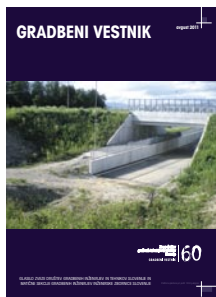




Zveza društev
gradbenih inženirjev in tehnikov
Slovenije
GRADBENI VESTNIK

60



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, avgust 2011, letnik 60, str. 205-228

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 Tomažević**

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 upokojene 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 všteti 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

Jubilej

stran **206**

viš. pred. dr. Ana Petkovšek, univ. dipl. inž. geol.

prof. dr. Janko Logar, univ. dipl. inž. grad.

ZGODOVINA IN POSLANSTVO SLOVENSKEGA GEOTEHNIŠKEGA DRUŠTVA

Zveza društev
gradbenih inženirjev in tehnikov
Slovenije
GRADBENI VESTNIK

60

Razpis

stran **211**

RAZPIS NAGRAD IZS ZA LETO 2011

Članki • Papers

stran **212**

prof. dr. Mitja Rismal, univ. dipl. inž. grad.

IZHODIŠČA ZA PROJEKTNO REŠITEV OSKRBE S PITNO VODO POMURJA

STARTING-POINTS FOR DESIGN SOLUTION OF DRINKING WATER
SUPPLY OF POMURJE

stran **219**

prof. dr. Blaž Vogelnik, univ. dipl. inž. arh.

SNOVANJE SODOBNIH MOSTOV IN VIADUKTOV

DESIGN OF MODERN BRIDGES AND VIADUCTS

stran **223**

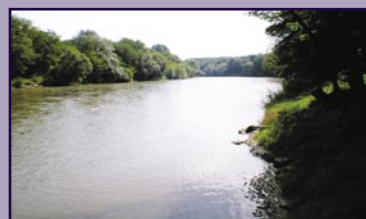
pred. Stipan Mudražija, univ. dipl. inž. grad.

ZAKONODAJNE OSNOVE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI STAVB

LEGAL BASE OF ENERGY EFFECTIVENESS OF BUILDINGS

stran **228**

Popravek



Novi diplomanti

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

Koledar prireditev

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

Slika na naslovnici: Kako naprej? foto: Janez Duhovnik

ZGODOVINA IN POSLANSTVO SLOVENSKEGA GEOTEHNIŠKEGA DRUŠTVA

viš. pred. dr. Ana Petkovšek, univ. dipl. inž. geol.
prof. dr. Janko Logar, univ. dipl. inž. grad.

1 • ZGODOVINSKO OZADJE

Leta 1936, pred 75 leti, je bila ob prslavi 300. obletnice ustanovitve Harvardske univerze (ZDA) organizirana 1. mednarodna konferenca iz mehanike zemljin, na kateri je bilo ustanovljeno Mednarodno društvo za mehaniko tal in temeljenje, ISSMFE – današnji ISSMGE (International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering). Konferenca se je udeležilo 206 delegatov iz 20 držav, prvi predsednik društva pa je postal utemeljitelj sodobne mehanike tal, profesor Karl Terzaghi. Danes je v ISSMGE vključenih 88 držav in 19.000 posameznikov, med njimi je 88 članov iz Slovenskega geotehniškega društva (SloGeD). Trenutni predsednik ISSMGE je J. L. Briaud, po narodnosti Francoz, sicer pa profesor geotehnike iz ZDA, predstavnica Slovenije v ISSMGE pa je trenutno A. Petkovšek iz UL FGG.

Delovanje mednarodnega združenja ISSMGE je usmerjeno v podpiranje mednarodnega sodelovanja med inženirji in znanstveniki pri razvoju in prenosu naprednih znanj v operativno rabo na področju geotehnike in pri uporabi geotehnike v inženirskih in okoljskih objektih. V ta namen so v okviru ISSMGE:

- Organizirani tehnični odbori (TC), razdeljeni v tri glavne skupine: Osnove, Aplikacije in Vplivi na družbeno okolje. V prvi kategoriji deluje 7 TC, ki obravnavajo fundamentalne teme, na primer laboratorijske in terenske raziskave, numerične in fizikalne modele, nezasičene zemljine itd. V drugi kategoriji je 16 TC in obravnavajo aplikativne inženirske teme, kot so na primer geotehnika nasipov in pregrad, globoko temeljenje, zaščita pred erozijo itd. V tretji kategoriji je 7 TC, med njimi pa so teme kot na primer: forenzična geotehnika, geotehnika pri zaščiti zgodovinske in kulturne dediščine, izobraževanje v geotehniki in podobno. Več na <http://www.issmge.org/web/page.aspx?refid=612>. Pod okriljem ISSMGE posamezni TC organizirajo tematske delavnice, konference in druge oblike srečanj, na katerih so predstavljena najnovejša stanja znanj s tematskega področja posameznega TC.
- Organizira mednarodne, celinske in področne konference, ki se odvijajo v rednih terminih, običajno na štiri leta in po določenem geografskem ključu. Na teh

konferencah lahko s prispevki sodelujejo le države članice, število prispevkov pa je omejeno po ključu, ki temelji na številu članov iz posameznega nacionalnega združenja. Naslednja mednarodna konferenca bo v Parizu leta 2013, evropska konferenca bo v Atenah (2011), evropska podonavska konferenca pa bo leta 2014 na Dunaju.

- Organizira posebna izobraževanja gostujočih profesorjev (t. i. Touring lectures).
- Postavlja smernice glede meril profesionalne etike v geotehniki.
- Deluje v smeri premoščanja razkoraka med teorijo in prakso v geotehniki.
- Skrbi za povezave med sestrskimi društvi na področju geoznanosti in geoinženirstva.
- Usmerja geotehnično izobraževanje itd.

Pod dežnikom ISSMGE tečejo aktivnosti s področij mehanike zemljin in geotehnike okolja, medtem ko področje mehanike kamnin pokriva sestrsko društvo ISRM (International Society for Rock Mechanics), inženirsko geologijo društvo IAEG (International Association of Engineering Geology), geosintetike pa IGS (International Geosynthetic Society).

2 • SLOVENSKO GEOTEHNIŠKO DRUŠTVO (SloGeD)

2.1 Zgodovina

Leta 1937, samo eno leto po ustanovitvi ISSMFE, je odšel slovenski inženir Lujo Šuklje na enoletno izpopolnjevanje iz mehanike tal v Pariz, na Institut Technique du Batiment et des Travaux Publiques, že leta 1938 pa je bil na pobudo prof. Krala ustanovljen prvi slovenski laboratorij za mehaniko tal, ki je deloval v

okviru tedanjega Inštituta za tehniško mehaniko Univerze v Ljubljani. Na novo ustanovljeni laboratorij je vodil, opremljal in ga na svetovni zemljevid postavil utemeljitelj slovenske geotehnike, akademik profesor dr. Lujo Šuklje. Na pobudo prof. Šukljeta je bilo leta 1948 ustanovljeno Jugoslovansko društvo za mehaniko tal in temeljenje (JDMTF), prof. Šuklje

pa aktiven član, tajnik (1949–1952) in predsednik (1953–1955). Kasneje je vidno vlogo v društvu JDMTF prevzel profesor dr. Ivan Sovinc, ki je bil najprej tajnik (1966–1968), nato pa predsednik (1968–1975) JDMTF.

Po osamosvojitvi Slovenije je 61 slovenskih inženirjev in tehnikov s predhodno pristopno izjavo izrazilo namero oblikovati članstvo v novem Slovenskem geotehniškem društvu (SloGeD). SloGeD je bil ustanovljen 10. julija 1992 v Ljubljani (več na www.sloged.si). Po informacijah, s katerimi razpolagamo, je bilo

SloGeD prvo slovensko strokovno združenje, formirano po osamosvojitvi Slovenije. Največ zaslug zato ima prof. Sovinc, prvi predsednik društva (1992–1996), ki je ob prof. Šukljetu zaslužen za prepoznavnost slovenske geotehnike v svetu. Prvi tajnik novega društva je postal Janko Logar, drugi člani na novo imenovanega izvršnega odbora pa so bili: F. Vidic, dr. B. Petkovšek, prof. dr. D. Battelino, B. Gostič in prof. dr. L. Trauner. Dejavnost društva SloGeD je bila razporejena v tri sekcije:

- Sekcija za inženirsko geologijo (formalno priznana in sprejeta v IAEG junija 1993, predstavnik dr. B. Petkovšek);
- Sekcija za mehaniko kamnin in podzemna dela (formalno priznana in sprejeta v ISRM junija 1993, predstavnik F. Vidic);
- Sekcija za mehaniko tal in temeljenje, ki jo je vodil predsednik društva in je bila kot del SloGeD in kot krovna organizacija sprejeta v ISSMGE januarja 1994.

Prof. dr. Lujo Šuklje je bil na ustanovni skupščini izvoljen za prvega zaslužnega člana Slovenskega geotehniškega društva.

Cilji novega društva so bili zapisani v statutu (www.sloged.si), program dela društva pa je



Slika 1 • **Profesor dr. Ivan Sovinc (1924–2001), prvi predsednik SloGeD**

novi predsednik društva zaokrožil v naslednje:

- Usklajevanje slovenskih predpisov za temeljenje z Evrokod 7 ter standardov za preiskovanje zemljin in hribin z ISO-standardi;
- Urejanje tehnične regulative s področja gradbeništva, inženirske geologije;
- Strokovna podpora novi usmeritvi v okoljsko geotehniko;
- Sodelovanje pri strokovnih zasnovah površinskih in podzemnih deponij;
- Skrb za vzgojo mladih geotehničnih strokovnjakov;
- Vključevanje članov v mednarodne in domače razvojne projekte;
- Popis in ažuriranje računalniških programov iz geomehanike in programov za izdelavo geotehničnih kart.

Čeprav je društvo SloGeD dejavno že več kot 19 let, so teme, ki jih je postavil prof. Sovinc, še vedno zelo aktualne.

2.2 Članstvo in financiranje

Danes je v društvo SloGeD formalno vključenih 145 članov iz vrst gradbenikov, geologov, rudarjev in tehnologov, hidrotehnikov in geosintetičarjev. Račune za članarino (25 evrov na leto) izstavlja društvo samo zaposlenim članom. V letu 2010 je bilo izstavljenih 136 računov, vendar je plačevanje članarin precej ohlapno.

SloGeD je v času delovanja iz svojih vrst imenoval naslednje zaslužne člane: akademik prof. dr. L. Šuklje (1992), prof. dr. I. Sovinc (1999), prof. dr. S. Vidmar (2000), g. F. Vidic (2000), prof. dr. M. Breznik (2008), prof. dr. G. Vogrinčič (2008), g. B. Gostič (2008) in g. V. Demšar (2008).

V sedanjem mandatu (2008–2012) deluje SloGeD izključno na prostovoljni bazi in entuziazmu peščice članov. Stroške udeležbe na domačih in mednarodnih sestankih in skupščinah financirajo predstavniki društva preko svojih matičnih podjetij, za sestanke, ki potekajo na oddaljenih lokacijah (npr. Kanada, Nova Zelandija), pa SloGeD prosi predstavnike sosednjih držav, da prevzamejo slovenski glas (proxy vote). Sejin ni.

Velike zasluge za nemoteno delovanje SloGeD ima UL FGG Ljubljana in stalni pokrovitelji. Nekdanji dekan UL FGG prof. dr. B. Majes je vsa leta finančno in moralno podpiral delovanje društva, med drugim na ta način, da se na Katedri za mehaniko tal UL FGG na stroške katedre izpeljejo vse administrativne in organizacijske aktivnosti, ažuriranje spletnih strani, prav tako se v prostorih UL FGG izpelje tudi večina delavnic in strokovnih srečanj, ki potekajo v organizaciji društva. Delovanju društva je zelo naklonjen tudi sedanji dekan prof. dr. M. Mikoš.

Od leta 2005 dalje je bil celoten načrtovani znesek članarin porabljen za sofinanciranje izdajanja znanstvene revije Acta geotechnica Slovenica (AGS). Vodstvo društva je ob začetku izhajanja revije, ki se je začelo še v dobrih časih slovenskega gradbeništva (2004), ocenilo, da slovenski prostor – predvsem mladi inženirji geotehnike – potrebuje revijo, ki bo služila kot odskočna deska pri ustvarjanju znanstvene in mednarodne kariere. Danes lahko ugotovimo, da je revija AGS upravičila z vidika društva velikanski finančni vložek, saj je indeksirana v številnih bazah, po sedmih letih izhajanja pa že ima za tako mlado revijo pomemben dejavni vpliv. Vsebine člankov je dostopna na <http://www.fg.uni-mb.si/journal-ags> ali na spletni strani www.sloged.si/knjiznica.

Stroški mednarodnih članarin so znatni. V znesku 800 evrov, kar je za leto 2011 približno 30 % stroškov članarin, ki jih plačuje SloGeD, jih sofinancira Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS na osnovi vsakoletnega razpisa. Seveda pa bi brez pokroviteljev delovanje SloGeD ugasnilo ali pa bi moralo zmanjšati aktivnosti ob hkratnem izdatnem povečanju članarine. S sponzorskim prispevkom pokrivamo stroške izobraževanja, vzdrževanja spletnih strani, tiska Novic itd.



Slika 2 • **Akademik profesor dr. Lujo Šuklje (1910–1997) s soprogo na ustanovni skupščini SloGeD ob razglasitvi za častnega člana; levo na sliki prof. dr. Brandl iz TU Dunaj, desno prof. dr. Smolczyk, podpredsednik ISSMGE za Evropo**

3 • DELOVANJE SloGeD

Delovanje SloGeD sledi usmeritvam krovne organizacije ISSMGE. Zaradi številnih sprememb na področju standardov in pravilnikov, ki se dotikajo dela v geotehniko, in zaradi novosti na področju preiskovanja tal je zadnja leta delovanje SloGeD usmerjeno predvsem v organizacijo izobraževanj doma ter v informiranje članov o dogodkih, ki potekajo v tujini. Izobraževanje članov doma poteka na delavnicah, rednih letnih strokovno-znanstvenih prireditvah in občasnih ekskurzijah. Informiranje članov o dogodkih v tujini poteka preko društvene spletne strani in preko elektronske pošte.

3.1 Posvetovanje slovenskih geoteknikov

Posvetovanje slovenskih geoteknikov je osrednja društvena prireditev, ki sedaj poteka na vsaka štiri leta in v času katere poteka tudi volilna skupščina. Prvo posvetovanje je bilo na Bledu (1993), sledila so posvetovanja na Rogli (1996), v Portorožu (1999), Rogaški Slatini (2004) in Novi Gorici (2008), prispevki s posvetovanj pa so zbrani v Zbornikih posvetovanj. Vsebina posvetovanj je dostopna na spletni strani www.sloged.si in je vredna ogleda, saj je izjemen prikaz razvoja geotehnike v Sloveniji. Posvetovanja običajno trajajo dva do tri dni in so povezana s strokovno

ali splošno ekskurzijo. Kraje posvetovanj izbiramo tako, da svojim članom približamo različne dele slovenskega ozemlja, tudi tako, da jih s spremljevalnimi dogodki seznanimo z lokalnimi običaji ali z ekskurzijo na velika gradbišča, ki so v bližini. Naslednje, 6. posvetovanje bo leta 2012 ob 20. obletnici delovanja društva, zelo verjetno bo v Idriji.

3.2 Šukljjetovi dnevi

V spomin na pionirja slovenske geotehnike SloGeD vsako leto organizira znanstveno prireditev Šukljjetovi dnevi. 1. Šukljjetovi dnevi so bili oktobra 2000 v Ljubljani, 11. Šukljjetovi dnevi pa septembra 2010 na Brdu pri Kranju in so hkrati potekali tudi v znamenju 100. obletnice Šukljjetovega rojstva. Prireditev je zasnovana na principu vabljenih predavanj, tako da ima uvodno vabljeno predavanje ugledni gost iz tujine, nato pa sledita dve ali več domačih vabljenih predavanj iz izbranih aktualnih tem. Izjemen ugled prof. Šukljjeta nam je doslej omogočal, da smo gostili ugledne strokovnjake iz najuglednejših evropskih in ameriških univerz in inštitutov. Letošnji 12. Šukljjetovi dnevi bodo v Ajdovščini 30. septembra in bodo obravnavali plazove. Šukljjetova predavateljica bo profesorica dr. Sarah Springman, direktorica inštituta za geotehniko na

ETH v Zürichu. Domača predavateljica bosta slovenska strokovnjaka, inženirski geolog M. Kočevar iz podjetja Geoinženiring in poveljnik civilne zaščite iz Ajdovščine g. I. Benko. Vsi, ki poznamo delo letošnjih vabljenih predavateljev, vemo, da se nam obeta izjemen dogodek. Če bodo vremenske razmere ugodne, bo v okviru prireditve izpeljana tudi ekskurzija na trenutno največji aktivni plaz v Sloveniji. Predavanja iz dosedanjih Šukljjetovih dni so zbrana v vsakoletnem zborniku predavanj, dostopna pa so tudi na www.sloged.si/knjiznica.

3.3 Delavnice

SloGeD vsako leto organizira ali sodeluje pri organizaciji izobraževalnih specialističnih delavnic, ki so povezane s trenutno aktualnimi temami s področja geološko-geotehničnega raziskovanja, projektiranja ali izvajanja del. Delavnice so brezplačne ali s simbolično kotizacijo. Na delavnicah je običajno od 15 do 40 udeležencev, odvisno od teme. Ena od prednosti delavnic je, da se ob njih razvije živahna razprava, ena od značilnosti pa, da se teme, obravnavane na delavnicah, zelo hitro prenesejo v operativno rabo.

Vsebine zadnjih treh delavnic v letih 2009 in 2010 so bile naslednje: Geosintetične hidravlične bariere (predavatelji iz Nemčije, vsebina predavanj med drugim pomembna za izvedbo zaščite železnice v bazenu HE Krško), Hidravlična frakturizacija v kamni-



Slika 3 • Posnetek iz 11. Šukljjetovega dne. Šukljjetovi predavatelji: prof. dr. R. Frank iz Francije v svetli obleki, prof. dr. J. Likar iz UL NTf in inž. I. Špacapan iz GI ZRMK. O življenju prof. Šukljjeta je predaval prof. dr. B. Majes, dekan UL FGG, prof. dr. M. Mikoš je imel pozdravni nagovor, minister Žarnić pa se je dogodka udeležil kot nekdanji Šukljjetov študent in ne po službeni dolžnosti. Na sliki so tudi dosedanja predsedniki SloGeD, od leve: prof. dr. J. Logar (2004–2008), prof. dr. L. Trauner (1996–2000), dr. A. Petkovšek (2008–) in mag. A. Gaberc (2000–2004)



Slika 4 • Prireditev SloGeD vedno zaznamuje tudi živahna razprava med odmori. Na sliki akademik prof. dr. P. Fajfar, ki je imel pozdravni nagovor, med živahno razpravo s člani SloGeD na 11. Šukljjetovem dnevu

nah in geotehnični monitoring (predavatelj iz Nemčije in Švice, vsebina vezana na gradnjo 2. tira železniške proge Divača–Koper), Načrtovanje z geosintetiki in novi EBGeo (predavatelj iz Avstrije, vsebina vezana na projektiranje z geosintetiki v povezavi z Evrokodom 7).

3.4 Sodelovanje na drugih slovenskih prireditvah

SloGeD se odziva na vabila in tudi sodeluje na strokovnih prireditvah, ki so v organizaciji drugih društev. Vidna je povezovalna vloga Družbe za raziskave v cestni stroki (DRC) in strokovnih posvetovanj, ki potekajo pod njenim okriljem, na primer na sejnih Megra. SloGeD tudi zelo podpira idejo družbe DRC o nujnosti povezovanja slovenskih strokovnih združenj in sedanji čas kaže, da je treba z akcijo povezovanja strokovnih združenj za zaščito strokovnih znanj v Sloveniji nadaljevati. Dobro povezana stanovska društva bi se morala takoj javno odzvati na sedanje razmere v sistemu vodenja investicij in javnih naročil, precej stvari pa bi se dalo izboljšati tudi v tesnejšem sodelovanju z Inženirsko zbornico Slovenije. Žal je politika nagrajevanja dosežkov slovenskih raziskovalcev na univerzah in inštitutih taka, da prispevki na tradicionalnih domačih prireditvah, kot je na primer Kongres o cestah in prometu v Portorožu, ne štejejo med pomembna dela, zato se vrhunski dosežki slovenskih geoteknikov tam ne pojavljajo v takem obsegu, kot bi se morali, pa tudi udeležba geoteknikov je manjša, kot bi bilo zaželeno. Na splošno v SloGeD ugotavljamo, da na strokovnih posvetovanjih – morda je svetla izjema Megra – običajno pričujemo prepričane in da tistih, ki so jim naša sporočila namenjena, pravzaprav ni med nami. Škoda!

3.5 Sodelovanje na mednarodni ravni

Odločitev vsakokratnega vodstva SloGeD je, ali bo dalo prednost dejavnostim na mednarodnem parketu ali razvoju domače geotehnike.

Sedanje vodstvo SloGeD je prioritete delovanja usmerilo v podporo domačim znanjem, hkrati pa člane spodbuja in jim omogoča, da vidne dosežke predstavljajo na elitnih mednarodnih prireditvah, ki potekajo pod okriljem ISSMGE, ISRM in IAEG. Dosežki slovenskih geoteknikov se danes med drugim merijo tudi z vabili v znanstvene odbore mednarodnih konferenc, z vabili na uvodna in panelna predavanja in na specialne predstavitve na mednarodnih konferencah. In ne nazadnje, na svetovni konferenci v Aleksandriji so bili drenažni vodnjaki, načrtovani in izvedeni po ideji prof. dr. Majesa na plazovih Macenik in Slano blato, uvrščeni med najvidnejše dosežke svetovne geotehnike v obdobju 2005–2009.

SloGeD je v povezavi z DRC leta 2006 v Ljubljani organiziral odmevno mednarodno geotehnično konferenco – 13. European Danube Conference, ki je bila v mednarodnih krogih deležna velikih priznanj.

Tradicionalno dobre so povezave SloGeD s člani hrvaškega, avstrijskega, madžarskega in vse bolj tudi italijanskega društva.

3.6 Spletna stran www.sloged.si

Spletna stran je organizirana tako, da obvešča uporabnike o pomembnih dogodkih, na njej je kazalo slovenskih podjetij in inštitucij, ki se ukvarjajo z geotehnično dejavnostjo, na voljo pa so tudi aktualne vsebine Novic in vsebine Zbornikov iz Šukljetrovih dni in posvetovanj.



Slika 5 • Člani SloGeD na 14. evropski podonavski konferenci v Bratislavi (2010). J. Logar je imel uvodno predavanje o interaktivnem projektiranju, A. Petkovšek je vodila sekcijo Geotehnike okolja, članek M. Mačka pa je bil izbran za javno predstavitev. Na sliki v družbi s podpredsednikom ISSMGE za Evropo, prof. dr. I. Vaničkom (v sredini) in predsednikom nemškega geotehniškega društva prof. dr. G. Heertenom

4 • KOGA NAGOVARJA SloGeD

4.1 Težave s strokami na geo-

Ne samo v Sloveniji, tudi drugje ugotavljajo, da je pomen delovanja strok, ki se začenjajo na geo- (geologija, geodezija, geotehnika) podcenjen, da se prepozno in nezadostno vključujejo v projekte, hkrati pa so prav one

oklicane kot odgovorne za velike zamude, velike podražitve in ne nazadnje tudi porušitve v gradbeništvu. Zato ISSMGE preko nacionalnih društev s svojo dejavnostjo z bolj ali manj spremenljivim uspehom nagovarja pet velikih skupin državljanov:

- geotehnično skupnost (geotehnike profesionalce),
- kolege strokovnjake, ki niso specialisti za geotehniko (konstruktorje, arhitekta, hidrotehnike),
- uporabnike geotehničnih storitev (privatne in javne investitorje),
- javnost,
- vlado oziroma tiste, ki sprejemajo odločitve.

Vsaka od omenjenih skupin potrebuje drugačne vrste informacij. Za geotehnične profesionalce so pomembna merila stroke, jasno postavljena s pravilniki in standardi. Druge strokovnjake bi morali ozavestiti, da se mora nivo poznavanja geotehničnih razmer na lokaciji prilagajati različnim fazam projektnih rešitev, začenši pri študiji izvedljivosti in nato z izpopolnjevanjem v višjih fazah projektiranja. Ker geotehnične raziskave potrebujejo čas, ki se meri tudi v letih, je to ozaveščanje še kako pomembno. Ker na geotehničnih podlagah, pripravljenih za nivo idejne zasnove, ni mogoče izdelati dobrega projekta za izvedbo, se dogajajo stalna nepotrebna trenja na številnih gradbiščih, ki se praviloma končajo s slabo voljo in z zahtevki izvajalca za višjo ceno. V Sloveniji imamo danes primere, ko je rok izdelave projekta zahtevnega geotehničnega objekta postavljen pred rokom izdelave elaborata geološko-geotehničnih raziskav. Norobe svet! Uporabnike geotehničnih storitev, majhne in velike investitorje, bi morali bolj ozavestiti o vplivu pravočasnih geotehničnih raziskav in geotehničnega nadzora na finančno in časovno tveganje, ki je povezano s slabim poznavanjem geotehničnih razmer. Svojevrsten paradoks je, da številni investitorji, ki vse svoje življenjske prihranke vlagajo v novogradnjo, brez pomislov odštejejo oblikovalcu vrtno zasaditve nekajkrat več denarja, kot bi bila cena geotehničnih raziskav na lokaciji, ki jih ne izvedejo. Žalostne podobe poškodovanih zgradb in javnih cest ob vsaki malo večji vodni ujmi kažejo, da je ozaveščenost o geološko pogojenih dejavnikih tveganja še vedno prenizka.

Javnost kot celota in vsi, ki sprejemajo odločitve, bi se morali bolj zavedati kritične vloge geotehničnega inženirstva na vseh

področjih infrastrukturnih gradenj ne glede na to, ali gre za objekte za oskrbo s pitno vodo, prometnice, energetske objekte ali za odlagališče jedrskih odpadkov. Primer nezaslišanega manipuliranja z javnostjo so na primer vesti o super dragih slovenskih avtocestah. Javnosti bi morali najprej znati povedati, da morfološke, geološke in klimatske danosti odločujoče vplivajo na stroške gradnje in da se cene kilometra avtoceste okoli Zagreba ali preko ravníc severne Nemčije ne more primerjati s ceno kilometra avtoceste preko Trojan ali Rebrnic, kjer trasa poteka po viaduktih, na zidovih ali v predorih. Javnosti je treba posredovati kritične informacije, a na korekten in transparenten način. Stroki bi morali dati možnost, da javnost sprotno seznanja s konkretnimi primeri vsakdanje prakse in na ta način vzgaja javnost. Ker strokovne informacije ne višajo naklade in gledanosti, ostajajo zunaj dosega javnega mnenja.

V času gradnje avtocest je bila geotehnika pogosto priročni izgovor za podražitve, nastale zaradi politično kratkovidnega in zaletavega vodenja projektov. SloGeD se na take manipulacije v javnih medijih ni odzivalo. V takih primerih pa je bistvo geotehničnega sporočila naslednje: »Nismo mi tisti, ki lahko nadzorujemo naravo, vendar pa smo mi tisti, ki lahko pomagamo zmanjšati tveganje, ki ga narava lahko povzroči našim zgradbam, prometnicam in drugim infrastrukturnim objektom.«

4.2 Ko država dela red

Razvoj in napredek geotehnike je vselej vezan na velike investicijske gradnje. Pri velikih in majhnih gradnjah pa je pomembno, da na trgu geotehničnih storitev veljajo enotna pravna, tehnična, moralna in etična merila.

V Sloveniji smo v zadnjem desetletju pričali številnim spremembam, ki so temeljito zamenjali stari red. Uveljavitev Evrokodov pomeni, da je treba uporabljati tudi standarde, ki Evrokod podpirajo. Na področju, ki se dotikajo širšega področja raziskav in izvajanja del v geotehniki, je bilo v zadnjem desetletju po avtomatizmu sprejetih več sto novih SIST-standardov na več kot 2000 straneh. Številni inženirji, še posebej tisti, ki delajo v majhnih kolektivih ali kot s. p., niso zmogli slediti novemu redu, številnih pravil, ki jih je prinesel novi red, tudi ne poznajo.

Vendar pa na javnih razpisih nekompetentni inženirji enakovredno tekmujejo za posel s kompetentnimi in s svojim ravnanjem ne rušijo le sistema cen, temveč permanentno nižajo raven kakovosti geotehničnih storitev, katerih temelje so postavljali naši veliki učitelji. Geotehnične raziskave, geotehnični projekti in geotehnična izvedbena dela za javne naročnike, ki se oddajajo po sistemu najnižje cene, so danes oddana tudi za manj kot 40 % cene, določene v popisu del ali izračunane po mednarodnih kriterijih.

V številnih popisih del za javna in zasebna naročila še vedno niso uveljavljena načela Evrokod, kar še posebno izstopa na programu geotehničnih raziskav ali geotehničnega nadzora. S sedanjimi pravili javnega naročanja se pogosto dogaja, da geotehnični ponudniki, ki se držijo etičnih in moralnih, predvsem pa strokovnih načel, izpadejo kot naivni tepčki.

4.3 Število primerov slabe prakse v geotehnikski naraščaji

Odmevni primeri porušitev gradbenih jam, ki smo jim priča v zadnjem času, kažejo, da s



Slika 6 • Zaprtje trgovine Lidl na Rudniku v Ljubljani zaradi posedanja tal bi lahko bila posledica »geološkega presenečenja«, če ne bi za njim stal nezasiščen primer goljufanja z geotehničnimi podatki



Slika 7 • Še eden od številnih primerov porušitve v gradbeni jami. Zakaj?

prevzemom evropskih pravilnikov in standardov nismo in tudi v prihodnje ne bomo pridobili na kakovosti, varnosti in trajnosti objektov, če država ne bo začela uveljavljati mehanizmov, ki jih je sama postavila. Nezaslišani primer lažnega navajanja geotehničnih podatkov in zaprtja trgovine Lidl na Rudniku v Ljubljani

zaradi nepredvidenega posedanja tal je zgolj vrh ledene gore nedelovanja kontrolnih mehanizmov v geotehničnih gradnjah. Zaradi uveljavljanja meril najnižje cene je kakovost geotehničnih storitev resno načeta in temu je treba narediti konec. Prvi potreben korak je uvedba geotehničnega dela projekta kot

obveznega sestavnega dela projektne dokumentacije, kakor piše v Evrokodu 7, a ni ustrezno preslikano v Zakon o graditvi objektov in podzakonske akte.

Pričakujemo, da bo IZS zaščitila interese svojih članov in preprečila vsesplošni finančni in strokovni damping.

5 • ZAKLJUČEK ALI ZA VSAKO TEŽAVO JE NOVA PRILOŽNOST

Vabilo uredniškega odbora Gradbenega vestnika društvom, ki so vključena v ZDGITS, da ob 60-letnici ZDGITS predstavijo svojo dejavnost, smo na SloGeD razumeli kot priložnost, da svojo dejavnost predstavimo širši strokovni javnosti in da v svoje vrste in na prireditve povabimo tudi Vas, spoštovana bralec in bralka teh vrstic.

Na hitro smo vas seznanili, kaj počnemo in kaj bi radi počeli. Hkrati pa smo ocenili za primer-

no, da opozorimo na nezdrave razmere, ki trenutno vladajo na trgu geotehničnih storitev. Napake same po sebi in učenje na napakah niso sramotni in so gonilo profesionalnega razvoja – to še zlasti velja v geotehniko. Vendar pa je za razvoj potrebno dvoje: zavedati se napak in poiskati rešitve. Zdaj pa smo se znašli v zaprtem krogu, ko se vsi zavedamo nevzdržnosti situacije, nihče pa ne stori koraka v smeri iskanja pravih rešitev. Na ravni društva

SloGeD pripravljamo interni kodeks – minimalne standarde obnašanja članov našega društva. Vendar bo ta lahko zaživel le, če bodo pristojne državne institucije sočasno uveljavile svoje mehanizme.

Bolj kot kdajkoli prej bi se morala danes slovenska strokovna društva, ki delujejo na področju gradbeništva, povezati in s svojimi argumenti ponovno uveljaviti strokovna in etična merila, ki so včasih že veljala in danes vidno razpadajo.



RAZPIS ZA PODELITEV NAGRAD IN NAZIVA ČASTNI ČLAN IZS

Razpis je objavljen na spletni strani IZS www.izs.si v rubriki Aktualno in bo potekal do 15. 9. 2011.

Predlagajte svojega kandidata.

IZHODIŠČA ZA PROJEKTNO REŠITEV OSKRBE S PITNO VODO POMURJA

STARTING-POINTS FOR DESIGN SOLUTION OF DRINKING WATER SUPPLY OF POMURJE

prof. dr. Mitja Rismal, univ. dipl. inž. grad.
Barjanska 68, Ljubljana

Strokovni članek
UDK: 628.1

Povzetek | Prispevek obravnava strokovna izhodišča za izdelavo projekta preskrbe s pitno vodo v Pomurju s končno kapaciteto 676 l/s leta 2050. Vodni vir načrtovanega vodovoda je podtalnica, ki je izpostavljena onesnaževanju zaradi kmetijstva in poselitve, vsebuje pa tudi nekaj agresivnih CO₂, železa in mangana. Za zaščito podtalnice bi bilo treba zaradi plitvega vodonosnika in slabe krovne plasti odvzeti kmetijstvu velike površine plodnih tal. Zato so črpališča podtalnice predvidena znotraj protipoplavnih nasipov ob Muri na območju, ki je že zavarovano zaradi krajine ter dragocenega vodnega in obvodnega biotopa. Mura z obrežnim filtratom zagotavlja dovolj vode tudi v največjih sušah. Zaradi kemijske onesnaženosti podtalnice in Mure, ki je v II.–III. kakovostnem razredu, so predvideni možni načini čiščenja in varovanja črpane podtalnice z zalednega kmetijskega območja in reke Mure. V hidravličnem pogledu je zaradi razsežnosti vodovoda in manjših energetskih stroškov črpanja vode na ravninskem delu oskrbovanega območja predvidena izvedba oskrbovalnih tlačnih con v horizontalni smeri.

Summary | The paper describes the concepts on which the Water Supply of a Slovenian region of Pomurje with its final capacity 676 l/s in 2050 should be based. Pomurje is the main granary of Slovenia. The ground water with a thin protecting cover and the characteristics of shallow ground water layer would need extensive areas for its protection. To save the precious agricultural land, the ground water of this, already by Environmental Agency protected riparian area, has been chosen as a main water source of Pomurje region water supply. Significant for the ground water of the whole region is the presence of partly aggressive CO₂, iron, and manganese. The quality and quantity of ground water of riparian area is additionally influenced by the induced infiltration from Mura of II. and III class of river water quality with abundant water also in extremely dry periods of the year.

1 • UVOD

Članek obravnava hidrotehnično-tehnološka izhodišča za predinvesticijske načrte regionalne rešitve preskrbe s pitno vodo Pomurja. Zagotovitev zadostne zdrave in pitne vode v Pomurju, kjer živi danes okoli 128.000 prebivalcev, po demografskih podatkih pa naj bi se število leta 2050 povečalo na 212.000, je eden od primarnih pogojev za razvoj tega ekonomsko manj razvitega območja. Skupna poraba vode do leta 2050 je ocenjena na ca. 676 l/s.

Strokovna problematika tega vodovoda pa se od večine vodovodov v Sloveniji razlikuje po hidrogeoloških in kakovostnih lastnostih podtalnice Pomurja, ki je pglaviti vir pitne vode. V prispevku obravnavamo predvsem tista strokovna vprašanja in rešitve, ki so relevantni in so izhodišče za zasnovo projekta in zanj potrebnih raziskav. Za razliko od večine podtalnic in vodnih virov v Sloveniji, ki so srednje karbonatne trdote iz dolomitnih in kompaktnih ter tudi zakraselih apnenčevih kamenin,

ima podtalnica Pomurja (zaradi prevladujočih vodonosnikov iz eruptivnih kamenin) nižjo karbonatno trdoto, z bolj ali manj agresivnim CO₂ in z vsebnostjo železa in mangana. Zaradi plitve lege in tanjših krovnih plasti, intenzivnega kmetijstva in poselitve pa sodi tudi med najbolj občutljive in onesnaževanju izpostavljene podtalnice (ARSO¹). Z njo se danes v Pomurju z lokalnimi vodovodi oskrbuje večina prebivalstva.

V hidrotehnično-hidravličnem pogledu je za načrtovani vodovod, za razliko od hribovite Slovenije, namesto večinoma vertikalne razporeditve potrebna horizontalna razporeditev vodooskrbnih tlačnih con z njim



Slika 1 • Pogled na Muro



Slika 2 • Koncept aktivne zaščite podtalnice na črpališčih Krog in Dokležovje z obrežnim filtratom, očiščenim železa in mangana, na desnem bregu Mure pri Vučji vasi. Obrežni vodnjaki in ponikalna polja za bogatenje in zaščito podtalnice z vodno zaveso pred onesnaževanjem kmetijstva in iz naselij so v svetlo modri barvi. Vodnjaki vodovoda so v zeleni barvi, končno čiščenje in odvod v omrežje pa v temno modri barvi

primerno izbiro vodnih virov oziroma vodovodnih črpališč. Prečrpavanje vode iz ravninskih oskrbovalnih con je potrebno le za višje zone na Goričkem in v Prlekiji. Za varno obratovanje pa je med horizontalnimi conami predvidena medsebojna povezava. Koncept horizontalnih oskrbovalnih con z več vodnimi viri daje tudi večjo obratovalno varnost, manjši strošek transportnih cevovodov in manjšo porabo energije.

Pomurje je največja žitnica Slovenije z zalagami podtalnice, ki pa bi potrebovala za črpanje zdrave pitne podtalnice vode velike površine vodovarstvenih pasov za zaščito pred konservativnimi onesnažili (nitrati, pesticidi itd.). Za sedanje manjše lokalne vodovode pa teh ni mogoče zagotoviti in še manj nadzorovati. Da bi plodne površine v največji meri ohranili kmetijstvu, obenem pa po količini in

kakovosti zagotovili varnost pitne vode, je bila za preskrbo s pitno vodo sprejeta ekološko in vodnogospodarsko konsistentna in trajnostna strategija izrabe obmurskega filtrata in murske vode kot hrbtenice dolgoročne preskrbe s pitno vodo (slika 1).

Takšna rešitev ima pred rabo padavinske podtalnice pod kmetijskimi površinami pomurske ravnice (izjema sta črpališči Gaberje in Lukavci) naslednje prednosti:

1. načrtovana črpališča s potrebnimi zaščitnimi pasovi znotraj s protipoplavnimi nasipi že varovanega območja ne posegajo na kmetijska zemljišča;
2. zaradi vpliva reke obmurska podtalnica ni izpostavljena sušam – za Muro so značilni veliki poletni pretoki;
3. mogoče je večnamensko koriščenje površin znotraj protipoplavnih nasipov ob Muri za:

- a. zaščito pred poplavami,
- b. zaščito naravnega obvodnega biotopa,
- c. potrebe vodovoda.

Izdatnost podtalnice ob Muri je zaradi lastnosti obrežnega filtrata v primerjavi z zaledno padavinsko podtalnico tudi v največjih sušah in najnižjih pretokih Mure praktično neomejena.

Na podlagi obstoječih podatkov in izkušenj na že več kot 30 let delujočih vodovodih (Murska Sobota, Radenci-Radgona, Ljutomer in Lendava) je podana strokovna problematika in nakazana vsebina potrebnih raziskav, ki bi jih bilo treba izvesti pred izdelavo projektne dokumentacije. Odločitev o vsebini in obsegu raziskav je odvisna od tehničnih možnosti in lastnosti obravnavanih vodnih virov.

2 • RELEVANTNE LASTNOSTI OBRAVNAVANIH VODNIH VIROV

Velikost vodovodnega sistema in omenjena specifična strokovna problematika načrtovanega vodovoda potrebuje za pripravo pitne vode hidrogeološke in tehnološke raziskave, ki naj bi bile zaradi velikih stroškov, uporabnosti in potrebnega časa čim bolj ciljno usmerjene na podlagi v naslednjih poglavjih opisanih lastnosti vodnih virov in možnih tehnoloških rešitev.

2.1 Značilnosti in lastnosti vodnih virov, ki se napajajo tudi z induciranim obrežnim filtratom iz reke Mure – prednosti, pomanjkljivosti

Pozitivne lastnosti obrežnega filtrata

- Zmogljivost črpališča ni odvisna od klimatskih razmer (suša), ker je v Muri dovolj vode.

- Obrežna filtracija predstavlja učinkovito varnostno pregrado pred onesnaženo Muro.
- Z umetnim bogatenjem podtalnice z obrežnim filtratom je mogoča aktivna zaščita pitne podtalnice pred onesnaženo zaledno podtalnico.
- Potrebni so manjši varnostni pasovi. Plodna zemlja ostaja za kmetijstvo in za druge potrebe.

Pomanjkljivosti obrežnega filtrata

- Kakovost obrežnega filtrata je odvisna od sprememb kemičnega onesnaženja Mure.

- Temperatura pitne podtalnice je odvisna od temperature rečne vode.
- Nastanek anoksičnih pogojev pri obrežni filtraciji lahko poveča vsebnost železa Fe^{2+} , mangana Mn^{2+} , sulfida S^{2-} in CO_2 v obrežnem filtratu.

2.2 Značilnosti in lastnosti vodnih virov, ki se napajajo s padavinsko podtalnico v Lukavcih in Gaberju

Prednosti

- Stalna temperatura črpane podtalnice.
- Manjša koncentracija organskega ogljika.
- Načeloma manjša diverziteti možnih onesnaženj podtalnice kot pri rečni vodi.

Pomanjkljivosti

- Občutljivost za suše, ko se zmanjša izdatnost podtalnice.
- Večji zaščitni pasovi omejujejo kmetijsko uporabo plodnih tal in uporabo površin v

druge namene (urbanizem, gospodarstvo, promet).

- Zaradi plitve podtalnice možna prisotnost železa, mangana in agresivnega CO_2 preko dovoljenih koncentracij.
- Obstaja nevarnost onesnaževanja zaradi kmetijstva in deloma industrije, obrti s težkimi kovinami, trihalometani itd.

3 • UKREPI ZA KAKOVOST, VARNOST IN KOLIČINO PITNE PODTALNICE IN OBREŽNEGA FILTRATA

3.1 Osnove

Podtalnica, ki se napaja z induciranim obrežnim filtratom iz Mure, se hkrati napaja tudi z zaledno padavinsko podtalnico.

Pri načrtovanju tovrstnih zajetij za zajem podtalnice je treba zagotoviti rešitve, ki izpolnjujejo naslednje pogoje, ki zagotavljajo:

- a. načrtovano količino vode tudi v najbolj sušnih letih in pri najnižjih vodostajih reke Mure, ki so praviloma v zimskem obdobju;
- b. potrebno kakovost črpane pitne podtalnice;
- c. potrebno varnost črpane pitne podtalnice pred onesnaženjem – enako s strani reke Mure kot iz zaledne padavinske podtalnice.

Pogoje pod točkama a in c je treba in mogoče zagotoviti istočasno:

1. z ustreznim situiranjem linije črpalnih vodnjakov (ali drenaže) proti Muri, kot je prikazano v nadaljevanju;
2. z vodno zaveso proti dotoku onesnažene zaledne podtalnice, ustvarjene z umetnim bogatenjem podtalnice s predhodno očiščenim obrežnim filtratom, zajetim zunaj vplivnega območja načrtovanega vodovodnega zajetja;
3. s potrebno stopnjo čiščenja obrežnega filtra, ki jo je treba načrtovati po rezultatih tozadavnih tehnoloških analiz.

Izpolnitev pogoja pod točko b je, ob realizaciji zahtev pod a in c, odvisna od oksidno-anoksičnih razmer v obogateni podtalnici. Pri anoksičnem stanju podtalnice (preliminarna ocena anoksičnosti je podana v nadaljevanju) je pričakovati povečane koncentracije železa, mangana in žveplovodika. V tem primeru je treba načrtovati čiščenje:

- a. na za lastnosti vode primerni čistilni napravi,
- b. v vodonosniku,
- c. ali presoditi, ali je treba izboljšati organoleptične lastnosti tako pridobljene pitne vode z aktivnim ogljem z uporabo ozona ali brez nje. Murska voda iz obrežnega filtra lahko kljub kemični neoporečnosti vpliva na organoleptične lastnosti pitne vode.

3.2 Koncepti hidrotehniških rešitev

V tem poglavju so za uspešno izvedbo projekta opisani problemi in kvantitativne ocene možnih rešitev, na katere bo oziroma bi bilo treba odgovoriti, kjer ne gre drugače, tudi z raziskavami.

3.2.1 Uporaba obrežnega filtra za pitno vodo

Kljub dosežkom tehnike čiščenja pitnih voda, kot je ultrafiltracija, ki se po kakovosti čiščenja približujejo naravnemu precejanju padavin preko krovnih plasti zemljine v podtalnico, ima uporaba »naravne« podtalnice, če je na voljo, še vedno prednosti pred vsemi drugimi viri in načini čiščenja površinskih voda. Naravno podtalnico smo dali v narekovaja, ker danes zaradi poznanih antropogenih vplivov takšno podtalnico le težko, če sploh še, najdemo.

Polna uporaba podtalnice je lahko omejena z izdatnostjo ali če jo njeno zaledje preveč ogroža. V takšnih primerih lahko podtalnico ob primernih hidrogeoloških pogojih obogatimo z umetno inducirano obrežno infiltracijo rečne vode, ki ima zaradi naravnih procesov čiščenja prednosti pred tehnološko in ekonomsko zahtevnejšimi načini čiščenja rečne vode.

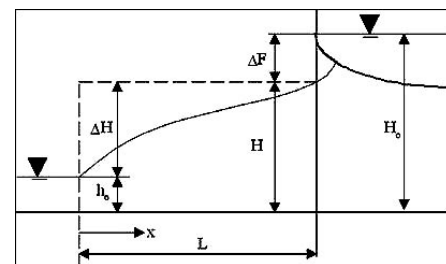
Dejavniki, ki odločajo o uporabi obrežne filtracije:

- a) primerni hidrogeološki pogoji za zagotovitev potrebnih količin pitne vode,
- b) kakovost, zadostne količine rečne vode,
- c) prepustnost rečnega dna in brežin,
- d) procesi kolmatacije in izpiranja rečnega dna in brežin,
- e) kakovost in varnost zaledne podtalnice,
- f) dotok in kakovost podtalnice iz nasprotne strani reke.

3.2.2 Hidravlična presoja obrežne (inducirane) infiltracije

Obrežno filtracijo rečne vode v vodonosnik lahko presodimo po Grombach-Haberer-Merkel-Trüeb:

$$q = \left(\frac{q_o}{\Delta F_o} \right)^2 \cdot \left(\frac{L}{k} + \frac{\Delta F_o \cdot H_o}{q_o} + (-) \sqrt{\frac{L^2}{k^2} + 2 \frac{L}{k} \cdot \frac{\Delta F_o}{q_o} \cdot H_o} + \left(\frac{\Delta F_o}{q_o} \cdot h_o \right)^2 \right)$$



Slika 3 • Hidravlična shema obrežne filtracije s hidravličnim uporom ΔF – levo nivo vode v drenaži, desno zgoraj v reki

S spremembo h_o ali depresije $s = H_o - h_o$ se spreminjata izdatnost drenaže q in vrednost ΔF . Pri izmerjeni izdatnosti drenaže q_o izmerimo h_o in upor brežine ΔF .

Za določitev konsumpcijske krivulje drenaže $q = f(h_o)$ moramo določiti vsakokratno velikost ΔF_o .

Meritev ΔF_o pri črpani količini q_o je težje opraviti. V določenih pogojih je mogoče oceniti ΔF_o iz podatkov H_o , h_o , q_o in k :

$$\Delta F_o = H_o - H = H_o - \left(h_o + \frac{2 \cdot q_o \cdot L}{k} \right)^{0,5}$$

Pri enaki depresiji $s = H_o - h_o$ pa se vrednost vrednost ΔF_o in izdatnost drenaže spreminja z oddaljenostjo drenaže L od reke, vendar v konstantnem razmerju (predpostavimo laminarni režim filtracije):

$$\frac{\Delta F_o}{q_o} = \frac{\Delta F}{q} \rightarrow \rightarrow \Delta F = \frac{q}{q_o} \cdot F_o = \frac{L_o}{L} \cdot F_o$$

Razmerje med q in q_o pa je enako

$$\frac{q}{q_o} = \frac{k \cdot (H^2 - h_o^2) \cdot 2 \cdot L_o}{2 \cdot L \cdot k \cdot (H^2 - h_o^2)} = \frac{L_o}{L}$$

$$\frac{\Delta F}{\Delta F_o} = \frac{L_o}{L} = \frac{q}{q_o} \quad \text{in} \quad \frac{q}{\Delta F} = \frac{q_o}{\Delta F_o}$$

3.2.3 Problematika kolmatacije dna in brežin

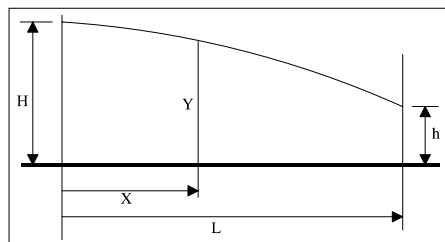
Poteka kolmatacije in od nje odvisne inducirane obrežne filtracije v obrežni vodonosnik ni mogoče zanesljivo napovedati. Obstoječo kolmatacijo je mogoče oceniti le s črpalnim preizkusom na obrežnem vodnjaku. Zato je izvedba tega preizkusa predvidena v okviru projekta spremljajočih raziskovalnih del.

3.2.4 Trajanje pretoka toka infiltrirane vode v vodonosniku med reko in obrežno drenažo

Račun trajanja t pretoka T toka obrežnega filtrata do drenažnega zajetja ali skupine linijskih vodnjakov je možen po naslednji enačbi:

$$t = \frac{n \cdot k}{3 \cdot q^2} \left[H^3 - \left(H^2 - \frac{2 \cdot q \cdot L}{k} \right)^{3/2} \right] \quad q = \frac{k \cdot (H^2 - h^2)}{2 \cdot L}$$

Ob upoštevanju efektivne poroznosti vodonosnika n je resnični čas pretoka $T_R = nT$



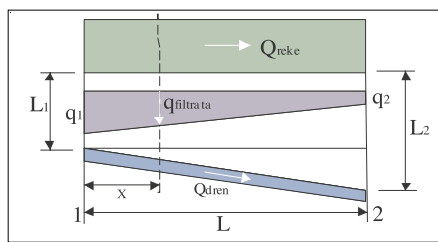
Slika 4 • Shema za določitev časa pretoka obrežnega filtrata med brežino in drenažo

3.2.5 Možno zmanjšanje v reki prisotne koncentracije biokemično nerazgradljivega onesnaženja v obrežni drenaži (v linijskih vodnjakih) vzdolž poti v procesu infiltracije

Spodnji, s poenostavljenimi enačbami prikazan primer kaže, kako je mogoče z odmikom linije obrežne drenaže (ali serije vodnjakov) od smeri reke zmanjšati posledice nepredvidenih onesnaženj z raztopljenim in biološki razgradnji nedostopnim, inertnim onesnaženjem rečne vode.

V prikazanem primeru nista upoštevani disperzija onesnaženja in adsorpcija, ki onesnaženost obrežnega filtrata še dodatno zmanjšujeta. Rešitev predstavlja možnost prve varnostne bariere pred nepredvidenim onesnaženjem reke, kar bo v projektu upoštevano.

Na konkretnem primeru je prikazano zmanjšanje onesnaženja za tri primere (slike 1, 2 in 3) trajanja Δt onesnaženja C_R v reki in razlike dotočnih časov ($T_2 - T_1$) filtrata v skrajni točki 1 in 2 drenaže ali serije vodnjakov:



Slika 5 • Računska shema za upad koncentracije onesnaženja obrežnega filtrata v drenaži dolžine L z odmikom L_1 in L_2 od brežine pri opazovani koncentraciji v reki

$$t_1 = \frac{n \cdot k}{3 \cdot q_1^2} \left[H^3 - \left(H^2 - \frac{2 \cdot q_1 \cdot L_1}{k} \right)^{3/2} \right] \quad q_1 = \frac{k \cdot (H^2 - h^2)}{2 \cdot L_1}$$

$$t_2 = \frac{n \cdot k}{3 \cdot q_2^2} \left[H^3 - \left(H^2 - \frac{2 \cdot q_2 \cdot L_2}{k} \right)^{3/2} \right] \quad q_2 = \frac{k \cdot (H^2 - h^2)}{2 \cdot L_2}$$

Δt trajanje onesnaženja v reki

n_e koeficient efektivne poroznosti vodonosnega sloja

$t_{1,2}$ trajanje pretoka iz reke v drenažo

$$Q_D = \frac{(q_1 + q_2) \cdot L}{2} \quad Q_D \cdot C_D \cdot (t_2 - t_1) = Q_D \cdot C_R \cdot \Delta t \quad C_D = \frac{C_R \cdot \Delta t}{(t_2 - t_1)}$$

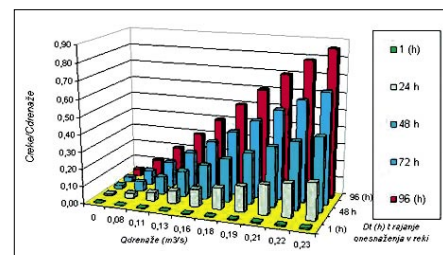
$$\text{oziroma} \quad \frac{C_D}{C_R} = \frac{\Delta t}{(t_2 - t_1)}$$

Kot je vidno iz zgornjih poenostavljenih enačb (brez upoštevanja disperzije ter adsorpcije in kemičnih procesov), je pozitiven učinek takšne položitve drenaže le , če je razmerje $\frac{\Delta t}{(t_2 - t_1)}$ manjše od 1.

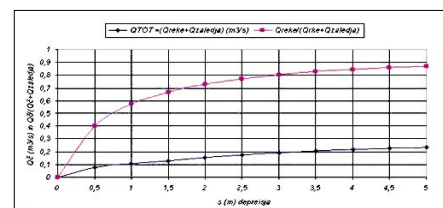
Slike od 1 do 6 kažejo, koliko se zmanjša onesnaženje reke v linijskem vodnem zajetju odvisno od oddaljenosti, naklonskega kota proti reki in od trajanja onesnaženja v reki. Spodaj navedeni primeri so namenjeni za presojo umestitev drenaže ali linijskih vodnjakov na izboljšanje obrežnega filtrata v načrtovanih črpalnicah.

n_e	0,24		Koeficient efektivne poroznosti
k	0,0024	m/s	Koeficient poroznosti
H	5	m	Debelina vodonosnega sloja
h	3	m	Globina vode v drenaži
$H-h$	2	m	Depresija

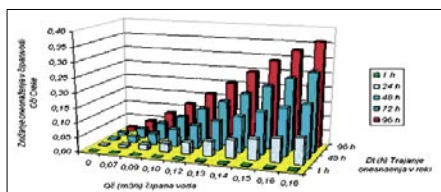
V aproksimativnem računu uporabljene zgorajne vrednosti so značilne za obrežni pas Mure.



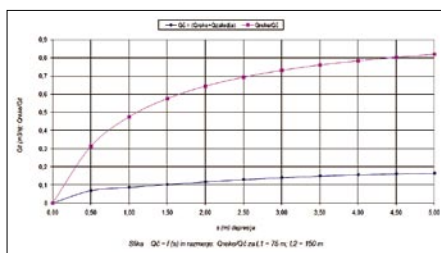
Slika 6 • Redukcija in naraščanje inertnega onesnaženja obrežnega filtrata v $L = 100$ m dolgi drenaži od črpane vode $Q(m^3/s)$ pri odmiki drenaže od brežine reke $L_1 = 25$ m in $L_2 = 100$ m pri trajanju onesnaženja od 0 do 96 ur



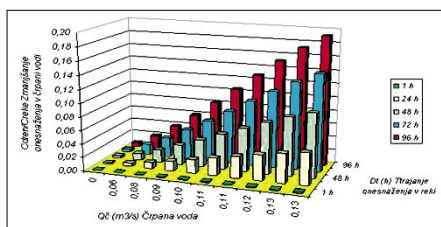
Slika 7 • Razmerje $Q_{filtrata} / (Q_{filtrata} + Q_{zaledne\ podtalnice})$ za drenažo na sliki 6



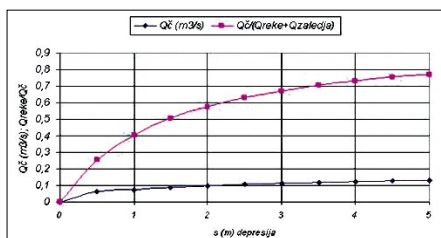
Slika 8 • Redukcija in naraščanje inertnega onesnaženja obrežnega filtrata v L = 100 m dolgi drenaži od črpane vode Q (m³/s) pri odmikih drenaže od brežine reke L1 = 75 m in L2 = 150 m pri trajanju onesnaženja od 0 do 96 ur



Slika 9 • Razmerje $Q_{f}/(Q_{f} + Q_{z})$ za drenažo na sliki 8



Slika 9 • Redukcija in naraščanje inertnega onesnaženja obrežnega filtrata v L = 100 m dolgi drenaži od črpane vode Q (m³/s) pri odmikih drenaže od brežine reke L1 = 100 m in L2 = 200 m pri trajanju onesnaženja od 0 do 96 ur



Slika 10 • Razmerje $Q_{f}/(Q_{f} + Q_{z})$ za drenažo na sliki 9

3.2.6 Vpliv obrežnega filtrata na temperaturo črpane vode iz obrežnih zajetij

Pri načrtovanju obrežnih zajetij pitne vode je treba argumentirati letni potek sprememb

temperature. Prednost imajo rešitve z manjšim nihanjem temperature.

Za prodni vodonosnik z lastnostmi:

$p = 0,4$ poroznost vodonosnega sloja

$p_e = 0,25$ efektivna poroznost

$\frac{C_s}{C_w} = 0,45$ razmerje med spec. toploto prod in vode

$$\Delta t = \frac{p \cdot H \cdot C_w + (1-p) \cdot H \cdot C_s}{q \cdot C_w} \cdot L = t \cdot \frac{p}{p_e} \cdot \left(1 + \frac{1-p}{p} \cdot \frac{C_s}{C_w}\right)$$

Pri zadrževalnem času infiltrirane vode v vodonosniku $t = 30$ dni znaša temperaturni zamik v črpani podtalnici $\Delta t = 2,68 \cdot 30 = 80$ dni.

Za prodni vodonosnik

$p = 0,32$, $p_e = 0,24$, $C_s/C_w = 0,45$

$t = 10$ dni $\Delta t = 2,6083 \cdot 10 = 26,1$ dneva

Vpliv temperature Mure na temperaturo črpane vode bo treba v projektu analizirati z dinamičnim modelom in ob upoštevanju procesa disperzije, ki v zgornjem stacionarnem modelu ni upoštevana.

Rezultati takšnega modela omogočajo namestitev načrtovanih črpalnih vodnjakov obrežnega filtrata na takšni razdalji, da so nihanja temperature črpane pitne vode čim manjša.

3.3 Koncepti tehnologije za pripravo pitne vode

3.3.1 Analiza porabe O_2 v procesu obrežne infiltracije

Od stopnje anoksičnih razmer v obrežni podtalnici zaradi inducirane infiltracije rečne vode je odvisna pojavnost železa, mangana in žveplovodika v obrežni podtalnici.

Rezultati spodaj izvedenega poenostavljenega modela bilance kisika med obrežno filtracijo rečne vode pokažejo v vodi močan upad koncentracije kisika na eni strani in na drugi strani učinkovito zmanjšanje koncentracije BPK_5 oziroma organskega ogljika v vodi. Oboje je pomembno za presojo potrebnega čiščenja obrežnega filtrata do potrebne kakovosti pitne vode.

Poraba kisika:

Bilanco kisika obravnavamo v omejeni prostornini počasnega biološkega filtra oziroma vodonosnika neposredno ob brežini in dnu reke.

Ta prostornina je podana z infiltracijsko površino in tankim biološko aktivnim slojem na omočeni brežini reke, v katerem potekajo ob porabi kisika biokemični procesi oksidacije organskega onesnaženja v infiltrirani rečni vodi. Zaradi zgostitve biološke mase mikroorganizmov so ti procesi najbolj intenzivni na

kontaktni površini brežine voda-vodonosnik, ki deluje kot filter.

Prostornina takšnega reaktorja je torej:

$$V_e = n_e \cdot S \cdot \Delta l \quad (m^3)$$

S (m²) površina filtra

Δl (m) debelina aktivne filtrske plasti

n_e (%) efektivna poroznost filtrske plasti

C_{reke} (mgBPK₅/l) rečne vode

$C_{sedimenta}$ (mgBPK₅/l)

$C = C_{reke} + C_{sedimenta}$ (mgBPK₅/l)

O_2 (mgO₂/l) koncentracija kisika

Porabo kisika za oksidacijo organskega onesnaženja BPK_5 izrazimo z enačbo:

Pretok filtrirane vode Q_d :

$$\frac{dO_2}{dt} = a \cdot Q_d \cdot (C_{in} - C_e) + b \cdot X_v \cdot V_e \cdot F \quad (kgO_2/d)$$

Q_d (m³/dan) količina obrežnega filtrata na dan

Poraba kisika na 1 m³ reaktorja V (m³):

$$\frac{d[O_2]}{dt} = \frac{C_i - C_e}{\theta_H} \cdot \left(a + \frac{b \cdot Y \cdot X'_d \cdot \theta_c \cdot F}{1 + k_d \cdot \theta_c \cdot F}\right) \left(\frac{mgO_2}{l \cdot d}\right)$$

$$X_v = \frac{Y(C_i - C_e) \cdot \theta_c}{(1 + k_d \cdot X'_d \cdot \theta_c \cdot F) \cdot \theta_H} \quad \left(\frac{kgVSS}{m^3}\right)$$

$$X_d = \frac{X'_d}{1 + k_d \cdot X'_d \cdot \theta_c \cdot F}$$

$$C_e = \frac{K_S \cdot (1 + k_d \cdot \theta_c \cdot F)}{\theta_c \cdot F (\mu_{max} - k_d) - 1}$$

Dotok kisika v obravnavani reaktor z infiltrirano vodo na enoto prostornine reaktorja pa znaša:

$$O_{2dotok} = \frac{[O_2] Q_d}{V} \quad \left(\frac{mgO_2}{l}\right)$$

Bilanca kisika v privzeti prostornini reaktorja je

$$Q \cdot [O_2]_{dotok} = Q \cdot [O_2]_{dotok} - V_e \cdot \frac{d[O_2]}{dt} \quad (mgO_2/l)$$

$$[O_2]_{dotok} = [O_2]_{dotok} - \theta_H \cdot \frac{d[O_2]}{dt} \quad (mgO_2/l)$$

$$C = \frac{K_S \cdot (1 + k_d \cdot \theta_c)}{\theta_c \cdot (\mu_{max} - k_d) - 1}$$

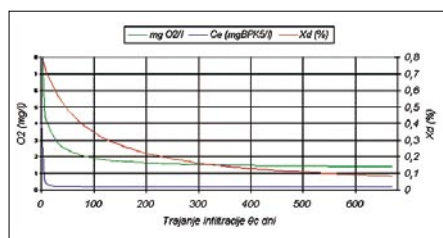
in z upoštevanjem temperature Temp:

$$C_T = \frac{K_s(1 + k_d \cdot \theta_c \cdot F_T)}{\theta_c(\mu_{\max} - k_d) \cdot F_T - 1}$$

$$F_T = 1,072^{(T-15)}$$

koeficient	enota	od-do	tipično
k	d ⁻¹	2–10	5
$\mu_{\max}$	d ⁻¹	0,8–8	3
K _s	mgBPK ₅ /l	25–100	60
	mgCOD/l	15–70	40
Y	mgVSS/ mgBPK ₅	0,4–0,8	0,6
k _d	d ⁻¹	0,025– 0,075	0,06

Razpredelnica 1 • Podatki o vodonosniku za na slikah od 6 do 10 z aprosimativnim računom prikazan pomen oddaljenosti, odklona drenaže od smeri reke in trajanja katastrofalnega onesnaženja v reki na kakovost iz drenaže črpane vode



Slika 11 • Koncentracija O₂ (mg/l) in % deleža aktivne od skupne biološke organske mase v vodonosniku v odvisnosti od trajanja infiltracije (starosti biološke mase Θ_c)

Rezultat uporabljenega modela na zgornjem diagramu kaže na velik padec koncentracije kisika v infiltrirani rečni vodi in na nujen pojav anoksičnih razmer v obrežnem vodonosniku, ki povzročajo sproščanje v vodonosniku prej netopnega železa, mangana in sulfida v vodo,

na drugi strani pa pozitivno eliminacijo organskega ogljika v infiltrirani vodi.

Medtem ko je po uporabljenem modelu mogoče kvantitativno dovolj realno presoditi padec kisika, pa kvantitativna ocena koncentracij Fe²⁺, Mn²⁺, S²⁻ in resničnega ostanka org. C v obrežnem filtratu ni mogoča.

3.3.2 Tehnologija čiščenja obrežnega filtrata

S predvideno namestitvijo črpalnih vodnjakov ali drenažnega zajetja vzdolž Mure (katera od obeh možnosti bo na posameznih črpališčih najprimernejša, bo pokazala v projektu izvedena primerjava obeh možnosti) obstajata odvisno od izdatnosti in kakovosti obrežnega filtrata dve možnosti:

- črpalni vodnjaki (drenaža) se napajajo iz Mure neposredno z induciranim obrežnim filtratom brez predhodnega čiščenja;
- pred umetnim bogatenjem se obrežni filtrat ustrezno očisti.

Kateri od obeh načinov je glede količine, po kakovosti pitne vode in v obratovalnem pogledu najprimernejši, je mogoče najbolj zanesljivo določiti s preizkusom na že zgrajenem vodnem zajetju v Podgradu. Na tem zajetju so bili že leta 1968 zgrajeni objekti za infiltracijo, ki pa so bili kasneje, z izgradnjo izdatnejšega zajetja v Segovcih, opuščeni. Za usposobitev teh naprav so potrebna le manjša dela.

3.3.3 Čiščenje železa, mangana, agresivnega CO₂, organoleptičnost

Iz poglavja 4.2.2.6 v elaboratu IEL je razvidno, da bo pri načrtovanih vodnih zajetjih ob Muri (verjetno tudi pri padavinski podtalnici) treba predvideti čiščenje Fe²⁺, Mn²⁺ agresivnega CO₂ in S₂.

V kemičnih analizah elaborata IEL je omenjena le prevelika vsebnost železa in mangana v vrtnah pri Dokležovju in Vučji vasi. Presenečajo pa nizke koncentracije železa, ki so pri tej vrsti podtalnic večinoma višje od koncentracij mangana. **Vsekakor je treba pravilnost teh analiz preveriti.**

Po izkušnjah na črpališčih na Moti (Vodovod Ljutomer) in Mihovci (Vodovod Ormož) je verjetno, da bo železo in mangan tudi tukaj treba odstraniti iz vode že v samem vodonosniku. Pilotski preizkus pa je vsekakor potreben.

3.3.4 Tehnologija čiščenja nitratov

Pomen aktivne zaščite črpane podtalnice z umetnim bogatenjem pred nitrati in pesticidi je predvsem, da odpade potreba po enem ali drugem od spodaj navedenih tehnološko zahtevnih in dražjih postopkov čiščenja pitne vode:

- znižanje koncentracije nitratov z redčenjem s pomočjo umetnega bogatenja podtalnice,
- eliminacija nitratov z jonskimi izmenjevalci, z zamenjavo klorida ali hidrogen-karbonata,
- reverzna ozmoza,
- elektrodializa,
- biološka denitrifikacija:
 - s heterotrofno denitrifikacijo
 - v filtrih
 - v vodonosniku
 - avtotrofna denitrifikacija
 - vodik H₂ prejemnik elektronov
 - žveplo S prejemnik elektronov
- S pomočjo rastlin večjih porabnikov nitrata (sonaravni postopek) v organiziranem mokrišču (tip rastlinske ČN).

3.3.5 Čiščenje železa, mangana, CO₂

Z eliminacijo Fe in Mn v vodonosniku se izognemo sicer za to potrebnim čistilnim napravam za oksidacijo Fe in Mn v čistilnih napravah:

- z O₂; CO₂ s prepihanjem vode in dodajanjem Ca(OH)₂
- z KMnO₄ ali
- z O₃

3.3.6 Uporaba aktivnega oglja za poboljšanje organoleptičnih lastnosti vode in kontrolo pesticidov

Ker tvorita pretežen del črpane vode murski filtrat in obmurska podtalnica, se za »poliranje« vode pred dovodom v omrežje predvidita še ozoniranje vode in filtracija z aktivnim ogljem.

3.3.7 Pomembna prednost umetnega bogatenja je tudi, da preskrba s pitno vodo proti zaledni podtalnici zaradi velikih poletnih pretokov v Muri ni odvisna od suš

4 • USKLADITEV LOKACIJE IN NAČINA ZAJEMA NAČRTOVANIH VODNIH VIROV S PROJEKTOM BIOMURA

Spodnje slike so priložene kot primer, ki ga je, prilagojeno lokalnim pogojem, mogoče

uporabiti tudi pri načrtovanih črpališčih pitne vode na naravovarstveno varovanih

območjih znotraj protipoplavnih nasipov ob Muri.



Slika 12 • Primer sonaravnega bogatenja podtalnice na dinah (dunes) za vodovod v Amsterdamu



Slika 13 • Drugi pogled na sonaravno bogatenje v Amsterdamu



Slika 14 • Zemeljski bazen za varnostno zalogo vode in bogatenje podtalnice na črpališču Mihovci vodovoda Ormož

5 • VPRAŠANJE REZERVNIH VODNIH VIROV

Za varnost preskrbe s pitno vodo je smiselno proučiti, v kolikšni meri je mogoče uporabiti

že obstoječa vodovodna črpališča Črnske meje, črpališče v Fazaneriji, Beltincih, Do-

brovniku in Krajni, z zagotovitvijo rezerve v kapaciteti načrtovanih vodnih virov in s sodelovanjem med posameznimi sosednjimi deli (conami) vodovodnega sistema.

6 • DOLOČITEV INVESTICIJSKO IN ENERGETSKO OPTIMALNE REŠITVE VODOVODNEGA SISTEMA

Z zasnovo vodovodnega sistema bodo podani investicijski in obratovalni stroški vodovodnega sistema ter varnost pitne vode. Zaradi razsežnosti vodovodnega sistema bo treba proučiti predvsem:

a. Število tlačnih con v ravninskem in v hribovitem območju.

V ravninskem predelu Prekmurja (levi breg Mure) je višinska razlika med območjem Lendave (160 m n. v.) in Cankovo (216 m n. v.) 56 m.

V obravnavanem območju prevladuje nizka pozidava. Zato večji obratovalni tlaki od 20 m do 30 m niso potrebni, kar je v korist razdelitvi ravninskega območja v dve do tri tlačne oskrbovane cone z možnostjo medsebojne povezave v izrednih pogojih.

Več tlačnih con, v primerjavi z enotno tlačno cono, ima naslednje prednosti:

- nižje energetske stroške,
- manjše vodne izgube,
- omogočena je uporaba nizkotlačnih cevi in s tem manjši investicijski stroški,
- posamezne občine morajo imeti ne glede na število con kontrolirano dobavo celotne porabe vode v občini s števci na svojih odvzemih vode.

Pri načrtovanju sistema je treba s hidravličnim modelom analizirati več variant z eno- in večtlačnimi conami. Zaradi največje porabe vode in profilov cevi so pri ravninskem sistemu z več conami možni prihranki največji.

Ravninski sistem narekuje še presojo naslednjih alternativ:

b. Črpališča in glavni transportni cevovodi so načrtovani za srednjo urno porabo ob dnevu največje porabe. To pomeni, da potrebujejo posamezne cone lastne izravnalne rezervoarje (stolpne ali s hidroforji) ali kombinacijo.

c. Pri hribovitem delu varčevanje z manjšimi tlačnimi conami od 60 m do 70 m ni oportuno, saj povečuje število objektov (prečrpališča, rezervoarji) in s tem zahtevnost obratovanja. Obstajata predvsem dve alternativni:

- vodenje glavnih transportnih cevovodov po dolinah ob vpadnicah na hribovita območja,
- zaporedno prečrpavanje vode po sledenih hribovitemu območju.

Pri izbiri med obema variantama, če ni večjih razlik v investiciji, naj bi o prednosti odločala predvsem varnost in enostavnost rešitve.

7 • SKLEP

Predvidena izgradnja enotnega vodovodnega sistema za Pomurje je med strokovno najzahtevnejšimi in ekonomsko največjimi

projekti za pitno vodo v Sloveniji. Namen tega prispevka je, da opozori na ključne probleme, ugotovljene na podlagi 30- in

večletnih izkušenj pri izgradnji in obratovanju že obstoječih vodovodov, na katere bo moral odgovoriti načrt obravnavnega vodovoda.

8 • LITERATURA

Grombach-Haberer-Merkel-Trüeb, Handbuch der Wasserversorgungs-Technik, 2 Auflage, 1993.

IEI, Inštitut za ekološki inženiring, d. o. o., Dolgoročna študija ureditve oskrbe prebivalstva s pitno vodo in varovanje vodnih virov Pomurja.

SNOVANJE SODOBNIH MOSTOV IN VIADUKTOV

DESIGN OF MODERN BRIDGES AND VIADUCTS

prof. dr. Blaž Vogelšek, univ. dipl. inž. arh.

Redni profesor predmeta Arhitekturne konstrukcije
Fakulteta za arhitekturo Univerze v Ljubljani

Strokovni članek

UDK: 624.21

Povzetek | Članek je bil napisan kot reakcija na prispevek prof. dr. Milenka Pržulja, ki trdi, da so avtorji, odgovorni projektanti in graditelji mostov lahko samo gradbeni inženirji konstrukcijske smeri, ker jim to program študija in praksa omogočata. To pa je trditev, ki nima realne podlage, saj so večino mostov kakor tudi drugih megakonstrukcij zasnovali arhitekti. Iz same narave dela izhaja spoznanje, da gradbenik in arhitekt pri svojih snovanjih ne moreta uporabljati enakega razmišljanja in enakih metod dela. Zato sta si tudi tako različna. Iz vsega tega lahko tudi ugotovimo, da so poskusi gradbenika pri načrtovanju npr. mostov vezani pretežno samo na statiko, kajti znanj, ki jih mora obvladati arhitekt pri kreiranju novih objektov, gradbenik nima.

Summary | This paper is a response to Prof. Dr. Milenko Pržulj's paper, in which he claims that bridge design is solely the realm of construction engineers, as they are the professionals who undergo the needed educational and subsequent practical experience. This thesis does not wholly portray the fact that the majority of bridges and mega structures were designed by architects. The very nature of bridge design shows that construction engineers and architects use different design processes. This leads to the conclusion that construction engineers, who are trained in statics, leave design for the end. Construction engineers do not have the appropriate training and knowledge needed for both design of bridges and their complex role within the context of which they redefine.

Članek MOSTOVI – DOSEŽKI, KRITERIJI VREDNOTENJA, AVTORSTVO, ki ga je napisal prof. dr. Milenko Pržulj v Gradbenem vestniku, letnik 60, januar 2011, me je spodbudil, da pišem te besede, ker želim »popraviti« hudo napačno gledanje avtorja prof. Pržulja, ki v svojem prispevku, napisanem v maniri dnevnega novinarskega časopisnega poročanja, bralcem, predvsem mladim in še neizkušenim podaja napačne signale, ki so usmerjeni v veliki meri k slabim rešitvam arhitektonsko edinstvenih konstrukcij, ki jih predstavljajo mostovi in viadukti.

Prof. Pržulj je med drugim napisal naslednje: »Avtorji, odgovorni projektanti in graditelji mostov so lahko samo gradbeni inženirji konstrukcijske smeri, ker jim to program študija in praksa omogočata. Geomehaniki, arhitekti, cestni projektanti, hidrotehniki in krajinski arhitekti

dajejo svoj doprinos k uspešni kompoziciji mostu in so zaželeni sodelavci odgovornemu projektantu in avtorju.« Zanimivo, arhitekta je v »drugi ligi« prof. Pržulj postavil za geomehaniki (če se našteva enakopravne sodelavce, se jih običajno našteje po abecednem redu). Ali morda lahko sklepamo, ko je napisal, da so geomehaniki, arhitekti idr. zaželeni sodelavci, da je mogoče zasnovati most tudi brez njih? Ko sta pred nekaj leti arhitekta Sadar & Vuga načrtovala nov delavski dom na mestu starega doma, ki je bil postavljen v letih pred drugo svetovno vojno v času Bauhausa in je imel vse elemente takrat zelo naprednega snovanja tega arhitekturnega »sodobnega« oblikovanja, ki so ga razvili odlični arhitekti na čelu z Gropiusom v predvojni Nemčiji, sta me poklicala (oba sta bila tudi moja študenta) in rekla: »Do sem smo prišli, sedaj rabimo vas.«

Vsa konstrukcija izjemno zanimive zgradbe, za katero je mestu Ljubljana lahko žal, saj je umetnostni zgodovinarji niso pustili realizirati, je bila postavljena s strani arhitektov. Samo pri zavetrovanju in fundiranju je bilo potrebnih nekaj popravkov. Zakaj to pripovedujem? Zato, ker arhitekta na fakulteti učim, da naj najprej sami zasnujejo vso nosilno konstrukcijo in naj šele potem pokličejo gradbenika. Če ga pokličejo prehitro, je velika verjetnost, da bo objekt ostal povprečen. Zakaj? Gradbenik se ne oblikuje samo na fakulteti, ampak na šolo prinese že velik del včasih zavestno, mnogokrat pa podzavestno oblikovane vzorce tehnologije razmišljanja, ki je seveda odvisna od karakterja in inteligenčnega potenciala posameznika. (V zadnjih dveh letih mi je profesor z gradbene fakultete že dvakrat potožil, da imajo na fakulteti slabe študente, »saj

najboljše poberete vi«, je zaključil.) Podobno seveda velja tudi za arhitekta. Vendar je med njima velika razlika. Gradbenik razmišlja togo, največkrat neintuitivno, nekreativno in je svetlobna leta oddaljen od fantazije. Arhitekt pa je vihrav, največkrat zelo inteligenten in ni pripravljen hoditi po ravni črti, ki si jo je načrtal gradbenik. S te črte skače levo in desno in mnogokrat zaide v oblake, kjer gradi z veliko mero fantazije »gradove« vseh mogočih oblik. Če bi se pošalil, bi rekel, da so gradbeniki v mladih letih verjetno prebiral Karla Marxa in pri tem poslušali glasbo Wagnerja, arhitekti pa so brali Karla Maya in poslušali razigranega Mozarta. Fakulteta vse te »vhodne elemente« še nadgradi in utrdi. Pa dobimo rezultat, o katerem je pred leti pisal tudi prof. dr. B. Dobovišek (Gradbeni vestnik, februar 2003, letnik LII). Napisal je takole: »Pri timskem delu med študenti arhitekture in gradbeništva je bila opazna razlika v vzgoji in miselnosti obeh poklicev. Študentje gradbeništva so praviloma ob večjem pomanjkanju domišljije težili k znanim, običajnim konstrukcijskim rešitvam.« In nadaljuje: »Iz lastnih študijskih let se spomnim, da nismo nikoli konstruirali, to je, iskali konstrukcijskih rešitev. Pri vseh vajah smo samo računsko dokazovali vnaprej podane konstrukcijske sisteme, pri čemer dimenzioniranja posameznih elementov ne morem enačiti s konstruiranjem. Po informacijah, ki so mi dostopne, poteka študij gradbeništva podobno še danes na mnogih evropskih univerzah.«

Prof. Pržulj pa vztraja pri trditvi: »Avtorji, odgovorni projektanti in graditelji mostov so lahko samo gradbeni inženirji (...)« Nasproti njegovi trditvi postavljam svojo: v zadnjih letih so skoraj vse atraktivne konstrukcijske zasnove zasnovali arhitekti, »ker jim to program študija in praksa omogočata« (če si smem izposoditi besede prof. Pržulja). Poglejmo največjo mostno atrakcijo na svetu – le Viaduc de Millau v Franciji (slika 1), ki jo je zasnoval arhitekt sir Norman Foster (1993–2004).



Slika 1 • Norman Foster, Michel Virlogeux, Bridge at Millau (2004), Francija

Foster se je podpisal tudi pod betonski most Asta čez zaliv Arstaviken blizu Stockholma (1994–2005). Most z veliko mero elegancije dopolnjuje in nadgrajuje prostor ob obstoječem jeklenem ločnem mostu in se s svojo organsko formo v rjavo-rdeči barvi, ki koketira z barvo macesna, zlije v izjemno kulturno stvaritev.

Ne smemo pozabiti omeniti Milenijskega mostu za pešce, ki sredi Londona premošča reko Temzo (slika 2). Projekt mostu je bil izbran v natečaju, ki ga je razpisal Financial Times skupaj z London Borough of Southwark in Royal Institute of British Architects. Pri projektu so sodelovali inženirji Arupa, arhitekti Foster and Partners in kipar sir Anthony Caro – skupaj preko 200 strokovnjakov. Pa vendar se je poleg mnogih inovativnih potez pojavila tudi velika napaka. Pri analizi mostu ni bil upoštevan učinek sinhronnega stranskega vzbujanja, kadar je preko mosta šlo v istem času več kot 150 ljudi. Ker je 10. junija 2000 prišlo na otvoritev izjemno veliko ljudi, je pri tej množici most horizontalno začel močno nihati. Most so že 12. junija 2000 zaprli in začeli z raziskavami. Za doseg stabilnosti mostu je bilo treba vgraditi več viskoznih dušilcev.



Slika 2 • Norman Foster, Arup, Anthony Caro, Millennium Bridge London (2000), Anglija

Po mojem vedenju je zaradi sanacije končna cena mostu narasla skoraj za 2,5-krat. (Podobne primere smo imeli tudi v Sloveniji, vendar smo jih reševali precej »neestetsko«.) In končno moramo omeniti še šampiona med graditelji mostov dr. Santiaga Calatravo (slika 3) (iz literature jih poznam več kot 50). Calatrava je španski arhitekt, ki je v doktorskem študiju študiral tudi gradbeništvo na univerzi v Zürichu.

Je v enaki meri umetnik, arhitekt in gradbenik. Npr. oblika, katere volumen je podoben ptici (postaja Lyon Satolas TGV), izhaja iz njegovih skulptur. »Včasih kreiram konstrukcijske kompozicije, ki jih lahko poimenujete skulpture. Te



Slika 3 • Santiago Calatrava Alamillo Bridge (1992), Seville, Španija

so temeljene na izredno osebnih idejah. Edino Felini in Kurosawa izdelujeta risbe za svoje filme. Tako jaz izdelujem skulpture za svoje stavbe,« pravi Calatrava in poudari, »v principu je arhitekt glavni in gradbenik dela zanj.« Pa če omenimo tudi druge konstrukcije, ne samo mostne, bomo videli, da so skoraj vse zasnovali arhitekti. Npr. letališka dvorana Kansai Osaka arhitekta Renza Piana, smučarska skakalnica v Innsbrucku Zahe Hadida (slika 5). (Imam posebno afiniteto, ker sem za sarajevsko zimsko olimpijado izdelal statično analizo za veliko smučarsko skakalnico in stolp.) Ne smemo mimo novega Hadidovega kontroverznega projekta spektakularne nadgradnje, ki lebdi nad obstoječo stavbo gasilskega doma v stari luki Antwerpna (predvideno za leto 2013).



Slika 4 • Renzo Piano Kansai Airport Terminal (1994), Osaka, Japonska

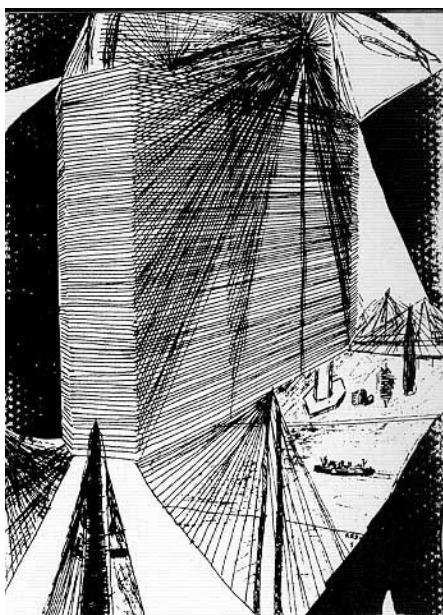
Moramo omeniti tudi arhitekta Niemayerja, ki je z velikimi zamahi svinčnika kreiral osupljive skice novih superkonstrukcij in ki je pri svojih sto letih še vedno aktiven. Lahko naštejemo še vrsto drugih konstruktorjev, ki niso bili gradbeniki, pa so zasnovali fantastične konstrukcije – npr. Buckminster Fuller, genialen arhitekt in konstruktor (slika 6), ki je med letoma 1968 in 1983 sodeloval tudi s Fosterjem (tudi Calatrava ga je imel poleg Candelle za vzornika). Ne smemo pozabiti tudi arhitekta Otta Freia – šotorske membranske konstrukcije. In še bi lahko naštevati.

Kaj pa izjeme? Vedno so izjeme, ki potrjujejo pravilo. V Sloveniji je izjema prav gotovo Pon-



Slika 5 • Zaha Hadid: Bergisel ski jump (2002), Innsbruck, Avstrija

ting – z odličnima projektantoma mostov: Marjanom Pipenbaherjem in Viktorjem Marklom. Ko sem govoril z izjemnim slovenskim konstruktorjem mostov M. Pipenbaherjem in ga vprašal, kdo je zasnoval črnokalski viadukt (slika 7), je povedal, da se je končna oblika tega velikega viadukta rodila v skupnem razmišljanju in enakovrednem sodelovanju z arhitektom J. Koželjem. »Če bi moral izjaviti, kdo je naredil pri tem več, bi ostal pri prej izrečenem: delo je bilo povsem skupinsko,



Slika 6 • Buckminster Fuller

ki se je medsebojno oplajalo in zaključilo v razcepljenih pilonih, ki so bili cenovno in estetsko izjemen dosežek.« Ko sem poklical J. Koželja, mi je povedal popolnoma enako. V nadaljnji diskusiji s konstruktorjem M. Pipenbaherjem mi je razložil, da je v sodelovanju z arhitektoma prof. P. Gabrijelčičem, s prof. J. Koželjem in z drugimi arhitekti že dodobra usvojil filozofijo in miselni proces arhitekta. »Tudi sam, tako kot na splošno vsak arhitekt, misli najprej prenašam na skico in z arhitektom, ki uporablja isto tehnologijo, se pogovarjava drug z drugim in vzajemno iščeva optimum.« Calatravi, ki je arhitekt, kipar, umetnik in gradbenik, tega ni treba delati, zato pravi, da se s skicami pogovarja sam s seboj.



Slika 7 • Marjan Pipenbaher, Janez Koželj: Viadukt Črni Kal (2004), Črni Kal, Slovenija



Slika 8 • Peter Gabrijelčič, Peter Koren: Most za pešce (2007), Radovljica, Slovenija, foto: Miran Kambič

Kaj pa avtorstvo? Neki arhitekt, ki veliko sodeluje pri projektiranju mostov, mi je potožil: »Naj prispevam, kolikor hočem, mene na nobeni plošči ni.« (Mišljena je plošča – največkrat v bronu, na kateri so napisani: letnica izgradnje, avtor projekta in gradbeno podjetje, ki je most gradilo, in je vgrajena na vidno mesto zgrajenega mostu.) Morda je to povračilo zato, ker je pri slovenskih arhitektih navada, da se v vseh publikacijah navajajo kot avtorji zgradbe samo arhitekti, gradbenika, ki je avtor

statične analize konstrukcije, pa ni nikjer. Tega npr. v Nemčiji ne boste doživeli. Kaj če se malo pošalim, ko bi komisija OECD, ki je analizirala naše gospodarstvo in ugotovila, da preveč dajemo za osnovno šolstvo in premalo za univerze in se prezgodaj upokojujemo, svetovala še to, da »k lepemu vedenju« spada tudi navedba vseh relevantnih avtorjev, ki so pri nekem projektu sodelovali – tako v arhitekturi kot v gradbeništvu. Slovenci tuje nasvete vedno jemljemo »smrtno resno«.

In kakšna je perspektiva arhitektov in gradbenikov v prihodnosti? Seveda je vedno več mogočih scenarijev, ki so odvisni od splošnega političnega, znanstvenega in gospodarskega razvoja tako na globalni kot tudi na lokalni ravni. Področja, ki imajo zelo veliko kritično maso in bazirajo na materialni – lahko bi rekli skoraj fizični osnovi – bodo napredovala zelo hitro. Področja, ki se gibljejo pretežno v nematerialnem prostoru, pa bodo pred prvimi vedno bolj zaostajala. Razvoj računalniško podprte simulacije obnašanja neke nosilne konstrukcije, kjer je poudarek na razkrivanju, kaj se v posameznih elementih v notranjosti dogaja (v predalčkih, v ploščah, v opnah, v nosilcih, v vozliščih ...), bo z razvojem umetne inteligence in ekspertnih programov program sam optimiral in definiral določeno konstrukcijo na osnovi podanih zahtev (gabariti, fundiranje, posedki, obtežbe, potresna varnost, deformacije itd.) ter analiziral tudi primerjave za določene materiale in kombinacije (armirani beton, jeklo, aluminij, les, profili iz karbonskih vlaken in razni kompozitni materiali itd.). Pri tako razviti programski opremi bo lahko arhitekt za nekomplecirane objekte že sam – brez pomoči gradbenika – izdelal vse potrebne statične analize vključno z opažnimi in armaturnimi načrti in pri jeklenih konstrukcijah tudi vse delavniške načrte in detajle. Seveda bodo to zmogli samo arhitekti iz tistega dela Gaussove krivulje, ki definira izjemne talente in ki bodo z dodatnim študijem poglobili razumevanje poteka sil v nosilnih konstrukcijah zgradb. In kaj bo ostalo gradbenikom? Gradbeniki bodo prav gotovo še vedno sodelovali pri analiziranju konstrukcij in pomagali arhitektu predvsem pri zahtevnejših projektih. Vedno več in bolj pa se bodo verjetno posvečali novim rešitvam pametnih mostov in pametnih zgradb ter sodelovanju s programerji pri razvijanju novih ekspertnih programov. Na tem področju je še zelo veliko odprtega prostora, npr. pri dušenju, zaviranju in blaženju vplivov potresnih sil. Vedno bolj bomo vključevali aktivno varovanje objektov proti rušilnim silam in vključevali aktivno posredovanje senzorsko vodenih računalnikov, ki

bodo sprožili določene naprave v zgradbi za zmanjšanje vpliva potresa ali vetra ali raznih drugih fenomenov. In končno bodo tudi statično analizo, ki bo za zgradbe vsak dan bolj dinamična in natančna, gradbeniki nadgrajevali z raziskavami konstrukcijskih sprememb v posameznih gradbenih elementih in vozliščih zaradi vpliva obtežb ter z raziskavami utrujanja in staranja materialov in njihovih vplivov na varnost konstrukcij.

Razvoj programske opreme za oblikovanje zgradbe pa bo tekel mnogo počasneje. Kako vključevati estetske komponente skupaj z optimiranjem tehnologije bivanja v zgradbi in kako optimalno graditi »gradove v oblakih« je za zdaj še čista »alkimija«. Dokler ne bomo znali vključiti inovativnosti, domišljije in fantazije v program, ni nobene verjetnosti, da bi dobili vsaj delno uporabne rešitve. Seveda obstaja določeno upanje, da bi pri neposrednem »pogovarjanju« z računalnikom z uporabo metode Try and Error dobili neke uporabne rezultate, ki bi bili še zelo oddaljeni od zelenih rešitev. Skoraj brezizgledno je vključiti v program fantazijo, ki predstavlja zelo kompleksen problem. Fantazija je pri človekovem razmišljanju prav gotovo tudi pogojena od količine nakopičenih podatkov, ki jih skozi genetska sporočila iz pradednine od današnjih dni nosimo v podzavesti. S temi

»skritimi« podatki in vsemi drugimi spoznanji ter znanji od antike naprej (Vitruvius, 25 pr. n. št.) in renesanse (Palladio, 1570), časov »stilnih« obdobji (barok, klasicizem, secesija itd.) in končno moderne dobe in ne nazadnje s svojo inteligenčno sposobnostjo kombinirati zelo veliko število posameznih elementov v nov sistem, lahko dosežemo neke rezultate, ki so lahko izjemni. (Po sistemski teoriji mora nov sistem predstavljati bistveno višjo vrednost, kot je seštevek posameznih elementov, ki tvorijo nov sistem). To seveda lahko naredi le človek. Računalnik, ki nima podzavesti z vsemi milijoni shranjenih podatkov, tega ne zmore. (Pred kratkim ameriški superračunalnik ni »vedel«, kje je Slovenija.)

Gradbenik, ki torej raziskuje »notranjost«, ima skoraj vse potrebne vhodne elemente determinirane. Arhitekt, ki raziskuje »zunanost«, pa tako enoznačnih podatkov nima na voljo, zato si jih v veliki meri mora enostavno »izmisлити«. Pri gradbeniku, ki uporablja dovolj dobre programe in pravilno vnese vhodne podatke, rezultati morajo biti dobri. Pri arhitektu, ki še ne more uporabljati računalnika za npr. izračun estetske popolnosti in je odvisen od slabših ali boljših »izmišljenih« podatkov, pa je nihanje v kakovosti rešitve lahko enormno. Gradbenik in arhitekt pri svojih snovanjih ne moreta uporabljati enakega razmišljanja in

enakih metod dela. Za to sta si tudi tako različna. Iz vsega tega izhajata tudi ugotovitve, da so poskusi gradbenika pri načrtovanju npr. mostov največkrat vezani samo na statiko, kajti znanj, ki jih mora obvladati arhitekt, gradbenik nima.

P. S.

Decembra 2010 sem zaradi prezasedenosti spregledal članek v Gradbenem vestniku, letnik 59, december 2010, v katerem Gorazd Humar, univ. dipl. inž. grad., objavlja pogovor s konstruktorjem velikih mostov Michelom Virlogeuxom. Verjetno članka ni spregledal prof. Pržulj in se je skoraj gotovo zgledoval po njem. Tudi moj pričujoči prispevek bi bil napisan drugače, če bi pisanje G. Humarja prebral prej. Ker je moj članek zaključen in je vse dogovorjeno za objavo, bom »moral« še enkrat seči po peresu in odgovoriti tudi na besedilo, ki ga je napisal G. Humar. Upam, da je dal besedilo intervjuja avtorizirati gospodu M. Virlogeuxu, ker bodo sicer morda nastopile neprijetnosti, kajti v besedilu je zaznati elemente sovražnega govora, ki ga od take avtoritete, kot je gospod M. Virlogeux, ne bi pričakoval. V vsakem primeru se bom potrudil, če bo odgovorni urednik prof. dr. Janez Duhovnik voljan to sprejeti, da razčistimo strahove gradbenikov na področju arhitekt–gradbenik.

ZAHVALA

Želim se zahvaliti kolegu Alešu Prijonu, univ. dipl. inž. arh., ki je prebral besedilo članka in me opozoril na določene napake, in ne nazadnje asistentu Josipu Konstantinoviču, univ. dipl. inž. arh., ki je vnesel fotografije v članek in ga pripravil za objavo.

LITERATURA

(ark) The StoJournal for Architects, Antwerp, Diamonds are forever, 67–79, 04/2010.

Dobovišek, B., Znanje se prenavlja, inovativnost, kreativnost in razumevanje so prava popotnica za prakso, Gradbeni vestnik, letnik 52, februar 2003.

Humar, G., Michel Virlogeux – graditelj velikih mostov in uresničevalec sanj, Gradbeni vestnik, letnik 59, december 2010.

Marks, R. M., The Dymaxion world of Buckminster Fuller, Reinhold publishing Corporation, New York, 1973.

Pržulj, M., Mostovi – dosežki, kriteriji vrednotenja, Gradbeni vestnik, letnik 60, januar 2011.

Internet, povzeto po:

Santiago Calatrava resources by Frederick Clifford Gibson.

Santiago Calatrava – Artworks by Michael Levin, Publisher: Birkhäuser.

Santiago Calatrava – Wikipedia l'inciclopedia libera.

Oscar Niemeyer From Wikipedia, the free encyclopedia.

Oscar Niemeyer – Great Buildings Online.

Frei Otto – Wikipedia, the free encyclopedia.

Renzo Piano Building Workshop, Complete works – Peter Buchanan, London: Phaidon Press Limited.

Norman Foster – Biography.

Norman Foster – Millenium bridge, Wikipedia, the free encyclopedia.

ZAKONODAJNE OSNOVE ENERGETSKE UČINKOVITOSTI STAVB

LEGAL BASE OF ENERGY EFFECTIVENESS OF BUILDINGS

pred. Stipan Mudražija, univ. dipl. inž. grad.
Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo

Strokovni članek
UDK: 699.86

Povzetek | Stavbe vplivajo na dolgoročno porabo energije. Zaradi dolgega časovnega obdobja med prenovami obstoječih stavb bi morale nove stavbe in obstoječe stavbe, na katerih poteka večja prenova, izpolnjevati minimalne zahteve glede energetske učinkovitosti, prilagojene lokalnim klimatskim razmeram. Spremembe zakonodajnih določb na ravni stavb so vključene v sprejeti pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES), ki je podzakonski akt Zakona o graditvi objektov. Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah (PURES) predpisuje zahteve na področju energetske učinkovitosti stavb in izrabe obnovljivih virov energije, ki se odražajo v zahtevah po boljši toplotni zaščiti ovoj in vgradnji energetske učinkovitejših naprav ter sistemov kakor tudi v obvezni uporabi obnovljivih virov energije v obsegu najmanj 25 odstotkov potrebne moči naprav za grejte, prezračevanje, hlajenje in toplo pitno vodo, ki jo je treba zagotavljati z aktivno uporabo toplote okolja, sončnega obsevanja, biomase, geotermalne energije in energije vetra.

Summary | Buildings have an impact on long-term energy consumption. Given the long renovation cycle for existing buildings, new buildings and the existing ones that are subject to major renovation, should therefore meet minimum energy performance requirements adapted to the local climate. Changes in the legislation in the building sector are included in the adopted policy on efficient use of energy in buildings (PURES), which represents the implemented regulations of the Construction Act. The rules on the efficient use of energy in buildings (PURES) is the main legislative instrument at the national level to achieve energy performance in buildings. Under PURES, the legal entities must apply minimum requirements for improved thermal protection, the installation of energy efficient devices and systems, as well as the mandatory use of renewable energy sources in the rate of at least 25% of the power required by devices for heating, air conditioning, cooling and for hot drinking water, which has to be provided by solar radiation, biomass, geothermal, and wind energy. Improving the energy performance of buildings is also a cost-effective way of fighting against climate changes and improving energy security, while also creating job opportunities, particularly in the building sector.

1 • UVOD

Ko razmišljamo o energetske prihodnosti, vidimo, da smo prišli do razpotja. Priča smo podnebnim spremembam, naša družba pa je odvisna od nafte in drugih fosilnih goriv. Zaradi naraščajočega uvoza goriv in rasti stroškov energije je gospodarstvo postalo odvisno, naša družba pa ranljiva.

V teh razmerah postaja sektor obnovljivih virov energije tisti energetski sektor, ki izstopa glede sposobnosti, da pripomore k zmanjševanju emisij toplogrednih plinov in onesnaževanja,

izkorišča lokalne in decentralizirane energetske vire in spodbuja tehnološko visoko razvite industrije. Nesporno je, da so obnovljivi viri energije ključnega pomena za trajnostno prihodnost sveta.

Kakor je bilo na osnovi spodbudnega zakonodajnega okvira v preteklosti veliko vlaganj v konvencionalne vire energije, zlasti v premog in jedrsko energijo, je zdaj čas, da se to izvede za obnovljive vire energije. Ambiciozna energetska politika, ki bo vključevala širše spodbujanje

obnovljivih virov energije, zahteva pomembne spremembe politike in ukrepanje na vseh ravneh politike in odločanja v mednarodnem okviru, pri pripravi zakonov, sprejemanju poslovnih odločitev in potrošnji gospodinjstev.

Evropski svet v Bruslju je na zasedanju marca 2007 potrdil in objavil zavezanost Skupnosti razvoju obnovljivih virov energije na ravni celotne Skupnosti po letu 2010. Med drugim je potrdil obvezni cilj 20-odstotnega deleža obnovljivih virov energije v skupni porabi energije Skupnosti do leta 2020 in obvezni, najmanj 10-odstotni cilj, ki ga morajo doseči vse države članice pri deležu biogoriv v porabi bencina in dizelskega goriva v prometu do leta 2020.

2 • EVROPSKE DIREKTIVE

Evropska unija je sprejela vrsto direktiv, med katerimi je glede na vsebino prispevka direktiva o energijski učinkovitosti zgradb (EPBD). Direktiva postavlja nove zahteve in pristope, ki jih morajo članice EU vključiti v nacionalno zakonodajo. Določila direktive posegajo na rabo energije, notranje okolje (zdrava kakovost bivanja) in zunanje okolje (Kjotski protokol – ohranjanje ravnovesja v zunanjem okolju).

Direktiva zahteva podajanje celovitih energijskih lastnosti zgradb v obliki končne ali primarne energije namesto v obliki potrebne energije, kot velja sedaj.

Namen direktive o energijski učinkovitosti stavb (EPBD) je pospešiti izboljšanje energijske učinkovitosti stavb, pri čemer je treba upoštevati klimatske razmere in stroškovne učinkovitosti.

Direktiva navaja zahteve glede metodologije izračuna celovitih energijskih lastnosti stavbe, minimalne zahteve o toplotnih lastnosti novih stavb in tudi zahteve pri obsežnejši prenovi večjih obstoječih stavb. Poleg teh osnovnih zahtev direktiva navaja še zahteve glede energetske izkaznice stavbe in rednega pregleda kotlov in naprav ter v nadaljevanju tudi ocene ogrevalnih sistemov, pri katerih so kotli starejši od 15 let.

DIREKTIVA 2009/28/ES EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA z dne 23. aprila 2009 o spodbujanju uporabe energije iz obnovljivih virov, spremembi in poznejši razveljavitvi direktiv 2001/77/ES in 2003/30/ES (v nadaljevanju: Direktiva 2009/28/ES) določa, da mora vsaka država članica sprejeti nacionalni akcijski načrt za obnovljive vire energije za obdobje 2010–2020. V teh načrtih je treba določiti nacionalne cilje držav članic za deleže obnovljivih virov energije v rabi bruto končne energije za ogrevanje in hlajenje, pri rabi električne energije in v prometu v letu 2020.

Z Direktivo 2009/28/ES sta potrjena dva cilja na področju OVE, in sicer obvezni 20-odstotni delež OVE v skupni rabi bruto končne energije Evropske skupnosti in obvezni 10-odstotni delež OVE v prometu, ki ju morata doseči vse države članice do leta 2020.

DIREKTIVA 2010/31/EU EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA z dne 19. maja 2010 je sprejeta na podlagi spremembe in prenove Direktive 2002/91/ES Evropskega parlamenta

in sveta z dne 16. decembra 2002 o energetski učinkovitosti stavb.

Učinkovita, preudarna, racionalna in trajnostna poraba energije med drugim velja za naftne derivate, zemeljski plin in trdna goriva, ki so bistveni viri energije, hkrati pa tudi najpomembnejši viri emisij ogljikovega dioksida.

Stavbe obsegajo 40 % skupne porabe energije v Uniji. Sektor se večja, zaradi česar bi se morala povečati tudi poraba energije. Zaradi tega predstavlja zmanjšanje porabe energije in raba energije iz obnovljivih virov v stavbnem sektorju pomembna ukrepa, potrebna za zmanjšanje energetske odvisnosti Unije in emisij toplogrednih plinov. Z ukrepi za zmanjšanje porabe energije v Uniji bi lahko ta skupaj z večjo rabo energije iz obnovljivih virov spoštovala Kjotski protokol k Okvirni konvenciji Združenih narodov o spremembi podnebja (UNFCCC) in izpolnila svojo dolgoročno zavezanost za ohranitev svetovnega dviga temperature pod 2°C kot tudi svojo zavezanost, da do leta 2020 zmanjša skupne emisije toplogrednih plinov za vsaj 20 % glede na vrednosti iz leta 1990 ter za 30 % v primeru, da bo mednarodni sporazum. Manjša poraba energije in večja raba energije iz obnovljivih virov imata pomembno vlogo tudi pri spodbujanju zanesljive oskrbe z energijo, tehnološkega razvoja ter pri zagotavljanju možnosti za zaposlitev in regionalni razvoj, zlasti na podeželju.

V stavbah je treba zmanjšati rabo energije, zmanjšati izpuste CO₂, povečati energijsko učinkovitost in povečati rabo obnovljivih virov; s tem pa direktiva tudi prispeva k izboljšanju zanesljivosti oskrbe z energijo, spodbuja tehnološki razvoj in ustvarja nova delovna mesta ter spodbuja regionalni razvoj.

Težišče direktive je na stavbah stanovanjskega in storitvenega sektorja. Navajam naslednje zahteve, ki so tudi vplivale na vsebino prenovljenega PURES 2010 ...

Skoraj ničenergijske stavbe: Prenovljena direktiva uvaža termin skoraj ničenergijskih stavb, ki so opredeljene kot stavbe, ki tako malo energije porabijo za ogrevanje in hlajenje, da lahko potrebe po energiji v čim večji meri pokrijemo z obnovljivimi viri, vključno z obnovljivo energijo, proizvedeno na stavbi ali tik poleg nje.

Energijske lastnosti stavbe: Merilo za energijsko učinkovitost stavbe po novem pred-

stavlja izključno celotna raba energije (ne le za ogrevanje, ampak tudi za hlajenje in pripravo tople vode, vgrajena razsvetljava naj se upošteva predvsem pri nestanovanjskih stavbah), in sicer na ravni primarne energije in s tem povezane emisije CO₂.

Cilji za nove in javne stavbe: Poseben poudarek je na spodbujanju gradnje t. i. skoraj ničenergijskih hiš, še zlasti v javnem sektorju:

- do 2020 morajo biti vse nove stavbe skoraj ničenergijske (postaviti tudi vmesni cilj do 2015),
- do 2018 zagotoviti, da bodo vse nove javne stavbe (v lasti ali v najemu) skoraj ničenergijske, predstavljati morajo zgled ostalim,
- države članice morajo v ta namen pripraviti akcijski načrt za skoraj ničenergijske hiše in periodično poročati EC o stanju na tem področju (po 2012 na tri leta).

Energijska prenova starejših stavb: Še posebno je pomemben obseg energijske prenove starejših stavb, zato prenovljena direktiva EPBD ohranja vse dosedanje zahteve, odpravi nejasnosti in nedorečenosti ter mestoma zahteve celo zaostruje. Odpravljena je meja 1000 m² za izpolnjevanje minimalnih zahtev pri večjih prenovah stavb (naša zakonodaja že postopa tako pri vseh rekonstrukcijah). Zahteva po uskladitvi z minimalnimi zahtevami velja za del, ki se prenavlja.

Študije izvedljivosti alternativnih energetskih sistemov: Odpravljen je tudi prag 1000 m² za obvezne študije izvedljivosti za alternativne energetske sisteme, tako bo študija potrebna pri vsaki novogradnji ne glede na velikost stavbe.

Minimalne zahteve in vloga LCC-analize: Pri postavitvi minimalnih zahtev za nove stavbe in pri priporočenih ukrepih za prenovu starejših stavb je treba upoštevati stroškovno učinkovitost ukrepa v celem življenjskem krogu (Life Cycle Costing – LCC) in poiskati dolgoročno optimalne rešitve. Prenovljena direktiva predvideva benchmarking minimalnih zahtev v EU-27 na podlagi enotne metodologije, temelječe na LCC. Namen spremenjenega določila je preprečiti morebitne izgubljene priložnosti za energijsko učinkovito gradnjo ali prenovu, seveda pa države lahko postavijo tudi strožje zahteve, ki so energijsko učinkovitejše, kot bi to sledilo iz upoštevanja stroškovno optimalnih zahtev.

Minimalne zahteve: Stroškovno optimalne minimalne zahteve naj se predpisujejo za rabo energije v stavbi kot tudi za elemente ovoja pri novogradnjah in prenovah.

Zahteve za sisteme: Predvidena je postavitev minimalnih zahtev za tehnične sisteme, ki so vgrajeni v stavbi, predvsem za kotle, naprave za pripravo tople vode in klimatske sisteme. Zahteve naj pokrivajo celotno rabo energije, pravilno vgradnjo, primerno dimenzioniranje, prilagoditve in regulacijo vgrajenih sistemov. Pregledi kotlov se razširijo na pregled celotnega ogrevalnega sistema, pri čemer lahko države članice določijo različne periode pregledov glede na moč kotla. Spodbujati je treba vgradnjo pametnih merilnikov za električno energijo.

Pasivno hlajenje: Strategije pasivnega hlajenja in preprečevanje pregrevanja imajo prednost pred aktivnim hlajenjem.

Energetska izkaznica in trženje stavb: Prenovljena direktiva utrjuje informativno pro-

mocijsko vlogo energetske izkaznice stavbe v vseh oblikah prometa z nepremičninami, tako bo na primer zahtevana navedba energijskih indikatorjev pri oglaševanju stavb. Izkaznica naj po novem vsebuje predvsem podatek o primarni energiji, potrebni energiji za ogrevanje in hlajenje in o emisijah CO₂. Njena obvezna priloga je seznam priporočenih ukrepov, razen če ni potencialov za izboljšave (v smislu zahtev obstoječe zakonodaje). Direktiva kot novost predvideva evropsko prostovoljno shemo energetskih izkaznic za nestanovanjske stavbe s priporočilom za njeno vključevanje v nacionalne certifikacijske sheme. Za uporabnike izkaznic je pomembna zahteva po vzpostavitvi celovitega sistema kontrole kakovosti pri izdajanju energetskih izkaznic.

Prostorsko načrtovanje in prenovljena EPBD:

Pomembno novost predstavlja tudi zahteva, naj bosta lokalna in regionalna uprava vključeni v prenos EPBD, predvsem zaradi usklajenosti zakonodaje o prostorskem načrtovanju in zakonodaje o energetske učinkovitosti stavb, kar bi lahko olajšalo izkoriščanje obnovljivih virov.

Enotni trg dela v EU: Pomembna novost je tudi prizadevanje direktive za enotni trg dela. Predvideno je vzajemno priznavanje poklicne kvalifikacije za izdelovalca energetskih izkaznic (po Direktivi 2005/36/EC), s čimer naj bi izdelovalci izkaznic ne imeli administrativnih ovir pri opravljanju poklica v tujini.

Sprejem prenovljene direktive se predvideva v prvi polovici leta 2010 z dvoletnim rokom za prenos določil v nacionalno zakonodajo.

3 • NACIONALNA ZAKONODAJA

Po osamosvojitvi je Republika Slovenija spreminjala in dopolnjevala obstoječo nacionalno zakonodajo in sprejemala novo, vezano na posege v prostor, in graditev skladno z navodili in sprejetimi akti in direktivami, ki veljajo znotraj Evropske unije.

Zakoni s področja posegov v prostor in graditve

Zakon o urejanju prostora, Uradni list RS, 110/02 (ZUreP-1), 8/03 – popravek, 58/03 (ZZK-1), 33/07 (ZPNačrt), ureja prostorsko načrtovanje in uveljavljanje prostorskih ukrepov za izvajanje načrtovanih prostorskih ureditev, zagotavljanje opremljanja zemljišč za gradnjo in vodenje sistema zbirk prostorskih podatkov.

Zakon o prostorskem načrtovanju, Uradni list RS, 33/07 (ZPNačrt), 70/08 (ZVO-1B), 108/2009; ta zakon ureja prostorsko načrtovanje kot del urejanja prostora, tako da določa vrste prostorskih aktov, njihovo vsebino in medsebojna razmerja ter postopke za njihovo pripravo in sprejem. S tem zakonom se v pravni red Republike Slovenije prenašajo tudi zahteve Direktive 2001/42/ES Evropskega parlamenta in sveta z dne 27. junija 2001 o presoji vplivov nekaterih načrtov in programov na okolje (UL L, št. 197, 21. 7. 2001), ki se nanašajo na obveznost zagotavljanja kakovosti okoljskih poročil.

Zakon o varstvu okolja, Uradni list RS, 41/04 (ZVO-1), 39/06 (ZVO-1-UPB1), 28/06 (sklep US), 49/06 (ZMetD), 66/06 (odločba US),

33/07 (ZPNačrt), 57/08 (ZFO-1A), 70/08 (ZVO-1B), 108/2009; ta zakon ureja varstvo okolja pred obremenjevanjem kot temeljni pogoj za trajnostni razvoj in v tem okviru določa temeljna načela varstva okolja, ukrepe varstva okolja, spremljanje stanja okolja in informacije o okolju, ekonomske in finančne instrumente varstva okolja, javne službe varstva okolja in druga z varstvom okolja povezana vprašanja.

Namen varstva okolja je spodbujanje in usmerjanje takšnega družbenega razvoja, ki omogoča dolgoročne pogoje za človekovo zdravje, počutje in kakovost njegovega življenja ter ohranjanje biotske raznovrstnosti.

Cilji varstva okolja so zlasti preprečitev in zmanjšanje obremenjevanja okolja, ohranjanje in izboljševanje kakovosti okolja, trajnostna raba naravnih virov, *zmanjšanje rabe energije in večja uporaba obnovljivih virov energije*, odpravljanje posledic obremenjevanja okolja, izboljšanje porušenega naravnega ravnovesja in ponovno vzpostavljanje njegovih regeneracijskih sposobnosti, povečevanje snovne učinkovitosti proizvodnje in potrošnje ter opuščanje in nadomeščanje uporabe nevarnih snovi.

Zakon o varstvu okolja ureja postopke za pridobitev okoljevarstvenega dovoljenja za naprave in infrastrukturo ter določa zahteve za njegovo pridobitev. Ta zakon ureja tudi postopke za izdajo okoljevarstvenega soglasja za umeščanje v prostor naprave in infrastrukture, če bi njihova gradnja lahko vplivala na okolje.

Zakon o gradbenih proizvodih, (ZGPro) Uradni list RS, št. 52/2000, je izdelan z upoštevanjem zahtev direktive o gradbenih proizvodih (CPD) 89/106/EGS, ki opredeljuje posamezne elemente zakonodaje tako, da je z njihovim delovanjem omogočen prost pretok gradbenih proizvodov po vsem notranjem trgu EU.

Ta zakon ureja pogoje za dajanje gradbenih proizvodov v promet, katerih lastnosti so povezane z izpolnjevanjem bistvenih zahtev za gradbene objekte, podeljevanje tehničnih soglasij gradbenim proizvodom, izvedbo postopkov ugotavljanja in potrjevanja skladnosti s predpisanimi zahtevami, izvajanje inšpekcijskega nadzora in izvajanje posebnih postopkov priznavanja skladnosti gradbenih proizvodov.

Bistvene zahteve za gradbene objekte, ki morajo biti, če so predpisane s predpisi o graditvi gradbenih objektov, izpolnjene ves čas njihove ekonomsko sprejemljive življenjske dobe in ki jih je treba upoštevati pri določitvi zahtevanih lastnosti gradbenih proizvodov, so:

- mehanska odpornost in stabilnost,
 - varnost pred požarom,
 - higienska in zdravstvena zaščita in varovanje okolja,
 - varnost pri uporabi,
 - zaščita pred hrupom ter
 - *varčevanje z energijo in ohranjanje toplote.*
- Gradbeni proizvod je vsak proizvod, ki je izdelan za trajno vgraditev v gradbene objekte.

Zakon o graditvi objektov, Uradni list RS, 102/2004 (ZGO-1-UPB1), 14/05 – popravek, 92/05 (ZJC-B), 111/05 (odločba US), 93/05, 120/06 (odločba US), 126/07 (ZGO-1B), 108/2009, in podzakonski akti (pravilniki),

usklajeni s sprejetimi direktivami EU. Ta zakon med drugimi ureja pogoje za graditev vseh objektov, določa bistvene zahteve in njihovo izpolnjevanje glede lastnosti objektov, predpisuje način in pogoje za opravljanje dejavnosti, ki so v zvezi z graditvijo objektov.

Z gradbenimi predpisi se za posamezne vrste objektov določijo njihove tehnične značilnosti tako, da ti objekti glede na svoj namen izpolnjujejo eno, več ali vse naslednje bistvene zahteve:

- mehanska odpornost in stabilnost,
- varnost pred požarom,
- higienska in zdravstvena zaščita in varovanje okolja,
- varnost pri uporabi,
- zaščita pred hrupom ter
- varčevanje z energijo in ohranjanje toplote.

V objekte se lahko vgrajujejo samo gradbeni proizvodi, ki so bili dani v promet skladno s predpisi o gradbenih proizvodih.

Gradbeni predpisi se lahko sklicujejo na standarde oziroma tehnične smernice, ki se nanašajo na določeno vrsto objekta in določijo njihovo obvezno uporabo oziroma določijo, da velja domneva, da je določen element skladen z zahtevami gradbenega predpisa, če ustreza zahtevam standardov oziroma tehničnih smernic.

Gradbene predpise, ki se nanašajo na mehansko odpornost in stabilnost objektov, izdaja minister, pristojen za prostorske in gradbene zadeve, v soglasju z resornimi ministri, če v njihovo delovno področje spadajo posamezne skupine objektov.

Gradbeni predpisi, ki se nanašajo na druge bistvene zahteve, ki se nanašajo na stavbe, izdaja minister, pristojen za prostorske in gradbene zadeve, pri čemer lahko te predpise pripravi samostojno, lahko pa tudi na tak način, da mu pristojni resorni minister, v katerega delovno področje sodi posamezna vrsta stavb oziroma delovno področje, pomembno za graditev takšne vrste stavbe, posreduje popoln predlog takšnega predpisa.

Objekt je s tlemi povezana stavba ali gradbeni inženirski objekt, narejen iz gradbenih proizvodov in naravnih materialov, skupaj z vgrajenimi inštalacijami in tehnološkimi napravami.

Graditev objekta obsega projektiranje, gradnjo in vzdrževanje objekta.

Rekonstrukcija objekta je spreminjanje tehničnih značilnosti obstoječega objekta in prilagajanje objekta spremenjeni namembnosti ali spremenjenim potrebam oziroma izvedba del, s katerimi se bistveno ne spremeni velikost, zunanji videz in namembnost objekta,

spreminjajo pa se njegovi konstrukcijski elementi, zmožljivost in izvedejo druge njegove izboljšave.

Gradbeni predpisi so tehnični predpisi, s katerimi se podrobneje opredelijo bistvene zahteve za določene vrste objektov, pogoji za projektiranje, izbrane ravni oziroma razredi gradbenih proizvodov in materialov, ki se smejo vgrajevati, ter načini njihove vgradnje, način izvajanja gradenj, način ugotavljanja skladnosti zgrajenega objekta s predpisanimi bistvenimi zahtevami ter drugi pogoji in pravila, ki zagotavljajo zanesljivost objekta ves čas njegove življenjske dobe.

Uredba o vrstah objektov glede na zahtevnost, **Uradni list RS, 37/2008, 99/2008**, določa vrste zahtevnih, manj zahtevnih, nezahtevnih in enostavnih objektov, za enostavne objekte pa tudi njihovo največjo velikost, način gradnje in rabe ter druge pogoje, ki morajo biti izpolnjeni, da se objekt lahko šteje za enostavni objekt, in dela, ki se štejejo za redna vzdrževalna in investicijska vzdrževalna dela. Naprave za decentralizirano proizvodnjo električne energije, ogrevanje ali hlajenje iz obnovljivih virov, katerih nameščanje se uvršča med investicijsko vzdrževalna dela na objektu ali za potrebe objekta, če se ne posega v konstrukcijo objekta in tudi ne spreminja njegova zmožljivost, velikost, namembnost in zunanji videz, so:

- namestitev agregata za proizvodnjo električne energije,
- namestitev naprave za ogrevanje,
- namestitev sončnega zbiralnika ali sončnih celic,
- namestitev toplotne črpalke,
- namestitev vetrnice za proizvodnjo električne energije,
- izvedba vrtine za geosondo (geokolektor) in
- namestitev klimatskih naprav.

Uradni list RS, 52/2010 (PURES); ta pravilnik določa tehnične zahteve, ki morajo biti izpolnjene za učinkovito rabo energije v stavbah na področju toplotne zaščite, ogrevanja, hlajenja, prezračevanja ali njihove kombinacije, priprave tople vode in razsvetljave v stavbah, zagotavljanja lastnih obnovljivih virov energije za delovanje sistemov v stavbi ter metodologijo za izračun energijskih lastnosti stavbe v skladu z Direktivo 31/2010/EU Evropskega parlamenta in sveta z dne 19. maja 2010 o energetske učinkovitosti stavb (UL L, št. 153, 18. 6. 2010). Izdan je ob upoštevanju postopka informiranja v skladu z Direktivo 98/34/ES Evropskega parlamenta in sveta z dne 22. junija 1998 o določitvi postopka

za zbiranje informacij na področju tehničnih standardov in tehničnih predpisov (UL L, št. 204, 21. 7. 1998, str. 37), zadnjič spremenjeno z Direktivo sveta 2006/96/ES z dne 20. novembra 2006 o prilagoditvi nekaterih direktiv na področju prostega pretoka blaga zaradi pristopa Bolgarije in Romunije (UL L, št. 363, 20. 12. 2006).

Pri zagotavljanju učinkovite rabe energije v stavbah je treba upoštevati celotno življenjsko dobo stavbe, njeno namembnost, podnebne podatke, materiale konstrukcije in ovoja, lego in orientiranost, parametre notranjega okolja, vgrajene sisteme in naprave ter uporabo obnovljivih virov energije.

Uporablja se pri gradnji novih stavb in rekonstrukciji stavbe oziroma njenega posameznega dela, kjer se posega v najmanj 25 odstotkov površine toplotnega ovoja, če je to tehnično izvedljivo.

Pri rekonstrukciji stavbe oziroma njenega posameznega dela, kjer se posega v manj kot 25 odstotkov površine toplotnega ovoja stavbe oziroma njenega posameznega dela, pri investicijskih in drugih vzdrževalnih delih, ali če se gradi ali rekonstruira stavba z bruto tlorisno površino, manjšo od 50 m², morajo biti dela izvedena tako, da so izpolnjene zahteve glede toplotne prehodnosti iz tabele 1 točke 3.1.1 tehnične smernice za graditev TSG-1-004 Učinkovita raba energije.

Stavbo je treba zasnovati in graditi tako, da je energijsko ustrezno orientirana, da je razmerje med površino toplotnega ovoja stavbe in njeno kondicionirano prostornino z energijskega stališča ugodno, da so prostori v stavbi energijsko optimalno razporejeni in da materiali in elementi konstrukcije ter celotna zunanja površina stavbe omogočajo učinkovito upravljanje energijskih tokov. Stavbe je treba projektirati in graditi tako, da je vpliv toplotnih mostov na letno potrebo po energiji za ogrevanje in hlajenje čim manjši in da toplotni mostovi ne povzročajo škode stavbi ali njenim uporabnikom.

S toplotno zaščito površine toplotnega ovoja stavbe in ločilnih elementov delov stavbe z različnimi režimi notranjega toplotnega ugodja je treba zmanjšati prehod energije skozi površino toplotnega ovoja stavbe, zmanjšati podhlajevanje ali pregrevanje stavbe, zagotoviti tako sestavo gradbenih konstrukcij, da ni poškodb ali drugih škodljivih vplivov zaradi difuzijskega prehoda vodne pare, in nadzorovati (uravnati) zrakotesnost stavbe.

Projektirani in izvedeni sistem ogrevanja stavbe mora ob najmanjših toplotnih izgubah zagotoviti takšno raven notranjega toplot-

nega ugodja, kot je določena s predpisi, ki urejajo prezračevanje in klimatizacijo stavb, oziroma je določena v projektni nalogi, če je ta strožja od predpisane. Energijsko učinkovitost ogrevalnega sistema se zagotavlja z izborom energijsko učinkovitih generatorjev toplote, načrtovanja in izvedbe energijsko učinkovitega cevne razvoda, izbora nizke projektne temperature ogrevalnega sistema in njegovega uravnoveženja ter regulacije temperature zraka v stavbi, njenem posameznem delu ali prostoru.

S projektiranjem in vgradnjo pasivnih gradbenih elementov je treba zagotoviti, da se tudi v času sončnega obsevanja in visokih zunanjih temperatur zraka prostori v stavbi zaradi sončnega obsevanja ne pregrejejo bolj, kot je določeno za temperaturo zraka v skladu s predpisom, ki ureja prezračevanje in klimatizacijo stavb.

Če z uporabo projektiranih rešitev ni mogoče zagotoviti predpisanega toplotnega ugodja, se sme projektirati in izvesti sistem za hlajenje stavbe. Energijsko učinkovit hladilni sistem se zagotavlja z izborom energijsko učinkovitih generatorjev hladu in pripadajočih elementov, energijsko učinkovitim razvodom, izborom ustrezne projektne temperature hladilnega sistema in njegovim uravnoveženjem ter regulacijo temperature zraka v stavbi, njenem posameznem delu ali prostoru.

Energijska učinkovitost prezračevalnega sistema se zagotavlja z izborom energijsko učinkovitih naprav in pripadajočih elementov, energijsko učinkovitim razvodom, najmanjšo še potrebno količino zraka, uravnoveženjem sistema in regulacijo kakovosti zraka v stavbi, njenem posameznem delu ali prostoru.

Energijska učinkovitost stavbe je dosežena tudi, če je delež končne energije za ogrevanje in hlajenje stavbe ter pripravo tople vode pridobljen na enega od naslednjih načinov:

- najmanj 25 odstotkov iz sončnega obsevanja,
- najmanj 30 odstotkov iz plinaste biomase,
- najmanj 50 odstotkov iz trdne biomase,
- najmanj 70 odstotkov iz geotermalne energije,
- najmanj 50 odstotkov iz toplote okolja,
- najmanj 50 odstotkov iz naprav SPTE z visokim izkoristkom v skladu s predpisom, ki ureja podpore električni energiji, proizvedeni v sproizvodnji toplote in električne energije z visokim izkoristkom,

– je stavba najmanj 50 odstotkov oskrbovana iz sistema energijsko učinkovitega daljinskega ogrevanja oziroma hlajenja.

Šteje se, da je energijska učinkovitost stavbe dosežena, če je dovoljena letna potrebna toplota za ogrevanje stavbe, preračunana na enoto kondicionirane površine oziroma površino stavbe, za najmanj 30 odstotkov nižja od predpisane mejne vrednosti, navedene v tem pravilniku, ali za enostanovanjske stavbe šteje, da je energijska učinkovitost dosežena, če je vgrajenih najmanj šest m² (svetle površine) sprejemnikov sončne energije z letnim donosom najmanj 500 kWh/(m²a).

Doseganje učinkovite rabe energije v stavbah oziroma izpolnjevanje zahtev se dokazuje v elaboratu gradbene fizike za področje učinkovite rabe energije v stavbah (v nadaljnjem besedilu: elaborat URE).

Elaborat URE mora vsebovati najmanj:

- vhodne podatke,
- navedbo uporabljenih metod in uporabo privzetih vrednosti,
- izračune, iz katerih mora biti razvidno, da projektirane gradbene konstrukcije in stavba kot celota izpolnjujejo zahteve iz pravilnika,
- vmesne rezultate za elemente učinkovite rabe energije,
- potrebno letno primarno energijo za delovanje sistemov v stavbi,
- izpuste CO(2), ki nastanejo pri delovanju sistemov v stavbi, ter
- kazalnike letne rabe primarne energije in kazalnike izpustov CO(2).

Povzetki izračunov iz elaborata URE morajo biti navedeni na obrazcu Izkaz energijskih lastnosti stavbe.

Po zaključku gradnje je treba na podlagi izvedene gradnje energijske lastnosti stavbe ponovno določiti in izpolniti obrazec ter označiti, da gre za izvedeno stanje. Izkaz energijskih lastnosti stavbe je obvezen sestavni del dokazila o zanesljivosti objekta, mora dokazovati, da so izpolnjene zahteve pravilnika.

Do 31. decembra 2010 so se lahko vlogam za izdajo gradbenega dovoljenja prilagali projekti za pridobitev gradbenega dovoljenja, izdelani po dosedanjih predpisih, od 1. januarja 2011 pa se sme zahtevi za izdajo gradbenega dovoljenja priložiti samo projekt, izdelan v skladu s tem pravilnikom.

Tehnična smernica za graditev TSG-1-004 Učinkovita raba energije določa gradbene

ukrepe oziroma rešitve za doseg zahtev iz pravilnika o učinkoviti rabi energije v stavbah, Uradni list RS, 52/2010 (PURES), in določa metodologijo izračuna energijskih lastnosti stavbe. Uporaba tehnične smernice je obvezna.

Po določitvah Zakona o graditvi objektov, Uradni list RS, 102/2004, je tehnična smernica dokument, s katerim se za določeno vrsto objekta uredijo natančnejša opredelitve bistvenih zahtev, pogoji za projektiranje, izbrane ravni oziroma razredi gradbenih proizvodov in materialov, ki se smejo vgrajevati, in načini njihove vgradnje, način izvajanja gradnje z namenom, da se zagotovi zanesljivost objekta ves čas njegove življenjske dobe, kadar je to primerno, pa tudi postopke, po katerih je mogoče ugotoviti, ali so takšne zahteve izpolnjene.

Pravna narava in uporaba tehničnih smernic je podrobneje obravnavana v 9. členu zakona, kjer je določeno, da se z gradbenimi predpisi (to je vrsta izvršilnih predpisov, izdanih na podlagi zakona) za posamezne vrste objektov določijo njihove tehnične značilnosti tako, da ti objekti glede na svoj namen izpolnjujejo eno, več ali vse naslednje bistvene zahteve:

- mehanska odpornost in stabilnost,
- varnost pred požarom,
- higienska in zdravstvena zaščita in zaščita okolice,
- varnost pri uporabi,
- zaščita pred hrupom ter
- varčevanje z energijo in ohranjanje toplote.

V navedeni zakonski določbi je nadalje določeno, da se gradbeni predpisi lahko sklicujejo na standarde oziroma tehnične smernice, ki se nanašajo na določeno vrsto objekta, in določijo njihovo obvezno uporabo oziroma določijo, da velja domneva, da je določen element skladen z zahtevami gradbenega predpisa, če ustreza zahtevam standardov oziroma tehničnih smernic. Če je v gradbenih predpisih določena domneva o skladnosti, morajo gradbeni predpisi opredeliti tudi pristojne organe za odločanje in postopek, v katerem se dokaže, da projekt, v katerem niso bili uporabljeni standardi oziroma tehnične smernice, temveč je projektant pri svojem delu uporabil rešitve iz zadnjega stanja gradbene tehnike, zagotavlja vsaj enako stopnjo varnosti kot projekt, pripravljen z uporabo standardov ali tehničnih smernic.

4 • SKLEP

Izboljšanje energetske učinkovitosti je bistveni cilj Evropske skupnosti – doseči 20-odstotno izboljšanje energetske učinkovitosti do leta 2020. Ta cilj ima skupaj z veljavno in prihodnjo zakonodajo, vključno z Direktivo 2002/91/ES Evropskega parlamenta in sveta z dne 16. decembra 2002 in prenovo Direktive 2010/31/EU

Evropskega parlamenta in sveta z dne 19. maja 2010. S prenosom direktive EPBD v slovensko zakonodajo je izpolnjen del obvez, pričakovati pa je, da se bo metodologija izračuna celovite energijske lastnosti stavbe v prihodnje še dopolnjevala na področju hlajenja, klimatizacije in obnovljivih virov energije.

Navodila iz pravilnika bodo morali upoštevati vsi novi graditelji in tudi tisti, ki obnavljajo stavbo in za to potrebujejo dovoljenje. Če iz projektne dokumentacije ne bo razvidno, da zgradba doseže predpisano rabo energije, investitor ne bo pridobil gradbenega dovoljenja. V primeru obnove fasade bo vgradnja toplotne zaščite obvezna, če se bodo dela izvajala ne več kot četrtini gradbenih elementov. Nov pravilnik naj bi prinesel manjšo porabo energije za ogrevanje.

5 • LITERATURA

Akcijski načrt za obnovljive vire energije za obdobje 2010–2020 (AN OVE), Slovenija, povzeto po: http://www.mg.gov.si/fileadmin/mg.gov.si/pageuploads/Energetika/Porocila/AN_OVE_2010-2020_final.pdf.

Tehnična smernica za graditev TSG-1-004 Učinkovita raba energije, povzeto po: http://www.mop.gov.si/si/zakonodaja_in_dokumenti/prostor/zakon_o_graditvi_objektov.

Direktiva 2009/28/ES Evropskega parlamenta in sveta z dne 23. aprila 2009.

Direktiva 2002/91/EU Evropskega parlamenta in sveta z dne 16. decembra 2002 o energetske učinkovitosti stavb.

Direktiva 2010/31/EU Evropskega parlamenta in sveta z dne 19. maja 2010.

Zakon o prostorskem načrtovanju.

Zakon o urejanju prostora.

Zakon o graditvi objektov.

Zakon o varstvu okolja.

Zakon o gradbenih proizvodih.

Uredba o vrstah objektov glede na zahtevnost.

Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah.

POPRAVEK

V članku 10. Dnevi jeklenih konstrukcij, ki je bil objavljen v Gradbenem vestniku (letnik 60, julij 2011) je napačno navedeno, da je prvi slovenski priglašeni organ za certificiranje jeklenih konstrukcij po standardu EN 1090-1 ZAG, Ljubljana. Slovenski priglašeni organ na tem področju je IMK – Inštitut za metalne konstrukcije, Ljubljana.

Avtor članka in uredništvo GV se za napako opravičujemo.

NOVI DIPLOMANTI

UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Andrej Bajec, Temeljenje protihrupnih ograj po evrokod standardih, mentor izr. prof. dr. Janko Logar, somentor asist. dr. Boštjan Pulko

Matjaž Hegeduš, Analiza produktivnosti opaževanja s sistemom Epic Eco, mentor izr. prof. dr. Jana Šelih

Mitja Maršič, Kolesarski promet in ureditve površin zanj v mestni občini Koper – analiza ureditev in predlogi izboljšav, mentor doc. dr. Alojzij Juvanc, somentor viš. pred. dr. Peter Lipar

Marko Đuranović, Projekt nosilne jeklene konstrukcije poslovne stavbe, mentor prof. dr. Darko Beg, somentor asist. dr. Peter Skuber

Matej Zupančič, Projektiranje osem-etažnega armiranobetonskega okvira za srednjo stopnjo duktilnosti, mentor izr. prof. dr. Matjaž Dolšek

Klemen Alič, Zakonodaja in količine gradbenih odpadkov v Sloveniji in tujini, mentor doc. dr. Primož Banovec, somentor izr. prof. dr. Jana Šelih

Tine Trobec, Analiza skupnih voženj dnevnih migrantov z osebnimi vozili na slovenskih avtocestah, mentor doc. dr. Tomaž Maher, somentor viš. pred. mag. Jure Kostanjšek

Robert Pečenko, Dokaz varnosti prednapete votle plošče v običajnih pogojih in pogojih požara, mentor doc. dr. Sebastijan Bratina, somentor asist. dr. Tomaž Hozjan

Tjaša Škabar, Geostatična analiza gradbene jame za hotel Rimske Toplice, mentor prof. dr. Bojan Majes, somentor asist. dr. Boštjan Pulko

DOKTORSKI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Iztok Klemenc, Preiskave trajnih prednapetih pramenskih geotehničnih sider različnih zasnov veznega dela, mentor izr. prof. dr. Janko Logar, somentor prof. dr. Goran Turk

Franč Sinur, Vzdolžno ojačani polnostenski nosilci pri interakciji velikih upogibnih in strižnih obremenitev, mentor prof. dr. Darko Beg

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Uroš Abram, Primerjava variantnih rešitev rekonstrukcije regionalne turistične ceste Oplotnica – Pesek – Cezlak, mentor doc. dr. Marko Renčelj, somentor Samo Peter Medved, univ. dipl. inž. grad.

Petra Damiš, Antikorozijska zaščita jekla, mentor red. prof. dr. Stojan Kravanja, somentor asist. dr. Tomaž Žula

Jure Šömen, Primerjava lastnosti armirane in ne armirane voziščne konstrukcije, mentor izr. prof. dr. Bojan Žlender, somentor doc. dr. Borut Macuh

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Nina Butko, Arhitekturno oblikovanje in statična analiza lesene montažne hiše tipa Marles, mentor red. prof. dr. Miroslav Premrov, somentor pred. dr. Vesna Žegarac Leskovar

Drago Golob, Uporaba predpisa ATV A127 pri načrtovanju cevovodnih konstrukcij, mentor izr. prof. dr. Bojan Žlender, somentor doc. dr. Borut Macuh

Zoran Radić, Geomehanska analiza AB podpornega zidu z upoštevanjem seizmičnih vplivov, mentor izr. prof. dr. Bojan Žlender, somentorja izr. prof. dr. Matjaž Skrinar in doc. dr. Borut Macuh

Jani Žvokelj, Merjenje koncentracije radona v stanovanjskih hišah v Sloveniji, mentor doc. dr. Lucija Hanžič, somentor izr. prof. dr. Janja Vaupotič

DOKTORSKI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Nenad Čuš Babič, Optimizacija informacijskih tokov v gradbenih projektih kot osnova za učinkovito strategijo uvajanja informacijskih tehnologij, mentor red. prof. dr. Danijel Rebolj

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO – EKONOMSKO POSLOVNA FAKULTETA

INTERDISCIPLINARNI UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GOSPODARSKEGA INŽENIRSTVA-SMER GRADBENIŠTVO

Jurij Pirš, Primerjava izgradnje železniške proge po klasični metodi in po metodi tira na togi podlagi, mentorja doc. dr. Andrej Štrukelj – FG in doc. dr. Andreja Lutar Skerbinjek – EPF

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

KOLEDAR PRIREDITEV

31.8.-2.9.2011

EUROSTEEL 2011 – 6th European Conference on Steel and Composite Structures

Budimpešta, Madžarska
www.sbi.hu/konf_utb/konf_utb_detail_en.asp?type=1&konfid=87

4.-9.9.2011

**WEC 2011
World Engineers Convention**

Geneve, Švica
www.wec2011.ch

5.-7.9.2011

6th international conference on thin-walled structures

Timisoara, Romunija
www.ct.upt.ro/ictws2011/index.htm

20.-23.9.2011

**IABSE Annual Meetings and
IABSE Symposium**

London, Anglija
www.iabse.ethz.ch/conferences/calendarofevents

22.-23.9.2011

**7th Central European Congress on Concrete Engineering (CCC2011)
"Innovative Materials and Technologies for Concrete Structures"**

Balatonfüred, Madžarska
www.fib.bme.hu/cce2011

25.-30.9.2011

24th World Road Congress

Mexico City, Mehika
www.piarc.org/en/

27.-29.9.2011

5th International Conference on Flood Management (ICFM5)

Tokyo, Japonska
www.ifi-home.info/icfm-icharm/icfm5.html

30.9.2011

12. Šukljeto dan

Ajdovščina, Slovenija
www.sloged.si

3.-7.10.2011

Mechanics of Masonry Structures

Fisciano, Italija
www.cism.it/courses/C1110

3.-9.10.2011

The Second World Landslide Forum

Rim, Italija
www.wlf2.org/home

15.-23.10.2011

21st International Congress on Irrigation and Drainage

Teheran, Iran
www.icid2011.org/

22.-25.10.2011

**The Third International Congress and Exhibition
PCI Annual Convention/Exhibition & National Bridge Conference**

Salt Lake City, Utah, ZDA
<https://neforum.pci.org/eweb/startpage.aspx?site=2010conv&design=no>

25.10.2011

Dan inženirjev

Maribor, Slovenija
www.izs.si

16.-18.11.2011

10. mednarodni simpozij o gradnji predorov in podzemnih prostorov

Kongresni center MONS, Ljubljana, Slovenija
www.ita-slovenia.si

24.-25.11.2011

13. kolokvij o asfaltih in bitumnih

Kranjska Gora, Slovenija
www.zdruzenje-zas.si

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

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

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

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