziskovalec sodeluje pri razvoju novih tehnologij lesene gradnje in na projektantskem področju uvaja nova znanja v vsakdanjo gradbeno prakso. Z uporabo inženirskih inovacij in s kombiniranjem znanja z različnih področij je dr. Bruno Dujić v zadnjih petih letih projektiral, konstruiral in nadziral izvedbo lesenih objektov, ki so odmeven dosežek na področju graditve lesenih objektov v Sloveniji.



izr. prof. dr. Franc Saje, univ. dipl. inž. grad., ki je kot odgovorni projektant izdelal projekt gradbenih konstrukcij dveh smučarskih skakalnic v Erzurumu v Turčiji ter idejno zasnovo in idejni projekt

stolpnice in trgovskega dela Kristalne palače v Ljubljani ter PGD in PZI nižjega dela. Večja od obeh skakalnic K125 je armiranobetonska konstrukcija z nadzemno višino 53,30 m in podzemno globino temeljev 6,28 m. Konstrukcijo sestavljata dva elementa. Prvi je stolp z navpičnim komunikacijskim jedrom, ki vsebuje stopnišče in jašek za dvigalo, prostor za ogrevanje skakalcev in restavracijo. Drugega sestavljata nalet in odskočna rampa. Nalet je zasnovan kot kontinuirana konstrukcija s škatlastim prerezom, ki ga pri odskočni rampi podpirajo temelji, v sredini pa podporni steber. V zgornjem delu je nalet s tremi sidrišči povezan s stolpom. Pri stolpnici Kristalne palače je posebnost višina, pri trgovskem delu pa so poseben izziv predstavljale plošče velikih razponov brez dilatacij.

Nagrade IZS za življenjsko delo so prejeli:



prof. dr. Marko Breznik, univ. dipl. inž. grad. in univ. dipl. inž. geol., ki je v strokovni srenji, v kateri deluje že preko 60 let, pustil neizbrisen pečat. Po diplomii iz gradbeništva leta 1947 na Tehniški fakulteti v

Ljubljani je sprva deloval kot projektant pri različnih podjetjih. Projektiral je rečne pregrade za nastajajoče elektrarne v Sloveniji in Črni gori. Pri tem delu se je povsod srečeval s problemi, ki so bili povezani hidrogeološkimi razmerami. Zato je 1964. opravil tudi študij geologije na ljubljanski Fakulteti za naravoslovje in tehnologijo. Delo je nato nadaljeval predvsem v okviru hidrogeologije. Iz tega časa so še za današnji čas dragoceni njegovi raziskovalni zaključki o sestavi in potencialu Ljubljanskega polja, ki predstavlja pomemben vir pitne vode za Ljubljano. Njegovo pionirsko delo iz tega časa je razvoj metodologije za določitev vodovarstvenih območij, s čimer je bila vsaj na območjih večjih črpališč pitne vode za javno vodooskrbo zagotovljena kakovostna raven večine slovenskih medzrnskih vodonosnikov. V tem času je kot izvedenec ZN vodil raziskave za pitno vodo v Siriji, dela pa je od leta 1968 do 1971 nadaljeval kot ekspert ZN FAG pri sanaciji zaslanjenih kraških izvirov na Kreti. Po doseženem doktoratu leta 1972 iz geologije na FNT v Ljubljani je vodil hidrogeološke raziskave v Republiki Mali. Po letu 1974, ko je bil izvoljen za izrednega profesorja za predmete hidrotehnični objekti in vodne moči na Fakulteti za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, je nadaljeval svoje pedagoško delo tudi z uvajanjem novih predmetov: podzemne vode in zaščita voda na FGG in FNT. Leta 1980 je postal redni profesor na FGG in se na tem mestu 1989. upokojil. Tudi po upokojitvi je ostal pozoren in kritičen opazovalec dogajanj v stroki in napisal je številne argumentirane članke, ki so izšli v številnih časopisih in revijah. Na podlagi bogatih izkušenj, podkrepjenih s številnimi primeri, je leta 1998 napisal obsežno knjigo Zadrževalniki in globoki vodnjaki na Krasu (Storage Reservoirs and Deep Wells in Karst Regions), ki jo je v angleščini izdal pri nizozemski založbi A. A. Balkema.



prof. dr. Franci Kržič, univ. dipl. inž. grad., ki je prvo obdobje svoje poklicne kariere vezal na delo s področja jeklenih in sovprežnih konstrukcij, ki je obsegalo projektiranje, kontrolo izdelave in montaže, obremenilne preizkušnje, revidiranje projektov in pisanje strokovnih ekspertiz. V sedemdesetih letih je prof. Kržič postal eden najvidnejših slovenskih in jugoslovanskih projektantov jeklenih in sovprežnih konstrukcij. Projektantski opus prof. Kržiča je izjemno obsežen. Projektiral je pomembne stavbe in mostove in se v zgodovino slovenskega gradbeništva zapisal kot pionir na področju uvajanja sovprežnih konstrukcij iz betona in jekla. Med mostovi so poznani: cestni most preko plazu pri Trojanah – to je prvi sovprežni most v Sloveniji, nadalje viadukt Lešnica, most pri Ruti čez Dravo, most preko Save v Tacnu, most preko Save v Kranju, med stavbami je znana 16-nadstropna stolpnica na Bavarskem dvoru iz izjemno drzno in vitko jekleno konstrukcijo, nadalje stavba PTT, Trgovski center Slovenijales, NAMA v Novem Sadu, blagovne hiše v Osijeku, Ledna dvorana v Mariboru, kopališči Tivoli in Ježica ter številni industrijski objekti. Njegovi projekti se odlikujejo z inovativnostjo, saj nikoli ni okleval pri uvajanju najsodobnejših tehnoloških rešitev. Prof. Kržič je bil zelo aktiven tudi na področju standardizacije, med drugim je bil avtor prvega jugoslovanskega tehničnega predpisa za projektiranje sovprežnih konstrukcij. Ko se je leta 1983 iz Inštituta za metalne konstrukcije preselil na Fakulteto za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, je svoje izjemne projektantske izkušnje začel z veliko zagnanostjo prenašati na študente gradbeništva in sodelavce Katedre za metalne konstrukcije. Bil je mentor mnogim diplomantom. Vse do današnjih dni pa je ostal zvest stroki in še vedno deluje kot aktivni projektant in revident pri več zahtevnih objektih. S svojim izjemno bogatim in uspešnim več kot 50-letnim delovanjem v stroki je pomembno prispeval k razvoju slovenskega gradbeništva.



prof. dr. Mitja Rismal, univ. dipl. inž. grad., ki je vodilni slovenski strokovnjak, raziskovalec, inovator, projektant in univerzitetni učitelj. Njegovo angažirano strokovno delovanje

je prisotno in odmevno v vsej njegovi dolgi karieri. Še danes se prizadevno oglašava v strokovnih glasilih in na posvetovanjih z obravnavo pereče problematike oskrbe z vodo ter varstva voda in okolja. Med njegove najpomembnejše dosežke šteje saniranje Blejskega jezera z uvedbo sodobnih limnoloških metod matematičnega modeliranja in objektivne presoje med površinskim dovodom sveže vode in odvzedom »zagnite« hipolimnijske vode z natega. Vpeljal je sodobne modele in rešitve za zaščito in bogatenje podtalnice Urbanskega platoja, kar zagotavlja Mariboru nemoteno oskrbo z zdravim pitno vodo in zaščito pred onesnaženjem z območja mesta. Za čistilni napravi za pitno vodo v Ljutomeru in Ormožu je zasnoval tehnološki proces za eliminacijo amonijaka, železa in mangana iz pitne podtalnice z angažiranjem naravnih samočistilnih procesov v podzemlju. Za aktualni projekt oskrbe Pomurja s pitno vodo je izdelal tehnološke podlage za načrtovanje vodnih virov. Na področju vodarstva je pri nas uvedel matematično modeliranje kakovosti rečnih in zajezenih voda za presojo možnih kakovostnih sprememb Save, Mure in Soče zaradi izgradnje hidrocentral. Prof. Rismal je realiziral blizu 40 večjih študij in projektov. Naj omenimo le najpomembnejše. Kot prvo lahko navedemo Analizo in določitev potrebnih varnostnih ukrepov za zaščito podtalnice zaradi izkopa gramoza pod gladino talne vode do neprepustne podlage v Hočah. Za čistilno napravo odpadnih voda Žalca in okolice v Kasazah je uvedel sodobno tehnološko rešitev z zaključenim cevni reaktorjem s simultano nitrifikacijo in denitrifikacijo ter aerobno stabilizacijo blata. Sodeloval je pri študiji ekološko in agronomsko smotno uporabo gnojevke z velikih prašičjih farm v Sloveniji. Kot prvi v Sloveniji je izdelal tehnološko rešitev III. stopenjskega čiščenja odpadnih voda Rogaške Slatine za zaščito Vonarskega jezera. Izdelal je hidrološko študijo in limnološki model za načrtovano vodno akumulacijo Padež za preskrbo slovenske obale s pitno vodo ter v okviru jugoslovansko-avstrijske mednarodne komisije, ki obravnava energetske izrabo zajezeno Bistrice na slovensko-avstrijski meji, izdelal limnološki model kakovosti v zajezeni vodi. Kot odgovorni projektant je realiziral deset komunalnih čistilnih naprav.

Na področju urbane hidrologije je s sodelavci uveljavil sodobne matematične modele, ki omogočajo racionalnejše reševanje odvodnje urbanih površin. Poleg optimiziranih rešitev kanalskih omrežij v Mariboru, Celju, Murski Soboti in drugih je njegov prispevek tudi

preprečevanje katastrofalnih poplav v Novi Gorici.

Častni član IZS je postal:



Gorazd Humar, univ. dipl. inž. grad., ki je eden od ustanovnih in hkrati tudi eden od najaktivnejših članov IZS. S svojim delom in njemu lastnim entuziazmom je deloval kot predsednik komisije za

kulturno dediščino IZS ter v mandatu 2001–2005 vodil upravni odbor Matične sekcije gradbenih inženirjev, katerega zelo aktivni član je tudi danes. Posebno pomembno je njegovo publicistično delo, kjer kot avtor več poljudnoznanstveno-tehničnih knjig ohranja zanamcem kulturno vrednost gradbenih konstrukcij, še zlasti mostov, ki so mu tudi kot graditelju življenjska nit. V svojih delih javnosti odkriva tudi slovenske vrhunske gradbenike, ki so se v zgodovini uveljavili v svetu. Je tudi član uredniškega odbora Gradbenega vestnika, katerega soizdajatelj je MSG. V mednarodnem prostoru je Gorazd Humar kot član in predstavnik naše zbornice v preteklosti vzpostavil kontakt z Evropskim svetom gradbenih inženirjev (ECCE – European Council of Civil Engineers) ter dolga leta deloval v njegovih organih kot predstavnik IZS oziroma MSG. Trenutno temu forumu, ki združuje 24 držav, tudi uspešno predseduje. Tudi v tem mednarodnem okolju se je pokazala njegova nagnjenost do publiciranja in pripadnosti matični stroki. Tako je v letu 2009 zelo uspešno organiziral in uredil monografijo Civil Engineering Heritage in Europe, v kateri je prikazana grajena dediščina Evrope tudi z bogatim slovenskim prispevkom. S svojim neumornim, vztrajnim in izredno kvalitetnim delom je izjemno prispeval k strokovnosti, prepoznavnosti in odmevnosti IZS v Sloveniji in v mednarodnem prostoru.

prof. dr. Janez Duhovnik, univ. dipl. inž. grad.

VLOGA IN POMEN UVEDBE ADMINISTRACIJE GRADBENIH PROJEKTOV S PODPORO PROJEKTNEGA PORTALA

SIGNIFICANCE OF IMPLEMENTATION OF CONSTRUCTION PROJECT ADMINISTRATION WITH PROJECT PORTAL SUPPORT

doc. dr. Nataša Šuman, univ. dipl. inž. grad.

Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo
Smetanova ulica 17, 2000 Maribor

Borut Skornšek, dipl. inž. grad.

BRP investments Ltd, Tržaška 135, 1000 Ljubljana

Znanstveni članek

UDK: 65.01/.07:69.008

Povzetek | Gradbeni projekti predstavljajo kompleksen, interdisciplinaren, ciljno usmerjen investicijski proces. Svojstva gradbene dejavnosti, kot so dejstva, da se za gradbene objekte angažira veliko sredstev, da je njihova uporaba dolgotrajna in da z vsakim objektom pozidamo del narave, narekujejo potrebo po učinkovitem strokovnem in tudi družbenem nazoru nad gradbenimi aktivnostmi in posegi. Slabo zasnovani, izvedeni ter vodeni in upravljani gradbeni projekti dolgoročno vplivajo na kakovost razvoja celotne družbe ter zahtevajo dodatna sredstva za vzdrževanje, obnovo in uporabo neustrezno zasnovanih ali zgrajenih objektov. Za namen učinkovitega vodenja in upravljanja gradbenih projektov skozi različne faze je v članku predstavljen sistem administracije gradbenih projektov, katerega uporaba zagotavlja kakovostno in ekonomsko uspešno izvedbo projekta. Administracija gradbenih projektov (AGP) je predstavljena kot sistem za optimalno ureditev poslovanja in vključevanja udeležencev procesa graditve v skladu s specifičnimi zahtevami posameznega projekta. V prispevku so podani analiza zakonodaje in sedanje prakse izvajanja gradbenih projektov ter nekateri predlogi za izboljšave. Posebna pozornost je namenjena predlogu uveljavitve novega udeleženca v procesu graditve objektov t. i. odgovornega vodje investicije (OVI). Nov udeleženec bi lahko v skladu z dodeljenimi kompetencami zagotavljal ustrezne nivoje izvedbe gradbenega projekta v okviru sistema AGP. Med predlogi za izboljšave izstopata oblikovanje modificirane organiziranosti projekta ob vključitvi OVI in uvedba projektnega portala kot orodja za podporo učinkovitega delovanja AGP v praksi vodenja gradbenih projektov.

Summary | Construction projects are complex, interdisciplinary, object oriented investment processes. The characteristics of construction industry, such as the fact that every single construction represents huge financial funds, that it has long duration, and that with every building we construct a part of nature, require the needs for an effective expert and social supervision of construction activities. Hence badly designed, constructed and managed projects have a long-term influence on the quality of social development and request additional funding for building maintenance and renovation. For the purpose of setting the effective management of a construction project we suggest the implemen-

tation of Construction Project Administration (CPA) in the paper that will ensure quality and successful project realisation. Construction Project Administration is represented as a tool for arranging optimal operation of work and assuring optimal inclusion of project participants. In the paper, the analysis of valid legislation and the practice of a construction project are presented. Some proposals for improvement are given. Special attention is drawn to assert a new project participant named Construction Project Manager. According to the given competences, the so called Construction Project Manager could assure appropriate level of project realisation within the CPA. The designing of modified project organisation and the implementation of Project Portal are the most prominent among the suggestions for improvement.

1 • UVOD

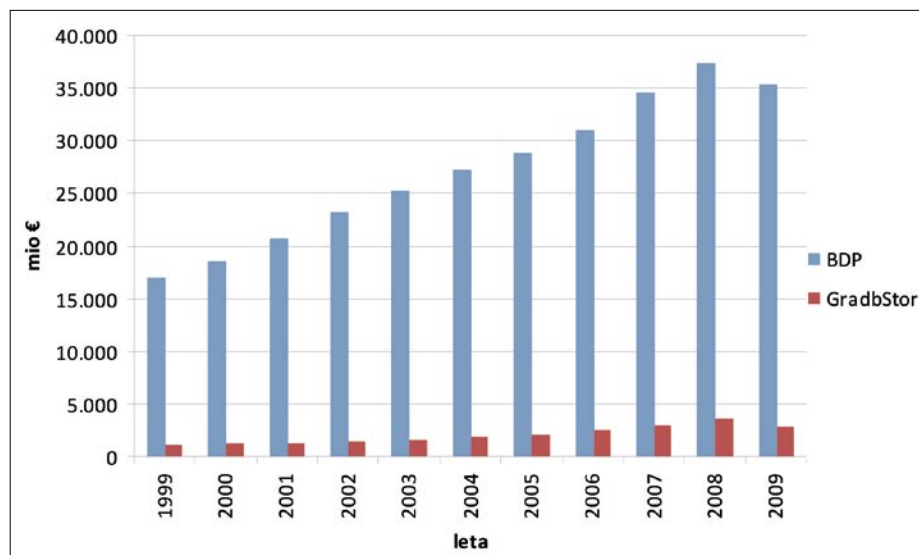
Gradbeništvo je v Sloveniji pomembna gospodarska panoga, njegova temeljna dejavnost pa je vodenje, izvedba in upravljanje gradbenih projektov oziroma graditve objektov. Izvedba gradbenih projektov predstavlja, predvsem pri zahtevnejših projektih, kompleksno interdisciplinarno operacijo, ki zaradi posebnosti graditve objektov nedvomno zahtevajo ustrezen strokoven ter družbeni oziroma državni nadzor nad gradbenimi aktivnostmi in posegi. Ustrežno vzpostavljen nadzor je v interesu družbe kot celote, saj graditev objektov predstavlja pomemben delež v ekonomiji sodobne družbe. Tako je v letih 1999–2009 po obsegu bruto domačega proizvoda Slovenije predstavljala vrednost opravljenih del v gradbeništvu povprečno nekaj več kot 2 mrd. evrov oziroma 7,28 % (slika 1).

V času razmaha v gradbeništvu se je pomenu učinkovitega vodenja in administracije gradbenih projektov posvečalo premalo pozornosti. To je veljalo zlasti pri gradnji gospodarskih objektov, višja stopnja učinkovitost vodenja investicij pa je bila dosežena pri gradnji inženirskih/infrastrukturnih objektov (zlasti avtocest), kjer se za organiziranje izvajanja investicij koristi svojstvena funkcijska shema. Iz izkušenj avtorjev, pridobljenih v času razmaha v gradbeništvu, izhaja, da se v procesu graditve objektov pojavljajo enake napake vodenja in organiziranosti projektov,

ki pa bi se z ustrežno racionalizacijo dela in sistemskim pristopom ter bolj aktivnim vključevanjem investitorja lahko zmanjšale oziroma odpravile.

Namen prispevka je prikazati metodološki sistem administracije (upravljanja) gradbenih projektov (AGP) ter nakazati nekatere možnosti za ustrežno implementacijo in ureditev AGP v sedanjo prakso izvedbe in vodenja gradbenih projektov. Prispevek povzema

primerjavo domače in tuje prakse vodenja in administracije gradbenih projektov ter z analizo sedanjega stanja povzema predloge za uspešno uvedbo sprememb v prakso. Možnosti uvedbe AGP so predstavljene z vidika veljavne zakonodaje in z vidika vpliva na udeležence v procesu graditve objektov. Izpostavljena sta vloga in smiselnost uvedbe novega udeleženca graditve objektov t.i. odgovornega vodje investicij (OVI). Prispevek podaja predloge za izboljšanje sedanjega stanja z vidika organiziranosti projekta in uvedbe informacijsko-komunikacijske podpore vodenja projektov.



Slika 1 • Bruto domači proizvod Slovenije in delež v gradbeni panogi, vir Statistični urad RS (<http://pxweb.stat.si/pxweb/Database/Ekonomsko/Ekonomsko.asp>)

2 • UPRAVLJANJE IN VODENJE GRADBENIH PROJEKTOV

Izhajajoč iz terminologije projektnega menedžmenta, kjer po splošni definiciji predstavljajo projekti enkratno ciljno usmerjene procese odvijanja določenih del – aktivnosti

(Hauc, 2007), lahko zaključimo, da predstavljajo gradbeni projekti (Pšunder, 2009) enkratne ciljno usmerjene investicijske procese odvijanja določenih aktivnosti – faz teh

procesov, logična povezanost posameznih faz pa omogoča s svojimi rezultati (vmesnih ciljev) izvedbo cilja gradbenega projekta. To pomeni, da predstavljajo gradbeni projekti (v terminologiji projektnega menedžmenta) graditev objektov.

Po splošni definiciji gradbenega projekta delimo njegove cilje na namenske in ob-

jektne. Pri projektih gospodarskega pomena so namenski cilji opredeljeni z ekonomskimi učinki in izhajajo iz odločitev o upravljanju projekta. Objektivi cilji pa tangirajo kakovostno, pravočasno in ekonomično zgrajen objekt in izhajajo iz odločitev o vodenju projektov oziroma razreševanju organizacijskih vprašanj za uspešno vodenje. Po terminologiji projektnega menedžmenta je skupen izraz za upravljanje in vodenje projekta opredeljen kot

menedžment projekta (angl. Project Management).

Upravljanje in vodenje gradbenih projektov zaradi svojih posebnosti zahteva posebne oblike organiziranja projektnega vodenja ter specifične metode planiranja in kontrole projekta. Proces upravljanja in vodenja projekta razumemo kot skupek podsistemov za organiziranje, planiranje, izvedbo in kontrolo izvajanja projekta. Osnovo za upravljanje

in vodenje projektov ustvarjajo informacije, iz česar sledi, da je za uspešno izvedbo nujna vzpostavitev učinkovitega informacijskega sistema. V anglosaških državah se je za učinkovito obvladovanje informacij v procesu gradbenega projekta oblikovalo posebno področje, t. i. administracija gradbenih projektov (angl. *Construction Project Administration*), kot je to predstavljeno v poglavju 3.1.

3 • ANALIZA ZAKONODAJE IN PRAKSE V SLOVENSLEM GRADBENIŠTVU

3.1 Administracija gradbenih projektov

Z izrazom administracija gradbenih projektov (AGP) ne razumemo »le« administrativnega dela, potrebnega za izvedbo projekta, temveč skupek množice aktivnosti, potrebnih za učinkovito izvedbo posameznega projekta, kot so vodenje udeležencev, urejanje razmerij z izvajalci, komuniciranje in sodelovanje med udeleženci, odgovornosti in obveznosti posameznih udeležencev, usklajevanje in urejanje dokumentacije, vodenje in upravljanje procesa gradnje, planiranje, upravljanje plačil, pogajanja ter vse aktivnosti ob zaključku projekta. Nekateri avtorji (Fisk, 2000) AGP zelo podrobno obravnavajo skozi ekonomski in pravni vidik, drugi (Hendrickson, 2000) pa izpostavijo pomen AGP s praktičnega in operativnega vidika. Tako (Fisk, 2000) obravnava AGP kot metodološki sistem, ki definira obseg upravljanja odnosov in relacij med udeleženci izvedbe gradbenega projekta. V tem pogledu »administracija gradbenih projektov podrobno ureja obveznosti, odgovornosti in postopke znotraj veljavne zakonodaje s področja graditve objektov ter določa obveznosti, odgovornosti, način komunikacije, način predaje dokumentov, postopke, pooblastila in dolžnosti vseh udeležencev v procesu graditve«. Sistem zahteva vzpostavitev ustrezne organizacije AGP, ki mora opredeliti:

- sistematsko ureditev razmerij med udeleženci (odgovornosti in pristojnosti),
- način kontrole in nadzora nad izvedbo del,
- način in postopek dokumentiranja poročil in zapisnikov,
- vsebino in postopke priprave projektne dokumentacije,
- uporabo projektne dokumentacije in upravljanje pogodb(e),
- postopek vodenja sestankov in pogajanj,
- iverjanja in razmejitve odgovornosti,

- postopke priprave na gradnjo in priprave operativnih planov,
- postopke izvedbe gradbenih del,
- ukrepe varstva pri delu,
- načine izvedbe izmer, obračuna in plačil v času gradnje objekta,
- načine obravnavanja sprememb v času gradnje in reševanja neskladij,
- načine priprave zahtevkov za dodatna dela in
- postopke zaključevanja projekta.

Sedanja praksa izvajanja gradbenih projektov v Sloveniji sicer izkazuje, da so vzpostavljeni nekateri elementi AGP, vendar pa aktivnosti priprave niso ustrezno vodene in tudi samo vodenje ni konsistentno. Investitor običajno uredi AGP drugače kot projektant in ta drugače kot izvajalec. Iz zapisnega sledi, da bi bilo ureditev AGP smiselno poenotiti vsaj znotraj posameznega projekta.

Uvedba poenotene AGP bi za slovenski prostor pomenila vzpostavitev sodobnega načina vodenja gradbenih projektov od zasnove do predaje objekta v uporabo. Pri tem pa mora sistem upoštevati sklop obveznosti, ki jih generalno določa in predpisuje veljavna zakonodaja na področju gradbenega sektorja z Zakonom o graditvi objektov (ZGO-1) ter podrobnejšimi ureditvami v podzakonskih aktih, kot so Pravilnik o gradbiščih (Ur. l. RS, št. 55/2008), Pravilnik o projektni dokumentaciji (Ur. l. RS, št. 55/2008), Pravilnik o dokazilu o zanesljivosti objekta (Ur. l. RS, št. 55/2008) idr. AGP se v okvirih veljavne zakonodaje omejuje na pripravo in vodenje ter izpolnjevanje z zakonodajo predpisanih dokumentov, kot so projektna dokumentacija, gradbeni dnevnik, knjiga obračunskih izmer idr. Torej zgolj na administrativna opravila, kajti način organi-

zacije gradbenih projektov kot orodja AGP z zakonodajo ni predpisan. Izjema so zahteve, povezane s strokovno usposobljenostjo kadra na gradbiščih ter zahteve, povezane z nadzorniki in projektanti, ki so kot udeleženci vključeni v proces graditve objekta.

Ne glede na zahteve veljavne zakonodaje in posebnosti vodenja različnih gradbenih projektov je za doseganje ciljev gradbenega projekta smiselno opredeliti svojstveno obliko upravljanja AGP za vsak gradbeni projekt posebej. Glede na zahtevnosti in obseg projekta je primerno vzpostaviti tak sistem, ki bo poudaril in/ali okreplil ustrezne vloge oziroma naloge udeležencev.

3.2 Pomen AGP za udeležence procesa graditve

Zakon o graditvi objektov (ZGO-1, Ur. l. RS, 110/2002) opredeljuje, da so udeleženci pri graditvi objektov: investitor, projektant, izvajalec, nadzornik in revident. Znotraj vsake skupine udeležencev deluje ekipa strokovnih sodelavcev (odgovornih projektantov, nadzornikov, svetovalcev ...). Tako že iz števila udeležencev in običajne kompleksnosti gradbenega projekta izhaja, da se pri realizaciji gradbenih projektov v posameznih fazah (zasnova, projektiranje, neposredna priprava na gradnjo, gradnja in vzdrževanje) pojavi ogromna količina informacij, ki v okviru vzpostavljenega informacijskega sistema služijo upravljanju in vodenju projekta.

Po izsledkih raziskav v dostopnih virih ((Winch, 2010), (Wilkinson, 2001), (Sweis, 2007), (Šuman, 2008)) in poznavanju problematike obstoječega stanja vodenja gradbenih projektov v Sloveniji lahko zaključimo, da se udeleženci projekta pri vsakodnevnem delu srečujejo z naslednjimi težavami, ki izhajajo predvsem iz neučinkovitega vodenja projekta:

- neustrezna ali neuporabna projektna naloga,
- neuskaljena projektna dokumentacija,

- nedefinirana vloga posameznih udeležencev znotraj projekta oziroma neustrezno delegiranje funkcij,
- neobveščeno ali neustrezno obveščeno udeležencev o stanju projekta ter o nastalih spremembah,
- neupoštevanje navodil investitorja, nadzornika ali projektanta,
- prevelika količina informacij in
- neustrezna kontrola pretoka informacij.

Naštete težave nakazujejo, da je za vodenje in upravljanje gradbenega projekta nujno in smiselno uvesti učinkovit sistem administracije gradbenih projektov. Pri tem mora sistem slediti ciljem in zahtevam posameznega gradbenega projekta in ne sme biti samemu sebi namen. Z izrazom učinkovit je razumljen tak sistem, ki v izvedbene procesne tokove vključuje vse udeležence gradbenega projekta na način, ki bo omogočal:

- pregledno upravljanje in vodenje projekta,
- nadzor nad gradnjo in postopki,
- nadzor nad dokumentacijo,
- nadzor nad stroški,
- sledenje spremembam v času gradnje in
- možnost ukrepanja na podlagi jasno postavljenih pravil.

3.3 Pomen novega udeleženca: odgovorni vodja investicije (OVI)

Za zagotovitev ustreznega nivoja kakovosti izvedbe gradbenega projekta v okviru sistema AGP bi bilo v zakonodajo nujno in smiselno uvesti novega udeleženca oziroma funkcijo, t. i. odgovornega vodjo investicije – OVI. Nov udeleženec bi deloval na strani investitorja. Formalno bi moral izpolnjevati vsaj pogoje za odgovornega vodjo del (OVD) oziroma odgovornega projektanta (OP) v skladu z

ZGO. V skladu s trenutno veljavno ureditvijo bi moral biti član IZS z ustreznimi pooblastili, pred investitorjem pa bi svojo usposobljenost izkazoval tudi z ustreznimi referencami.

V tuji literaturi so pomen in naloge odgovornega vodje investicije definirane, pri čemer ima tak položaj naziv Construction Project Manager (Gould, 2003). Smiselnost uvedbe OVI v Zakon o graditvi objektov je v svojem glasilu septembra 2010 komentirala tudi Inženirska zbornica Slovenije (IZS Novo, 2010).

Po izsledkih spoznanj sedanje zakonodaje in prakse v gradbeništvu in skladno s predlogom, ki ga je podala IZS (IZS Novo, 2010), bi z uvedbo nove funkcije t. i. OVI le-ta investitorju odgovarjal za izvedbo celotnega projekta, investitor pa bi ga imenoval že v fazi zasnove. Med bistvene naloge OVI bi tako bilo smiselno opredeliti:

- vzpostavitev optimalnega in učinkovitega sistema AGP glede na zahtevnost projekta in razpoložljive vire,
- usmerjanje in priprava kakovostne projektne naloge s kasnejšim spremljanjem sprememb in dopolnitev projektne naloge,
- v sklopu AGP zagotoviti kontrolo pretoka informacij med udeleženci ter kontrolo in ločevanje relevantnih od nepotrebnih in zastarelih informacij ter
- usmerjanje, upravljanje in vodenje celotnega poteka procesa graditve.

Ustrezno usposobljen in izkušen OVI bo za posamezni projekt primerno ocenil potrebo po uvedbi dodatnih, za izvajanje AGP najnujnih aktivnosti (na primer vzpostavitev projektnega portala) ter od udeležencev že vnaprej zahteval, da zagotovijo kader, ki bo s svojim znanjem sposoben uporabljati predpisana

orodja AGP in se vključevati v delo na način, predpisan in zahtevan s strani OVI. OVI s primernimi pooblastili bi lahko opravljal tudi funkcijo odgovornega nadzornika v skladu z ZGO.

Sedanja zakonodaja v Zakonu o graditvi objektov regulira zagotovitev kvalitetnega nivoja izvedbe gradbenega projekta z opredeljitvijo odgovornosti za napake v času gradnje kot solidarno odgovornost vseh udeležencev. Pri tem je pravni pomen solidarne odgovornosti (angl. Joint and Several Liability) takšna vrsta odgovornosti, pri kateri za škodo, ki jo je povzročilo več ljudi skupaj, odgovarjajo vsi udeleženci solidarno, ne glede na svoj delež pri vzrokih za nastanek škode (OZ, Ur. l. RS, št. 97/2007). Za proces graditve objektov Obligacijski zakonik natančneje opredeljuje solidarno odgovornost z dikcijo, da »naročitelj in izvajalec del na nepremičnini odgovarjata solidarno tretjemu za škodo, ki sta mu jo povzročila v zvezi z izvajanjem teh del« (OZ, 187. člen Ur. l. RS, št. 97/2007).

Iz dejstva, da le za predstavnika investitorja formalne zahteve po izobrazbi in pooblastilih niso opredeljene, pa izhaja, da dejanska solidarna odgovornost ni zagotovljena oziroma da jo je mogoče v pravnih ali pravdnih postopkih izpodbijati in zmanjševati ter tako preostalem udeležencem zaradi njihove izkazane strokovnosti pripisovati večji del krivde ali odgovornosti.

V tem kontekstu je treba izpostaviti še to, da bi morala biti učinkovita izvedba gradbenega projekta predvsem v interesu investitorja in da je investitor tisti, ki se mora zavedati pomena dobrega OVI in v ta namen zagotoviti ustrezna finančna sredstva, potrebna za vodenje in upravljanje gradbenega projekta ter vzpostavitev učinkovite AGP.

Zaradi »varčevanja« se investitorji večinoma izogibajo najemanju svetovalnih inženirjev ali ustrezno izkušenih nadzornikov, ki bi bili sposobni gradbene projekte ustrezno voditi in koordinirati. Rezultat neučinkovitega vodenja gradbenega projekta in slabo urejene AGP so pogosto dodatni stroški, ki pa bistveno presežejo minimalno zahtevani obseg sredstev, potrebnih za učinkovito delo in vključitev osebe OVI. Iz navedenega sledi, da bi morala biti učinkovita AGP (vključno z nadzorom) v interesu vseh udeležencev gradbenega projekta.

Za učinkovito administracijo gradbenih projektov je pomembna vzpostavitev ustreznih organizacijske strukture projekta. V veliko

4 • PREDLOGI ZA IZBOLJŠANJE SEDANJEGA STANJA

Kot je zapisano, sedanja praksa izvajanja gradbenih projektov sicer izkazuje, da so nekateri elementi AGP v aktivnostih gradbenih projektov že vzpostavljeni. Običajno pa sistem AGP ni vzpostavljen kot orodje za doseganje višjega nivoja kakovosti izvedbe projekta. Vodenje projekta ni konsistentno, saj zakonodaja na strani investitorja ne opredeljuje potrebnih kriterijev in zahtevane izobrazbe za vodenje gradbenega projekta. ZGO investitorju nalaga »le« imenovanje odgovornega vodje projekta (OVP) in ureditev obveznega grad-

benega nadzora. Prvi skrbi za medsebojno usklajenost vseh načrtov in kakovost obdelave celotne projektne dokumentacije, kar pa z vidika menedžmenta ne predstavlja osebe, ki bi vodila in upravljala celoten projekt, kot je to lahko OVI. Prav tako odgovorni nadzornik po definiciji opravlja strokovno nadzorstvo na gradbišču in kot predstavnik investitorja pogosto nima potrebnih znanj in izkušenj z vodenjem gradbenih projektov ter se pomena ali potrebe po vzpostavitvi učinkovitega sistema AGP ne zaveda.

pomoč so tudi sodobna orodja informacijsko-komunikacijskih tehnologij (IKT), predvsem z uvedbo ustreznega projektnega portala za potrebe delovanja AGP.

4.1 Organiziranost gradbenega projekta

Proces graditve objekta, ki je voden in upravljan kot gradbeni projekt, v vseh svojih fazah vključuje različne udeležence, kar vodi v različna oblikovanja njihovih medsebojnih pogodbenih razmerij. Glede na specifične lastnosti posameznih gradbenih projektov ni mogoče predpisati enotne organizacijske oblike, ki bi prikazovala organiziranost in strukturo investitorja, projektantov, nadzornikov, izvajalcev in drugih udeležencev. Razlike med projekti nastajajo tako glede na vrsto in obseg projekta kot tudi glede na različne pogodbene principe.

Prav tako je treba poznati razlike vodenja in upravljanja projektov pri graditvi inženjerskih/infrastrukturnih objektov in pri graditvi stavb. Glede na zakonska določila in interna pravila investitorjev se namreč vodenje teh dveh tipov projektov razlikuje v postavljeni funkcijski shemi za organiziranje izvajanja investicij. Tako sta za vodenje projektov graditve inženjerskih/infrastrukturnih objektov poleg vseh udeležencev pri gradnji stavb opredeljena še dva dodatna udeleženca, ki ju zakon eksplicitno ne zahteva; to sta konzultant oziroma svetovalec in izvajalec zunanje kontrole kakovosti. Ta dva udeleženca sta angažirana s ciljem zagotovitve kakovosti izvedenih del in učinkovitosti vodenja investicije tako v fazi priprave kot tudi v fazi realizacije investicije. Vse posebnosti vodenja in organiziranja posameznega gradbenega

projekta pa so eksplicitno definirane znotraj vzpostavljenih AGP. Pri tem je treba poudariti, da so pri večjih infrastrukturnih objektih pogoji organiziranja določeni s strani institucionalnih investitorjev, na primer Evropska investicijska banka dosledno zahteva uporabo FIDIC-določil.

V praksi se je oblikovalo več značilnih pristopov pogodbene organiziranosti kot oblik sodelovanja udeležencev gradbenega projekta, in sicer tradicionalni pristop, kombiniran pristop projektiranja in izgradnje ter menedžerski pristop (Pšunder, 2008). Najpogostejše je uporabljen tradicionalni pristop kot oblika pogodbene organiziranosti, kjer je investitor pogodbeno vezan na projektanta in izvajalca, slednji pa je pogodbeno vezan na podizvajalce (slika 2).

Vodenje projekta na osnovi pogodbene organiziranosti po tradicionalnem pristopu je nemalokrat organizirano tako, da t. i. vodja projekta pomembne projektne odločitve oziroma informacije zadržuje zase, medtem ko nadzornik ali osebje na gradbišču izvajajo le omejene rutinske (birokratske) postopke, odgovorni vodja projekta (OVP) pa v času gradnje objekta opravlja občasni nadzor v okviru pogodbe o projektantskem nadzoru (slika 2). Takšna organizacijska struktura je temelj številnih nesporazumov, težav in zahtevkov za plačilo dodatnih stroškov ali finančnih izgub gradbenega izvajalca.

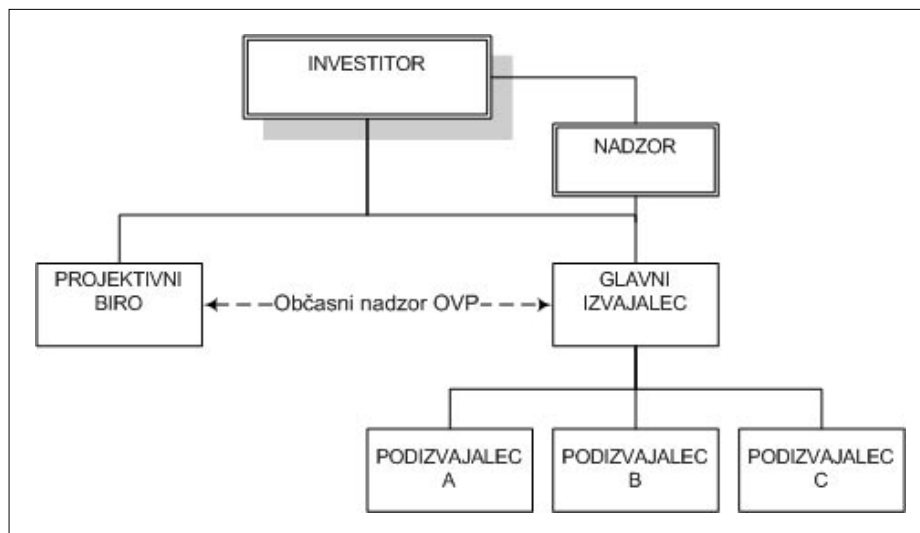
V praksi slovenskih gradbenih podjetij je možno le malo pogodbene razmerij nedvoumno uvrstiti v navedene organizacijske vzorce, kajti investitorji se zaradi svojih interesov pogosto odločajo za razne kombinacije in modifikacije zgoraj predstavljenih pristopov.

Poleg tega imajo posamezni investitorji za graditev, zlasti državni in občinski skladi, banke idr., postavljena posebna in obvezna pravila za oblikovanje pogodbenih razmerij. Pravila glede pogodbene organiziranosti in vodenja projekta pa postavljajo predvsem finančne institucije (posojilodajalci) in veliki institucionalni investitorji, ki redno vodijo investicijske procese.

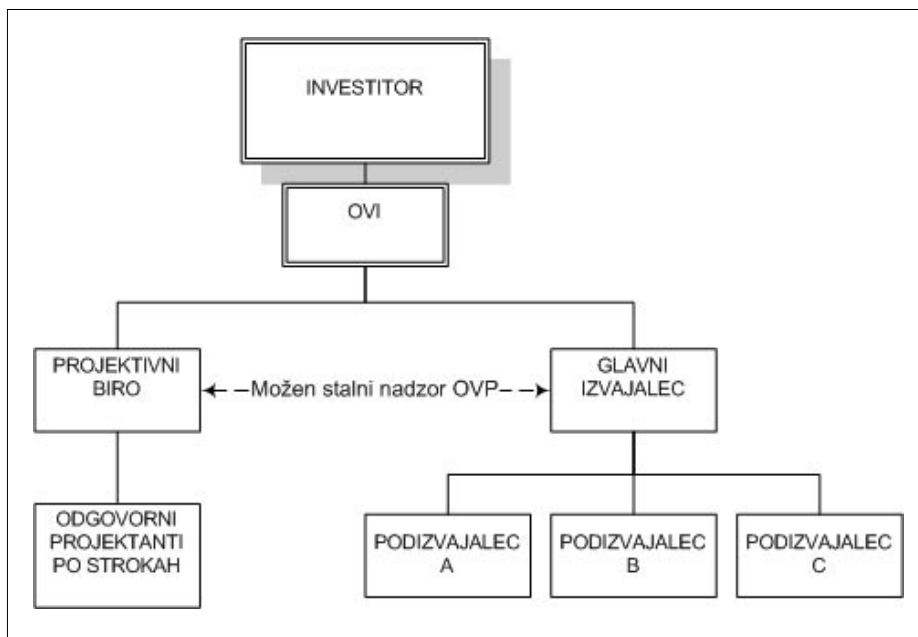
Z implementacijo sodobnega načina vodenja in upravljanja gradbenih projektov ob hkratnem izboljšanju informacijskega sistema projekta je nujno treba vzpostaviti tudi primerno obliko organizacije projekta. V (Šuman, 2008) je predlagana vzpostavitev modificirane oblike t. i. »strukturno-informacijske dobe« kot evoliucijsko obliko organiziranosti, ki je iz tradicionalne večnivojske usmerjena v bolj liberalno mrežno organiziranost.

Za potrebe učinkovite vzpostavitve sistema AGP je v članku predlagana modificirana organiziranost projekta z vključitvijo OVI (slika 3), ki poleg investitorja, projektanta, na primer projektivnega biroja, ter glavnega izvajalca vključuje še odgovornega vodjo investicije. Znotraj projektivnega biroja je predvidena še razčlenitev odgovornih projektantov po strokah. Cilj takšnega pristopa organiziranosti je enotno obravnavanje in obvladovanje vseh faz procesa graditve objekta. Vzpostavi se sistem, znotraj katerega je omogočeno medsebojno komuniciranje vseh sodelujočih udeležencev pri projektu. Pri tem OVI nastopa v fazi projektiranja kot svetovalec glede na izhodišča investitorja povzeta v projektni nalogi, kot so lastnosti in zahteve zemljišča, predvidenega za gradnjo, predpisane bistvene tehnične zahteve in lastnosti ter kriteriji, ki jih narekuje izvedba. V fazi gradnje objekta pa OVI prevzame koordinacijo nad izvedbo del in administracijo gradbenega projekta ter skladno s kompetencami tudi odgovornosti gradbenega nadzora.

Pri oblikovanju organizacije projekta za potrebe AGP je vloga OVI posebej evidentna. Dober OVI bo vzpostavil strukturo kompetentnih sodelavcev in delegiral aktivnosti tako, da bodo podatki v času gradnje pravočasno in v ustrezni obliki dostopni vsem udeležencem, število sprememb in zahtevkov bo minimalno ali pa bodo spremembe projekta pravočasno obravnavane. Modificirana oblika organiziranja tako omogoča vzpostavitev ustreznega sistema poročanja, nadzora, komunikacije in kontrole, kar je bistvenega pomena za nemoten potek gradnje in izvedbo del znotraj predvidenih stroškov.



Slika 2 • Organiziranost projekta po tradicionalnem pristopu

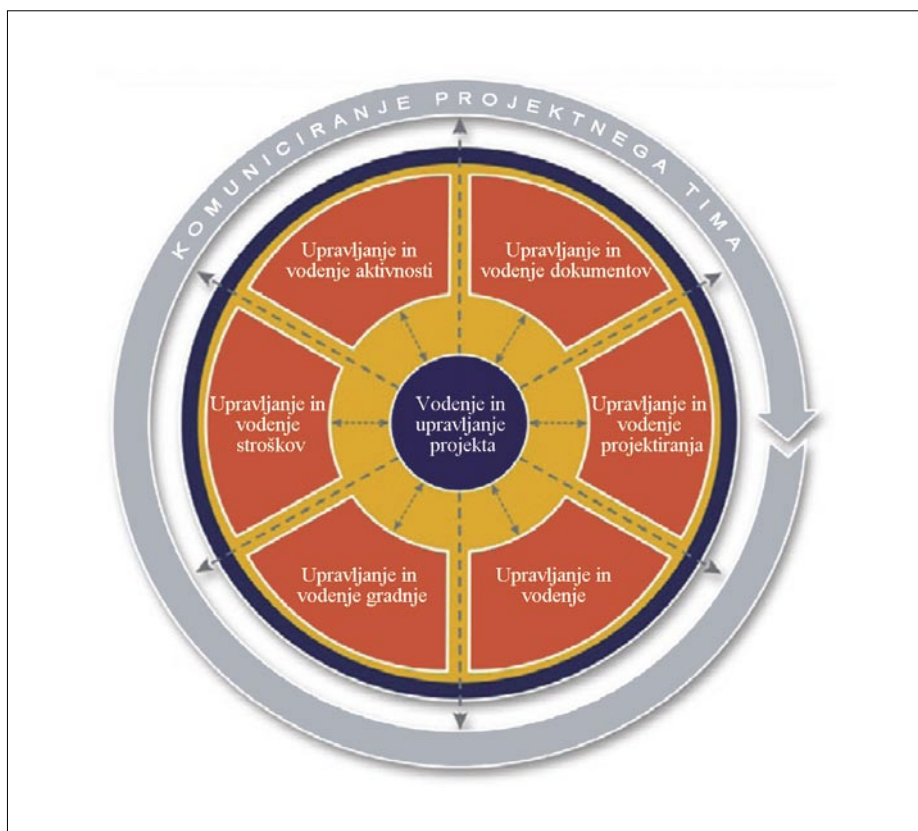


Slika 3 • Modificirana organiziranost projekta z vključitvijo OVI

4.2 Uporaba projektnega portala

Proces graditve objektov je interdisciplinaren investicijski projekt, ki zahteva vzpostavitev visokega nivoja komunikacije med vsemi, običajno številnimi udeleženci. Glede na

različna razmerja med udeleženci izhaja, da je treba v posameznih fazah izvedbe gradbenega projekta zagotavljati ustrezno komuniciranje in izmenjavo informacij tako, da je možna optimalna izvedba projekta. Pri tem

Slika 4 • Shema pretoka informacij pri uporabi projektnega portala (povzeto po: www.autodesk.com)

je zlasti pomembna komunikacija na relaciji investitor–izvajalec–projektant.

Z uvedbo organizacijskih sprememb v podjetju in vključitvijo funkcije OVI v proces graditve objektov je nujno vzpostaviti ustrezno informacijsko podporo, ki bo udeležencem procesa zagotovila ustrezno in tekočo medsebojno obveščenoost, sledljivost in ažurnost predane dokumentacije ter jim nudila podporo pri sprejemanju odločitev. Nekatera sodobnejša podjetja, delujoča v gradbenem sektorju, se za potrebe ustrezne informacijske podpore vodenja projektov odločajo za implementiranje t. i. projektnega portala (PP). Uporaba PP z ustrezno pripravljeno organizacijo AGP omogoča (Skornšek, 2010):

- objavo zapisnikov, poročil in drugih dokumentov na enotnem, centralnem spletnem mestu. Zagotovljene so dostopnost in sledljivost vseh s projektom povezanih dokumentov ter možnost nadzora nad verzijami. Objavijo se lahko dokumenti vseh faz projekta (idejna zasnova, idejni projekt, projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja ...), dostop do dokumentov pa je mogoče omejiti in kontrolirati,
- obveščanje z elektronskimi sporočili znotraj enotnega sistema z zagotovljeno sledljivostjo korespondence vseh udeležencev gradbenega projekta in
- objavo dokumentov, kot so načrti, navdila in specifikacije. PP te dokumente ureja tako, da se zagotovi sledljivo in definirano potrjevanje vsebine, prav tako pa se preko dnevnika dokumenta nadzira, kdo in kdaj je dokument objavil, kdo ga je pregledal, kdo ga je spremenil ali kdo in kdaj umaknil.

S takšnim načinom obvladovanja projektne dokumentacije in druge dokumentacije projekta je mogoče zagotavljati neposredno odgovornost posameznih udeležencev za napake v postopkih izvedbe. Ustrezno so lahko zaščiteni interesi vseh udeležencev projekta, od investitorja do zadnjega podizvajalca, kar je posebno pomembno v današnjem stanju razmer v gradbeništvu.

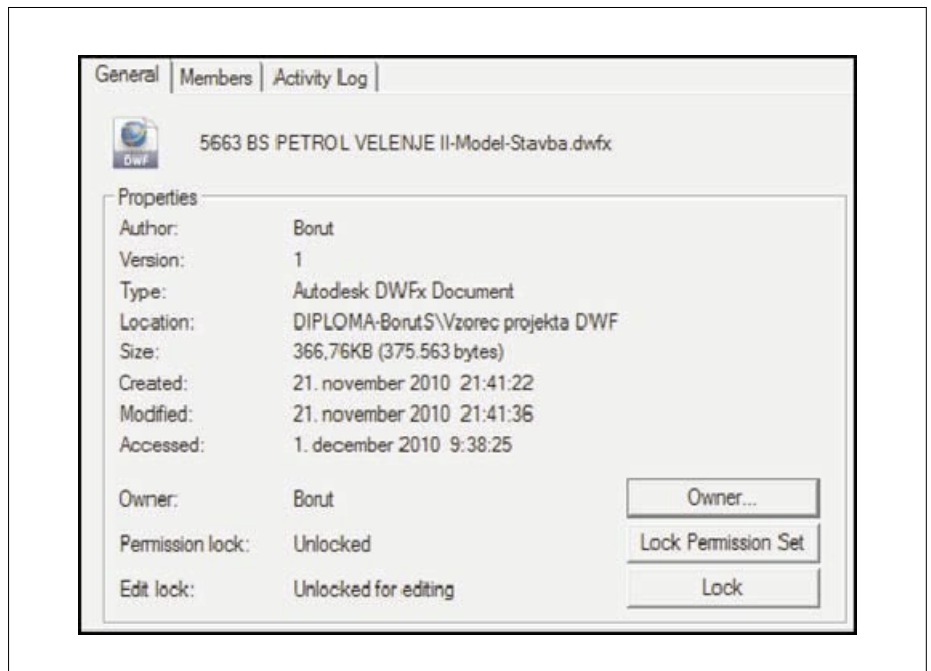
Z vidika uporabnosti projektnega portala mora ta zadostiti zahtevi po čim preprostejši uporabi orodij, ki zagotavljajo njegovo nemoteno uporabo za vse udeležence. Projektne portal s svojim delovanjem poveže vse udeležence, t. i. projektne tim, iz različnih podjetij in v različnih fazah izvedbe gradbenega projekta. Z uvedbo portala dosežemo izboljšanje sodelovanja in komuniciranja med člani projektnega tima. Centralizirano vodenje in upravljanje projekta zagotavlja voden pretok v danem trenutku

pomembnih projektnih informacij, kot to shematsko prikazuje slika 4.

Za gradbeni sektor so se razvili gradbenim projektom prilagojeni projektni portali, kot sta npr. Aconex in Autodesk Buzzsaw. Predvsem slednji ponuja že pripravljene predloge za različne potrebe in faze projektov, z vnaprej določenimi možnimi shemami organiziranosti projekta. Portal predstavlja enotno, centralizirano knjižnico dokumentov in informacij, kot so načrti in specifikacije, navodila, napolila, zapiski, dogovori, pogodbe ipd.; določa organizacijske sheme upravljanja in potrjevanja, ki jih je možno tudi spreminjati; ter jasno in dosledno evidentira vse spremembe o objavljeni dokumentaciji. Informacije o spremembah, verzijah in dostopih je mogoče spremljati na nivoju projekta, mape ali posameznega dokumenta. Ker so pogosti nesporazumi o dejanskem času razpoložljivosti dokumentacije, je iz dnevnika dokumenta možno vedno preveriti, kdaj je bil določen dokument na razpolago, kdaj je bil udeleženec projekta z obstojem dokumenta seznanjen in kdaj ga je dejansko prevzel v uporabo (slika 5).

Ker so spremembe načrtov v času projektiranja in izvedbe pogoste in iz različnih vzrokov tudi običajne, je treba dokumente koordinirati na nivoju investitor–izvajalec/dobavitelj–projektant. Uporaba portala omogoča objavljane dokumentov v različnih formatih. Običajni formati računalniških datotek so poleg vseh oblik dokumentov orodja Office, še PDF-, DWG- in DWF-formati. Znotraj portala je pregledovanje vsebine dokumentov možno brez uporabe posebne programske opreme. Takšen način dela omogoča, da so dokumenti vedno in brez težav dostopni vsem udeležencem procesa graditve z zagotovljenim dostopom do projektnega portala. DWF-oblika omogoča tudi komentiranje (slika 6), označevanje in revidiranje (slika 7), shranjevanje komentarjev in diskusij, prav tako pa tudi kontrolo in prenašanje dimenzij iz elektronsko izdelanih načrtov. Z uporabo BIM-modelirnika je mogoče izdelati tudi elektronsko verzijo projektna dokumentacije tipa DWF, tako da so znotraj ene DWF-datoteke z več načrti (listi) omogočena sklicevanja na posamezne druge vsebine, kot so detajli, prerezi in podobno. S tem je uporaba projektna dokumentacije močno olajšana in preglednejša.

Znotraj projektnega portala Buzzsaw je omogočena tudi uporaba sistema elektronske pošte, ki sporočila dostavlja v uporabnikov poštni predal znotraj sistema ter hkrati obvešča uporabnika o spremembah na njegov običajni elektronski naslov. Obveščanje o vseh



Slika 5 • Prikaz dnevnika dokumenta

spremembah je samodejno in se definira glede na namen dokumenta (lahko tudi na nivoju projekta ali mape). Ker so znotraj sistema sporočila omejena na projekt, je nadzor nad sporočili preprostejši in preglednejši.

Dostop uporabnikom, tj. udeležencem procesa gradnje, do vsebin portala dodeli administrator glede na zahteve OVI, ki definira celoten sistem administracije gradbenega projekta. Pri tem je uporabniški vmesnik izdelan tako, da so posameznim uporabnikom na voljo le dostopi do projektov, pri katerih sodelujejo. Drugih vsebin portala ne vidijo in do njih ne morejo dostopati. Če uporabnik ni administrator projektnega portala, ne vidi in nima dostopa do orodij za upravljanje portala. Zaščita vsebine se lahko definira na nivoju portala, projekta, mape z dokumenti ali posameznega dokumenta.

Projektni portal Buzzsaw poleg drugih možnosti zagotavlja tudi dostopanje do vsebine preko spletnih brskalnikov tako, da je za dostop lahko dovolj katerikoli brskalnik,

nameščen na računalniku z dostopom do interneta. Uporaba je tako možna tudi brez namestitve posebnih aplikacij. Dostop do dokumentacije je omogočen tudi z uporabo dlančnikov. V dobi ekspanzijskega razvoja informacijsko-komunikacijskih tehnologij (IKT) in njihove široke uporabnosti načeloma ni več tehničnih ovir za vzpostavitev projektnega portala pri izvedbi vsakega gradbenega projekta.

Vendar se v sedanjih praksi gradbenega sektorja pri uvajanju novih IKT-konceptov še vedno daleč največ težav pojavlja prav na strani uporabnikov. Posamezni uporabniki namreč niso dovolj izobraženi ali pa investitor oziroma njegov predstavnik nima prave moči, pooblastil, znanja ali interesa po vzpostavitvi in uporabi projektnega portala. V nekaterih primerih pa lahko celo zasledimo, da uporaba projektnega portala ni v interesu predstavnikov investitorja, kajti njegova uvedba in uporaba bi omogočala dosledno preverjanje aktivnosti investitorja.

Name	V.	In Folder	Author	Size	Type	Modified	Access
<Stavba in Na...	1	DIPLOMA-Bor...	Borut	2.820.478	Autodesk Drawi...	21.11.2010 21:41...	Admin
test.dwf		DIPLOMA-Bor...	Borut	2.859.312	Autodesk Markup	1.12.2010 9:43:47	Admin

Slika 6 • Prikaz možnosti pregledovanja komentarjev znotraj portala Buzzsaw

- Sweis et al, Delays in Construction Projects: the case of Jordan, International Journal of Project Management, Vol. 26, No. 3, 665–674, 2008.
- Šuman, N., Priprava in gradnja objektov v gradbenih podjetjih s poudarkom na konceptu reinženiranja, doktorska disertacija, Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, 2008.
- Šuman, N., Pšunder, M., Mobile computing changing the traditional ways of organizing the construction company. Am. j. appl. sci., 2008, Vol. 5, No. 1, 42–47.
- Wilkinson, S., An analysis of the problems faced by project management companies managing construction projects, Engineering, Construction and Architectural Management, Vol. 8, No. 3, 160–170, 2001.
- Winch, G. M., Managing Construction projects, Wiley-Blackwell, 2010.
- Zakon o graditvi objektov. Ur. l. RS, ZGO-1, Ur. l. R,S št. 110/2002, ZGO-1A, Ur. l. RS, št. 47/2004, ZGO-1B, Ur. l. RS, št. 126/2007, in ZGO-1C, Ur. l. RS, št. 108/2009.

PRIPRAVLJALNI SEMINARJI IN IZPITNI ROKI ZA STROKOVNE IZPITE ZA GRADBENO STROKO V LETU 2012

SEMINARJI	IZPITI	
	Osnovni in dopolnilni	Revidiranje
13.–15. 2. 2012	20. 3. 2012	14. 3. 2012
16.–18. 4. 2012	22. 5. 2012	
1.–3. 10. 2012	6. 11. 2012	18. 10. 2012

A. PRIPRAVLJALNI SEMINARJI:

Seminarje organizira **Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS), Leskoškova 9E, 1000 Ljubljana;**

Tel.: (01) 52-40-200; Fax: (01) 52-40-199;

e-naslov: gradb.zveza@siol.net; gradbeni.vestnik@siol.net.

Uradne ure:

ponedeljek, torek, sreda od 9. do 13. ure;

četrtek od 12. do 16. ure.

V petek NI URADNIH UR za stranke!

Seminar vključuje **izpitne programe** za:

1. Odgovorno projektiranje (osnovni in dopolnilni strokovni izpit)
2. Odgovorno vodenje del (osnovni in dopolnilni strokovni izpit)
3. Odgovorno vodenje posameznih del
4. Investicijski procesi in vodenje projektov (za kandidate, ki opravljajo dopolnilni strokovni izpit; predavanje se odvija v okviru rednih seminarjev).
5. Kandidati drugih strok lahko poslušajo posamezna predavanja v okviru rednih seminarjev.

(Vsi posamezni programi so dostopni na spletni strani IZS – MSG:

<http://www.izs.si>, v rubriki »Strokovni izpiti«)

Cena za udeležbo na seminarju (za predavanje in literaturo) po izpitnih programih pod 1., 2. in 3. točko znaša 613,00 EUR z DDV, pod 4. točko pa 87,63 EUR z DDV. Cena za udeležbo na posameznem predavanju je 87,63 EUR z DDV.

Kotizacijo za seminar je potrebno nakazati ob prijavi na poslovni račun ZDGITS: **SI56 0201 7001 5398 955.**

Prijavo je potrebno poslati organizatorju (ZDGITS) najkasneje **15 dni pred pričetkom** seminarja! Prijavni obrazec je mogoče dobiti na spletni strani ZDGITS (<http://www.zveza-dgits.si>). Izvedba seminarja je odvisna od števila prijav (najmanj 20).

B. STROKOVNI IZPITI

potekajo pri **Inženirski zbornici Slovenije (IZS), Jarška 10-B, 1000 Ljubljana.** Informacije o strokovnih izpitih in izpitnih programih je mogoče dobiti na spletni strani IZS <http://www.izs.si> ali po telefonu (01) 547-33-19 ob uradnih urah (ponedeljek, sreda, četrtek, petek: od 8. do 12. ure; v torek od 12. do 16. ure).

ANALIZA VIŠINSKIH NAPAK PRI POENOSTAVLJANJU POVRŠIN

ANALYSIS OF ERRORS IN ELEVATION FOR SIMPLIFIED SURFACES

Dr. Gregor Petkovšek, univ. dipl. inž. grad.

CGS plus, Brnčičeva 13, Ljubljana
gregor.petkovsek@mail.com

Znanstveni članek

UDK: 528.1:528.7/.8:624.1

Povzetek | Pri načrtovanju v nizkogradnji se kot vir podatkov vse bolj uveljavljajo oblaki točk, iz katerih ustvarimo model obstoječega površja. Površine je nato možno uporabljati za 3D-načrtovanje ali pa se v primeru linijskih objektov na površine projicirajo prečni in vzdolžni profili, ki jih načrtovalci nato obdelujejo. Zaradi velikega števila točk je tovrstno delo pogosto obremenjujoče za strojno in programsko opremo in lahko povzroča motnje v procesu načrtovanja. Ena od možnosti, kako zaobiti to težavo, je poenostavljanje površin z izločanjem točk, ki ne prispevajo bistvene topografske informacije. Prispevek podaja oceno napak v višinah, ki nastanejo pri poenostavljanju površin, za ravninski in hribovski primer površine. Pri LIDAR-skih posnetkih z resolucijo 1 točke na m² je mogoče izločiti okrog 90 % točk, da je povprečna absolutna napaka manjša od 2 cm, pri čemer je stopnja dovoljene poenostavitve odvisna od tipa terena. Raven teren je manj občutljiv za odstranjevanje točk.

Summary | In infrastructure design, point clouds are increasingly used to obtain models of existing ground. These surfaces can then be used for 3D design. Alternatively, longitudinal and cross axes can be draped to the surface to obtain sections for further processing. Manipulating large number of points can, however, significantly increase computational cost and affect processing speed. One of the options to overcome these problems is to simplify surfaces by removing points. The points that do not add significantly to the topographic information can safely be removed. The paper presents an analysis of elevation errors, that result from surface simplification. Two types of surfaces are considered: flat and hilly terrain. When LIDAR data with 1 point per m² data is used, around 90 % of points can be removed to remain within the 2 cm tolerance. There was a difference between the two types of terrain, the flat terrain being less sensitive to point removal.

1 • UVOD

Pri načrtovanju v nizkogradnji kot izhodiščno stanje pogosto uporabljamo model površine. Površine lahko za načrtovanje pravih 3D-objektov uporabimo neposredno. Pri linijskih objektih lahko iz površine dobimo projekcije vzdolžnih in prečnih osi, tj. vzdolžne in prečne profile, ki jih nato uporabimo pri načrtovanju.

LIDAR-ski posnetki zagotavljajo razmeroma natančen posnetek terena, vendar je število točk pogosto zelo veliko. To pomeni znatno obremenitev za strojno in programsko opremo in posledično možne motnje v delovnem procesu. Eden od možnih pristopov k problemu je poenostavljanje površin. Poeno-

stavitev površine pomeni zmanjšanje števila točk, robov in ploskev, ki tvorijo površino. S tem dosežemo hitrejše in udobnejše delo s površino, vendar se poenostavljena površina nekoliko razlikuje od originalne površine.

V prispevku predstavljamo analizo napak višin, ki nastanejo pri poenostavljanju. Napako opredelimo s tremi parametri na površini kot celoti. V nizkogradnji nas pri načrtovanju pogosto zanimajo profili. Zato smo izvedli analizo napak tudi na posameznih profilih.

2 • METODA

Za potrebe študije smo uporabili metodo Edge contraction, ki temelji na krčenju robov v

točke. Rob lahko v splošnem skrčimo v katerokoli točko na robu. Običajno pa upoštevamo

pogoj, da morajo biti točke, ki tvorijo poenostavljeno površino, podmnožica točk originalne površine (Andersson, 2006). V tem primeru rob skrčimo v eno od obeh krajišč. Tako lahko operacijo pojmuje tudi kot izločanje točk. Za točke oziroma robove, ki

jih izločamo, se odločamo na podlagi analize spremembe površine, ki pri tem nastane. Ker so te operacije računsko zahtevne, se običajno uporablja katera od poenostavitev (Garland, 1997). Postopek krčenja je prikazan na naslednji sliki:

Metoda je podrobneje opisana v različnih člankih (npr. Yan in sod., 2004; Hoppe 1996; Hoppe in sod. 1993). Metodo lahko uporabimo za dvodimenzijsko ali tridimenzijsko triangulacijo. Podoben postopek se uporablja tudi v teoriji grafov (Wolfe in Bodlaender, 2004). V našem primeru smo za poenostavljanje uporabili znani program za načrtovanje v nizkogradnji AutoCAD Civil 3D (Autodesk, 2011).

Napako, ki pri tem nastane, smo analizirali z dvema pristopoma. Pri prvem (1) smo analizirali napake na površini kot celoti, pri drugem (2) pa smo na površino projicirali niz profilov in napake izvednotili v profilih. Napako smo vrednotili s tremi kriteriji:

a) koren iz srednje kvadratne napake (root mean square error, RMSE)

b) srednja absolutna napaka (mean absolute error, MAE)

c) srednja napaka (mean error, ME)

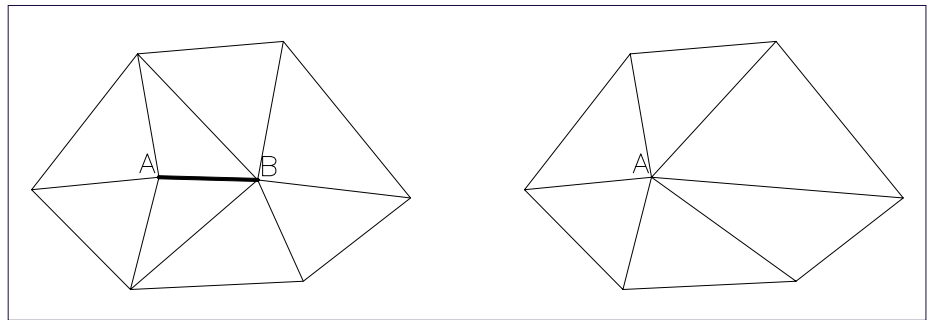
Za izvednotenje smo uporabili zvezne (integralne) oblike:

– na površini:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{A} \iint_A (z - z_0)^2 dA} \quad (1)$$

$$MAE = \frac{1}{A} \iint_A |z - z_0| dA \quad (2)$$

$$ME = \frac{1}{A} \iint_A (z - z_0) dA \quad (3)$$



Slika 1 • Krčenje roba AB v točko A

– na profilu:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{L} \int_L^L (z - z_0)^2 dx} \quad (4)$$

$$MAE = \frac{1}{L} \int_L^L |z - z_0| dx \quad (5)$$

$$ME = \frac{1}{L} \int_L^L (z - z_0) dx \quad (6)$$

kjer je:

A ... skupna površina

L ... dolžina profila

z ... višina na poenostavljeni površini

z₀ ... višina na originalni površini

Površine, uporabljene za analizo, so bile dobljene s pomočjo nepravilne trikotniške triangulacije. V tem primeru lahko razliko površin razdelimo na množico ravnih elementov, ki so presečišča elementov originalne in poenostavljene površine. Potem lahko enačbo (1)

zapišemo kot vsoto kvadratov napake (SE) po elementih:

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum SE_i}{A}} \quad (7)$$

In podobno za enačbi (2) in (3).

Profile razdelimo na odseke med posameznimi točkami, tako da lahko enačbe (4)-(6) zapišemo kot vsote po odsekih *i* (*Z* je razlika višin med površinama):

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{L} \sum_i \left(\frac{(z_{i+1} - z_i)^2}{3} + z_{i+1} z_i \right) (z_{i+1} - z_i)} \quad (8)$$

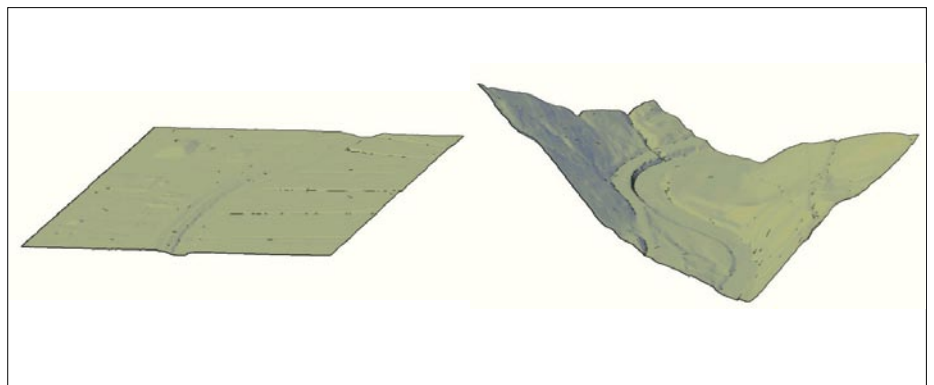
$$MAE = \frac{1}{L} \sum_i \frac{z_{i+1}^2 + z_{i+1} z_i + |z_{i+1} z_i| + z_i^2}{|z_{i+1}| + |z_i|} (z_{i+1} - z_i) \quad (9)$$

$$ME = \frac{1}{L} \sum_i \frac{(z_{i+1} + z_i)}{2} (z_{i+1} - z_i) \quad (10)$$

3 • REZULTATI IN DISKUSIJA

Analizirali smo parametre napake na dveh površinah in enem nizu profilov. Z originalno površino smo primerjali površine, iz katerih smo odstranili 50 %, 75 %, 85 %, 90 %, 95 %, 98 % in 99 % točk.

Obe površini sta narejeni iz LIDAR-skega posnetka z resolucijo 1 m. Prva površina vsebuje 51255 točk, pokriva površino 508 ha in je ravninskega tipa, druga pa vsebuje 4455 točk, pokriva površino 457,56 ha in je hribovitega tipa. Površini sta prikazani na sliki 2. Primerjali smo srednje absolutne napake in srednje napake za obe površini. Rezultati so podani v preglednici 1.

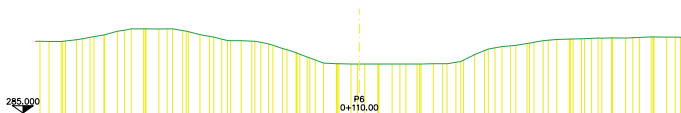


Slika 2 • Posnetka terena: ravninski (LIDAR 1, levo) in hribovit (LIDAR 2, desno)

Zmanjšanje točk na površini (%)	LIDAR 1 MAE (m)	LIDAR 1 ME (m)	LIDAR 2 MAE (m)	LIDAR 2 ME (m)
50	0,004	-0,0001	0,006	0,0000
75	0,008	-0,0002	0,014	0,0000
85	0,011	-0,0002	0,021	0,0000
90	0,013	-0,0003	0,027	0,0002
95	0,019	-0,0004	0,042	0,0004
98	0,029	-0,0005	0,077	0,0006
99	0,039	-0,0011	0,116	0,0017

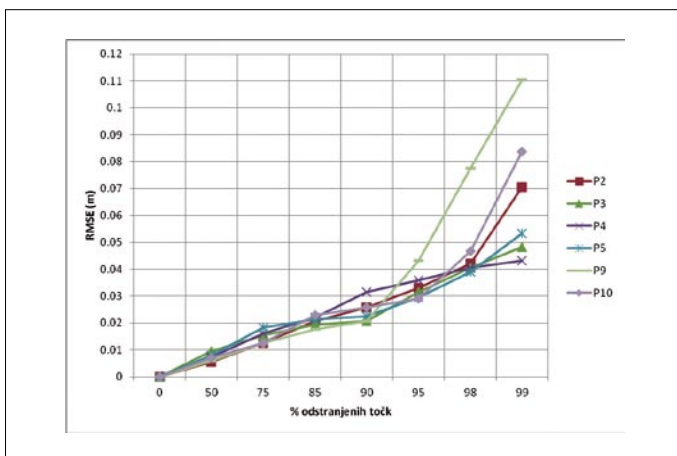
Preglednica 1 • Primerjava srednje absolutne napake (MAE) in srednje napake (ME) za obe površini

Niz profilov vsebuje vodotok in nasip. Primer profila je prikazan na sliki 3. Originalna površina vsebuje 12.768 točk. Profili, dobljeni iz originalne površine, vsebujejo 92 do 128 točk. Dolžina profilov je 50 m, razdalja med njimi pa 20 m.

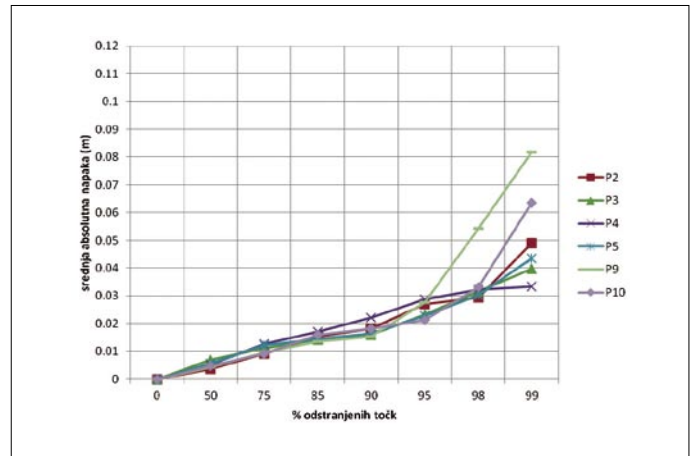


Slika 4 • Primer profila, uporabljanega za analizo

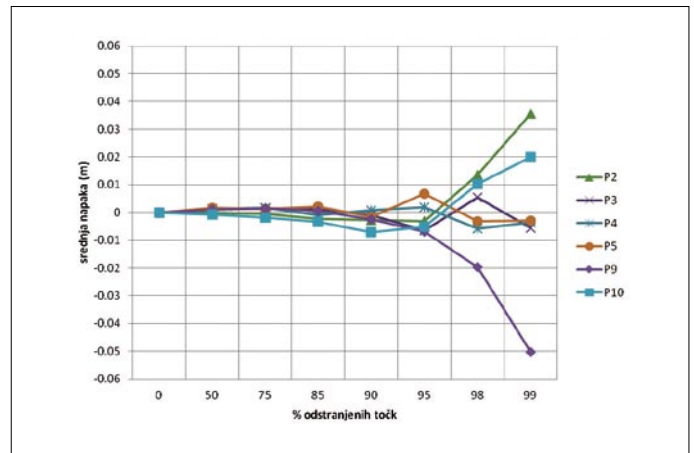
Slike 4–6 prikazujejo povečevanje napake pri poenostavljanju površin za izbrane profile.



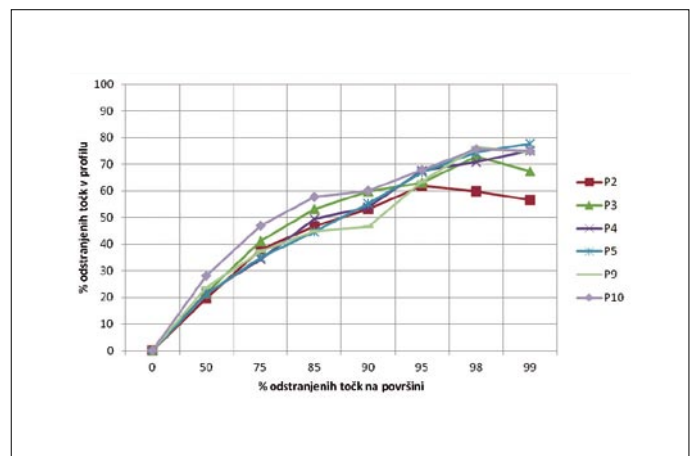
Slika 4 • Koren srednje kvadratne napake (RMSE) v odvisnosti od stopnje poenostavitve površine



Slika 5 • Srednja absolutna napaka (MAE) v odvisnosti od stopnje poenostavitve površine



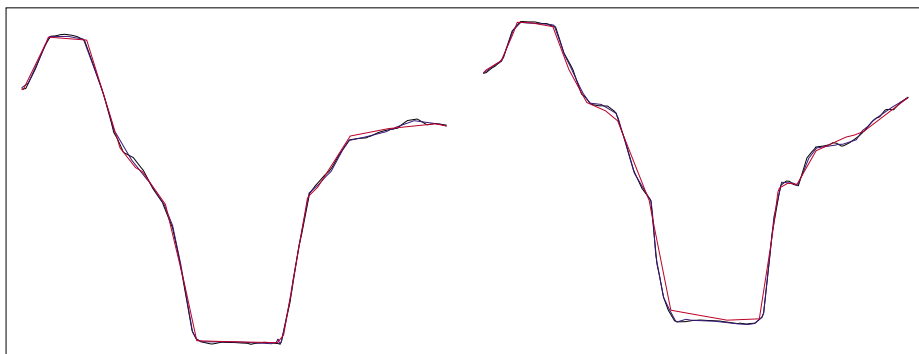
Slika 6 • Srednja napaka (ME) v odvisnosti od stopnje poenostavitve površine



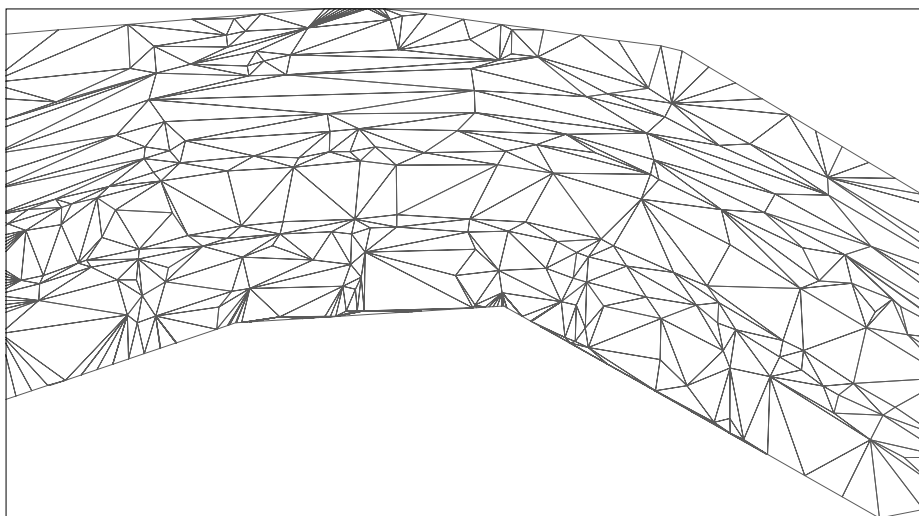
Slika 7 • Zmanjšanje števila točk v profilih v odvisnosti od zmanjšanja točk na površini

Zmanjšanje števila točk na površini (%)	Zmanjšanje števila točk v profilih (%)	Zmanjšanje št. točk v profilih – preračun na površino (%)	RMSE (m)	MAE (m)
50	21	38	0,007	0,005
75	40	64	0,015	0,011
85	51	76	0,020	0,015
90	57	81	0,025	0,018
95	64	87	0,039	0,025
98	71	91	0,050	0,037
99	71	91	0,069	0,051

Preglednica 2 • Povprečne vrednosti za vseh enajst profilov in povprečno zmanjšanje števila točk v profilih



Slika 8 • Primerjava profila P4 (levo, majhne napake) in P9 (desno, večje napake), projiciranega na originalno površino (črno), na površino z odstranjenih 85 % točk (modro) in 98 % točk (rdeče). Vertikalno merilo je povečano s količnikom 10



Slika 9 • Triangulacija pri 98 % odstranjenih točk – lok vodotok + nasip

Povprečne vrednosti za vseh enajst profilov in povprečno zmanjšanje števila točk v profilih so podani v preglednici 2.

Rezultati kažejo, da lahko ob privzeti toleranci 2 cm iz površin odstranimo 95 % (pretežno ravninski teren) oziroma 85 % (pretežno hribovit teren) točk. V obravnavanih profilih lahko ob enaki omejitvi odstranimo 85–90 % točk. Z izločanjem večjega števila točk se napaka znatno poveča. Poveča se tudi velikost (predznačene) srednje napake, kar vodi do napak pri računih količin izkopa in nasipa. Pri obravnavanih profilih širine 50 m in razdalje 20 m pomeni 1 cm srednje napake 10 m³ napake v računu količin. Vendar se predznak napake spreminja (slika 6), tako da se pri računu odseka z več profili ta napaka zaradi seštevanja različno predznačenih napak zmanjšuje.

Napaka je odvisna od kompleksnosti profilov, kar je lepo razvidno s slike 8. Profil P4, ki vsebuje manjše število lomov, je možno bolj natančno opisati z manjšim številom točk, medtem ko ima profil P9 večje število lomov, zato je napaka večja.

Ugotovimo lahko tudi, da je število ohranjenih točk v profilih večje kot na površini, tudi če delež profilnih točk »pretvorimo« iz linijskih v površinske deleže (tj. kvadriramo). To je ugodna lastnost metode in je posledica podaljševanja trikotnikov v smeri značilnih potez površja (vodotok, nasip – slika 9), kar ohranja točke na profilih.

4 • SKLEP

Pri delu s površinami, ki jih ustvarimo iz LIDAR-skih posnetkov, so lahko časi procesiranja in izračunavanja zaradi velikega števila točk dolgi, kar zmanjšuje udobnost načrtovalskega dela. V ta namen lahko površine poenostavimo.

Pri poenostavljanju površin se izkaže, da lahko z odstranitvijo znatnega števila točk še vedno obdržimo za načrtovanje zadovoljivo točnost, zlasti glede na točnost snemanja. Če privzamemo, da je sprejemljiva srednja

absolutna napaka 2 cm, lahko iz obravnavanih površin odstranimo 95 % (pretežno ravninski teren) oziroma 85 % (pretežno hribovit teren) točk. V obravnavanih profilih lahko ob enaki omejitvi odstranimo 85–90 % točk. Pri večjem poenostavljanju so lahko napake v nekaterih profilih tudi precej večje.

5 • ZAHVALA

Prispevek je nastal v okviru projekta »Interaktivna vizualizacija poplavnih območij za

podporo interventnemu ukrepanju«. Projekt je bil financiran v okviru ciljnih raziskoval-

nih projektov »ZNANJE ZA VARNOST IN MIR 2006–2010« pod številko M2-0135.

6 • LITERATURA

Autodesk 2011. AutoCAD Civil 3D 2012 Users Guide, 2011.

Garland, M., Heckbert, P., Surface Simplification Using Quadric Error Metrics, Zbornik SIGGRAPH '97, pp 209-216, Los Angeles, ZDA, avg. 1997.

Yan, J., Shi, P., Zhang, D., Mesh Simplification with Hierarchical Shape Analysis and Iterative Edge Contraction, Transactions on the Visualisation and Computer Graphics, 10/2, pp 142-151, IEEE 2004.

Hoppe, H., DeRose, T., Duchamp, T., McDonald, J., Stuetzle, W., Mesh Optimization, Zbornik SIGGRAPH '93, pp 19-26, Anaheim, ZDA, avg. 1993.

Hoppe, H., Progressive Meshes, Zbornik SIGGRAPH '96, pp 99-108, New Orleans, ZDA, avg. 1996.

Andersson, M., Gudmundsson, J., Levcopoulos, Ch., Restricted Mesh Simplification Using Edge Contractions, Zbornik COCOON 2006, pp 196-204. Taipei, Tajvan, 2006.

Wolle, T., Bodlaender, H. L., A Note on Edge Contraction, Institute of information and computing sciences, Utrecht university, technical report UU-CS-2004-028, 2004.

ZGODOVINSKI PREGLED RAZVOJA SISTEMOV PREDNAPENJANJA IN TRAJNIH PREDNAPETIH GEOTEHNIČNIH SIDER

HISTORICAL OVERVIEW OF PRESTRESSING SYSTEMS AND PERMANENT PRESTRESSED GROUND ANCHORS

dr. Iztok Klemenc, univ. dipl. inž. grad.

Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva 12, Ljubljana

Pregledni članek

UDK: 624.014.2:624.078.7.000.93

Povzetek | V članku je podan pregled razvoja sistema prednapenjanja: od prvih idej in neučinkovitih poskusov prednapenjanja do razvoja uporabnih sistemov prednapenjanja. Takšen sistem je bil pri geotehničnih sidrih prvič praktično uporabljen pri sanaciji pregrade Cheurfas v Alžiriji, po drugi svetovni vojni pa sta sledila razvoj in razširitev uporabe geotehničnih sider po celem svetu. V praksi se je vedno bolj izkazovala pomembnost trajnosti vgrajenih sider, kar je pospešilo razvoj učinkovite protikorozijske zaščite. Izkušnje iz prakse kažejo, da primerno obliko trajnih prednapetih geotehničnih sider predstavljajo sidra s celovito protikorozijsko zaščito, ki jih pri nas vgrajujemo od leta 1997, pri čemer je za zagotovitev trajnosti teh sider ključnega pomena skrbna vgradnja po (vnaprej) potrjenih izvedbenih detajlih z natančno izvedeno zaščito glav sider, katerih stanje je treba ves predvideni čas življenjske dobe sider stalno nadzorovati in vzdrževati v dobrem stanju ter preprečevati vdor (kontaminirane) vode do jeklenih delov sider.

Summary | A course of development of prestressing systems from first ideas and ineffective trials of prestressing to the development of applicable prestressing systems is presented. Such system has been for the first time used in practice at the strengthening of the Cheurfas dam in Algeria. After the World War II the development and the expanded application of ground anchors continued all over the world. The durability of installed anchors turned out increasingly important in practice, which resulted in further development of effective corrosion protection. The practical experiences indicate that the comprehensive corrosion protection can be regarded as the appropriate form of permanent prestressed ground anchors protection, whereas such anchors have been used in our practice since 1997. However, the durability of such anchors can be ensured only in the case of careful execution according to the (in advance) certified installation details with the exactly achieved anchor head protection. Moreover, the condition of corrosion protection has to be permanently inspected and maintained in good condition during all anticipated anchors service life to prevent ingress of (contaminated) water to the steel parts of anchors.

1 • UVOD

Do razvoja sistemov prednapenjanja je privedla karakteristika betona, da odlično prevzema tlačne napetosti, po drugi strani pa so njegove sposobnosti za prevzem nateznih napetosti zelo omejene. Te napetosti prevzema jeklena armatura, ki se pri tem raztegne, zaradi sprijetosti betona z armaturo pa armatura za seboj potegne tudi beton, kar privede do pojava razpok v betonu. V armiranobetonskih konstrukcijah

se pojavu razpok lahko izognemo s predhodnim prednapetjem konstrukcije, pri čemer se z uvedbo natezних sil v kabel za prednapenjanje konstrukcija tlačno obremeni že pri gradnji. Med obratovanjem zaradi delovanja obtežbe v konstrukciji nastajajo natezne sile, ki zmanjšujejo na začetku vzpostavljene tlačne napetosti, tako da v taki konstrukciji natezних napetosti običajno sploh ni.

Opisani sistem delovanja prednapetega kabla izkoriščamo tudi pri prednapetih geotehničnih sidrih, le da je v tem primeru osnovni medij, v katerega je kabel vgrajen, drugačen: prednapeta geotehnična sidra z veznim delom vpnejo v nosilna temeljna tla, medtem ko je na drugem koncu sidra preko glave sidra zagotovljen vnos sile na sidrano konstrukcijo, vezni člen med njima pa predstavlja prosti del sidra, ki služi samo za prenos natezne sile. S takimi sidri zagotavljamo, da zaledni tlaki ali pa obremenitve, ki izvirajo od drugod, sidrane konstrukcije ne odrinejo od zaledja oziroma ne premaknejo.

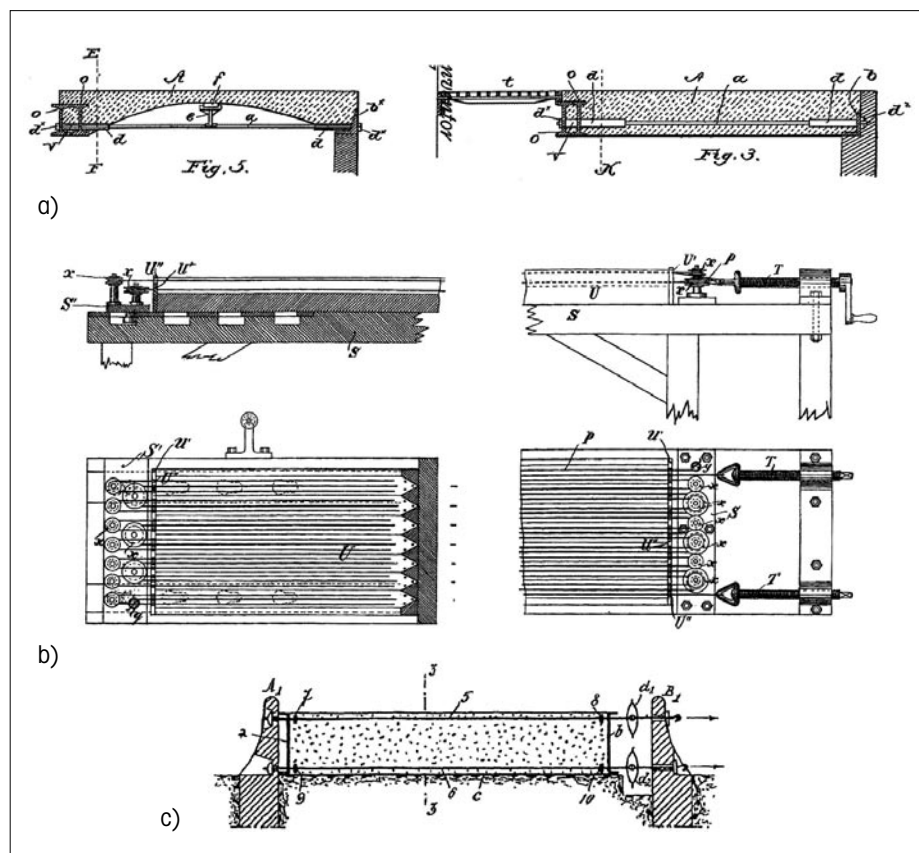
2 • RAZVOJ SISTEMOV PREDNAPENJANJA

Prvi znani primer uporabe principa prednapenjanja je pri gradnji Crystal Palace v Hyde Parku v Londonu uporabil britanski arhitekt in vrtnar sir Joseph Paxton (1803–1865). Prvotno idejo zasnove masivne zidane zgradbe je Paxton nadomestil z idejo rastlinjaka, ki so jo potem v praksi leta 1851 izvedli v obliki prefabriciranih železnih in steklenih panelov. Prvi opis ideje prednapenjanja je v patentni prijavi januarja 1886 podal Američan P. H. Jackson (Zilch, 2008). Predvidel je prednapenjanje predizdelanih ločno oblikovanih betonskih elementov z mehansko zasidraniimi železnimi vezmi, ki naj bi se bili uporabljali v pločnikih, ploščah in strehah, pri čemer so bile prednapete vezi obojestransko razvrščene v spodnjih delih betonskih elementov (slika 1a). Ne da bi vedel za patent Američana je oktobra 1888 W. Doehring iz Berlina prijavil patent, ki je predvideval minimiziranje razpok v betonskih elementih z napenjanjem žic, vstavljenih v plošče, letve in tramiče. V svojem patentu je v nasprotju z Jacksonom kot natezne elemente v betonskem prečnem prerezu namesto palic oziroma trakov uporabil žice, ki so bile zasidrane z mehanizmom sprijema z betonom. Kot je razvidno s slike (slika 1b), je bila žica preko sistema škipčevja speljana skozi namenske odprtine v opažu, tako da je nastala gosta mreža vzporedno napetih žic. Po napenjanju obeh koncev žice je bil opaž zalit z betonom, po otdritvi betona so bile vbetonirane napete žice porezane, s čimer se je prednapetje aktiviralo. Leta 1907 je praktični preskus z naknadnim vbetoniranjem vnaprej napetih jeklenih palic na visoki tehniški šoli v Stuttgartu izvedel Mathias Koenen. Poskus je bil zaradi nizkega prednapetja in prisotnih reoloških

pojavov praktično neučinkovit, je pa zato Koenen (po spletu okoliščin) pravzaprav odkril armirani beton.

Vsi dotedanji poskusi so bili opravljeni z elementi, katerih natezna trdnost je bila v

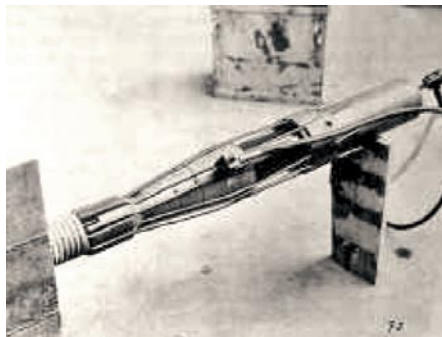
primerjavi z današnjim jeklom za prednapenjanje zelo nizka, zato jih ni bilo mogoče napeti na dovolj visoke sile, da bi lahko kompenzirale takojšnje izgube (zdrs pri zaklinjanju in elastično stisnjenje betona) kot tudi časovno odvisne izgube (relaksacija jekla, tečenje in krčenje betona). Poleg tega je zaradi časovno odvisnih deformacij betona slabe kakovosti v jeklih nizke trdnosti celotna sila prednapenja-



Slika 1 • Prvi patentirani načini prednapenjanja: a) vzdolžni in prečni presek prednapetega predizdelanega betonskega elementa po patentu P. H. Jacksona, b) vzdolžni presek in floris prednapetega predizdelanega betonskega elementa po patentu W. Doehringa, c) vzdolžni presek prednapete betonske grede E. Freyssineta in J. Séaillea (Zilch, 2008)

nja hitro upadla (Gilbert, 2004). Kombinacija vseh omenjenih vplivov je pripeljala do tega, da vpliva prednapetja ni bilo mogoče ohranjati, kar je v tistem času preprečevalo uveljavljanje idej dotodanjih patentov. Češki inženir Karl Wettstein je leta 1919 sicer uspešno vbetoniral prednapete klavirske strune iz jekla visoke trdnosti, vendar uspešnosti poskusa ni znal pojasniti. Šele Američan R. E. Dill je leta 1923 ugotovil tako pomembnost izgub pri napenjanju zaradi lezenja in krčenja betona kot tudi, da je za uspešno prednapenjanje ključnega pomena uporabiti žice iz jekla visoke trdnosti, ki jih moramo napeti z dovolj visokimi silami (Zilch, 2008).

Pionir današnjega prednapetega betona je francoski inženir Eugène Freyssinet, ki sistema prednapenjanja kot takega sicer ni odkril, je pa hitro prepoznal njegov velik pomen in je ključno prispeval k njegovemu razvoju. Intenzivno se je posvetil tej tehniki – preko preiskav lezenja in krčenja betona kot tudi uporabe močno prednapetih žic iz visokovrednega jekla je postavil potrebne pogoje za uspešno izvedbo prednapenjanja betona. Na primeru gradnje mostu Plougastel Bridge preko treh polj z razpetinami po 180 m je detajlno preučil tečenje in razvil svojo idejo prednapenjanja, za katero sta s sodelavcem J. Séaillesom novembra 1928 pridobila patent (Zilch, 2008); postavljena je bila ideja prednapenjanja, po kateri se material (v tem primeru armirani beton) izpostavi tlačnim napetostim, ki so posledica delovanja jeklenih kablov, vgrajenih v konstrukcijo, med obratovanjem konstrukcije pa se vanjo vnašajo natezne napetosti. V patentu sta predvidela prednapenjanje betonskih konstrukcijskih elementov z okroglimi jeklenimi elementi visoke trdnosti, prednapetimi vsaj na 400 MPa (slika 1c). Z uporabo visokovrednih materialov in dovolj visokim prednapetjem jima je uspel kvalitativni preskok, s čimer je princip prednapetega betona postal praktično uporaben. Freyssinet je v obdobju med letoma 1928 in 1936 patentiral različne izume v zvezi z napenjalkami za prednapenjanje kablov iz jekla visoke trdnosti (slika 2) in razvil tehnologijo zasidranja nateznih elementov, ki je omogočila zadostno fleksibilnost sistema za uporabo na različnih tipih konstrukcij, vključno s prednapetimi geotehničnimi sidri.



Slika 2 • Hidravlična napenjalka, kot jo je razvil Eugène Freyssinet (Giovannardi, 2009)

Freyssinet je svoj sistem prednapenjanja v praksi prvič uporabil pri sanaciji terminala prekooceanke Normandie v pristanišču Le Havre (slika 3) leta 1933 (Giovannardi, 2009). Ogromen kompleks dolžine skoraj 600 m in širine 45 m je bil v resni nevarnosti, da se zaradi hitro napredujočega posedanja poruši, še preden bo dokončan. Obrežni zid je trdno stal na podlagi, medtem ko je pristaniška zgradba izrivala plast mulja in se ob tem intenzivno posedala. Ključno vlogo v izbranem sistemu sanacije so imeli trije glavni betonski nosilci, vstavljeni pod zgradbo, s katerimi je medsebojno prednapel glave obstoječih kolov, v nadaljevanju pa je skozi luknje v teh nosilcih navzdol spustil cevaste betonske kole, ki jih je nato zalil in prednapel v dolžini 2 m. Takoj, ko so prvi koli dosegli globlji sloj gramoza, se je posedanje

upočasnilo. Na koncu je zgradbo z napenjalkami s prednapetimi betonskimi nosilci ponovno dvignil na predvideno raven.

Ta uspešno zaključeni projekt je predstavljal prelomnico v življenju Freyssineta, s katero pa se je tudi začela uporaba sistema prednapenjanja, katere dodatni zagon sta predstavljala njegova patenta stožčastih sidrnih kablov leta 1939 in sistema ponapenjanja leta 1940. Leta 1943 je dokončal gradnjo prvega prednapetega mostu preko reke Longroy Bresle, kar je odprlo pot gradnji številnih prednapetih mostov v povojnem obdobju obnove v Franciji kot tudi po svetu (Giovannardi, 2009), (Fuzier, 2007). Pomembnejši patenti s področja prednapenjanja (Dischinger leta 1934, Hoyer leta 1937, Mantscheff leta 1962 ter Leonhardt leta 1964) in nadaljnji razvoj sistemov prednapenjanja so pomembno vplivali predvsem na gradnjo mostov in stavb, vendar pa niso imeli več takega vpliva na tehnološki razvoj sistema prednapenjanja v sklopu zasnove in izvedbe prednapetih geotehničnih sider (Zilch, 2008). V petdesetih in šestdesetih letih 20. stoletja je bilo predvsem v Evropi razvitih in v uporabi preko sto različnih sistemov prednapenjanja. Kasnejši gospodarski razvoj je med temi sistemi povzročil precejšnjo selekcijo, tako da danes med pomembne štejemo manj kot deset sistemov (Hunkeler, 2005). Po istem viru je bila med zadnjimi pomembnimi koraki pri razvoju sistemov prednapenjanja uvedba pletenih pramen, katerih uporaba se je od leta 1960 naprej stalno povečevala.



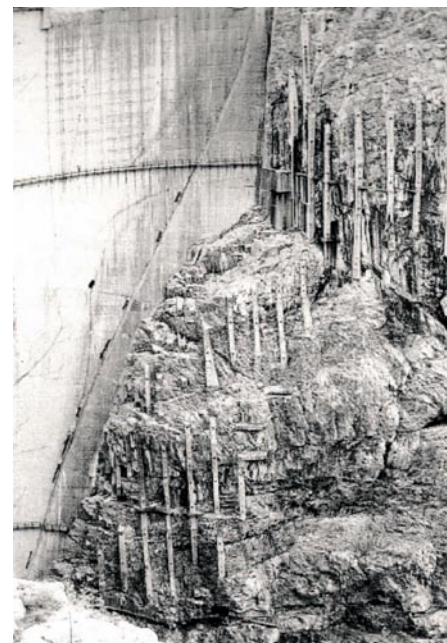
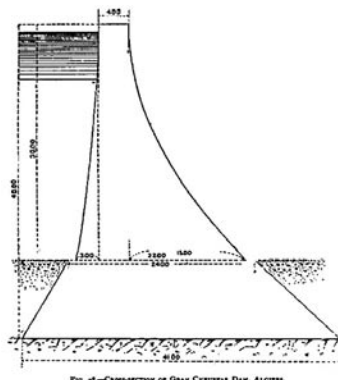
Slika 3 • Kompleks pristanišča Le Havre (levo); izvedba prednapetega betonskega nosilca, ki ga je Eugène Freyssinet predvidel v sklopu sanacije (desno) (Giovannardi, 2009)

3 • POJAV IN ZAČETKI RAZVOJA GEOTEHNIČNIH SIDER

V naravi lahko najdemo različne sisteme sidranja, kot so na primer koreninski sistemi

dreves in različnih trav. Možno je, da so prav v teh sistemih stare civilizacije našle ideje za

izvedbo sidranja svojih zgradb. Dober primer tradicionalne gradnje je Aqar Quf, eden od številnih stopničastih stolpov Babiloncev v južni Mezopotamiji, ki jih lahko še najdemo 30 km vzhodno od današnjega Bagdada (Irak) in ki so bili zgrajeni iz ilovnatih opek,



Slika 4 • Pogled na pregrado Cheurfas v Alžiriji, zgrajeno leta 1882 (Barrage – Cheurfas, 2009) (levo), prečni prerez skozi masivno pregrado (Wilson, 2008) (desno)

medsebojno povezanih s plastmi trsja. Njihov koncept prevzemanja nateznih obremenitev je do neke mere podoben ideji moderne armirane zemljine, ki smo jo začeli uporabljati kakih 3500 let kasneje.

Prvi pojavi začetkov sidranja so v dostopnih zgodovinskih virih dokumentirani konec 19. stoletja. Frazer (1874) je opisal preskuse na sidrih iz kovanega železa, vgrajenih za podpiranje brežine prekopa vzdolž železniške povezave London–Birmingham. Anderson je leta 1900 dokumentiral uporabo uvrtnih kolov v vlogi nateznih sider za preprečitev dviga talnih plošč pri poplavih (Xanthakos, 1991). Nekako v istem času so v zgornješlezjskih premogovnikih za varovanje področja temena pri rudarskih izkopih in vnosih nateznih sil v tla že uporabljali kratka sidra v obliki jeklenih palic. V prvih desetletjih 20. stoletja so bili primeri uporabe sider v gradbeništvu omejeni na posamezne primere podpiranj podzemnih prostorov v kamninah (Wichter, 2000).

Francoski inženir Andre Coyne je vodil izvedbo del na prelomnem primeru ene od prvih in zelo impresivnih uporab sidranja s prednapetimi geotehničnimi sidri pri ojačitvi masivne pregrade Cheurfas v Alžiriji (Barrage des Cheurfas), izgrajene leta 1882 z namenom zadrževanja vode za namakanje. Kot je razvidno s slike 4, gre za tiste čase res impozanten objekt, saj skupna višina pregrade znaša 30 m, dolžina 155 m in širina krone na vrhu 4 m, medtem ko je širina pregrade ob temelju 22 m. Masivna pregrada je bila zgrajena v dveh delih: v spodnjem delu je trapezno oblikovani temelj iz grušča, na katerem je zgrajena sama pregrada, katere gorvodna in dolvodna površina sta parabolične oblike. Pregrada zadržuje vodo globine 40 m, največji tlak na telo pregrade v notranjosti pa je 0,65 MPa (Wilson, 2008).

Težnostna pregrada, zgrajena iz tradicionalnih (masivnih) materialov, je bila v poplavih leta 1885 delno porušena in nato obnovljena leta 1892. V zgodnjih tridesetih letih 20. stoletja so bili ugotovljeni znaki nestabilnosti temeljev. V obdobju 1934–1935 je bila v sklopu sanacije pregrade v rastru 3,5 m vgrajena vrsta navpičnih geotehničnih sider nosilnosti 10 MN, ki so v veznem delu sider segala približno 15 m globoko v peščenjak pod temelj pregrade. Vgrajena sidra so bila naknadno prednapeta s hidravličnimi napetjalkami. V smislu zasnove glave sider so bile pri pregradi Cheurfas oblikovane kot 50 kN betonski bloki, medtem ko so pri pregradi Bou-Hanifia že uporabili 15 kN jeklene glave sider. Po drugi svetovni vojni so bile glave sider sestavljene samo še iz klinastih elementov relativno majhnih premerov, ki so se opirali na sidrne plošče.

Izvedena sanacija s prednapetimi sidri se je izkazala kot ključna prelomnica za razvoj in uporabo prednapetih geotehničnih sider, saj sta se od takrat naprej tehnologija in praksa sidranja razvijali v interdisciplinarno tehniko, ki se danes uporablja praktično v vseh delih sveta. Razvoj sider se je v obdobju med letoma 1934 in 1940 začel v Franciji s konstrukcijami družb Rodio in Sondages, Etanchement, Consolidation (današnji Soletanche Bachy). Za premagovanje težav pri zasidranju nateznega elementa v območju glave sidra in v območju zainjektiranja veznega dela sidra sta omenjeni družbi prenesli in uporabili ideje, ki sta jih razvila francoska inženirja Coyne in Freyssinet. Sidra so vgrajevali tako, da so bili njihovi vezni deli nameščeni bodisi v hribini bodisi v masivni beton pregrade, pri čemer so v poskusih uspeli doseči sidrne sile do 12 MN, kar so bile za tiste čase izredno visoke sidrne sile, ki so zahtevale povečane dimenzije sidrane konstrukcije za njihov prevzem (Wichter, 2000).

Slika 5 • Sidranje podpore pregrade zajezitve Vajont v Italiji (Wichter, 2000)

Po drugi svetovni vojni je z začetkom proizvodnje jeklenih žic in pramen visokih trdnosti kot tudi razvojem metod vrtnanja in injektiranja v številnih evropskih državah (Francija, Nemčija, Švedska in Švica, kasneje pa tudi v Veliki Britaniji) prišlo do razvoja prednapetih geotehničnih sider (Xanthakos, 1991). Področja in način njihove uporabe so se začela širiti: pri izvedbi sidranja v sklopu pregradnih zidov Castillon v Franciji (1948) in Vajont v Italiji (1960) (slika 5) so v območju bočnih opor zidov s prednapetimi geotehničnimi sidri ojačali skalno brežino, sidra pa so uporabili tudi pri gradnji kavern elektrarn v Švici – Maggawerke, 1954, Grand-Dixence in kaverna Nendaz, 1957 (Wichter, 2000). Isti vir tudi navaja, da so se prednapeta geotehnična sidra v gradbeništvu v večjem obsegu začela uporabljati po letu 1958, ko je bilo uspešno vgrajeno prvo sidro v zemljini.

Zadnji veliki tehnološki korak naprej pri prednapetih geotehničnih sidrih je bil opravljen z uveljavitvijo ideje o skrajšanju veznih delov posameznih enot kabla sidra in njihovo zamaknjeno porazdelitvijo vzdolž veznega dela sidra. Prve ideje o zamikanju veznih delov sider so se morda pojavile že prej, vendar je bil Tony Barley tisti, ki je leta 1978 opravil izvelične preskuse zelo kratkih veznih delov pramen s končnimi objemkami, zalitimi v smoli. Preskusi so pokazali, da se je kljub kratkim veznim delom pramenska sila v celoti prenesla na smolo, pri čemer lahko preskus treh takih, medsebojno zamaknjenih enot,

vgrajenih v dvometrsko jekleno cev, smatramo kot prvi preskus večkratnega sidra (angl. single bore multiple anchor). Z raziskavami uporabe kratkih dolžin pramen za prenos sile na injekcijsko maso v kratkih zaščitnih ovojih je Barley nadaljeval v začetku osemdesetih. Prva komercialna uporaba pravih večkratnih sider je bila izvedena leta 1988 v Southamptonu (Barley, 1997): vsaka enota (podsidro) je imela svoj zaščitni ovoj in je bila v veznem delu sidra ločena od drugih enot, posebne celjisti pa so v veznih delih enot sidra za-

gotavljale popoln prenos sidrskih sil. Čeprav so bila sidra napeta s skupno napenjalno, ki ne omogoča različnih izvlečkov posameznih enot sidra, zaradi česar so bile vnesene sile zaradi različnih dolžin prostega dela proti konici sidra vedno manjše, je bila nosilnost teh sider za približno 50 % večja v primerjavi s sidri klasične izvedbe.

Po Barleyu so med preskusom sider, sestavljenih iz petih podsider, vgrajenih v glinasta tla v Bracklesham Bedsu, z obročnim dinamometrom izmerili skupno silo 1337 kN.

V nadaljnjem osemletnem obdobju sta se razvoj in tehnološko izpopolnjevanje večkratnih sider še nadaljevala, pri čemer je bilo do leta 1997 vgrajenih že 25.000 večkratnih sider. Z večkratnimi sidri je bila premagana tehnološka omejitev dolžine veznih delov klasičnih sider nekje na 8 do 10 m, saj so lahko vezni deli večkratnih sider bistveno daljši – dolžine veznih delov večkratnih sider lahko dosežejo celo do 30 m, pri čemer je možno v glinah doseči porušne sile med 2000 in 3000 kN (Barley, 1995).

4 • RAZVOJ SISTEMA PROTIKOROZIJSKE ZAŠČITE TRAJNIH PREDNAPETIH GEOTEHNIČNIH SIDER

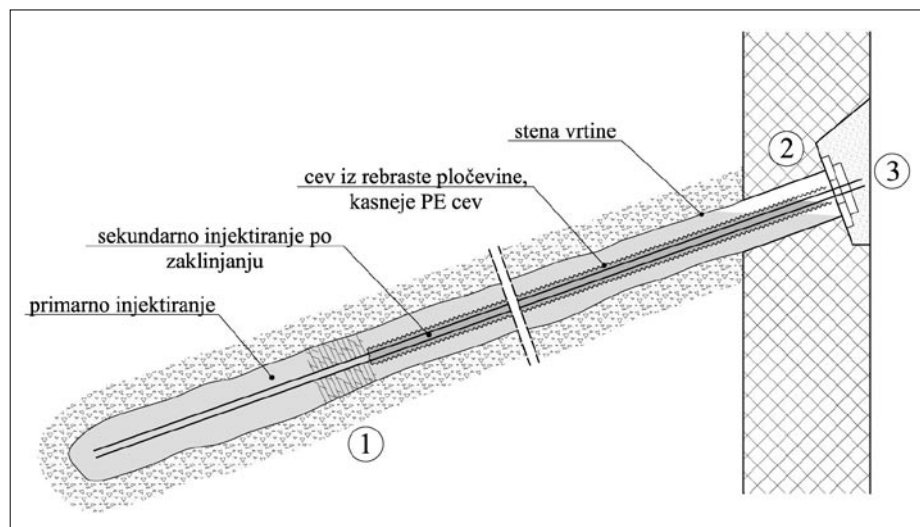
Z razvojem in začetkom uporabe prednapetih geotehničnih sider se je kmalu začelo postavljati vprašanje, koliko časa bodo vgrajena in zaklinjena sidra sposobna zagotavljati prenos nateznih sil, kar se neposredno navezuje na problematiko protikorozijske zaščite sider. Nosilci razvoja oblikovanja zaščite prednapetih sider pred propadanjem zaradi delovanja korozivnih procesov v svetovnem merilu so delovali v Evropi, pri čemer je bil z uvedbo tehnološke rešitve v obliki celovite protikorozijske zaščite jeklenih delov prednapetih sider preboj v svetovnem merilu narejen v Švici.

Na osnovi tehnologije sistemov prednapenjanja konstrukcij so bila v sredini prejšnjega stoletja vgrajena prva prednapeta **sidra s polno povezavo**, pri katerih je bila na prosti del sidra dodatno pritrjena cev iz rebraste pločevine, ki je omogočala stopenjsko za-injektiranje jeklenih žic s cementno injekcijsko maso: po vstavitvi sidra v vrtno so sprva zalili vezni del sidra, po doseženi trdnosti injekcijske mase so sidro napeli in zaklinili, nakar so zalili še žice v prostem delu, tako da v uporabnem stanju takšno sidro nima več nobenega prosto raztegljivega dela. Povsem na koncu so praviloma obbetonirali še glavo sidra. Taka sidra so po dostopnih podatkih vgrajevali približno do leta 1975.

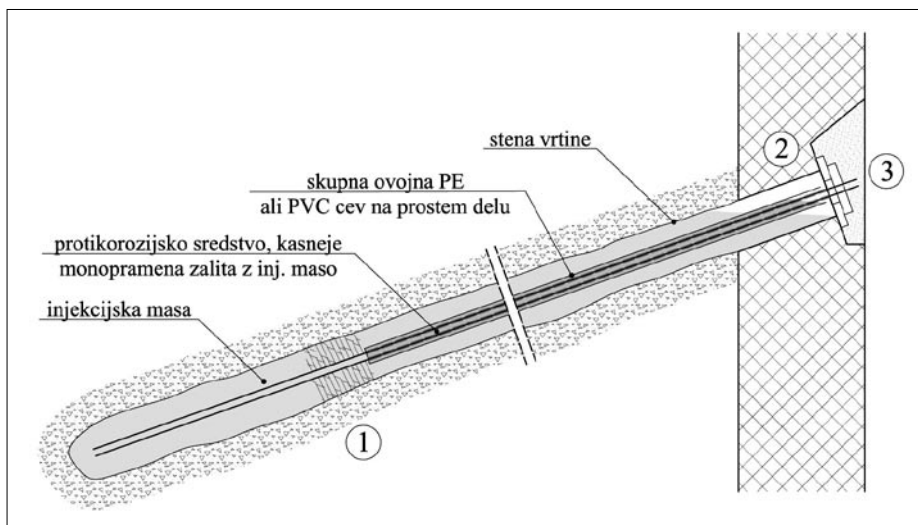
Za sidra s polno povezavo je značilno, da edino protikorozijsko zaščito jeklenih žic predstavlja plast injekcijske mase vzdolž celotne dolžine jeklenih žic. Ob skrbni vgradnji in v neagresivnem okolju injekcijska masa v prostem delu sidra ter v območju glave sidra lahko zagotavlja relativno dolgoročno zaščito, vendar je pregledovanje stanja takih sider zaradi nedostopnosti zelo omejeno izključno

na vizualni pregled področja vbetoniranih glav sider. Šibka mesta sider s polno povezavo (slika 6) so začetek veznega dela sidra (območje ① z razpokano cementno injekcijsko maso), področje pod glavo sidra (preostala votla mesta ② po končanem primarnem in sekundarnem injektiranju) kot tudi porozen, razpokan ali slabo oprijet prekrivni beton ③ za obbetoniranje glav sider. Če se v življenjski dobi sidra poveča sidrna sila, so sidra vzdolž prostega dela zaradi nastalih razpok v injekcijski masi korozivno močno ogrožena. Krhke porušitve zaradi napetostne korozije so se zgodile le v izjemnih primerih, pri čemer je o poškodbah tega tipa sider v literaturi zelo malo podatkov, saj porušitev sidra praktično ni opazna, vse dokler ni poškodb oziroma porušitve sidranega objekta (Hunkeler, 2005).

V sredini šestdesetih je bila dosežena prva stopnja razvoja samostojne tehnike protikorozijske zaščite, ko so se pojavila **sidra z gibljivim prostim delom**, katerih tipična značilnost je bila možnost raztegovanja jeklenega kabla v prostem delu med življenjsko dobo sidranja. Ključna izboljšava v razvoju je bila uvedba monoprarnen (zaščita vsakega pramena posebej z namastitvijo in oplasčenjem v polietilensko, PE, ovojno cev), vendar pa je na veznem delu edino protikorozijsko zaščito še vedno predstavljala le strjena injekcijska masa. Čeprav se protikorozijska zaščita takih sider še vedno šteje kot nezadostna, so se z uvedbo monoprarnen poškodbe na prostem delu sider pojavile le še posamično. Šibke točke (slika 7) so začetek veznega dela sidra, kjer še ni bilo zaščitne plastične cevi (razpokana cementna injekcijska masa ①), nezatesnjen stik in področje pod glavo sidra ② (nepopolna zapolnitev pod sidrno ploščo oziroma odtekanje plastičnega polnilnega sredstva) ter pomanjkljiva zaščita glave sidra ③ (brez



Slika 6 • Prednapeto geotehnično sidro s polno povezavo z označenimi šibkimi mesti (Hunkeler, 2005)



Slika 7 • Prednapeto geotehnično sidro z gibljivim prostim delom z označenimi šibkimi mesti (Hunkeler, 2005)

pokrova sidra, porozen, razpokan ali slabo oprijet prekrivni beton pri obbetoniranih glavah sider) (Hunkeler, 2005). Sidra z gibljivim prostim delom so od leta 1977 naprej v celoti izpodrinila sidra s polno povezavo, v istem letu se je v Švici pojavil tudi prvi standard SIA (1977) za geotehnična sidra.

Z uvedbo tega tipa sider se je razvoj prednapetih geotehničnih sider ločil od sistemov prednapenjanja drugih konstrukcij: v prednapetem betonu je v času zaklinjenja sila največja, nato pa med življenjsko dobo upada proti neki končni vrednosti, pri čemer se razdalja med obema skrajnima mestoma zaklinjenja skrajša za manj kot 0,5%; na drugi strani se lahko sila v nateznem kablu sidra med življenjsko dobo znatno spremeni (poveča ali zmanjša) tudi za 20 do 50 %, pri čemer se lahko razdalja med obema skrajnima točkama vnosa sile v obeh smereh spremeni za 1 do 10 % (Hunkeler, 2005). Zaradi tega se med življenjsko dobo sidranja posledično pojavlja potreba po prilagajanju sidrskih sil.

Pri prvih sidrih z gibljivim prostim delom je na prednapetem jeklu prihajalo do krhkih porušitev zaradi napetostne korozije, vzbujene z vodikovo krhkostjo, ki se je praviloma razvila na mestih lokalnih korozijskih izjed, običajno v globini do 1,5 m pod glavo sidra, v več primerih pa tudi na preostalem prostem delu sidra, še posebno na stiku prostega in veznega dela sider. Redkeje je zaradi enakomerne površinske korozije prihajalo do porušitev pod glavo sidra ali na stiku prostega dela z veznim. Razširjenost korozijskih poškodb je bila precej različna: pri nekaterih

objektih kljub sistematičnim pregledom niso bile odkrite nobene poškodbe, pri drugih so bile ugotovljene posamezne porušitve žic pramen praktično nepomembne za varnost objekta, nasprotno pa je pri drugih objektih prišlo do skoraj sistematičnih porušitev. Podobno velja tudi za bolj ali manj enakomerne korozijske poškodbe na elementih glav sider in zaščitnih pokrovi. Prehod s sider s polno vezavo na prva sidra z gibljivim prostim delom brez dvojne protikorozijske zaščite je bil s stališča trajnosti in tveganja pojava porušitve pravzaprav korak nazaj pri razvoju sider (Hunkeler, 2005).

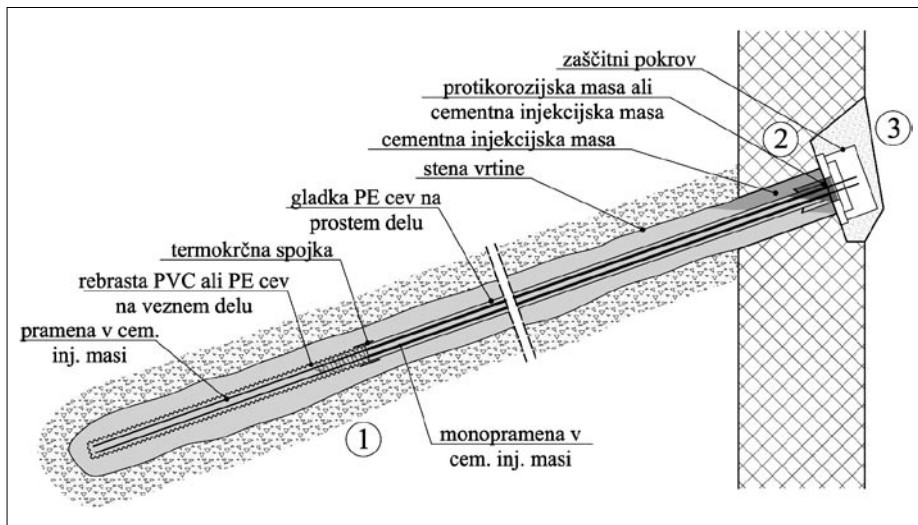
Glavni vzrok korozijskih poškodb na prednapetem jeklu sider z gibljivim prostim delom so bili nedodelani tehnološki detajli. Problem predstavlja netesen stik med glavo sidra in zaščitnim ovojem, saj je bilo pri poševnih sidrih polnjenje zgornjega dela tega prostora z injekcijsko maso vedno nepopolno, poleg tega pa plastično protikorozijsko sredstvo ni v celoti prekrilo površine posameznih pramen prostega dela sider (bodisi so bile v sredstvu praznine bodisi je to sredstvo oteklo s površine pramen); pogosto je bila za sidranim objektom odkrita še (kontaminirana) pronikajoča voda, ki je imela tako prosto pot do jeklenih pramen. Protikorozijska zaščita, izvedena na prostem delu sider v šestdesetih, je bila nezadostna, saj so žice premazali le z bitumnom ali sintetičnimi smolami, palice (izdelane iz jekel, še posebno občutljivih na pojav napetostne korozije) pa so ovili le z izolacijskim trakom, uporabljena sredstva pa tudi niso v zadostni meri ščitila prednapetega jekla pred korozijo. Dodatna vzroka za koro-

zijske poškodbe prednapetega jekla sider sta še (Hunkeler, 2005):

- nepopolno primarno zainjektiranje zgornjega območja veznega dela sider, ki je bilo posledica neizvršene ali nezadostne konsolidacije vrtine oziroma poteka veznega dela sidra skozi različna tipa tal zaledja, zaradi česar je pet let po izvedenem sidranju prišlo do edine v literaturi objavljene porušitve sidranega objekta (viseči most preko reke Thur za cevovod tovarne v Dietfurtu, St. Gallen, Švica);
- predhodna poškodba prednapetih palic zaradi nepravilnega skladiščenja (skladiščenje nezaščitenih palic na prostem, deloma celo v bližini cest, pozimi posipanih s soljo) in na katerih so bile že v času vgradnje prisotne lokalne korozijske poškodbe, na mestu katerih je v kratkem času prišlo do krhke porušitve zaradi napetostne korozije.

Po dostopnih podatkih so bila prva sidra v Švici z rebrasto plastično cevjo opremljena leta 1974, bolj sistematično pa so se rebraste cevi začele uporabljati od leta 1978 naprej. Na prehodu veznega dela v prosti del so rebrasto in gladko plastično cev stikovali s kosom termokrčne cevi. V začetku osemdesetih so se začela pojavljati tudi sidra, pri katerih sta bila poleg zaščite jeklenega kabla v veznem delu sidra s PVC-rebrasto cevjo izvedena tudi stikovanje in tesnjenje območja prehoda glave sidra v gladko zaščitno cev prostega dela sidra, kar je omogočalo sprva notranje injektiranje, kasneje (od leta 1983) pa tudi zunanje injektiranje tega območja pod glavo sidra. Taka sidra so poimenovali **sidra z dvojno protikorozijsko zaščito** (slika 8), pri katerih se je z uporabo rebrastih plastičnih cevi zaščita pramen v območju vnosa sile zelo izboljšala, v območju pod glavo sidra je bil zatesnjen prehod s cevi prostega dela na elemente glave sidra, v tem delu je bilo izvedeno zunanje in notranje injektiranje, sistematično pa so se začeli vgrajevati zaščitni pokrovi.

Teoretično vodotesen spoj plastičnih cevi na stiku prostega in veznega dela pri pramen-skih sidrih se je v praksi pogosto izkazal kot ranljiv ① (pojav poškodb pri transportu, vgradnji ali napenjanju sider), zatesnitev na prehodu z zaščitne cevi na glavo sidra pogosto ni vodotesna ② (bodisi zunanji del ni bil v celoti zainjektiran bodisi je plastična protikorozijska masa otekla), prekrivni beton pri obbetoniranih glavah sider ③ je porozen, razpokan oziroma slabo oprijet. Med glavo sidra in sidrano konstrukcijo ni električne izo-



Slika 8 • Prednapeto geotehnično sidro z dvojno protikorozijsko zaščito z označenimi šibkimi mesti (Hunkeler, 2005)

lacije, zato se lahko pojavijo poškodbe zaradi blodečih tokov (Hunkeler, 2005).

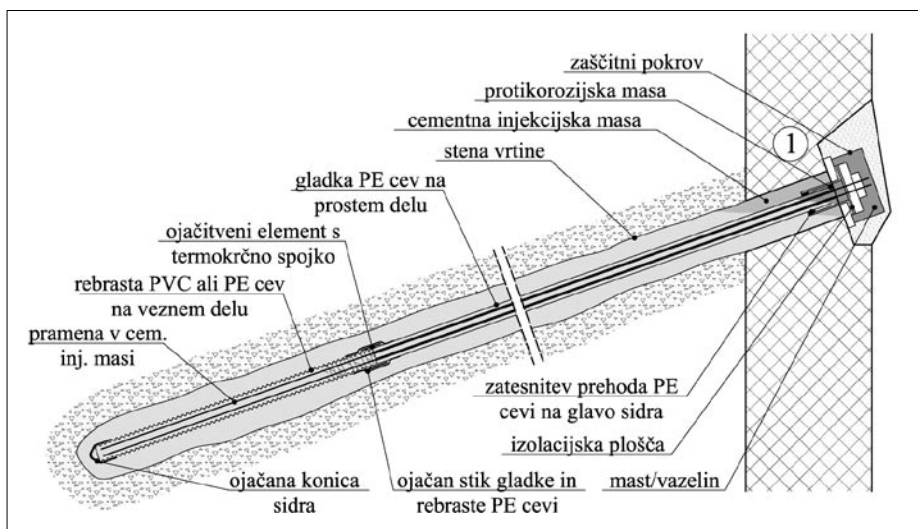
Sidra z dvojno protikorozijsko zaščito, ki so se v Švici pojavljala od leta 1983 do 1994, v splošnem veljajo kot zadostno protikorozijsko zaščitena, problematična so le na stiku gladke in rebraste zaščitne cevi, pri pojavu zaledne vode pod pritiskom ter v primeru izpostavljenosti močnim blodečim tokovom. Pri ustrezno projektiranih konstrukcijah so se pri tem tipu sider korozijske poškodbe pojavile le še posamično. V literaturi je naveden le en primer, pri katerem so bila v sidrani objekt vgrajena sidra z dvojno protikorozijsko zaščito, vendar domnevajo, da je bil zaradi dolgega

časa gradnje (od 1979 do 1983) le del sider izveden s tako protikorozijsko zaščito, pa še v tem primeru brez injektiranja območja neposredno pod glavo sidra (Hunkeler, 2005). Pri pregledu dela od 193 vgrajenih sider so bili ugotovljeni dva pretrga žice v pramenih in en pretrg pramena, do katerih je prišlo zaradi krhkega loma, ki je bil posledica pojava nape-
tostne korozije na mestih lokalnih korozijskih izjed.

Leta 1985 so v Švici opravili obsežnejše sidranje podpornega zidu, izvedenega v sklopu elektrificirane železnice na železniški postaji Stadelhofen v Zürichu, kjer so bili prisotni za prednapeta geotehnična sidra potencialno

zelo nevarni blodeči tokovi. Z nadgradnjo sider z dvojno protikorozijsko zaščito so oblikovali **sidra s celovito protikorozijsko zaščito** (slika 9), ki so bila v začetku še precej nezanesljiva, vendar so z izboljšavami detajlov in skrbnim ravnanjem s sidri dosegli, da so z meritvami električne upornosti, izvedenih v sklopu kontrole tesnosti zaščitnega ovoja, dokazali, da je 90 % sider po preskusu napenjanja izkazovalo zadostno električno upornost ($\geq 0,1 \text{ M}\Omega$). Za možnost dolgoročne kontrole zaklinjenih sider je bilo treba izvesti še električno izoliran kontakt na stiku proste dolžine in glave sidra kot tudi med glavo sidra in sidrano konstrukcijo. Prvo uspešno električno izolacijo glave sidra so opravili pri sidranju severnega portala predora Seelisbergtunnels leta 1992. Na podlagi teh izkušenj so bile postavljene zahteve za sistematično preverjanje sider s celovito protikorozijsko zaščito z meritvami izolacijske upornosti. S tem so bile odpravljene vse slabosti prejšnjih sistemov sidranja, hkrati pa je z električno izolacijo sidra od tal in sidrane konstrukcije preprečeno ogrožanje sider zaradi delovanja blodečih tokov in nastanka makroelementa med jeklom sidra in armaturo objekta. Pri sidrih z zadostno upornostjo ni pričakovati bistvenih korozijskih poškodb, vendar pa so pri tem tipu sidra vseeno mogoče predhodne poškodbe pramen zaradi nepravilnega skladiščenja sider na gradbišču, zaradi nepravilnosti pri vgradnji sider pa lahko pride do poškodb plastičnega zaščitnega ovoja sider.

Kritično mesto ostaja območje glave sidra ①, ki se izvede na mestu vgradnje sidra: v času od zainjektiranja sidra v vrtnico pa vse do izvedbe končne protikorozijske zaščite obstaja nevarnost vdora padavin ali površinske vode v notranjost monopramen ali v območje prijema zagozd, česar pa z meritvami električne upornosti ni mogoče zaznati. Poleg tega lahko pri izvedbi protikorozijske zaščite pride do nedoslednosti v obliki odstopanj od potrjenih izvedbenih detajlov oziroma uporabe nepotrjenih sestavnih komponent sider. Z doslednim upoštevanjem določil podeljnih tehničnih soglasij in poostrenim nadzorom skladiščenja, vgrajevanja in še posebno izvajanja vseh ukrepov protikorozijske zaščite se je zgoraj navedenim nevarnostim možno izogniti, vendar pa naša praksa žal kaže, da zaradi nedoslednosti in napak pri izvedbi protikorozijske zaščite glav sider tudi pri tem dobro zasnovanem konceptu zaščite še vedno prihaja do netesnih izvedb zaščite in korozijskih poškodb jeklenih nosilnih delov sider (Klemenc, 2008b).



Slika 9 • Prednapeto geotehnično sidro s celovito protikorozijsko zaščito z označenim potencialnim šibkim mestom (Hunkeler, 2005)

5 • KRATEK PREGLED UVELJAVLJANJA GEOTEHNIČNIH SIDER PO SVETU

5.1 Praksa sidranja v Švici

Prva sidra s polno povezavo v kamnini so bila v Švici vgrajena v podzemni kaverni črpalne hidroelektrarne Maggia v letu 1951, leta 1962 so vgradili še prvo sidro takega tipa tudi v zemljini (Hunkeler, 2005). V Švici so se ta sidra v obliki nateznih kablov, sestavljenih iz žic (nem. Drahtanker), v petdesetih in šestdesetih letih 20. stoletja uporabljala pri gradnji hidroelektrarn in pri gradnji državnih cest, pri čemer je del priznanih švicarskih izvajalcev sidranja v začetku sedemdesetih kable iz žic nadomestili s prameni, medtem ko so nekateri izvajalci s kabli iz žic vztrajali do sredine osemdesetih. V začetku so v Švici pramenska sidra, analogno sidrom s kabli iz žic, v območju glave sider zasidrili s skupno kotvo in eno centralno (skupno) zagozdo oziroma so pramena posamično zaklinili v izbočeno (obokano) kotvo, vendar pa so se hitro uveljavile ravne skupne kotve, v katerih se vsa pramena sicer zaklinijo hkrati, pri čemer se vsak pramen zaklini s svojo zagozdo.

Koncem šestdesetih je izvajalec VSL razvil svoj tip sidra, pri čemer kot prvi ni razlikoval med zemljinjskimi in kamninskimi sidri, ampak je uvedel razlikovanje med začasnimi in trajnimi sidri, kar je imelo specifične posledice v zvezi z oblikovanjem protikorozijske zaščite sider. Sidra so uporabljali za sidranje kamnin, v katerih so bile prisotne diskontinuitete, pri čemer so v vsakem profilu uporabili po eno sidro, s čimer je bilo podpiranje diskontinuirano, kar je omogočilo prosto raztezanje vsakega sidra brez povzročanja sekundarnih napetosti v sosednjih profilih. Princip samopodpiranja podzemnega objekta s prednapetimi kamninskimi sidri je bil prvič uporabljen leta 1970 na podzemni kaverni črpalno-shranjevalne postaje Hongrin ob Ženevskem jezeru, pri čemer lahko to uporabo štejemo kot predhodnico Nove avstrijske metode, vpeljane koncem sedemdesetih (Xanthakos, 1991).

5.2 Praksa sidranja v Franciji

Razvoj podpornih sistemov tal v Franciji je potekal vzporedno s potrebo po podzemnih prostorih in globokih izkopih v izgrajenem urbanem okolju, kjer se v ta namen od leta 1953 naprej uporabljajo tudi geotehnična sidra z ločenim prostim delom in veznim delom. Tipičen primer uporabe sidranja v pozidanem mestnem okolju je bil koncem sedemdesetih primer izgradnje postaje podzemne železnice

v okviru projekta Halles Forum v Parizu, kjer je bil izkop varovan z začasnimi prednapetimi sidri s predvideno življenjsko dobo štiri do pet let (Xanthakos, 1991).

5.3 Praksa sidranja v Nemčiji

V Evropi se je razvoj prednapetih sider v zemljinah leta 1958 začel s tehnološkim neuspehom. Do takrat so namreč stene gradbenih jam vedno varovali s podporniki. Gradbena jama za novo radijsko postajo v Münchnu naj bi bila kot prva v Nemčiji izvedena kot pilotna stena brez opornikov, ki so jo opirali s sidri, sidranimi v sidrne vodnjake, ležeče 10 m za pilotno steno (Wichter, 2000). Izkazalo se je, da je bilo s takrat razpoložljivo vrtno opremo vodnjake težko zadeti, saj so s številnimi vrtnami zgrešili jaške. Pri izvlačanju drogovja iz proda so morali premagovati trenje, ki je bilo istega velikostnega reda, kot so bile potrebne sidrne sile, zato so naredili poskus, da bi to trenje s cementno suspenzijo še povečali in izrabili. V ta namen so uporabili žrtvene vrtnalne krone z uvrtnim navojem. Po doseženi želeni globini so skozi drogovje v vrtnalne krone privijačili natezne palice, nato pa so hkrati z izvlačanjem drogovja s cementno suspenzijo pod povišanim tlakom zainjektirali spodnjih 5 m vrtnice. Po nekaj dneh so sidra poskusno obremenili in ugotovili, da se sidra lahko obremenijo s silo na meji tečenja jekla. Ker se je v praksi izkazovalo, da je izvedba sidranja pri globokih gradbenih jamah cenejša od opiranja sten jame, se je razvoj sidranja gradbenih jam nadaljeval. Že leta 1958 je bil razvit sistem Bauer, pri katerem se v vrtno majhnega premera (\varnothing 8 cm do \varnothing 14 cm), izvrtano v tla, vgradi palico iz jekla višjih nateznih trdnosti, vmesni prostor pa je zalit s primerno cementno maso. Od sredine do konca šestdesetih so bili v Nemčiji prisotni že trije izvajalci, ki so začeli sistematično sidrati gradbene jame (Dausch, 2001). Obseg izvedenega sidranja je hitro naraščal, saj je samo Bauer do leta 1965 vgradil že približno 30.000 sider (Xanthakos, 1991).

5.4 Praksa sidranja v Veliki Britaniji

Na britansko tehnologijo sidranja v šestdesetih je vplival razvoj sidrnih sistemov v Nemčiji (konec tlačnega injektiranja skozi obložne cevi) in Franciji (poinjektiranje), medtem ko je imela Velika Britanija vodilno vlogo pri razvoju vrtnic z več stožčastimi razširitvami (angl. multi

underreaming). V Veliki Britaniji so geotehnična sidra sprva vgrajevali kot podporne elemente za preskušanje pilotov in za stabilizacijo povoznih površin v premogovnikih (Xanthakos, 1991). Leta 1961 so v Durbanu (Škotska) v glino izvrtali prve vrtnice manjših premerov z več stožčastimi razširitvami v veznem delu sider, kamor so vgradili prednapeta sidra. Do konca šestdesetih je bila izvedba vrtnic z več stožčastimi razširitvami v trdnih glinah že povsem uveljavljena (Weatherby, 1982). Leta 1966 so v sklopu izkopa zidu v Bristolu sistematično vgradili sidra visoke nosilnosti, do leta 1970 pa je bila izvedba tehnike sidranja že uveljavljena praksa, pri čemer je bila pozornost že usmerjena v določene teoretične vidike, kot so prenos obtežbe, lezenje in protikorozijska zaščita, razvita pa so že bila prva semiempirična pravila projektiranja. Sidra so se po dostopnem viru (Xanthakos, 1991) kot osrednja tema prvič pojavila na konferenci leta 1974, ki je bila izvedena v organizaciji ICE (Institution of Civil Engineers).

5.5 Praksa sidranja v Avstriji

Zaradi prevladujočih geoloških in topografskih pogojev gradnja modernih prometnic v Avstriji brez razpoložljive primerne tehnologije sidranja ne bi bila mogoča, pri čemer uporaba prednapetih kamninskih in zemeljskih sider že desetletja predstavlja cenjeno in preskušeno metodo gradnje (Xanthakos, 1991). Leta 1966 so bili zaradi gradnje avtoceste prisiljeni prvič uporabiti metodo sidranja od zgoraj navzdol (angl. top-to-bottom technique) grajskega zidu v Innsbrucku, ki se je nato uveljavila kot metoda gradnje sidranih objektov v nestabilnih kamninah, pri kateri z uvedbo relativno nizkih sidrnih sil preprečujemo zdrse zaledij, s čimer se izognemo tradicionalni tehniki opiranja izkopov.

Podobni problemi temeljenja so se pojavljali tudi pri gradnji železnic, pri umiku hrupnega prometa pod raven terena kot tudi pri izvedbi globokih gradbenih jam v urbanih okoljih, kjer naraščajoče cene zemljišč vodijo v vedno višje zahteve po gospodarnem izkoristku zemljišč, kar se odraža v vedno večjem številu podzemnih garaž. S povečevanjem globin gradbenih jam so zahteve za učinkovito opiranje sten teh jam vedno večje, zato se uporabi prednapetih geotehničnih sider ni več mogoče izogniti. V sedemdesetih so spoznali vsestranske možnosti uporabe prednapetih sider, povečano povpraševanje na trgu pa je sprožilo začetek naglega tehnološkega razvoja, ki pa ni zajemal le zasnovo sider, ampak tudi uspešno uporabo nujno potrebnih

tehniki vrtanja in injektiranja. Ta razvoj je na eni strani vodil v povečanje nosilnosti, dosežene preko razširitev vrtine, razpiranja veznega dela in poinjektiranja, na drugi strani pa tudi v izboljšanje protikorozijske zaščite. Hkrati so bile uvedene pomembne izboljšave tudi na področju vrtalne opreme, ki je s tehničnega kot tudi gospodarskega vidika omogočila izvedbo sider dolžin do 100 m. Leta 1976 so na Dunaju prvič vgradili geotehnična sidra, ki so jih kasneje lahko v celoti odstranili.

Spomladi 1978 je bil v Avstriji izdan nacionalni standard ÖNORM B 4455, ki je bil prvič predelan leta 1985. Rezultat tega razvojnega obdobja je bilo moderno sidro, izdelano iz kakovostnih materialov, ki je bilo zaradi posebnih ukrepov protikorozijske zaščite primerno za uporabo v agresivnem okolju, katerega primernost je bila dokazana v postopku pridobitve nacionalnega tehničnega soglasja (Tischler, 1995).

5.6 Praksa sidranja v Združenih državah Amerike

V ZDA so izvajalci v petdesetih za začasno podpiranje sten globokih izkopov začeli vgrajevati prednapeta sidra z nosilnostmi med 180 in 890 kN. Prednapeta sidra so sprva izvajali v vezljivih zemljinah, pri čemer so vrtine v območjih veznih delov sider vrtali kot ravne vrtine ali pa kot ravne vrtine z enojno stožčasto razširitvijo. V zgodnjih šestdesetih so v ZDA za namene začasnih uporabe začeli vgrajevati sidra skozi votle svedre vrtalne garniture. Prva trajna prednapeta zemljinska sidra so vgradili leta 1961 za varovanje podpornega zidu ob avtocesti v Detroitu (Michigan, ZDA), pri čemer so sidra v zelo trde glin vgradili v ravne vrtine večjega premera z enojno stožčasto razširitvijo (Weatherby, 1982).

Zaradi visokih stroškov dela in tehnoloških problemov (protikorozijska zaščita, dolgoročno leženje, velike obremenitve glav sider in razvoj izvlečne odpornosti v potencialno aktivnih conah) je bila uporaba sidranja v ZDA do začetka sedemdesetih precej okrnjena. Eden od zgodnjih primerov sidranja s 300 sidri je bil uspešno izveden v sklopu izvedbe izkopa gradbene jame za poslovno zgradbo leta 1969 v Los Angelesu. Šele od leta 1970 naprej se je za sidranje začasnih sidrnih sten začela bolj splošna uporaba prednapetih geotehničnih sider. V začetku uporabe je bilo neuspešnih 20 % vseh preskusov nosilnosti na vgrajenih sidrih, sčasoma sta povpraševanje na trgu in povečan obseg dela vplivala na stroške dela in izboljšala kakovost izvedenih sidrnih del. Začetek obdobja širše uporabe sider je

znamenovala gradnja World Trade Centra v New Yorku, pri kateri je bilo za izvedbo izkopa gradbene jame globine 21 m treba vgraditi šest vrst geotehničnih sider projektne nosilnosti 2136 kN (Xanthakos, 1991).

Uporaba trajnih prednapetih geotehničnih sider v projektih javnega sektorja se sicer ni uveljavila do konca sedemdesetih, je pa začetek uporabe takih sider spodbudil dolgoročnega obnašanja zainjektiranih sider. Tako je leta 1979 U. S. Department of Transportation (FHWA – Federal Highway Administration) odobril demonstracijski projekt s trajnimi prednapetimi geotehničnimi sidri, v sklopu katerega so preučevali razpoložljive tehnologije sidranja in postopke vgradnje, iskali tehnološke rešitve za še ne dovolj raziskana in dodelana področja, pripravili pa so tudi osnutek priročnika za projektiranje. V sklopu tega projekta so bila sidra vgrajena na petih sidranih objektih avtocestnega omrežja, do danes pa se je sidranje uveljavilo kot popolnoma običajen ukrep.

5.7 Praksa sidranja v Avstraliji

Trajna prednapeta geotehnična sidra visokih nosilnosti se v Avstraliji že dolgo vrsto let uporabljajo za ojačitev betonskih masivnih pregrad. V obdobju med letoma 1958 in 1974 so s sidri s polno povezavo ojačili vsaj 16 velikih pregrad, pri čemer so sidra zainjektirali v dveh fazah: po vstavitvi sidra v vrtino so najprej zalili vezni del sidra, po doseženi trdnosti injekcijske mase so sidro napeli in zaklinili, nakar so zalili še žice v prostem delu sidra. V sredini sedemdesetih so spoznali, da bo večje število pregrad treba ojačiti, saj pri pregradah, zgrajenih do leta 1946, niso upoštevali vpliva vzgonskih sil hidrostatičnega vodnega tlaka pod pregrado, poleg tega pa sodobne metode za oceno meteoroloških vplivov kažejo, da so bile prvotne projektne ravni poplavnih voda precej podcenjene. Hkrati se je pojavljala dvom o zanesljivosti injekcijske mase kot edinega protikorozijskega sredstva, izkazovala pa se je tudi potreba po možnosti preverjanja dejanskih sil v sidrih med njihovo življenjsko dobo. Prvi objekt, za katerega so razvili zaščitni ovoj vzdolž pramen, možnost spremljanja sil in spreminjanja sil v sidrih, je bil Manly Dam, v katerega so leta 1981 vgradili 46 sider s kablom, sestavljenim iz 24 pramenov $\varnothing 15,2$ mm mejne nosilnosti 6000 kN in maksimalne dolžine 43 m. Pri razvoju so uporabili vse razpoložljivo znanje in tehnologijo, pri čemer so upoštevali tudi izkušnje iz Evrope – s pomočjo uveljavljenega evropskega proizva-

jalca sider so posebno pozornost namenili trenju pramen v prostem delu sider, kar se je izkazalo kot še posebno pomembno pri prostih delih sider, daljših od 30 m, ter rebrastim zaščitnim cevem, saj so bile razpoložljive cevi na tržišču zaradi neprimerne profila reber in tanke stene cevi neprimerne, zato so bili prisiljeni izdelati posebne namenske rebraste polietilenske cevi z debelino stene cevi 2,5 mm. Na podlagi izpopolnjenih sider so v nadaljnjih 14 letih s trajnimi prednapetimi sidri ojačili še 14 pregrad, pri čemer so se stalno povečevale zahteve tako glede dolžine kot tudi nosilnosti sider, tako da so v Burrinjuck Dam leta 1994 vgradili 161 sider mejne nosilnosti 16,25 MN in dolžin med 76 in 128 m, pri čemer pa je na vseh sidrih možno spremljati in spreminjati silo v sidru. Zanimiva tehnološka podrobnost pri vgradnji teh sider je bilo vstavljanje sider v vrtine: zaradi velikih dimenzij in teže sider so v vrtino $\varnothing 310$ mm najprej spustili zaščitno rebrasto cev, preverili njeno tesnost in šele nato so v notranjost rebraste cevi spustili telo sidra, nakar so ponovno preverili tesnost zaščitnega ovoja. Za zalivanje sidra so za vezni in prosti del sider uporabili injekcijsko maso različne sestave, pri čemer so postopek injektiranja zaradi izredne dolžine opravili v treh fazah (Cavill, 1997).

5.8 Praksa sidranja drugod po svetu

Od leta 1958 so podporne stene, sidrane s trajnimi prednapetimi sidri, običajna metoda za varovanje brežin v Braziliji, pri čemer med pomembnejše izvedene projekte sidranj zagotovo lahko uvrstimo program preskušanj sider v zaglinjenih zemljinah, izveden v okviru izgradnje podzemne železnice v Sao Paolu koncem šestdesetih (Weatherby, 1982). Tudi sicer se v splošnem sidranje v Severni in Južni Ameriki uporablja zlasti v pozidanih območjih velemest; tako je bila npr. v Caracasu (Venezuela) večina podzemnih podpornih konstrukcij in podpiranj tal od zgodnjih sedemdesetih naprej izvedenih z uporabo trajnih geotehničnih sider. Na Daljnem vzhodu so sidra uporabljali v glavnem pri globokih izkopih objektov visokogradnje kot tudi pri gradnji objektov nizkogradnje, zato je bilo izvajanje sidranja usmerjeno predvsem v območja velemest: Tokio, Osaka in Singapur, pri čemer so bila sidra izvedena kot začasen ukrep, priljubljeni pa so bili tudi tipi odstranljivih sider (Xanthakos, 1991).

5.9 Praksa sidranja v Sloveniji

Pri uporabi geotehničnih sider pri nas smo v pretežni meri sledili izkušnjam in praksi držav

nemškega govornega področja. Koncem sedemdesetih so se v naši praksi že vgrajevala pri nas proizvedena sidra, v katera sta takrat edina proizvajalca sider v Sloveniji (Geološki zavod in ZRMK) vgrajevala uvožene jeklene palice proizvajalca Dywidag. Na območju nekdanje Jugoslavije se je med letoma 1950 in 1975 razvijal sistem prednapenjanja IMS, v katerem je bila predvidena uporaba gladke patentirane žice \varnothing 5, 7, 10 in 12 mm s skupnim zaklinjanjem vseh kotov s predvideno nosilnostjo kotov in opreme med 150 do 3200 kN, pri čemer se je za povečanje trenja v območju zaklinjenja uporabljal korund. Ta napenjalni sistem se je kasneje uporabljal tudi za napenjanje in zaklinjanje prednapetih geotehničnih sider (Jašarevič, 1987).

Na območju nekdanje Jugoslavije so se prednapeta sidra uporabljala v različne namene, od sidranja pri gradnjah ali rekonstrukcijah pregrad in hidrotehničnih konstrukcij, sidranja brežin, podpornih zidov, podzemnih prostorov, globokih usekov in gradbenih jam kot tudi pri sanaciji drsin in objektov (Jašarevič, 1987). Obstajajo tudi zapisi o uporabi začasnih prednapetih geotehničnih sider pri varovanju gradbenih jam v Sloveniji (na primer uporaba 4000 kN sider v gradbeni jami osmega agregata HE Fala, 500 kN sider v gradbeni jami Ploščadi Borisa Kraigherja v Ljubljani, varovanje gradbenih jam drsališča in bolnišnice v Mariboru (Štrucl in sod., 1983), (Jašarevič, 1987)), pri čemer so slovenski strokovnjaki zaradi pojava napetostne

korozije pri nekaterih od navedenih primerov že pred 30 leti raziskovali možnost razvoja trajnih geotehničnih sider z dvojno protikorozijsko zaščito (Štrucl in sod., 1983).

Na začetku osemdesetih v tedanji Jugoslaviji niso bili na voljo lastni tehnični predpisi za izvedbo in preiskave geotehničnih sider, zato sta se pri nas uporabljala nemška standarda DIN 4125-1 (1972) za časna sidra in DIN 4125-2 (1976) za trajna sidra. Kasneje so vrzel pomanjkanja lastnih predpisov za področje sidranja v sredini osemdesetih premoščali tudi z uporabo švicarskega standarda SIA 191 (1977) (Faith, 1985). Uveljavljenost švicarskih tehničnih predpisov pri nas dokazuje tudi njihova kasnejša uporaba, ko se je na začetku izvedbe Nacionalnega programa avtocest v Republiki Sloveniji (NPIA) izkazalo, da bo zaradi zahtevnosti umestitve avtocest v prostor nujno izvesti tudi številne sidrane objekte; tehnološki preboj pri izvedbi trajnih prednapetih geotehničnih sider smo v Sloveniji naredili leta 1996, ko smo uveljavili švicarsko priporočilo SIA V 191 (1995), takrat najmodernejši predpis tako s stališča protikorozijske zaščite kot tudi preskušanja nosilnosti sider. Od takrat naprej pri nas kot trajna prednapeta geotehnična sidra veljajo sidra s celovito protikorozijsko zaščito, s čimer smo v prakso uvedli sidra z enim od najboljših znanih konceptov protikorozijske zaščite. V letu 1997 smo v sklopu NPIA že izvedli prvi sidrani objekt, v katerega so bile vgrajena

trajna prednapeta geotehnična sidra s celovito protikorozijsko zaščito. Število vgrajenih trajnih prednapetih sider je z leti hitro naraščalo, tako da je bilo v zadnjih 15 letih samo za potrebe izgradnje ali obnove avtocestnega omrežja, železniških povezav in v okviru hidroenergetskih objektov po dostopnih podatkih izvedenih skupno več kot 110 sidranih objektov z več kot 12.000 vgrajenimi trajnimi prednapetimi geotehničnimi sidri. Vgrajena trajna prednapeta geotehnična sidra bodo – ob predpostavki kakovostne vgradnje skladno s potrjenimi izvedbenimi detajli in ob stalnem spremljanju njihovega stanja ter ustrezno prilagojenem vzdrževanju – lahko dolgoročno zagotavljala stabilnost brežin in sidranih objektov. Do sedaj se pri nas sistematični pregledi stanja vgrajenih trajnih prednapetih sider vsaj na prometnicah še niso izvajali. Tudi v tujini ugotavljajo, da periodičnim vzdrževalnim pregledom še ni posvečena zadostna pozornost, zlasti če upoštevamo, da so možnosti sanacije korozijsko poškodovanih sider omejene le na dostopne dele glav sider, pa še to le v primerih, ko jih odkrijemo pravočasno. Zato je naslednji nujen korak zagon sistematičnega izvajanja periodičnih pregledov sidranih objektov z vgrajenimi trajnimi prednapetimi geotehničnimi sidri, tako da bodo morebitne nedoslednosti pri izvedbi in nastale poškodbe odkrite in z minimalnimi stroški sanirane čim prej, hkrati pa bomo s tem podaljšali tudi življenjsko dobo sidranih objektov.

6 • SKLEP

V članku je na kratko predstavljen razvoj sistema prednapenjanja od prvih začetkov do naprednejših sistemov prednapenjanja, kasneje uporabljenih tudi pri izvedbi prednapetih geotehničnih sider. Sprva so takšna sidra vgrajevali v sklopu zagotavljanja stabilnosti posameznih pregrad, pri čemer so pridobljene izkušnje spodbudile razvoj in razširitev njihove uporabe. Poleg vidika zagotavljanja nosilnosti se je v praksi vedno bolj izpostavljal tudi vidik

trajnosti, kar je spodbudilo razvoj protikorozijske zaščite vgrajenih sider. Trajna prednapeta geotehnična sidra s celovito protikorozijsko zaščito, kot jih od leta 1997 vgrajujemo tudi pri nas, po tehnološkem razvoju že dosegajo zadovoljivo raven. Zasnovana in izvedena so tako, da se telo sidra vključno s protikorozijsko zaščito sestavi že v obratu, pri čemer kritično fazo predstavlja izvedba glave sidra na mestu vgradnje sidra, med katero obstoja

nevarnost vdora padavin ali površinske vode do jeklenih delov sider. Poleg tega lahko pri izvedbi protikorozijske zaščite glave sidra pride do nedoslednosti v obliki odstopanj od potrjenih izvedbenih detajlov oziroma uporabe nepotrjenih sestavnih komponent sider. Zato je za trajnost sider ključnega pomena dosledno upoštevanje določil podeljenih tehničnih soglasij in poostren nadzor skladiščenja, vgrajevanja in še zlasti izvajanja vseh ukrepov protikorozijske zaščite v času gradnje sidranih objektov kot tudi stalnega pregledovanja stanja in vzdrževanja vodotesnega stanja glav sider ves čas njihove predvidene življenjske dobe.

7 • LITERATURA

Barley, A. D., Theory and practice of the single bore multiple anchor system, international symposium on Anchors in theory and practice, Salzburg, A. A. Balkema, str. 293–301, 1995.

- Barley, A. D., The single bore multiple anchor system, international conference on Ground anchorages and anchored structures in service, ICE London, Thomas Telford, str. 65–75, 1997.
- Barrage - Cheurfas, objavljeno na: http://encyclopedie-afn.org/index.php/Barrage_-_Cheurfas, 2009.
- Cavill, B. A., Very high capacity ground anchors used in strengthening concrete gravity dams, international conference on Ground anchorages and anchored structures in service, ICE London, Thomas Telford, str. 262–271, 1997.
- Dausch, G., Kluckert, K. D., Aktueller Stand der Ankertechnik, Tiefbau TBG 45, 6, 397–404, 2001.
- Empfehlung SIA V 191, 1995, Vorgespannte Boden- und Felsanker. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein (SIA), Zürich: 64 str.
- Faith, Š., 1985, Priporočila za sidranje v zemljinah in hribinah, Gradbeni vestnik, 34, 3: 51–57.
- Fuzier, J. P., Eminent structural engineer: Eugène Freyssinet (1879–1962), Structural Engineering International 17, 3, 264–265, 2007.
- Gilbert, R. I., Mickleborough, N. C., Design of prestressed concrete, London, Spon Press, 2004.
- Giovannardi, F., With Eugène Freyssinet beyond the limits of reinforced concrete, objavljeno na: http://www.giovannardierontini.it/Pubblicazioni/Versioni%20Inglese/with_Eugene_Freyssinet_beyond_the_limits_of_reinforced_concrete.pdf, 2009.
- Hunkeler F. et al., Spannglieder, Schrägseile und Anker – Beschreibung der Systeme und Erkenntnisse aus Korrosionsschäden, Zürich, Eidgenössisches Department für Umwelt, Energie und Kommunikation, Bundesamt für Strassen, 2005.
- Jašarević, I., 1987, Geotehnička sidra i sidrene konstrukcije, Društvo građevinskih inženjera i tehničara, Zagreb, 408 str.
- Klemenc, I., Pregled razvoja trajnih prednapetih geotehničnih sider in izkušnje opravljenih pregledov sidranih objektov, Razprave 5. posvetovanja slovenskih geotehnikov, Nova Gorica, Slovensko geotehnično društvo, str. 213–222, 2008.
- Klemenc, I., Kuhar, V., Some examples of the poor installation of electrically isolated prestressed ground anchors in Slovenia, international conference on Ground anchorages and anchored structures in service 2007, ICE London, Thomas Telford, str. 43–52, 2008.
- Meiniger, W., 30 Jahre Erfahrung mit Dauerankern, Bauen in Boden und Fels, 3. Kolloquium Bauen in Boden und Fels, Ostfildern, Technische Akademie Esslingen, str. 589–599, 2002.
- ÖNORM B 4455:1992, Erd- und Grundbau, Vorgespannte Anker für Festgestein und Lockergestein.
- Priporočila za sidranje v zemljinah in hribinah SIA 191, prevod Norm SIA 191, 1977, Boden- und Felsanker, Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Sekcija gradbenih konstruktorjev, 1977.
- SIA 267:2003, Geotechnik.
- SIA 267/1:2003, Geotechnik, Ergänzende Festlegungen.
- Sistemi prednaprejanja Instituta IMS, objavljeno na: www.institutims.rs/docs/Razvoj%20sistema%20prednaprejanja.ppt, 2009.
- Štrucl, V., Gostič, B., Belšak, D., 1983. Temeljne raziskave za razvoj trajnega sidra, raziskovalno poročilo, Ljubljana, RSS: 1 zv. (loč. pag.).
- Tischler, W., 30 Jahre Ankertechnik in Österreich, Technologische Entwicklung aufgrund praktischer Erfahrungen, international symposium on Anchors in theory and practice, Salzburg, A. A. Balkema, str. 387–392, 1995.
- Xanthakos, P. P., Ground anchors and anchored structures, New York, John Wiley & Sons, 1991.
- Weatherby, D. E., Tiebacks, final report, Washington, D. C., US Department of Transportation, FHWA, FHWA/RD-82/047, July 1982, objavljeno na: <http://isddc.dot.gov/OLPFiles/FHWA/009770.pdf>, 1982.
- Wichter, L., Meiniger, W., Verankerungen und Vernagelungen im Grundbau, Berlin, Ernst & Sohn, 2000.
- Wilson, H. M., Manual of irrigation engineering, Hubbard Press, objavljeno na: http://books.google.si/books?id=TcSepMP9G3IC&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22Herbert+Michael+Wilson%22&source=gbs_book_other_versions_r&cad=9#v=onepage&q=&f=false, 2008.
- Zilch, K., Weiher, H., 120 Jahre Spannbetonbau – von Doehring und Jackson bis Heute, Beton- und Stahlbetonbau 103, 6, str. 422–430, 2008.

VSEBINA LETNIKA 60/2011

Članki – Papers

Ačanski, V., Filipič, V., Živec, M., PROJEKTIRANJE IN IZVEDBA PODZEMNE PARKIRNE HIŠE KONGRESNI TRG LJUBLJANA, DESIGN AND IMPLEMENTATION OF UNDERGROUND PARKING HOUSE CONGRESS SQUARE LJUBLJANA, september, stran 230.

Drev, D., Panjan, J., SAMOČIŠČENJE CERKNIŠKEGA JEZERA KOT KOMBINACIJA RASTLINSKE ČISTILNE NAPRAVE IN SEKVENČNEGA REAKTORJA, SELFPURIFICATION PROCESSES IN LAKE CERKNICA WITH COMBINATIONS OF CONSTRUCTED WETLAND AND OF SEQUENCE RECTOR, oktober, stran 258.

Fajfar, P., Fischinger, M., NEDAVNI MOČNI POTRESI IN NAUKI ZA SLOVENIJO, RECENT STRONG EARTHQUAKES AND LESSONS FOR SLOVENIA, november, stran 289.

Isaković, T., Fischinger, M., IZBOLJŠAVE POTRESNEGA ODZIVA OBSTOJEČIH MOSTOV, IMPROVEMENTS OF THE SEISMIC RESPONSE OF EXISTING BRIDGES, oktober, stran 267.

Klanšek, U., Pšunder, M., Soršak, M., OPTIMALNO PLANIRANJE POTI V GRADBENIŠTVU Z REŠEVANJEM PROBLEMA TRGOVSKEGA POTNIKA, OPTIMAL ROUTE PLANNING IN CIVIL ENGINEERING BY SOLVING TRAVELING SALESMAN PROBLEM, maj, stran 143.

Klemenc, I., ZGODOVINSKI PREGLED RAZVOJA SISTEMOV PREDNAPENJANJA IN TRAJNIH PREDNAPETIH GEOTEHNIČNIH SIDER, HISTORICAL OVERVIEW OF PRESTRESSING SYSTEMS AND PERMANENT PRESTRESSED GROUND ANCHORS, december, stran 328

Klinc, R., Dolenc, M., Turk, Ž., NOVI TRENDI NA PODROČJU SODELOVALNEGA INŽENIRSTVA, NEW TRENDS IN COLLABORATIVE ENGINEERING, november, stran 300.

Košek, J., Hozjan, T., Saje, M., Planinc, I., ANALIZA BOČNO OJAČANIH RAZPOKANIH ELASTIČNIH NOSILCEV, ANALYSIS OF CRACKED ELASTIC BEAMS STRENGTHENED WITH SIDE PLATES, april, stran 121.

Košir, M., ANALIZA REGULACIJSKIH SISTEMOV BIVALNEGA OKOLJA V STAVBAH, ANALYSIS OF CONTROL SYSTEMS FOR BUILDING PERFORMANCE, september, stran 237.

Krajnc, U., ČISTILNA NAPRAVA SEVNICA 1999-2010, WASTEWATER TREATMENT PLANT SEVNICA 1999-2010, januar, stran 12.

Kreslin, M., Fajfar, P., RAZŠIRJENA N2-METODA Z UPOŠTEVANJEM VPLIVOV VIŠJIH NIHAJNIH OBLIK, THE EXTENDED N2 METHOD CONSIDERING HIGHER MODE EFFECTS, april, stran 109.

Kristl, Ž., Košir, M., Dovjak, M., Krainer, A., ŠTUDIJA DNEVNE OSVETLJENOSTI PISARNIŠKEGA PROSTORA GLEDE NA VIZUALNE IN BIOLOŠKE VPLIVE, STUDY OF DAYLIGHT OFFICE SPACE REGARDING VISUAL AND BIOLOGICAL INFLUENCES, marec, stran 84.

Lehmden, A., Hošpel, I., ENERGETSKO UČINKOVITA GRADNJA Z OPEKO, ENERGY EFFICIENCY IN MASONRY BUILDINGS, maj, stran 138.

Maleiner, F., VRTINČNI SEPARATORJI, VORTEX SEPARATORS, februar, stran 55.

Maleiner, F., LOPUTA HST-ASK S PLOVCEM ZA USTVARJANJE DODATNE ZADRŽEVALNE PROSTORNINE, HST-ASK-WEIR WITH THE FLOAT FOR THE CREATION OF ADDITIONAL STORAGE VOLUME, julij, stran 185.

Markelj, V., DRAVSKI MOSTOVI, BRIDGES OVER DRAVA RIVER, marec, stran 68.

Mlakar, R., Markelj, V., MARINIČEV MOST V ŠKOCJANSKIH JAMAH PROJEKT IN IZGRADNJA, MARINIČ BRIDGE IN ŠKOCJAN CAVES DESIGN AND CONSTRUCTION, april, stran 102.

Mudražija, S., ZAKONODAJNE OSNOVE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI STAVB, LEGAL BASE OF ENERGY EFFECTIVENESS OF BUILDINGS, avgust, stran 223.

Papinutti, M., Premrov, M., Tajnik, M., DIMENSIONIRANJE LESENEGA MOSTU ZA PEŠCE IN KOLESARJE, DIMENSIONING OF A TIMBER BRIDGE FOR PEDESTRIANS AND CYCLISTS, junij, stran 170.

Pečkovšek, G., ANALIZA VIŠINSKIH NAPAK PRI POENOSTAVLJANJU POVRŠIN, ANALYSIS OF ERRORS IN ELEVATION FOR SIMPLIFIED SURFACES, december, stran 323

Praznik, M., Z AKTIVNIMI SISTEMI IN TOPLOTNO ZAŠČITO DO PASIVNIH IN PLUSENERGIJSKIH STANOVANJSKIH STAVB, WITH ACTIVE SYSTEMS AND THERMAL PROTECTION TO PASSIVE AND PLUS ENERGY RESIDENTIAL BUILDINGS, januar, stran 22.

Pržulj, M., MOSTOVI – DOSEŽKI, KRITERIJI VREDNOTENJA, AVTORSTVO, BRIDGES – ACHIEVEMENTS, EVALUATION CRITERIA, AUTHORSHIP, januar, stran 6.

Rismal, M., ZAŠČITA KMETIJSKIH POVRŠIN IN PITNE PODTALNICE ZASLUŽI VEČJO POZORNOST, PROTECTION OF AGRICULTURE AREAS AND GROUND DRINKING WATER DESERVES MORE ATTENTION, maj, stran 152.

Rismal, M., ZAKAJ PO 30 LETIH BLEJSKO JEZERO ŠE VEDNO NI ČISTO, WHY AFTER 30 YEARS BLED LAKE IS NOT YET CLEAR, junij, stran 160.

Rismal, M., IZHODIŠČA ZA PROJEKTNO REŠITEV OSKRBE S PITNO VODO POMURJA, STARTING-POINTS FOR DESIGN SOLUTION OF DRINKING WATER SUPPLY OF POMURJE, avgust, stran 212.

Šantl, S., RAZVOJ PRISTOPOV IN ORODIJ ZA PODPORO UČINKOVITEMU NAČRTOVANJU HIDROENERGETSKE RABE VODA, APPROACH AND DECISION SUPPORT TOOL DEVELOPMENT TO SUPPORT STRATEGIC PLANNING OF HYDROPOWER WATER USE, julij, stran 178.

Štukovnik, P., Dobnikar, M., Žarnić, R., PODPEŠKI APNENEC V MODELU PRENOVE STEBRIŠČNE LOPE CENTRALNEGA STADIONA V LJUBLJANI, THE PODPEČ LIMESTONE IN THE MODEL OF RECONSTRUCTION OF THE PORTICO OF THE CENTRAL STADIUM IN LJUBLJANA, julij, stran 193.

Šuman, N., Skornšek, B., VLOGA IN POMEN UVEDBE ADMINISTRACIJE GRADBENIH PROJEKTOV S PODPORO PROJEKTNEGA PORTALA, SIGNIFICANCE OF IMPLEMENTATION OF CONSTRUCTION PROJECT ADMINISTRATION WITH PROJECT PORTAL SUPPORT, december, stran 314

Teraž, N., Lukić, M., PASIVNA HIŠA OD ZASNOVE DO IZVEDBE, PASSIVE HOUSE: FROM PLANNING TO REALIZATION, marec, stran 78.

Todorović, M., Turk, Ž., UPOŠTEVANJE TRAJNOSTNIH KRITERIJEV PRI PROJEKTIRANJU Z ORODJI BIM, DESIGNING USING SUSTAINABILITY CRITERIA WITH BIM TOOLS, oktober, stran 279.

Tolazzi, T., Renčelj, M., Jovanović, G., Turnšek, S., NOV TIP KROŽNEGA KRIŽIŠČA: KROŽNO KRIŽIŠČE S PRITISNENIMI PASOVI ZA DESNE ZAVIJALCE – »FLOWER ROUNDABOUT«, NEW TYPE OF ROUNDABOUT: ROUNDABOUT WITH »DEPRESSED« LANES FOR RIGHT TURNING – »FLOWER ROUNDABOUT«, junij, stran 164.

Tomažević, M., Gams, M., Oblak, A., PROTIPOTRESNO UTRJEVANJE OPEČNIH ZI-

DOV S KOMPOZITNIMI OBLOGAMI, SEISMIC STRENGTHENING OF BRICK MASONRY WALLS WITH COMPOSITE COATINGS, september, stran 246.

Vogelnik, B., SNOVANJE SODOBNIH MOSTOV IN VIADUKTOV, DESIGN OF MODERN BRIDGES AND VIADUCTS, avgust, stran 219.

Završki, M., PROJEKT GRADBENE KONSTRUKCIJE ŠPORTNE DVORANE STOŽICE, STRUCTURAL DESIGN OF STOŽICE SPORTS ARENA, februar, stran 40.

Žegarac Leskovar, V., Premrov, M., VPLIV ZASTEKLITVE NA ENERGETSKO UČINKOVITOST MONTAŽNIH LESENIH STAVB, INFLUENCE OF GLAZING ON THE ENERGY EFFICIENCY OF PREFABRICATED TIMBER BUILDINGS, februar, stran 47.

Odmevi

Krajnc, U., ODGOVOR AVTORJA, marec, stran 95.

Krajnc, U., ODGOVOR AVTORJA NA PRIPOMBE NA ODGOVOR AVTORJA, maj, stran 156.

Maleiner, F., PRIPOMBE K ČLANKU DR. UROŠA KRAJNCA ČISTILNA NAPRAVA SEVNICA 1999-2010 (GRADBENI VESTNIK, JANUAR 2011), marec, stran 93.

Maleiner, F., PRIPOMBE NA ODGOVOR AVTORJA DR. UROŠA KRAJNCA (GV, MAREC 2011), maj, stran 156.

Voščila

Vrbek, M., VOŠČILO PREDSEDNIKA ZDGITS, december, stran 310

Uvodnik

Remec, Č., POTI IN STRANPOTI SLOVENSKEGA GRADBENIŠTVA, april, stran 98.

Ocena

Ficko, G., OB IZIDU KNJIGE GRADNJA SLOVENSKEH AVTOCEST V OBDOBJU 1994-2009, februar, stran 34.

In memoriam

Barič, J., STANISLAV PAVLIN, UNIV. DIPL. INŽ. GRAD. (1929–2011), december, stran 311

Jubileji

Beg, D., OB 70-LETNICI PROF. DR. JURIIJA BANOVCIA, maj, stran 134.

Duhovnik, J., 60 LET GRADBENEGA VESTNIKA, februar, stran 30.

Fajfar, P., 40 LET INŠTITUTA ZA KONSTRUKCIJE, POTRESNO INŽENIRSTVO IN RAČUNALNIŠTVO (IKPIR), november, stran 286.

Jukić, D., KRATEK PREGLED ZGODOVINE DRUŠTVA GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV NOVO MESTO, april, stran 99.

Mudražija, S., DRUŠTVO GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV MARIBOR – OD USTANOVITVE DO DANES, marec, stran 62.

Petkovšek, A., Logar, J., ZGODOVINA IN POSLANSTVO SLOVENSKEGA GEOTEHNIŠKEGA DRUŠTVA, avgust, stran 206.

Rataj, M., Kidrič, B., DRUŠTVO GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV CELJE OD ZAČETKA DELOVANJA DO DANES, maj, stran 135.

ZDGITS, 60 LET ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE, januar, stran 2.

ZDGITS, JUBILEJNA SKUPŠČINA (2. JUNIJ 2011), junij, stran 158.

Nagrajeni gradbeniki

Duhovnik, J., NAGRADE IZS ZA LETO 2011, december, stran 312

Fajfar, P., NAGRADI IKPIR-a ZA ODLIČNA DIPLOMSKA DELA V ŠOLSKEM LETU 2010/2011, november, stran 288.

Mudražija, S., DR. UROŠ KRAJNC – INŽENIR LETA 2010, marec, stran 67.

Šelih, J., PREŠERNOVE NAGRADE TER PRIZNANJA NAJBOLJŠIM ŠTUDENTOM IN PEDAGOGOM LETA 2010 NA UL FGG, januar, stran 4.

Novice iz ZDGITS

Okorn, E., SKUPŠČINA ZDGITS (2. JUNIJ 2011), julij, stran 200.

Novice iz OJK

Vovko, M., 10. DNEVI JEKLENIH KONSTRUKCIJ, julij, stran 198.

Razpisi

Razpis GZS, ZKI – OJK, za podelitev nagrade za najboljši dosežek na področju projektiranja in izgradnje jeklenih konstrukcij za leto 2011, april, stran 132.

RAZPIS NAGRAD IZS ZA LETO 2011, avgust, stran 211.

Obvestila ZDGITS

Vabilo na skupščino ZDGITS, april, stran 131. ZADNJI PRIPRAVLJALNI SEMINAR IN IZPITNI ROK ZA STROKOVNE IZPITE ZA GRADBENO STROKO V LETU 2011, julij, stran 202.

RAZPORED PRIPRAVLJALNIH SEMINARJEV IN STROKOVNIH IZPITOV ZA GRADBENO STROKO V LETU 2012, december, stran 322

Vabila

Ali je kaj trden most?, februar, stran 3 ovitka. Projektni forum »S projekti zavezani k uspehu – tudi v krizi«, marec, stran 96.

33. zborovanje gradbenih konstruktorjev Slovenije, september, stran 4 ovitka.

Popravek

avgust, stran 228.

Vsebina letnika 60/2011

december, stran 339

Navodila avtorjem za pripravo prispevkov

V vsaki številki, stran 2 ovitka.

Novi diplomanti

Juteršek, J. K., januar, stran 3 ovitka; februar, stran 3 ovitka; marec, stran 3 ovitka; april, stran 3 ovitka; maj, stran 3 ovitka; julij, strani 203, 204 in stran 3 ovitka; avgust, stran 3 ovitka; oktober, stran 3 ovitka; december, stran 3 ovitka.

Koledar prireditev

Juteršek, J. K., januar, stran 4 ovitka; februar, stran 4 ovitka; marec, stran 4 ovitka; april, stran 4 ovitka; maj, stran 4 ovitka; junij, stran 4 ovitka; julij, stran 4 ovitka; avgust, stran 4 ovitka; oktober, stran 4 ovitka; november, stran 4 ovitka; december, stran 4 ovitka.

Naslovnice

Balič, S., Kristalna palača in stolpnici BTC ter Emona v Ljubljani, oktober.

Čebašek, Ž., Športna dvorana Stožice, julij.

Duhovnik, J., Viadukt Peračica, januar.

Duhovnik, J., Most čez Kamniško Bistrico v Kamniku, marec.

Duhovnik, J., Most čez Dravo pri Beljaku, maj.

Duhovnik, J., Predor pod Stenom na Poljanski obvoznici Škofje Loke, junij.

Duhovnik, J., Kako naprej?, avgust

Foto dokumentacija Primorje d.d., Viadukt Tabor, predor Barnica in viadukta Barnica ter Podgrič na hitri cesti Razdrto – Vrtojba na Rebrnicah, februar.

Mlakar, R., Mariničev most v Škocjanskih jamah, april.

Todorovič, M., Viadukt Peračica na gorenjski avtocesti, december.

Vidrih, Z., Preizkušanje modela stavbe na šolski potresni mizi pri predmetu Uvod v gradbeništvo na UL FGG, november.

Živec, M., Gradnja podzemne garaže na Kongresnem trgu v Ljubljani, september.

NOVI DIPLOMANTI

UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Katja Lenko, Priprava ponudbenega predračuna za stanovanjski objekt, mentor izr. prof. dr. Jana Šelih

Goran Šneperger, Ocena stabilnosti svežega samozgoščevalnega betona z metodo električne prevodnosti, mentor izr. prof. dr. Violeta Bokan-Bosiljkov, somentor izr. prof. dr. Zvonko Jagličič

Miha Kastelic, Analiza toplotnih mostov in ukrepov za izboljšavo v večstanovanjski stavbi, mentor doc. dr. Živa Kristl, somentor asist. dr. Mitja Košir

Matej Mihelič, Umetni kompozitni material Kerrock in njegova uporaba v gradbeništvu, mentor izr. prof. dr. Violeta Bokan-Bosiljkov

Jasna Verdir, Analiza sprememb nastalih pri izvajanju adaptacije poslovne stavbe v primerjavi s projektno zasnovo, mentor doc. dr. Andrej Kryžanowski

Mitja Mlakar, Proces propadanja armiranega betona v objektih jadrskih elektrarn, mentor izr. prof. dr. Violeta Bokan-Bosiljkov

Gregor Polajnar, Projektiranje večetažnega poslovnega objekta, mentor prof. dr. Jože Korelc, somentor asist. dr. Peter Skuber

Simon Rus, Ocena potrebnih površin zemljišč za gradnjo v občini Ribnica v obdobju 2010–2015, mentor izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač

OPERATIVNO GRADBENIŠTVO VISOKOŠOLSKI PROGRAM

Alen Šabić, Razmerje med neprofitno in prosto oblikovano najemnico za stanovanja v Mestni občini Ljubljana, mentor izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač, somentor asist. Matija Polajnar

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Andrea Skroza, Ovrednotenje hidroenergetskega potenciala ob upoštevanju okoljskih ciljev na pohorskih vodotokih, mentor prof. dr. Franc Steinman, somentor asist. mag. Sašo Šantl

Anja Lavrič, Uporaba membran iz oslojenih tkanin za fasadne in strešne sisteme jeklenih konstrukcij, mentor prof. dr. Darko Beg

Boštjan Čertalič, Analiza kinematičnega profila s posebnim oziranjem na potniške perone, mentor prof. dr. Bogdan Zgonc, somentor asist. Darja Šemrov

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ VODARSTVA IN KOMUNALNEGA INŽENIRSTVA

Simona Pestotnik, Hidrološki model Glinščice s programom Flo – 2D, mentor doc. dr. Mojca Šraj

Tadeja Tinta, Hidrogram enote v hidroloških modelih, mentor doc. dr. Mojca Šraj, somentor prof. dr. Mitja Brilly

MAGISTRSKI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Nina Verzolak Hrabar, Poenotenje segmentov usmerjevalnih lamel za državne ceste, mentor doc. dr. Tomaž Maher

Simon Novak, Možnosti funkcionalne nadgradnje elektronskega cestninskega sistema v prostem prometnem toku za težka tovorna vozila v Republiki Sloveniji, mentor doc. dr. Marijan Žura

DOKTORSKI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Mojmir Uranjek, Propadanje in trajnostna obnova ovoja stavbne dediščine, mentor izr. prof. dr. Violeta Bokan-Bosiljkov, somentor prof. dr. Roko Žarnić

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Denis Klembas, Analiza naknadno prednapetega ab nosilca s programsko opremo SOFISTI_K, mentor doc. dr. Milan Kuhta, somentor Aljoša Klobučar, univ. dipl. inž. grad.

Damjan Pušaver, Geomehanska zasnova varovanja globoke gradbene jame, mentor izr. prof. dr. Stanislav Škrabl

Daniel Vidonja, Kanalizacijsko omrežje in tehnološki opis delovanja čistilne naprave Ljutomer, mentor viš. pred. Matjaž Nekrep Perc, univ. dipl. inž. grad., somentor doc. dr. Janja Kramer

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Saša Dvoršak, Statična in dinamična analiza jeklene hale z žerjavno progo, mentor red. prof. dr. Stojan Kravanja, somentor dr. Tomaž Žula

Borut Furman, Analiza zidanih stavb s programom AmQuake, mentor doc. dr. Milan Kuhta, somentor Boštjan Kosec, univ. dipl. gosp. inž.

Miha Horvat, Presoja možnih rešitev rekonstrukcije križišča na Lackovi cesti in Pohorski ulici v Mariboru, mentor red. prof. dr. Tomaž Tollazzi

Rubriko ureja • **Jan Kristjan Juteršek**, univ. dipl. inž. grad.

KOLEDAR PRIREDITEV

20.-24.2. 2012

**4. Internacionalni naučno – stručni skup
GNP 2012 Građevinstvo – nauka i praksa**
Žabljak, Črna Gora
www.gnp.ac.me

7.-9.2.2012

56. Betontage: Wandel gestalten
Neu-Ulm, Nemčija
www.betontage.de/programm/fachprogramm.html

7.-9.3.2012

3rd International Symposium on Ultra-High Performance Concrete and Nanotechnology for High Performance Construction Materials
Kassel, Nemčija
www.hipermat.de

12.-17.3.2012

6th World Water Forum
Marseille, Francija
www.worldwatercouncil.org/index.php?id=6th_forum_kick-off

19.-20.4.2012

Betontag 2012
Dunaj, Avstrija
www.betontag.info

22.-27.4.2012

**European Geosciences Union
General Assembly 2012**
Dunaj, Avstrija
www.meetings.copernicus.org/egu2012/

23.-27.4.2012

12th Congress Interpraevent 2012
Grenoble, Francija
www.interpraevent.at/palm-cms/upload_files/Kongresse/Flyer-Interpraevent-2012.pdf

7.-9.5.2012

**IABSE Conference
Global Thinking in Structural Engineering: Recent Achievements**
Kairo, Egipt
www.iabse.ethz.ch/conferences/Cairo2012FI

11.5.2012

3. Münchener Tunnelbau-Symposium
München, Nemčija
www.unibw.de/geotechnik

29.5.-1.6.2012

SSCS International Conference Numerical Modeling Strategies for Sustainable Concrete Structures
Aix en Provence, Francija
www.sscs2012.com

11.-14.6.2012

Concrete structures for a sustainable community
Stockholm, Švedska
www.fibstockholm2012.se

17.-20.6.2012

**4th International Symposium on Bond in Concrete 2012:
Bond anchorage, detailing**
Brescia, Italija
www.rilem.net/eventDetails.php?event=461

8.-12.7. 2012

10th International Conference on Concrete Pavements
Québec City, Québec, Kanada
www.concretepavements.org

6.-8.5. 2013

**International IABSE Spring Conference
Assessment, Upgrading and Refurbishment of Infrastructures**
Rotterdam, Nizozemska
www.iabse2013rotterdam.nl

Rubriko ureja • **Jan Kristjan Juteršek**, ki sprejema predloge za objavo na e-naslov: msg@izs.si