

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 raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani in Zavoda za gradbeništvo Slovenije**

Izdajateljski svet:

ZDGITS: **mag. Andrej Kerin**
 izr. 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

Lektorica:

Alenka Raič Blažič

Lektorica angleških povzetkov:

Darja Okorn

Tajnica:

Anka Holobar

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

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, junij 2007, letnik 56, str. 141-164

Navodila avtorjem za pripravo člankov in drugih prispevkov

- Uredništvo sprejema v objavo znanstvene in strokovne članke s področja gradbeništva in druge prispevke, pomembne in zanimive za gradbeno stroko.
- Znanstvene in strokovne članke pred objavo pregleda najmanj en anonimen recenzent, ki ga določi glavni in odgovorni urednik.
- Besedilo prispevkov mora biti napisano v slovenščini.
- Besedilo mora biti izpisano z znaki velikosti 12 pik z dvojnim presledkom med vrsticami.
- Prispevki morajo imeti naslov, imena in priimke avtorjev ter besedilo prispevka.
- Besedilo člankov mora obvezno imeti: naslov članka v slovenščini (velike črke); naslov članka v angleščini (velike črke); oznako ali je članek strokoven ali znanstven; nazive, imena in priimke avtorjev ter njihove naslove; 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 dodatki označeni še z A, B, C, itd.
- Poglavja in razdelki so lahko oštevilčeni.
- Slike, preglednice in fotografije morajo biti omenjene v besedilu prispevka, oštevilčene in opremljene s podnapisi, ki pojasnjujejo njihovo vsebino. Vse slike in fotografije v elektronski obliki (slike v običajnih vektorskih grafičnih formatih, fotografije v formatih .tif ali .jpg visoke ločljivosti) morajo biti v posebnih datotekah, običajne fotografije pa priložene.
- Enačbe morajo biti na desnem robu označene z zaporedno številko v okroglem oklepaju.
- Kot decimalno ločilo je treba uporabiti vejico.
- Uporabljena in citirana dela morajo biti navedena med besedilom prispevka z oznako v obliki: (priimek prvega avtorja, leto objave). V istem letu objavljena dela istega avtorja morajo biti označena še z oznakami a, b, c, itd.
- V poglavju LITERATURA so uporabljena in citirana dela opisana z naslednjimi podatki: priimek, ime prvega avtorja (lahko okrajšano), priimki in imena drugih avtorjev, naslov dela, način objave, leto objave.
- 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.
- Prispevke je treba poslati glavnemu in odgovornemu uredniku prof. dr. Janezu Duhovniku na naslov: FGG, Jamova 2, 1000 LJUBLJANA oz. janez.duhovnik@fgg.uni-lj.si. V spremnem dopisu mora avtor članka napisati, kakšna je po njegovem mnenju vsebina članka (pretežno znanstvena, pretežno strokovna) oziroma za katero rubriko je po njegovem mnenju prispevek primeren. Prispevke je treba poslati v enem izvodu na papirju in v elektronski obliki v formatu MS WORD in v 8. točki določenih grafičnih formatih.

Uredništvo

Vsebina • Contents

Novice iz ZDGITS

stran **142**

Voliina skupščina 31. 5. 2007



Članki • Papers

stran **146**

Mihajlo Popović, univ. dipl. inž. grad.

REKONSTRUKCIJA ZIDANIH STAVB IN VPLIV UTRDITVENIH UKREPOV NA NJIHOVO TRAJNOST

RETROFIT OF MASONRY BUILDINGS AND ITS INFLUENCE
ON THEIR DURABILITY



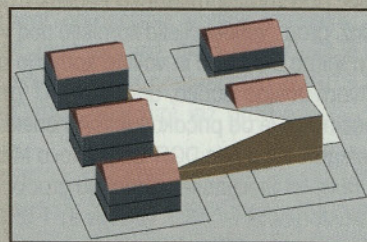
stran **156**

doc. dr. Živa Kristl, univ. dipl. inž. arh.,

prof. dr. Aleš Krainer, univ. dipl. inž. arh.

DOLOČANJE VPLIVNEGA OBMOČJA S SONČNO OVOJNICO

DETERMINATION OF INFLUENTIAL AREA WITH SOLAR ENVELOPE



Novi diplomanti gradbeništva

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

Koledar prireditev

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

Slika na naslovnici: Puhov most čez Dravo na Ptuj, foto Viktor Markelj

Volilna skupščina 31. maja 2007



Skupščina ZDGITS je bila v dvorani Zavoda za gradbeništvo v Ljubljani. Po pozdravu predsednika je skupščina izvolila delovno predsedstvo pod vodstvom Borisa Pečenka, univ. dipl. inž. grad., verifikacijsko komisijo pod vodstvom Vilme Benkovič in volilno komisijo pod vodstvom Josipa Bariča, univ. dipl. inž. grad. Skupščine se je od pričakovanih 40 udeležilo 24 delegatov: po 5 iz DGIT Celje, Novo Mesto in Maribor ter Slovenskega društva gradbenih konstruktorjev, 3 iz DGIT Velenje in 1 iz Slovenskega geotehniškega društva.

O delu ZDGITS po zadnji skupščini v Celju je poročal Marjan Vengust, dipl. inž. grad., predsednik zveze:

»Spoštovane delegatke in delegati, spoštovane kolegice, kolegi, spoštovani gostje! Na zadnji skupščini konec leta 2003 sem na skupščini dejal, da naša zveza še živi zahvaljujoč dejstvu, da jo ohranja peščica zanesenjakov.

Velika pripadnost ljudi zbranih okrog zveze in Gradbenega vestnika ter jasni cilji, ki smo jim sledili, so našo zvezo obdržali prepoznavno in želim si, da bo tako tudi v prihodnje.

Zadovoljen sem, da v vaši družbi danes končujem svoj mandat. Prepričan sem, da je bodočnost te strokovne civilne iniciative dobra. Dobra tudi zaradi dejstva, da se tudi država zaveda, da za svoj razvoj potrebuje inženirje in da je pričela s spodbujanjem mladih za izobraževanje za tehniške poklice.

Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije danes živi in nič več ne životari. Deluje v novih, sodobnih prostorih. Po zaslugi pravih odločitev in zglednega sodelovanja z Matično sekcijo gradbenih inženirjev Inženirske zbornice Slovenije redno in nemoteno izhaja Gradbeni vestnik, ki ga z vso zavzetostjo ureja naš urednik prof. dr. Janez Duhovnik. Prav naša priznana revija, ki je istočasno naš članski časopis, je odtehtala, da je Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo maja 2006 podelilo zvezi status društva, ki deluje v javnem interesu na področju raziskovalne dejavnosti. Ta status smo pridobili za pet let in upam, da si bo novo vodstvo prizadevalo, da se ohrani še naprej, kar pomeni, da bo potrebno še naprej vzdrževati nivo delovanja in kvaliteto revije.

Današnje poročilo skupščini je veliko bolj optimistično kot taktak, ko sem prevzel njeno vodstvo. Očitno je, da je vse mogoče, če se hoče.

Novembra 2003 smo naredili sanacijski načrt, ki po treh letih kaže prave rezultate. V zvezi z izdajanjem Gradbenega vestnika smo ustanovili Izdajateljski svet, ki skladno s Poslovnikom o izdajanju Gradbenega vestnika skrbi za zagotavljanje pogojev za nemoteno izhajanje.

Reviji smo dali novo podobo in jo tudi vsebinsko preoblikovali tako, da je zanimiva širšemu krogu bralcev, pri tem pa ohranja visoko strokovnost člankov. Pri izdajanju revije je začela sodelovati Matična sekcija gradbenih inženirjev Inženirske zbornice Slovenije in prispevati naročnino za njene člane. To je bila pomembna odločitev v korist obeh organizacij in v zadovoljstvo članov. Poleg zagotovitve stalnega vira financiranja revije, smo preko javnega razpisa poiskali cenovno sprejemljivejšega tiskarja, s katerim še danes sodelujemo in smo z njegovimi storitvami zadovoljni. Poslovni izidi zadnjih dveh let kažejo, da se nismo uštelili in da smo se s pocenitvijo izdajateljskih stroškov otresli

starih dolgov. Zahvala za dobro delo gre tako podjetjem kot tudi posameznikom, ki so nam stali ob strani in nas finančno podpirali tudi v težkih časih. Za dolgoletno sodelovanje in finančno podpiranje Gradbenega vestnika se zdaj zahvaljujem Zavodu za gradbeništvo Slovenije, našemu današnjemu gostitelju, in njegovemu dolgoletnemu direktorju, izrednemu članu SAZU, prof. dr. Mihi Tomaževiču ter sedanjemu direktorju doc. dr. Andražu Legatu in Fakulteti za gradbeništvo Univerze v Ljubljani ter njenemu dekanu prof. dr. Bojanu Majesu.

Gradbeni vestnik je vsekakor naša najbolj prepoznavna dejavnost, ni pa edina. Vsa leta se zveza ukvarja tudi z drugimi vrstami izobraževanja, z organiziranjem pripravljanih seminarjev za strokovne izpite za gradbeno stroko. V letih od 2003 do danes je zveza izvedla 15 seminarjev, ki se jih je udeležilo 525 udeležencev. Poleg strokovne službe naše zveze skrbi za izvajanje seminarjev naš podpredsednik doc. dr. Janez Reflak. Njemu se moramo zahvaliti za primerne vsebine, izbor najboljših predavateljev in zadovoljstvo slušateljev. Ob tej priložnosti se zahvaljujem tudi vsem predavateljem, zlasti tistim, ki so z nami sodelovali cela desetletja in tako posredno pomagali zvezi pri izvajanju njenega programa in poslanstva.

Tako kot sicer v življenju, smo pri delu želi uspehe, vsega pa nismo uspeli narediti.

Neuresničena je ostala ideja o oživitvi ljubljanskega društva gradbenih inženirjev in zamrlo je delovanje še treh društev, ki smo jim skladno z določili statuta začasno zamrznili članstvo v zvezi, dokler si ne opomorejo in se nam znova ne pridružijo. Zvezo sedaj sestavlja 8 aktivnih društev (5 regionalnih in 3 specializirana društva inženirjev in tehnikov).

Na naši zadnji skupščini pred štirimi leti je bila tudi zadnjič med nami in na delovnem mestu dolgoletna računovodkinja, gospa Darinka Omahen, ki se je zaradi bolezni upokojila. Zaradi finančnih težav nismo mogli zaposliti nadomestne sodelavke za računovodstvo in smo za osnovna knjigovodsko-računovodska opravila pooblastili računovodski servis, celotno gospodarjenje s sredstvi zveze, organizacijo poslovanja in vsa pisarniška opravila pa smo zaupali sodelavki, gospe Anki Holobar, ki se je dobro znašla in se ji zahvaljujem za uspešno premagovanje težav.

Kadrovska problematika v strokovni službi zveze je še naprej aktualna. Vsaj za določen

čas pa smo rešili prostorske težave in smo sedež zveze preselili v nove prostore na Leskoškovi 9E v Ljubljani, ki so v lasti Slovenskih cestnih podjetij. S to potezo smo želeli prenesti na varno iz vlažnih in zanemarjenih prostorov na Karlovški vso arhivsko dokumentacijo in zagotoviti strokovni službi boljše delovne pogoje, varno zaledje in občasno kadrovsko pomoč s strani najemodajalca – SCP, d.o.o. Še več. Direktor Slovenskih cestnih podjetij, d.o.o., ki so nam odstopila prostor in druge kapacitete za delovanje, gospod Miro Vrbeč, univ. dipl. inž. grad., je kandidat za funkcijo predsednika zveze v naslednjem mandatnem obdobju, kar pomeni obljubo, da bo zveza v tem času res na varnem in vsaj nekaj časa razbremenjena prostorskih in kadrovskih težav pri njenem vsakodnevnem delovanju.

O vseh rednih dejavnosti zveze ne bom posebej poročal. Zaključiti pa vendarle moram še z nekaterimi uradnimi podatki.

V obdobju med obema skupščinama se je 12-krat sestal Izvršni odbor, 3-krat v razširjeni sestavi z Nadzornim odborom, glavnim urednikom Gradbenega vestnika in predsednikom Izdajateljskega sveta.

Poleg drugih pomembnih sklepov je Izvršni odbor po pooblastilu skupščine v tem času obravnaval in sprejemal vsakoletno finančno poročilo z bilanco stanja in izkazom poslovnega izida za preteklo leto. Skladno s 3. členom Poslovnika skupščine predlagam današnji skupščini v potrditev finančna poročila z bilanco stanja in izkazom poslovnega izida za leta 2003 (sprejetim 14. 4. 2004), 2004 (sprejetim 29. 3. 2005), 2005 (sprejetim 23. 3. 2006) in za leto 2006 (sprejetim na seji Izvršnega odbora 28. 3. 2007). Predlagam, da se ti sklepi spre-

jemajo potem, ko bomo slišali še poročilo predsednika Nadzornega odbora.

Omenil sem že, da končujem svoj mandat predsednika zveze zadovoljen. Svoje zadovoljstvo bom potrdil z naslednjim dejstvom: Leta 2002 je zveza izkazovala negativno finančno stanje v vrednosti – 4.475.260 SIT; leto 2006 je končni saldo pozitiven in znaša + 642.190 SIT (2.680,00 EUR), z vsemi poravnanimi obveznostmi iz preteklosti.

Za uspešno poslovanje zveze gre zahvala vsem članom Izvršnega odbora, Nadzornemu odboru, Izdajateljskemu svetu, glavnemu uredniku Gradbenega vestnika, zlasti pa gospe Anki Holobar kot edini zaposleni v strokovni službi ter vsem, ki so v tem obdobju korektno sodelovali z zvezo.

Novemu predsedniku sedaj prepuščam v upravljanje »zdravo njivo« in prepričan sem, da bo zveza v naslednjih letih žela dobre letine. To pa novemu vodstvu zveze, vsem članom in slovenskim gradbenikom tudi iz srca želim. «

Po poročilu predsednika NO Bojana Čelofige, inž. grad. in urednika Gradbenega vestnika prof. dr. Janeza Duhovnika je bila odprta razprava, za katero pa se ni prijavil nihče. Vsa poročila so bila nato soglasno sprejeta.

Boris Pečenko, univ. dipl. inž. grad. je v nadaljevanju poročal o spremembah statuta, ki so bile potrebne zaradi spremembe zakona o društvih. Tudi te spremembe je skupščina soglasno sprejela, nato pa še razrešnico organov ZDGITS, ki jim je potekel mandat.

O predlogih za nove funkcionarje ZDGITS je poročal predsednik volilne komisije Josip Barič, univ. dipl. inž. grad. DGIT Celje je predlagalo, da se za predsednika ZDGITS izvoli Miro Vrbeč, univ. dipl. inž. grad.



Predsednik ZDGITS Miro Vrbeč je bil rojen leta 1953 v Hrašah pri Smledniku. Prebiva v Zgornjih Jaršah, v občini Domžale. Poklicno pot univerzitetnega diplomirane inženirja gradbeništva je začel kot projektant gradbenih konstrukcij pri Medicoengineering, d.o.o. v Ljubljani, nadaljeval kot vodja odseka za zaščitne objekte pri Upravi za obrambo, nato je bil samostojni svetovalec in pomočnika direktorja projekta pri DDC Ljubljana. Od leta 1999 je zaposlen pri SCP, d.o.o. Ljubljana, najprej kot vodja projekta inženiring, potem v.d. direktorja družbe, od leta 2002 pa je direktor družbe.



Na razširjeni seji odborov so bili dani naslednji predlogi:

za podpredsednika doc. dr. Janez Reflak;

za člane Izvršnega odbora:

Marija Rataj, univ. dipl. inž. grad.,

doc. dr. Jože Lopatič,

Matija Blagus, inž. grad.,

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

prof. dr. Viktor Kravanja,

prof. dr. Milenko Roš,

doc. dr. Janko Logar,

Janez Bojc, univ. dipl. inž. grad.,

Feliks Strmole, univ. dipl. inž. grad.,

Boris Pečenko, univ. dipl. inž. grad.,

Viktor Markelj, univ. dipl. inž. grad.,

Marjan Vengust, dipl. inž. grad.;

za Nadzorni odbor:

Borut Gostič, univ. dipl. inž. grad. (predsednik),

Bojan Čelofiga, inž. grad. (član),

Rastko Godler (član),

Stane Breznik (namestnik),

Roman Kramer (namestnik);

za Častno razsodišče:

Stane Petrič, univ. dipl. inž. grad. (predsednik),

Jože Barič, univ. dipl. inž. grad. (član),

Gorazd Anton Benkovič (član),

dr. Drago Saje (namestnik),

Igor Strgar, univ. dipl. inž. grad. (namestnik).

Vsi predlagani kandidati so bili soglasno izvoljeni.

Sledila je podelitev priznanj ZDGITS.

Posebno zahvalo so za izredno pomoč in uspešno sodelovanje pri izvajanju programa zveze prejeli:

Stanislav Terčelj, univ. dipl. inž. grad.,

Franc Rus, univ. dipl. inž. grad.,

Marija Marinko, univ. dipl. inž. grad.,

Franc Zupančič, univ. dipl. inž. grad.,

Rajko Javornik, univ. dipl. inž. grad.,

Marjan Slana, univ. dipl. inž. grad.,

Boris Pečenko, univ. dipl. inž. grad.,

Boris Jukič.

Zaslужni člani ZDGITS so postali:

Gorazd Anton Benkovič, inž. grad.,

Jurček Kristovič, inž. grad.,

Bojan Šenet, inž. grad.,

prof. dr. Franc Saje,

Marjan Vengust, dipl. inž. grad.

Častni člani ZDGITS so postali:

Stane Petrič, univ. dipl. inž. grad. za dolgoletno in uspešno društveno dejavnost;

doc. dr. Janez Reflak, društveni aktivist od študentskih let naprej, od leta 1994 do 2002 predsednik ZDGITS, do sedaj izredno delavni podpredsednik, organizator seminarjev za strokovne izpite za gradbeno stroko;

izredni član SAZU, prof. dr. Miha Tomažević, priznani strokovnjak s področja potresnega inženirstva, avtor številnih znanstvenih člankov v Gradbenem vestniku, dolgoletni član Uredniškega odbora Gradbenega vestnika, sedaj član Izdajateljskega sveta kot nekdanji direktor Zavoda za gradbeništvo Slovenije, ki na njegovo pobudo že 20 let nepretrgoma finančno podpira izdajanje Gradbenega vestnika;

prof. dr. Bojan Majes, dekan Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani za dolgoletno finančno podporo in sodelovanje z Gradbenim vestnikom;

mag. Črtomir Remec, predsednik Inženirske zbornice Slovenije, član Izdajateljskega sveta Gradbenega vestnika, za sodelovanje pri snovanju sanacijskih ukrepov v zvezi z izdajanjem Gradbenega vestnika in pobudo za sodelovanje MSG-IZS z ZDGITS. V odločilnem času je v funkciji predsednika IZS podprl soizdajateljstvo Gradbenega vestnika in finančno podporo revije z naročnino za člane MSG IZS, s čimer je zagotovil njeno nemoteno izhajanje.

Pred koncem je skupščino nagovoril novi predsednik ZDGITS Miro Vrbeč, univ. dipl. inž. grad.:

»Spoštovane članice in člani ZDGITS!

Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov ter društva, ki jo sestavljajo, so ena od oblik stanovske organiziranosti v Sloveniji in

pomemben del civilne družbe. Da se društva ustanovijo in živijo, mora obstajati močan interes, volja in vera članov društev in podpora okolice in širše družbe.

Cilji društva in zveze morajo biti znani, javni in koristni. V tem primeru je interes članov društev vezan na strokovno delo, pomoč pri pridobivanju znanja in pri izmenjavi izkušenj, organizacijo strokovnih oblik delovanja društev kot so seminarji, tečaji, strokovna srečanja, sestanki članov, strokovne ekskurzije, izdaja strokovnih revij in drugih publikacij, izmenjava izkušenj s podobnimi strokovnimi društvi v tujini, sedaj zlasti v članicah EU in državah bivše Jugoslavije.

Društva zveze pokrivajo veliko področij gradbeništva na območju Slovenije. Organizirana so tudi društva za ceste, ki pa niso včlanjena v ZDGITS. Obstaja še društvo za beton, v katerem so člani prav tako posamezniki in ne podjetja, organizirano je

društvo za inženiring, obstaja tudi zveza asfalterjev, kjer pa so člani posamezna podjetja. Več let se že ustanavlja društvo za korozijo jekla in betonskega jekla Eutropia, ki pa še ni zaživelo. Vsa navedena društva bi lahko bila člani ZDGITS.

Iz mojih izkušenj v gradbeništvu sem ugotovil, da je pri gradnji vseh vrst investicijskih objektov vpletenih veliko vrst različnih strok in specialnosti, takorekoč vsi projekti so interdisciplinarnega značaja. Usklajevanje takih projektov zato zahteva upoštevanje pogojev vseh vpletenih strok. Zato, da ustrezno vodimo in zaključimo take projekte, potrebujemo gradbeniki interdisciplinarno znanja. To vrsto znanj pa lahko pridobivamo v različnih oblikah delovanja društev in zvez in sodelovanja med njimi ter v drugih oblikah stalnega izobraževanja.

Vsem članom se zahvaljujem za zaupanje. Skušal bom doseči, da se bodo v programih dela zveze in društev pojavile nove vsebine

in oblike dela, za kar bo treba pridobiti dodatna sredstva. To bo mogoče le na podlagi primernih programov dela in projektov.

Potrebno bo pridobiti aktivne člane in pomlajevati naše vrste. Mladi znajo veliko in imajo ambicije in energijo, včasih vidijo dlje in drugače, starejši pa imamo izkušnje in trpke šole že za sabo in vemo, da uspehi ne pridejo sami, temveč jih moramo doseči s trdim delom.

V Sloveniji že več let teče intenzivna gradnja avtocest in upam, da bo v teh projektih tudi veliko programov za naša društva.

Zveza bo še naprej podpirala vse dejavnosti kot doslej. Osnova in temelj dela zveze pa bodo še naprej dejavnosti društev, strokovni seminarji in Gradbeni vestnik. «

Po skupščini je bilo v sproščenem vzdušju krajše družabno srečanje.

Vsem dobitnikom priznanj iskreno čestitam, novim ter ponovno izvoljenim funkcionarjem pa želimo čimbolj uspešno delo.

REKONSTRUKCIJA ZIDANIH STAVB IN VPLIV UTRDITVENIH UKREPOV NA NJIHOVO TRAJNOST

RETROFIT OF MASONRY BUILDINGS AND ITS INFLUENCE ON THEIR DURABILITY

Mihajlo Popović, univ. dipl. inž. grad.

Gradbeni inštitut ZRMK d.o.o.
Dimičeva 12, 1000 Ljubljana

Strokovni članek

UDK 69.059.3/.4 + 699.8

Povzetek | Ob rekonstrukciji zidane stavbe ji moramo z utrditvenimi ukrepi zagotoviti tako ustrezno nosilnost in stabilnost kot tudi protipotresno odpornost. Potrebne in primerne posege določimo z izvedbo preiskav, analizo stanja in izdelavo projektne dokumentacije. V članku so predstavljeni najbolj pogosti utrditveni ukrepi, s katerimi zagotovimo zahtevano nosilnost konstrukcije s poudarkom na strokovni zasnovi in izvedbi. Opisani so tudi nekateri sanacijski posegi, s katerimi izboljšamo bivalno ugodje. Na gradbenofizikalne pogoje ne smemo pozabiti tudi zaradi zahtev predpisov. V nadaljevanju članka so opisane težave, do katerih lahko pride, če pri utrditvenih ukrepih zanemarimo gradbenofizikalni vidik. S tem negativno vplivamo na trajnost celotne konstrukcije. Pri snovanju ukrepov je potreben celostni pristop, saj samo tako lahko zagotovimo zahtevano trajnost zidane stavbe.

Summary | With the reconstruction and retrofit of a masonry building its load bearing capacity, stability, and earthquake resistance should be improved. To determine the required and the most convenient project steps, corresponding research and analytical studies should be done, followed by a preparation of design documentation. The most common techniques, their design, and application potential are presented in the paper. Some repair and preventive maintenance instruments are also described. These measures, undertaken with a consideration of building physics requirements, are aimed also at improving the indoor living standard. In addition, some problems caused by neglecting the building physics requirements are discussed, which can negatively influence the overall durability of the structure. An integral approach is needed to accomplish an adequate durability and sustainability of a masonry building.

1 • UVOD

V obstoječem gradbenem fondu Slovenije velik del predstavljajo zidane zgradbe. Večina novih stanovanjskih hiš je tako kot včasih zidanih iz pretežno opečnih in betonskih zidakov, manjši del pa je montažnih oziroma narejenih na kakšen drug način. Iz kamna in opeke so zidane tudi skoraj vse

stavbe starejšega datuma, kjer so za razliko od novih zidani tudi vsi veliki javni in reprezentančni objekti.

Glede na veliko zastopanost zidanih zgradb se vse bolj izpostavlja potreba po kvalitetnih konstrukcijskih posegih na tovrstnih zgradbah. Pri novejših zgradbah gre predvsem za

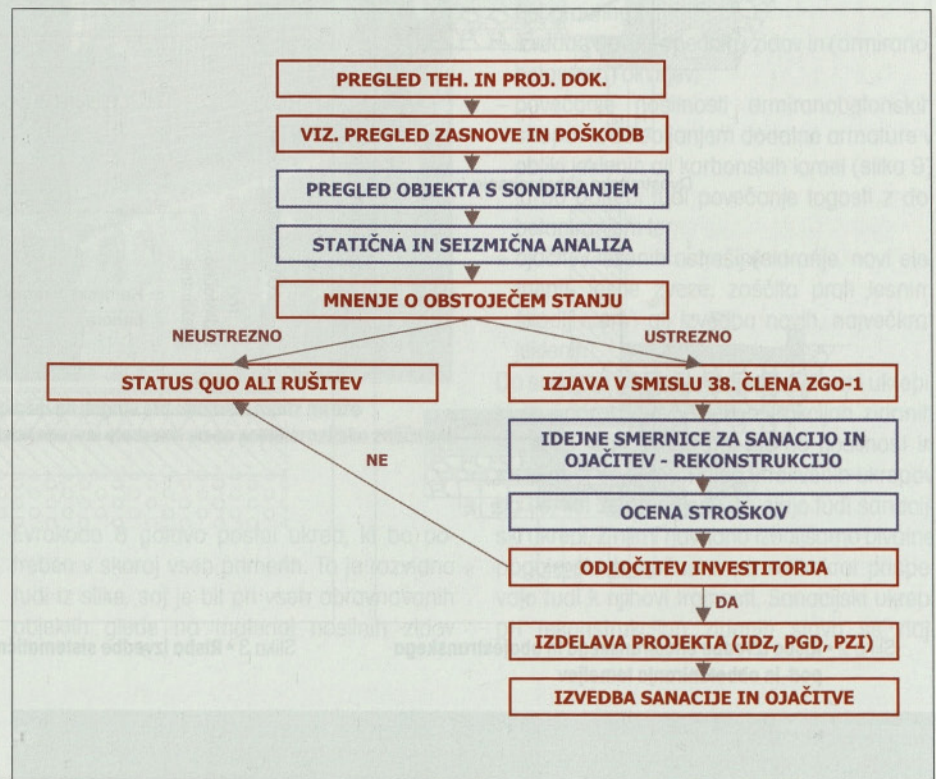
manjše rekonstrukcije in sanacije, pri starejših pa za celovite konstrukcijske posege, ki so podlaga za ohranjanje obstoječega gradbenega fonda. Slednje je potrebno tako zaradi prostorskih in ekonomskih potreb kot tudi zaradi ohranjanja kulturne dediščine ter revitalizacije starih vaških in mestnih jeder. Pri tem so glede na konstrukcijsko zasnovu, način gradnje in uporabljene materiale zidanih zgradb potrebni temu prilagojeni konstrukcijski posegi.

2 • POTEK OBNOVE

Ko se lotimo rekonstrukcije določene zidane stavbe oziroma analize njene smotrnosti, stopimo na dolgo pot. Praviloma je najprej potrebno pregledati dostopno tehnično in projektno dokumentacijo o objektu, ki pa žal ni vedno na voljo. Po vizualnem pregledu konstrukcijske zasnove in poškodb stavbe lahko sestavimo program pregleda zgradbe. Med pregledom nato z različnimi metodami, pretežno destruktivnimi, z globinskim sondiranjem, preverimo dejansko konstrukcijsko zasnovo in stanje materialov, katerih lastnosti in kakovost se večinoma določajo laboratorijsko na odvzetih vzorcih. Obseg sondiranja in preiskav je takrat, kadar je na razpolago ustrezna dokumentacija o stavbi, lahko seveda manj obsežen, saj gre v tem primeru pretežno za dokazovanje skladnosti izvedenega stanja s projektom. S poznavanjem konstrukcijske zasnove in materialnih karakteristik se lahko lotimo statične in seizmične analize. Na podlagi ugotovljenih dejstev se izdelava mnenje o obstoječem stanju. Če je slednje neustrezno oziroma nezadovoljivo, se proces navadno ustavi, še posebej ob zahtevi spomeniškega varstva (Zavod za varovanje kulturne dediščine Slovenije – ZVKDS) o ohranjanju stavbe, v nasprotnem pa se lahko sprejme tudi odločitev o rušitvi. Če pa je ugotovljeno stanje ustrezno oziroma zadovoljivo, se o tem pripravi izjava oziroma podrobnejše poročilo v smislu 2. točke 38. člena Zakona o graditvi objektov (ZGO-1). V okviru poročila se običajno podajo idejne

smernice za ojačitev in sanacijo, na podlagi katerih je možna ocena stroškov. Če so ti sprejemljivi, se nadaljuje priprava projektne dokumentacije (IDZ, PGD, PZI) in dejanska izvedba rekonstrukcije.

Opis potrebnih dejavnosti, ki je shematsko prikazan tudi z diagramom poteka (slika 1), se dostikrat zaradi varčevanja na nepravem mestu skrajša z izpuščanjem določenih faz dela (minimalni še možni program dela je v diagramu označen s rdečo barvo). To lahko pripelje do napačnih odločitev, ki imajo kasneje praviloma negativne finančne in časovne posledice.



Slika 1 • Diagram poteka aktivnosti pri rekonstrukciji (zidane) stavbe

3 • UTRDITVENI IN SANACIJSKI UKREPI

Ob rekonstrukciji (zidanega) objekta mu moramo zagotoviti ustrezno nosilnost in stabilnost ter protipotresno odpornost skladno s predpisi in aktualnimi dognanji stroke. To dosežemo z utrditvenimi ukrepi, s katerimi izboljšamo zmogljivost nosilne konstrukcije zgradbe.

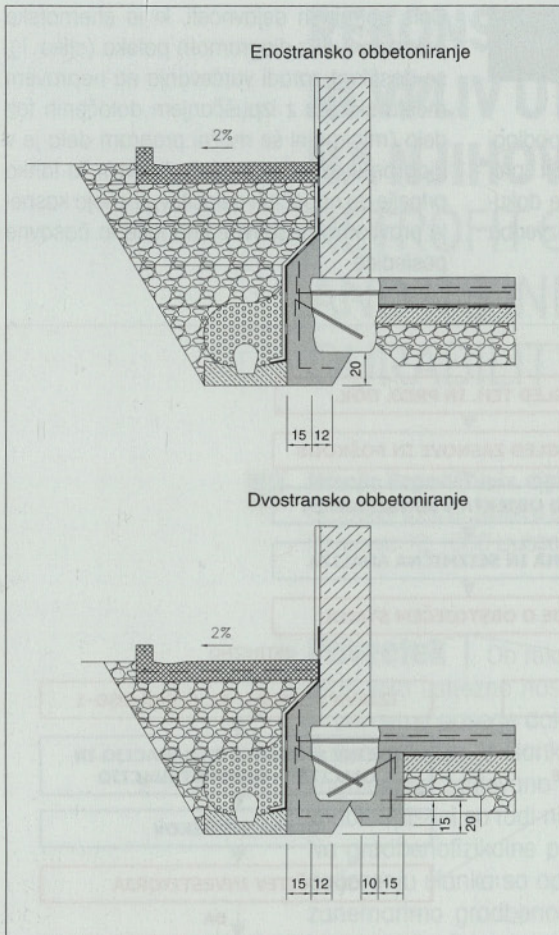
Pri konstrukcijski utrditvi zgradbe pa ne smemo pozabiti tudi na »čisto« sanacijo oziroma nekonstrukcijske ukrepe, s katerimi ne izboljšamo neposredno nosilnosti zgradbe, izboljšamo pa njeno funkcionalnost in trajnost. Sanacijski ukrepi z zagotavljanjem ustreznih gradbenofizikalnih pogojev namreč neposredno vplivajo tudi na utrditvene ukrepe.

Najpogostejši utrditveni ukrepi pri rekonstrukcijah zidanih stavb so:

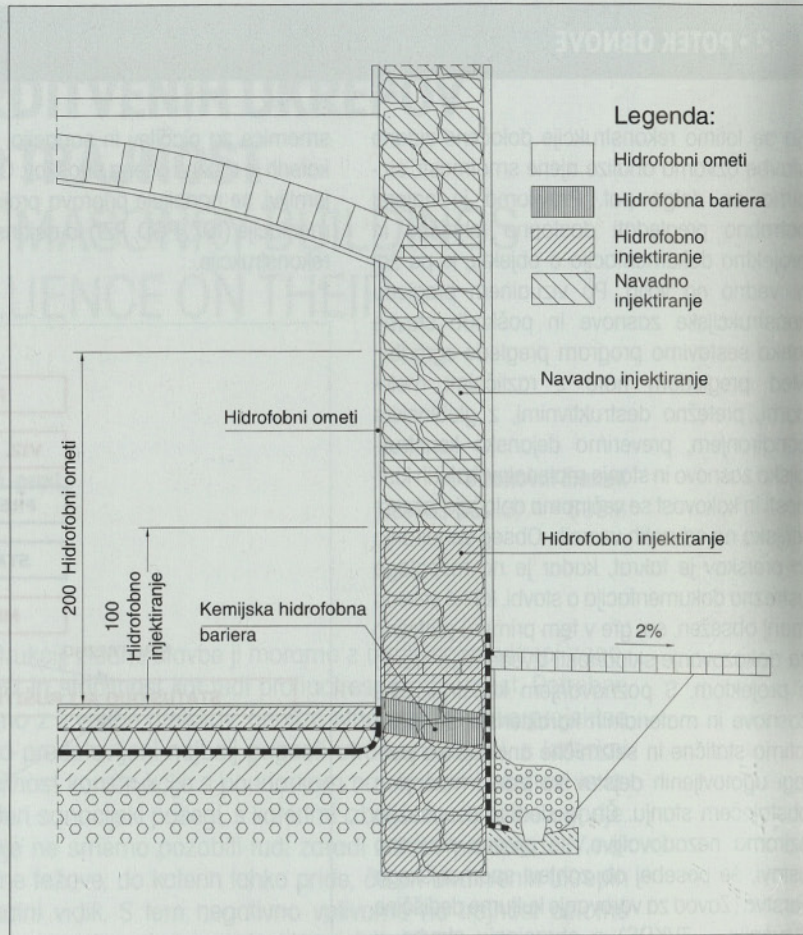
- pod in obbetoniranje obstoječih temeljev oziroma še večkrat kamnitih temeljnih zidov (slika 2),
- sistematično injektiranje kamnitih zidov (slika 3),
- izvedba armiranobetonskih ometov nosilnih opečnih zidov (slika 4),
- povezovanje zidov s horizontalnimi jeklenimi protipotresnimi vezmi (slika 5) ter sidranjem stropnih konstrukcij in
- utrditev lesenih stropov (slika 6), opečnih obokov, pruskih svodov oziroma čepic (slika 7) ali izvedba novih stropnih konstrukcij.

Navedeni ukrepi večinoma predstavljajo posege v obstoječe konstrukcijske sklope oziroma njihovo nadgradnjo. Ob projektiranju in izvedbi moramo biti še posebej pozorni na izvedbo sidranja oziroma povezave obstoječih in novih konstrukcij ter konstrukcijskih elementov. Le tako dosežemo načrtovano sodelovanje novih in obstoječih konstrukcij, v nasprotnem pa izvedeni ukrepi ne dajo želenih utrditvenih rezultatov. S projektom predvideni utrditveni ukrepi morajo biti poleg tega seveda tudi tehnološko izvedljivi in ekonomični.

Pri pod- in obbetoniranju temeljnih konstrukcij je tako potrebno površine obstoječih temeljnih konstrukcij očistiti in vgraditi povezovalna sidra. Kamnite temeljne zidove je potrebno predhodno sistematično injektirati, po betoniranju pa je potrebno linijsko injektirati tudi



Slika 2 • Risba izvedbe enostranskega in obojestranskega pod- in obbetoniranja temeljev



Slika 3 • Risba izvedbe sistematičnega injektiranja kamnitih zidov

zgornji stik med novim in starim delom temelja. Betoniranje se izvaja po kampadah s podaljševanjem armature in samo na eni strani zidu, tako da ne ogrozimo stabilnosti objekta. S podbetoniranjem poleg same utrditve velikokrat poglobimo temelje pod območjem zmrzovanja, če je obstoječ temelj preplitev. Sledi ustrezna zaščita pred vodo oziroma vlago.

Pri injektiranju kamnitih zidov jih je včasih potrebno v notranjosti predhodno navlažiti, saj so največkrat grajeni troslojno, z nasutjem v sredini. Notranje nasutje se namreč ustrezno prepoji z injekcijsko maso, samo če je dovolj vlažno in so prašni delci vezani. Obdelava stičnih površin je zelo pomembna tudi pri izvedbi armiranih ometov, kjer je še bolj pomembna ustrezna gostota veznih sider in vpetje oziroma poln stik dobetonirane ojačitve z etažnimi konstrukcijami spodaj in zgoraj. Protipotresne jeklene vezi (enostranske in obojestranske) in sidra etažnih konstrukcij (sidra lesenih stropnikov, jeklenih stropnih



Slika 4 • Izvedba obojestranskih armiranih ometov opečnih zidov



Slika 5 • Izvedba protipotresnih zidnih vezi: sidrni plošči na vogalu sta obdani z rabitz mrežo za ojačitev ometa, matice so točkovno privarjene, vsi elementi pa so protikorozijsko zaščiteni

predviden vsaj en ukrep za utrditev zidovja. Ob nespremenjeni namembnosti oziroma podobnih obtežbah so redkeje potrebni utrditveni ukrepi temeljnih konstrukcij obstoječih stavb, tudi zaradi konsolidacije temeljnih tal, s katero se nosilnost poveča.

Poleg prej navedenih najpogostejših utrditveni ukrepov se uporabljajo tudi drugi, kot na primer:

- utrditev temeljnih tal z uvajanjem cementa (jet-grouting),
- izvedba novih (opečnih) zidov in (armirano-betonskih) okvirjev,
- povečanje nosilnosti armiranobetonskih stropov z dolepljanjem dodatne armature v obliki jeklenih ali karbonskih lamel (slika 9) in po potrebi tudi povečanje togosti z dobetoniranjem ter
- ojačitev lesenih ostrešij (sidranje, novi elementi, lesne zveze, zaščita proti lesnim škodljivcem) ali izvedba novih, največkrat jeklenih.

Do sedaj so bili predstavljeni utrditveni ukrepi, ki se uporabljajo pri rekonstrukcijah zidanih stavb. S temi ukrepi povečamo nosilnost in stabilnost objektov. Poleg utrditvenih ukrepov pa se, kot že omenjeno, izvajajo tudi sanacijski ukrepi. Z njimi navadno izboljšamo bivalne pogoje stavb, sočasno pa velikokrat prispevajo tudi k njihovi trajnosti. Sanacijski ukrepi pri rekonstrukcijah zidanih stavb se naj-

nosilcev ali največkrat armiranobetonskih plošč) morajo biti ustrezno protikorozijsko zaščiteni in imeti skrbno pripravljena ležišča sidrni plošč. Matice sidrni palic morajo biti točkovno privarjene, nikakor pa ne smemo pozabiti na ustrezno sidranje enostranskih oziroma medsebojno povezavo obojestranskih protipotresnih vezi. Vse jeklene elemente na fasadah skrijemo pod omet zadostne debeline, ojačen z rabitz mrežo.

Pri utrditvi obokanih konstrukcij je praviloma najmanj problemov glede ustreznega sodelovanja obstoječih in novih elementov, medtem ko je pri lesenih stropnih konstrukcijah zaradi občutljivega materiala ravno obratno. To še posebej velja ob ojačitvi lesenih stropov z armiranobetonskim sovprežnim estrihom oziroma tanko tlačno ploščo na zgornji strani. Ta ukrep se pogosto uporablja za utrditev stropa, če (razen podpiranja) ne želimo posegati v spodnji prostor ali pa želimo lesen strop ohraniti zaradi drugih zahtev.

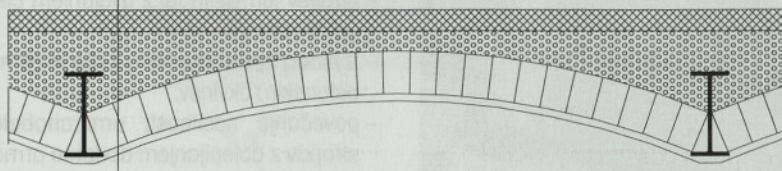
Pregled uporabe najpogostejših utrditvenih ukrepov na tipičnih večjih zidanih stavbah na sliki 8 kaže, da so največkrat potrebni ukrepi za povezavo nosilnih zidov stavb in statično utrditev stropnih konstrukcij, pri čemer je slednje potrebno tudi zaradi zagotavljanja toge šipe v ravnini stropov. Skorajda enako pogosto so potrebni ukrepi za utrditev nosilnih zidov, kar bo z izpolnjevanjem strožjih zahtev

Evrokoda 8 gotovo postal ukrep, ki bo potreben v skoraj vseh primerih. To je razvidno tudi iz slike, saj je bil pri vseh obravnavanih objektih glede na material nosilnih zidov



Slika 6 • Izvedba armiranobetonskega sovprežnega estriha: opaž med stropniki, folija, armaturene mreže, v stropnike vgrajeni moznički, še distančniki, pa bo pripravljeno za betoniranje

- A.B. estrih, d=8cm (armiran s Q196 - O5/10cm)
- PVC folija
- LECA (kompozit iz ekstrudirane gline)
- Obstoječi opečni obok, d=15cm
- Obstoječi omet



Slika 7 • Risba izvedbe razbremenitve oboka z lažjim polnilom in povečanja nosilnosti z izvedbo povezovalne plošče

	Coroninijev dvorec	Gimnazija Moste	Veleposl. ZRN	cerkev Slavina	stavba Maček	Minoriti MB
ojačitev temeljenja	×	×	×	×	✓	✓
injektiranje kamnitih zidov	✓	×	✓	✓	✓	✓
AB ometi opečnih zidov	×	✓	✓	×	✓	×
povezovanje zidov	✓	✓	✓	✓	✓	✓
ojačene / nove stropne konstr.	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Slika 8 • Pregled najpogostejših utrditvenih ukrepov nekaterih zidanih stavb



Slika 9 • Povečanje nosilnosti armiranobetonske plošče s karbonskimi lamelami

večkrat tičejo sanacije vlage. V okviru le-te se glede na potrebe navadno uporabljajo naslednji ukrepi:

- izvedba drenaže in vodozapornih tlakov z naklonom stran od objekta,
- hidrofolbno injektiranje kamnitih temeljnih zidov,
- vertikalna hidroizolacija temeljev in temeljnih zidov,
- horizontalna hidroizolacija temeljev (bariere, temperiranje,...) in
- sanacija ometov oziroma izvedba sanacijskih (sušilnih, hidrofolbnih) ometov.

Navedeni ukrepi so predstavljeni na risbi izvedbe sistematičnega injektiranja kamnitih zidov (slika 3), sama izvedba hidrofolbne bariere z raztopino silikonov pa tudi na fotografiji (slika 10).

Drenaža, vodozaporni tlaki z naklonom stran od objekta, vertikalna hidroizolacija temeljev in temeljnih zidov ter sanacija ometov oziroma izvedba sanacijskih ometov spadajo med klasične gradbene posege. Hidrofolbno injektiranje kamnitih temeljnih zidov je klasično injektiranje z dodatkom hidrofolbnega dodatka v injekcijsko maso, pri čemer pa moramo računati z večjo porabo materiala zaradi izcejanja injekcijske mase v zemlino in hkrati paziti, da med injektiranjem ne zalijemo drenaž in podobnega.

Med že omenjenimi ukrepi za sanacijo vlage je predvsem pri izvedbi manjkajoče horizontalne hidroizolacije oziroma blaženju stranskih učinkov zaradi njene odsotnosti več možnosti. Najbolj razširjen ukrep je injektiranje različnih medijev v zid tik nad terenom. V Sloveniji je pogosta izvedba hidrofolbnih barier s silikonom, s katerim ne zapremo por, po katerih poteka kapilarni vlek vlage, temveč kapilarni vlek zaustavimo zgolj s spremembo površinske napetosti v pori. Med izvedbo silikonskih barier vlage v zidu ne zmanjšamo, ampak jo za kratek čas celo povečamo, saj silikon uvajamo z mešanico vode. Manj ugodna stran postopka je tudi to, da moramo za potek kemične reakcije pustiti vrtnice, skozi katere smo raztopino uvajali, odprte, tako da ne moremo takoj pričeti z izvedbo ometov. Predvsem v nemškem prostoru je pogosta izvedba barier z uvajanjem parafina, ki fizično zapre pore. Ugodno pri tem postopku je, da že med izvedbo sušimo zid, saj moramo zaradi vzdrževanja parafina v tekočem stanju injekcijske nastavke stalno ogrevati. Neugodna plat postopka je seveda visoka poraba energije, dražje injekcijske naprave in pa izvedbeno zahtevnejši razvod električno ogrevanih nastavkov.



Slika 10 • Izvedba hidrofobne bariere z raztopino silikonov

4 • VPLIV UTRDITVENIH UKREPOV NA TRAJNOST ZIDANEGA OBJEKTA

4.1 Nujnost celostnega pristopa

Če analiziramo izvedene rekonstrukcije zidanih stavb, ugotovimo, da se pri rekonstrukcijah uporabljajo preverjeni postopki, ki so se večinoma uveljavili v daljšem obdobju. Uveljavili so se tudi zaradi tega, ker v primeru strokovno korektnih izvedb ni večjih negativnih stranskih učinkov. Glede uvajanja novih postopkov in materialov je gradbeništvo v primerjavi z nekaterimi drugimi tehničnimi strokami relativno konservativna panoga. Slednje glede na veliko škodo, ki lahko nastane zaradi napak, niti ni slabo.

Kot rečeno, z utrditvenimi ukrepi izboljšamo zmogljivost nosilne konstrukcije, tako da zadosi zahtevam predpisov glede nosilnosti in stabilnosti ter protipotresne odpornosti stavbe. Utrditveni ukrepi zajemajo vpeljavo novih konstrukcijskih elementov kot tudi izboljšanje materialnih karakteristik obstoječih. Oboje pomeni spremembo konstrukcijskega sklopa in s tem gradbenofizikalnih razmer, kar ima lahko seveda tudi negativne posledice. To pomeni, da moramo že pri načrtovanju utrditvenih ukrepov misliti tudi na zakonitosti in zahteve gradbene fizike, ki smo jih tudi sicer v okviru rekonstrukcije stavbe dolžni izpolniti.

Vsekakor hitro ugotovimo, da je za vpeljavo novih postopkov ali uspešno uporabo že uveljavljenih potreben interdisciplinaren oziroma celostni pristop. Pri celostnem pristopu moramo paziti tako na vpliv predvidenih ukrepov na povečanje nosilnosti in sodelovanje novih in starih konstrukcij (detalji) kot seveda tudi na vpliv ukrepov na gradbeno fiziko in posledično trajnost. Na tem mestu govorimo predvsem o trajnosti s tehničnega vidika, obstajajo pa seveda tudi okoljski, ekonomski, družbeni in kulturni vidiki, na katere pri projektiranju tudi nimalokrat naletimo. V zvezi s trajnostjo s tehničnega vidika moramo zagotoviti trajnost utrditvenega ukrepa oziroma dodanega dela konstrukcije. Z utrditvenim ukrepom prav tako ne smemo zmanjšati trajnosti ostalih delov konstrukcije in s tem celega objekta. Uveljavljeni utrditveni in sanacijski postopki v primeru strokovne zasnove in izvedbe, kot že rečeno, praviloma ne povzročajo težav glede zahtev gradbene fizike, saj je problematične ukrepe z leti izločila že praksa. Pri vpeljavi novih postopkov pa je o možnih negativnih posledicah potrebno misliti in naprej, če se ne želimo prevečkrat učiti na lastnih napakah.

Znižanje stopnje vlage v zidovih je možno doseči tudi na druge načine, na primer z elektroosmozo in temperiranjem zidov v nivoju ob terenu. Slabost teh metod je potreba po vzdrževanju sistema in stalna poraba energije, pri elektroosmozi pa dodatne težave povzročajo inštalacijski vodi. Na drugi strani s temperiranjem poleg zmanjšanja vsebnosti vlage v zidovih dosežemo tudi ugodne temperaturne pogoje v prostorih, ki jih ogrevamo do nižjih temperatur kot bivalne prostore in kjer se ljudje zadržujejo krajši čas, kot so na primer cerkve, muzeji in prireditvene dvorane dvorcev. Temperiranje je torej primerno predvsem za nekatere večje javne objekte. Metode s horizontalnim žaganjem zidov in vstavljanjem jeklenih ali drugih hidroizolacijskih barier so zaradi nevarnosti diferenčnih posedkov med izvedbo manj ugodne, za potresno ogrožena področja, kot je Slovenija, pa zaradi ustvarjanja drsine tudi neprimerne.

Zahteve gradbene fizike seveda poleg tega največkrat izpolnjujemo ločeno od same utrditve stavbe s pomočjo dodatnih ukrepov, s katerimi v okviru celostnega pristopa nadgradimo stavbo tudi v tem smislu. Poglavitne zahteve gradbene fizike, ki jih moramo pri projektiranju stavb računsko dokazati, se nanašajo na toplotne prehodnosti konstrukcijskih sklopov in difuzijo vodne pare. Te zahteve veljajo za novogradnje in za rekonstrukcije stavb, namenjenih za bivanje in delo ljudi, če so pri rekonstrukcijah dane tehnične možnosti za njihovo izvedbo in upoštevani pogoji varstva kulturne dediščine. Vrednosti toplotnih prehodnosti morajo biti manjše od predpisanih, vodna para, ki se je kondenzirala v gradbenih konstrukcijah, pa v njih ne sme povzročiti gradbene škode. Pri računu difuzije vodne pare je tako potrebno preveriti, ali je do morebitne kondenzacije vodne pare prišlo v dovoljenem materialu, ali je presežena največja dopustna vlažnost tega materiala in ali se lahko kondenzat v celoti izsuši v poletnem obdobju. V okviru energetske sanacije stavb je potrebno s pomočjo predhodnih analiz preveriti smiselnost in zaporedje izvedbe posameznih ukrepov glede na njihov učinek v celotni življenjski dobi stavbe. Nabor ukrepov zajema na primer namestitve dodatne toplotne zaščite zunanjih sten, strehe (ogrevano podstrešje) ali stropa proti podstrešju (mrzlo podstrešje) in tal proti terenu ali neogrevani



Slika 11 • Poškodbe ometa injektiranega zidu, do katerih je prišlo zaradi prekratkega časa sušenja zidu v zimskem obdobju

kleti, zamenjavo neustreznih ali dodatno tesnjenje manj ustreznih oken (pri tem lahko nastane problem nezadostnega prezračevanja – pojav plesni), sanacijo toplotnih mostov (z nestrokovnim dodajanjem izolacije lahko ustvarimo tudi nove), vgradnjo novih strojnih inštalacij, ogrevalnih teles in kotlov (inštalacije razen prebojev in stikov niso direktno vezane na konstrukcijo). V največji možni meri je potrebno izkoristiti razpoložljive obnovljive vire energije.

4.2 Splošno o vplivih utrditvenih ukrepov

Kot že omenjeno, moramo pri uvajanju novih utrditvenih postopkov in načrtovanju izvedbenih detajlov misliti tudi na stranske učinke, ki jih lahko z njimi povzročimo. Ustrezni detajli in izvedbenimi postopki, s katerimi zagotovimo ustrezno povezanost in s tem sodelovanje novih in starih elementov konstrukcijskih sklopov, so poleg mehanskega vidika pomembni tudi zaradi preprečevanja vdora škodljivih snovi v konstrukcijski sklop. Na mestih neustreznih stikov lahko pride do hitrega propadanja materialov, s čimer je ogrožena trajnost konstrukcije. Negativne stranske učinke lahko povzročimo tudi z neustrezno tehnologijo izvedbe. Nevarnost predstavljajo npr. uvažanje vode in ostalih snovi v konstrukcije v času izvedbe, prekratek čas za sušenje ob

pogoje. Kratkotrajnim izvedbenim negativnim učinkom se večinoma lahko izognemo s prilagojeno tehnologijo izvedbe, dolgotrajnim med uporabo stavbe pa predvsem s premišljeno konstrukcijsko zasnovo.

Zelo pogost primer negativnega stranskega učinka je ustvarjanje toplotnih mostov. Toplotni mostovi so tista mesta v zunanjem ovoj stavbe, kjer je toplotni upor bistveno manjši od toplotnega upora na sosednjih mestih. Na mestu toplotnega mostu je zato pozimi toplotni tok iz notranjega ogrevanega prostora v zunanje okolje močno povečan. Posledično je na takem mestu zato temperatura notranje površine znižana, kar lahko privede do kondenzacije. Toplotni mostovi so:

- konstrukcijski – ovoj stavbe je prekinjen ali predrt z materialom z veliko toplotno prevodnostjo, npr. jeklo in (armiran) beton (balkoni, preklade,...),
- geometrijski – zunanja površina, preko katere toplota prehaja iz ogrevanega prostora v okolje, je precej večja od notranje, npr. vogal,
- kombinirani – konstrukcijski in geometrijski hkrati, npr. vogalna armiranobetonska vez in
- konvekcijski – na mestu prekinitve ali netesnosti vlažen notranji zrak prodira v ovoj.



Slika 12 • Poškodbe lesenega stropnika, ki je bil po celi dolžini v stiku z injektiranim zidom in brez ustreznega zračenja



Slika 13 • Nastanek plesni na stiku z armiranim ometom utrjenega zidu in oboka, do katere je prišlo zaradi neupoštevanja spremembe gradbeno fizikalnih razmer

poseg injektiranja s kratkotrajno navlažitvijo ne povzroča težav. V nasprotnem lahko pride do cvetenja ometov (slika 11), gnitja lesenih stropnikov v ležiščih (slika 12), rjavenja starih zidnih vezi in podobnega.

Pri izvedbi armiranih ometov zunanjih zidov so lahko kritični predvsem toplotni pogoji. Pri obojestranskih armiranobetonskih ometih lahko zaradi manjše paroprepustnosti danega materiala in njegove večje toplotne prevodnosti glede na osnovni material konstrukcije pride do spremembe temperaturnega profila in poteka krivulj parnih tlakov, kar ima lahko za končno posledico tudi kondenzacijo vodne pare. Poleg tega obojestranski armiranobetonski ometi tvorijo s povezovalnimi jeklenimi sidri skozi zid točkovne toplotne mostove, ki v toplotnem smislu navadno niso kritični, lahko pa se na notranji površini stene na teh mestih pojavijo točkovni madeži kot posledica povečanega odlaganja prahu (fizikalno-kemijski vzroki). Toplotni mostovi lahko nastopijo tudi na mestih spojnici med zidaki. Ob tovrstnih ukrepih je zato potrebno sodelovanje gradbenega fizika, ki s pomočjo izračunov in simulacij toplotnega dogajanja presodi, ali je potrebno zid dodatno toplotno izolirati ali pa na primer prilagoditi posamezne detajle in zaključne sloje. V nasprotnem primeru se lahko poslabšajo bivalne razmere ali nastopijo gradbenofizikalne poškodbe konstrukcije (slika 13), kar vsekakor ni v duhu celostnega pristopa.

Tudi pri utrditvi lesenega stropa s sovprežnim armiranobetonskim estrihom ne smemo

Tako pri toplotnih mostovih kot tudi drugod smo že večkrat omenili vlago oziroma vodo, ki je v nenadzorovanih okoliščinah praviloma največji sovražnik konstrukcij. Škodljivi ali negativni vplivi vlage v nosilnih konstrukcijah so:

- zmanjšanje trdnosti vlažnih zidov, dodatna ogroženost zaradi zmrzovanja,
- raztapljanje soli, luščenje ometa, razvoj plesni,
- korozija armature in betona,
- gnitje lesenih elementov in
- povečanje toplotne prevodnosti toplotno izolacijskih materialov, toplotni most poleg energetskih izgub še potencira šibko točko.

injektiranju predstavlja vlaga, saj je notranjost zidov pred injektiranjem velikokrat potrebno omočiti, zaradi dobre penetracije pa imajo visok delež vode tudi injekcijske mase. Zaradi tega je potrebno zagotoviti zadosten čas sušenja konstrukcije z upoštevanjem klimatskih pogojev, še posebno v primeru predvidene izvedbe parozapornih ometov ali zaščitnih premazov. Če konstrukcijo osušimo, utrditveni



Slika 14 • Po odstranitvi zaključnih paroneprepustnih slojev tudi sicer popolnoma nestrokovno izvedenega sovprežnega estriha brez ustreznega sidranja so vidni prhli stropniki

4.3 Konkretni primeri

Poglejmo težave, s katerimi se srečujemo oziroma moramo biti nanje pozorni pri projektiranju in izvedbi najpogostejših utrditvenih ukrepov pri rekonstrukcijah zidanih stavb. S sistematičnim injektiranjem kamnitih zidov, s katerim zapolnimo praznine v zidovih in jih s tem utrdimo, sočasno povečamo toplotno prevodnost zidov, zidovi lahko akumulirajo več toplote, ustvarimo pa lahko tudi pogoje za kapilarni vlek vlage. Prvi dve lastnosti se spremenita minimalno in največkrat ne povzročata težav. Težava s kapilarnim vlekem je lahko izrazitejša, vendar jo praviloma odpravimo z izvedbo že prej omenjenih ukrepov za sanacijo vlage. Velik problem pa lahko pri

pozabiti na probleme, povezane z vlago oziroma zadostnim zračenjem. Pred betoniranjem moramo namreč vse lesene dele stropa zaščititi s folijo, da preprečimo iztekanje cementnega mleka. V nasprotnem bi povzročili gnitje mokrega lesa, neustrezen pa bi bil seveda tudi beton. Z uvedbo folije in betonskega estriha v konstrukcijski sklop pa sočasno preprečimo kasnejše zračenje stropa z zgornje strani, zaradi česar lahko pride do gnitja stropnikov, ki bi se navlažili ob uporabi spodnjih prostorov (slika 14). Ustrezno zračenje s čelne strani stropnikov moramo zato zagotoviti z zračniki na fasadi. Pri starejših hišah so zračniki narejeni, pri nestrokovnih prenovah fasad pa jih pogosto prekrijejo z ometom. Med izvedbo utrditve stropa je za zagotavljanje daljše življenjske dobe lesa seveda zelo priporočljivo vse lesene elemente dodatno zaščititi pred lesnimi škodljivci.

Ostali najpogosteje uporabljeni utrditveni ukrepi praviloma ne vplivajo na gradbenofizikalne pogoje, tako da na trajnost ugodno vplivajo predvsem s povečanjem nosilnosti in v tem smislu interdisciplinaren pristop pri njihovi uporabi ni nujen.

Vsekakor je pomembno, da se vseh utrditvenih in sanacijskih posegov lotimo natančno in strokovno, tako v projektantskem kot izvedbenem smislu. Pri tem moramo seveda stalno misliti tudi na možne negativne plati določenih ukrepov. Vsekakor mora biti stroka prisotna pri vseh posegih v konstrukcijo stavbe, tudi fistih, ki se na prvi pogled ne tičejo neposredno mehanske trdnosti in stabilnosti ali gradbene fizike. V konstrukcijskem smislu so tako zidane stavbe na primer zelo ranljive glede izvedbe raznih inštalacijskih vodov, katerih nestrokovna izvedba je pogosta (slika 15).

4.4 Nove rešitve

Pogosta uporaba navedenih utrditvenih ukrepov hkrati pomeni, da na določenih delih



Slika 15 • Primer nedopustnega posega: horizontalni inštalacijski utor globine 30 cm pomeni izrazito oslabitev zidu, ki lahko privede do porušitve (ekscetričnost) že pri nižjih obremenitvah, da o potresni varnosti niti ne govorimo

stavbe pride do stika več konstrukcijskih sklopov, ki jih je zato potrebno medsebojno uskladiti. To največkrat ne predstavlja posebnih težav, bo pa k učinkovitosti in trajnosti prispevala vpeljava boljših konstrukcijskih detajlov in razvoj novih izvedbenih postopkov utrditev. Razvoj je glede na obseg rekonstrukcij, ki je v porastu tako zaradi kulturnovarstvenih zahtev kot tudi zaradi višjih zahtev tehničnih predpisov, prav gotovo nujen.

Ena izmed smeri raziskav in eksperimentalnega potrjevanja je tudi utrditev nosilnih zidov z lepljenjem karbonskih trakov v obliki križa na njihovo površino. Če bi ta metoda dala eksperimentalno ugodne in računsko določljive rezultate, bi morda sčasoma lahko opustili robustno in drago utrditev nosilnih opečnih zidov z armiranobetonskimi ometi. Slednji so, kot je bilo opisano, težavni tudi zaradi gradbenofizikalnih pogojev. Poleg tega so velikokrat neizvedljivi iz arhitekturnih

in spomeniškovarstvenih razlogov, ko ni moč posegati v fasade, ožiti že tako preozka stopnišča in podobno, dodatne težave pa povzroča izvedba inštalacijskih vodov. Podobno kot za zidove si karbonski trakovi in karbonska tkanina v zadnjem času utirata pot tudi za utrditev lesenih elementov konstrukcij zidanih stavb. V teku so tudi preiskave različnih mešanic injekcijskih mas za sistematično injektiranje kamnitih zidov. Razvoj na tem področju in nove recepture injekcijskih mas bodo morda ponudili rešitve glede škodljivega vpliva vlage, ki je še posebno pereč pri uporabi na sakralnih objektih s poslikavami.

Za potrebe razvoja novih konstrukcijskih detajlov in izvedbenih postopkov bo smiselno natančno ovrednotenje gradbenofizikalnih vplivov na trajnost utrditvenih ukrepov. To bo zato predmet nadaljnjih analiz, sistematičnega pregleda ugotovljenih dejstev in preiskav.

5 • SKLEP

Ob rekonstrukciji zidanega objekta mu moramo z utrditvenimi ukrepi zagotoviti ustrezno mehansko nosilnost in stabilnost ter protipotresno odpornost skladno s predpisi in aktualnimi dognanji stroke. Za utrditev zidanih stavb se večinoma uporabljajo preverjeni ukrepi, stalno pa so v razvoju tudi nove rešitve. Pri tem ne smemo pozabiti, da z nekaterimi izmed uveljavljenih

utrditvenih ukrepov spremenimo tudi gradbenofizikalne pogoje zgradbe, problem pa je toliko bolj izpostavljen pri vpeljavi novih, v praksi še nepreverjenih posegih. Poleg tega moramo gradbenofizikalne karakteristike ločeno od utrditve izboljšati tudi s »čistimi« sanacijskimi ukrepi zaradi bivalnega ugodja in zahtev predpisov. S tem pa seveda ugodno vplivamo tako na trajnost samega utrje-

nega konstrukcijskega elementa kot tudi na trajnost cele stavbe. Natančno ovrednotenje gradbenofizikalnih vplivov na trajnosti utrditvenih ukrepov bo predmet nadaljnjih analiz, sistematičnega pregleda ugotovljenih dejstev in preiskav.

Rekonstrukcije stavbe se je torej potrebno lotiti postopoma s premislekom in s sprotno analizo ugotovitev in projektantskih rešitev. Hitro postane jasno, da gre za preplet različnih strok, interdisciplinarnost, ki zahteva celostni pristop.

6 • LITERATURA

- Dittrich, H., Feuchteschäden im Altbau, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln, 1986.
- Dreyer, J., Hecht, C., Injection methods for retrofitting of moisture damaged constructions, Structural Studies, Repairs, and Maintenance of Historical Buildings VII, Seventh International Conference of Structural Studies, Repairs, and Maintenance of Historical Buildings, Bologna, 2001.
- Hupl, P., Fechner, H., Grunewald, J., Petzold, H., The quantification of the moisture distribution in renovated historical wall structures and exposed monuments, Structural Studies, Repairs, and Maintenance of Historical Buildings VII, seventh international conference of Structural Studies, Repairs, and Maintenance of Historical Buildings, Bologna, 2001.
- Kos, J., Sanacija starejših zgradb, zbornik referatov Sanacija in rekonstrukcija zgradb, Gradbeni inštitut ZRMK – Gradbeni center Slovenije, Ljubljana, junij 1999.
- Lorenz, W., Hankammer, G., Lassl, K., Sanierung von Feuchte- und Schimmelpilzschäden, Verlagsgesellschaft Rudolf Müller, Köln, 2005.
- Pravilnik o toplotni zaščiti in učinkoviti rabi energije v stavbah, Uradni list RS, št. 42, 2002.
- Šijanec Zavrl, M., Energetska prenova stanovanjskih stavb – stanje in izgledi, zbornik referatov Sanacija in rekonstrukcija zgradb, Gradbeni inštitut ZRMK – Gradbeni center Slovenije, Ljubljana, junij 1999.
- Šijanec Zavrl, M., Energetsko učinkovita in trajnostna gradnja, Inovativno grajeno okolje – zbornik 3. dneva inženirjev in arhitektov, Inženirska zbornica Slovenije, Ljubljana, november 2003.
- Tomažević, M., Klemenc, I., Weiss, P., Potresna izolacija, utrjevanje zidov z lepljenjem CFRP trakov in zgodovinske zidane stavbe, Zbornik 28. zborovanja gradbenih konstruktorjev Slovenije, Slovensko društvo gradbenih konstruktorjev, Bled, oktober 2006.
- www.gi-zrmk.si
- www.gi-zrmk.si/gras
- Zakon o graditvi objektov (ZGO – 1), Uradni list RS, št. 110, 2002.
- Žarnić, R., Osnove lastnosti gradiv, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, 1998.
- Žarnić, R., Technologies for safeguarding of Heritage Buildings in Slovenia, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, 2002.

DOLOČANJE VPLIVNEGA OBMOČJA S SONČNO OVOJNICO

DETERMINATION OF INFLUENTIAL AREA WITH SOLAR ENVELOPE

doc. dr. Živa Kristl, univ. dipl. inž. arh.
prof. dr. Aleš Krainer, univ. dipl. inž. arh.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo,
Katedra za stavbe in konstrukcijske elemente,
Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana

Znanstveni članek

UDK 711.64 : 535.31 : 681.3.064

Povzetek | Gradbena zakonodaja Evropske skupnosti je uvedla termin gradbeni objekt ter uzakonila zagotavljanje primernih bivalnih razmer v objektih in v njihovi bližini. V slovenski regulativi je tako v projektu za pridobitev gradbenega dovoljenja med drugim potrebno določiti tudi pričakovane vplive objekta na okolico v zvezi s higieno in zdravstveno zaščito ter pričakovane vplive objekta na okolico v zvezi z energijo in ohranjanjem toplote. Skupen imenovalec teh dveh vplivov je osenčenje oziroma osončenje sosednjih nepremičnin. Za ugotavljanje trajanja osončenja na lokaciji oziroma obrisa senc lahko uporabimo različne metode, ena od njih je tudi »sončna ovojnica«. Metoda nam omogoči, da na neki parceli določimo maksimalen zazidljiv volumen, ne da bi pri tem senca objekta (ki je znotraj tega volumna) padla zunaj meja te parcele. V predstavljeni študiji smo preizkusili različna izhodišča sončnih ovojnic in rezultate aplicirali na parcelo in stavbo. Za izvedbo simulacij smo uporabili računalniško orodje PIRAMIDA za risanje sončnih ovojnic, ki smo ga razvili na KSKE FGG. Največji vpliv na obliko ovojnice imata izbran časovni interval osončenja in orientacija. Za olajšanje izvedbe določenih ciljev lahko upoštevamo tudi dodatne ukrepe, kot so na primer povečana osnovna površina sončne ovojnice, vertikalni pomik in toleriranje omejenega senčenja na fasadah sosednjih objektov. Sončna ovojnica, izdelana na podlagi lokacijske informacije, določa jasne pogoje za možen gradbeni volumen na določeni parceli, obenem pa onemogoča neobjektivne intervencije vseh vpletenih pri pridobivanju potrebne dokumentacije za gradnjo.

Summary | The European legislation in the field of building construction has introduced the term construction works and has regulated good living conditions in buildings as well as in their vicinity. In the Slovenian regulations, it is therefore necessary, for the project of acquiring the building permit, to determine also the expected influences of a building on the surroundings, taken into account hygiene and health protection as well as the energy and heat retention. The common denominator of both influences is the shadowing of neighbouring property. To determine solar duration on the site, various methods can be used, among others the solar envelope method. The method enables us to determine the maximum possible volume that could be built on a certain location without shadowing of neighbouring land. In the presented study various starting points of solar envelopes were used and the results were applied onto the site and buildings. The simulations were carried out with the software PIRAMIDA for drawing solar envelopes, developed at KSKE FGG. The chosen time interval and the orientation have the largest influence on the shape of the envelope. To facilitate the reaching of goals, certain additional measures, such as enlarged base of the solar envelope, vertical shift of envelope above the ground level, and the toleration of the limited amount of shadowing on neighbouring buildings can be introduced. The solar envelope designed according to site layout conditions defines clear terms for defining the building volume on a certain site and, at the same time, prevents un-objective interventions of the all involved in the process of acquiring building permits.

1 • UVOD

Gradbena zakonodaja Evropske skupnosti je v Direktivi o gradbenih proizvodih (EC, 1989) uvedla termin objekt ter uzakonila zagotavljanje primernih bivalnih razmer v objektih in v njihovi okolici. To pomeni, da morajo biti primerni pogoji za bivanje zagotovljeni znotraj objekta ob tem, da ta objekt ne vpliva negativno na okolico v smislu poslabševanja zunanjih razmer. Ker je evropska zakonodaja podloga nacionalne zakonodaje, v Pravilniku o projektni in tehnični dokumentaciji (RS, 2005) beremo, da je v projektu za pridobitev gradbenega dovoljenja potrebno opredeliti med drugim tudi pričakovane vplive objekta na okolico v zvezi s higieno in zdravstveno zaščito ter pričakovane vplive objekta na okolico v zvezi z energijo in ohranjanjem toplote. Skupen imenovalec teh dveh vplivov je osenčenje sosednjih nepremičnin.

22. člen omenjenega pravilnika (pričakovani vplivi objekta na okolico v zvezi s higieno in zdravstveno zaščito) med drugim pravi:

»(2) V zvezi s higieno in zdravstveno zaščito oziroma zaščito okolice je treba upoštevati tudi druge pričakovane vplive na okolico, kot so pričakovana osenčenja sosednjih nepremičnin, pri nameravanih gradnjah, za katere je v skladu s posebnimi predpisi presoja vplivov na okolje obvezna...

(3) Osenčenje sosednjih nepremičnin zaradi nameravane gradnje oziroma objekta se določa tako, da se na geodetskem načrtu prikaže površino sence, ki bi jo povzročil objekt na sosednjih nepremičninah. Takšno osenčenje je dopustno, če je nameravana gradnja v skladu z gradbeno oziroma regulacijsko linijo, določeno z državnim ali občinskim lokacijskim načrtom oziroma s pogoji iz občinskega prostorskega reda in če sta njegova višina in oblika takšni, kot ju opredeljujejo določbe takšnega izvedbenega prostorskega akta. Če izvedbeni prostorski akt za območje nameravane gradnje ne določa gradbenih oziroma regulacijskih linij, se šteje, da osenčenja ni, če iz prikazane površine sence izhaja, da senca v nobenem delu leta in dneva ne pade na sosednje nepremičnine, ali če takšna senca pade le na objekt, v katerem se ljudje ne zadržujejo stalno ali pa da takšen objekt nima oken oziroma če ima okna, da za takšnimi okni niso prostori, v katerih se ljudje stalno zadržujejo.

(4) Če zahteve iz drugega in tretjega odstavka tega člena niso izpolnjene, mora projektant z

uporabo zadnjega stanja tehnike dokazati, da je osenčenje dopustno oziroma v skladu s posebnimi predpisi.«

V 25. členu (pričakovani vplivi objekta na okolico v zvezi z energijo in ohranjanjem toplote) pa je navedena zahteva:

»...da (nameravana gradnja) ne bo vplivala na povečanje količine energije, potrebne pri uporabi objektov v okolici nameravane gradnje.« Osenčenje je torej pomembno tako s higiensko-zdravstvenega kot tudi energetskega in gradbenotehničnega vidika. Zadnja leta so študije psihofizioloških vplivov svetlobe na človeka postale zelo pomembno podpodročje študija dnevne svetlobe, posebno intenzivno je raziskovan vpliv svetlobe na biološko uro. CIE je izdala publikacijo Vpliv dnevne in umetne svetlobe na dnevne in sezonske spremembe pri ljudeh – bibliografija (CIE, 2001), kjer so zbrani bibliografski podatki o študijah s tega področja. Dokument zajema 1100 naslovov, ki obravnavajo fiziološki vpliv svetlobe na človeka. Učinki obsegajo fiziološko sledenje časovnim ciklom glede na letne čase, razlikovanje med dnevom in nočjo, itd. Obsegajo tudi fiziološke spremembe počutja ter budnosti kot tudi PM (predmenstrualne) tenzije in SAD (sezonsko motnjno razpoloženja ali sezonsko afektivno motnjo).

Nadzor porabe energije za obratovanje objektov (ogrevanje, hlajenje, osvetljevanje) je bil v evropski zakonodaji poleg že omenjene Direktive o gradbenih proizvodih dodatno reguliran še z leta 2002 sprejeto Direktivo o energetske učinkovitosti stavb (EC, 2002), ki se posebej ukvarja s problemom odvisnosti od uvožene energije. Glede na motnje preskrbe z energijo v zadnjih letih so usmeritve te direktive (varčevanje z energijo, izboljšanje obstoječega stavbnega fonda, dobro načrtovane nove stavbe, integriran pristop pri izračunu energetske bilance stavbe, letni pregledi ogrevalnih sistemov, certificiranje) izredno pomembne. Ne smemo zanemariti tudi aktivnih sistemov za izkoriščanje sončnega sevanja, kot so kolektorji za ogrevanje vode in PV celice.

V Zelenu knjigi Evropska strategija za trajnostno, konkurenčno in varno energijo (EC, 2006a) je komisija poudarila potrebo po okrepljeni politiki, usmerjeni v energetske učinkovitejšo rabo in načine proizvodnje. Na spomladanskem zasedanju 2006 je Evropski svet (ES, 2006) pozval k »nujnemu sprejetju

velikopoteznega in realnega akcijskega načrta za energetske učinkovitosti ob upoštevanju možnosti EU za več kot 20 % prihrank energije do leta 2020«. Na podlagi teh dveh dokumentov in Zelene knjige o energetske učinkovitosti (EC, 2005) je bilo leta 2006 izdano Sporočilo komisije Akcijski načrt za energetske učinkovitosti: uresničitev možnosti (EC, 2006b). V njem je jasno zapisano, da so energetske izzivi, s katerimi se spopada Evropa, posledica odvisnosti od uvoza, zaskrbljenosti glede preskrbe s fosilnimi gorivi in jasno opaznih podnebnih sprememb. Kljub temu da so bili v preteklih letih energetske učinkoviti ukrepi najpomembnejši energetskega vir (t.i. »negajouli«), Evropa zaradi svoje energetske neučinkovitosti še vedno izgubi vsaj 20 % svoje energije. V akcijskem načrtu je kot glavna prednostna naloga opredeljena energetske učinkovitosti v stavbnem sektorju. Največje možnosti za stroškovno učinkovite prihranke so na področju stanovanjskih in poslovnih stavb, deloma tudi zaradi njihovega velikega deleža pri skupni porabi, ki je ocenjena na 27 % in 30 %. V dokumentu so kot druga prednostna naloga postavljene Zahteve glede energetske učinkovitosti stavb in stavbe z zelo majhno porabo energije. Komisija predvideva, da bo leta 2009 po popolni izvedbi Direktive o energetske učinkovitosti stavb predlagala precejšnje razširitev njenega področja uporabe. Za nove stavbe bo Komisija do konca leta 2008 razvila strategijo za hiše z zelo majhno porabo energije.

Poraba energije v stavbah se kot ena od prioritete pojavlja tudi v Sporočilu Komisije Evropskemu svetu in Evropskemu parlamentu Energetska politika za Evropo (EC, 2007), kjer beremo, da pri porabi energije nastane 80 % vseh emisij toplogrednih plinov v EU. Komisija ugotavlja, da bi se s trenutnimi energetske in transportnimi politikami emisije CO₂ v EU do leta 2030 povečale za 5 %. Če se stanje ne bo spremenilo, se bo odvisnost od uvoza energije s 50 % skupne trenutne porabe v EU povečala na 65 %. Pričakuje se, da se bo do leta 2030 odvisnost od uvoza plina povečala s 57 % na 84 %, od uvoza nafte pa z 82 % na 93 %. Trenutne energetske politike v EU niso trajnostne, motena je zanesljivost oskrbe in peša konkurenčnost industrije. V poglavju Sporočila Evropski strateški načrt za energetske tehnologije med prednostnimi nalogami na prvem mestu zasledimo »večje število energetske učinkovitih stavb, naprav, opreme, industrijskih postopkov in prometnih sistemov«.

V skladu z navedenimi dokumenti pričakujemo, da se bodo zahteve glede porabe

energije v stavbah tudi v nacionalni regulativi dodatno zaostri. Nujno potrebno bo izkoristiti energije okolja (poleg dobro izolirane ovojnice stavbe), ki je na voljo na lokaciji, če bomo želeli ustreči energetskim zahtevam in obenem ustvariti primerne bivalne razmere. Preprečevanje medsebojnega senčenja objektov oziroma medsebojnega oviranja objektov pri dostopu do osončenja je torej pomemben vidik varčevanja z energijo.

V praksi se določanje osenčenja ob pomanjkanju zakonodaje s tega področja omeji na poizkus, da bi vplivno območje obdržali znotraj parcelnih mej, kar pa je težko dosegljivo. Leta 1988 je bilo trajanje osončenja bivalnih prostorov določeno z obveznim navodilom o Minimalnih sanitarnih in tehničnih pogojih (RSI, 1988). Trajanje osončenja preverjamo v treh referenčnih dneh in mora obsegati minimalno časovno trajanje. To navodilo kljub prenehanju veljavnosti še vedno predstavlja osnovo za preverjanje osončenja v večini projektov zazidalnih načrtov oziroma lokacijskih načrtov. V nekaterih projektih je zahtevano trajanje osončenja doseženo kot vsota kratkih intervalov osončenja, ki dosežejo okno skozi presledke med objekti.

Seveda je trajanje osončenja 1 ure pozimi s stališča bioklimatskega načrtovanja stavb prekratko. Intervala osončenja v pomladnem in jesenskem obdobju sta znatno daljša in znašata 3 ure. Toda v obdobju teh letnih časov je mogoče zbrati veliko sončne energije in v ugodnih pogojih z energijo iz okolja pokriti praktično celotne potrebe po energiji za ogrevanje. Glede poletnega sončnega obsevanja je zanimanje v zvezi z energijo usmerjeno predvsem v kolektorje in PV celice, drugače pa dolgo trajno sončno obsevanje, predvsem v popoldanskem času, lahko predstavlja problem zaradi pregrevanja bivalnih prostorov. Smisel planiranja osončenja je v tem, da vplivno območje senčenja objekta omejimo tako, da sosednjim objektom ne bo onemogočil dostopa do osončenja (v smislu poslabšanja bivalnih razmer in zajema energije) in da ne bo bistveno poslabšal razmer na zemljišču.

Projektanti si lahko pomagajo tudi s standardom SIST DIN 5034 (SIST, 1997), ki priporoča 4 ure osončenja na sredini okna bivalnega prostora skozi celo leto. To priporočilo je primerno in zelo uporabno s stališča higiensko-zdravstvenega vidika in uporabe sončne ener-

gije za ogrevanje. Štiri ure osončenja na naši geografski širini pomeni, da bo okno osončeno med 10. in 14. uro. Najnižji vpadni kot sonca v tem časovnem trajanju je 15° in je po predhodno opravljenih študijah (Kristl, 2004a) najnižji še uporaben vpadni kot osončenja. Po drugi strani je to priporočilo težko izpolniti, predvsem v gosto pozidanih območjih. Če bi ga hoteli dosledno upoštevati, bi morali predvideti večje razmake med objekti ali pa graditi nižje objekte. Uporaba standarda po definiciji ni obvezna, zato je njegovo priporočilo redkokdaj upoštevano.

Položaj stavbe glede na parcelne meje določajo tudi občinski akti. Odmiki so določeni glede na zeleno stopnjo gostote pozidave in glede na tip pozidave. Posledica tega je, da odmiki od parcelnih mej niso enotno določeni, temveč so odvisni od posameznega akta. Večinoma je za individualne stanovanjske objekte določen odmik med 4 in 7 metri, vendar naltimo tudi na določila, ki dovoljujejo le 1,5 metra odmika. Občine tudi določajo maksimalno dovoljeno pozidanost zemljišča, ki se za omejnene objekte v primestnih naseljih giblje od 25 % do 30 %. Za to ni nobene objektivne higienske in gradbenofizikalne osnove.

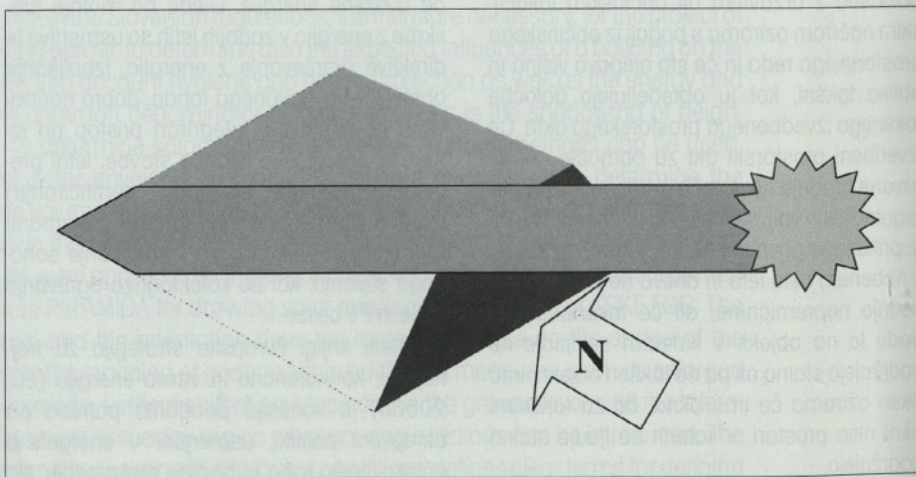
2 • METODA UGOTAVLJANJA MEDSEBOJNEGA SENČENJA

Za ugotavljanje trajanja osončenja na lokaciji oziroma obrisa senc lahko uporabimo različne metode, od senčenja na 3D osnovi, ki ga lahko izvedemo v različnih CAD programih, do izrisa cilindrične projekcije poti sonca (Kristl, 2004b) in njenega vpliva na točko na lokaciji ter izrisa izo-senc (Kristl, 2000). Ena od metod je tudi »sončna ovojnica«, ki jo je leta 1981 predlagal profesor R. L. Knowles (Knowles, 1981). Metoda nam omogoči, da določimo največji možni volumen, ki ga lahko zgradimo na določeni lokaciji, ne da bi pri tem senca padla zunaj meja te lokacije. Oblika sončne ovojnice izhaja iz oblike parcele in njene topografije ter iz zelenega trajanja osončenja oziroma osenčenja sosednjega zemljišča, glede na katerega določimo minimalen vpadni kot sonca (slika 1). Če je oblika parcele enostavna, npr. ortogonalna in je teren vodoraven, risanje sončne ovojnice ni zamudno, čeravno jo rišemo »na roko«. Ko pa je situacija bolj razgibana (npr. teren v naklonu in poligonalna oblika parcele), ročna metoda ni več praktična. To je eden od razlogov, zakaj smo

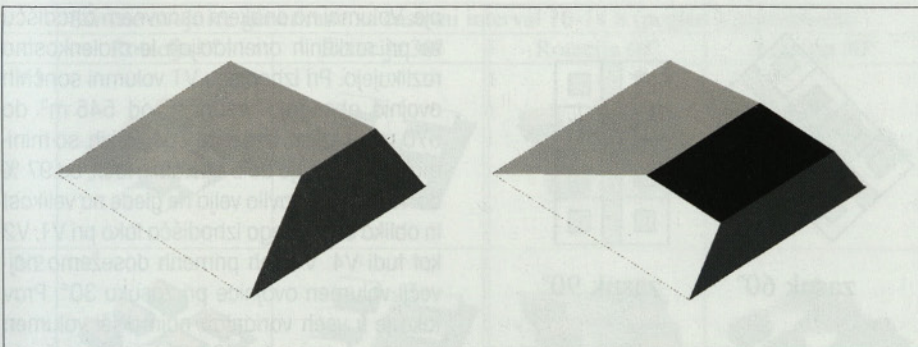
na KSKE FGG UL razvili računalniško orodje PIRAMIDA za risanje sončnih ovojnic (Zabret, 2005). Tudi mnogo drugih avtorjev za izdelavo sončne ovojnice predlaga računalniško orodje, npr. Capeluto in Shaviv (Capeluto,

1997); Cotton (Cotton, 1996) predlaga metodo za risanje sončne ovojnice na urbaništem načrtu, ki temelji na 3D programu za prostorsko modeliranje; Schiller in Uen-Fang (Schiller, 1993) sta razvila Solvelope orodje, interaktiven računalniški program za določanje in risanje sončnih ovojnic.

V članku so predstavljeni rezultati študije, izvedene na primeru vzorca stanovanjskega



Slika 1 • Enostavna sončna ovojnica. Njena oblika je odvisna od izhodiščne ploskve (npr. oblike parcele in njene topografije) ter od izbranega časovnega intervala za osenčenje



Slika 2 • Višina sončne ovojnice je lahko poljubno omejena v višino. Na sliki je sončna ovojnica z izbranimi parametri pri maksimalnem volumnu in sončna ovojnica pri istih parametrih, ki je prirezana na izbrani višini

naselja enodružinskih hiš. Cilj študije je bil ugotoviti, kako določila glede vplivnih območij učinkujejo na obstoječo prakso oblikovanja zazidalnih načrtov in v kolikšni meri je metoda sončne ovojnice uporabna za določanje vplivnih območij stavb. V študiji smo se naslonili na obstoječo zakonodajo in arhitekturno prakso. Študijo smo izvedli s programom PIRAMIDA.

2.1 Opis računalniškega orodja

Program PIRAMIDA je zasnovan kot nadgradnja CAD programa za oblikovanje 3D modelov sončnih ovojnic. Vhodni podatki za izračun ovojnice so geografska širina, oblika parcele in izbrani časovni interval osonečenja. Obliko parcele podamo kot poligon, trenutno je število vogalov omejeno na 6. Teren lahko pada v katerokoli smer, s tem da nagib terena ni omejen, razen v enem primeru: maksimalen nagib proti severu ne sme biti večji kot vpadni kot sončnih žarkov. S to omejitvijo se izognemo teoretično neskončni senci. Izhodišče za oblikovanje sončne ovojnice je sončno sevanje, ki vpade na teren pod določenim kotom. Za lažje razumevanje si predstavljamo, da vpadni žarki tvorijo geometrijsko telo, ki ima za osnovo obliko parcele. Presek dveh takih teles (vpadni koti osonečenja za izbrani časovni interval) določa osnovno sončno ovojnico. S pomočjo tretjega telesa, ki vertikalno izhaja iz lokacije, pogojujemo končno višino ovojnice. Če je višina tretjega telesa nižja od preseka prvih dveh, je rezultat preseka vseh teles prirezana ovojnica na višini tretjega telesa (slika 2). V nasprotnem primeru se formira koničasta sončna ovojnica. S pomočjo tretjega telesa ovojnico lahko »režemo« na poljubnih višinah (npr. po metrih ali etažah). Rezultat opisanega postopka je geometrijsko telo, ki pri izbranih sončnih

parametrih ne senči površine zunaj svoje osnovne ploskve.

Sončna ovojnica lahko stoji na terenu ali pa je za izbrano dimenzijo dvignjena nad teren. Na ta način lahko simuliramo gosto pozidana urbana okolja, kjer imajo stavbe v spodnjih etažah drugačne zahteve glede osonečenja kot v zgornjih (navadno javni program v pritličju in stanovanja v nadstropjih). Program omogoča tudi opcijo, pri kateri sončno ovojnico podaljšamo preko izhodiščne ploskve. Na ta način pridobimo podatke o vplivnem območju analizirane stavbne dispozicije ali vpadnih kotov sončnih žarkov. V nadaljnjih korakih lahko na lokacijo dodamo poljubno število objektov različnih geometrij. Grafični del rezultatov se izpiše v obliki bmp ali dwg datoteke, ki jo je mogoče nadalje obdelovati s CAD ali podobnimi programskimi orodji. Numerični del rezultatov prikaže podatke o geometriji sončne ovojnice in največjem možnem volumnu, ki ga lahko pozidamo na določeni lokaciji.

2.2 Rezultati simulacij

Glede na opisane zahteve pravnih aktov sončno ovojnico lahko zarišemo na različne načine (slika 3):

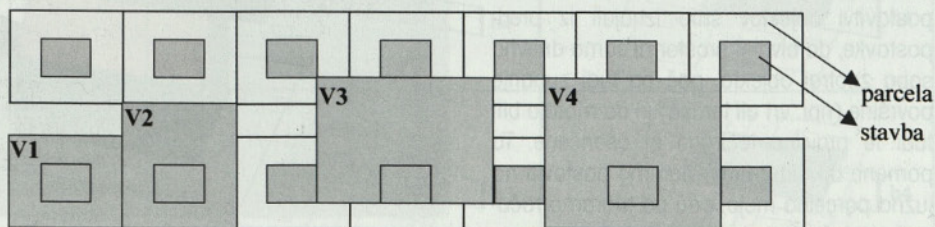
- Varianta 1 (V1) – vplivno območje omejimo s parcelno mejo (na ta način sosednja ne-

premičina v izbranem časovnem intervalu ne bo osenčena in bo ohranila obstoječo vrednost glede osonečenja in možnega lociranja bodočih objektov),

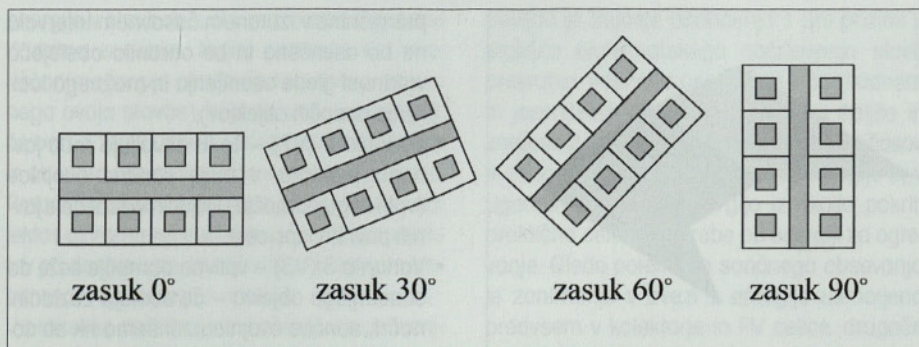
- Varianta 2 (V2) – če to dovoljuje raba javnega prostora, v meje sončne ovojnice (vplivnega območja) vključimo tudi dele javnih površin, npr. cest,
- Varianta 3 (V3) – vplivno območje seže do sosednjega objekta – če obstaja zazidalni načrt, sončno ovojnico zarišemo tik ob sosednjem objektu (tak sistem omogoča osonečenje fasad in streh sosednjega objekta, toda položaj objekta je dokončno določen, ker je okoliško zemljišče do določene mere osenčeno – dozidava ali zgoščevanje pozidave je oteženo),
- Varianta 4 (V4) – vplivno območje sega na sosednji objekt – če imamo na voljo dovolj natančen načrt, lahko sončno ovojnico zarišemo do odprtin sosednjega objekta (s tem je položaj sosednjega objekta in njegovih odprtin točno določen, spremembe načrta pa zelo omejene, saj so vezane na meje sončne ovojnice – tudi npr. nadomestna gradnja ali dozidave morajo biti izvedene znotraj obstoječih gabaritov in pozicij odprtin).

V bistvu osnovo sončne ovojnice lahko zarišemo na dva načina: tako da izhajamo iz parcele (V1, V2) ali pa iz pozicije objekta v razmerju do drugih objektov (V3). Varianta V4 je kombinacija obeh izhodišč.

Tipična enodružinska hiša, ki smo jo v tej študiji uporabili kot referenco, ima 2 nadstropji (vsako je visoko 3 metre) in dvokapno streho višine 2,5 metra. Če predpostavimo, da ima hiša florisne dimenzije 12/8 metrov in da je zahtevan odmik od parcelne meje 4 metre, dimenzije parcele dosežejo 16/20 metrov ali 320 m². Če preverimo zasnovo s stališča pozidanosti zemljišča in predpostavimo, da je dovoljena 30 % pozidanost, ima parcela ob enakih predpostavljenih dimenzijah stavbe natanko enako površino. Nižje razmerje pozidanosti, npr. 25 %, zahteva malenkost



Slika 3 • Izhodiščne ploskve sončnih ovojnic za štiri predlagane variante, ki so obenem tudi meje vplivnih območij



Slika 4 • Izhodiščna pozidava enodružinskih hiš ob cesti z zasuki v korakih po 30°

večjo parcelo, 384 m². Če ostane dimenzija parcele proti cesti enaka, so mere stranic ortogonalne parcele pri 25 % pozidanosti 16/24 metrov. V realnih situacijah se dimenzije razlikujejo in so odvisne od množice faktorjev, npr. od naklona terena in orientacije cest, za to študijo pa smo predpostavili poenostavljeno situacijo, ki omogoča nadaljnje primerjave.

Za potrebe študije smo zasnovali namišljeno stanovanjsko ulico, obzidano z opisanimi enodružinskimi hišami. Širina ulice je 6 metrov. Obravnavali smo 25 % in 30 % faktor pozidanosti zemljišča in simulirali 2-urno in 4-urno osončenje med zimskim obdobjem. Simulacije smo izvedli za Ljubljano (geografska širina 46,03°). Kot referenčni dan smo izbrali 21. december. Na ta dan so vpadni koti v Ljubljani ob 10. in 14. uri 15,41° ob 11. in 13. uri pa 19,23°. Maksimalni vpadni kot je 20,55° ob 12. uri. V študiji smo obravnavali samo zimsko obdobje. Razmerja osenčenosti zemljišča okoli objekta v zimskem, poletnem in jesensko-pomladnem obdobju smo določili že v predhodnih študijah (Kristl, 2004a). Na primer, če oblikujemo sončno ovojnico za 2-urno zimsko osončenje med 11. in 13. uro, lahko v isto ovojnico postavimo ovojnico za 4-urno osončenje spomladi in jeseni in za 5-urno osončenje poleti.

Za lažje spremljanje smo predpostavili 4 tipe osnovnih ploskev na horizontalnem terenu, ki so zasukane v korakih po 30° (slika 4). Pri postavitvi objektov smo izhajali iz predpostavke, da bivalni prostor ni samo dnevna soba znotraj objekta, pač pa tudi zunanje površine (npr. vrt ali terasa) in da morajo biti tudi te pravilno locirane in osončene. To pomeni, da stavbe ne moremo postaviti na južno parcelno mejo, pač pa moramo računati z določenim odmikom.

Sončne ovojnice smo horizontalno rezali na višini 3 metrov, da smo simulirali etažno vi-

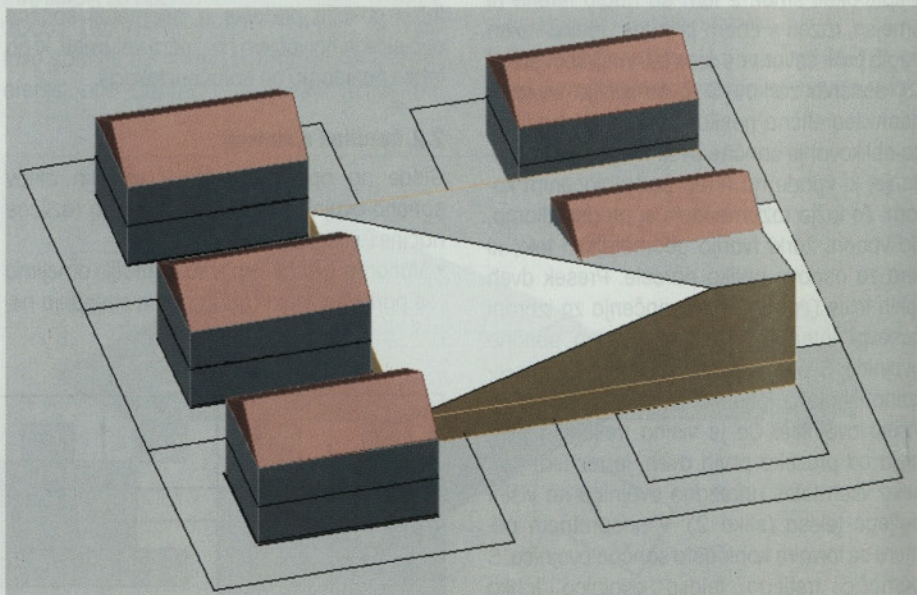
šino. Na ta način je možno opazovati, kje bi bilo mogoče postaviti objekte in kako visoki bi lahko bili. Obravnavali smo tri opcije višin sončne ovojnice: neposredno na terenu in dvignjene za 1 in 2 metra nad teren (s tem se vplivno območje razširi izven izhodiščne ploskve).

2.3 Simulacija 1: faktor pozidanosti 30 %, trajanje sončnega obsevanja 4 in 2 uri

V prvem koraku smo primerjali sončne ovojnice na različno velikih vplivnih območjih, neodvisno od tega, koliko volumna je dejansko mogoče uporabiti za stavbo. Ta primerjava je bila namenjena oceni izhodišč za oblikovanje ovojnic glede na izvedene zasuke. Referenčna vrednost pri vseh primerjavah je bila varianta V1, zasuk 0° in 4-urno osonče-

nje. Volumni na enakem osnovnem izhodišču se pri različnih orientacijah le malenkostno razlikujejo. Pri izhodišču V1 volumni sončnih ovojnic obsegajo vrednosti od 545 m³ do 570 m³. Razlike, izražene v odstotkih, so minimalne in znašajo do 5 odstotnih točk, od 97 % do 102 %. To pravilo velja ne glede na velikost in obliko osnovnega izhodišča tako pri V1, V2 kot tudi V4. V vseh primerih dosežemo največji volumen ovojnice pri zasuku 30°. Prav tako je v vseh variantah najmanjši volumen dosežen pri zasuku 60°. Trajanje osončenja smo nato skrajšali na 2 uri, zato so spremeni vpadni koti sonca vplivali tudi na naklon stranic sončne ovojnice (referenčna vrednost pri tej primerjavi je sončna ovojnica pri simulaciji V1, zasuk 0° in 2-urno osončenje). Če primerjamo simulacijo V1 pri različnih zasukih, vidimo, da so razlike volumnov večje kot pri prejšnji primerjavi in dosežejo vrednost do 18 odstotnih točk. Volumni obsegajo od 746 m³ do 903 m³ in so znatno večji kot pri prvi simulaciji. Tudi pri simulacijah V2 in V4 se ponovi enak vzorec razmerij. Razlike v volumnih so precejšnje in se razlikujejo glede na zasuk. Največji volumen v vseh primerih dosežemo pri zasuku 0°.

Sončne ovojnice smo po višini razdelili pri 3 in 6 metrih, da smo simulirali višino etaže. Izvedli smo tudi primerjavo z ovojnicami, v katere smo namestili referenčni objekt. Kadar dimenzije referenčnega objekta presežejo sončno ovojnico, pade senca objekta zunaj osnovne ploskve sončne ovojnice. Objekt torej



Slika 5 • Sončna ovojnica, v katero je nameščen referenčni objekt (deli objekta, ki ostanejo zunaj sončne ovojnice, mečejo senco preko meje izbranega vplivnega območja). Na sliki je varianta V4, osončenje od 10. do 14. ure, pozidanost 30 %, zasuk 60°, dvig nad teren 2 metra

Sončne ovojnice generirane za časovni interval 10-14 h (pogled z jugozahoda)				
	Rotacija 0°	Rotacija 30°	Rotacija 60°	Rotacija 90°
V1				
V2				
V3				
V4				

Slika 6 • Primerjava sončnih ovojnic, oblikovanih na različnih izhodiščnih vplivnih območjih za časovni interval od 10. do 14. ure pri pozidanosti zemljišča 30 %. Stavbe so v sončne ovojnice postavljene za lažjo oceno dimenzij ovojnic

senči okolico tudi zunaj izbranega vplivnega območja (slika 5). Pri simulaciji V1, trajanje osonečenja 4 ure, ko je sončna ovojnica omejena z velikostjo parcele, na nobenem delu ne dosežemo višine dveh etaž. Če želimo, da vplivno območje ostane znotraj parcelnih mej, je pri vseh zasukih mogoče izvesti samo pritlične stavbe z majhno florisno površino in postavljene na južni meji parcele. Podobni rezultati nastanejo tudi v primeru V2. Pri simulacijah z dveurnim osonečenjem vidimo, da je ovojnica simulacije V2, zasuk 0°, visoka 6 metrov na večini površine referenčnega objekta, kar je največ med vsemi zasuki. Ostali zasuki imajo nižje ovojnice in na te situacije bi lahko namestili samo pritlične objekte.

Če obravnavamo stavbo v nekem prostoru, jo pravzaprav obravnavamo v odnosu do okolja in ostalih stavb. Simulacija V3 je bila izvedena na način, da je izhodiščna ploskev ovojnice postavljena na južni rob stavbe. Proti severu, vzhodu in zahodu ovojnica sega do sosednjih stavb, se pravi, da so v vplivno območje vključeni tudi deli sosednjih parcel. Ker se pri različnih zasukih spreminja velikost izhodiščne ploskve ovojnice (senca lahko vedno seže do sosednjega objekta), so tudi razlike med

zasuki v tej simulaciji velike. Tako dosežeta sončni ovojnici pri zasuku 0° in 90° veliko večji volumen kot pri ostalih dveh zasukih (slika 6). V primeru te simulacije je pri vseh

zasukih mogoče postaviti pritlične stavbe na južnem delu ovojnice. Pri zasuku 0° doseže ovojnica višino 6 metrov, vendar le v zelo omejenem območju. Pri dveurnem osonečenju varianta V3, zasuk 0°, doseže ovojnica višino 6 metrov po večini površine, na južnem robu pa 9 metrov. V to ovojnico bi lahko umestili skoraj celotno referenčno hišo. Pri ostalih zasukih bi morali biti objekti nižji.

Če sončno ovojnico oblikujemo na neki višini nad terenom, tak ukrep povzroči znatno povečanje volumna ovojnice, obenem pa vplivno območje seže preko meja osnovne ploskve. Primerjava med volumni za štiriurno osonečenje na isti lokaciji pri različnih zasukih nam pokaže, da pri varianti V1 in zasuku 0° dvig ovojnice za 1 meter poveča volumen ovojnice za 140 %, dvig za 2 metra pa za več kot 200 %. Simulacije variant V2 in V4 imajo podobne rezultate. Vidimo, da orientacija v tem primeru ni odločilna za doseganje večjega volumna. Izjema je ponovno varianta V3, kjer je volumen pri zasuku 0° za več kot 100 % večji kot pri ostalih zasukih. Vzrok je površina izhodiščne ploskve, ki se spreminja glede na zasuk.

Če pri istih izhodiščnih sončno ovojnicah dvignemo za 2 metra nad teren in opazujemo njeno višino (režemo na 3 in 6 metrih, da simuliramo etažne višine), pri V1 in rotaciji 0° še vedno na parcelo lahko postavimo samo pritlične objekte. Pri varianti V2 se situacija spremeni, iz ovojnice se pokaže samo del strehe objekta (če bi spremenili geometrijo strehe, bi ovojnica vsebovala cel objekt). Pri

Varianta V3, pozidanost zemljišča 30%, zasuk 30°		
Sončna ovojnica	Časovni interval 10-14h	Časovni interval 11-13h
Brez dviga		
Z dvigom 2 metra nad teren		
Z dvigom 2 metra nad teren in označenim vplivnim območjem		

Slika 7 • Sončne ovojnice na osnovni ploskvi V3 pri pozidanosti zemljišča 30 % in zasuku 30°

variantah V1 imata zasuka 30° in 60° podobne posledice (na parceli je mogoče postaviti samo pritičen objekt), pri variantah V2 in V3 pa pri teh zasukih iz ovojnice gleda del 1. nadstropja in strehe. Zasuk 90° je najmanj ugoden (ker je dimenzija parcele v smeri sever-jug najmanjša). Varianta V3, dvignjena za 1 meter, ima višino 6 metrov po celi površini stavbe pri zasuku 0°. Zasuk 30° doseže višino 6 metrov samo v konici ovojnice. Pri ostalih zasukih dosežemo nižje ovojnice (slika 7).

2.4 Simulacija 2: faktor pozidanosti 25 %, trajanje sončnega obsevanja 4 in 2 uri

Ko se zaradi manjše dovoljene pozidanosti zemljišča za enake objekte izhodiščna parcela poveča, simulacije na različnih osnovnih ploskvah izkažejo podobne rezultate kot v simulaciji 1. Pri nizkih vpadnih kotih, ko osonečenje traja 4 ure, so volumni sončnih ovojnic pri variantah V1 in V2 relativno majhni in omogočajo pritične objekte le na delu izbrane lokacije.

Če izberemo višje vpadne kote sončnega sevanja, se trajanje osonečenja skrajša, obenem pa se povečajo razlike med posameznimi orientacijami. Primerjava med zasuki na izhodišču V1 pokaže, da je najučinkovitejši zasuk 0°, sledita zasuka 30° in 60°, najmanj primeren pa je zasuk 90°. Razlike med volumni na istem izhodišču se gibljejo med 64 % in 100 % (referenčna vrednost je V1 pri zasuku 0°). Pri varianti V2 dosežemo podobne rezultate. Najučinkovitejši je zasuk 0° (142 % v primerjavi z referenčno vrednostjo) in najmanj primeren je zasuk 60° (90 % v primerjavi z referenčno vrednostjo). Na primeru variant V1 in V2 vidimo, da so uspešnejše tiste zasnove, ki imajo daljšo os v smeri sever-jug.

Varianta V3 dokazuje, da z obstoječimi izhodišči zelo težko dosežemo štiriurno osonečenje objekta, tudi če pristanemo na senčenje sosednjega zemljišča. Nobena od sončnih

ovojnic razen tiste pri zasuku 0° ne doseže višine šestih metrov. Dvig za 1 meter nad teren ne prinese zelenih izboljšav. Tudi v tem primeru se izkaže, da sistem deluje bolje, če so stranice ovojnice orientirane na glavne strani neba. Pri zasuku 0° je volumen za približno 50 % večji kot pri zasuku 30° in 60°. Pri zasuku 90° dosežemo približno 75 % volumna zasuka 0°.

Če si za izhodišče izberemo dveurno trajanje osonečenja, se volumni ovojnic povečajo, razmerja pa ostanejo podobna kot v prejšnjem koraku. Pri zasuku 0° doseže volumen 192 % volumna izhodiščne ovojnice (V1, zasuk 0°, dveurno osonečenje). Pri ostalih zasukih dosežemo približno 50 % volumna V3 pri zasuku 0°. Višina ovojnic tudi v tem primeru ne doseže šestih metrov razen v primeru zasuka 0°. Pri tem zasuku bi v sončno ovojnico lahko umestili referenčni objekt pod pogojem, da bi jo dvignili nad teren za 1 meter.

2.5 Komentar

Primerjava različnih izhodiščnih ploskev nam pokaže, da moramo pri oblikovanju sončne ovojnice temeljito preučiti izhodiščne pogoje. Na primer, če izberemo osnovno ploskev na parcelnih mejah in ne dovolimo dviga ovojnice nad ravnino zemljišča, vplivno območje ne bo seglo preko parcelnih mej. Če obenem izberemo nizke vpadne kote sončnega sevanja, bo volumen sončne ovojnice narekoval izbiro drugačne arhitekture objekta. Če na primer dovolimo senčenje sosednjega zemljišča (toda ne stavb), bo ovojnica višja in bo dosegla volumen, ki bo zadostoval za večetažno stavbo standardne oblike. Volumni sončnih ovojnic na enaki lokaciji se lahko razlikujejo za več kot 500 %, odvisno od osnovnih izhodišč.

Povečanje izhodiščne ploskve ovojnice povzroči povečanje zazidljivega volumna, vendar v tem primeru vplivno območje seže preko meja parcele. Če primerjamo varianti V1 in

V2, vidimo, da se pri nizkih vpadnih kotih (osonečenje od 10. do 14. ure) volumen pri V2 poveča za približno 35 %, pri višjih vpadnih kotih (trajanje osonečenja od 11. do 13. ure) pa za več kot 45 % (primerjave so izvedene glede na referenčni primer V1, zasuk 0°). Obsežnejša vključitev sosednjih zemljišč v izhodiščno ploskev ovojnice (V3 in V4) volumen poveča še močneje, v nekaterih primerih celo za 200–300 %.

Oblika izhodiščne ploskve ovojnice je prav tako pomembna. Če je izhodišče skoraj kvadratno, med posameznimi zasuki na istem izhodišču ni velikih razlik. V primeru V4 se volumni pri posameznih zasukih razlikujejo le za 13 odstotnih točk. Volumni ovojnic so ravno tako večji, če so stranice orientirane direktno proti jugu. Taka dispozicija orientacij se ujema tudi z načeli bioklimatskega oblikovanja, kjer želimo izkoristiti velike južno orientirane površine. Pri nizkih vpadnih kotih sončnega sevanja dosegamo majhne volumne ne glede na izhodiščno ploskev in orientacijo.

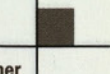
V nekaterih primerih je zaradi različnih orientacij prišlo do velikih razlik v izkoristku lokacije. Pri simulaciji 2 (pozidanost 25 %, trajanje osonečenja 2 uri) se volumna ovojnic V2, zasuk 30° in V4, zasuk 60° razlikujeta za komaj nekaj m³, čeprav sta izhodiščni ploskvi veliki 528 m² pri V2 in 832 m² pri V4 (izhodiščna ploskev V4 je za 57 % večja kot V2). Podobna razmerja volumnov se pojavijo tudi pri nekaterih drugih izhodiščnih ploskvah in zasukih, na primer pri V1, zasuk 30° in V3, zasuk 60°, kjer volumna ovojnic obsegata 1060 m³ in 1025 m³ kljub dejstvu, da je izhodiščna ploskev V3 kar za 80 % večja kot ploskev v primeru V1. Vidimo, da izbira velike izhodiščne ploskve ne zagotavlja avtomatično velikega volumna sončne ovojnice in da se obsegi vplivnih območij pri teh izhodiščih močno razlikujejo. Orientacija ovojnice ima zelo velik vpliv predvsem pri večjih vpadnih kotih sončnega sevanja.

3 • SKLEP

Sončna energija je eden od pomembnih dejavnikov za zagotavljanje primerne bivalnega okolja in za ogrevanje stavb. Urbanistična zasnova mora biti načrtovana tako, da razmere na lokaciji to omogočajo. Med ogrevalno sezono sosednje stavbe in vegetacija ne smejo senčiti stavbne ovo-

ja na delih, kjer zbiramo sončno energijo. Obenem morajo biti enake možnosti zagotovljene tudi sosedom. V zgodnjih fazah projektiranja je tako potrebno upoštevati sezonske in dnevne značilnosti sočnega sevanja in njegov vpliv na porabo energije v stavbah.

Zagotavljanje primerne trajanja osonečenja predstavlja trajen problem, posebno v stanovanjski gradnji. Obstoječi pristop k načrtovanju zazidav, kjer je trajanje osonečenja posledica in ne vzrok oblikovanja prostora, je v nasprotju s tradicijo in znanjem, ki je v našem prostoru v preteklosti že obstajalo. V želji po zjemi čim več sončne energije se moramo prilagoditi poti sonca na dani lokaciji in jo vgraditi v nastajajoči projekt na samem začetku snovanja – ne pa je kontrolirati na



koncu. Stereotip prosto stoječe enodružinske hiše z odmiki od parcelne meje, ki zagotavljajo prehod in omogočijo zasebnost sosedom, ni obetajoč začetek. To lahko razberemo iz začetnega dela pričujoče študije, kjer je razvidno, da so stavbe ne glede na velikost osnovne ploskve, pozidanost zemljišča in orientacijo previsoke in torej povzročajo senčenje. Tako stanje je delno tudi posledica lokalne zakonodaje, ki omejuje večjo pozidanost zemljišča (strnjeno gradnjo), zato stavbe gradimo v višino.

Predstavljeno računalniško orodje PIRAMIDA je namenjeno preverjanju trajanja osonečenja v zgodnjih fazah projektiranja. Z njim lahko poiščemo najboljši položaj stavb na določeni lokaciji (lahko določimo novogradnje na ne-

pozidanem terenu, preverimo obstoječo situacijo ali v grajenem prostoru predvidimo položaj novih stavb). Orodje jasno definira vplive parametrov okolja na stavbo, kot so na primer konfiguracija terena in vpadni koti sončnega sevanja. Simulacije, ki smo jih izvedli v tej raziskavi, so pokazale, da mora biti oblikovanje grajenega prostora drugačno, če uporabljamo metodo sončne ovojnice in če upoštevamo dolge čase sončnega obsevanja.

Največji vpliv na zasnovo imata izbran časovni interval osonečenja in orientacija. Obstoječa pravila glede osonečenja se nanašajo na tri referenčne dni v letu, v katerih moramo zagotoviti zadostno trajanje osonečenja. Predhodno izvedene raziskave so pokazale, da je na naši

geografski višini najnižji še uporaben vpadni kot sončnih žarkov 15° . Ta vpadni kot zagotavlja trajanje osonečenja med 10. in 14. uro med zimskimi meseci in primerno trajanje osonečenja tudi v ostalih referenčnih dneh. Če bi želeli na novo regulirati trajanje osonečenja, bi ga postavili nekam vmes med najnižjim še uporabnim vpadnim kotom med zimo in sedanjim enournim osonečenjem na dan 21. 12. Razlika med obema opcijama je relativno velika, vendar se zmanjša, če upoštevamo dodatne ukrepe za olajšanje izvedbe določenih ciljev (na primer povečana osnovna površina sončne ovojnice, vertikalni pomik in toleriranje omejenega senčenja na fasadah sosednjih objektov). Premikanje objektov po parceli v večini primerov ne zadostuje za dobro osonečenje.

4 • LITERATURA

- Capeluto, I., G., Shaviv, E., Modeling the Design of Urban Grids and Fabric with Solar Rights Considerations, Proceedings of ISES World Congress, str. 148–160, Institute of Energy Research, Taejon, Korea, 1997.
- CIE, Publication 139, The influence of daylight and artificial light on diurnal and seasonal variations in humans – a bibliography, 2001.
- Cotton, J., F., Solid Modeling as a Tool for Constructing Solar Envelopes, Automation in Construction 5, str. 185–192, 1996.
- EC, Evropska komisija, Akcijski načrt za energetska učinkovitost: uresničitev možnosti, Sporočilo komisije COM 545, 2006b.
- EC, Evropska komisija, Direktiva o energetskem odzivu stavb EPBD 2002/91/EEC, 2002.
- EC, Evropska komisija, Direktiva o gradbenih proizvodih CPD 89/106/EEC, 1989.
- EC, Evropska komisija, Energetska politika za Evropo, Sporočilo Komisije Evropskemu svetu in Evropskemu parlamentu COM 1, 2007.
- EC, Evropska komisija, Evropska strategija za trajnostno, konkurenčno in varno energijo, zelena knjiga COM 105, 2006a.
- EC, Evropska komisija, Zelena knjiga o energetska učinkovitosti ali narediti več z manj, Sporočilo komisije COM 265, 2005.
- ES, Evropski svet, Sklepi predsedstva 7775/1/06 REV1 z dne 23. in 24. marca 2006.
- Knowles, R., L., Sun Rythm Form, The MIT Press, Cambridge, Mass, 1981.
- Kristl, Ž., Krainer, A., Energy Evaluation of Urban Structure and Dimensioning of Building Site Using Iso-shadow Method, Solar Energy, vol. 70 no. 1, str. 23–34, 2000.
- Kristl, Ž., Krainer, A., Use of solar envelope method in the design of site layout, International Congress HUSE, Rijeka, Vol. 2, str. 325–332, 2004a.
- Kristl, Ž., Krainer, A., Use of Solar Volume in Design of Site Layout, Proceedings of the EuroSun 2004, 14. Intern. Sonnenforum, Freiburg, Munich, str. 280–286, 2004b.
- RS, Republika Slovenija, Pravilnik o projektni in tehnični dokumentaciji Ur. l. RS 66/04 z dne 18. 6. 2004 in Ur. l. in RS 54/05 z dne 3. 6. 2005.
- RSI, Republiški sanitarni inšpektorat, Obvezno navodilo o minimalnih pogojih pri pripravi prostorskih izvedbenih aktov (varovanje zdravja prebivalstva): minimalno trajanje osonečenja bivalnih prostorov RS, 1988.
- Schiller, M., Uen-Fang, P., Solvelope: an Interactive Computer Program for Defining and Drawing Solar Envelopes, 18th National Passive Solar Conference ASES, Washington, Ca., 1993.
- SIST DIN 5034, 1997.
- Zabret, L., Sončna ovojnica, diplomska naloga, UL FGG, mentor A. Krainer, somentorica Ž. Kristl, 2005.

NOVI DIPLOMANTI

UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Vili Stojec, Modeliranje in analiza poslovnega objekta s programom SAP 2000 in ESA PT, mentor izr. prof. dr. Tatjana Isaković

Jure Bolha, Finančna analiza projekta Nova Grbina pred in po gradnji, mentor izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač

Marjan Černivec, Parametrična študija vpliva različnih vrst zasteklitev na svetlobne in toplotne tokove skozi odprtino, mentor doc. dr. Živa Kristl

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Marko Božič, Izdelava termenskega plana na osnovi podatkov iz ponudbenega predračuna, mentor doc. dr. Jana Šelih, somentor asist. dr. Aleksander Srdić

Daša Jošt, Stroškovna in časovna analiza gradnje kongresnega centra Brdo, mentor doc. dr. Jana Šelih, somentor asist. dr. Aleksander Srdić

Nina Tekavčič, Značilnosti vodenja gradbenih projektov v podjetju Energoplan, mentor doc. dr. Jana Šelih, somentor Žiga Babnik

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ VODARSTVO IN KOMUNALNO INŽENIRSTVO

Vasja Hrast, Ureditev plovbe na Ljubljanici, mentor prof. dr. Mitja Brilly

Gregor Kolman, Določitevni test MPVT za vodno telo Sava Mavčiče – Medvode, mentor prof. dr. Matjaž Mikoš, somentor asist. dr. Aleš Bizjak

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Mirko Andrejč, Aktivnosti zimskega vzdrževanja na malo prometnih cestah, mentor pred. mag. Vlasta Rodošek

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

KOLEDAR PRIREDITEV

26.-29.6.2007

**24th W78 Conference &
5th ITCEDU Workshop &
14th EG-ICE Workshop**

Maribor, Slovenija
www.w78.uni-mb.si

3.-5.9.2007

**5th International Symposium on Environmental Hydrology and
5th Regional Conference on Civil Engineering Technology**

Kairo, Egipt
www.geocities.com/intsymp5_conf5/September2007#3

17.-18.9.2007

**5th International Conference on current and future trends in Bridge
Design, Construction and Manintenance**

Peking, Kitajska
www.asce.org/files/pdf/conferences/bridgescallforpapers.pdf

18.-21.9.2007

**The Eleventh International Conference on Civil, Structural and
Environmental Engineering Computing**

St Julians, Malta
www.civil-comp.com/conf or contact

19.-21.9.2007

**IABSE Symposium
International Association for Bridge
and Structural Engineering**

Weimar, Nemčija
www.iabse2007.de

24.-27.9.2007

**14th European Conference on Soil Mechanics
and Geotechnical Engineering: Geotechnical
Engineering in Urban Environments**

Madrid, Španija
www.ecsmge2007.org

26.-28.9.2007

12th International Congress: Polymer in Concrete (ICOIC'07)

Chuncheon, Južna Koreja
<http://icpic.kongwon.ac.kr>

6.-10.10.2007

75th IBTTA Annual Meeting and Exposition

Dunaj, Avstrija
www.ibtta.org

5.-6.11.2007

RIMC 07

**3. Mednarodni znanstveni in strokovni kongres upravljavcev
železniške infrastrukture**

Rogaška Slatina, Slovenija
www.fg.uni-mb.si/RIMC2007/vabilo.html

10.-13.12.2007

7th International Symposium on Cable Dynamics

Dunaj, Avstrija
www.aimontefiore.org/cable/

21.-25.4.2008

TRA 2008

2nd Transport Research Arena (TRA)

Ljubljana, Slovenija
www.traconference.com

4.-6.6.2008

IABSE Conference

ICT for Bridges, Buildings and Construction Practice

Helsinki, Finska
www.iabse.org

30.6.-4.7.2008

10th International Symposium on Landslides and Engineered Slopes

Xi'an, Kitajska
www.landslide.iwhr.com

8.-10.7.2008

7th International Congress Concrete:

Construction's Sustainable Option

Dundee, Škotska
www.ctucongress.co.uk

24.-26.11.2008

**2nd International Conference on Concrete Repair,
Rehabilitation and Retrofitting (ICRRR 2008)**

Cape Town, Južna Afrika
www.civil.uct.ac.za/icrrr

5.-9.10.2009

**17th International Conference for Soil
Mechanics and Geotechnical Engineering**

Alexandria, Egipt
www.2009icsmge-egypt.org

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

Storitve s področij svetovanja in inženiringa izvajamo za najzahtevnejše projekte na vseh področjih svojega delovanja:

- ceste,
- mejni prehodi,
- vodna infrastruktura,
- komunalna infrastruktura,
- železniška infrastruktura,
- stavbe,
- projektiranje, revizije in recenzije projektov,
- zunanji trgi.

↘ Velike ideje zaživijo v vrhunskih projektih. Mi jih znamo uresničiti.



DDC svetovanje inženiring,
Družba za svetovanje in
inženiring, d.o.o.

Kotnikova ulica 40
1000 Ljubljana

info@ddc.si
www.ddc.si

DDC

povezujemo z znanjem