

GRADBENI VESTNIK

februar 2011



Zveza društev
gradbenih inženirjev in tehnikov
Slovenije

GRADBENI VESTNIK

60

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

Poštnina plačana pri pošti 1102 Ljubljana



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

UDK-UDC 05 : 625; ISSN 0017-2774
Ljubljana, februar 2011, letnik 60, str. 29-60

Izdajatelj:

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

Izdajateljski svet:

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

Glavni in odgovorni urednik:

prof. dr. Janez Duhovnik

Sodelavec pri MSG IZS:

Jan Kristjan Juteršek

Lektor:

Jan Grabnar

Lektorica angleških povzetkov:

Darja Okorn

Tajnica:

Eva Okorn

Oblikovalska zasnova:

Mateja Goršič

Tehnično urejanje, prelom in tisk:

Kočevski tisk

Naklada:

3000 izvodov

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

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

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

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

Navodila avtorjem za pripravo člankov in drugih prispevkov

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

Uredništvo

Vsebina • Contents

Jubilej

stran **30**

prof. dr. Janez Duhovnik, univ. dipl. inž. grad
60 LET GRADBENEGA VESTNIKA

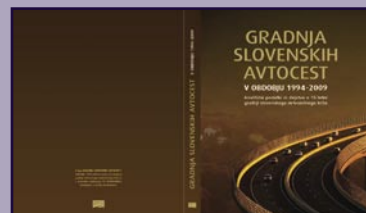
Zveza društev
gradbenih inženirjev in tehnikov
Slovenije
GRADBENI VESTNIK

60

Ocena

stran **34**

mag. Gregor Ficko, univ. dipl. inž. grad.
**OB IZIDU KNJIGE GRADNJA SLOVENSКИH AVTOCEST
V OBDOBJU 1994–2009**



Članki • Papers

stran **40**

mag. Marko Završki, univ. dipl. inž. grad.
PROJEKT GRADBENE KONSTRUKCIJE ŠPORTNE DVORANE STOŽICE
STRUCTURAL DESIGN OF STOŽICE SPORTS ARENA



stran **47**

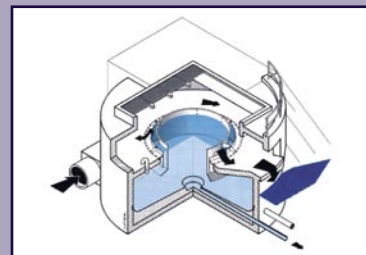
pred. Vesna Žegarac Leskovar, univ. dipl. inž. arh.
red. prof. dr. Miroslav Premrov, univ. dipl. inž. grad.
**VPLIV ZASTEKLITVE NA ENERGETSKO UČINKOVITOST MONTAŽNIH
LESENIH STAVB**

INFLUENCE OF GLAZING ON THE ENERGY EFFICIENCY
OF PREFABRICATED TIMBER BUILDINGS



stran **55**

Franč Maleiner, univ. dipl. inž. kom.
VRTINČNI SEPARATORJI
VORTEX SEPARATORS



Novi diplomanti

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

Vabilo

Ali je kaj trden most?

Koledar prireditev

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

Slika na naslovnici: Viadukt Tabor, predor Barnica in viadukta Barnica ter Podgrič na hitri cesti
Razdrto - Vrtojba na Rebrnicah, foto dokumentacija Primorje d.d.

60 LET GRADBENEGA VESTNIKA

Gradbeni vestnik je 8. 2. 2011 praznoval šestdeseti rojstni dan. Na ta dan leta 1951 sta Društvo gradbenih inženirjev in tehnikov LRS in Svet za gradbene in komunalne zadeve LRS revijo ustanovila kot naslednico strokovnega časopisa Novator, ki je pred tem izhajal tri leta (Bubnov, 1981). Z izjemo leta 1962, ko ni izšla nobena številka, je revija izhajala vsa leta. Ves čas je revija imela enako ime.

Letniki, zvezki, številke in obseg

O tem, da je štetje letnikov pri Gradbenem vestniku nekoliko nenavadno, sem pisal že, ko sem postal urednik (Duhovnik, 1999). Prvo leto izhajanja leta 1951 ima Gradbeni vestnik oznako IV. letnik. Ravnali so se torej po oznakah letnikov njegovega predhodnika. Nato je nekaj števil iz let 1952 in 1953 označenih kot V. letnik, nekaj števil v letih 1953 in 1954 pa kot VI. letnik. Sledi nekaj števil iz leta 1954, vse iz leta 1955 in nekaj števil iz leta 1956, označenih kot VII. letnik. Nekaj števil iz let 1956 in 1957 je označenih kot VIII. letnik, nekaj iz let 1957 in 1958 kot IX. letnik, nekaj števil iz leta 1958, vse iz leta 1959 pa imajo oznako X. letnik. Vse številke iz let 1960 in 1961 imajo oznako XI. letnik. Po prekinitvi izhajanja leta 1962 so vse številke v letu 1963 označile kot XII. letnik in od takrat dalje so letniki določeni s koledarskim letom. Število zvezkov in števil v zvezkih v posameznih letih je bilo različno, različno pa je bilo tudi število notranjih strani (preglednica 1).

V letu 1961 je bil zvezek en sam; dvakrat, v letih 1952 in 1960 sta bila dva; dvakrat, v letih 1955-56 in 1958-59 so bili trije; štirikrat, v letih 1956-57, 1957-58, 1988 in 1991 štirje; enajstkrat, v letih 1951, 1953, 1954 in od 1992 do 1999 jih je bilo pet; trikrat, v letih 1987, 1989 in 1990 šest; štirikrat, v letih 1976, 1979, 1984 in 1986 sedem; štirikrat, v letih 1975, 1980, 1983 in 1985 osem; sedemkrat, v letih 1968, 1969, 1973, 1977, 1978, 1981, 1982 devet; devetkrat, v letih 1963 do 1967, 1970 do 1972 in 1974 deset in enajstkrat, v letih od 2000 do 2010 dvanajst.

Kaj je bil razlog, da sta bili v prvih petih letih in delu šestega leta v enem zvezku po dve številki, nisem mogel ugotoviti. Kasneje so do 1960. leta v nekaterih zvezkih celo tri ali štiri številke, razlog pa so očitno članki o isti tematiki ali jubileji gradbenih podjetij. Iz zapisov v Gradbenem vestniku po letu 1963 pa sem ugotovil, da je bil po letu 1963

glavni razlog za več števil v enem zvezku preobsežna vsebina tematskih števil, ki so bile izdane ob posameznih dogodkih ali kot jubilejne številke podjetij ali ustanov ter vnaprejšnja odločitev, da bodo poleti štiri številke v dveh zvezkih. Od leta 2000 je v vsakem zvezku le ena številka, ki je izšla vsak konec meseca.

Najmanjši obseg je bil v letu 1961, revija je imela v enem zvezku le 58 strani. Leta 1997 pa je bilo v petih zvezkih 385 strani. Od leta 2001 je obseg letnika vedno več kot 300 strani.

Vsebina včasih in danes

V Gradbenem vestniku so bili v prvih desetletjih objavljeni članki, ki so poleg strokovnih vprašanj s področja gradbeništva obravnavali tudi njegov položaj v družbi. Potem ko so v samostojni Sloveniji in že prej začele izhajati še druge gradbeniške revije, se je vsebina v Gradbenem vestniku zožila.

Vsebina Gradbenega vestnika je zadnja leta omejena predvsem na strokovna vprašanja. O sedanjih krizi v gradbeništvo v Gradbenem vestniku ne piše nihče. Očitno to ni potrebno, saj o njej vsak dan poročajo številni mediji, dostopni vsem. Ali bo ta kriza v prihodnje vplivala tudi na Gradbeni vestnik, lahko le ugibamo. Upamo, da jo bo preživel, tako kot jih je že nekaj pred tem.

Ne glede na posledice krize pa je jasno, da bodo uspešni le tisti gradbeniki, ki bodo imeli dovolj sodobnega znanja, ki si ga deloma lahko pridobijo iz strokovnih in znanstvenih revij, kot je Gradbeni vestnik. O njegovi vsebini je zanimiva in tudi za današnje čase aktualna polemika potekala med letoma 1977 in 1978, spodbudil pa jo je takratni predsednik DGIT Maribor Branko Rosina (ZDGITS, 1977). V mariborskem društvu so pred tem med člani opravili anketo in ugotovili, da si želijo več poljudnih člankov, uvedbo rubrike z vprašanji in odgovori, več informacij o novih materialih in tehnologijah, arhitekturnih fotografij, informacij o delu mladih na gradbiščih, zakonodaji in ekologiji. Odzvali so se (Čadež, 1977), (Martinec, 1977), (Šuklje, 1978) in (Lapajne, 1978). Iz polemike lahko ugotovimo, da je bil glavni problem, da piscev, ki bi pisali o vsem, kar zanima bralce, ni bilo. To je v majhni Sloveniji še vedno problem. Razmere so zdaj sicer bistveno drugačne, saj imamo vsako leto več strokovnih posvetovanj, ob katerih izhajajo zborniki, imamo nekaj specializiranih

znanstvenih in strokovnih revij in komercialne revije. O vsem pa vendarle ni mogoče najti vsega napisanega v slovenščini. Zato smo slovenski gradbeniki prisiljeni slediti tudi tujim strokovnim revijam.

V Gradbenem vestniku so včasih objavljeni tudi prispevki s specializiranih strokovnih posvetovanj, ki jim v Sloveniji prisostvuje največ 200 udeležencev, največkrat pa manj. Izjema je le kongres o cestah in prometu, ki je imel tudi že več kot 700 udeležencev. Poobjave takih prispevkov so recenzirane in lektorirane, dosežejo pa tudi širši krog bralcev, ker je naročnikov Gradbenega vestnika sedaj približno 3000.

V Gradbenem vestniku je bil vselej tudi prostor za mnenja in kritiko, ki jih v zadnjih letih objavljamo v rubriki Odmevi. O nekaterih strokovnih problemih so se razvile obširne strokovne diskusije.

Občasno so bile objavljene tudi rubrike Jubileji, In memoriam, Nagradjeni gradbeniki, Novice iz ZDGITS in Novice iz društev.

Več let je v okviru Gradbenega vestnika izhajalo več stalnih prilog, ki so jih financirali raziskovalni zavodi in fakultete. Tako so izhajale priloge Informacije ZRMK, Gradbeni center Slovenije, Poročila fakultete za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Novosti – gradbeništvo, Tehniška fakulteta Univerze v Mariboru in nekaj drugih.

Precejšen del vsebine Gradbenega vestnika sta bili več let po letu 1968 stalni rubriki Iz naših kolektivov in Iz strokovnih revij in časopisov. Zadnja leta stalno objavljamo rubriki Novi diplomanti in Koledar prireditev.

Ko sem pred enajstimi leti prevzel uredništvo Gradbenega vestnika, sem v uvodniku (Duhovnik, 1999) zapisal, da bo Gradbeni vestnik objavljal prispevke z vseh področij, povezanih z gradbeništvo, imel naj bi več rubrik, izhajale pa naj bi tudi posebne številke. Kasneje se je izkazalo, da tisti gradbeniki, ki se zavedajo pomena zapisanega, pišejo predvsem o svojem strokovnem delu in raziskavah. Posebnih števil o določenih temah ali dogodkih ni bilo predvsem zato, ker se zanje skoraj nihče ni zanimal, pa tudi zato, ker sem si prizadeval, da bi bili v posamezni številki članki z več strokovnih področij in zato zanimivi za čim več bralcev.

Avtorji

Malo je uveljavljenih slovenskih gradbenih strokovnjakov, ki niso vsaj enkrat nekaj napi-

Leto	Št. zv.	Številke v zvezkih												Št. notr. strani
1951	5	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10								240
1952	2	11-12	13-14											88
1953	5	15-16	17-18	19-20	21-22	23-24								234
1954	5	25-26	27-28	29-30	31-32	33-34								154
1955-56	3	35-36	37-38	39-40										89
1956-57	4	41-42	43-44	45-46	47-48-49-50									171
1957-58	4	51-52-53-54	55-56-57	58-59	60									199
1958-59	3	61-62-63-64	65-66	67-68-69-70										162
1960	2	71-72-73-74	75-76											88
1961	1	1-4												58
1963	10	1	2	3	4	5	6-7	8-9	10	11	12			300
1964														237
1965														237
1966														248
1967														252
1968	9	1	2-3	4	5	6-7	8-9	10	11	12				248
1969	9	1	2	3	4-5	6	7	8-9	10-11	12				274
1970	10	1	2	3	4	5	6-7	8-9	10	11	12			368
1971														314
1972														284
1973	9	1	2	3	4	5-6	7-8	9-10	11	12				352
1974	10	1	2	3	4	5	6-7	8-9	10	11	12			342
1975	8	1	2	3	4	5-6	7-8	9-10	11-12					316
1976	7	1	2-3	4-5	6-7	8-9	10	11-12						254
1977	9	1	2-3	4-5	6	7-8	9	10	11	12				308
1978	9	1-2	3-4	5	6	7	8	9	10	11-12				276
1979	7	1-2	3	4-5	6-7	8-9	10	11-12						244
1980	8	1	2-3	4	5-6	7-8	9	10	11-12					272
1981	9	1	2-3	4	5	6-7	8	9	10-11	12				312
1982	9	1-2	3	4	5	6	7-8	9-10	11	12				261
1983	8	1-2	3	4-5	6	7	8-9	10	11-12					254
1984	7	1-2	3-4	5-6	7	8	9-10	11-12						300
1985	8	1-2	3	4	5-6	7-8	9	10-11	12					288
1986	7	1-2	3	4-5	6-7	8-9	10	11-12						232
1987	6	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12							286
1988	4	1-2-3	4-5-6	7-8-9	10-11-12									236
1989	6	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12							346
1990	6	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10-11	12							312
1991	4	1-2	3-4-5-6	7-8	9-10-11-12									285
1992	5	1-2	3-4	5-6-7-8	9-10	11-12								292
1993		1-2	3-4-5	6-7	8-9-10	11-12								284
1994		1-2	3-4-5	6-7-8	9-10	11-12								298
1995		1-2-3	4-5-6	7-8	9-10	11-12								290
1996		1-2	3-4	5-6-7	8-9-10	11-12								306
1997		1-2-3	4-5	6-7-8	9-10	11-12								385
1998		1-2	3-4	5-6-7	8-9-10	11-12								318
1999		1-2	3-4-5	6-7	8-9-10	11-12								276
2000	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	294
2001														300
2002														363
2003														319
2004														308
2005														312
2006														332
2007														340
2008														348
2009														312
2010														304

Preglednica 1 • Število zvezkov, števil v zvezkih in notranjih strani po letih

sali o svojem delu v Gradbenem vestniku. Pri pregledu vsebin vseh števil pa sem ugotovil (preglednica 2), da jih ni prav veliko, ki bi se po številu objav lahko merili s Svetkom Lapajnetom, ki je objavil 58 člankov, medtem ko je urednik Sergej Bubnov, ki je brez vsakoletnih uredniških poročil o Gradbenem vestniku in uvodnikov, objavil okroglih 50 člankov. V preglednici so navedeni vsi, ki so bili desetkrat in večkrat avtorji ali soavtorji strokovnih ali znanstvenih člankov.

Ime in priimek	Število objav strokovnih ali znanstvenih člankov
Svetko Lapajne	58
Sergej Bubnov	50
Miha Tomaževič	35
Mitja Rismal	29
Peter Fajfar	22
Viktor Markelj	21
Vladimir Čadež, Janez Duhovnik, Matjaž Mikoš	19
Matej Fischinger	18
Stojan Kravanja, Franc Maleiner	17
Vukašin Ačanski	16
Branko Bedenik	14
Viktor Turnšek	13
Darko Beg, Branko Ozvald	12
Rudi Rajar, Lujo Šuklje, Goran Turk, Ludvik Trauner, Srdjan Turk, Roko Žarnić	11
Marjan Ferjan, Janez Reflak, Franc Saje, Andrej Zajc	10

Preglednica 2 • Avtorji z največ objavljenimi članki

Med pisci rednih rubrik so bili najbolj vztrajni Bogdan Melihar, Arkadij Sirks in Jan Kristjan Juteršek.

Vključenost revije v mednarodne podatkovne baze

Podatki o objavah v Gradbenem vestniku so navedeni v bibliografskih bazah COBISS in ICONDA.

Uredništvo

Do leta 2004 je za Gradbeni vestnik skrbel uredniški odbor, od takrat dalje pa izdajateljski svet, ki ga vodi Andrej Kerin. V izdajateljskem svetu so predstavniki ZDGITS, Matične sekcije gradbenikov pri Inženirski zbornici Slovenije, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, Fakultete za gradbeništvo Univerze v Mariboru in Zavoda za gradbeništvo Ljubljana.

Doslej so Gradbeni vestnik urejali štirje glavni oz./in odgovorni uredniki (preglednica 3). Večina je to delo opravljala več kot deset let, le Sergej Bubnov bo verjetno tudi tu za vedno ostal nedosegljiv s svojimi petindvajsetimi uredniškimi leti. Na koncu vsakega leta je objavljala obširna poročila, v katerih je analiziral vsebino letnika in so pomemben vir podatkov o Gradbenem vestniku.

Ime in priimek urednika	Obdobje	Število let
Ljudevit Skaberne	1951–1961	11
Sergej Bubnov	1963–1987	25
Franc Čačovič	1988–1999	12
Janez Duhovnik	2000–	11

Preglednica 3 • Uredniki Gradbenega vestnika

Poleg avtorjev in urednikov so imeli pomemben vpliv na kakovost Gradbenega vestnika tudi recenzenti, lektorji in tehnični uredniki, zato da je revija prišla v prave roke, pa so poskrbeli v administraciji ZDGITS.

Kot je v enem od poročil zapisal Sergej Bubnov, je zaradi pomanjkanja časa večino člankov recenziral kar sam, le za nekatere članke je za to nagovoril druge. Od leta 2000 so vsi strokovni in znanstveni članki recenzirani s strani vsaj enega anonimnega recenzenta, ki ga določim glede na vsebino in avtorja. Pri tem skušam najti recenzente, ki naj bi svojo nalogo opravili tako, da bi na podlagi njihovih pripomb in predlogov avtorji članke lahko izboljšali. V večini primerov to zmorem, le včasih se je treba malce pregovarjati. V majhni Sloveniji je težko najti primerne recenzente, zato sem hvaležen avtorjem, ki cenijo prizadevanja recenzentov. Žal recenzentov zaradi anonimnosti ne morem poimensko naštet, povem lahko le, da so skoraj vsi tudi med najbolj prizadevnimi avtorji člankov v Gradbenem vestniku.

Za knjižno slovenščino v Gradbenem vestniku so doslej skrbeli trije lektorji (preglednica 4).

Že obdobji, ko sta Bogo Fatur in Alenka Raič Blažič opravljala to delo, sta spoštovanja vredni. Prepričan sem, da se je na več strokovnih področjih gradbeništva uveljavilo izrazje, ki je bilo po njuni zaslugi prvič uporabljeno v Gradbenem vestniku.

Obdobje	Ime in priimek	
	lektor slovenščine	lektorica angleščine
1963–1980	Bogo Fatur	
1981–2005	Alenka Raič-Blažič	
2000–		Darja Okorn
2006–	Jan Grabnar	

Preglednica 4 • Lektorji Gradbenega vestnika

Ves čas izhajanja so bili neposredni sodelavci urednikov tudi tehnični uredniki (preglednica 5), ki so skrbeli za oblikovanje revije po sprejetih vzorcih.

Ime in priimek tehničnega urednika	Obdobje	Število let
Prof. Bogo Fatur	1967–1979 (do vključno št. 4-5)	12,5
Dušan Lajovic	1979 (od št. 6-7) – 1985 (do vključno št. 9)	6
Viktor Blažič	1985 (od št. 10-11) – 1986	1
Danijel Tudjina	1987–2003	17
Stane Ožbolt, oblikovanje Mateja Goršič	2004–	7

Preglednica 5 • Tehnični uredniki Gradbenega vestnika

Za evidenco naročnikov in finančne zadeve so vseskozi skrbeli v strokovni službi ZDGITS. Kot sklepam po zapisih v Gradbenem vestniku, sta jo po letu 1964 vodila Valentin Marinko in Peter Mandelj s sodelavci, kasneje, ko je računovodstvo prevzel servis, pa je to nalogo več let kot poslovna sekretarka opravljala Anka Holobar, sedaj pa Eva Okorn.

Naročniki

Naročniki Gradbenega vestnika so bili od začetka izhajanja podjetja in posamezniki. Skupno število naročnikov je bilo nekoliko manjše od celotne naklade, ki je prikazana v preglednici 6.

Leto	Naklada
1963	1900
1964	2000
1965	2100
1970	2300
1973	2200
1976	2400
1978	3000
1980–1981	3200
1983	3100
1984	3250
1985	3200
1986	3300
1991	2000
1994	1200
1996	1150
1999	1000
2000	900
2001	3000
2002	2860
2003	2750
2004	3100
2005	3150
2006	3050
2007–2010	3000

Preglednica 6 • Naklada Gradbenega vestnika

Gradbeni vestnik je tako kot gradbeništvo doživel več kriz. Najobičajnejša posledica je bila padanje števila naročnikov, kar so reševali na različne načine. V uredništvu revije so leta 1969 pripravili predlog, da bi podjetja plačevala za vsakega inženirja in tehnika po 70 din naročnine za Gradbeni vestnik. O usodi tega predloga nisem našel nobenih poročil. Leta 2001 pa je bil z Matično sekcijo gradbenikov pri Inženirski zbornici Slovenije sklenjen dogovor, po katerem zbornica plačuje iz članarine zbornice naročnino za Gradbeni vestnik vsem članom. Ta dogovor še vedno velja.

Oblikovanje in tisk

Zunanji videz ter kakovost tiska in papirja prvih števk sta bila skromna. Leta 1963 se je zunanja podoba spremenila (Bubnov, 1974) in ostala enaka do leta 1983. Takrat se je spet spremenila in ostala enaka do leta

1989, ko je bila spet spremenjena. Podoba naslovne strani je bila enaka tudi od leta 1997 do leta 2003. Sedanja podoba je pripravila oblikovalka Mateja Goršič za letnik 2004. Leta 1965 so bile določene stalne barve posameznih števk v vseh letnikih. Gradbeni vestnik je bil tiskan na brezlesni papir. Do leta 1972 je bil Gradbeni vestnik tiskan v črno-beli tehniki, nato pa je bil od leta 1998 v celoti tiskan v barvah. Ovitek je bil tiskan v barvah že leta 1974.

Gradbeni vestnik so tiskale številne tiskarne (preglednica 7).

Obdobje	Tiskarna
1951–1954	Umetniški zavod, Ljubljana
1954	Jadran, Koper
1954–1957	Blasnikova tiskarna, Ljubljana
1957	ČZP Ljudska pravica, Ljubljana
1957	Gorenjski tisk, Kranj
1957	Slovenski poročevalec, Ljubljana
1958	Mariborska tiskarna, Maribor
1958	ČP Delo, Ljubljana
1958	Gorenjski tisk, Kranj
1958–1961	ČP Delo, Ljubljana
1963–2000	Tone Tomšič, Ljubljana
2001–2003	Ljubljana, Ljubljana
2004–	Kočevski tisk, Kočevje

Preglednica 7 • Tiskarne Gradbenega vestnika

Spletne strani Gradbenega vestnika

Gradbeni vestnik ima od leta 2000 v okviru strani ZDGITS svoje strani na svetovnem spletu. Na njih so bili sprva poleg avtorjev in naslovov strokovnih in znanstvenih člankov objavljeni tudi vsi povzetki. V letu 2010 so bile strani posodobljene in vsebinsko obogatene. Od takrat lahko naročniki na naslovu <http://zdgits.dobravila.si/> pregledujejo celotne vsebine vseh števk, od vključno letnika 2008 dalje, nenaročniki pa le več kot dve leti stare številke. V načrtu je postavitve vseh števk revije na spletno stran.

Financiranje Gradbenega vestnika

Izdajanje Gradbenega vestnika je bilo od 1963 do 2000 plačano iz naročnine in oglasov gradbenih in projektnih podjetij ter podjetij za proizvodnjo gradbenih materialov, manjši del pa iz naročnine posameznikov. Podpore raznih republiških skladov so bile majhne. V tem obdobju ni imel finančne izgube. Že

več let ga stalno finančno podpirata Zavod za gradbeništvo in Fakulteta za gradbeništvo Univerze v Ljubljani. Oglasov je v zadnjih letih izredno malo. Prispevki skladov za podporo periodičnemu tisku so manjši kot 4 %. Najpomembnejši dohodek je naročnina MSG IZS, ki znaša skoraj 70 % vseh prihodkov. Kljub temu se vsako leto nabere za okoli 20 % ali okoli 15.000 EUR izgube, ki jo ZDGITS pokriva iz drugih dejavnosti.

Pomen in vloga

Vsi članki v Gradbenem vestniku so že dolgo napisani le v slovenščini. To velja tudi za članke, ki jih napišejo tuji avtorji. Gradbeni vestnik objavlja vse povzetke znanstvenih in strokovnih člankov v slovenščini in angleščini.

Gradbeni vestnik je edina slovenska znanstvena in strokovna revija, ki pokriva vsa podpodročja gradbeništva kot vede in stroke. V njej imajo možnost objav vsi slovenski strokovnjaki na tem področju. Zlasti mlajši imajo s tem možnost objave recenziranih in lektoriranih člankov pred pripravo mednarodnih objav. Kot avtorji člankov in recenzenti z mejnih podpodročij sodelujejo pri Gradbenem vestniku raziskovalci in strokovnjaki s področij arhitekture, fizike, kemije, strojništva, geologije in rudarstva in pomenijo meddisciplinarne čvrste povezave.

Ocenjujem, da je najvažnejša naloga Gradbenega vestnika seznanjanje slovenskih raziskovalcev in strokovnjakov s tujimi in domačimi raziskovalnimi in strokovnimi dosežki na področju gradbeništva in prenos teh dosežkov v našo gradbeniško prakso. K temu prispeva tudi to, da so vsi pooblašeni inženirji gradbeništva, člani IZS, naročeni na Gradbeni vestnik. Za pomembno nalogo revije štejemo tudi razvoj in ohranjanje slovenskega gradbeniškega izrazja, ki bi bila brez Gradbenega vestnika zelo okrnjena. Uredništvo kot pomembno ocenjuje tudi vzgojo mlajših avtorjev, zlasti strokovnjakov iz prakse, ki niso prisiljeni pisati zaradi zbiranja referenc.

Glede objavljanih člankov v tujem jeziku in vključevanja v splošne znanstvene informacijske baze ocenjujemo, da to trenutno s finančnega stališča ni smotno, saj imajo avtorji na področju gradbeništva veliko možnosti objav v uveljavljenih mednarodnih revijah, omejeni pa smo tudi z razpoložljivimi sredstvi, ki ne omogočajo, da bi Gradbeni vestnik izhajal brez izgube.

Poudarjamo, da Gradbeni vestnik redno izhaja vsak mesec že enajst let. Ohranitev tega stanja bo pomembna skrb tudi v prihodnje. S prenovljeno spletno stranjo je Gradbeni vestnik dostopnejši tudi širšemu krogu bralcev.

Gradbeni vestnik prejema 22 knjižnic v Sloveniji in ena v zamejstvu. Uredništvo Gradbenega vestnika izmenjuje revijo z več tujimi uredništvii, iz tujine je tudi več neposrednih naročnikov. V mednarodno znanstveno diskusijo so objave v Gradbenem vestniku vključene posredno preko sodelovanja avtorjev v mednarodnih, zlasti evropskih projektih, kjer so objave v nacionalnih revijah tudi cenjene in upoštevane.

Zahvala

Da Gradbeni vestnik pride do bralcev, je zasluga vseh naštetih in le omenjenih sodelavcev. Vsem nekdanjim in sedanjim sodelavcem velja ob 60-letnem jubileju iskrena zahvala.

Za pomoč pri zbiranju podatkov za ta zapis o Gradbenem vestniku se posebej zahvaljujem poslovni sekretarki ZDGITS Evi Okorn in sodelavki knjižnice FGG Barbari Šivec.

VIRI

Bubnov, S., Poročilo glavnega urednika Gradbenega vestnika, Gradbeni vestnik, letnik 23, št. 11, 1974.

Bubnov, S., Trideset let Gradbenega vestnika, Gradbeni vestnik, letnik 30, št. 12, 1981.

Čadež, V., Nekaj misli k razpravi o Gradbenem vestniku na seji dne 15. 6. 1977, Gradbeni vestnik, letnik 26, št. 7–8, 1977.

Duhovnik, J., Uvodnik novega glavnega in odgovornega urednika Gradbenega vest-

nika, Gradbeni vestnik, letnik 48, št. 11–12, 1999.

Lapajne, S., O vsebini Gradbenega vestnika, Gradbeni vestnik, letnik 27, št. 6, 1978.

Martinec, F., Kakšna naj bo vsebina našega Gradbenega vestnika, Gradbeni vestnik, letnik 26, št. 11, 1977.

Šuklje, L., K razpravi o vsebini Gradbenega vestnika, Gradbeni vestnik, letnik 27, št. 6, 1978.

ZDGITS, Zapisnik občnega zbora ZDGITS 24. 3. 1977, Gradbeni vestnik, letnik 26, št. 2–3, 1977.

prof. dr. Janez Duhovnik,
glavni in odgovorni urednik

OB IZIDU KNJIGE GRADNJA SLOVENSКИH AVTOCEST V OBDOBJU 1994–2009

mag. Gregor Ficko, univ. dipl. inž. grad.

Ministrstvo za promet, Direkcija RS za ceste

Knjiga GRADNJA SLOVENSКИH AVTOCEST V OBDOBJU 1994–2009, ki jo je založila Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije (DRC) v sodelovanju z Inženirsko zbornico Slovenije (IZS) in družbo DARS, d. d., v oktobru 2010, je bila izdana ob 15-letnici izvajanja nacionalnega programa izgradnje avtocest v Republiki Sloveniji in ob zaključku izgradnje slovenskega avtocestnega križa ter v počastitev jubilejnega 10. SLOVENSKEGA KONGRESA O CESTAH IN PROMETU, ki je potekal v Portorožu v času od 20. do 22. oktobra 2010, po enoletnih pripravah s strani DRC in v sodelovanju z enajstimi civilnimi cestno-prometnimi in gradbenimi združenji (*Društva za ceste SV Slovenije, Primorske, JV Slovenije in Ljubljane, Združenje asfalterjev Slovenije, Združenje za beton Slovenije, Slovensko geotehnično društvo, Slovensko društvo gradbenih konstruktorjev, Slovensko društvo za inteligentne transportne sisteme, Slovensko društvo za podzemne gradnje, Društvo vodarjev Slovenije*). V okviru otvoritvenega

programa in osmih tematskih sekcij je bilo predstavljeno 159 referatov, ki jih je pripravilo 268 domačih in tujih avtorjev. Programu kongresa je sledilo okoli 600 udeležencev, med njimi tudi predstavniki iz 8 evropskih držav: Švedske, Finske, Španije, Hrvaške, Avstrije, Srbije, BiH in Nemčije. Organizacijo kongresa je s pokroviteljskimi sredstvi podprlo 37 gospodarskih družb in drugih organizacij iz Slovenije in tujine.

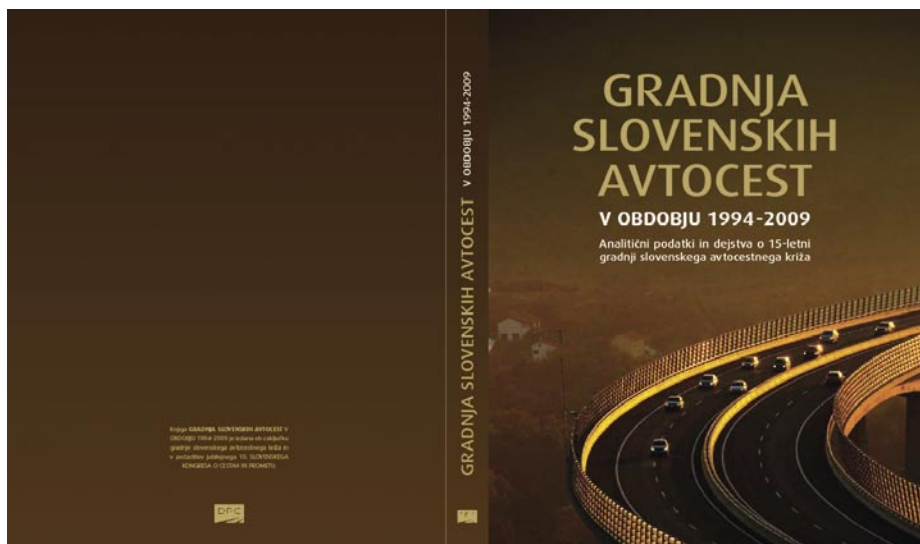
Pri zbiranju podatkov in pri pripravi tekstov za knjigo GRADNJA SLOVENSКИH AVTOCEST V OBDOBJU 1994–2009 je sodelovalo več kot 60 strokovnjakov iz različnih strokovnih področij in znanj, ki so z multidisciplinarnim pristopom na visokem kakovostnem in strokovnem nivoju sodelovali pri uresničevanju slovenskega nacionalnega avtocestnega programa. Zbrano in analitično obdelano je bilo veliko število najrazličnejših podatkov, ki so v tem obdobju nastali z uresničevanjem doslej največjega slovenskega gradbenega projekta. V monografiji so predstavljene tudi

problematične teme, ki so odkrito spregovorile o negativnih, sicer maloštevilnih dogodkih, ki so se zgodili med izvajanjem programa, ki pa so bili v preteklosti največkrat uporabljeni, pa tudi zlorabljeni za neutemeljeno kritiziranje celotnega izvajanja slovenskega nacionalnega avtocestnega programa s strani slovenskih medijev, politike in laične javnosti.

Zakaj smo se slovenski cestno-prometni strokovnjaki sploh odločili za izdajo knjige o 15-letni poosamosvojitveni izgradnji slovenskih avtocest? Dva vzroka sta že naštetá: 15-letnica izvajanja nacionalnega programa izgradnje avtocest v Republiki Sloveniji in zaključek izgradnje slovenskega avtocestnega križa ter počastitev jubilejnega 10. SLOVENSKEGA KONGRESA O CESTAH IN PROMETU. Naslednji, pomembnejši vzrok pa je odgovor na številne laži in podtikanja o izvajanju nacionalnega programa izgradnje avtocest, ki smo jim priča v slovenskem medijskem prostoru v zadnjih treh letih. Vse od začetka izvajanja nacionalnega programa izgradnje avtocest v letu 1994

smo v Sloveniji namreč priča polemikam o »pregrešno dragi« gradnji državne cestne infrastrukture, predvsem avtocestnega omrežja. Še posebej se je ta polemika razmahnila v primeru medijskih obravnav problematike drsnosti vozišč v trojanskih predorih na odseku AC Vransko–Blagovica v januarju 2008 ter gradnje odseka AC Šentvid–Koseze, predvsem samega predora Šentvid s polnim priključkom na Celovško cesto, kjer je vrh dosegla ob t. i. »ometni aferi« junija 2008. Kljub temu da je bilo v zadnjih letih s strani cestne in ekonomske stroke izdelanih kar nekaj analiz stroškov izgradnje slovenskih avtocest s posebnim poudarkom na gradnji mostov in predorov, pa rezultati teh analiz, ki so bile izdelane z enim samim ciljem, da bi se strokovno, predvsem pa objektivno predstavila dejanska slika stroškovnega vidika izvajanja Nacionalnega programa, širši slovenski javnosti žal niso bili predstavljeni tako učinkovito, da bi le-ta lahko objektivno presojala, ali je dejanska vrednost slovenskega avtocestnega omrežja resnično najvišja v Evropi.

Dodatno so se polemike o vrednosti zgrajenega avtocestnega omrežja razplamtele ob izjavi direktorja Urada za varstvo konkurence (UVK) Janija Soršaka marca 2010, da je bila gradnja slovenskih avtocest zaradi kartelnega dogovarjanja med posameznimi gradbenimi podjetji s strani davkoplačevalcev preplačana kar za 2 milijardi EUR oziroma za tretjino končne vrednosti programa. Čeprav navedena vrednost vse do danes s strani g. Soršaka ni bila materialno dokumentirana in empirično dokazana in jo je kasneje celo omilil v smislu, da gre samo za domnevo, je v javnosti dvignila veliko prahu, v medijskem prostoru pa je postala stalnica, ki je cestno-prometnemu gospodarstvu, predvsem tistemu delu njegove stroke, ki je v zadnjih 15 letih aktivno sodeloval pri izvajanju nacionalnega programa, povzročila veliko moralno škodo. Slovenska cestna stroka je sicer vseskozi dokazovala, da so slovenske avtoceste po svoji vrednosti in kakovosti povsem primerljive z avtocestami, ki se gradijo v drugih evropskih državah. To sta navsezadnje dokazali tudi analizi, ki sta jih letos izvedli specializirana strokovna revija World Highways, ki se analitično ukvarja z izgradnjo avtocest po vsem svetu, ter ena izmed svetovno najbolj znanih inženirskih in svetovalnih družb IBR Consulting. Žal ti dokazi niso prepričali že »prepričanih«, med njimi tudi večine slovenskih medijev, ki so v primeru izgradnje slovenskega avtocestnega omrežja sprožili pravo »križarsko vojno« proti vsem, ki so kakorkoli sodelovali pri izvajanju nacionalnega programa: državnim



Slika 1 • Naslovnica knjige **GRADNJA SLOVENSКИH AVTOCEST V OBDOBJU 1994–2009**, ki jo je založila Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije (DRC) v sodelovanju z Inženirsko zbornico Slovenije (IZS) in družbo DARS, d. d., oktobra 2010

organom, konzultantom, projektantom in gradbenikom, seveda ob asistenci nekaterih nekdanjih cestnih strokovnjakov iz predosamosvojitvenega obdobja izgradnje avtocest, ki se niso mogli sprijazniti z dejstvom, da pri izvajanju novega nacionalnega programa ne sodelujejo več, prav tako pa se tudi niso sprijaznili s prihodom mlajše, računalniško pismene generacije inženirjev, ki je od leta 1994 sodelovala, pa tudi sprejemala strokovne odločitve glede same izvedbe nacionalnega programa. Zato so vse, kar je bilo povezano s tem programom, pričakali dobesedno »na nož«, in to pred celotno slovensko javnostjo. Da ne bo pomote, velik del cestnih strokovnjakov, ki je sodeloval pri izgradnji slovenskih avtocest pred letom 1991, je z veliko odgovornostjo in pripadnostjo v različnih vlogah, na različnih položajih in v različnih službah aktivno deloval tudi pri izvajanju nacionalnega programa. Njihove bogate izkušnje so se v tem celotnem obdobju prenašale na mlajšo generacijo inženirjev in ji v relativno kratkem času omogočile velik strokovni razvoj, ki bo težko še kdaj ponovljiv. Zato je toliko težje razumeti gnev nekaterih njihovih generacijskih kolegov in nekdanjih sodelavcev, ki so omalovaževali vse, kar je bilo narejenega v okviru tega doslej največjega slovenskega investicijskega projekta.

Trditve o pregrešno dragi in neakovostni gradnji slovenskih avtocest so v slovenski javnosti postale stalnica, na žalost nikoli argumentirana na podlagi primerjalne analize ali kakršnekoli druge metode, s katero bi bilo dokazano, kakšni so dejanski stroški izgradnje avtocest pri nas, kakšni pa v tujini in kakšna

je kakovost slovenskih avtocest v primerjavi s tujimi. Ob debatah, ki v javnosti potekajo na temo stroškov izgradnje slovenskih avtocest, je bilo že velikokrat povedano, žal pa tudi preslišano, da struktura cene zgrajenega kilometra avtoceste ne zajema samo izgradnje avtocestnega telesa z viadukti, mostovi in predori, ampak so v tej strukturi zajeti tudi vsi drugi ukrepi, ki jih je treba izvesti ob gradnji avtoceste in niso njen sestavni del, so pa zapisani in sprejeti v uredbah o državnih prostorskih načrtih, ki jih sprejema vlada. Gre enostavno za obveznosti, ki jih je treba realizirati. Ne glede na to pa je danes že jasno, da povprečna cena po kilometru zgrajene avtoceste v okviru nacionalnega programa izgradnje avtocest ne bo presegla vrednosti 12 milijonov EUR/km. Za primerjavo: povprečna cena kilometra zgrajene avtoceste v Avstriji po podatkih revije World Highways iz maja 2010 znaša 12,87 milijona EUR/km, na Madžarskem pa 11,21 milijona EUR/km. Zato bi bilo dobro vedeti, na osnovi katerih podatkov in seveda tudi s kakšnim namenom se slovenski javnosti nenehno podaja povprečna cena po kilometru zgrajene avtoceste, ki bi naj znašala 17 milijonov EUR/km, po poročanjih nekaterih rumenih medijev pa naj bi le-ta celo presegala 20 milijonov EUR/km. Tako ena kot druga številka sta daleč od resnice.

Seveda se postavlja vprašanje, zakaj se je javno mnenje, ki je bilo na začetku izvajanja nacionalnega programa temu dokaj naklonjeno, obrnilo proti izvajalcem avtocestnega programa. Nikoli ni nihče trdil, da je izvajanje nacionalnega programa potekalo

brez napak, sicer pa, kateri tako velik projekt pa poteka brez njih? Dejstvo je, da se je v 15 letih izvajanja programa pojavilo kar nekaj t. i. problematičnih tem, ki so jih tako mediji kot politika kriminalizirali za svoje potrebe, čeprav še nobena od njih ni doživela sodnega epiloga na sodišču, kljub temu da je bilo v tem časovnem obdobju sproženih kar nekaj obsežnih policijskih in tožilskih preiskav. Knjiga je spregovorila tudi o tem, argumentirano pa poskuša odgovoriti tudi na vsa podfikanja in neresnice, ki so bile izrečene o izvajanju nacionalnega programa. Primeri, kot so zamenjava diskete v primeru javnega naročila za gradnjo predora Podmilj na odseku AC Vransko–Blagovica, že omenjeni predor Šentvid in njegova transformacija iz dvopasovnega v tripasovni dvocevni predor s priključnimi predorskimi cevmi na Celovško cesto ter padec požarnega ometa v sosednji galeriji takoj po predaji predora v promet, pomanjkljiva hrupavost betonskih vozišč v predorih na Trojanah ter predorih Kastelec in Dekani na primorskem avtocestnem kraku, načrtovanje pomurskega avtocestnega kraka brez odstavnih pasov, so bili medijsko tako razvpiti, da dejansko ni bilo možnosti priti do objektivnih analiz, ki bi tako izvajalcem programa kot tudi javnosti pojasnile dejanske vzroke za nastanek teh primerov in hkrati preprečile njihovo morebitno ponavljanje na kakšnem drugem podobnem projektu v prihodnosti.

Ker se s knjigo oziram v preteklo 15-letno poosamosvojitveno obdobje intenzivne izgradnje slovenskega avtocestnega sistema, smo želeli z njo argumentirano odgovoriti na takšne ocene in mnenja, ki so jih mediji, politika, pa tudi nekateri krogi strokovne javnosti, da ne govorimo o glasu ljudstva, v veliki meri posvojili:

- gradi se prepočasi (stalne primerjave s Hrvaško, ki bi naj gradila veliko hitreje kot Slovenija),
- gradi se predrago (stalne primerjave z Evropo, ki bi naj gradila veliko ceneje kot Slovenija),
- gradi se neakovostno (primera: predori na Trojanah in na Primorskem – drsnost vozišč, in predor Šentvid – odpad protipožarnega ometa).

V pričujoči monografiji o 15-letni gradnji slovenskih avtocest so na podlagi zbranih in dokumentiranih podatkov ugotovljena in prikazana naslednja dejstva o izvajanju slovenskega nacionalnega avtocestnega programa:

- primerjave investicijskih stroškov izgradnje slovenskih avtocest, hitrih cest in navezovalnih cest s podobnimi projekti v tujini so pokazale, da je bila gradnja našega

avtocestnega sistema med najcenejšimi v okviru z nam primerljivimi evropskimi državami (Avstrija, Nemčija, Češka, Slovaška, Danska, Madžarska, Hrvaška),

- investicijski stroški načrtovanih investicij so se v primerjavi s planiranimi investicijskimi stroški nacionalnega programa iz leta 2004 minimalno povečali,
- hitrost gradnje slovenskih avtocest, hitrih cest in navezovalnih cest glede na dinamiko, določeno s slovenskim nacionalnim programom iz leta 2004, preračunana na milijon prebivalcev, je v primerjavi s tujino pokazala, da je bila hitrost gradnje našega avtocestnega sistema praviloma večja kot v primerljivih državah,
- kakovost zgrajenih slovenskih avtocest, hitrih cest in navezovalnih cest je dobra in povsem primerljiva s tujino (kar nam le-ta tudi priznava), saj je analiza napak v garancijski dobi pokazala, da je teh napak glede

na količino zgrajenih kilometrov cest, objektov in drugih elementov ceste zanemarljivo malo. Obstaja pa problem obsežnosti obnov zaradi konstantne rasti prometnih obremenitev.

Ključne ugotovitve, ki jih je podala knjiga, pa so naslednje:

- slovenski nacionalni avtocestni program bo v svoji glavnini, ki jo predstavlja t. i. osnovni program, zaključen dve leti prej, kot je bilo predvideno z nacionalnim programom, ki ga je Državni zbor RS sprejel februarja 2004, torej v letu 2011 in ne v letu 2013,
- v obdobju 1994–2009 je bilo zgrajenih 461,9 km avtocest in hitrih cest ter 50,9 km navezovalnih cest,
- v celotnem obdobju 1969–2009 je bilo zgrajeno 660,5 km avtocest in hitrih cest ter 50,9 km navezovalnih cest,
- finančna ocena celotnega programa v obdobju 1994–2013 na osnovi dosedanje rea-

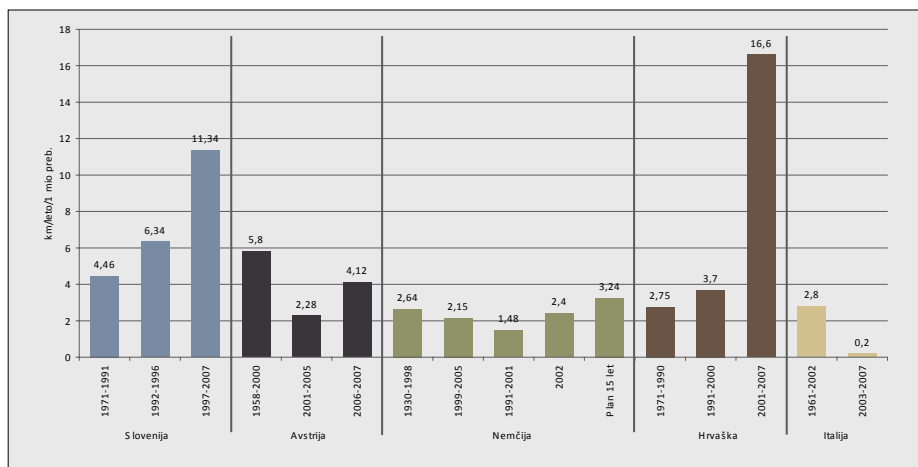


Diagram 1 • Dolžina zgrajenih avtocest in hitrih cest na 1 milijon prebivalcev na leto v Sloveniji in primerjava z nekaterimi evropskimi državami s presekom stanja na dan 31. 12. 2009 (Vir: DARS)

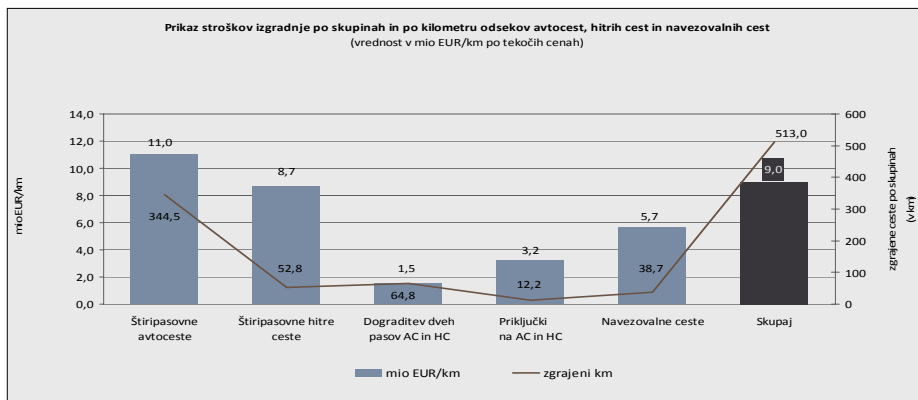


Diagram 2 • Vrednosti zgrajenega kilometra avtocest, hitrih cest in navezovalnih cest v sklopu izgradnje slovenskega nacionalnega avtocestnega programa v obdobju 1994–2009 po posameznih skupinah odsekov (v mio. EUR/km) na dan 31. 12. 2009 (Vir: DARS)

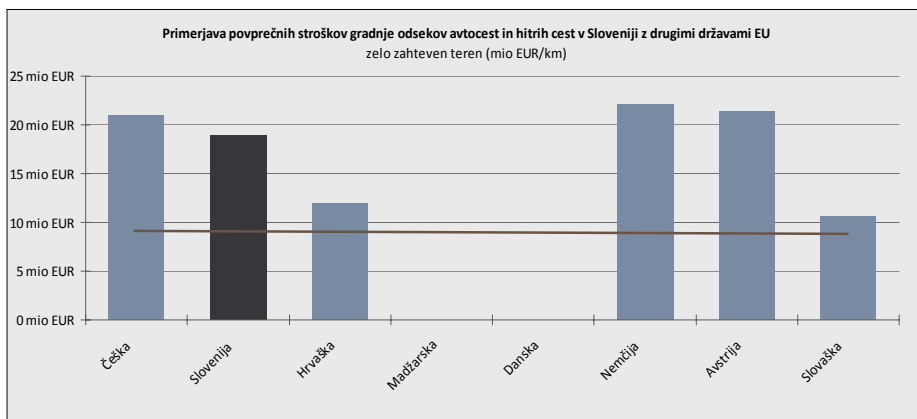


Diagram 3 • **Primerjava povprečnih stroškov zgrajenega kilometra odsekov avtocest in hitrih cest v Sloveniji z drugimi državami EU – stroški gradnje na zelo zahtevnem terenu (v mio. EUR/km) (Vir: IBR Consulting)**

lizacije in planskih ocen finančne realizacije na nerealiziranih odsekih bo znašala 5.543,05 milijona EUR po stalnih cenah (nivo cen: december 2002), kar je samo 2,16 % več, kot je bilo predvideno z nacionalnim programom iz leta 2004,

- za dokončanje osnovnega programa v obdobju 2010–2013 bo treba zagotoviti še 978,99 milijona EUR po tekočih cenah, od tega 140,29 milijona EUR za investicije (gre predvsem za avtoceste v smeri proti Republiki Hrvaški) ter 357,13 milijona EUR za obnove avtocest in hitrih cest,
- zadolževanje v obdobju 2003–2009 je bilo za 448,5 milijona EUR višje, kot je bilo predvideno z nacionalnim programom iz leta 2004, predvsem zaradi spremenjene strukture financiranja (zmanjšanje namenskih proračunskih sredstev) in hitrejša časovna dinamika izvajanja izgradnje slovenskega nacionalnega avtocestnega programa,
- celotna zadolžitev v obdobju 2003–2009 znaša 2,95 milijarde EUR,
- vlada je do proračunskega financiranja slovenskega nacionalnega avtocestnega programa imela oziroma še ima dokaj nenavaden odnos, saj je kljub še sedaj veljavnemu posebnemu Zakonu o financiranju avtocest (zakon je preuredil način prenosa zbranih finančnih sredstev iz t. i. bencinskega tolarja), ki je letno določal zagotavljanje od 150 do 170 milijonov EUR namenskih finančnih sredstev iz državnega proračuna, le-ta po posameznih letih stalno zmanjševala, dokler se v letu 2008 niso zmanjšala na pičlih 15,9 milijona EUR, v zadnjih dveh letih pa namenskih finančnih proračunskih sredstev za razvoj in obnovo avtocestnega omrežja praktično ni več,

- časovna dinamika gradnje v obdobju 1994–2009 je znašala 28 km na leto oziroma v povprečju 14 km na leto na milijon prebivalcev v primerjavi z nekaterimi evropskimi državami, ki gradijo s hitrostjo 2 do 5 km na leto na milijon prebivalcev,
- investicijska vlaganja v izvajanje slovenskega nacionalnega avtocestnega programa so bistveno prispevala k visoki gospodarski rasti v celotnem obdobju 1994–2007 pred gospodarsko krizo,
- zgrajeni slovenski avtocestni sistem je bistveno povečal prometno varnost. Kljub velikemu porastu prometnih obremenitev v obdobju 1994–2009 se je letno število mrtvih v prometnih nesrečah več kot pre-

polovilo,

- zgrajeni slovenski avtocestni sistem je zgrajen kakovostno in okolju prijazno ter omogoča hiter, varen in udoben pretok blaga, storitev in ljudi, kar tudi pomeni, da so neposredne in posredne ekonomske koristi uporabnikov zelo velike,
- zgrajeni slovenski avtocestni sistem je plod domačega znanja, zato lahko objektivno ocenimo, da so se slovenski projektanti, gradbena podjetja in izvajalci inženiring storitev v sklopu izvajanja nacionalnega programa usposobili za izvajanje najzahtevnejših infrastrukturnih, pa tudi drugih investicijskih objektov, tako da lahko vsa pridobljena znanja, vedenja in izkušnje uporabijo pri nadaljnjem razvoju Slovenije (nacionalni program razvoja železniške infrastrukture), pa tudi izven njenih meja.

Knjiga GRADNJA SLOVENSКИH AVTOCEST V OBDOBJU 1994–2009 je spregovorila tudi o izgradnji avtocest v Republiki Hrvaški, ki je v istem časovnem obdobju kot Slovenija, predvsem pa po letu 2000, z izredno dinamiko gradnje zgradila več kot 700 km avtocestnega omrežja. Zakaj? Vse od začetka izvajanja nacionalnega avtocestnega programa v Sloveniji so veljale ocene, da se je slovenski avtocestni sistem gradil prepočasi. V javnosti so se tako v preteklosti kot tudi danes pojavljale stalne primerjave s sosednjo Hrvaško, ki naj bi gradila veliko hitreje in ceneje kot Slovenija, pa tudi druge evropske države naj bi bile pri izgradnji svojih avtocest

Priloga 1, ki je sestavni del NPJA RS

Nacionalni program izgradnje avtocest v Republiki Sloveniji 2003 - 2013



Slika 2 • **Resolucija o Nacionalnem programu izgradnje avtocest s posameznimi fazami dokončanja posameznih odsekov (Vir: RenPIA-2004, Uradni list RS, št. 50/2004)**

dosti učinkovitejše kot Slovenija. Seveda je slovenska cestna stroka z občudovanjem spremljala napredek Hrvaške pri izgradnji in obnovi svoje cestne mreže, ne samo avtocest, ampak tudi drugih cest. Dejstvo je, da je Hrvaška svoj avtocestni sistem resnično zgradila v rekordnem času, sploh če upoštevamo, da je pred začetkom njegove izgradnje komaj izšla iz domovinske vojne, kar pomeni, da je morala obnavljati tudi drugo, v vojni porušeno infrastrukturo. Dejstvo pa je, da je bilo pri naših sosedih kar nekaj vzrokov, ki jih slovenski cestarji nismo imeli, ki so hrvaški projektivi in operativi omogočili tako učinkovito načrtovanje in izgradnjo hrvaškega avtocestnega sistema, čeprav so se po drugi strani prav tako srečevali z objektivnimi kot tudi subjektivnimi problemi, kot so razne afere. Ti vzroki so bili naslednji:

- hrvaška politika je ne glede na trenutno vladajočo politično opcijo v vsakem trenutku odločno podpirala izgradnjo svojega avtocestnega sistema, saj se je zavedala, da bo država brez sodobnih avtocestnih povezav, predvsem v smeri Dalmacije in Slavonije, na gospodarskem, predvsem pa na turističnem področju izgubila več finančnih sredstev, kot jih bo vložila v izgradnjo lastnega avtocestnega sistema,
- sistem načrtovanja, predvsem prostorskega umeščanja tras v prostor, na Hrvaškem ni bil tako zbirokratiziran kot v Sloveniji, saj sta bili prostorska in okoljska zakonodaja naših sosedov precej bolj ohlapni kot v Sloveniji, ki je v obdobju najbolj pospešene izgradnje avtocest zaradi pristopnih pogojev z Evropsko komisijo svojo zakonodajo že uskladila z evropsko, ki pa je bila dosti zahtevnejša in rigoroznejša kot slovenska zakonodaja pred tem,
- model financiranja avtocest je bil na Hrvaškem očitno učinkovitejši kot v Sloveniji, saj se je za izgradnjo avtocestnega sistema namenjena »bencinska kuna« stekala neposredno na račun agentov, ki so avtocestni sistem izvajali, in ne v državni proračun kot v Sloveniji. S takšno potezo je Hrvaška dosegla strogo namembno financiranje izgradnje svojega avtocestnega sistema, kar ne moremo trditi za Slovenijo, kjer so se z »bencinskim tolarjem« priložnostno, a žal nenamensko, financirale tudi druge zadeve in ne samo izgradnja avtocest in hitrih cest,
- Hrvaški je kljub slabim začetnim izkušnjam uspelo izvesti kar nekaj koncesijskih gradenj, in sicer po principu neprofitne koncesnine, kar pomeni, da država del iz-

padlih dohodkov koncesionarjem pokriva iz državnega proračuna. Gre za dva koncesionarja: družbo Istra Bina na istrskem ipsilonu ter družbo AZM Autocesta Zagreb–Macelj. Država pa je prekinila koncesijo z ameriško družbo Bechtel, ki je zgradila 10 km dolg avtocestni odsek od slovensko-hrvaške meje pri Bregani do Zagreba. Bechtel je bil tudi eden od najresnejših kandidatov za izgradnjo odseka AC Zagreb–Split, vendar se je hrvaška vlada odločila, da bo to avtocesto gradila domača družba HAC Hrvatske autoceste, ki je organizirana na zelo podoben način kot slovenski DARS,

- na Hrvaškem kljub vojnemu stanju niti za trenutek niso bile prekinjene aktivnosti, povezane s prostorskim umeščanjem in projektnim načrtovanjem, s čimer so se pripravljali na začetek izgradnje svojega avtocestnega sistema. Kot zanimivost lahko navedemo načrtovanje odseka AC Zagreb–Beograd od Slavonskega Broda do hrvaško-srbske meje kljub dejstvu, da so bili naši sosedje s Srbijo v tistem obdobju v vojni. Ni treba posebej poudarjati, da je bil ta odsek končan in predan prometu samo dve leti po končani vojni, vključno z zgrajenim mednarodnim mejnim prehodom. V Sloveniji je bil v tem času v koridorjih, ki vodijo proti Hrvaški, zgrajen samo odsek AC Slivnica–Draženci, medtem ko druge avtocestne povezave, razen odseka AC Draženci–MMP Gruškovje, v teh smereh v skupni dolžini 120 km še niti niso umeščene v prostor,

- dejstvo je, da je Hrvaško pospešena izgradnja svojega avtocestnega sistema finančno bolj izčrpala kot Slovenijo, zato se dinamika izgradnje oziroma zaključevanja sistema tudi pri naših sosedih upočasnjuje. Ni se pa ustavila kot v Sloveniji, saj se izgradnja dalmatinske avtoceste nadaljuje kljub ekonomski krizi,
- jasno pa je, da je izgradnja hrvaškega avtocestnega omrežja povzročila niz pozitivnih ekonomskih multiplikativnih učinkov na hrvaško gospodarstvo, predvsem na področju gradbeništva, jeklarske industrije, turizma in trgovine. Kaj pomeni izgrajeni avtocestni sistem za razvoj določenega področja, ki se je prej otepalo z nerazvirstostjo, kažejo slike iz večjih dalmatinskih mest, kot so Zadar, Šibenik in Split, kjer smo priča pospešeni urbanizaciji območij v neposredni bližini avtoceste, kjer je bila še nekaj let nazaj divjina.

Že v času slovenskega cestnega kongresa kot tudi po njem je slovenska strokovna javnost, sploh tista, ki je dejavno sodelovala pri izvajanju slovenskega nacionalnega avtocestnega programa, izid knjige sprejela z velikim interesom, ki je hitro prešel v navdušenje. Mirno lahko rečemo, da je bilo vseh 1000 natisnjenih izvodov knjige, ki se lahko pohvali z izredno kakovostnim oblikovanjem in tiskom, praktično razgrabljenih, tako da bo treba razmisliti o njenem ponatisu.

Seveda si nekateri slovenski mediji ponovno niso mogli kaj, da o izdaji knjige ne bi tendenciozno poročali. Ni jih zanimala njena



Slika 3 • Avtocesta Zagreb–MMP Macelj na čezevropskem prometnem koridorju X.c na odseku phyrnske avtoceste med Mariborom in Zagrebom (Vir: AZM Autocesta Zagreb–Macelj)



Slika 4 • Avtocesta MMP Šentilj–MMP Gruškovje na čezevropskem prometnem koridorju X.c na odseku Phyrnske avtoceste med Mariborom in Zagrebom (Vir: DARS)

vsebinska, ampak so poskušali izdajatelju DRC na vsak način podtakniti financiranje knjige s strani nekaterih slovenskih gradbenih podjetij, konkretno pa kar družbe SCT, ki bi naj sponzorirala samoreklamo o izvajanju slovenskega nacionalnega avtocestnega programa. Pri tem »raziskovalnem poročanju« so ponovno prednjačili nekateri mediji v lasti tujih gospodarjev, s svojimi nepogrešljivimi komentarji pa so se jim ponovno pridružili tudi nekateri dosmrtno užaljeni »varuhi davkoplačevalskega denarja« in »strokovnjaki« za graditev cest iz časa pred osamosvojitvijo. Slovenski gradbeni stroki se vedno bolj poraja vprašanje, ali za takšnimi medijskimi napadi ne stojijo tuje gradbene multinacionalke, ki bi si, podobno kot v drugih tranzicijskih državah, najbolj želele propada slovenske gradbene operative (kolikor je je še v času ekonomske krize sploh ostalo), kar bi jim omogočilo

neoviran naskok na prihajajoče nove državne investicije, predvsem na področju železnic in energetike. Očitno se jim glede na razvoj dogodkov v nekaterih slovenskih gradbenih podjetjih želja že izpolnjuje. Kar se tiče same vsebine knjige, s strani slovenskih medijev ni bilo postavljeno eno samo samceto vsebinsko vprašanje, tako da se lahko samo zamislimo nad dejstvom, koliko jim dejansko pomenijo dejstva in verodostojni podatki o gradnji slovenskih avtocest.

Knjiga GRADNJA SLOVENSКИH AVTOCEST V OBDOBJU 1994–2009 je po drugi strani nazorno prikazala celovitost projekta izgradnje slovenskih avtocest ter seveda ogromna znanja in izkušnje, ki sta si jih slovenska projektiva in gradbena operativa pridobili pri izvajanju slovenskega nacionalnega programa izgradnje avtocest, in to praktično na vseh področjih, ki so bila kakorkoli povezana

z uspešnim izvajanjem velikih inženirskih investicij: planiranja, načrtovanja, projektiranja, gradnje, vzdrževanja in upravljanja cest, ekonomije, prava, ekologije, finančnega inženiringa idr. Najslabše bi bilo, da teh znanj, vedenj in pridobljenih izkušenj slovenska stroka ne bi uporabila pri nadaljnjem razvoju prometne infrastrukture v Sloveniji in v tujini, predvsem v času današnje recesije in pomanjkanja domačih investicij, ki bi vsaj malo ublažile katastrofalne gospodarske razmere na področju gradbeništva, ki prav gotovo niso samo posledica tajkunizacije nekaterih gradbenih družb, kot to v zadnjem času pogosto slišimo, ampak nepripravljenost države, da izvede tiste investicije v prometno infrastrukturo, ki si jih je začrtala s Strategijo prostorskega načrta Republike Slovenije. Knjiga predstavlja posamezne tehnične rešitve in primere, ko so pridobljena znanja slovenske gradbene projektive in operative že zagotovila ustrezno konkurenčnost tudi pri pridobivanju nadaljnjih inženirskih poslov v tujini.

Besedilo, priloge kot tudi zbrani tabelarni in diagramski podatki predstavljajo neprecenljiv pripomoček tehnični in inženirski stroki, ki se ukvarja z načrtovanjem in izvajanjem velikih prometnih infrastrukturnih investicij: projektiranjem, gradnjo, vzdrževanjem in upravljanjem slovenskega avtocestnega, pa tudi drugega cestnega omrežja. Navedeni podatki bodo dragoceni vir tako za mlade inženirje, ki se po končanem študiju šele pričnejo ukvarjati s cestno problematiko, kot tudi za inženirje z izkušnjami, ki jim bodo ti, na enem mestu zbrani podatki v veliko pomoč pri osvajanju te zanimive tehnične veje razvoja cestne in druge prometne infrastrukture. Zbrani analitični podatki in dejstva o gradnji slovenskih avtocest pa so seveda namenjeni tudi najširši slovenski laični javnosti, medijem in politiki. Predvsem pa bo knjiga trajen dokument o uresničevanju tega projekta.

LITERATURA

Gradnja slovenskih avtocest v obdobju 1994–2009, Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije (DRC), Inženirska zbornica Slovenije (IZS), DARS, d. d., str. 247–265, 2010.

World Highways, Analiza primerjave povprečnih stroškov zgrajenega kilometra odsekov avtocest in hitrih cest v Sloveniji z drugimi državami EU po specifičnih kategorijah stroškov gradnje, 2010, povzeto po: <http://www.worldhighways.com/news/article.cfm?recordID=176890>, 28. 5. 2010.

IBR Consulting, Analiza primerjave povprečnih stroškov zgrajenega kilometra odsekov avtocest in hitrih cest v Sloveniji z drugimi državami EU po specifičnih kategorijah stroškov gradnje, 2010, povzeto po: <http://www.delo.si>, 8. 6. 2010.

PROJEKT GRADBENE KONSTRUKCIJE ŠPORTNE DVORANE STOŽICE STRUCTURAL DESIGN OF STOŽICE SPORTS ARENA

mag. Marko Završki, un. dipl. inž. gr.,
Gradis biro za projektiranje Maribor, d.o.o.,
Lavričeva 3, 2000 MARIBOR,
E-pošta: marko.zavrski@amis.net

Strokovni članek
UDK: 624:69:725.84

Povzetek | V prispevku je opisana konstrukcijska zasnova Športne dvorane Stožice v Ljubljani. Poudarek je podan na posebnostih konstrukcije, kot so jeklena konstrukcija strehe, izvedba brez vmesnih dilatacij znotraj objekta, prednapete plošče, velik razpon v ogrevalni dvorani. Predstavljeni so glavni konstrukcijski sklopi in detajli, kot so vodenje prednapetih kablov v ploščah, tribunski nosilci, montažni elementi sedišč, sedlo – spoj jeklene konstrukcije strehe na AB-konstrukcijo, spoji jeklenih elementov strehe. V nadaljevanju je opisan postopek izračunov konstrukcije in izdelave projektne dokumentacije.

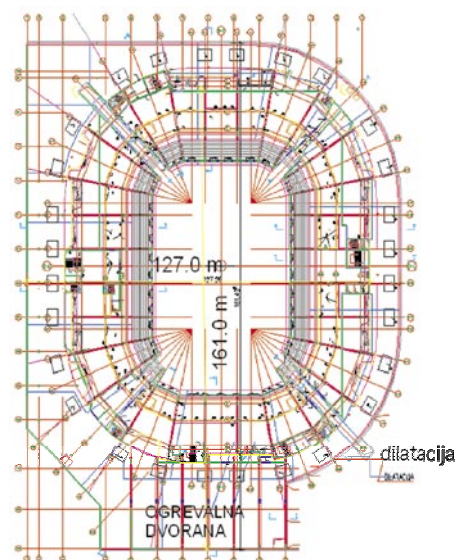
Summary | In the paper, structural design of the Stožice Sports Arena in Ljubljana is described. The following structural particularities are emphasized: steel structure of the roof, no intermediate expansion joints in the interior of the structure, prestressed reinforced concrete slabs, large span in the warming-up hall. The principal structural assemblies and details such as prestressed tendons in the slabs, stand beams, prefabricated elements of seats, a saddle serving as a joint between the roof steel structure and the reinforced concrete structure, and the joints of roof steel elements are presented. The method of structural analyses and the elaboration of the design documentation are described as well.

1 • UVOD

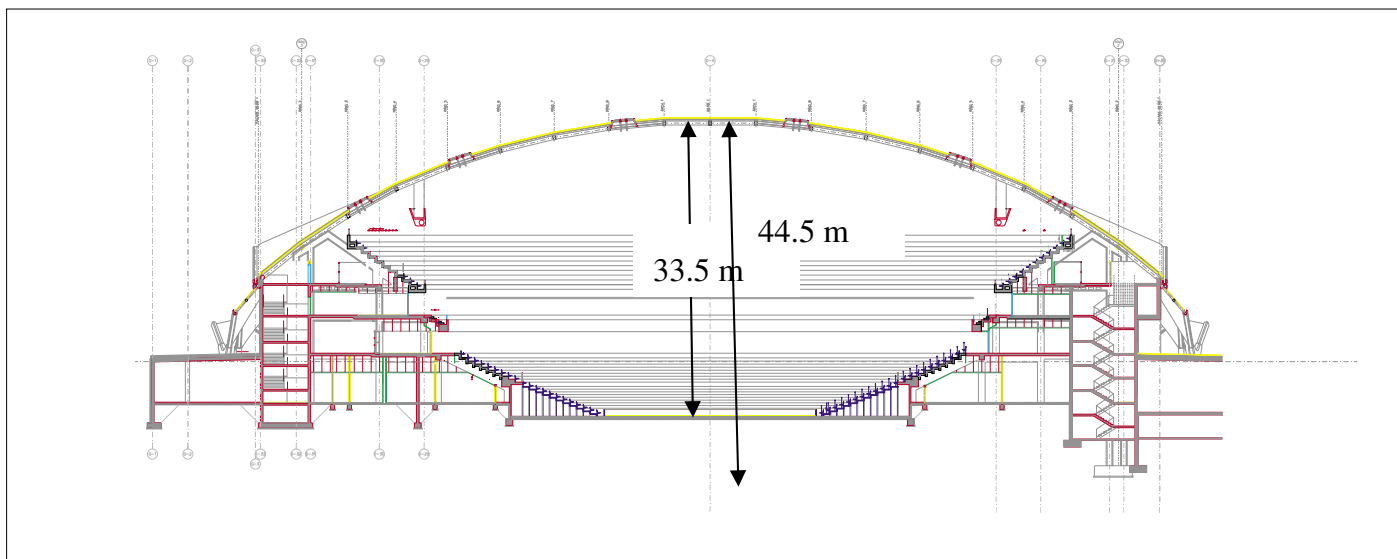
Pokrita športna dvorana je del kompleksa Športnega parka Stožice. Stoji v SZ delu kompleksa in se na vzhodni in južni strani s kletnimi etažami navezuje na poslovno-trgovski del. Tlorisne dimenzije objekta so 127 x 161 m (slika 1). Osrednji del objekta je igrišče na koti -4,50, ki ga obdajajo tribune s sedišči. Etažnost in višine objekta (slika 2) so naslednje: 2.-1. klet (KL, -15,35 ... temelji),

pritličje (PR +1,00), 1.-3. nadstropje (1.-3. NS ... + 5.50 ... + 14,10) in streha (STR ... + 28,8).

Streha dvorane je zasnovana kot velikorazponska lahka jeklena lupinasta konstrukcija. V kletnem delu v 2. kleti na južni strani stoji ogrevalna dvorana, preostali kletni del je namenjen parkiranju osebnih vozil in avtobusov.



Slika 1 • Tloris dvorane (nivo + 1,0)



Slika 2 • Prečni prerez

2 • ZASNOVA NOSILNE KONSTRUKCIJE

2.1 AB-konstrukcija

Tribunski del konstrukcije tvorijo stebri dimenzij 60/80, ki podpirajo primarne prečne nosilce dim. 60/75 (90) in strešno lupinasto konstrukcijo. Sedišča tribun se izvedejo s stopničasto ploščo debeline $d = 25$ cm (montažni elementi, slika 5). Raster glavnih nosilnih AB-stebrov (60/80) in sten (20–30 cm) po obodu tribunskega delu znaša 10,9–16,0 m v vzdolžni smeri, prečno pa so razmaki med stebri 2,90 + 8,70 + 6,30 + 8,40 m. Tribunski stebri tvorijo skupaj s prečnimi nosilci okvirje, ki prenašajo tudi horizontalne sile zaradi odziva nosilcev

tribun in konstrukcije strehe. Raster stebrov v kleti (50/50) izven osrednjega tribunskega dela je 8,5–12,5 m. AB-stene so v območju zasute garaže debele 30 cm.

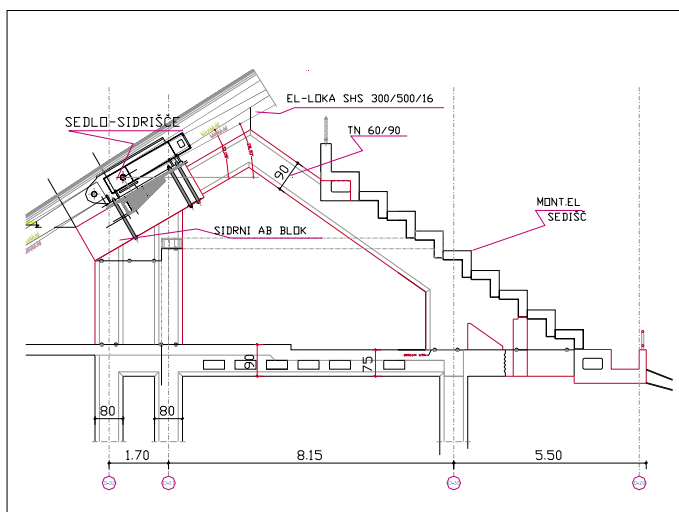
Objekt je v celotni dolžini izveden brez vmesnih dilatacij. Potresne sile se prevzamejo s stenami stopniščnih jeder in dvigalnih jaškov (debeline sten 20–30 cm), ki so skoraj simetrično razporejeni znotraj dvorane. Horizontalne obtežbe zaradi reologije betona in temperaturnih razlik prevzemajo vertikalni elementi (stene, jedra) in AB-plošče z vzdolžno vodenimi prednapetimi kabli in armaturo. Nadstropja

so med seboj povezana z več stopnišči in več dvigali, ki gredo iz garaže v zgornje etaže.

Etažne plošče debeline 30–45 cm so prednapete s kabli brez povezave, zgornji tribunski nosilci pa so prednapeti z zainjektiranimi kabli. Prednapeto jeklo je kakovosti $f_{p,01k}/f_{p,k} = 1670/1860$ MPa.

Temeljenje je izvedeno na točkovnih in pasovnih temeljih različnih dimenzij.

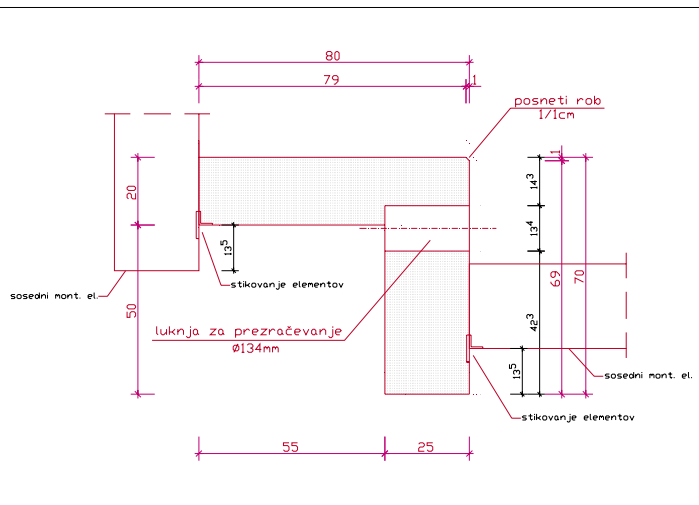
Vsi AB-konstrukcijski elementi so skladno s SIST-EN 206-1 izvedeni z betoni naslednjih kakovosti: temelji C25/30 (XC2), talna plošča (povozna) C30/37 (XD3) z zmanjšanim krčenjem, stebri C35/45 (XD1), stene C30/37 (XD1 – klet, XC1 – zgornje etaže), stene v stiku z zemljino C30/37 (XD1, PVII), etažne plošče, nosilci C35/45 (XD3 – povozne plošče, XC1



Slika 3 • Zgornji tribunski nosilec



Slika 4 • Gradnja tribun



Slika 5 • Montažni elementi sedišč

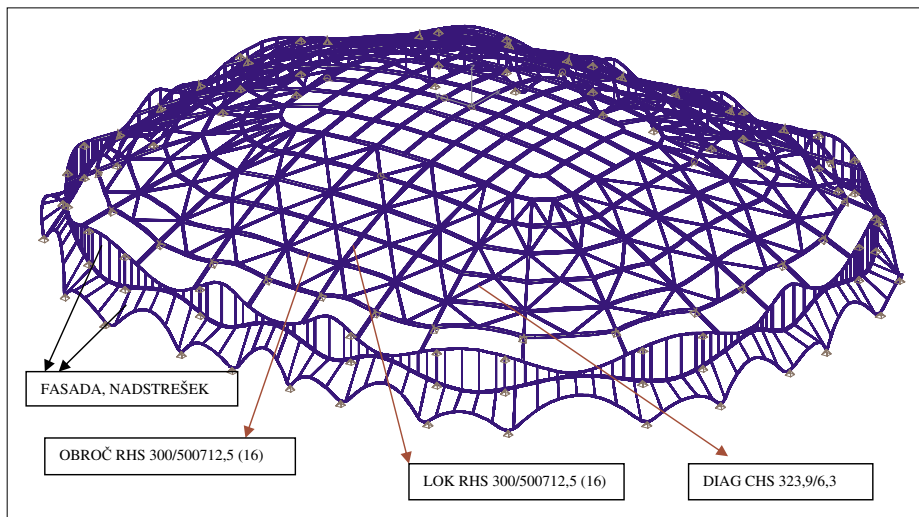
– zgornje etaže) z zmanjšanim krčenjem, zgornji tribunski nosilci C35/45, sidrni blok C50/60, sedišča tribun C 35/45 (XC1) ter armirani z mrežno in palično armaturo S500 S (M).

2.2 Jeklene konstrukcije

2.2.1 Streha

Streha dimenzij 100 x 120 x 15 m je zasnovana kot jeklena konstrukcija lupine iz mreže votlih pravokotnih profilov RHS 300/500/12,5–16 (lokov, obročev in temenskih nosilcev) in diagonal iz okroglih cevi CHS 323,9/6,3. Spoji med elementi lokov in obročev so zasnovani kot polno momentni, tako da prevzemajo obremenitve sil in momentov v vseh treh smereh. Spoji diagonal z loki in obroči so zasnovani kot členkasti. Loki so v rastru osi stebrov, razmiki med obroči so 5,8–6,50 m. Jeklena konstrukcija strehe zajema del med dvojnimi tribunskimi stebri-sedli oziroma del znotraj obroča 2. Na sedla se členkasto priključuje konstrukcija fasade.

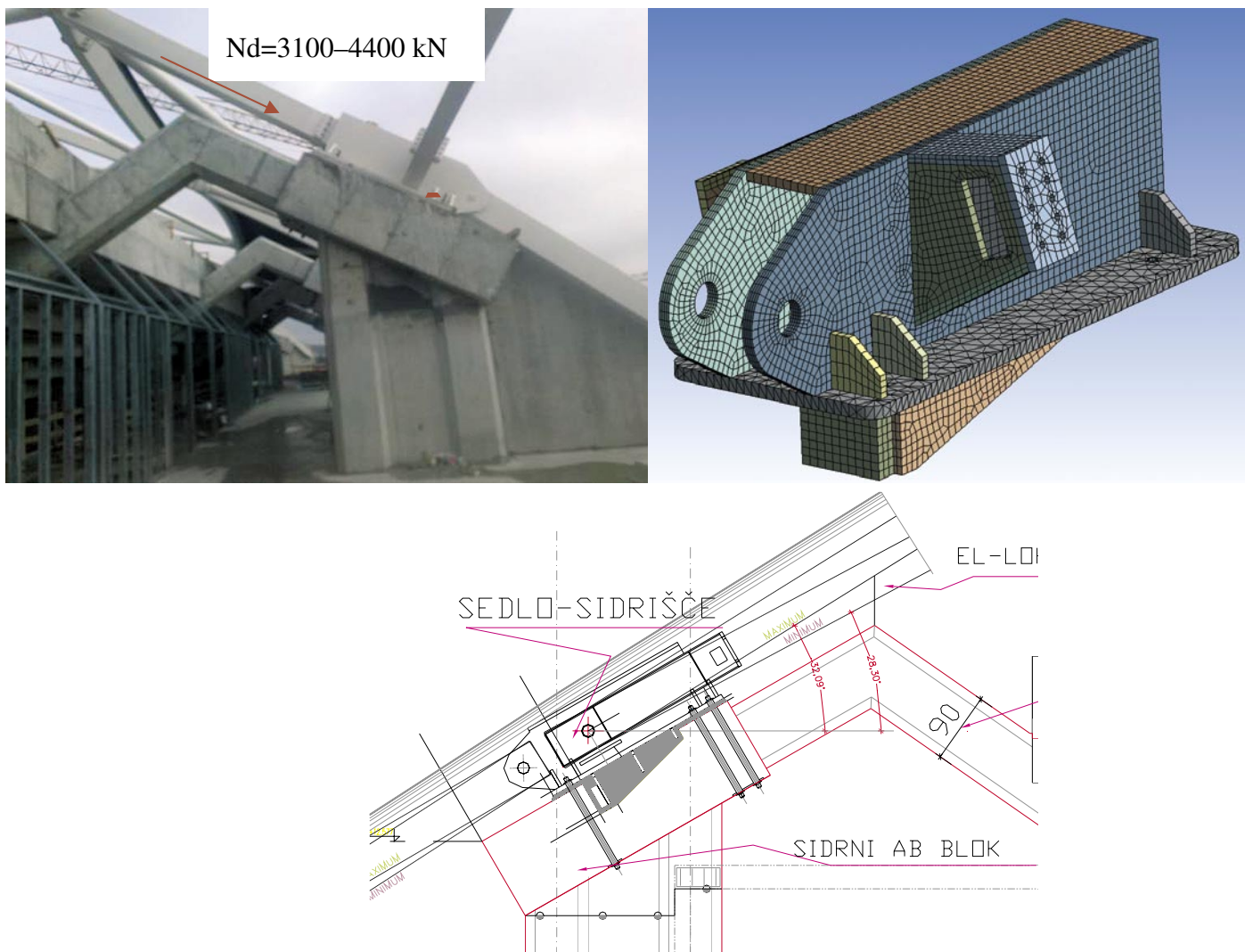
Ležišča glavnih nosilcev – sedla (slika 8), so z vijaki M36 pritrjena v betonske sidrne bloke nad dvojnimi tribunskimi stebri. Sidrišča so se izvedla s pomočjo šablone in z geodetsko natančnostjo, tako florisno kot višinsko. Prazni prostori med betonskim blokom in jeklenim sedlom so zapolnjeni z ekspandiranim betonom. Po zagotovljeni zadostni nosilnosti betonskih stebrov je bila izvedena montaža glavnih nosilcev – lokov. Izvedba vpetja glavnega nosilca z ležiščem je členkaste izvedbe, ki omogoča zasuke nosilca v ravnini, pravokotni na osi sornika oziroma v osi loka. Glavna nosilna jeklena konstrukcija je izvede-



Slika 6 • Jeklena konstrukcija strehe, fasade in nadstreškov – shematski prikaz



Slika 7 • Jeklena konstrukcija strehe med montažo



Slika 8 • Sidrišče – sedlo

na v jeklu kakovosti S355J2. Za stikovanje lokov in obročev (momentni stiki) so uporabljeni HV-vijaki kakovosti 10,9. Za členkaste priključke diagonal so uporabljeni sorniki kakovosti S355 ali 42CrMo4 v poboljšanem stanju, odvisno od nivoja obremenitve. Sidrni vijaki M36 za priključitev JK-strehe v AB-konstrukcijo so izvedeni v kakovosti 8,8 (navojne palice).

V času montaže je konstrukcija prehajala iz enega statičnega sistema v drugega do končne oblike. Zaradi omejitve deformacij konstrukcije med montažo je bilo izvedeno podpiranje z začasnimi podporami, ki so se odstranile, ko je bila sestavljena celotna lupina. Montaža je potekala postopno s pomočjo avtodvigal (kapacitete 50–300 t) v naslednjem vrstnem redu: montaža prečnih lokov na južni strani z vmesnim podpiranjem v temenu, sledila je montaža dveh južnih lokov

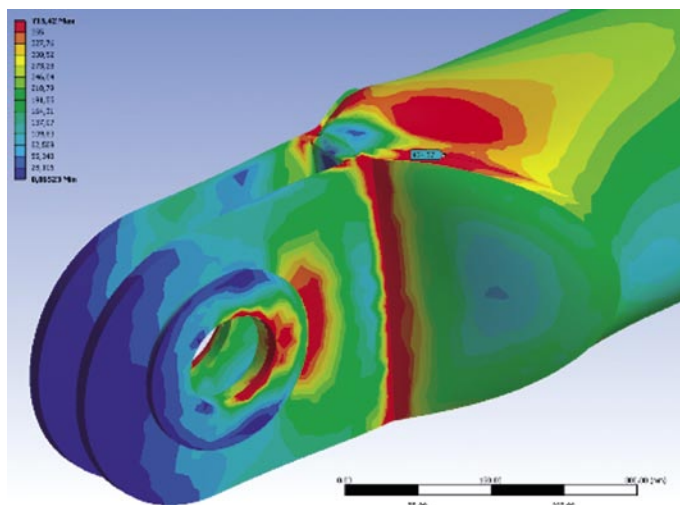
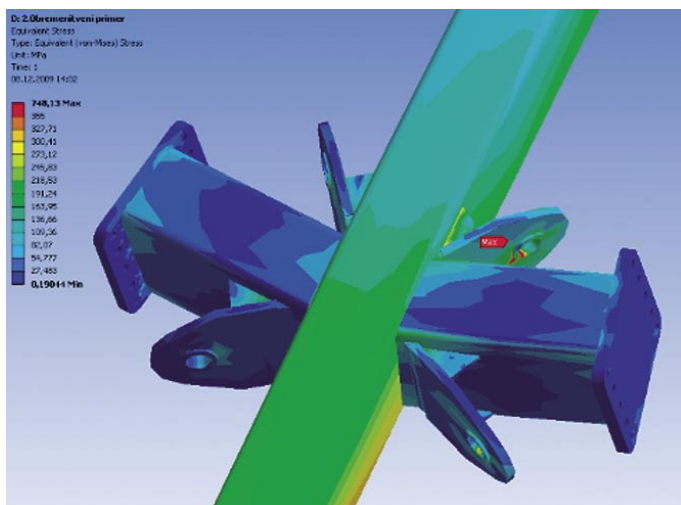
s povezavami med njima in podpiranjem, nato montaža stranskih lokov na južni strani (FG3a–FG3d), montaža lokov v srednjem delu in na koncu na severnem delu. Postopno sproščanje začasnih podpor je bilo izvedeno s pomočjo peščenih loncev. Zaradi omejitve s prostorom je bilo treba skrbno načrtovati vsako postavitve avtodvigal v posamezni fazi montaže.

2.2.2 Fasada in nadstreški

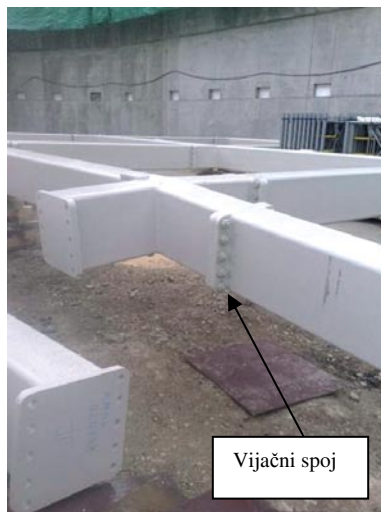
Konstrukcija fasade in nadstreškov poteka po celotnem obodu objekta in se členkasto priključuje na sidrišča nad dvojnimi tribunskimi stebri. Zgornje fasadne konstrukcije sestavljajo valovito ukrivljeni fasadni nosilci iz kvadratnih zvarjencev dimenzij 270 x 270 x 8 (10 mm). Spodnji fasadni nosilci so iz kvadratnih zvarjencev dimenzij 460 x 460 x 8 (10). Nosilca sta povezana s fasadnimi vertikalami

RHS 200/100/8, in sicer s členkasto povezavo na zgornji fasadni nosilec, na spodnjem pa je omogočen vertikalni pomik, tako da se spodnji nosilec pomika v z-smerni neodvisno od zgornjega nosilca. Zgornji fasadni nosilec je s prečnimi nosilci RHS 300/500/16 povezan s sidrišči – sedli, strehe (členkasti spoj preko čepa). Dodatna povezava med fasadnim nosilcem (teme) in elementi obroča R2 od strehe je izvedena s prečnimi elementi iz kvadratnih zvarjencev dimenzij 270 x 270 x 8 s členkasto povezavo na obeh straneh (izvedba s čepi). Oba nosilca sta podprta s fiksnimi sidrišči na AB-stene jeder. Spodnji fasadni nosilec je podprt v najnižji točki na AB-ploščo tako, da je omogočen pomik v vertikalni in vzdolžni smeri.

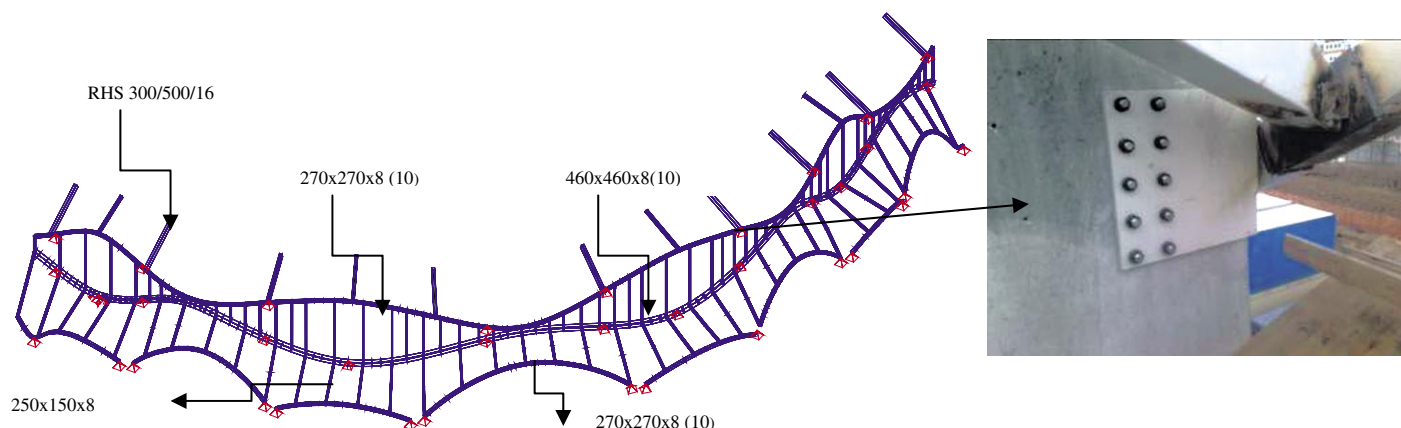
Konstrukcijo nadstreškov tvorijo zunanji ločni nosilci iz kvadratnih zvarjencev dimenzij 270 x 270 x 8 mm, ki so s prečnimi nosilci



Slika 9 • Spoj diagonal na element loka



Slika 10 • Izdelava posameznih elementov v delavnici, sestava na gradbišču na tleh in montaža jeklene konstrukcije strehe



Slika 11 • Fasada in nastreški

nadstreškov iz pravokotnih cevni profilih 250 x 150 x 8 povezani s spodnjim fasadnim nosilcem. Ločni nosilci nadstreškov so podprti s podstavki na AB-plošči na +1,00.

2.2.3 Podkonstrukcija kritine

Kot sekundarna trapezna pločevina pod kritino (kovinska škodlja) je izvedena strešna pločevina TRIMO TP 835 ($t = 0,6$ mm), ki je podprta s sekundarnimi Z-nosilci višine 160 do 240 mm na razmakih $e = 1,095-1,32$ m.

Sekundarni nosilci so pritrjeni na spodnjo primarno trapezno pločevino. Kot spodnja glavna nosilna pločevina je izvedena profilirana jeklena pločevina ARCLAD 200/420 proizvajalca Acelor Mittal.

2.2.4 Oprema, obešena na streho

Glavna oprema strehe je naslednja: konstrukcije servisnih hodnikov, nosilni elementi žlebov, podkonstrukcije požarnih loput, obešala za opremo: zvočnike, razsvetljavo, table z rezul-

tati. Jeklena konstrukcija servisnih hodnikov je obešena na glavno konstrukcijo strehe na koti +17,00 in poteka vzdolž osi D-29 z dostopi v osi D-C na severni in južni strani.

2.2.5 Druge jeklene konstrukcije

Znotraj dvorane so še konstrukcije ograj, požarnih stopnišč, konzolni nadstreški nad VIP-tribunami, stropne konstrukcije nad stopnišnimi jedri.

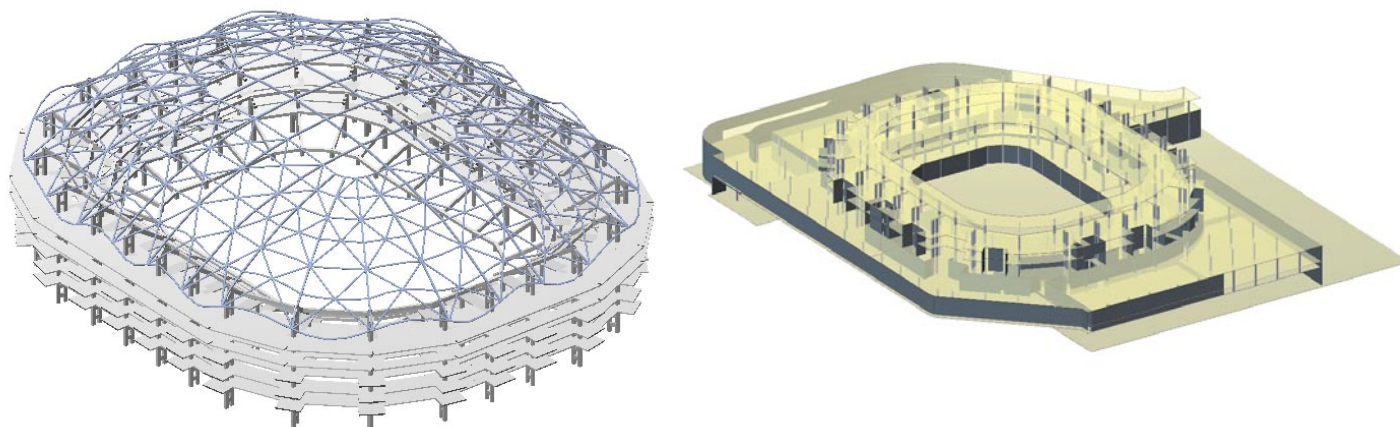
3 • PROJEKTIRANJE

3.1 Potek projektiranja

Načrt arhitekture je izdelalo projektivno podjetje Sadar+Vuga, d. o. o., GRADIS BP Maribor se je kot projektant gradbene konstrukcije vključil v projektiranje avgusta 2008 in sklenil pogodbo za izdelavo dokumentacije za faze PGD, PZI, PZR in PID. V tem času so že

bile izdelane idejne zasnove projekta, v teku je bila študija različic zasnove konstrukcije strehe in fasade. Za sedanjo različico streh je idejni projekt izdelalo angleško projektivno podjetje Atelier One kot pogodbeni partner podjetja Sadar+Vuga. IDP strehe in fasade je bil osnova za nadaljnje faze projektiranja, kjer

je GRADIS BP kot odgovorni projektant izdelal statične izračune v smislu kontrole in uskladike v smislu standardov SIST-EN, statiko spojev v sodelovanju s projektantom delavniške dokumentacije – podjetjem BASING, d. o. o., preveril montažna stanja v sodelovanju z izvajalcem jeklene konstrukcije – s podjetjem FERROTEHNA, d. o. o., in projektantom projekta montaže – BASING, d. o. o. V fazi PZI sta se izvajala kontrola in potrjevanje obsežne delavniške dokumentacije, izdelati je bilo treba



Slika 12 • Računski modeli

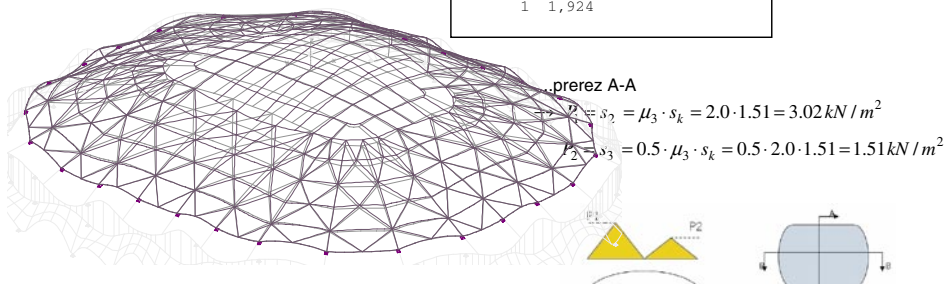
dodatne statične izračune, ki so bili pogojeni z izvedljivostjo in spremembami med gradnjo. AB-konstrukcijo je izvajalo podjetje ENERGOPLAN. Projekt PGD je bil izdelan decembra 2008, gradnja dvorane se je pričela spomladi 2009 in končala avgusta 2010. Dokumentacija PZI se je zaradi obsežnosti izdelovala sproti glede na terminski plan gradnje. Zaradi kratkih rokov in obsežnosti projekta je bilo nujno stalno sodelovanje med projektanti, izvajalci in nadzorom, ki se je pri gradnji dvorane na koncu izkazalo kot zelo dobro kljub vmesnim nesoglasjem, ki so bila pogosto posledica nerealnih zahtev investitorja.

3.2 Dokaz stabilnosti in mehanske odpornosti

Upoštevana je obtežba v skladu standardi SIST EN 1990 do SIST EN 1998. Kot statična obtežba je upoštevana lastna teža posameznih konstrukcijskih elementov, sloji obdelave, ter koristna obtežba $p = 5,0\text{--}7,5 \text{ kN/m}^2$

za športne dvorane s tribunami, dostopne površine, terase (ktg C5), $p = 2,5\text{--}5,0$ za garaže ktg. F in G v skladu s standardom SIST-EN 1991. Potresna obtežba je vzeta po standardu SIST EN 1998 z upoštevanjem projektnega pospeška $0,25 \text{ g}$ po seizmološki karti Slovenije.

BUCKLING LOAD FACTORS
for analysis: C11_S1; Load case: C11
Nr. λ
1 1,924



Slika 13 • Globalna stabilnost

Računska analiza jeklene konstrukcije strehe je bila izvedena po teoriji 2. reda z upoštevanjem začetnih deformacij (imperfektnosti z omejitvijo) globalne uklonske oblike za projektno kombinacijo stalne obtežbe z nesimetrično obtežbo snega v mejnem stanju nosilnosti.

4 • ZAKLJUČEK

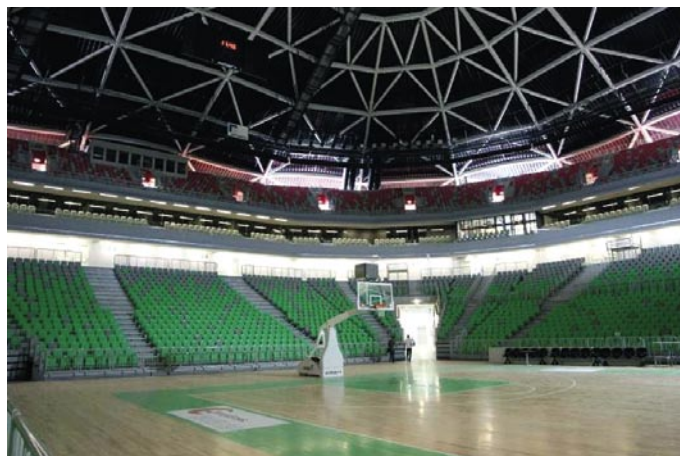
Gradbena konstrukcija Športne dvorane Stožice je predstavljala vsekakor velik izziv in napor za projektanta, zlasti zaradi okoliščin

(obsežnost in kratki roki), v katerih je projekt nastajal. Veliko detajlov je bilo treba reševati in prilagajati sproti med samo gradnjo. Pri

izvajanju vseh del na gradbeni konstrukciji je bilo dobro sodelovanje na relaciji projektant–izvajalci–nadzorniki. Izvajalec jeklenih konstrukcij je izdelal kakovostno delavniško dokumentacijo, zelo dobra je bila koordinacija pri izdelavi in montaži jeklene konstrukcije strehe.



Slika 14 • Končan objekt



5 • LITERATURA

Načrt gradbenih konstrukcij, št. projekta 4160, GRADIS BP Maribor, PGD, PZI, PID, dec. 2008–julij 2010.

Načrt PGD, PZI, PID za arhitekturo: SADAR VUGA ARHITEKTI, d. o. o., Tivolska c. 50, LJUBLJANA, št. načrta: 169/07A-D.

VPLIV ZASTEKLITVE NA ENERGETSKO UČINKOVITOST MONTAŽNIH LESENIH STAVB

INFLUENCE OF GLAZING ON THE ENERGY EFFICIENCY OF PREFABRICATED TIMBER BUILDINGS

pred. Vesna Žegarac Leskovar, univ. dipl. inž. arh.,
red. prof. dr. Miroslav Premrov, univ. dipl. inž. grad.,
UM FG, Smetanova 17, 2000 Maribor

Znanstveni članek
UDK: 694:699.86

Povzetek | Prispevek prikazuje numerično parametrično analizo vpliva povečanega deleža zasteklitve na energetsko učinkovitost montažnih lesenih enodružinskih hiš z osnovnim ciljem prikaza vpliva zasteklitve na južni strani, tako na novih velikopanelnih stenskih sistemih z različno toplotno prehodnostjo kakor tudi na starih malopanelnih sistemih, pri katerih predstavlja ustrezna izbira velikosti zasteklitve enega od mogočih načinov učinkovite energijske sanacije. Pri tem so parametrično na primeru dvoetažne stanovanjske hiše analizirani vplivi povečanega deleža steklenih površin ob upoštevanju klimatskih pogojev za Ljubljano. Kot rezultat študije je podana funkcijska odvisnost letnih energijskih potreb za ogrevanje in ohlajevanje v odvisnosti od deleža steklenih površin južne fasade objekta ob predpostavki, da se vplivi aktivnih sistemov ne spreminjajo. Rezultati so po eni strani potrdili nekatera že poznana dejstva izvedenih parametričnih analiz različnih avtorjev, po drugi strani pa dodatno privedli do nekaterih povsem novih ugotovitev, predvsem glede optimalnih vrednosti deleža zasteklitve na južni fasadi v odvisnosti od stopnje toplotne prehodnosti zunanjih lesenih stenskih elementov ob upoštevanju klimatskih pogojev za Ljubljano.

Summary | The paper presents a numerical analysis of the increased proportion influence of glazing surfaces on energy efficiency of prefabricated timber single-family houses with a basic purpose to determine the influence of south oriented glazing area for new macro-panel wall elements of different thermal transmittances, as well as for old micro-panel wall elements, for which the installation of an optimal glazing size represents one of the possible energy efficient renovation methods. The research is based on a case study of a two-storey house and its parametric analysis of an increased-proportion-of-the-glazing-surfaces impact, taking into account the climate data for Ljubljana. As the result of the study, the annual energy demand for heating and cooling depending on the proportion of the glazing area in relation to the total surface area of the south oriented façade, under presumption that active systems are not changed, is presented. The results accord well with some findings of the existing parametrical analyses of different authors, while, on the other hand, they lead to some completely new findings regarding the optimal glazing share in south oriented external wall in dependence from the thermal transmittance of the wall element, considering climate data for Ljubljana.

1 • UVOD

V času, ki ga zaznamujejo specifične razmere na področju klimatskih sprememb, se gradbena in arhitekturna stroka intenzivno usmerjata v iskanje ustreznih ekoloških rešitev in načinov gradnje, s katerimi je mogoče doseči večjo energijsko varčnost in s tem povezano zmanjšanje okoljskih bremen. Les kot naraven material ima že v osnovi odlično izhodišče za energijsko učinkovito gradnjo, saj ima v primerjavi z drugimi osnovnimi konstrukcijskimi materiali (beton, opeka, jeklo, kamen) nižji faktor toplotne prevodnosti, ima dobre mehanske lastnosti in zagotavlja prijetno bivalno okolje. Zaradi naštetih lastnosti je montažna lesena konstrukcija primerna za gradnjo energijsko varčnih objektov različnih razredov, podanih v preglednici 1, pri katerih pa sta zaradi solarnih toplotnih dobikov velikega pomena tudi povečan delež in ustrezna orientacija steklenih površin. Z upoštevanjem dejstva, da so steklu proizvajalci skozi leta razvoja izboljšali toplotnoizolacijske in trdnostne lastnosti ter z izboljšanjem faktorja prepustnosti energije sončnega sevanja omogočili, da lahko z velikimi steklenimi površinami, orientiranimi primarno na južno stran, ne le osvetlimo bivalne prostore, ampak zagotovimo tudi ogrevanje le-teh z energijo sonca, predstavlja danes gradnja z lesom v kombinaciji z uporabo ustreznih in pravilno orientiranih steklenih površin velik potencial.

Prve računske analize glede vpliva povečanega deleža zasteklitev na energijske potrebe v stanovanjskih in poslovnih objektih zasledimo že v osemdesetih letih. Tako je v (Johnson, 1984) analiziran vpliv zasteklitev na prototipnih poslovnih objektih za različne klimatske pogoje in orientacije objekta, v (Steadman, 1987) pa na primeru šestih izbranih hiš s poudarkom na analizi vpliva zasteklitev na južni fasadi. Računski model, ki ga je leta 2000 razvil Karlsson (Karlsson, 2000) omogoča zelo preprost način v oceni energetske učinkovitosti objekta z uporabo različnih tipov oken na različnih geografskih lokacijah. Čeprav analiza v glavnem temelji na primerjavi različnih tipov

zasteklitev, kar sicer ne bo predmet naše analize, je v določenih primerih lahko zelo koristna iztočnica za naše raziskave. V tem pogledu je zelo koristna tudi študija (Bülow-Hübe, 2001), izvedena na okvirnih lesenih poslovnih objektih s povečano zasteklitvijo na južni fasadi za švedske klimatske pogoje. Pri tem so kot variabilni upoštevani številni parametri, ki vplivajo na energijske potrebe objekta, kot so velikost in tip zasteklitve, orientacija objekta in toplotna prehodnost zunanjih sten. Parametrična študija vpliva zasteklitev na konkretnem primeru 20 družinskih hiš, zgrajenih leta 2001 v Göteborgu, je predstavljena v (Persson, 2006a). Predstavljene so zanimive ugotovitve vpliva zasteklitve na južni fasadi, kjer povečan delež zasteklitve ugodno vpliva na energijske potrebe za ogrevanje, medtem ko je delež zasteklitve tako na vzhodni kot zahodni fasadi praktično indiferenten glede energijskih izgub za ogrevanje objekta. Razširjena študija, tudi z nekaterimi vplivi z različnimi klimatskimi pogoji, je sicer predstavljena v (Persson, 2006b). Precej drugih študij je tudi izvedenih za klimatske pogoje, ki so precej različni od evropskih, kot je na primer (Bouden, 2007) za Tunizijo, (Hassouneh, 2010) za Jemen, (Ghisi, 2001) za Brazilijo, ki pa so navkljub dejstvu, da so analizirani masivni konstrukcijski sistemi, lahko v določenih segmentih vendarle zanimivi za analizo rezultatov študije, predstavljenih v tem prispevku.

Osnovni cilj naše študije je v končni fazi določitev optimalnega modela energijsko učinkovite montažne lesene stavbe s povečanim deležem zasteklitve z upoštevanjem poznanih klimatskih pogojev ter ob osnovni predpostavki, da se vplivi aktivnih sistemov ne spreminjajo. Vpliv fotovoltaike in drugih energijskih virov prav tako ni upoštevan. Postopek določitve takšnega modela je precej širok in zapleten proces, saj na energijsko učinkovitost objekta v splošnem vpliva več medsebojno neodvisnih dejavnikov, kot so predvsem faktor oblike objekta, njegova orientacija, upoštevani klimatski pogoji, ma-

terialne lastnosti vgrajenih elementov, vpliv aktivnih sistemov, itd. (Persson, 2006b).

Predlagani postopek zato poteka v več korakih. V prvi fazi z analizo vpliva zasteklitve na vsaki strani objekta (jug, sever, zahod, vzhod) posebej ter z analizo stenskih elementov z različnim faktorjem toplotne prehodnosti (U_{wall}), v drugi fazi z generalizacijo problema vpliva zasteklitve na južni fasadi, kjer je le-ta lahko glede energijskih dobikov pozitiven, na eno neodvisno spremenljivko (U_{wall}), ter v končni fazi z določitvijo aproksimativnih izrazov za energijske potrebe objekta glede na generalizacijo. Ta prispevek obravnava le prvo fazo, analize druge faze pa so predstavljene v (Žegarac Leskovar, 2010a). Z izvedeno analizo želimo dodatno tudi prikazati vpliv zasteklitve na južni fasadi na različne konstrukcijske sisteme okvirne montažne lesene gradnje, tako na novejšo velikopanelno kot na starejšo malopanelno. Primerjave s polnostenskimimi, križno lepljenimi lesenimi panelnimi stenskimi sistemi tipa KLH, ki jih lahko smatramo kot neke vrste konkurenčne obravnavani montažni okvirni gradnji in bi bile lahko potencialno zanimive za investitorje in proizvajalce, pa so predstavljene v (Žegarac Leskovar, 2010b).

V prvem delu prispevka so predstavljeni bistveni principi energetske učinkovite lesene gradnje, v drugem delu pa je pozornost posvečena smiselnosti uporabe povečanega deleža zastekljenih površin. Pri tem so parametrično na primeru dvoetažne stanovanjske hiše, zgrajene z montažnim okvirnim sistemom, analizirani vplivi povečanega deleža zasteklitve. Analiza je izvedena na šestih sistemih montažne okvirne lesene gradnje z uporabo različnih tipiziranih zunanjih stenskih elementov glede na stopnjo toplotne prehodnosti ovoja pri isti florisni zasnovi objekta. V izračunih sicer niso upoštevani različni vplivi aktivnih sistemov, kot so rekuperacija, solarni sistemi, fotovoltaika itd. Posebej je treba poudariti, da je v izračunih z uporabljenim programskim orodjem PHPP (Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feist Darmstadt, 2007) upoštevano glede toplotne kapacitete dejstvo, da gre za objekt z majhno maso, zato tudi rezultate analize ni mogoče posplošiti na obravnavo masivnih konstrukcijskih sistemov.

2 • BISTVENI PRINCIPI IN ZAHTEVE ENERGETSKO UČINKOVITE GRADNJE

Dandanes se pri gradnji stanovanjskih objektov govori le še o energetske učinkovitosti oziroma nizkoenergijskih gradnjah. Nizko-

energijska gradnja zajema vse energetske učinkovite objekte z relativno majhno potrebo energije po ogrevanju. Zgornjo mejo nizko-

energijskega razreda lahko skladno s standardi v tujini postavimo pri potrebni letni energiji za ogrevanje $Q_h \leq 60 \text{ kWh/m}^2\text{a}$. Razredi energetske učinkovite gradnje se od države do države nekoliko razlikujejo. V Sloveniji so tovrstni razredi definirani v Pravilniku o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic

stavn (Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb, Ur. l. RS, št. 77/2009). V preglednici 1 je predstavljena delitev razredov skladno s pravilnikom in v praksi pogosto uporabljena delitev nizkoenergijske gradnje z variantami potrebne konstrukcijske izvedbe na montažnih lesenih objektih (Praznik, 2010).

Kot je razvidno iz preglednice, lahko pasivni razred gradnje dosegamo z ustrezno dodatno izoliranim ovojem z $U \leq 0.15 \text{ W/m}^2\text{K}$, priporočena vrednost za enostanovanjske hiše pa je v praksi še nekoliko strožja in znaša $U \leq 0.10 \text{ W/m}^2\text{K}$. Omejena je tudi zgornja meja toplotne prehodnosti za vgrajeno stavbno pohoštvo, in sicer $U_w < 0.8 \text{ W/m}^2\text{K}$ z visokim faktorjem prehoda sončne energije $g > 50 \%$, kar omogoča toplotne dobitke tudi v zimskem času. Ključni za izvedbo so pravilno rešeni detajli, ki morajo biti projektirani in izvedeni brez toplotnih mostov.

Za razliko od nizkoenergijskih pogojev so razredi in pogoji pasivne gradnje (A1 in A2) točno določeni. Koncept gradnje so razvili v Nemčiji, kjer danes deluje tudi svetovno priznani Passivhaus Institut, ki se ukvarja z razvojem in certificiranjem pasivne gradnje. Razredi pasivne gradnje pa niso omejeni le z največjo dovoljeno letno potrebo po toploti za ogrevanje, ki znaša $15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, pač pa tudi z omejeno zrakotesnostjo $n_{50} < 0,6 \text{ h}^{-1}$ ter

z omejeno rabo skupne letne rabe primarne energije na $120 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

Za gradnjo v nizkoenergijskem razredu pogoji niso tako strogo določeni in se lahko s pomočjo računalniških programov optimirajo znotraj vsakega energijskega razreda. Za zagotavljanje kakovostnih nizkoenergijskih objektov, ki bodo ponujali tudi prijetno bivalno ugodje, je treba zagotoviti kakovost na vseh ravneh. Tako je na primer za doseganje razreda zelo dobrih nizkoenergijskih zgradb (razred porabe pod $25 \text{ kWh/m}^2\text{a}$) že potrebna vgradnja sistemov za prezračevanje z rekuperacijo toplote od-

padnega zraka, ki pa učinkovito deluje le pri ustrezni zrakotesni izvedbi ($n_{50} < 1,0 \text{ h}^{-1}$). Pri gradnji nizkoenergijskih in predvsem pasivnih hiš so pomembni vsi detajli:

- detajli stikovanja zunanje in notranje stene na talno oziroma kletno ploščo (vključno z izvedbo fasadnega podzidka),
- detajli stikovanja zunanje stene in stropne konstrukcije,
- detajli stikovanja zunanje stene in strešne konstrukcije,
- detajli dolžinskega stikovanja zunanjih sten,
- vgradnja stavbnega pohoštva (zasteklitve).

Stopnja/Delitev skladno s Pravilnikom	V praksi pogosto uporabljena delitev	Letna potreba po toploti za ogrevanje ($\text{kWh/m}^2\text{a}$)	Varianta izvedbe (Praznik, 2010)
Razred C	minimalna zahteva energijske učinkovitosti	40–50	klasični ovoj
Razred B2	nizkoenergijske hiše	25–40	izolativno izboljšan ovoj
Razred B1	boljše nizkoenergijske hiše	15–25	izolativno izboljšan ovoj + rekuperacija
Razred A2	pasivna hiša	10–15	dodatno izolativno izboljšan ovoj + rekuperacija
Razred A1	1-litrska hiša	≤ 10	dodatno izolativno izboljšan ovoj + rekuperacija + izboljšano stavbno pohoštvo

Preglednica 1 • Delitev energetsko učinkovite gradnje (Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb, Ur. l. RS, št. 77/2009)

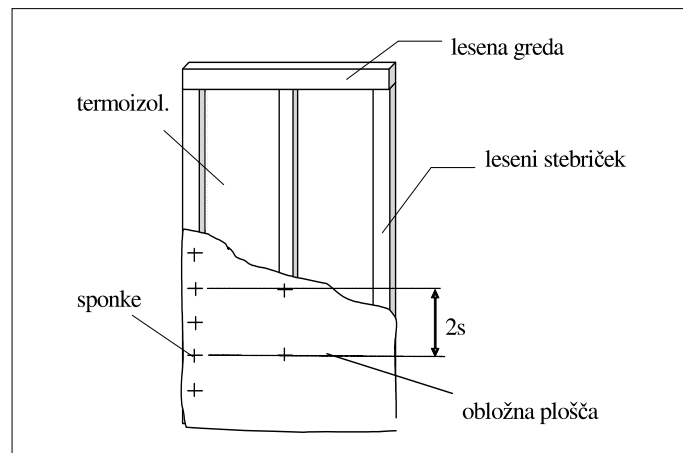
3 • MONTAŽNA LESENA OKVIRNA GRADNJA

Montažni okvirni sistem lesenih stanovanjskih objektov danes večinoma temelji na uporabi

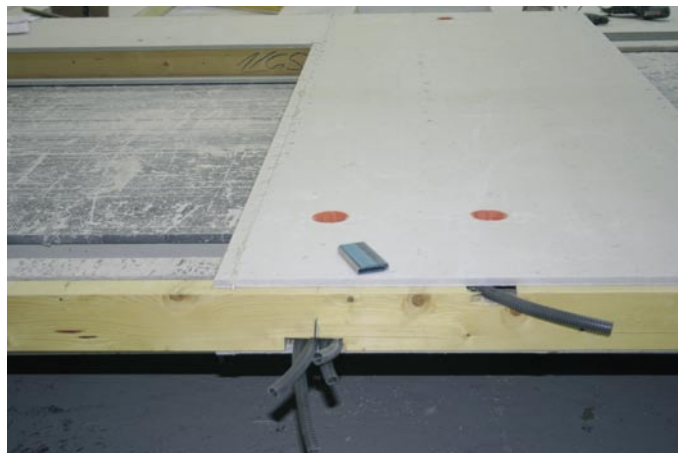
velikopanelnega montažnega konstrukcijskega sistema, ki se je razvil iz osnovnega (malo-

panelnega) sistema, katerega stenski element sestavlja nosilni leseni okvir (slika 1a). Na nosilni leseni okvir so pritrjene obložne plošče, običajno tipske širine $b = 1,25 \text{ m}$, ki zagotavljajo horizontalno stabilnost sten in celotnega objekta. Razvoj velikopanelnega sistema v

a.)



b.)



a.) Sestava stenskega elementa z osnovnim gabaritom obložne plošče (malopanelni sistem)

b.) Velikopanelni sistem s položeno toplotno izolacijo med lesenimi pokončniki

Slika 1 • Sestava okvirnih stenskih elementov

zadnjem desetletju predstavlja velik napredek v omenjenem načinu gradnje, saj so stenski elementi kot osnovni vertikalni montažni elementi finalizirani v obratu, zato je montaža na gradbišču precej hitrejša kot pri malopanelnem sistemu. Pri tem so v stenski element v končni obliki vgrajene tako okenske kot vratne odprtine kakor tudi vse inštalacije (slika 1b). Ker je običajni raster malopanelnega sistema $b = 1,25\text{ m}$, je velikopanelni sistem običajno mnogokratnik osnovnega panelnega rastera obložne plošče, s tem da zaradi transportnih problemov celotna dolžina montažnega stenskega elementa običajno ne presega $12,5\text{ m}$. Bistvena prednost okvirnega sistema lesene gradnje izhaja iz same zasnove konstrukcije, saj se prazni prostori v lesenem okvirju zapolnijo s toplotno izolacijo, s čimer konstrukcije že pri majhnih debelinah dosegajo izredno dobre toplotne izolacijske lastnosti. Z današnjo tehnologijo in širokim izborom izolacijskih materialov je nizkoenergijski standard v okvirni leseni gradnji tako dosegljiv že z najenostavnejšimi konstrukcijskimi sestavami. Vendar je pa na tem mestu treba posebej poudariti, da energijska učinkovitost konstrukcije ne raste linearno z dodajanjem izolacijskih materialov in ima tudi neko svojo mejno vrednost, ko energijske učinkovitosti zgradbe z enostavnim dodajanje izolacije več ni mogoče izboljšati.

Proizvajalci lesenih montažnih objektov v splošnem ponujajo različne stopnje energijske učinkovitosti objektov. Z numerično analizo

TF 1		TF 2		TF 3	
material	debelina (mm)	material	debelina (mm)	material	debelina (mm)
zunanj omet	6	zunanj omet	6	zunanj omet	9
fasadna izolacija – mineralna volna	100	fasadna izolacija – mineralna volna	100	fasadna izolacija – lesno-vlakenne plošče	60
MVP*	15	mavčno-vlakena plošča	15	/	
nosilna lesena konstrukcija z izolacijo	160	nosilna lesena konstrukcija z izolacijo	160	nosilna lesena konstrukcija z izolacijo	360
parna zapora	0,2	parna zapora	0,2	OSB-plošča	15
/	/	lesena podkonstrukcija z izolacijo	60	/	/
MVP*	15	MVP*	15	/	/
MVP*	10	MVP*	10	MKP**	12,5
skupna debelina (mm)	306,2	skupna debelina (mm)	366,2	skupna debelina (mm)	456,5
toplotna prehodnost stene (W/m^2K)	0,164	toplotna prehodnost stene (W/m^2K)	0,137	toplotna prehodnost stene (W/m^2K)	0,104

* mavčno-vlakena plošča, ** mavčno-kartonska plošča

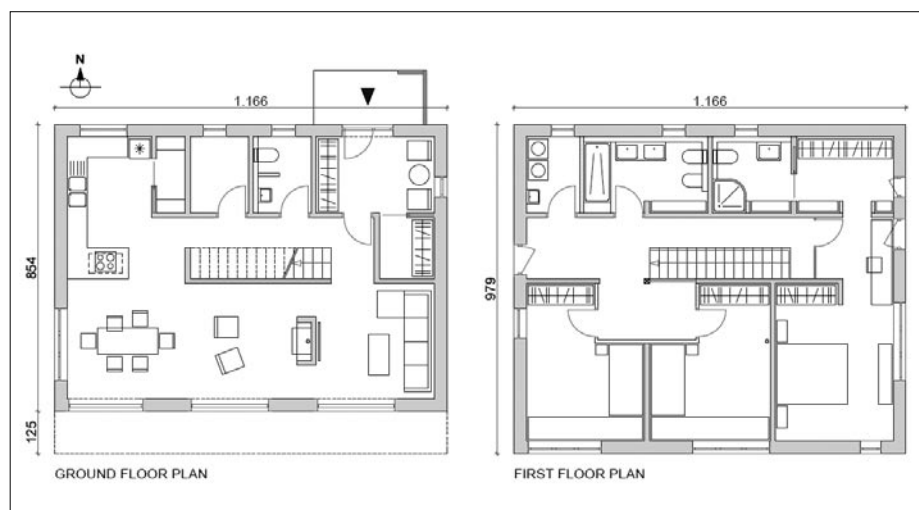
Preglednica 2 • Sestava tipiziranih zunanjih velikopanelnih stenskih elementov (Lumar, 2010)

bomo obravnavali tri glavne tipizirane zunanje stenske elemente glede na stopnjo izolativnosti (TF 1, TF 2 in TF 3), katerih sestava

je podana v preglednici 2, nato pa v podporo nekaterim podanim zaključkom dodatno tudi tri slabše izolativne sisteme.

4 • PARAMETRIČNA NUMERIČNA ANALIZA VPLIVA ZASTEKLITVE

V študiji se bomo v smislu energijske učinkovitosti omejili le na različne konstrukcijske sisteme šestih različnih zunanjih montažnih okvirnih stenskih elementov z različno toplotno prehodnostjo (U_{wall}), različnih vplivov aktivnih sistemov, fotovoltaike, klimatskih pogojev in različnih tipov zasteklitve pa na tem mestu ne bomo obravnavali. Ker želimo z analizo poiskati optimalno površino zasteklitve na zunanjih stenah zgradbe, ki najugodnejše vpliva na energijske potrebe objekta, je v izračunih upoštevan zelo kakovosten tip zasteklitve z zelo nizko toplotno prehodnostjo (U_g). Za izvedene izračune bomo podali določene primerjave z nekaterimi že poznanimi analizami, omenjenimi v uvodnem poglavju, vendar bo pri tem pomembno upoštevati tudi vpliv različnih vhodnih para-



Slika 2 • Tloris pritličja in nadstropja

metrov, podanih v točkah 4.1 do 4.6, ki lahko bistveno vplivajo na končne rezultate.

4.1 Simulacijski model

Predmet študije je dvoetažna enodružinska montažna lesena hiša florisnih dimenzij pritličja 11,66 x 8,54 m in etaže 11,66 x 9,79 m (slika 2). Skupna ogrevana površina hiše znaša 168,40 m². Konstrukcija je zgrajena v okvirnem montažnem lesenem sistemu, katerega debelino zunanjih stenskih elementov spreminjamo glede na podane tipe TF 1, TF 2 in TF 3, s podanimi materialnimi in geometrijskimi lastnostmi v preglednici 2. S ciljem določitve vpliva deleža zasteklitve na energijske potrebe tudi na starejših montažnih lesenih objektih so dodatno analizirani tudi trije malopanelni stenski sistemi (slika 1a) z zelo veliko toplotno prehodnostjo ($U \geq 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$), kar bi nam lahko služilo kot morebitna iztočnica za energijske sanacije takšnih lesenih sistemov. Kakovost vgrajenega lesa znaša v vseh primerih C22 glede na EN 338 (European Committee for Standardization, 2003).

Odstotni deleži zasteklitve na posameznih zunanjih stenah do površine le-teh (AGAW) in celotne florisne površine objekta (AGAF) na osnovnem primeru obravnavane hiše so podani v preglednici 3, shematsko pa prikazani na sliki 3.

4.2 Lokacija, orientacija in klima

Hiša je locirana v Ljubljani na zemeljski širini 46,03° N in dolžini 14,30° na nadmorski višini 298 m z daljšo florisno stranjo orientirano jug-sever. Privzeta je klima za Ljubljano (<http://en.wikipedia.org/wiki/Ljubljana#Climate>) s povprečno letno temperaturo $T_{ext} = 10,4 \text{ °C}$.

4.3 Zasteklitve

Upoštevana je trislojna okenska zasteklitve Unitop 0,51–52–UNIGLAS (4 mm–12 mm–4 mm–12 mm–4 mm) z dvema nizkoenergijskima nanosoma in kriptonom kot polnilom v obeh zračnih slojih. Toplotna prehodnost zasteklitve znaša $U_g = 0,51 \text{ W/m}^2\text{K}$, lesenega okenskega okvirja debeline 114 mm pa $U_f = 0,73 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Gustavsén, 2007).

4.4 Senčenje

Senčenje zastekljenih površin je predvideno z zunanjimi senčili z izjemo oken južno orientirane pritlične fasade, ki je zamaknjena za 1,25 m proti notranosti hiše (slika 2). Čeprav v praksi na nizkoenergijskih hišah severnih oken zaradi izredno majhne površine

	jug	sever	vzhod	zahod
AGAW (%)	27,6	8,9	10,5	8,4
AGAF (%)	12,1	3,9	3,7	2,9

Preglednica 3 • Delež zasteklitve na osnovnem primeru stavbe



Slika 3 • Shematski prikaz deleža zasteklitve na osnovnem primeru objekta na južni, vzhodni, severni in zahodni fasadi



Slika 4 • Model spreminjanja deleža steklenih površin na zunanji, južno orientirani steni

načeloma ni treba senčiti, smo v našem primeru z namenom primerjave energijskih izgub za ohlajevanje za zasteklitve na vseh štirih fasadah hiše upoštevali redukcijski faktor senčenja $z = 0,5$.

4.5 Aktivni sistemi

Predvideno je prisilno prezračevanje z rekuperacijo toplote odpadnega zraka in ogrevanje vode s toplotno črpalko. Upoštevani so povprečni notranji toplotni dobitki 2,1 W/m². Minimalna predvidena notranja temperatura je $T_{min} = 20 \text{ °C}$ in maksimalna $T_{max} = 25 \text{ °C}$.

4.6 Variabilni parametri

Bistvo študije je parametrično spreminjanje deleža steklenih površin ločeno na vsaki fasadi posebej (slika 4). Poseben poudarek je namenjen določitvi optimalnega deleža površine zasteklitve na južni strani objekta do površine pripadajoče fasade (AGAW). Vsak konstrukcijski sistem je obravnavan posebej, na koncu pa je podana primerjava med vsemi šestimi okvirnimi sistemi.

4.7 Računalniški program

Za vse izračune je uporabljen komercialni računalniški program Passive House Planning Package 2007 (Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feist Darmstadt, 2007), ki je mednarodno certificiran za izračunavanje energijskih potreb pasivnih stavb, lahko pa se uporablja tudi za projektiranje in analizo nizkoenergijskih

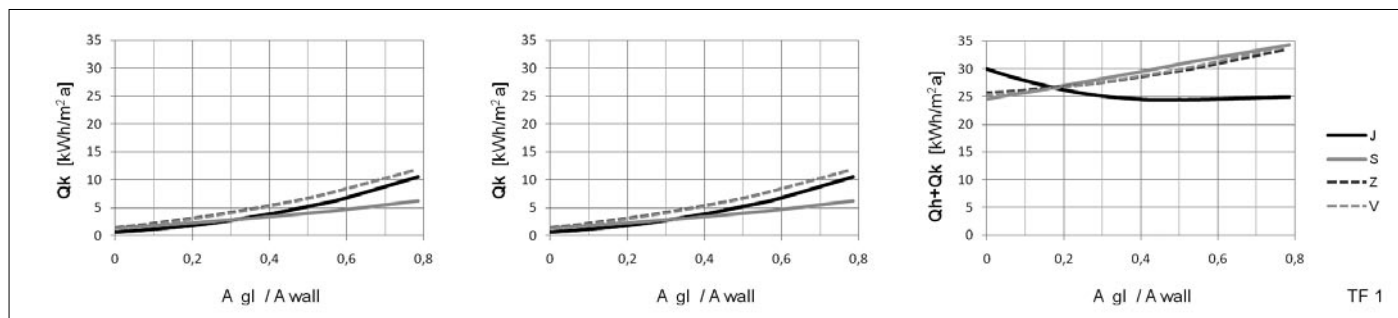
skih hiš. Računska metoda za izračun letnih energijskih potreb temelji na standardu EN ISO 13790, ki ga upošteva tudi *Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb* (Ur. l. RS, št. 77/2009) pri delitvi energijske učinkovitosti stavb v posamezne razrede, le da gre za označbo SIST EN ISO 13790.

4.8 Rezultati in diskusija

Rezultati so najprej predstavljeni za vsak tipiziran velikopanelni konstrukcijski sistem posebej (TF1, TF2 in TF3) glede na karakteristike, podane v preglednici 2. Grafično so podane vrednosti porabe energije za ogrevanje (Q_h), potrebne energije za ohlajevanje (Q_k) in njuna vsota ($Q_h + Q_k$) v odvisnosti od deleža zastekljenih površin zunanje stene do skupne površine te stene (A_{gl}/A_{wall}), v tekstu nadalje imenovan z AGAW. Vrednosti so podane ločeno za južno (J), severno (S), zahodno (Z) in vzhodno (V) orientacijo.

4.8.1 TF 1, $U = 0,164 \text{ W/m}^2\text{K}$

Rezultati za vse štiri strani različno orientiranih zunanjih sten so grafično prikazani na sliki 5. Iz rezultatov za potrebno ogrevanje stavbe (Q_h) je razvidno, da južna stran izkazuje s povečanjem deleža zastekljenih površin AGAW skoraj linearen potek toplotnih dobitkov, ki pri AGAW = 0,79 znašajo približno 15 kWh/m²a oziroma kar 50 % začetne vrednosti, podane pri AGAW = 0. Toplotne izgube na severni



Slika 5 • Grafična predstavitev energijskih potreb različne orientacije zunanjih sten sistema TF 1

strani so z večanjem AGAW precej manjše, le približno 5 kWh/m²a oziroma 18 %. Vzhodna in zahodna stran izkazujejo praktično enako obnašanje, ki je skoraj neodvisno od deleža steklenih površin na teh fasadah.

Izmed vse navedene literature je dobljene rezultate glede primerjave konstrukcijskih sistemov še najbolj smiselno primerjati z numeričnimi raziskavami parametrične študije vpliva steklenih površin v (Bülow-Hübe, 2001), izvedene na okvirnih lesenih poslovnih objektih s toplotno prehodnostjo zunanjih sten $U_{wall} = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$, ter uporabo oken z $U_g = 0,67 \text{ W/m}^2\text{K}$ in $U_i = 1,70 \text{ W/m}^2\text{K}$. Treba je tudi poudariti, da je omenjena študija izvedena le za variacijo AGAW od 0 do 0,50, pri tem pa se energijske potrebe za ogrevanje (Q_h) zmanjšajo z variacijo zasteklitve na južni fasadi za približno $\Delta Q_h = 14 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, kar je približno 18,5 % vrednosti pri AGAW = 0. Pri naših rezultatih znaša navedeno odstopanje v istem območju modifikacije AGAW-a $\Delta Q_h = 11 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, kar znaša 34,5 % vrednosti pri AGAW = 0. Seveda pa je pri tem treba upoštevati dejstvo, da je omenjena študija izvedena za klimatske pogoje mesta Lund na Švedskem na zemeljski širini 55,72 °N s povprečno letno zunanjo temperaturo $T_{ext} = 8,2^\circ\text{C}$, kar bistveno odstopa od naših privzetih vrednosti za Ljubljano, zato razlike, dodatno tudi zaradi različne kakovosti zasteklitve, nastopijo že pri primerjavi osnovnih primerov. Tako so letne energijske potrebe za ogrevanje osnovnega primera objekta v Lundu (AGAW = 0,30) $Q_h = 68 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, podobnega v Ljubljani (AGAW = 0,276) pa le 23 kWh/m²a. Posledično so odstotne vrednosti razlik potrebne energije za ogrevanje (ΔQ_h) seveda zato za objekt v Lundu ustrezno večje, četudi so absolutne vrednosti kar primerljive. So pa v obeh primerjalnih analizah zelo podobne ugotovitve za vpliv deleža zasteklitve na vzhodno in zahodno stran, ki izkazujejo približno enako obnašanje in sta praktično neodvisni od vrednosti AGAW.

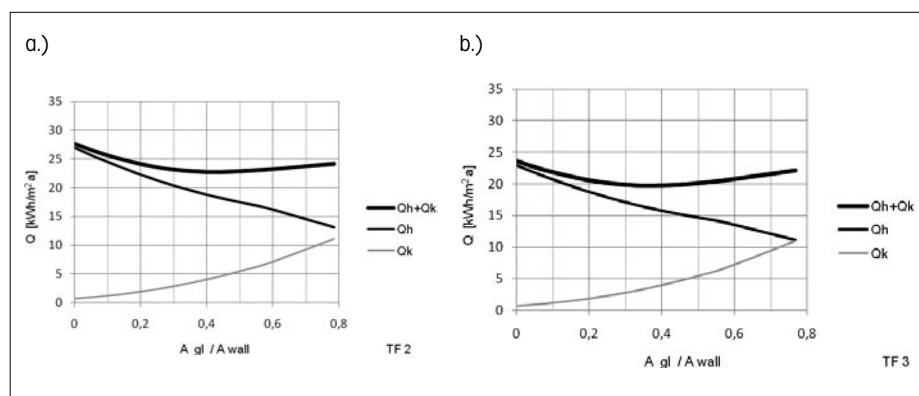
Predstavljene rezultate je tudi mogoče primerjati z nekaterimi ugotovitvami iz (Pagliano, 2007) za upoštevanje klime v Milanu, ki je klimatskim pogojem v Ljubljani sicer precej podobnejša, vendar je analiza izvedena na masivni zidani konstrukciji s precej večjo termično maso. V tej študiji vpliv AGAW na južni strani na energijske potrebe za ogrevanje, prav tako kot v našem primeru, izkazuje približno linearno odvisnost. Le-ta pri variaciji AGAW od 0,2 do 0,4 izkazuje 14,2 % zmanjšanje energijskih potreb za ogrevanje, medtem ko je v našem primeru ta razlika približno 16,6 %.

Rezultati za potrebno ohlajevanje stavbe (Q_k) izkazujejo v našem primeru najnižje energijske izgube na severni strani, katerih obnašanje je v praktično linearni odvisnosti z rastočim AGAW. Zahodna in vzhodna stran, katerih obnašanje je zelo podobno, izkazujejo največje izgube, ki so le nekoliko večje kot na južni strani, katerih funkcijska odvisnost z naraščajočim AGAW je rahlo eksponentna. Navedene ugotovitve glede funkcijskega obnašanja kar dobro sovpadajo z analizami v (Bülow-Hübe, 2001) in (Pagliano, 2007), le da so odstotne vrednosti zaradi prej omenjenih različnih parametrov nekoliko različne.

Zelo zanimiva je analiza za skupne energijske potrebe za ogrevanje in ohlajevanje ($Q_h + Q_k$). Funkcije za severno, vzhodno in zahodno stran izkazujejo praktično linearno obnašanje in so si med seboj zelo podobne. Zelo pomembna pa je analiza za južno stran, ki izkazuje z ozirom na AGAW neki funkcijski optimum, ki nastopi pri vrednosti AGAW = 0,46. Vpliv povečane zasteklitve na skupno energijsko porabo je pri večjih vrednostih AGAW le minimalen, tako da funkcija praktično konvergira. V splošnem pa velja, da lahko s pravilno uporabo deleža zasteklitve na južni strani za ogrevanje in ohlajevanje skupaj prihranimo približno 6 kWh/m²a energije ali približno 19 % glede na začetno vrednost pri AGAW = 0.

4.8.2 TF 2, $U = 0,137 \text{ W/m}^2\text{K}$, in TF 3, $U = 0,104 \text{ W/m}^2\text{K}$

Ker smo na primeru TF 1 prikazali, da lahko minimalne skupne energijske potrebe dosežemo s pravilno izbiro deleža zasteklitve na južni fasadi objekta, bomo nadalje obravnavali le tovrstni primer. Z izračuni na vseh opisanih konstrukcijskih sistemih se je namreč izkazalo, da glede severne, vzhodne in zahodne fasade veljajo podobne ugotovitve

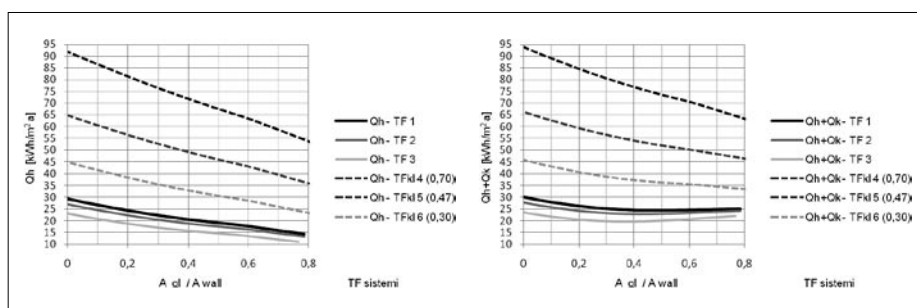


Slika 6 • Grafična predstavitev energijskih potreb v odvisnosti od deleža zasteklitve na južni strani za sistem TF 2 (a) in TF 3 (b)

ko za prej opisane na TF1. Rezultati energijskih potreb za južno orientirano zunanjo steno v odvisnosti od variabilnega deleža zasteklitve (AGAW) v konstrukcijskih sistemih TF2 in TF3 so grafično prikazani na sliki 6. Iz predstavljenih rezultatov na sliki 6 le za južno stran objekta je razvidno, da je funkcijska odvisnost Q_h spet približno linearna, dobitki pa pri AGAW = 0,79 znašajo z ozirom na steno brez zasteklitve pri TF 2 približno 51 %, za TF 3 pa 52 %. Opazimo tudi, da je optimum skupnih energijskih potreb nekoliko izrazitejši kot pri TF 1 in nastopi pri nekoliko nižji vrednosti, za TF 2 pri AGAW = 0,41 in za TF 3 pri AGAW = 0,34. Navedeno je v precej dobri korelaciji z ugotovitvami analiz (Ghisi, 2001), izvedenimi sicer za zidane hiše v Florianopolisu v Braziliji, kjer so navedene optimalne vrednosti za AGAW od 0,31 do 0,40, pri večjih vrednostih AGAW pa je vpliv površine zasteklitve na skupne energijske potrebe precej neznačen.

4.8.3 Slabo izolativni sistemi z $U \geq 0,30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Na koncu za primerjavo in v podporo postavitvi nekega splošnega aksioma vpliva zasteklitve na južni fasadi analizirajmo še najmanj izolativni klasični malopanelni tipski stenski element (TFkl 5) z $U = 0,474 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, ki



Slika 7 • Grafična predstavitev energijskih potreb v odvisnosti od deleža zasteklitve na južni strani za sisteme z različno izolativnostjo sten

glede toplotne prehodnosti ne zadošča niti kriteriju nizkoenergijskih hiš (preglednica 1), ter dva fiktivno izbrana stenska sistema z $U = 0,70 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ (TFkl 4), pri katerem je izolativnost stene približno enaka skupni izolativnosti zasteklitve z okvirjem, ter TFkl 6 z $U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$. Rezultati za južno stran objekta, ki nas nadalje edina zanima, so grafično predstavljeni na Sliki 7.

Iz dobljenih vrednosti je razvidno, da rezultati izkazujejo izrazito linearno funkcijsko odvisnost za Q_h , pri čemer je naklon energijskih dobitkov odvisen od izolativnosti stene. Primerjava energetskih prihrankov med obema ekstremnima sistemoma v kilovatnih urah, $39 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ za TFkl 4 in $12 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ za TF 3, pokaže, da ima povečanje zasteklitve v slabše izolativnih

sistemih veliko večji vpliv na porabo energije za ogrevanje kot v visokoizolativnih sistemih zunanjih sten. Še zanimivejša je analiza za skupno energijsko porabo ogrevanja in ohlajevanja ($Q_h + Q_k$), ki s povečanjem toplotne prehodnosti stenskih elementov sploh več ne izkazuje funkcijskega optimuma, temveč prehaja iz parabolične odvisnosti pri zelo dobrih izolativnih sistemih (TF 2 in TF 3) v praktično linearno odvisnost pri slabo izolativnih sistemih (TFkl 4–6). Energijski dobitki zaradi povečanja zasteklitve iz AGAW = 0 na AGAW = 0,79 tako v primeru sistema TFkl 4 znašajo kar približno $31 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, kar pomeni 33 %, kar je občutno več kot v sistemu TF 3, kjer dobitki znašajo le še približno $4 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.

5 • SKLEP

Analiza letnih energijskih potreb objekta za ogrevanje in ohlajevanje je precej širok in kompleksen problem, na katerega vpliva precej neodvisnih parametrov, vrsta konstrukcijskega sistema in upoštevani klimatski pogoji so le nekateri pomembni izmed njih. Pri tem je zelo pomembna tudi variacija deleža zasteklitve, predvsem na južni strani objekta, ki lahko ugodno vpliva na energijske potrebe, kot smo prikazali v izvedeni analizi.

Predstavljena numerična parametrična študija vpliva deleža zasteklitve na zunanjih stenskih elementih montažnih okvirnih lesenih objektov z različno toplotno prehodnostjo zunanjih stenskih elementov, izvedena za klimatske pogoje v Ljubljani, je sicer potrdila nekatera že poznana osnovna dejstva izvedenih parametričnih analiz energijskih potreb za ogrevanje in ohlajevanje v odvisnosti od deleža in tipa zasteklitve ((Bülow-Hübe, 2001),

(Pagliano, 2007), (Ghisi, 2001)). Treba pa je poudariti, da imajo navedene primerjalne študije nekoliko različne vhodne parametre, predvsem glede upoštevanih klimatskih pogojev ali pa konstrukcijskega sistema, zato neposredna primerjava rezultatov zahteva ustrezne modifikacije.

Dodatno je predstavljena analiza privedla do nekaterih povsem novih ugotovitev glede skupne energijske porabe za ogrevanje in ohlajevanje zgradb v odvisnosti od deleža zasteklitve. Izkazalo se je, da funkcijska odvisnost v primeru zunanjih stenskih elementov z nizko toplotno prehodnostjo izkazuje približno parabolično odvisnost z optimumom površine zasteklitve ter glede na parameter AGAW niha med vrednostma 0,35 in 0,45. V primeru stenskih elementov z večjo toplotno prehodnostjo funkcijska odvisnost za $Q_h + Q_k$ iz parabolične prehaja najprej v konvergenčno, nato pa pri

stenskih elementih z veliko toplotno prehodnostjo celo v skoraj linearno odvisnost glede na AGAW, pri čemer je naklon funkcijske odvisnosti odvisen od stopnje toplotne prehodnosti stenskega elementa (slika 7).

S praktičnega vidika navedeno pomeni, da z vgrajevanjem povečanega deleža visokokakovostnih zasteklitve na južni strani objekta lahko bistveno vplivamo na energetsko učinkovitost objekta tako z vidika energijskih potreb za ogrevanje (Q_h) kakor tudi skupnih za ogrevanje in ohlajevanje ($Q_h + Q_k$). Kakor je razvidno s slike 7, je navedeno zelo ugodno predvsem v primeru starih malopanelnih stenskih sistemov s sorazmerno veliko toplotno prehodnostjo ($U \geq 0,30 \text{ kWh/m}^2\text{a}$), kar bi bilo možno smiselno izkoristiti v primeru sanacije takšnih objektov v energetsko učinkovite razrede z uporabo povečanega deleža kakovostne zasteklitve na južni fasadi. Vpliv povečanega deleža zasteklitve na zelo kakovostnih nizkoenergijskih in pasivnih objektih današnje prakse na skupne energijske potrebe pa je občutno manjši.

6 • LITERATURA

- Bouden, C., Influence of glass curtain walls on the building thermal energy consumption under Tunisian climatic conditions: The case of administrative buildings, *Renewable Energy* 32, 141–156, 2007.
- Bülow-Hübe, H., The Effect of Glazing Type and Size on Annual Heating and Cooling Demand for Swedish Offices, *Energy efficient window systems, Effects on energy use and daylight in buildings*. (Report No TABK-01/1022), Department of Construction and Architecture, Lund University, Division of Energy and Building Design, Lund, 2001.
- European Committee for Standardization, EN 338:2003 E: Structural timber – Strength classes, Brussels, 2003.
- Pagliano, L., The Passivhaus Standard in European Warm Climates: Design guidelines for comfortable low energy homes – Part 2: Italy, *Passiv-on Project report*, 2007.
- Ghisi, E., Tinker, J., Optimising energy consumption in offices as a function of window area and room size, In *Proceedings in Building Simulation, Rio de Janeiro*, 2001.
- Gustavsen, A., Bjørn, P., Jelle, P., Arasteh, D., Kohler, K., State-of-the-art Highly Insulating Window Frames, *Research and market review*, Oslo, 2007.
- Hassounah, K., Alshboul, A., Al-Salaymeh, A., Influence of windows on the energy balance of apartment buildings in Amman, *Energy Conversion and Management*, 51, 1583–1591, 2010.
- Johnson, R., Sullivan, R., Selkowitz, S., Nozaki, S., Conner, C., Arasteh, D., Glazing energy performance and design optimization with daylighting, *Energy and Buildings*, 6, 305–317, 1984.
- Karlsson, J., Karlsson, B., Roos, A., A simple model for assessing the energy performance of windows, *Energy and Buildings* 33, 641–651, 2001.
- Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feist Darmstadt, PHPP 2007 Guide book, Darmstadt, 2007.
- Persson, ML., Roos, A., Wall M., Influence of window size on the energy balance of low energy houses, *Energy and Buildings* 38, str. 181–188, 2006a.
- Persson, ML., Windows of Opportunities, The Glazed Area and its Impact on the Energy Balance of Buildings, PhD Thesis, Uppsala University, 2006b.
- Pravilnik o metodologiji izdelave in izdaji energetskih izkaznic stavb, Ur. l. RS, št. 77/2009.
- Praznik, M., Kovič, S., Z aktivnimi sistemi in toplotno zaščito do pasivnih in plus energijskih stanovanjskih stavb, *Mednarodni posvet Energetska učinkovitost v arhitekturi in gradbeništvu*, Maribor, 21. 10. 2010, str. 47–57, 2010.
- Steadman, P., Brown, F., Estimating the exposed surface area of the domestic stock, *Energy and urban built form*, Centre for Architectural and Urban Studies, University of Cambridge, 113–131, 1987.
- Žegarac Leskovar, V., Premrov, M., Influence of Glazing Size on Energy Efficiency of Timber-Frame Buildings, poslano v objavo v revijo *Construction and Building Materials*, 2010a.
- Žegarac Leskovar, V., Premrov, M., Impact of the proportion of glazing surface in south facade on energy efficiency of prefabricated timber buildings, poslano v objavo v revijo *LesWood*, 2010b.
- EN ISO 13790, ISO 13790:2008, Energy performance of buildings – Calculation of energy use for space heating and cooling, International Organization for Standardization, Geneva, 2008.
- Pravilnik o učinkovitosti rabi energije v stavbah, Ur. l. RS, št. 52/2010.
- <http://www.lumar.si/si/konstrukcijski-sistemi>
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Ljubljana#Climate>.

VRTINČNI SEPARATORJI

VORTEX SEPARATORS

Franc Maleiner, univ. dipl. inž. kom.

Sojerjeva 43, 1000 Ljubljana

e-mail: franc.maleiner@t-2.net

Strokovni članek

UDK: 628.2

Povzetek | Vrtinčni separatorji se na podlagi dobrih praktičnih izkušenj uveljavljajo v vse večji meri za obdelavo padavinskih odtokov v mešanih in ločenih kanalizacijskih sistemih. Pri nas so na žalost še popolnoma neznani.

Summary | Based on good practical experiences vortex separators are more and more used in the treatment of rainwater in mixed or separated sewer systems. Unfortunately, vortex separators are completely unknown in our country.

1 • UVOD

Širom sveta se kot relativno novi element obdelave padavinskih voda v smislu nemških DWA-smernic ATV-A128 in ATV-A166, tako v mešanih kakor tudi v ločenih sistemih kanalizacij, v vse večji meri uveljavljajo (na žalost pri nas še popolnoma neznani) vrtinčni separatorji. Dolgoletne dobre praktične izkušnje govorijo v prid njihovi uporabi v ekološkem kakor tudi ekonomskem oziru.

Vrtinčni separatorji so hidrodinamične naprave, ki brez pomičnih delov izrabljajo kontrolirani vrtinčni tok za izločanje usedlin in plavajočih snovi iz pretoka odpadnih voda.

Taka naprava združuje pravzaprav dve nasprotujoči si nalogi. Po eni strani se morajo iz pretoka odstraniti usedline in plavajoče

snovi ter tako zaščititi vodotoki pred tovari onesnaženosti, po drugi strani pa se morajo te izločene snovi neprekinjeno (po možnosti brez usedanja) odvajati (skozi dušilko) v smeri proti čistilni napravi.

Prvi vrtinčni separator je začel obratovati v nemškem mestecu Tengen (ob zahodnem delu Bodenskega jezera) že leta 1987. Danes v EU, Švici in ZDA uspešno obratuje že preko 100 takih naprav.

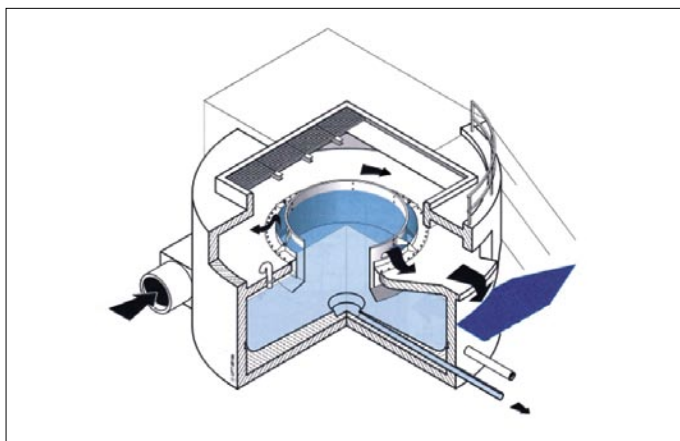
Do sedaj največja leta 1993 v ZDA (City of Saginaw, Michigan) zgrajena naprava za separiranje (3 paralelne posode s premeri po 11 m za skupni pretok 8500 l/s) je bila leta 1994 nagrajena celo z ameriško strokovno nagrado Engineering Excellence Award.

Vrtinčni separatorji se odlikujejo po izredno zanesljivem obratovanju, dobrem izločanju in odvajanju usedlin ter plavajočih snovi kakor tudi po minimalnih zahtevah in obsegu nadzora in vzdrževanja. Ne nazadnje te naprave slovijo tudi po izredno nizkih obratovalnih stroških.

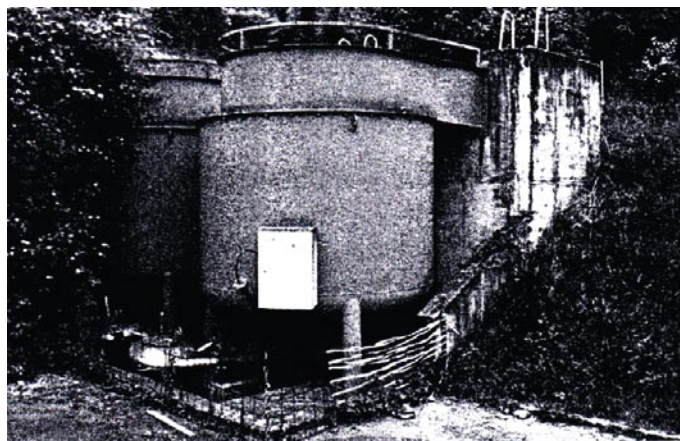
Vrtinčni separatorji se lahko izvajajo tako v armiranobetonski kakor tudi kovinski ali PE-HD montažni izvedbi.

Kot uspešni zadrževalci onesnaženosti se vrtinčni separatorji lahko uporabljajo v ločenem kot tudi v mešanem sistemu kanalizacije.

Pri ločenem sistemu kanalizacije se namreč padavinski odtoki (običajno brez predčiščenja) odvajajo po najkrajši možni poti (v meteornih kanalih) neposredno v vodotoke. Tako se ne hote v vodotoke odvedejo tudi velike količine odplaknjenih onesnažitev iz utrjenih (pred-



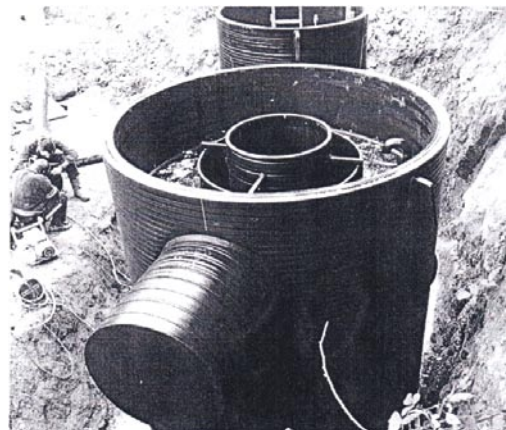
Slika 1 • UFT-jev vrtinčni separator FluidSep



Slika 2 • Prvi UFT-jev (dvojni) vrtinčni separator v Tengnu



Slika 3 • Armiranobetonski vrtnični separator



Slika 4 • Vrtnični separator iz PE-HD montažnih delov (v ozadju jašek z dušilko)

vsem prometnih) površin, kar lahko uspešno preprečimo le s pravilno namestitvijo teh separatorjev na meteornih kanalih pred izpusti v vodotoke.

Pri mešanem sistemu kanalizacije pa se (v skladu z DWA-smernicami ATV-A128) količinske konice mešanih odtokov na izbranih mestih preko razbremenilnikov (RÜ) in razbremenilnih bazenov (RÜB) razbremenjujejo v vodotoke.

Medtem ko se v razbremenilnikih ti mešani dotoki praktično brez čiščenja prelivajo neposredno v vodotoke, pa razbremenilni

bazeni (FB) brez čistilnega pretoka razpolagajo z ustrezno veliko dodatno zadrževalno prostornino, ki še pred pričetkom prelivanja v vodotok v celoti zadrži začetni, tako imenovani čistilni val ter ga ustrezno dozira v celoti odvede (skupno s sušnim odtokom) na čistilno napravo. Preko bazenskega preliva (BÜ) se torej sme razbremenjevati mešani dotok in odtekati v vodotoke šele po napolnitvi (nižje ležečega) razbremenilnega bazena (FB).

Pri razbremenilnih bazenih (DB) s čistilnim pretokom in pri kombiniranih bazenih (VB) se

(po napolnjenju bazena) kritični pretok skozi bazen (ter preko tako imenovanega čistilnega preliva – KÜ) še dodatno očisti s pomočjo usedanja. Preko bazenskega preliva (BÜ) se smejo prelivati zgolj konice mešanega dotoka, ki presegajo ta kritični pretok.

Ti razbremenilni bazeni (RÜB) zahtevajo visoke naložbene in obratovalne stroške, zato se lahko s pomočjo vrtničnih separatorjev tudi v teh primerih dosegajo znatne izboljšave delovanja ter s tem večja ekološka zaščita našega okolja kakor tudi znatno zvišanje gospodarnosti razbremenilnih naprav.

2 • KONSTRUKCIJA IN DELOVANJE VRTINČNIH SEPARATORJEV

Prostostoječa kovinska vrtnična separatorja (nameščena paralelno v glavnem toku) v Tengnu (slika 2) sta postavljena na betonsko ploščad.

Velikost priključenega vplivnega področja znaša 49 ha, od tega je 11 ha utrjenih površin. Na to napravo je priključenih približno 1500 prebivalcev. Maksimalno odteka v čistilno napravo 35 /s. Prostornina obeh separatorjev znaša 36 m³.

Prvotna projektna dokumentacija je predvidevala (v skladu z ATV-A128) v tem konkretnem primeru konvencionalni razbremenilni bazen (FB) prostornine 352 m³.

S to tehnološko zamenjavo se je v tem primeru svojčas privarčevalo približno 50 % naložbenih stroškov.

Konstrukcija in delovanje posameznega vrtničnega separatorja sta prikazana na sliki 5.

Dotočni kanal je priključen tangencialno na posodo separatorja, medtem ko je ustje odtočnega kanala nameščeno na iztočnem konusu v sredini dna posode. Dušenje odtoka v smeri čistilne naprave vrši UFT-jev vrtnični ventil.

Kamenje in pesek, ki se lahko nabirata v poglobitvi iztočnega konusa, se občasno (z odprtjem talnega izpusta) izprazni, odcedi in z odvozom odstrani iz nadaljnjega omrežja.

Sušni dotok se lahko (preko naklonjenih tal proti sredini dna separatorja) neovirano pretaka neposredno v iztočni konus in od tam skozi dušilko v smeri čistilne naprave.

Količinsko večji mešani dotok doteka v vrtnični separator tangencialno in zato povzroči rotirajoči vrtnični tok. Ker so vstopne dotočne hitrosti relativno nizke, se ustvarja rotirajoči vrtnični tok z nizko turbulentnostjo.

Količinsko naraščajoči mešani dotok povzroči tudi zvišani hidravlični upor dušilke in s tem naraščajočo zaježitev, dvig vodne gladine oziroma postopno polnjenje separatorja.

Za količinsko izravnavo odtokov najštevilnejših majhnih padavinskih dogodkov praviloma zadostuje prostornina vrtničnega separatorja brez prelivanja. Pri znatno redkeje nastopajočem daljšem trajanju in pri višjih intenzitetah padavin pa vrtnični separator prične prelivati te prekomerne količinske konice skozi krožni režni preliv (v pokrovu med potopno steno ter vodilnim aparatom) (slika 5). Razbremenilni odtok se zbira in odteka preko pokrova (slika 6) neposredno v vodotok (ali ponekod v ločenih sistemih na dodatno čiščenje v bazen za čiščenje deževnih voda – RKB).

Zaradi tangencialnega dotoka rotira celotna vodna prostornina vrtničnega separatorja in tako ustvari idealne pogoje za razvoj potencialnega toka vrtničnega stožca (slika 6). Tako se ustvari rotirajoči tok odpadnih voda brez večjih turbulenc, kar je zelo primerno za

izločitev lažjih in težjih onesnaževalnih sestavin pretoka.

Delci onesnaženja, ki so težji od vode, tonejo. Dodatno jih navzdol usmerjeno sekundarno strujanje (v mejnih slojih v bližini stene separatorja) odnaša v smeri dna separatorja in preko nagnjenih tal v centralno nameščeni odtočni konus; od tod pa se ti delci usmerjajo preko odtočne cevi in dušilke v odtočni kanal proti čistilni napravi.

Z zgornje strani je v notranjost separatorja »povezjen« in pritrjen posebni vodilni aparat z nalogo, da stabilizira to sekundarno strujanje in poveča mejne površine.

Voda, ki odteka skozi prelivno režo (kolobar okoli vodilnega aparata) na vrhu separatorja, je relativno čista, saj se jo odvzema (dekanira) iz ozkega območja rotirajočega toka, ki vsebuje le zanemarljivo količino usedlin in plavajočih snovi.

Pri polnem vrtničnem separatorju se pod pokrovom (med zunanjo steno separatorja in potopno steno prelivne reže) ustvari zračna blazina oziroma past za plavajoče snovi (slika 5). V njej se vzgonsko zbirajo in na gladini krožijo plavajoče snovi. Izpod pokrova pod tlakom ujeti zračni sloj preprečuje omočenje spodnje strani pokrova vrtničnega separatorja.

S količinskim upadanjem mešanega dotoka se najprej prekine prelivanje separatorja. Z

nadaljnjim upadanjem se prične nižati tudi vodna gladina (skupno s plavajočim slojem) v vrtničnem separatorju. Končno (po prenehanju padavinskega dotoka in rotirajočega pretoka) se tudi te na gladini plavajoče snovi (skupno s sušnim odtokom) izprazni v smeri čistilne naprave.

Iz separatorja se priporoča odtekanje stalnega neprekinjenega odtoka, saj občasni ali intermitirani odtok (na primer preko intervalnega vklopa črpalk) lahko povzroči večje vmesno odlaganje in »prilepljanje« usedlin na dno (predvsem širših) separatorjev, ki jih sušni in manjši mešani odtoki nato niso zmožni v celoti ponovno zvrtničiti in odstraniti.

Nasprotno pa je praktično nemogoče odlaganje usedlin v dobro delujočem vrtničnem separatorju s stalnim neprekinjenim odtokom.

Delovanje vrtničnega separatorja lahko simuliramo s preprostim poskusom s čajno skodelico. Pri previdnem krožnem mešanju čaja se namreč čajni lističi zbirajo na dnu v sredini skodelice. S pomočjo sesanja skozi slamico lahko simuliramo talni odtok s sredine dna skodelice, ki bo te lističe posejal in odstranil. Delovanje vrtničnega separatorja je (podobno kakor pri usedalnikih) odvisno od lastnosti usedlin (predvsem njihove hitrosti usedanja v_s) in od hidravlične obtežbe separatorja.

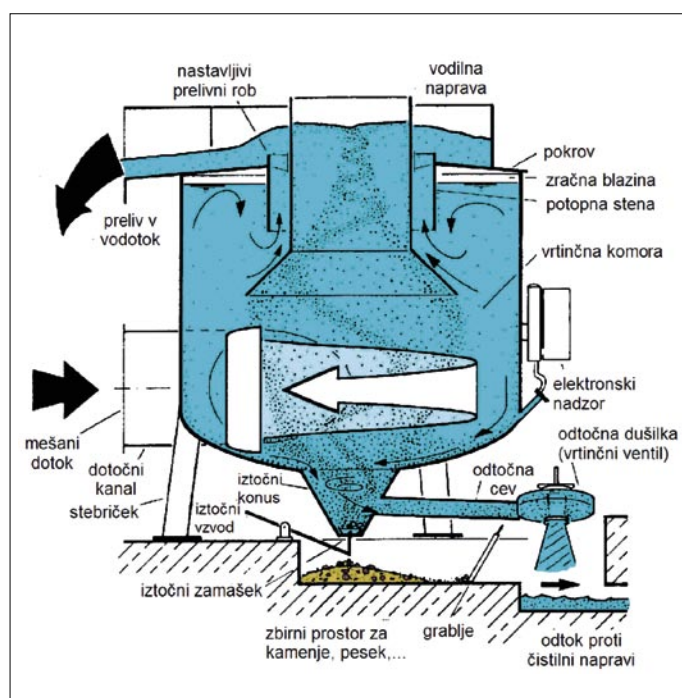
Pri višjih pretokih vrtničnega separatorja so (zaradi nastopajoče hitrejše rotacije)

posledično zvišane turbulence in skrajšani zadrževalni časi. Torej so tudi stopnje usedanja manjše. Zato je treba (podobno kakor pri usedalnikih) kot merilo hidravlične obtežbe vrtničnega separatorja upoštevati njegovo površinsko obtežbo q_A (kot dotok v m^3/s na m^2 talne površine separatorja). Ta parameter ima dimenzijo hitrosti.

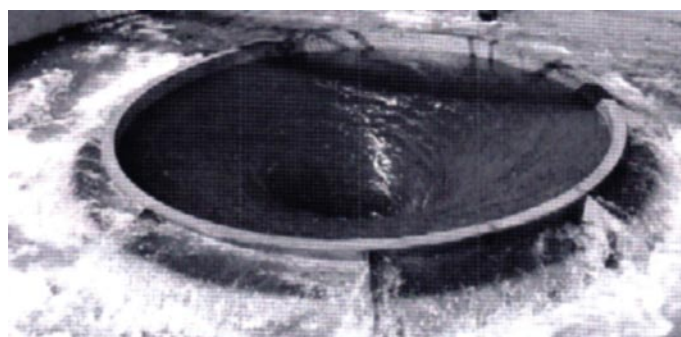
Kot brezdimenzijska nazivna velikost separatorja se zato uporablja kvocient q_A/v_s (slika 7). Obseg dobavljene tehnične opreme vrtničnega separatorja se običajno omeji na opremo separatorja in ustrezne dušilke. Mogoče in zelo priporočljivo pa je tudi dodatno elektronsko merjenje in evidentiranje stanja vodnih glavin v separatorju, saj se lahko na tej podlagi daljinsko nadzoruje delovanje naprave in evidentirajo tudi pogostost, število, čas in količina prelivanja.

Na podlagi izvedenih analiz in bilanc je mogoče stalno in natančno ugotavljanje dejanske količinske onesnažitvene obtežbe vodoтока na tem mestu kakor tudi dokazati in dokumentirati ekološko in ekonomsko upravičenost te naložbe.

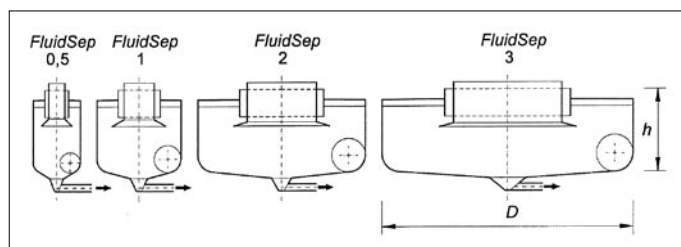
Večinoma si neizkušeni projektanti takih dokazov ne želijo, ali jih »zaradi ekonomskih razlogov« celo odklanjajo, saj lahko v danem primeru taka dokumentacija hitro in jasno dokaže neizkušenost ter pomanjkljivo strokovno znanje pri lociranju in načrtovanju teh naprav.



Slika 5 • Funkcionalni prerez UFT-jevega vrtničnega separatorja v Tengnu



Slika 6 • Odtok preko pokrova vrtničnega separatorja



Slika 7 • Prikaz tipskih velikosti (razmerja D/h) UFT-jevih vrtničnih separatorjev FluidSep. (Mogoče so tudi vmesne velikosti.)

3 • MOŽNOSTI NAMESTITEV

Možnosti namestitev vrtničnih separatorjev so številne tako v ločenem kot tudi mešanem sistemu kanalizacij.

Običajno se vrtnični separatorji nameščajo v glavnem toku, vendar tudi namestitve v stranskem toku niso ravno redke.

Pri manjkajoči razpoložljivi višini vgradnje se praznjenje separatorjev lahko vrši tudi s pomočjo črpalk.

Vrtnični separatorji se lahko nameščajo tudi paralelno.

Na sliki 8 so podane običajne namestitvene različice vrtničnih separatorjev v mešanem sistemu.

Najenostavnejša, najpogostejša in najbolj učinkovita je »solo namestitev« vrtničnega separatorja kot nadomestilo za razbremenilni bazen (FB) brez čistilnega pretoka v glavnem vodu (različica 1).

UFT-jev vrtnični separator *FluidSep* lahko pri enakovredni zaščiti vodotoka nadomesti klasični razbremenilni bazen (FB) brez čistilnega pretoka nekako do velikosti 200 m³.

Tipična je torej 30- do 50-odstotna redukcija prostornine razbremenilnega bazena.

Predvsem pa se pri taki tehnološki zamenjavi občutno znižajo tudi obratovalni stroški, na katere pa na žalost slovenska praksa v zadnjih dveh desetletjih zavestno pozablja oziroma jih načrtno striktno zamolči. Medtem ko so bili svojčas natančni prikazi, analize in izračuni obratovalnih stroškov obvezni sestavni del projektne dokumentacije, jih dandanes (če so sploh navedeni) nadomeščajo neobvezne »hišne številke«. Vedno hitreje razraščajoča se birokratska količina je popolnoma zadušila strokovno kakovost.

Na žalost v Sloveniji pozabljamo, da se naložbe zberejo relativno lahko in hitro s pomočjo EU, državnih ustanov in kreditov bank, medtem ko morajo naraščajoča finančna bremena odplačevanja kreditov, stroškov vzdrževanja in obratovanja, višjih davčnih obremenitev in kazni kakor tudi sanacij in dograditev (zaradi slabo izvedenih naprav) naslednja desetletja nositi v celoti zgolj uporabniki. Nihče (še

najmanj pa ekonomisti) pa se predhodno ne vprašajo, ali so (oziroma bodo) uporabniki tega sploh finančno sposobni. Slepo, brez pomislekov in zaviranja drvimo v moderno suženjstvo in gospodarski kaos.

Najstarejša naprava v Tengnu (z dvema paralelno nameščenima separatorjema) je v preteklih 23 letih obratovanja v letnem povprečju razbremenjevala okoli 100-krat na leto, v skupnem časovnem obdobju preliivanja okoli 10 ur na leto. V teh letih je tako preteklo skozi to napravo skupno preko 3 milijone kubičnih metrov mešanih padavinskih in odpadnih voda.

Povprečno enkrat letno je bilo iz separatorja *FluidSep* v Tengnu treba odstraniti okoli 1 m³ kamenja in peska. Zaradi te redne odstranitve peska in kamenja (neposredno izpod separatorja) v vseh teh preteklih letih ni bilo potrebno izpiranje odtočnega kanala na čistilno napravo. Letni obratovalni stroški vrtničnega separatorja znašajo v Tengnu manj kot 2000 EUR na leto.

Še posebno zanimive so te tehnološke rešitve za majhna vplivna področja (na primer večja parkirišča nakupovalnih središč itd.), kjer se nameščajo in uporabljajo ceneni montažni vrtnični separatorji.

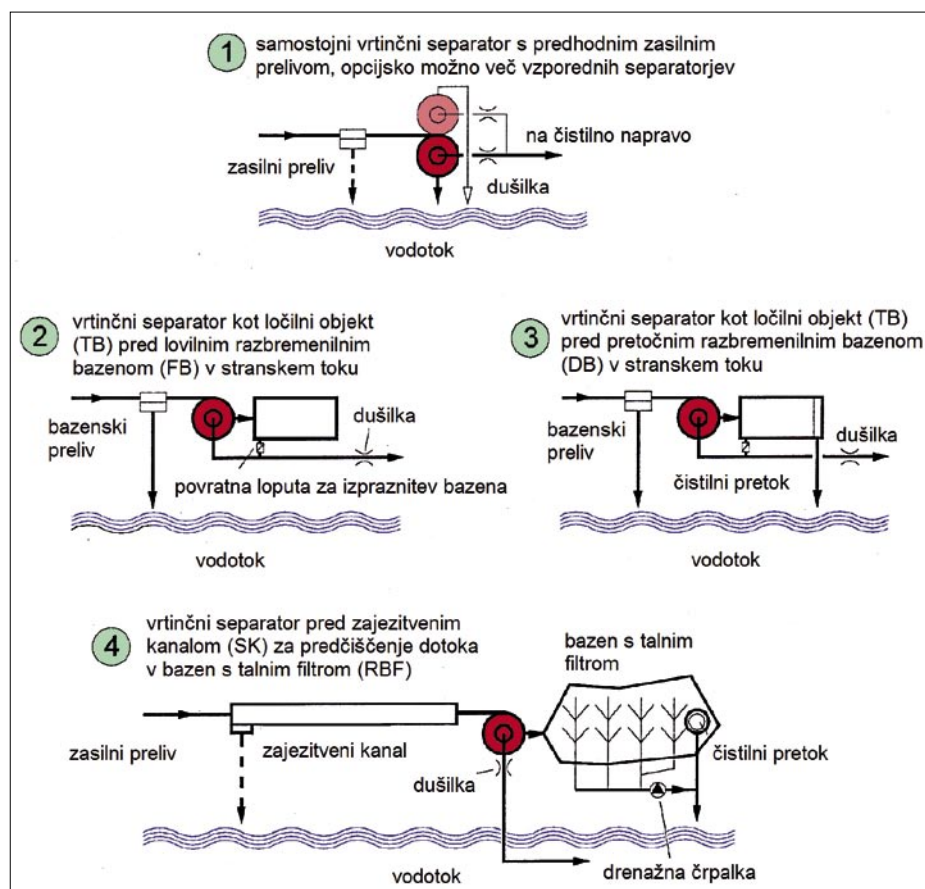
Po potrebi (na primer za zvečanje vplivnega področja) se lahko kasneje paralelno namestijo še dodatni separatorji.

Sušni pretok še ne sme povzročati zajezev vrtničnega separatorja. Prostornina vrtničnega separatorja naj se aktivira šele z nastopom padavinskega dotoka, ki naj prične prelivati šele pri srednjih letnih padavinskih višinah.

Pri zmerno močnih padavinskih dogodkih (ki predstavljajo večino letnega padavinskega dogajanja) se separator obremenjuje le s slabotno površinsko obtežbo, zato je delovanje separatorjev relativno dobro.

Zaradi zadostne zajezičevne (zadrževalne) prostornine vrtničnih separatorjev številne padavine nizkih intenzitet še ne zmorejo povzročiti preliivanja. Zato se pri teh najpogostejših, številnih padavinah majhne intenzitete v separatorjih (in s tem v omrežju) zadrži vsa onesnaženost, kar pomeni 100-odstotno ekološko zaščito vodotokov.

Prelivajoči se odtok vrtničnih separatorjev v vodotok vsebuje v letnem povprečju relativno majhne tove usedlin, zato je majhna tudi količina škodljivih snovi, ki so vezane na te delčke. To velja predvsem za KPK, ki je v smernicah ATV-A128 naveden kot osnovni izračunski parameter. Francoske raziskave leta 1992 so namreč pokazale, da je pri mešanih odtokih iz velikih vplivnih področij (134 do



Slika 8 • Namestitvene različice UFT-jevih vrtničnih separatorjev *FluidSep* v mešanem sistemu

8300 ha) od 83 do 92 % KPK-ja vezanega na usedline. Z izločanjem teh usedlin (torej glavnih nosilcev KPK-ja) v vrtničnih separatorjih se tako izredno zmanjša biološko-kemična obtežba vodotokov.

Pri močnih nalinah se zveča površinska obtežba separatorja in je zato usedanje usedlin slabše. Vendar se hkrati zveča tudi hitrost vrtničnega kroženja (rotacije), kar pa nasprotno pozitivno vpliva na postopek samočiščenja.

Na dnu vrtničnega separatorja je pri stalnem pretoku praviloma nemogoče odlaganje usedlin, zato je pri višjih pretokih praktično tudi nemogoče zvrtničenje (reaktiviranje) usedlin in posledična izplaknitev teh snovi v vodotok (kot se to lahko dogaja na primer z usedlinami v razbremenilnih bazenih (DB) s čistilnim pretokom).

Iz hidravličnih razlogov (na primer zaradi previsoke vzvodne zaježitve dotočnega kanala) se lahko pred vrtnični separator po potrebi

namesti tudi ustrezni dodatni zasilni preliv. Kombinacije vrtničnega separatorja in razbremenilnih bazenov (FB) brez čistilnega pretoka se uporabljajo predvsem iz obratovalnih razlogov tam, kjer skušamo že med samo zaježitvijo pretežni del usedlin (brez usedanja) odvesti v smeri čistilne naprave in tako omiliti konice onesnažitvenih obtežb nizvodnega omrežja, črpališč, čistilnih naprav itd. Poleg tega nastopajo pri čiščenju (na primer zaporedno nameščenih razbremenilnih bazenov) znatno manjše količine usedlin, pa tudi pogostost potrebnih čiščenj bazenov se občutno zniža.

Vrtnični separatorji se lahko kombinirajo z razbremenilnimi bazeni (DB) s čistilnim pretokom tudi tako, da se pri manjših padavinskih dogodkih obremenjuje samo predhodno nameščen vrtnični separator in šele pri večjih pretokih se nato dodatno aktivira tudi zaporedno nameščen razbremenilni bazen (DB). Ti

tako kombinirani razbremenilni bazeni (VB) povzročajo znatno znižanje naložbenih in obratovalnih stroškov.

S pomočjo vrtničnih separatorjev se lahko v ločenem sistemu obdelujejo odtoki s cestišč, parkirnih površin in obrtno-industrijskih con ter z njihovo pomočjo izloči pretežni del lahkih snovi in usedlin. Vrtnični separatorji se pri tem nameščajo v glavnem toku meteornih kanalov tako, da je iztok vrtničnega separatorja (preko ustrezne dušilke) priključen na sušni kanal. Na ta način se lahko dodatno sanirajo tudi morebitni napačni hišni priključki (gospodinjskih odtokov).

Alternativno se lahko iztoki vrtničnih separatorjev v ločenem sistemu priključijo tudi na neke vrste peskolov s prelivom, ponikovalno gredo ali bazene s talnim filtrom (RBF). Ta način se uporablja predvsem tam, kjer se v zimskem času cestišča posipavajo z večjimi količinami peska in drobljenca.

4 • DIMENZIONIRANJE VRTINČNIH SEPARATORJEV

Izračun potrebne prostornine vrtničnega separatorja kot nadomestilo konvencionalnega razbremenilnega bazena (FB) brez čistilnega pretoka je podan v priročniku, ki ga je 1997 izdala nemška deželna ustanova (Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg).

Ta izračunski postopek primerja poenostavljeno hidrološko zasnovo vrtničnega separatorja z dimenzijskim izračunom razbremenilnega bazena (FB) v smislu DWA-smernic ATV-A128.

Izračuni kažejo, da pri enako visoki letni količini KPK – iznosa v obeh iztokih, znaša prihranek prostornine pri vrtničnem separatorju običajno od 30 do 50 %.

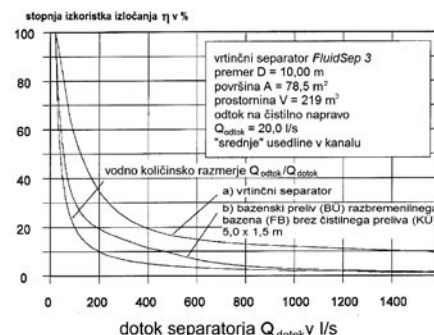
V izračunu upoštevani izkoristek vrtničnega separatorja je bil ugotovljen in preverjen na

podlagi številnih modelnih poskusov in je bil kalibriran tudi na dveh nemških velikih tehničnih napravah. Pri tem so se upoštevali učinki čistilnega vala kakor tudi dejstvo, da je samo (pretežni) del celotnega KPK-ja vezan na usedline.

Za hidravlični izračun oziroma dimenzioniranje vrtničnega separatorja so odločilne dejanske terenske višinske okoliščine, količina pričakovanega maksimalnega dotoka (Q_{max}) in velikost odtoka proti čistilni napravi (Q_{ob}).

Če je treba, se (pre)visoki mešani dotoki lahko predhodno razbremenijo preko vzvodno nameščenega zasilnega preliwa.

Tip, velikost in število vrtničnih separatorjev se torej izbirajo glede na konkretno zastavljeno nalogo (učinek izločanja).



Slika 9 • Primerjava izkoristka (kot funkcija dotoka) UFT-jevega vrtničnega separatorja FluidSep3 in razbremenilnega bazena (FB)

Zaradi številnih zelo različnih projektno specifičnih okoliščin je podajanje natančnejših splošnih izračunov nemogoče. V danih primerih proizvajalec vrtničnih separatorjev rad svetuje in izdela ustrezno konkretno ponudbo.

5 • MOŽNOSTI IZVEDBE

Za majhne vrtnične separatorje se običajno uporabljajo kovinske konstrukcije, PE-HD-jaški ali montažni betonski deli. Zaradi zahtev transporta so enodelne kovinske konstrukcije (slika 2) omejene na (zunanj) premer $\leq DN 3600$ mm in PE-HD-jaški (slika 4) na (notranji) premer Da

$\leq 3,40$ m, medtem ko so dvodelne betonske montažne konstrukcije mogoče do premera $DN \leq 5,6$ m.

Prostostoječe kovinske konstrukcije običajno temeljijo na betonski ploščadi v višini terena, medtem ko se betonske in PE-HD montažne konstrukcije vgradijo v zemljinjo.

Vrtnični separatorji večjih premerov se opažajo in betonirajo na terenu ter naknadno opremijo z ustrezno izdelanimi in dobavljenimi montažnimi kovinskimi deli opreme (slika 1). Dušilke in (tam, kjer je to treba) črpalke se običajno nameščajo v posebne za to prirejene jaške.

6 • SKLEP

V bližnji preteklosti so vrtnični separatorji (kot novo razvite naprave za čiščenje padavinskih odtokov v smislu DWA-smernic ATV-A128) postali v ekološkem in ekonomskem oziru odlična alternativa klasičnim napravam za »obdelavo« mešanih in padavinskih pretokov, kot so:

- * razbremenilniki (RÜ),
- * ločilni objekti (TB),
- * razbremenilni bazeni (FB) brez čistilnega pretoka in
- * razbremenilni bazeni (DB) s čistilnim pretokom.

Medsebojne primerjave med vrtničnimi separatorji in razbremenilnimi bazeni (pri enakovredni stopnji izločanja onesnaženja) kažejo na možnost občutnega varčevanja prostornin ter gradbenih in obratovalnih stroškov s pomočjo vrtničnih separatorjev.

Z uspehom se te naprave uporabljajo za čiščenje padavinskih odtokov tudi v ločenih kanalizacijskih sistemih.

Vrtnični separatorji se zlasti uporabljajo predvsem tam, kjer primanjkuje prostora za gradnjo razbremenilnih bazenov, saj so vrtnični separatorji zelo kompaktni objekti in praviloma zahtevajo precej manjše potrebne gradbene površine ter nižje naložbene kot tudi obratovalne stroške.

Na žalost je ta učinkoviti in ceneni način zaščite vodotokov v slovenski stroki in praksi

še popolnoma neznan.

Upam, da mi bo tako, kakor mi je v Sloveniji v preteklih letih že uspelo strokovno in praktično uveljaviti vakuumsko tehnologijo, uspelo slovensko stroko seznaniti, prepričati in spodbuditi k uporabi te napredne, v ekološkem in ekonomskem oziru optimalne tehnologije.

Modernim tehnologijam pa običajno povzročajo največ škode vsevedneži, ki z neznanjem ali skrajno površnim strokovnim znanjem (po ameriški metodi »me too«) poceni ustvarjajo in tako zakrivijo slabo ali celo nedelujoče naprave. Takega krivičnega negativnega slovesa se potem te (same po sebi odlične) tehnologije skušajo (s strokovnimi argumenti, ki jih nihče ne posluša) otresti najmanj še naslednja desetletja. Že Albert Einstein je nekoč dejal, da je lažje razbiti jedra atomov kakor človeške predsodke.

Kolikor naprednejša in boljša je ta nova tehnologija v ekološkem in ekonomskem oziru, toliko bolj se običajno potruzi tudi njena tehnološko slabša konkurenca za stalno oživljanje krivičnega slovesa, neutemeljeno obrekovanje in za nadaljnje podpihovanje predsodkov.

Eden najzgovornejših primerov v preteklih letih je ravno razvoj vakuumске tehnologije v Sloveniji, kjer se je (celo s pomočjo mariborske univerze) za vsako ceno, z lažnimi in manipu-

liranimi argumenti skušala plasirati zastarela, znatno manj zmožna membranska tehnologija. Vendar so morali zagovorniki membranske tehnologije (navkljub ogorčenemu odporu in blatenju moderne batne tehnologije) v nekaj preteklih letih končno postopoma »požreti« vse svoje protiargumente in se sprijazniti s pravilnostjo vseh (z ogromnimi sredstvi in na vso moč nasprotnih) modernih tehničnih izboljšav in tako postopoma uvesti:

- * poleg standardnega 2-colskega prereza tudi večje 2,5- in nato celo 3-colske prereze ventilov,
- * nudijo se tudi lažje vgradljivi moderni enodelni PE-HD-jaški namesto predhodnih iz številnih delov na gradbišču težko »sestavljivih« jaškov,
- * namesto tako opevanih številnih inšpekcijskih jaškov z zamaški se ponuja tudi že moderni računalniški monitoring,
- * v zadnjem času skušajo na slovenskem tržišču (s figo v žepu) nuditi (navkljub strogi samoprepovedi prodaje 3-colskih batnih ventilov AIRVAC na evropskem tržišču!) celo konkurenčno 3-colsko batno vakuumsko tehnologijo!!

Jasnejšega (samo)priznanja poloma membranske (v prid batne) vakuumске tehnologije si skoraj ne znam predstavljati. Navkljub hudi statistični prevladi gradenj vakuumskih omrežij z batno tehnologijo pa pri nas na odločilnih mestih še vedno prevladuje strokovna slepota.

7 • LITERATURA

Brombach, H., 20 Jahre Regenwasserbehandlung mit Wirbelabscheidern in Tengen, Gemeindetag Baden-Württemberg, BWGZ 17/2007.

Brombach, H., GmbH, Produktinformation.

DWA e.V.: ATV – A 128, Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen, april 1992.

DWA e.V.: ATV – A 166, Bauwerke der zentralen Regenwasserbehandlung und –rückhaltung – Konstruktive Gestaltung und Ausrüstung, november 1999.

Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, Wirbelabscheideranlagen, Hinweise zu Entwurf und Bemessung, Handbuch Wasser 4, Band 5, Karlsruhe, 1997.

Maleiner, F., Dimenzioniranje kanalizacijskih razbremenilnih naprav po nemških ATV-smernicah (1), Gradbeni vestnik, november 2005.

Maleiner, F., Dimenzioniranje kanalizacijskih razbremenilnih naprav po nemških ATV-smernicah (2), Gradbeni vestnik, februar 2006.

Maleiner, F., Ločeni ali mešani sistem kanalizacije?, Gradbeni vestnik, marec 2010.

Maleiner, F., Obdelava in odstranitev padavinskih odtokov v ločenem in mešanem sistemu kanalizacij, 21. strokovni seminar, 10. 3. 2010.

Weiß, G. J., Wirbelabscheideranlagen für die Regenwasserbehandlung, Mitteilungen des Instituts für Wasserbau und Wasserwirtschaft, TU Darmstadt, Heft 108, 1999.

Weiß, G., Brombach, H., Regenwasserbehandlung mit Wirbelabscheidern, Korrespondenz Abwasser, 12/2000.

NOVI DIPLOMANTI

UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Vesna Škof, Analiza uporabe informacijsko komunikacijskih tehnologij na gradbiščih podjetja Energoplan, mentor viš. pred. dr. Tomo Cerovšek, somentor mag. Žiga Babnik

Ana Naglič, Seizmična analiza sakralnih objektov, mentor doc. dr. Vlatko Bosiljkov, somentor Kržan Meta, univ. dipl. inž. grad.

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Mark Bržan, Obseg poslabšanja in zastaranja pri nabavno vrednostnem načinu ocenjevanja vrednosti napremičnin, mentor doc. dr. Igor Pšunder

Ranko Drlijača, Zgodovina kanalizacije, mentor viš. pred. Matjaž Nekrep Perc, somentor doc. dr. Janja Kramer

Vladimir Ledinšek, Ocenjevanje škod na gradbenih objektih za potrebe zavarovalnic, mentor doc. dr. Igor Pšunder

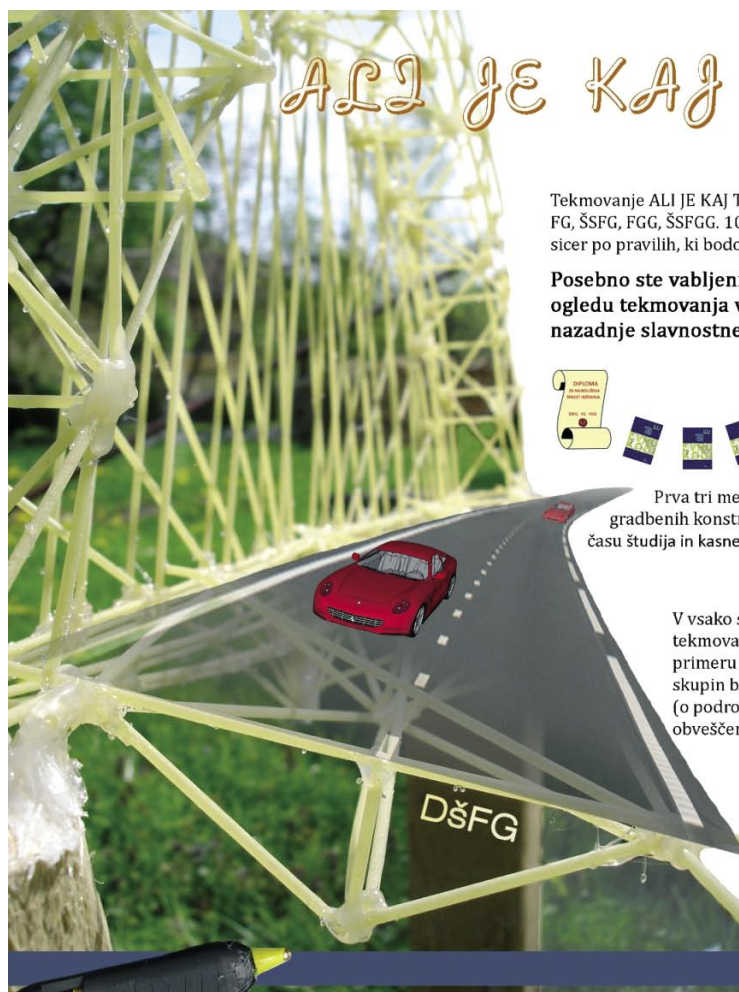
Dalibor Nikić, Tehnologije izkopa predorov, mentor doc. dr. Borut Macuh, somentor doc. dr. Andrej Štrukelj

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Tamara Lazar, Leseni in masivni mostovi, mentor red. prof. dr. Miroslav Premrov, somentorja viš. pred. dr. Milan Kuhta in viš. pred. Viktor Markelj

Mateja Zlatinec, GNSS monitoring v cestogradnji, mentor izr. prof. dr. Boštjan Kovačič, somentor Rok Kamnik, univ. dipl. inž. geod.

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



ALI JE KAJ TRDEN MOST

TEKMOVANJE

Tekmovanje ALI JE KAJ TRDEN MOST 2011 prireja Društvo študentov FG v sodelovanju z tutorji FG, FG, ŠSFG, FGG, ŠSFGG. 10 tekmujočih skupin bo moralo v treh dneh postaviti most iz špagetov in sicer po pravilih, ki bodo podana pred začetkom tekmovanja.

Posebno ste vabljeni tudi vsi profesorji, asistenti, projektanti in ostali študentje k ogledu tekmovanja vse od začetka načrtovanja, izgradnje, predstavitve izdelkov in nazadnje slavnostne podelitve nagrad.

NAGRADE!

Prva tri mesta bodo dobila bogate knjižne nagrade, kot so: Proročniki za projektiranje gradbenih konstrukcij po Evrokod standardu ter drugo zanimivo tujo literaturo uporabno v času študija in kasneje v praksi.

PRIJAVA

V vsako skupino naj se prijavijo po trije tekmovalci najkasneje do 11. 3. 2011. V primeru prevelikega števila prijavljenih skupin bo 14. 3. 2011 potekal predizbor (o podrobnostih bodo skupine obveščene preko elektronske pošte).

PRIČETEK

21. 3. 2011 ob 9.00 uri
na Fakulteti za gradbeništvo v Mariboru

ZASNOVA IDEJA DIMENZIONIRANJE
PREDRAČUN
NOSILNOST GRADNJA
DETAILI

INFO

Facebook: Društvo študentov Fakultete za gradbeništvo
Spletna stran: <http://studenti.fg.uni-mb.si/>
Spletna pošta: tejicat@gmail.com (Teja Török)
mitja.papinutti@gmail.com (Mitja Papinutti)

DŠFG

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Univerza v Mariboru
Fakulteta za gradbeništvo

KOLEDAR PRIREDITEV

18.-20.4.2011

International Conference on Concrete Pavement Design, Construction, and Rehabilitation

Xi'an, Shaanxi Province, Kitajska
www.concretepavements.org/China_2011_cfp.pdf

23.-27.5.2011

Analysis of Creep and Shrinkage Effects in Concrete Structures

Videm, Italija
<http://media.cism.it/courses%2FA1101%2FChiorino-Carreira-mod.pdf>

6.-8.6.2011

Urban Transport 2011

Pisa, Italija
www.wessex.ac.uk/11-conferences/urbantransport-2011.html

8.-10.6.2011

fib Symposium: "Concrete engineering for excellence and efficiency"

Praga, Češka
www.fib2011prague.com

13.-15.6.2011

AMCM 2011

7th International Conference on Analytical Models and New Concepts in Concrete and Masonry Structures

Krakov, Poljska
www.amcm2011.pk.edu.pl

15.-17.6.2011

ICMS 2011

12th International Conference on Metal Structures

Wroclaw, Poljska
www.icms2011.pwr.wroc.pl/index_pliki/Page300.htm

4.-6.7.2011

EURODYN 2011

8th International Conference on Structural Dynamics

Leuven, Belgija
<http://conf.ti.kviv.be/Eurodyn2011/>

6.-8.7.2011

Footbridge 2011

Wroclaw, Poljska
www.footbridge2011.pwr.wroc.pl

10.-15.7.2011

13th International Conference on Wind Engineering

Amsterdam, Nizozemska
www.icwe13.org

1.-4.8.2011

ICASP 11 - The International Conference on Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering (ICASP)

Zürich, Švica
www.icasp11.ethz.ch

7.-11.8.2011

9th Symposium on High Performance Concrete Design, Verification and Utilization

Christchurch, Nova Zelandija
www.hpc-2011.com

4.-9.9.2011

WEC 2011

World Engineers Convention

Geneva, Švica
www.wec2011.ch

20.-23.9.2011

IABSE Annual Meetings and IABSE Symposium

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

25.-30.9.2011

24th World Road Congress

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

3.-7.10.2011

Mechanics of Masonry Structures

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

22.-25.10.2011

The Third International Congress and Exhibition

PCI Annual Convention/Exhibition & National Bridge Conference

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

24.-25.11.2011

13. kolokvij o asfaltih in bitumnih

Kranjska Gora, Slovenija
www.zdruzenje-zas.si

11.-14.6.2012

Concrete structures for a sustainable community

Stockholm, Švedska
johan.silfwerbrand@cbi.se

8.-12.7.2012

10th International Conference on Concrete Pavements

Québec City, Québec, Kanada
www.concretepavements.org

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