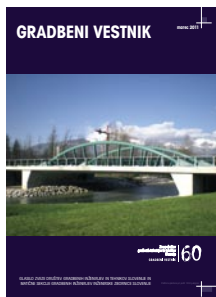




Zveza društev  
gradbenih inženirjev in tehnikov  
Slovenije  
GRADBENI VESTNIK

60



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

UDK-UDC 05 : 625; ISSN 0017-2774

Ljubljana, marec 2011, letnik 60, str. 61-96

Izdajatelj:

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

Izdajateljski svet:

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

Glavni in odgovorni urednik:

**prof. dr. Janez Duhovnik**

Sodelavec pri MSG IZS:

**Jan Kristjan Juteršek**

Lektor:

**Jan Grabnar**

Lektorica angleških povzetkov:

**Darja Okorn**

Tajnica:

**Eva Okorn**

Oblikovalska zasnova:

**Mateja Goršič**

Tehnično urejanje, prelom in tisk:

**Kočevski tisk**

Naklada:

**3000 izvodov**

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

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

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

Poslovni račun ZDGITS pri NLB Ljubljana:

SI56 0201 7001 5398 955

## Navodila avtorjem za pripravo člankov in drugih prispevkov

1. Uredništvo sprejema v objavo znanstvene in strokovne članke s področja gradbeništva in druge prispevke, pomembne in zanimive za gradbeno stroko.
2. Znanstvene in strokovne članke pred objavo pregleda najmanj en anonimen recenzent, ki ga določi glavni in odgovorni urednik.
3. Članki (razen angleških povzetkov) in prispevki morajo biti napisani v slovenščini.
4. Besedilo mora biti zapisano z znaki velikosti 12 točk in z dvojnimi presledki med vrsticami.
5. Prispevki morajo vsebovati naslov, imena in priimke avtorjev z nazivi in naslovi ter besedilo.
6. Članki morajo obvezno vsebovati: naslov članka v slovenščini (velike črke); naslov članka v angleščini (velike črke); znanstveni naziv, imena in priimke avtorjev, navadni in elektronski naslov; oznako, ali je članek strokoven ali znanstven; naslov POVZETEK in povzetek v slovenščini; naslov SUMMARY in povzetek v angleščini; naslov UVOD in besedilo uvoda; naslov naslednjega poglavja (velike črke) in besedilo poglavja; naslov razdelka in besedilo razdelka (neobvezno); ... naslov SKLEP in besedilo sklepa; naslov ZAHVALA in besedilo zahvale (neobvezno); naslov LITERATURA in seznam literature; naslov DODATEK in besedilo dodatka (neobvezno). Če je dodatkov več, so ti označeni še z A, B, C itn.
7. Poglavlja in razdelki so lahko oštevilčeni. Poglavlja se oštevilčijo brez končnih pik. Denimo: 1 UVOD; 2 GRADNJA AVTOCESTNEGA ODSEKA; 2.1 Avtocestni odsek ... 3 ...; 3.1 ... itd.
8. Slike (risbe in fotografije s primerno ločljivostjo) in preglednice morajo biti razporejene in omenjene po vrstnem redu v besedilu prispevka, oštevilčene in opremljene s podnapisi, ki pojasnjujejo njihovo vsebino.
9. Enačbe morajo biti na desnem robu označene z zaporedno številko v okroglem oklepaju.
10. Kot decimalno ločilo je treba uporabljati vejico.
11. Uporabljena in citirana dela morajo biti navedena med besedilom prispevka z oznako v obliki oglatih oklepajev: (priimek prvega avtorja, leto objave). V istem letu objavljena dela istega avtorja morajo biti označena še z oznakami a, b, c itn.
12. V poglavju LITERATURA so uporabljena in citirana dela razvrščena po abecednem redu priimkov prvih avtorjev in opisana z naslednjimi podatki: priimek, začetnica imena prvega avtorja, priimki in začetnice imen drugih avtorjev, naslov dela, način objave, leto objave.
13. Način objave je opisan s podatki: knjige: založba; revije: ime revije, založba, letnik, številka, strani od do; zborniki: naziv sestanka, organizator, kraj in datum sestanka, strani od do; raziskovalna poročila: vrsta poročila, naročnik, oznaka pogodbe; za druge vrste virov: kratek opis, npr. v zasebnem pogovoru.
14. Prispevke je treba poslati v elektronski obliki v formatu MS WORD glavnemu in odgovornemu uredniku na e-naslov: [janez.duhovnik@fgg.uni-lj.si](mailto: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 **62**  
Stipan Mudražija, univ. dipl. inž. grad.  
**DRUŠTVO GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV MARIBOR –  
OD USTANOVITVE DO DANES**

Zveza društev  
gradbenih inženirjev in tehnikov  
Slovenije  
GRADBENI VESTNIK

**60**

## Nagrajeni gradbeniki

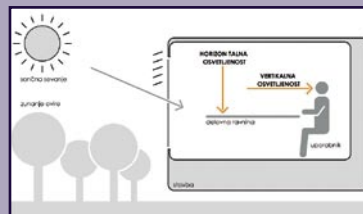
stran **67**  
Stipan Mudražija, univ. dipl. inž. grad.  
**DR. UROŠ KRANJČ – INŽENIR LETA 2010**

## Članki • Papers

stran **68**  
Viktor Markelj, univ. dipl. inž. grad.  
**DRAVSKI MOSTOVI**  
BRIDGES OVER DRAVA RIVER

stran **78**  
Nataša Teraž, univ. dipl. gosp. inž.  
Marko Lukić, univ. dipl. ekon.  
**PASIVNA HIŠA OD ZASNOVE DO IZVEDBE**  
PASSIVE HOUSE: FROM PLANNING TO REALIZATION

stran **84**  
doc. dr. Živa Kristl, univ. dipl. inž. arh.  
asist. dr. Mitja Košir, univ. dipl. inž. arh.  
asist. Mateja Dovjak, dipl. san. inž.  
prof. dr. Aleš Krainer, univ. dipl. inž. arh.  
**ŠTUDIJA DNEVNE OSVETLJENOSTI PISARNIŠKEGA PROSTORA GLEDE  
NA VIZUALNE IN BIOLOŠKE VPLIVE**  
STUDY OF DAYLIGHT OFFICE SPACE REGARDING VISUAL  
AND BIOLOGICAL INFLUENCES



## Odmev

stran **93**  
Franc Maleiner, univ. dipl. inž. kom.  
**PRIPOMBE K ČLANKU DR. UROŠA KRAJNČA ČISTILNA NAPRAVA  
SEVNICA 1999–2010 (GRADBENI VESTNIK, JANUAR 2011)**

stran **95**  
dr. Uroš Kranjc, univ. dipl. inž. grad.  
**ODGOVOR AVTORJA**

## Vabilo

stran **96**

## Novi diplomanti

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

## Koledar prireditev

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

Slika na naslovnici: Most čez Kamniško Bistrico v Kamniku, foto J. Duhovnik

# DRUŠTVO GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV MARIBOR – OD USTANOVITVE DO DANES

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

DGIT Maribor, Sodna ulica 24, 2000 Maribor  
UM, Fakulteta za gradbeništvo, Maribor

## 1 • UVOD

Vesel in ponosen sem, da se lahko predstavimo ob častitljivi 60-letnici Zveze društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije.

Ustanoviti strokovno društvo morda ni tako težko, kot je težko ustanoviti dobro društvo, zato bi si ob vsaki ustanovitvi novega društva morali zastaviti dve vprašanji. Ali so zagotovljena zadostna sredstva za zagon in ali je ustanoviteljem uspelo privabiti k sodelovanju dovolj kakovostne ljudi. Predvsem drugo vprašanje je v našem primeru ključno in mislim, da smo nanj v DGIT Maribor dobro odgovorili.

Leta 2008 smo praznovali 60 let od ustanovitve DGIT Maribor. Mnogim najbrž število 60 ni zanimivo, je pa to produkt dveh »ljudskih« število, pet in dvanajst. Zato lahko rečem, da smo leta 2008 praznovali peti ducat let našega društva.

Dovolite mi torej, da se v prispevku z dvanajstletnimi koraki sprehodim po njegovi preteklosti, se za trenutek ustavim in nad čim zamislim. Pa kar začnimo!

V obdobju pred drugo svetovno vojno je v Mariboru delovala skupina inženirjev kot sekcija takratne inženirske komore, ki pa žal še ni imela svojega stalnega sedeža. Člani sekcije so se sestajali v znanih mariborskih gostilnah in obravnavali predvsem strokovna vprašanja tedanjega časa. Da bi nekdo dobil priložnost postati član komore, je moral zadovoljevati točno določene kriterije – moral je biti strokovnjak z akademskim nazivom doktor ali inženir.

Med drugo svetovno vojno se je delovanje inženirjev za nekaj let na žalost ustavilo, kajti številni gradbeni strokovnjaki so v teh letih sodelovali v NOB proti okupatorju.

Po osvoboditvi je sledila ponovna organizacija gradbenih strokovnjakov, katerih glavne

usmeritve so bile predvsem nudenje strokovne pomoči svojim članom, obnova porušenih tovarn ter sodelovanje in izvajanje prvega petletnega gospodarskega plana takratne države SFRJ.

Naslednji pomembni mejnik društva je bila selitev v prostore v Vetrinjski ulici 16, kjer je bil tudi sedež Zveze inženirjev in tehnikov Maribor. Društvo je počasi učvrstilo svojo organizacijsko obliko, število članov je postopoma naraščalo predvsem zaradi vključevanja mlajših gradbenih strokovnjakov, ki so v vedno večjem številu prihajali iz strokovnih šol. Živahna gradbena dejavnost in s tem ugoden položaj gradbenih podjetij sta se odražala tudi v delovanju društva.

Društvo je pri takratnih podjetjih uživalo veliko naklonjenost, ki so ob veliki naklonjenosti takratnih direktorjev teh podjetij povezovali članstvo z društvom, pridobivali nove člane in zbirali naročnike za Gradbeni vestnik.

Voditelji takratnih velikih gradbenih podjetij so bili kot člani društva pobudniki ustanovitve najprej srednjega izobraževanja z nazivom gradbeni tehnik, kasneje pa ustanovitve višješolskega izobraževanja gradbeni inženir, iz katerega je nastala sedanja Fakulteta za gradbeništvo UM. Z zadovoljstvom lahko rečem, da so gradbeni strokovnjaki, naši člani, bili tudi prvi predavatelji na novoustanovljeni fakulteti.

Društvo je uspešno opravljalo svoje poslanstvo združevanja gradbenih strokovnjakov skozi številna turbulentna obdobja, ki so bila odvisna predvsem od družbenih in gospodarskih razmer takratnega časa. Največja kriza je sledila v začetku devetdesetih let. A vendar je ob prizadevanju posameznih entuziastov in članov upravnih odborov društvu uspelo obdržati kontinuiteto.

Brez lažne skromnosti je mogoče reči, da je tedanje vodstvo naredilo pravi mali čudež, saj nam je dobesedno uspelo »pacienta na aparatih« preleviti v paradnega konja slovenskih društev.

V zadnjem desetletju se je društvo ponovno znašlo v stiski z delovnimi prostori. Po preureditvi prostorov v podstrešju Doma inženirjev in tehnikov Maribor na Vetrinjski ulici 16 leta 2001 nas je kaj kmalu presenetila odločitev državnih organov, točneje ministrstva za kulturo, ki je z odločbo Dom inženirjev in tehnikov Maribor na Vetrinjski ulici 16 vrnilo Cerkvi, točneje benediktincem.

Kljub številnim težavam z lastništvom naših nekdanjih prostorov je društvu uspelo s pomočjo Mestne občine Maribor v zelo kratkem časovnem obdobju najeti nove prostore v Sodni ulici 24 v Mariboru, kjer delujemo še danes. Prostore je Društvo delno obnovilo in imelo odmevno otvoritev 16. novembra 2006.

Vredno je poudariti, da naše društvo goji dobre odnose z vsemi lokalnimi in državnimi institucijami: Zvezo inženirjev in tehnikov Slovenije, Zvezo inženirjev in tehnikov Maribor, Univerzo v Mariboru – Fakulteto za gradbeništvo in Mestno občino Maribor.

Poleg mnogih priznanih, ki so jih prejeli naši člani, je društvo v svoji zgodovini zaradi pomembne vloge v družbi prejelo družbena priznanja, in sicer leta 1980 Listino občine Maribor kot posebno družbeno priznanje za uspehe pri razvijanju družbenopolitičnega sistema, gospodarstva in družbenih dejavnosti, ki so bili pomembni za razvoj občine, dela in življenja v njej ter njen ugled in leta 2009 ob 60-letnici Mestni pečat Maribora, ki ga je podelil župan Mestne občine Maribor za 60-letno strokovno delo na področju gradbeništva, varstva okolja in urejanja prostora.

Kot predsednik DGIT Maribor sem prepričan v sinergijo in pozitivne učinke sodelovanja med



državo in našim društvom. Z roko v roki smo hitrejši, zmogljivejši in boljši.

Opozorili so me, da v današnjem svetu problemov ni več, so samo še izzivi. Prihajajoči svet bo še bolj zaznamovan s konkurenco in tveganji, še zahtevnejši bo od današnjega. Še večjega pomena kot doslej bo graditev družbe znanja. Še pomembnejša bo naša sposobnost poiskati take rešitve, ki bodo zagotavljale napredek. Znanje, usvarjalnost in podjetnost bodo pomembnejše lastnosti kot kadarkoli doslej.

Na Slovenskem imamo dobre možnosti, da se za nove čase še pravočasno usposobimo in da si zagotovimo razvoj, kakršnega si želimo – in zaslužimo.

Toda zavedati se moramo, da je treba pri nas še marsikaj izboljšati. Prav na ta način pa bomo dosegli tudi to, da bomo v svetu naše stroke še bolj cenjeni in spoštovani. Bilo bi prav, da tem vprašanjem posvetimo vse sile. Dosedanji uspehi društva nas zavezujejo k temu iskanju, in če bomo v tem uspešni, se jim bomo najboljše oddolžili.

Ne bi bilo prav, da se danes komu poimensko zahvaljujem za zasluge in delo, ki ga je opravil za društvo, saj bi zagotovo koga izpustil in s tem mogoče celo užalil. V društvu smo vedno poudarjali, naj vsak pomaga, kolikor ima časa, volje in zmožnosti. Vsi skupaj pa smo lahko ponosni. Ponosni, da smo lahko člani DGIT Maribor, in hvala vsem, ki ste kakorkoli pomagali pri tem. Ostanimo skromni, ostanimo člani Društva gradbenih inženirjev in tehnikov Maribor.

## 2 • DEJAVNOST DGIT MARIBOR

Mariborsko društvo gradbenih inženirjev in tehnikov je med najstarejšimi tovrstnimi društvi v Sloveniji, ki je ves čas svojega delovanja bilo izredno dejavno. Že od vsega začetka si je zadalo veliko nalog, ki jih v današnjem času izpolnjuje z naslednjimi dejavnostmi:

- združuje člane – strokovnjake s področja gradbeništva, pomaga s svojim delom pri reševanju strokovnih vprašanj in usvajanju novih pridobitev tehnike; svojim članom nudi podporo in pomoč pri uveljavljanju strokovno in znanstveno utemeljenih stališč;
- obravnava važnejša strokovna in organizacijska vprašanja, ki so pomembna za skladen razvoj gradbeništva in strokovnih panog; svoja stališča, ugotovitve in pobude posreduje Zvezi društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije in strokovnim zvezam, gospodarskim podjetjem in drugim državnim organom ter skrbi za njihovo uveljavljanje med članstvom;
- obravnava vsa pomembnejša strokovna in organizacijska vprašanja v organih društva;
- spodbuja in razvija ustvarjalno iniciativo svojih članov in strokovnih delavcev slovenskega gradbeništva;

- obravnava med člani društva vsa važnejša tehnična, organizacijska in ekonomska vprašanja, ki so pomembna za skladen razvoj gradbeništva in industrije gradbenega materiala;
- razvija stike s podobnimi strokovnimi organizacijami doma in v tujini z namenom medsebojnega sodelovanja in obveščanja o spoznanjih in dosežkih na področju gradbene dejavnosti v najširšem pomenu;
- skrbi za nenehno izobraževanje svojih članov;
- sodeluje z drugimi strokami in njihovimi strokovnimi društvenimi organizacijami, predvsem z Zvezo gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije;
- sodeluje z Inženirsko zbornico Slovenije (v nadaljevanju IZS), predvsem s sorodnimi društvi (gradbeniki, arhitekti, elektroinženirji, strojniki, tehnologi ...);
- sodeluje na mednarodnem strokovnem področju z mednarodnimi društvi;
- prireja strokovna društvena predavanja, okrogle mize, razstave, tečaje, seminarje, posvete in ekskurzije za svoje člane;
- priredi vsakoletno srečanje članov s plesom in drugimi družabnimi dejavnostmi;

- organizira društvene delavnice in posvete za svoje člane, da posreduje izkušnje med domačimi in mednarodnimi strokovnjaki;
- sodeluje pri pripravi strokovnega glasila Gradbeni vestnik ter pri delu članov društva pripravi gradbene strokovne in poljudnoznanstvene literature društva v skladu z veljavnimi predpisi s tega področja;
- skrbi za izvedbo zakonov in izvajanje naravovarstvenih ukrepov.

Za uresničitev svojih nalog je izvršni odbor društva ustanovil stalne strokovne komisije, kot so:

- komisija za izobraževanje članov, volitve in imenovanja,
- komisija za strokovne ekskurzije in družabna srečanja,
- komisija za obveščanje in uredniški odbor.

Za doseg ciljev in namen za čim popolnejšo izpolnitev nalog društva le-to pripravlja svoje strokovno glasilo – Informator od A do Ž, občasna obvestila, publikacije društva in skrbi za programsko usmeritev društva v skladu z zakonskimi predpisi.

Letni zbor članov društva potrjuje program dela društva za vsakokratno mandatno obdobje, predloge pa pripravijo posamezne strokovne komisije.

v državi. Tako že v petdesetih letih prejšnjega stoletja beležimo strokovna predavanja o gradnji hiš po načinu vlivanja in o gradnji HC Moste, v šestdesetih in sedemdesetih pa so organizirani posvete in simpoziji skoraj vsako leto, kot na primer seminar o laboratorijskih preiskavah mineralnega agregata, cementa, vode in betona, seminar o komunalnih napeljavah pa odmevni simpozij o nacionalnem in mednarodnem pomenu hitre ceste Šentilj–Gorica, seminar o cementu in tehnologiji betona ter posvetovanje o gradbeni

## 3 • DELO KOMISIJE ZA IZBRAŽEVANJE ČLANOV

Komisija za izobraževanje članov že vrsto let pripravlja razna strokovna predavanja, posvete in okrogle mize o aktualnih temah s področja gradbeništva. Organizirana so predavanja o najnovejših dosežkih tehnike, gradnja s sodobnimi materiali s poudarkom na požarni varnosti, akustični in toplotni zaščiti, komunalni infrastrukturi, o potresni varnosti, obogatena z

razstavami, filmi in slikovnim materialom, pa tudi seminarji s področja gradbene regulative. V prvih letih delovanja društva so bili organizirani posvete in predavanja preko Zveze društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, ki so pogosto odmevala na državnem nivoju takratne skupne države Jugoslavije, saj je slovensko društvo bilo med najaktivnejšimi

zakonodaji in tehnični regulativi s poudarkom na potresni varnosti.

V osemdesetih letih je Društvo gradbenih inženirjev in tehnikov v sodelovanju s Savezom građevinskih inženirja i tehničara Jugoslavije, Zvezo društev gradbenih inženirjev in tehnikov SR Slovenije in Univerzo v Mariboru, VTO gradbeništvo – Tehniško fakulteto uspešno organiziralo naslednja posvetovanja na državnem nivoju:

- Jugoslovansko posvetovanje o sanaciji zgradb, september 1983;
- Jugoslovansko posvetovanje o sanaciji zgradb, september 1986;
- Jugoslovansko posvetovanje o sanaciji zgradb in okolja z mednarodno udeležbo, september 1989.

Aktualne teme posvetovanj, kot so sanacije kulturnozgodovinskih zgradb, stanovanjskih zgradb iz starejšega in novejšega obdobja, industrijskih zgradb ter sanacije zgradb in drugih inženirskih objektov, poškodovanih po potresu in drugih elementarnih neizodah, ob koncu pa še prikaz obnove starega Maribora, so doživele vsesplošno priznanje z izredno širokim odzivom udeležencev, posvetovanja pa so bila ocenjena kot najboljša v tistem času.

V nadaljnjih letih je društvo sledilo potrebam dopolnilnega izobraževanja svojih članov z obravnavo aktualnih tem na področju gradbeništva in pripravilo vrsto predavanj, seminarjev in okroglih miz, ki so po vsebinski zasnovi vzbudili široko zanimanje članov:

- hišne gobe in sanacija, protipotresna gradnja, nove lesne zveze, fundiranje, vrednotenje projektantskih in inženiring storitev, inovacije v gradbeništvo, praktični prikazi snemanja toplotnih mostov in toplotnih izgub s pomočjo infrakamere, uporaba računalništva v gradbeništvo, nega betona in betoniranje v izrednih vremenskih pogojih, hrup instalacij v zgradbah in obramba pred njim, napake novih streh, teras in balkonov, korozija in sanacija betona in betonskih elementov, obravnava aktualnih gradbenih pravilnikov, Zakona o graditvi objektov, Zakona o urejanju prostora in Zakona o varstvu pri delu;
- povečanje varnosti in zmožljivosti vodnega zajetja na Vrbanškem platoju;

- okrogla miza o katastrofi komunalnih vodov;
- poročanje z 10. kongresa za prednapeti beton, ki je bilo v New Delhiju;
- predavanje o potresu v Mehiki z diapozitivi;
- konferenca o graditvi Koroškega mostu in zahodne prometne vertikale v Mariboru;
- tehnološke posebnosti graditve streh s kritino Tegola canadese, izvedba vodotesnih kanalizacij, sistemi mavčnih montažnih elementov Knauf, keramične cevi Hepworth, ojačitve konstrukcij s SIKA – sistemom Carvodur, predstavitev Waringer in IGM Stavbar – meritve vodotesnosti, tesnilni spoji, mineralne plošče AMF, predstavitev sistema PVC-oken Schucko,
- okrogla miza – fasade v našem mestu,
- razstava raziskovalnih dosežkov dijakov Srednje šole gradbenikov Maribor;
- predavanje o pravilnikih na podlagi Zakona o graditvi objektov.

Leta 2000 se je Društvo gradbenih inženirjev in tehnikov prijavilo na razpis Mestne občine Maribor za sofinanciranje programov okoljevarstvenih društev v MOM – glede na to, da je veliko članov strokovnjakov s tega področja. V sklopu lokalne Agende 21 so bili tako organizirani posveti za vse odobrene teme, in sicer:

- protihrupna zaščita naseljenih delov vzdolž obvoznice Slivnica–Pesnica,
- izpust nevarnih snovi v vode,
- zaščita varovanih območij pitne vode,
- varovanje narave in okolja – ravnanje z odpadki,
- varstvo okolja – ravnanje z gradbenimi odpadki,
- vodooskrba mesta Maribor – voda jutri, vodni viri SV Slovenije, odvodnjavanje in čiščenje odpadnih voda,
- vpliv prometa na pogoje bivanja v mestu Maribor s poudarkom na varovanju okolja in ohranjanju narave.

Med letoma 2000 in 2008 je DGIT razen programa iz Agende 21 organiziral še več predavanj in posvetov z naslednjimi temami:

- posvet o podstrešjih in strehah na področju Maribora,
- predstavitev splošnih pripomb k osnutku ZGO in ZUOREP ter Zakona o varstvu okolja,
- posvet o ravnih strehah,
- posvet o požaru in zvoku v sodobni suhomontažni gradnji,

- predstavitev porobetona – ekologija in varčevanje z energijo – Yfong,
- posvet in predstavitev programa Schock,
- razlaga Zakona o graditvi objektov ZGO-1 in o tehničnem pregledu ter pridobitvi uporabnega dovoljenja,
- posvet o tesnjenju ravnih streh s trakovi,
- predstavitev programa Kingspan – teoretični in praktični prikaz s poudarkom na požarni varnosti.

Dober odziv članov DGIT na tako pripravljene programe dopolnilnega izobraževanja potrjuje, da je vsebinska zasnova potrdila njihova pričakovanja, obenem pa velja tudi poudariti, da je bila udeležba na vseh predavanjih in posvetih brez kotizacije. Za uspešno izvedbo strokovnega programa gre nedvomno velika zahvala Fakulteti za gradbeništvo Univerze v Mariboru, s katero društvo dolgo let dobro sodeluje.

Poseben odmev v našem okolju je bil leta 2010, ko smo v sodelovanju s Fakulteto za gradbeništvo organizirali 1. mednarodni posvet Energetska učinkovitost v arhitekturi in gradbeništvo, na katerega smo uspeli povabiti eminentne tuje in domače strokovnjake. Posvet je bil organiziran s ciljem medsebojnega informiranja, izmenjave aktualnih mnenj med različnimi udeleženci pri reševanju problematike energetske učinkovitosti (arhitekti, gradbeniki, strojniki, elektroinženirji, prometniki, ekologi idr.) in z željo po oblikovanju smernic za nadaljnje delovanje vseh odgovornih in vpletenih za izboljševanje stanja na področju energetske učinkovitosti objektov. Posvet se je izkazal za zelo uspešnega, saj se ga je udeležilo preko 150 prijavljenih udeležencev, skupno število vseh prisotnih pa smo ocenili na približno 300. Po mnenju uredniškega odbora Kvadratov je bil tudi izbran med pomembne dogodke leta 2010 v Sloveniji s področja gradbeništva. Upamo, da so bili zaključki posveta koristna spodbuda in navdih za hitrejše in uspešnejše reševanje energetske problematike v našem in drugih slovenskih okoljih in mestih, hkrati pa si srčno želimo, da bi posvet postal tradicionalen in stalnica vsaj v slovenskem prostoru, seveda v vedno tesnejšem sodelovanju z gradbeno in arhitekturno stroko ter v skupni organizaciji s Fakulteto za gradbeništvo Univerze v Mariboru.

izven meja Slovenije, po Sloveniji in lokalne z ogledi pomembnih gradbišč in objektov. Podrobneje navajamo strokovne ekskurzije v zadnjih desetih letih:

#### 4 • DELO KOMISIJE ZA STROKOVNE ESKURZIJE IN DRUŽABNA SREČANJA

Komisija za strokovne ekskurzije in družabna srečanja je prav tako zelo dejavna pri pripravi

programov strokovnih ekskurzij za člane društva. Tako so bile organizirane ekskurzije

- Avstrija: ogled proizvodnje gipskartonskih plošč v tovarni BAD AUSEE in dnevnega kopa,
- Italija: Pisa–Siena–Firence,
- Mednarodni sejem gradbeništva IBF-Brno, ogled Prage in Plečnikovih mojstrov, ogled elektrarne Golica,
- Posočje: ogled viadukta Selo, sanacija objektov v Posočju in ogled vojaškega muzeja v Kobaridu,
- ogled gradnje avtoceste Slivnica–Pesnica odcep Slivnica–Ptujska cesta,
- Solnograško in Salzburg,
- Spodnja Bavarska: ogled gradov,
- ogled rektorata, sanacije glavnega mostu in gradnje Europarka,
- Nemčija: Berlin in Leipzig,
- ogled gradbišča tunela v Trojanah in Graničove separacije v Poljčanah,
- ogled gradbišča izgradnje viadukta in predora Črni Kal in obisk Lipice,
- ogled gradbišča hitre ceste II B in gradbišča kanalskega zbiralnika do čistilne naprave,
- Poljska: Krakov in Olomuc,
- ogled plazu Stože – Log pod Mangartom
- Provansa in Azurna obala,
- ogled Centralne čistilne naprave v Dogašah,
- Italija: Elba, Toskana, Verona, Lucca, Milano,
- ogled gradbišča v Črnem Kalu,
- Sarajevo, Mostar, Podgorica in Dubrovnik,
- Nizozemska: Amsterdam, Rotterdam (s protivalnim zapornim sistemom) in Bruselj,
- ogled gradbišča elektrarne Boštanj,
- ogled gradnje AC na odseku Razdrto–Vipava, viadukta Šumenjak in plazu Slano blato nad Lokavcem,
- po srednji dravski dolini z ogledom Radelj in cestnega viadukta na Zgornji Vižingji,
- otok Korzika,
- Dunaj: ogled tovarne za predelavo odpadkov FERNWÄRME WIEN,
- Liechtenstein, Švica in Nemčija,
- južna Češka: ogled mest in gradov,
- Srbija: Beograd in Novi Sad,
- ogled Studenske brvi in gradbenih objektov na mariborski obvoznici,
- Dunaj–Budimpešta, z ladjo po Donavi,
- Log pod Mangartom – Cinque Terre,
- Istanbul (2010).

## 5 • INŽENIR LETA

Stalni del družabnih srečanj je tudi vsakoletno tradicionalno letno srečanje gradbenikov s plesom, ki se ga udeležuje veliko število članov društva gradbenih inženirjev in tehnikov. To je tudi priložnost, da počastimo enega naših stanovskih kolegov, ki se je v preteklem obdobju posebno odlikoval na strokovnem

področju in z vestnim delovanjem v društvu, s častnim nazivom inženir leta.

Doslej smo podelili naziv inženir leta naslednjim članom:

- 2000: dr. Ivan Jecelj, univ. dipl. inž. grad.
- 2001: Adi Lesničar, grad. teh.
- 2002: Stipan Mudražija, univ. dipl. inž. grad.
- 2003: Peter Kovačič, grad. inž., univ. dipl. org.
- 2004: Milena Skorobrijin, univ. dipl. inž. grad.
- 2005: Marjan Pinter, dipl. inž. grad.
- 2006: Viktor Markelj, univ. dipl. inž. grad.
- 2007: Vukašin Ačanski, univ. dipl. inž. grad.
- 2008: Peter Kosi, univ. dipl. inž. grad.
- 2009: Marjan Pipenbaheer, univ. dipl. inž. grad.
- 2010: dr. Uroš Krajnc, univ. dipl. inž. grad.

## 6 • NAJBOLJŠE DIPLOME ŠTUDENTOV

DGIT Maribor se vsako leto udeležuje podelitve diplom na Fakulteti za gradbeništvo Univerze v

Mariboru. V študijskem letu 2007/2008 pa je stekel projekt nagrajevanja najboljših diplom

študentov univerzitetnega in visokošolskega študija ter študija gospodarskega inženirstva.



Slika 1 • Predsednik DGIT Maribor Stipan Mudražija in Valentina Glavica, nagrajenka najboljše diplomske naloge v šolskem letu 2007/2008



Slika 2 • Župan MOM Franc Kangler in predsednik DGIT Maribor Stipan Mudražija ob predaji mestnega pečata

## 7 • PRIZNANJA

Za svoje uspešno delovanje je Društvo gradbenih inženirjev in tehnikov Maribor prejelo več priznanj:

- Listino Mestne občine Maribor, ki jo je podelila komisija za družbena priznanja in nagrade SO Maribor, 28. april 1980;
- Priznanje za prispevek k ustanovitvi šole ob 25-letnici Srednje gradbene šole Maribor leta 1986;
- Priznanje 14. april od Zveze inženirjev in tehnikov Slovenije, 18. marec 1987;

- Zahvalno priznanje ob 50-letnici Zveze inženirjev in tehnikov Maribor, april 1996;
- Zahvalno priznanje ZIT Maribor, april 2001;
- Zahvalno priznanje ob 60-letnici ZIT Maribor, oktober 2006;
- Mestni pečat Maribora, ki ga je podelil župan Mestne občine Maribor za 60-letno strokovno delo na področju gradbeništva, varstva okolja in urejanja prostora, november 2008.

## 8 • VODENJE DRUŠTVA

Od ustanovitve so Društvo gradbenih inženirjev in tehnikov Maribor vodili gradbeni strokovnjaki, eminentni direktorji takratnih gradbenih podjetij, ki so na nas prenesli zdrave temelje društvenega in družabnega delovanja, za kar smo jim posebej hvaležni.

Predsedniki DGIT Maribor:

- Danilo FÜRST
- Borut MAISTER

- Ivo SENICA
- Jože MUŠIČ
- Milko JANEŽIČ
- Drago MIŠIČ
- Stanko TOMINC
- Ivan JECELJ
- Janez BOJC
- Milena SKOROBRIJIN
- Peter KOVAČIČ

- Peter KOSI
- Stipan MUDRAŽIJA

Tajniki DGIT Maribor:

- Branko ROSINA
- Ivan AMBROŽ
- Anka ROSINA
- Gabrijela LEPENER
- Iva LOBNIK
- Bojana GORIČAN
- Vilma BENKOVIČ

## 9 • ZAHVALA

Kot aktualni predsednik DGIT Maribor, ki to funkcijo opravljam od leta 1994, bi še enkrat izkoristil priložnost in se zahvalil vsem članom društva, ki so vseskozi aktivno in učinkovito delovali v organih društva in pomagali po svojih najboljših močeh, ter vsem simpatizerjem in donatorjem, ki so s svojimi finančnimi in

drugimi prispevki omogočili uspešno delovanje društva, ob tem pa se zahvaljujem vsem, ki so kakorkoli pomagali DGIT Maribor. Prav tako sem se dolžan posebej zahvaliti Zvezi društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Zvezi inženirjev in tehnikov Maribor, Srednji gradbeni šoli Maribor, predstavnikom

lokalnih oblasti, Fakulteti za gradbeništvo Univerze v Mariboru ter vsem, ki sodelujejo z nami in nam pomagajo pri realizaciji zastavljenih nalog. Brez njihove pomoči Društvo gradbenikov in tehnikov Maribor vsekakor ne bi bilo eno najuspešnejših strokovnih društev na območju Republike Slovenije. Ko pogledam naokoli, vidim veliko izkušenih ljudi in ne dvomim, da bomo tudi v prihodnje tako uspešno sodelovali. Rezultati so vidni. In zato sem hvaležen za vaš prispevek.



## NAGRAJENI GRADBENIKI

# DR. UROŠ KRAJNC, UNIV. DIPL. INŽ. GRAD. – INŽENIR LETA 2010



Društvo gradbenih inženirjev in tehnikov Maribor je svoje tradicionalno in častno odlikovanje *Inženir leta* za leto 2010 podelilo dr. Urošu Krajncu, univ. dipl. inž. grad., priznanemu strokovnjaku na področju ekologije, predvsem varovanja podtalnice kot vira pitne vode v Sloveniji.

Že kot mladi projektant pri Inženiring biroju Maribor, kasneje pa pri Komunalnem inženiringu Maribor je sodeloval pri komunalnem opremljanju s kanalizacijskimi sistemi in čistilnimi napravami v občinah Podravja ter vodil izdelavo podlag za načrtovanje komunalne infrastrukture v Mariboru in sosednjih občinah. Od leta 1989, ko sta skupaj z g. Željkom Blažeko ustanovila Inštitut za ekološki inženiring, vodi projekte za zbiranje in čiščenje odpadnih voda in zaščito kakovosti površinskih podzemnih voda. Za mesto Maribor je pripravil generalno rešitev kanalizacije in sodeloval kot tehnični svetovalec občine pri načrtovanju in izgradnji Centralne čistilne naprave Maribor.

V zadnjem desetletju je njegovo delo usmerjeno k pridobivanju sredstev Evropske unije za okoljske projekte za oskrbo s pitno vodo, ravnanje z odpadki, čiščenje in zbiranje odpadnih voda in nadzor izgradnje omenjene infrastrukture in objektov. Sodeluje tudi pri reševanju hidrotehnične problematike pri namestitvah AC-sistema v prostor regije, rešitvah v povezavi z odvodnjo AC in varstvom voda, strokovnih storitvah za odvajanje in čiščenje odpadnih voda in zagotavljanju varne oskrbe s pitno vodo v Pomurju.

Dr. Uroš Krajnc se lahko pohvali tudi s številnimi dosežki na področju uvajanja novih tehnologij in raziskovalne dejavnosti. Kot predavatelj je bil dolgo dejaven na fakulteti za gradbeništvo Univerze v Mariboru, kot asistent je poučeval hidravliko ter vodovod in kanalizacijo, kot docent pa hidrotehnične objekte. Je tudi član številnih strokovnih društev in združenj.

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

# DRAVSKI MOSTOVI

## BRIDGES OVER DRAVA RIVER

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

viktor.markelj@ponting.si

PONTING, d. o. o.

UM Fakulteta za gradbeništvo, Maribor

**Strokovni članek**

UDK: 624.21(282.243.741)

**Povzetek** | Gradnje na reki Dravi, predvsem mostovi in hidroelektrarne, so izjemno zaznamovale gradbeno stroko ter gradbene inženirje in tehnike na tem geografskem področju. Te gradnje so pomenile velik izziv njihovim graditeljem, predstavljale so veliko gospodarsko gonilo ter ustvarjale znanja, izkušnje in strokovna jedra. Še danes precej podjetij in birojev deluje na področju mostnih in hidrotehničnih gradenj in zagotovo lahko trdimo, da ta stroka v Sloveniji izhaja ravno iz Podravja. V prispevku so predstavljene pomembnejše mostne gradnje na reki Dravi, predvsem na območju Maribora in Ptuja. Izbor je narejen po avtorjevi presoji ter na dostopnosti podatkov in informacij. To seveda pomeni, da je lahko izpuščen tudi kakšen strokovno zelo pomemben dravski most.

**Summary** | The constructions on the Drava River, mainly bridges and hydroelectric power stations, have highly marked the construction profession as well as civil engineers and technicians in this geographical area. These constructions have played a major challenge to their constructors, they have represented large economic potential and created knowledge, experiences, and professional core. Even today, a lot of companies and offices are operating in the field of bridge and hydro structural engineering works, and we can affirm that this profession in Slovenia is mainly originated out of the Drava region. This paper presents the major bridge constructions on the river Drava, particularly in the area of Maribor and Ptuj. The selection was made on the author's judgment and the availability of data and information. This of course means that there is a possibility that some of structurally very important bridge on the river Drava are missing.

### 1 • UVOD

Drava izvira na Južnem Tirolskem v severni Italiji, nato teče preko avstrijske Koroške, Slovenije in Hrvaške ter po hrvaško-madžarski meji in se pri Osijeku zlije v Donavo. Celotna dolžina toka reke Drave znaša 725 km, od tega 145 km po Sloveniji. Večji kraji ob reki so Lienz, Špital, Beljak, Dravograd, Vuzenica, Muta, Maribor, Ptuj, Ormož, Varaždin in Osijek. Reka Drava je, kot vsaka velika reka, vplivala na razvoj civilizacije in družbe ter obratno ljudje z velikimi gradnjami vplivamo na reko in njeno okolje.

Zaradi značaja vodotoka (količina vode in padec) je bilo na njej zgrajenih več hidroelektrarn. Zato je Drava postala globlja in širša, kar je pomenilo tudi večjo oviro za ceste in železnice. Izgradnja jezov, hidroelektrarn in mostov na toku reke Drave je bila velik izziv graditeljem že od nekdaj (slika 1). Graditelji so ob tem dobili ustrezna znanja in izkušnje, ki se še danes na tem področju dobro ohranjajo in celo nadgrajujejo.

### Pregled večjih gradenj na območju reke Drave v Republiki Sloveniji

Na slovenskem delu reke Drave je zgrajenih šest hidroelektrarn: Dravograd, Vuzenica, Vuhred, Ožbalt, Fala, Mariborski otok, Zlatoličje in Formin (na kanalu) ter kopica mostov, največ v Mariboru in Ptuj.

Če naredimo sprehod po Dravi, od meje z Avstrijo do meje s Hrvaško, lahko naštejemo naslednje inženirske objekte:

- o HE Dravograd, 1941–44, dokončana 1955
- o Most v Dravogradu, 1972
- o Most Trbonje
- o HE Vuzenica, 1947–53–59



Slika 1 • Srednjeveški Maribor z lesenim mostom



Slika 2 • Mariborski mestni mostovi

- o Most Vuzenica
- o Most Vuhred, 1956
- o HE Vuhred, 1952–58
- o Most v Podvelki
- o HE Ožbalč, 1957–60
- o Most Rute
- o HE Fala, 1913–1918
- o Most v Rušah, 1988
- o HE Mariborski otok, 1942–1960
- o Most proti Mariborskemu otoku
- o Koroški most, 1996
- o Studenska brv, 1885, 1948, 2007
- o Stari most, 1913
- o Titov most, 1963
- o Železniški most, 1966
- o Dvoetažni most, 1982
- o Malečniški most, 1978
- o Avtocestni (Slomškov) most, 2009
- o Most v Zg. Dupleku, 1973
- o HE Zlatoličje in mostovi preko kanala, 1964–69
- o Most za pešce na Ptuj, 1997
- o Cestni most pri centru Ptuja, 1959
- o Železniški most na Ptuj, 1948
- o Puhov most preko Ptujskega jezera, 2007
- o Jez na jezeru, 1978
- o HE Formin in mostovi preko kanala, 1978

- o Most Borl, 1978
- o Mejni most v Ormožu, 1968

Danes najstarejši objekt je jekleni železniški most v Mariboru, ki je bil zgrajen v 19. stoletju (1866), sledita stari – glavni most (1913), in HE Fala, ki datira v obdobje prve svetovne vojne. Praktično vsi drugi opisani objekti so zgrajeni, dokončani ali obnovljeni v obdobju od konca druge svetovne vojne do danes oziroma v obdobju zadnjih šestdesetih let, kar je tudi čas obstoja strokovnega organiziranega gradbenih inženirjev in tehnikov v Sloveniji.

Marsikateri izmed teh objektov je bil tehnični prvenec in se je ponašal z nazivi prvi v Jugoslaviji in podobno. Prav vsi so predstavljali velike gospodarske in tehnične dosežke, zmago graditeljev in prelomnice v življenju okoliškega prebivalstva in gospodarstva. Nekaj mostov med naštetimi sem izbral za prikaz na fotografijah in v podatkih. Izbor je narejen po lastni presoji ter po dostopnosti informacij in materiala.

### Železniški most

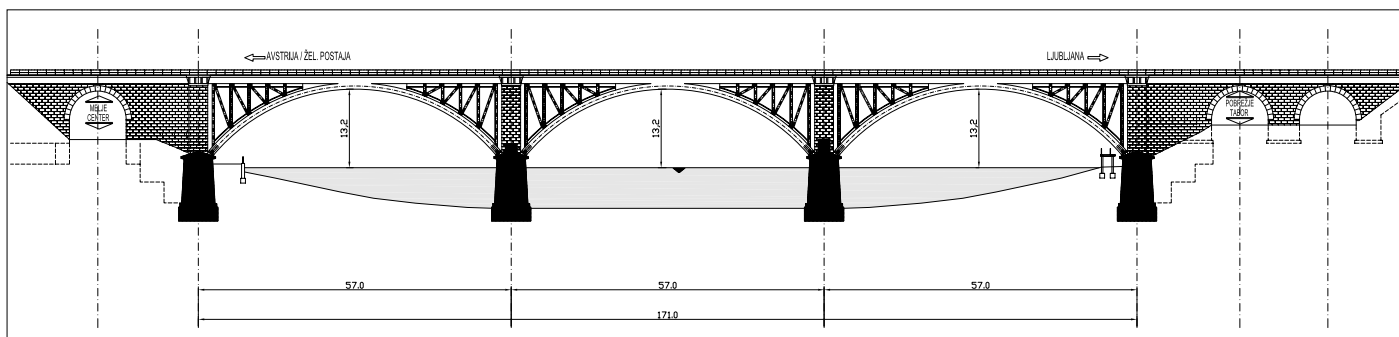
Prvi železniški most v Mariboru je bil dvotiren, zgrajen iz lesa (20.111 m<sup>3</sup>) po ameriškem

sistemu Howe. Načrtoval ga je Carl Ghega, zgrajen pa je bil med letoma 1844 in 1846.

Današnji jekleni Železniški most (sliki 3 in 4) ima tri tire, gradili pa so ga med letoma 1864 in 1866. Sestavljen je iz treh jeklenih ločnih razponov po 57 m, ki se opirajo na dva obrežna in dva rečna opornika. Most je bil med drugo svetovno vojno dvakrat močno poškodovan – tako oporniki kot tudi nosilna jeklena konstrukcija. Po vojni je bil most večkrat saniran in redno opazovan. Leta 1995 so naredili sanacijo glavne nosilne jeklene konstrukcije, leta 2007 pa še sanacijo levega rečnega opornika.

### Stari most

Stari most je nadomestil lesni most, ki je bil lociran nekaj deset metrov gorvodno in na nivoju obrežja, medtem ko novi povezuje zgornjo dravsko teraso. Stari ali Glavni most, takrat se je imenoval Državni most (Reichsbruecke – po investitorju), je bil dokončan leta 1913, sosednjega – lesenega – pa so podrli leta leta 1925. Ob izgradnji so potekale burne razprave o primernosti lokacije izgradnje, ali ob Narodnem domu ali na sedanji lokaciji na Glavnem trgu.



Slika 3 • V času izgradnje je bil mariborski Železniški most največji jekleni most v monarhiji



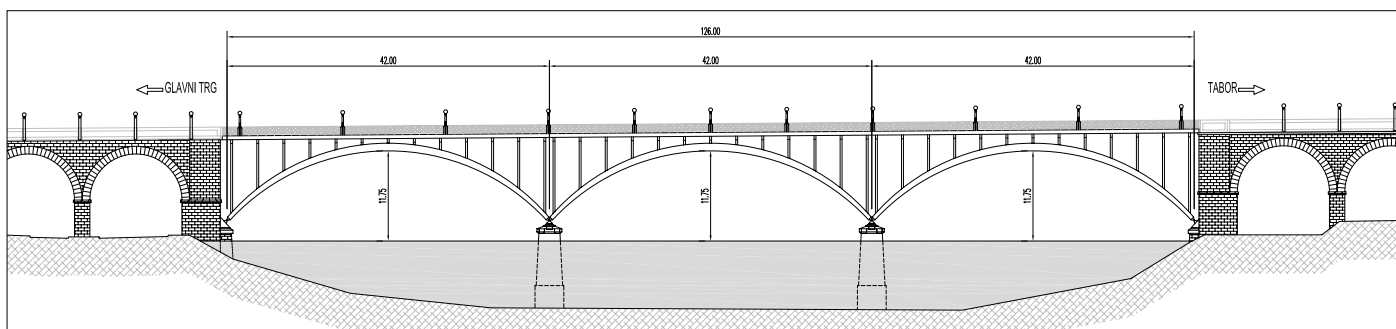
Most ima tri glavne razpone preko reke, z dvema rečnima stebroma v vodi. Jekleni ločni nosilci imajo statični razpon dolžine  $3 \times 42$  m (slika 5). Glavni most se podobno kot železniški nadaljuje z betonsko-kamnitimi oboki. Širina mosta je 12 m. Tudi Glavni most je bil ob koncu druge svetovne vojne porušen (slika 6) in nato obnovljen. Do izgradnje Titovega mostu je služil za glavno magistralno cestno povezavo, danes pa je urejen kot mestni most.

#### Titov most, 1963

Nova štiripasovna mestna vpadnica in magistrala skozi mesto je predstavljala prvo večjo urbanistično spremembo v Mariboru po drugi svetovni vojni. Ključni in najzahtevnejši del nove magistrale je bila premostitev Drave z novim mostom. Magistralni promet, ki je dotlej potekal po starem jeklenem mostu, je postal za most in središče mesta neznosen. Zato so se leta 1959 začele priprave s projektno nalogo za novi most, sama gradnja pa se je začela leta 1961. Na internem natečaju



Slika 4 • Železniški most nosi tri tire



Slika 5 • Najbolj prepoznaven mariborski most je Stari most



Slika 6 • Stari most ob koncu druge svetovne vojne

je prednapeta rešitev podjetja Tehnogradnje cenovno premagala jekleno rešitev, ki jo je pripravila Metalna.

Zato je bila izvedena rešitev v prednapetem betonu s skupno dolžino mosta 304 m, širino 22,4 m ter glavnim razponom preko Drave v dolžini 100 m (slika 7). Prečni prerez je sestavljen iz dveh betonskih škatlastih profilov, vsaka s tremi stojinami, povezanimi z voziščno ploščo in prečniki. Vzdolžno pa predstavlja Gerberjev nosilec s členki v glavnem razponu. Višina konstrukcije se spreminja od 6,15 m nad rečnimi stebri do 1,72 m v sredini razpona. Škatlasti deli so zgrajeni na konzolni način (slika 8), vmesni prostoležeči del pa iz montažnih nosilcev in monolitnih prečnikov. Kabli so bili sestavljeni iz žic premera 5 mm, polagali pa so se v odprte kanale, le na odsekih sidranja ter nižje ležečih delih v cevih.



Titov most je z razponom 100 m krepko presešel ptujski razpon 79 m, ki je bil prvi konzolno grajen prednapeti betonski most v Jugoslaviji. V tem času je bila gradnja ocenjena kot vrhunski dosežek domačega gradbeništva. Tedaj je bil največji prednapeti betonski most preko Volge z razponom 166 m, mariborskega pa so ocenjevali na približno 15. do 20. mesto po razponu na svetu. Kot najzaslužnejše za dokončanje gradnje so v strokovnih člankih omenjeni mariborski inženirji Franc Krajncič, Boris Pipan, Boltežar Hvastija, Vlado Cimperšek in Jože Mušič.

Izvajalec: Tehnogradnje  
 Projektant: Tehnogradnje (odg. projektant B. Pipan)  
 Čas gradnje: 1961–63

### Dvoetažni most, 1982 in 1988

Z dvoetažnim mostom je Maribor dobil kar dve povezavi preko Drave, na spodnji etaži lokalno povezavo med Meljem in Pobrežjem ter na zgornji etaži tako imenovano hitro cesto skozi Maribor (slika 11).

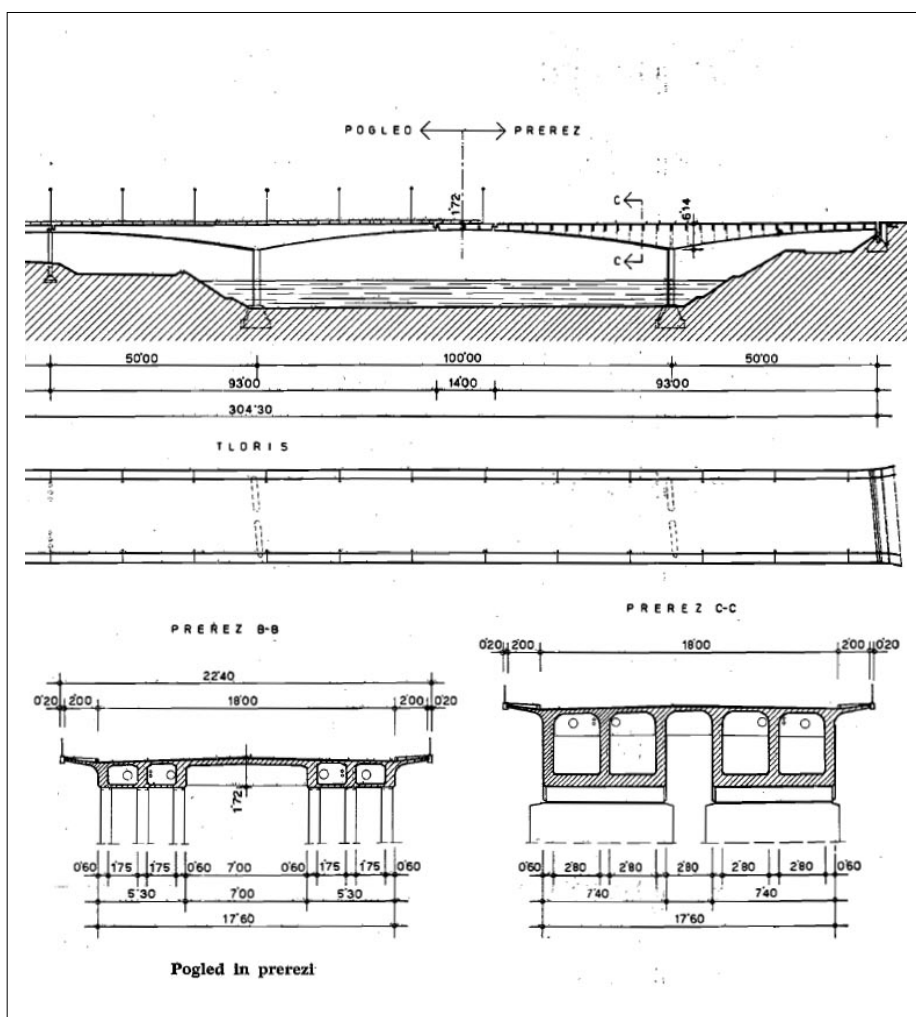
Most je skupaj s priključnim Kejžarjevim viaduktom za zgornjo etažo celotne dolžine 341 m (slika 9). Sestavljen je iz montažnih prednapetih betonskih nosilcev, ki sestavljajo kontinuirano branasto konstrukcijo s tipičnim razponi po 37,5 m. Spodnja etaža širine 21,0 m je v prečnem prerezu sestavljena iz 8 nosilcev na rastru 2,5 m, zgornja etaža širine 22,3 m pa iz 10 nosilcev na rastru 2,15 m (slika 10). Temeljenje je globoko, na pilotih premera 150 cm oziroma v jeklenih srajčkah premera 136 cm, in sicer 2-krat po 4 kosi na vsak razpon.

Spodnja etaža je bila odprta za promet leta 1982, zgornja etaža pa je dobila popolno funkcijo šele po dokončanju tretje etape hitre ceste do Pesnice leta 1988.

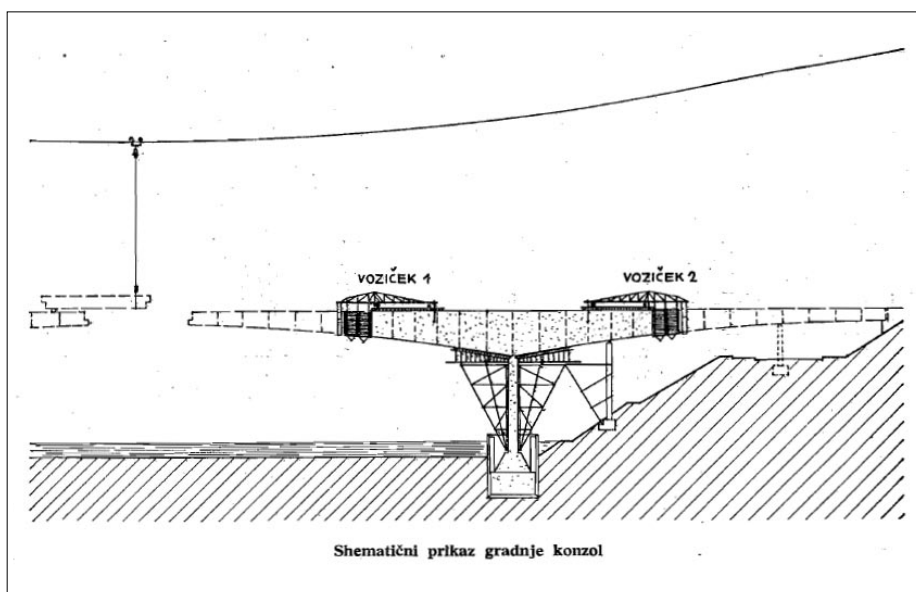
Izvajalec: Gradis GP Nizke gradnje  
 Projektant: Gradis Biro za projektiranje Maribor (odg. projektant: V. Ačanski)  
 Čas gradnje: 1981–82

### Koroški most, 1996

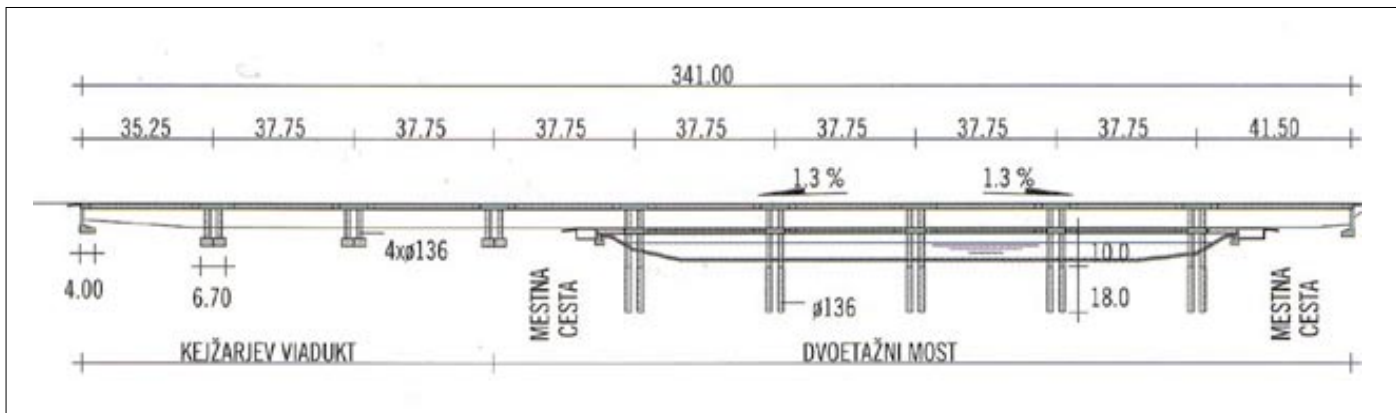
Na natečaju za projektno rešitev novega mostu na lokaciji nove zahodne mestne obvoznice je zmagala rešitev z enim jeklenim ločnim nosilcem, ki z enim razponom premošča Dravo in v vmesnem pasu štiripasovnice sega nad vozišče. Na izvajalskem razpisu, ki ga je tedanji mariborski župan g. Rous objavil nekako na svojo (občinsko) odgovornost mimo državne direkcije, je bilo dopustno ponuditi izvedbo po



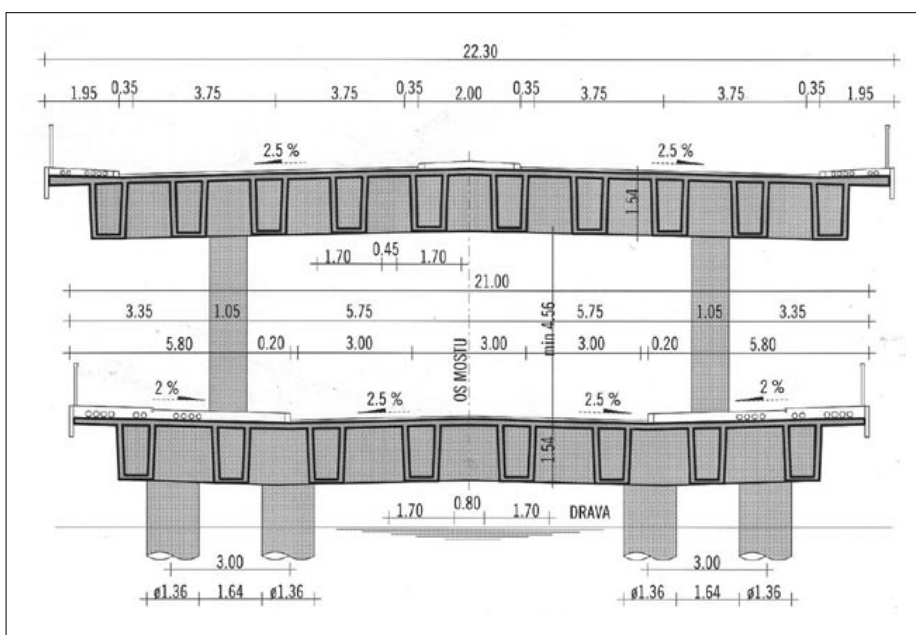
Slika 7 • Vzdolžni in prečni prerez Titovega mostu



Slika 8 • Konzolna gradnja Titovega mostu



Slika 9 • Vzdolžni prerez dvoetažnega mostu



Slika 10 • Prečni prerez dvoetažnega mostu

prvih treh nagrajenih rešitvah. Najugodnejšo ponudbo je podalo podjetje Gradis Nizke gradnje Maribor po drugo nagrajeni rešitvi biroja Ponting Maribor.

Rešitev je predstavljala asimetrično gredo po sistemu konzolne gradnje, ki se s svojo asimetrijjo prilaga asimetriji dravskih bregov. Most sestavljajo dva samostojna ločena objekta, ki sta zasnovana kot prostorska okvirja, ki ju tvori enocelična, vzdolžno omejeno prednapeta betonska škatla spremenljive višine od 2,80 m do 7,50 m, s statičnimi razponi  $70,0 + 110,0 + 55,0 = 235,0$  m, dve vmesni podpori in masivna krajna opornika s komorama. Objekta širine 11,70 m sta ločena s 60 cm široko vzdolžno dilatacijo, tako da znaša skupna širina mostu 24,00 m.

Stebra vmesnih podpor sta zgoraj toga vpeti v škatlasto konstrukcijo, spodaj pa v masivno pilotno blazino oziroma vodnjak. Močnejša leva rečna podpora je globoko temeljena na 27 uvrtnih pilotih premera 150 cm, ki segajo

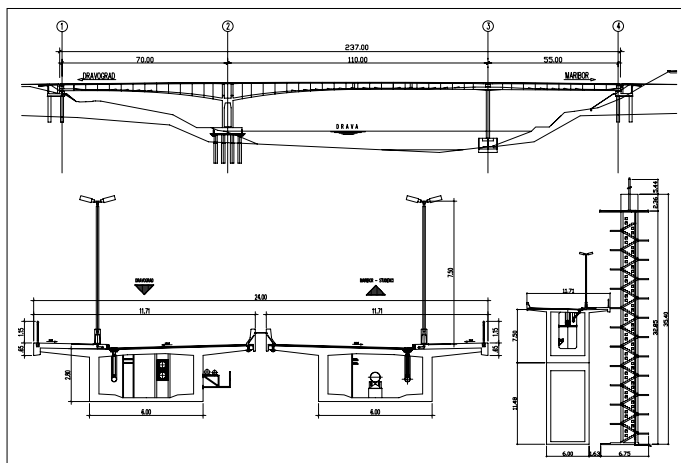


Slika 11 • Dvoetažni, Železniški, Titov in Stari most v Mariboru



Slika 12 • Od zgoraj navzdol: Koroški most, Studenška brv, Stari, Titov in Železniški most





Slika 13 • Vzdolžni prerez, prečni prerez v polju in glavna podpora Koroškega mostu



Slika 14 • Pogled iz zraka na Koroški most

najmanj 4,50 m v kompakten in trden temnosiv lapor. Manjša desna rečna podpora stebra pa sta temeljena na vodnjaku florisnih dimenzij 7 x 20 m.

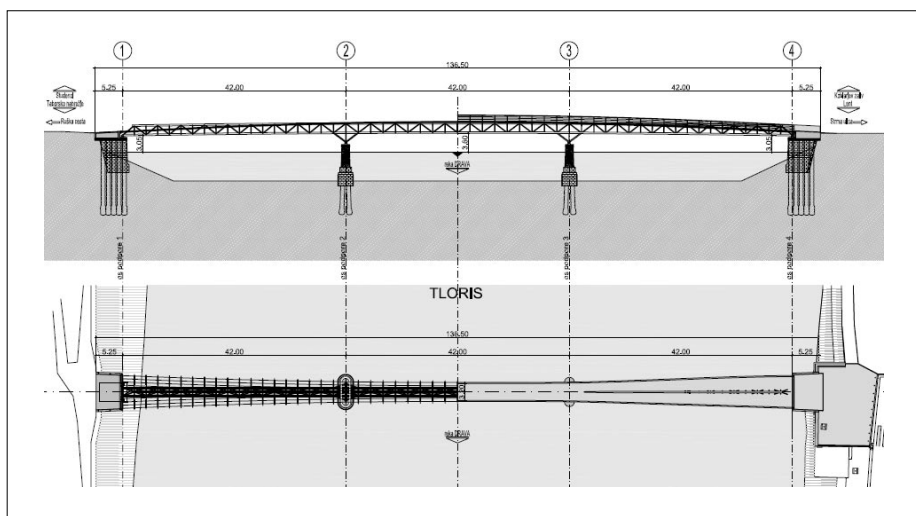
Izvajalec: Gradis Nizke gradnje  
Projektant: Ponting, d. o. o. (odg. projektant M. Pipenbaher)

Čas gradnje: 1994–96

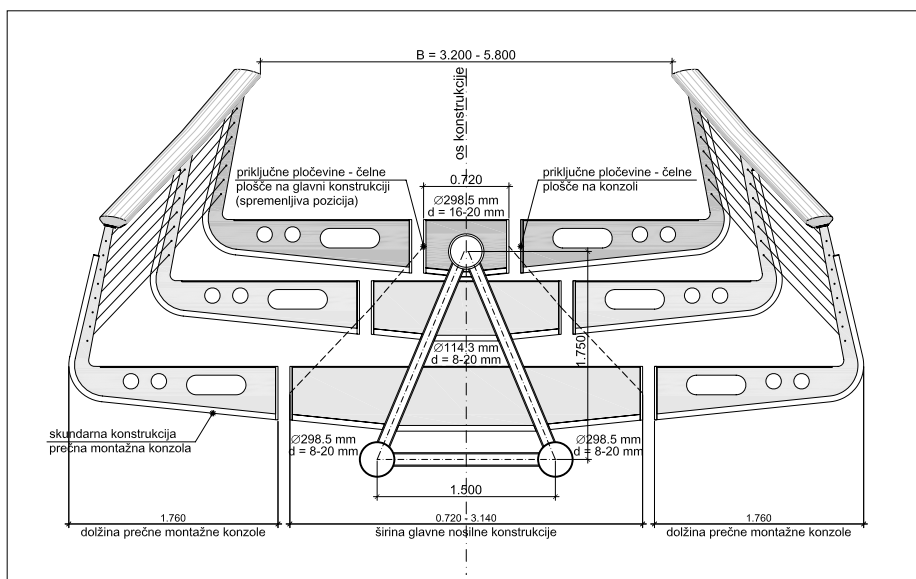
### Studenška brv, 1885/2008

Studenška brv ima zelo pestro zgodovino. Prvič je bila na sedanjí lokaciji zgrajena leta 1885 za povezavo obrata Južnih železnic in delavske kolonije na desnem bregu z mestom na levem bregu. Brv je imela tri prostoležeče ločno oblikovane palične konstrukcije z dvema lesenima stebriščema v Dravi. Narasla Drava je leta 1903 brv odnesla, zato so naslednje leto za isto konstrukcijo zgradili nove zidane stebre v strugi reke Drave.

Na začetku druge svetovne vojne leta 1941 je jugoslovanska vojska brv razstrelila, okupator pa jo je obnovil in jo uporabljal do leta 1945. Poleti 1946 je zaradi izgradnje elektrarne Mariborski otok narasla Drava brv ponovno odnesla, zato so septembra 1948 zgradili novo zgornjo konstrukcijo na obstoječih mostnih podporah. To sta bila dva jeklena polnostenska nosilca, ki sta služila tudi kot bočna ograja. V statičnem smislu je bila konstrukcija Gerberjev nosilec s členki v vmesnem polju s tremi razponi po 42 m ter svetle širine približno 3 m. Betonska plošča na jeklenih prečnih, pokrita z asfaltom, je služila kot pohodna površina. Zanimiva je tudi letnica 1968, ko se zaradi izgradnje hidroelektrarne nivo vode Spodnje Drave v Zlatoličju s kanalom in pregrado v Melju dvigne za približno 5 m.



Slika 15 • Vzdolžni prerez in floris nove brvi



Slika 16 • Prečni prerez brvi je trikotno prostorsko paliče



Slika 17 • Studenska brv z Jožefovo cerkvijo v ozadju in značilen detajl konstrukcijskega preboja na brvi

Leta 2004 je mesto zaradi dotrajanosti brvi razpisalo natečaj za novo premostitev na isti lokaciji. Prvo nagrado je dobila rešitev skupine avtorjev iz birojev Ponting in Reichenberg arhitektura. Na osnovi te rešitve je bil izveden izvajalski razpis v letu 2006, leta 2007 je potekala sama gradnja, uradna otvoritev pa je bila 22. januarja 2008.

Glavno konstrukcijo predstavlja prostorsko jekleno paličje, sestavljeno iz treh vzdolžnih cevi, ena cev za zgornji pas, dve cevi spodaj z vmesnimi diagonalami in prečkami. Paličje poteka kontinuirano preko obstoječih podpor z razponi  $42,0 + 42,0 + 42,0 = 126$  m. Trije enaki razponi so posledica obstoječe podporne konstrukcije – starih stebrov na tem mestu. Most je širine 3,2 m v sredini, ki se na obeh koncih mostu razcepi na dva dela po 2-krat 2,40 m (slika 15). Pohodna površina so prečno položeni plohi iz eksotičnega lesa bangkirai. Most je osvojil prvo nagrado na svetovni ravni Footbridge Award 2008.

Izvajalec: Konstruktor NGR, d. o. o./Meteorit, d. o. o.

Projektant: Ponting, d. o. o. (odg. projektant: V. Markelj)

Čas gradnje: 2007

#### Avtocestni most preko Drave, 2009

V okviru izgradnje avtoceste vzhod–zahod mimo Maribora (odsek Slivnica–Pesnica) je zgrajena tudi premostitev reke Drave in kanala do HE Zlatoličja (slika 19). Svojemu namenu je začel služiti ob odprtju avtoceste čez Vodolsko dolino leta 2009, čeprav je bil zgrajen malce prej in je bil namenjen za transportne potrebe gradnje avtoceste. Premostitev obeh ovir je izvedena pod kotom 60 stopinj z dvema ločenima vzporednima, florisno nekoliko zamaknjenima objektoma, s tako izbranimi razponi, da se s stebri ne posega v matico struge reke Drave oziroma v korito kanala.

Dolžina celotnega objekta je  $L_c = 765,0$  m, z dvema glavnima razponoma čez reko Dravo in kanalom  $L = 125,00$  m. Potek razponov je  $32,5 + 42,5 + 75,0 + 125,0 + 75,0 + 32,5 + 32,5 + 75,0 + 125,0 + 75,0 + 42,5 + 32,5 =$

$765,0$  m. Zamik med osem krajnih opornikov je 8,0 m. Skupna širina objekta med obema krajnima robnima vencema, upoštevajoč vmesni prostor, znaša  $B_c = 28,60$  m.

Obe glavni premostitvi po 125 m sta izvedeni s prostokonzolno gradnjo, drugi del mostu pa je zgrajen na odru. Prečni prerez glavne nosilne konstrukcije predstavlja škatla s poševnima stojinama, ki je na baznih delih nad podporami 4, 5, 9 in 10 višine 6,0 m, v poljih pa preide na konstantno višino 2,5 m. Temeljenje je kombinirano, z vodnjaki premera 10 m, s piloti premera 150 cm in dolžine do 18 m. V odvisnosti od velikosti pripadajočega razpona je izvedenih od 4 do 12 pilotov na podporo.

Avtocestni most preko Drave in kanala v Mariboru (neuradno ga imenujejo tudi Slomškovo most) je s svojimi 765 m dolžine tudi najdaljši dravski most v Sloveniji.

Izvajalec: CPM, d. d., Maribor

Projektant: Gradis Biro za projektiranje Maribor (odg. projektant: S. Goznik)

Čas gradnje: 2005–08



Slika 18 • Avtocestni most premošča kanal in Dravo jugovzhodno od Maribora



## Stari cestni in železniški most na Ptuj

Ptuj, kot naselje na križišču poti, je bil v zgodovini vseskozi odvisen od mostov. Ti so se seveda obnavljali in gradili v odvisnosti od časa, dotrajanosti, poplav in potreb tedanjih družb. V zgodovinskih virih je mogoče večkrat zaslediti tudi podatke o mostovih.

Po poplavi leta 1712 so leta 1717 preko Drave zgradili nov leseni most v sklopu gradnje ceste Maribor–Ptuj–Varaždin. Ta most je imel celo dvizni del. Ob nenehnih vzdrževanjih so ob koncu 19. stoletja mestni možje resno razmišljali o gradnji mostu iz železne konstrukcije, vendar se to ni zgodilo. Leta 1928 so ukinili stoletno tradicijo – plačevanje mostnine. Preko reke Drave je na Ptuj 24. aprila leta 1860 preko železniškega mostu prvič peljal potniški vlak. Lesena konstrukcija dolžine 212,2 m je slonela na 16 opornikih.

Cestni in železniški most na Ptujju sta srečno preživela prvo svetovno vojno, med drugo svetovno vojno pa sta bila oba porušena. Po vojni so promet na obeh mostovih seveda obnovili. Železniški most je dobil podobo, kot jo ima še danes. Cestni leseni most je bil le začasen. Šele leta 1957 so na Ptujju pričeli graditi nov most. Ko je bil leta 1959 predan v uporabo, je predstavljal eno največjih mostnih konstrukcij na svetu. Z razpetino vmesnega polja 79 m je predstavljal šesti največji razpon na svetu za prednapete gredne in okvirne mostove. Celotna dolžina mostu je 221 m, širina pa 13,6 m. Glede na konstruktorsko izvedbo, ki je upoštevala najsodobnejše in hkrati najgospodarnejše principe, kot so uporaba prednapetega betona, montažnega vgrajevanja posameznih delov in predvsem brezodrnega (konzolnega) načina gradnje, je bil most pomembna stvaritev ne samo v jugoslovanskem, ampak tudi v mednarodnem merilu.

Izvajalec: Tehnogradnje Maribor

Projektant: Tehnogradnje (odg. Projektant: B. Pipan)

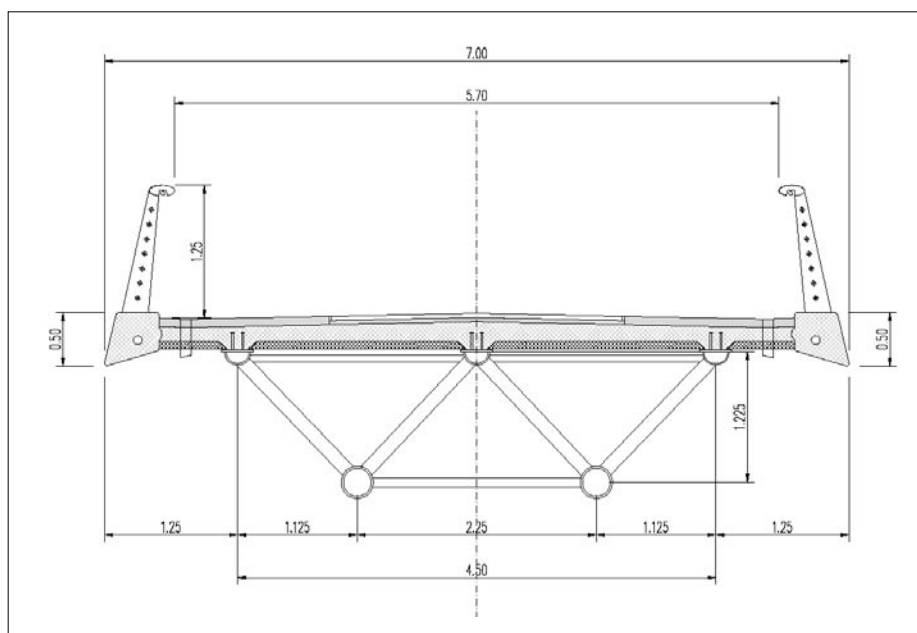
Čas gradnje: 1957–59

## Most za pešce na Ptujju

Most za pešce in koledarje, ki ga mestna občina Ptuj namenila oživitvi starega mestnega jedra, je na lokaciji, kjer je nekoč že obstajal leseni most. To je bilo seveda v časih, ko Drava še ni bila zajezena in je imela precej nižji nivo. Zaradi neposredne bližine starega mestnega jedra in ohranitve vedut na mestni grad so morali izbrati temu primerno konstrukcijo. Izbrali so sovprežne konstrukcije, ki poteka kontinuirano preko petih razponov



Slika 19 • Most za pešce, cestni most in železniški most na Ptujju



Slika 20 • Prečni prerez je jekleno paličje, sovprežno z betonsko ploščo

26,0 m + 34,0 m + 34,0 m + 34,0 m + 26,0 m = 154,0 m.

Prekladno konstrukcijo tvori jekleno prostorsko paličje, ki je preko strižnih trnov povezano s sovprežno armiranobetonsko ploščo širine 6,0 m in debeline 20 cm. Spodnje pasnico paličja tvorita dve jekleni cevi zunanega premera 298,5 mm z debelino stene od 16 mm do 30 mm, zgornjo pasnico pa tri polovične jeklene cevi premera 244,5 mm z debelino stene od 12,5 mm do 20 mm. Spodnja in

zgornja pasnica sta povezani z diagonalami, ki jih predstavljajo jeklene cevi premera 133 mm ter horizontalne in vertikalne cevi premera 82,5 mm oziroma 63,5 mm (slika 20). S sodobno konstrukcijsko zasnovo sta doseženi minimalna konstrukcijska višina jeklenega paličja 120 cm in vitkost  $L/H = 28$ . Spodnjo konstrukcijo predstavljajo dva krajna opornika in štiri vmesne podpore, ki so v strugi reke Drave (slika 21). Vse podpore so globoko temeljene na uvrtnih pilotih premera 125 cm.



Slika 21 • Ptujski most za pešce ponoči

Rešitev mostu je dobila nagrado GZS (Združenje kovinske industrije) za najboljšo jekleno

konstrukcijo leta 1999 v Sloveniji, ki je bila podeljena na evropskem združenju ECCS v Londonu.

Izvajalec: SCT, d. d., Ljubljana  
 Projektant: Ponting, d. o. o., Maribor (odg. Projektant: M. Pipenbaher)

Čas gradnje: 1997

### Puhov most

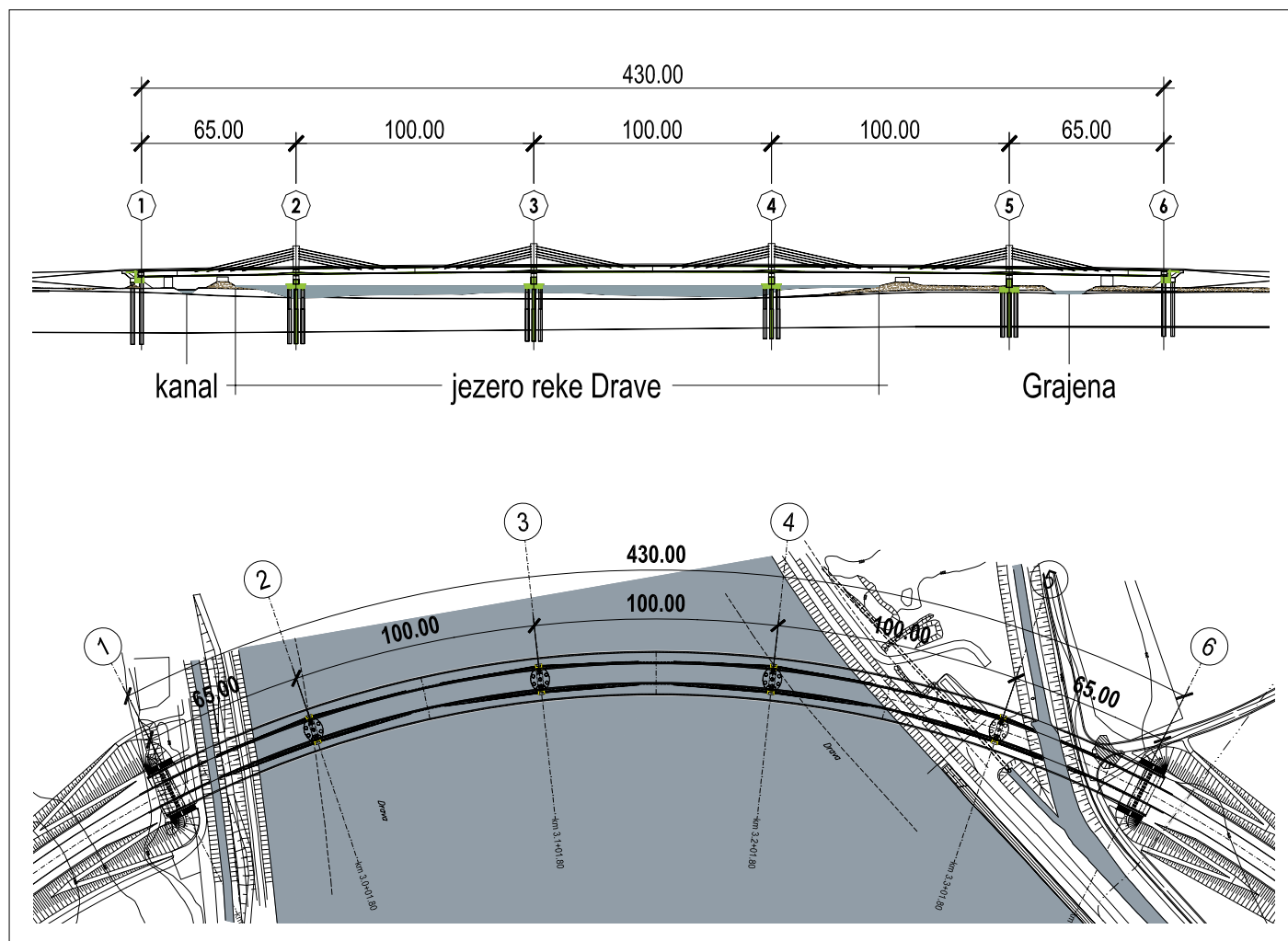
Za most preko akumulacijskega jezera na novi južni mestni vpadnici je mesto Ptuj leta 2004 razpisalo natečaj. Zmagovalno rešitev je podala projektantska skupina iz inženirskega biroja Ponting s sodelujočim arhitektom Petrom Gabrijelčičem. Projekti za gradbeno dovoljenje in razpis so bili pripravljani že naslednje leto, tako da je bila izvajalska pogodba podpisana že konec leta 2005.

Zelo zahtevni pogoji načrtovanja (akumulacijsko jezero s tesnilnimi zavesami, potek ceste v krivini, kulturna dediščina itd.) so nareko-

vati izbor zahtevne konstrukcijske zasnove, t. i. extradosed bridge, to most s poševnimi kablji in nizkimi piloni.

Dolžina mostu znaša 430,0 m, skupna širina pa 18,70 m. Statični sistem je kontinuirana eksterno prednapeta škatlasta konstrukcija s statičnimi razponi  $65 + 100 + 100 + 100 + 65 = 430$  m (slika 22). Prekladna konstrukcija je trapezna PAB-škatla konstantne konstrukcijske višine 2,70 m. Sestavni del zgornje konstrukcije so tudi kratki piloni višine 8,5 m, po dva na vsako podporo. Piloni so nagnjeni navzven v naklonu  $7,5 : 1$ , da poševni kablji zaradi zakrivljenosti trase ne segajo v svetli profil. Vsak pylon ima vgrajenih 5 deviatorjev za t. i. extradosed kable, ti so zasnovani tako, da brez težav omogočajo posamično zamenjavo kablov.

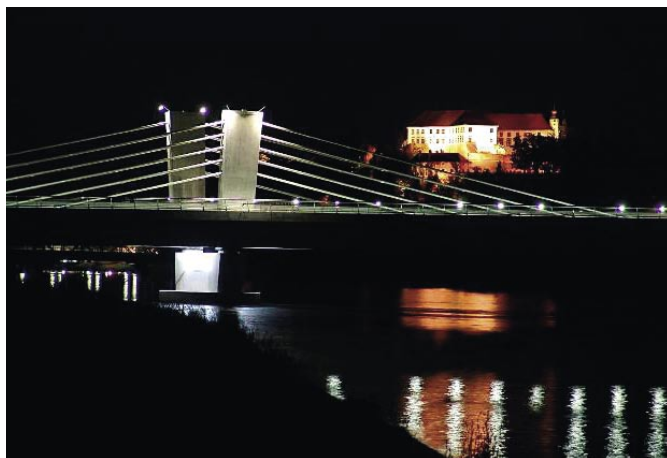
Temeljenje v jezeru je izvedeno s pomočjo začasnih umetnih otokov med jeklenimi zagatnicami. Piloti premera 150 cm pa segajo tudi preko 30 m globoko pod gladino jezera.



Slika 22 • Vzdolžni prerez in floris mostu



Slika 23 • Pogled na Puhov most s kulturno dediščino v ozadju



Gradnja preklade je potekala po konzolnem načinu od stebrov navzven. Svečana otvoritev mostu je bila 15. maja 2007.

Izvajalec: Konzorcij SCT, d. d., Ljubljana in PORR, a. g., Dunaj

Projektant: Ponting, d. o. o. (odg. projektant: V. Markelj)

Čas gradnje: 2005–07

### Sklep

Prikazali smo nekaj osnovnih podatkov, skic in fotografij, ki naj bi podali pregled o veličini graditeljskega dela, ki je vezano na reko Dravo oziroma njeno premostitev. Zaradi omejenega časa in prostora ta prispevek seveda ni namenjen preglednemu ali referenčnemu delu, ki naj bi pokrivalo to problematiko. Navedeni so samo obstoječi glavni mariborski in ptujski mostovi, nekateri samo s splošnimi podatki, če

je bilo mogoče, pa tudi z osnovnimi tehničnimi značilnostmi.

Na začetku članka navedeni spisek hidrotehničnih objektov in mostov je dokaz o izjemnem trudu, znanju, kreativnosti in vztrajnosti dravskih graditeljev. Skoraj vsi objekti so dosegali ali celo presegali stanje stroke preteklega obdobja, zato smo lahko upravičeno ponosni na dravske objekte in njihove graditelje.

## 2 • LITERATURA

Več avtorjev: Most preko Drave na Ptuju, Glasilo Tehnogradnje, Maribor, 1959.

Več avtorjev: Gradnja magistrale v Mariboru, Glasilo Tehnogradnje, št.1/1967, Maribor, 1967.

Povzeto po internetni strani Gradisa BP Maribor: <http://www.gradis-bp.si/>.

Projektna dokumentacija podjetja Ponting, d. o. o., Maribor.

V. Markelj, Dravski mostovi, Zbornik ob 60-letnici delovanja DGIT Maribor, 2008.



# PASIVNA HIŠA OD ZASNOVE DO IZVEDBE

## PASSIVE HOUSE: FROM PLANNING TO REALIZATION

**Nataša Teraž, univ. dipl. gosp. inž.**

**Marko Lukić, univ. dipl. ekon.**

Lumar IG d.o.o.

Limbuška cesta 32 A

2000 Maribor

**Strokovni članek**

UDK: 697:699.86:728

**Povzetek** | Prispevek opisuje izkušnje pri prenosu načel gradnje pasivnih hiš iz teorije v prakso s stališča podjetja Lumar IG, d. o. o., vodilnega slovenskega proizvajalca pasivnih objektov. Predstavlja ključne tehnološke procese, skozi katere zagotavljajo obljubljeni kakovost pasivnih objektov. Izpostavlja pomembnost tesnega sodelovanja različnih strokovnjakov in prenašanja izkušenj iz prakse nazaj v podjetje. Na osnovi teh izkušenj v podjetju iščejo nove in optimirajo obstoječe rešitve.

**Summary** | This paper deals with the experiences of Lumar IG d.o.o., the leading manufacturer of prefabricated passive houses in Slovenia. It shows the principles of passive construction from the theory bases right through to the completion. The paper introduces key building processes that ensure the quality of passive houses is of the highest standards and also shows the importance of communication between experts. Their experiences from the construction site are transferred back to company offices in order to find new solutions and optimize existing procedures.

### 1 • UVOD

Vse večja ekološka ozaveščenost, skrb za okolje in trajnostni razvoj spodbujajo razvoj in uporabo okolju prijaznejših konstrukcijskih in izolacijskih materialov ter energijsko učinkovitih gradbenih rešitev. Energijska učinkovitost je vsekakor pomemben parameter novogradenj, vendar je s stališča investitorjev oziroma uporabnikov novogradenj kakovost bivalnega okolja velikokrat še pomembnejša. Dejstvo je, da sta v praksi oba parametra neločljivo povezana, saj sta kakovost bivalnega okolja in energijska učinkovitost odvisna od pravilne zasnove, projektiranja in izvedbe celotnega objekta. In tukaj ima les odličen potencial, je naraven konstrukcijski material, ki ga odlikujejo dobre mehanske in toplotnoizolacijske lastnosti, ponuja pa prijetno bivalno klimo. Energijsko učinkovitost in kakovost bivalnega ugodja je pred 20 leti v

konceptu pasivne hiše predstavil dr. Wolfgang Feist s pilotnim pasivnim projektom leta 1990. V tistem času izredno visoke tehnične zahteve za komponente ovoja so skupaj z zahtevo po vgradnji naprave z vgrajenimi prenosniki toplote za vračanje toplote zavrženega zraka predstavljale rešitev za gradnjo energijsko najoptimalnejših objektov z visoko stopnjo bivalnega ugodja. Velike steklene površine, ki zagotavljajo izjemno svetle prostore ter koriščenje sončne energije za pasivno ogrevanje v zimskem času in dobro izoliran ovoj, ki zagotavlja visoke površinske temperature zunanjih sten prispevajo k izboljšanju energijske bilance objekta in bivalnega ugodja. Definicija pasivne hiše je danes podana z znanimi merili instituta Passivhaus iz Darmstadta. Največja dovoljena potreba po toploti za ogrevanje je omejena

na 15 kWh/m<sup>2</sup>a, zračna prepustnost ovoja mora biti manjša od 0,6h<sup>-1</sup>, poraba primarne energije mora biti manjša od 120 kWh/m<sup>2</sup>a, toplotne izgube morajo biti manjše od 10 W/m<sup>2</sup> (Zbašnik Senegačnik, 2007).

Čeprav pri današnjem znanju in tehnologiji gradnja pasivnih hiš na prvi pogled morda deluje relativno enostavno, zahteva pri prenosu v prakso veliko znanja in tesno sodelovanje vseh vpletenih projektantov in izvajalcev. V podjetju Lumar IG smo od leta 2007, ko smo postavili prvo pasivno stanovanjsko hišo, s stalnim izobraževanjem in vlaganjem v razvoj koncept gradnje pasivnih hiš uspešno prenesli v prakso. Z vsakim postavljenim objektom smo pridobili nove izkušnje, na osnovi katerih še zmeraj dopolnjujemo in optimiramo tehnologijo za gradnjo pasivnih hiš.

V nadaljevanju bomo predstavili tehnološke procese in njihove posebnosti, ki jih zahteva gradnja pasivnih hiš, ter izkušnje, ki smo jih pridobili pri gradnji tovrstnih objektov.



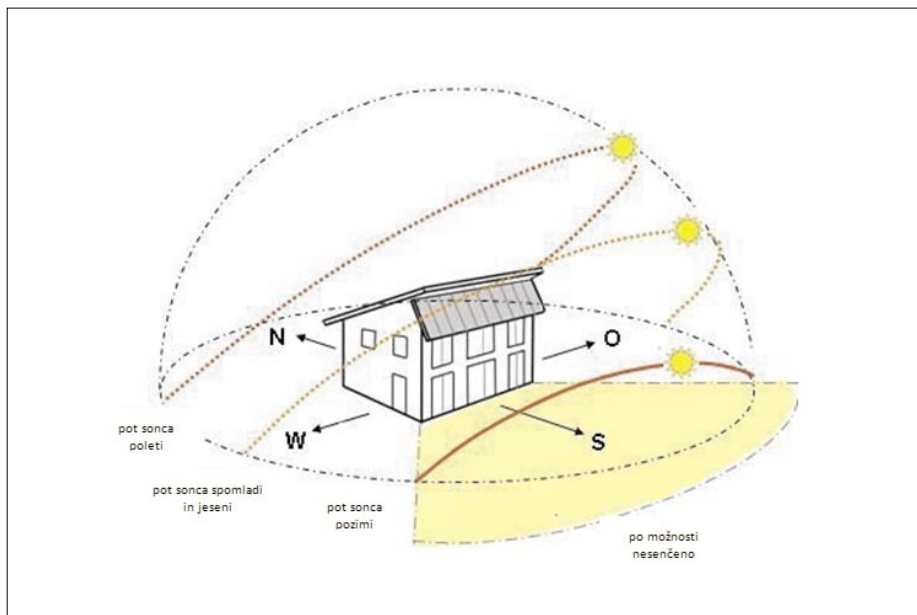
## 2 • POSEBNOSTI PRI GRADITVI PASIVNIH HIŠ

Za zagotavljanje obljubljenе energijske učinkovitosti in visoke stopnje bivalnega ugodja v pasivnih hišah potrebujemo več kot le sestavljanje posameznih pasivnih komponent. Kakovostna celota zahteva tesno medsebojno sodelovanje strokovnjakov z različnih področij, od začetne idejne zasnove do končne izvedbe projekta. Na področju montažne gradnje je v večini primerov prav proizvajalec montažne gradnje tisti, ki povezuje in koordinira strokovnjake in projektante.

Najpomembnejše tehnološke procese pri graditvi pasivnih hiš lahko podobno kot pri drugih objektih opišemo s štirimi sklopi: načrtovanjem, projektiranjem, proizvodnjo in montažo.

### 1.1 Načrtovanje

S trenutkom, ko se investitor odloči za gradnjo objekta, se prične tudi faza načrtovanja. Prvi koraki so opravljeni z izbiro in nakupom parcele ter pridobitvijo lokacijske informacije. V naslednjem koraku je treba uskladiti želje in potrebe investitorja s pogoji, podanimi v lokacijski informaciji. Čeprav se morda zdi še prezgodaj, je to pravi trenutek, ko se v projekt vključi ustrezen tim strokovnjakov, ki bo izpeljal gradnjo pasivne hiše. Ob urbanistu, ki poda urbanistične pogoje, in arhitektu, ki skladno s temi pogoji pripravi arhitekturno zasnovo, se naše podjetje vključi kot svetovalec oziroma koordinator, v kolikor prevzamemo tudi pripravo projektne dokumentacije. Zgodnje sodelovanje ne omogoča le večje končne kakovosti objekta, ampak lahko ključno optimira tudi stroškovni vidik projekta. Na osnovi analize lokacije objekta, obstoječe pozidanosti okolice in orientacije predvidenega objekta lahko objekt zasnujemo tako, da maksimalno izkorišča energijo sonca. To ugodno vpliva na končno energijsko bilanco objekta kot tudi samo bivalno ugodje v smislu zagotavljanja izredno svetlih bivalnih prostorov. Za preprečevanje prekomernega ogrevanja v poletnem času je seveda treba zagotoviti ustrezno senčenje vseh steklenih površin. To lahko zagotovimo z zunanjimi senčili, ustrezno projektiranimi nadstreški ali naravnimi ovirami. Na sliki 1 je prikazan primer analize osonečenja objekta. Velik vpliv ima tudi ustrezna arhitekturna zasnova, energijsko učinkovite objekte odlikuje enostavna in kompaktna arhitekturna zasnova z ravnimi linijami, ki minimira transmisijske izgube skozi toplotni ovoj. Kompaktnost ovoja



Slika 1 • Izkoriščanje sončne energije pozitivno vpliva na energijsko bilanco objektov (vir: [www.sonnenhaus-institut.de](http://www.sonnenhaus-institut.de))

se pri načrtovanju pasivne hiše kaže skozi tako imenovani faktor oblike, ki podaja razmerje med površino ovoja in volumnom objekta (Zbašnik Senegačnik, 2008). Za arhitekta je pri pripravi idejne zasnove bistvena tudi informacija o vrsti konstrukcije. Vsak konstrukcijski material ima svoje lastnosti, posebnosti in prednosti, ki jih lahko arhitekti upoštevajo in izpostavijo v arhitekturni zasnovi.

### 1.2 Projektiranje

Bistvena prednost montažne gradnje ni le v prefabrikaciji elementov v proizvodni hali, temveč tudi v vnaprej podanih rešitvah kritičnih detajlov. Na osnovi izkušenj iz gradnje imamo v podjetju sicer nabor standardiziranih izvedbenih detajlov, vendar vse več objektov zahteva individualen pristop in iskanje novih rešitev. Vendar projektiranje ne zajema le reševanja konstrukcijskih detajlov, ampak pripravo celotne dokumentacije za pridobitev gradbenega dovoljenja in projekta za izvedbo. Ob arhitektu se na tem mestu v projekt dejavno vključijo tudi projektanti električnih in strojnih inštalacij. Projektant skupaj s strokovnjakom za gradbeno fiziko izračuna in optimira energijsko bilanco objekta, na osnovi katere se projektira ustrezen generator toplote. Skupaj z arhitektom iščeta optimalne rešitve za razvod sistema prezračevanja, ki izpolnjuje

jejo tehnične zahteve in hkrati ne posegajo v arhitekturni koncept oblikovanja interjerja, ki si ga je zamislil arhitekt. V našem podjetju se aktivno vključujemo v fazo projektiranja, na osnovi izkušenj svetujemo strankam in skupaj s projektanti iščemo optimalne rešitve za namestitve inštalacij. Že zdaj je namreč treba razmišljati o izvedbi, kako se bodo inštalacije napeljale, ne da bi preveč posegale v zrakotesno ravnino in toplotni ovoj objekta. Ker za potrebe proizvodnje izdelujemo celotno delavniško dokumentacijo z vsemi detajli, arhitektom ni treba reševati izvedbenih detajlov v projektih za izvedbo, s čimer jim je prihranjenega kar nekaj časa.

#### 1.2.1 Konstrukcijski sistem in projektiranje detajlov

Pri gradnji pasivnih hiš je velik poudarek na ustrezno toplotnoizoliranem zunanem ovoju zgradbe, katerega toplotna prehodnost mora biti skladno z merili pasivne hiše manjša od  $0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$ , in projektiranju detajlov brez toplotnih mostov. To skladno z definicijo pasivne hiše pomeni, da mora biti vrednost linijske toplotne prehodnosti toplotnih mostov manjša od  $0,01 \text{ W/mK}$ . Montažna okvirna konstrukcija ima pri zagotavljanju ustrezne toplotne prehodnosti določeno prednost, ki izhaja iz same sestave konstrukcije. V ravnini

nosilne konstrukcije imamo med lesenimi nosilci tudi toplotno izolacijo, kar pri danih debelinah konstrukcije zagotavlja boljšo toplotno prehodnost kot pri klasični gradnji. V podjetju Lumar smo za gradnjo pasivnih hiš razvili konstrukcijski sistem Lumar Pasiv (slika 2), kjer nosilno leseno konstrukcijo tvorijo leseni I-nosilci. Konstrukcijski sestav s sistemom pasnice in stojine zmanjša toplotni tok skozi nosilno konstrukcijo in posledično tudi delež lesa v konstrukciji. Toplotna prehodnost konstrukcijskega sistema zunanje stene znaša ob upoštevanju deleža lesa  $U = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Nosilni konstrukciji zunanje stene in strešne konstrukcije sta izolirani s celulozno izolacijo, pridobljeno iz recikliranega časopisnega papirja. V stenske konstrukcije se celulozna izolacija vpihuje na mestu montaže ali v proizvodni hali. Pri strešni konstrukciji, izvedeni z žebjanimi nosilci, se celulozna izolacija opravi kot prosto nasuđe v zahtevani debelini, ki običajno znaša od 40 do 50 cm. Za fasadno



Slika 2 • **Konstrukcijski sestav zunanje stene Lumar Pasiv (sestava od zunaj navznoter: zaključni omet, lesnovlakenska fasadna izolacija, 6 cm, nosilna lesena konstrukcija, izolirana s celulozno izolacijo, OSB-plošča kot parna ovira, 1,5 cm, protipožarna mavčnovlakenska obloga, 1,25 cm)**

izolacijo uporabljamo lesnovlakenske fasadne plošče debeline 6 cm. Oba toplotnoizolacijska materiala odlikuje nizka toplotna prehodnost in visoka specifična gostota, zaradi česar zagotavlja dobro toplotno zaščito čez celo leto. Na notranji strani stenske in strešne konstrukcije vgrajujemo OSB-plošče, ki opravljajo funkcijo nosilne obloge, hkrati pa služijo tudi kot parna ovira in zrakotesna ravnina. Nosilna konstrukcija notranjih sten in stropne konstrukcije je sestavljena iz dolžinsko lepljene lesene nosilne konstrukcije, povezane z obložnimi elementi. Pri konstrukciji notranje stene so to obojestransko izvedene mavčnovlakenske plošče debeline 15 in 10 mm. Pri stropni konstrukciji nosilce v togo šipo povežemo z OSB-ploščami debeline 18 mm.

Ob ustreznem konstrukcijskem sistemu so pri gradnji pasivnih hiš ključni še pravilno projektirani in kasneje opravljeni detajli. Morebitni toplotni mostovi, ki bi na teh stikih nastali, imajo pri gradnji pasivnih hiš namreč bistveno večji negativni učinek kot pri običajni gradnji. Kritična mesta v zunanjem ovoju konstrukcije predstavljajo predvsem naslednji detajli:

- detajl stikovanja zunanjih in notranjih sten na talno oziroma kletno ploščo (vključno s fasadnim podzidkom),
- detajl stikovanja zunanje stene in stropne konstrukcije,
- detajl stikovanja zunanje stene in strešne konstrukcije,
- detajli dolžinskega stikovanja zunanjih sten,
- vgradnja stavbnega pohištva (Žegarac Leskovar, 2010).

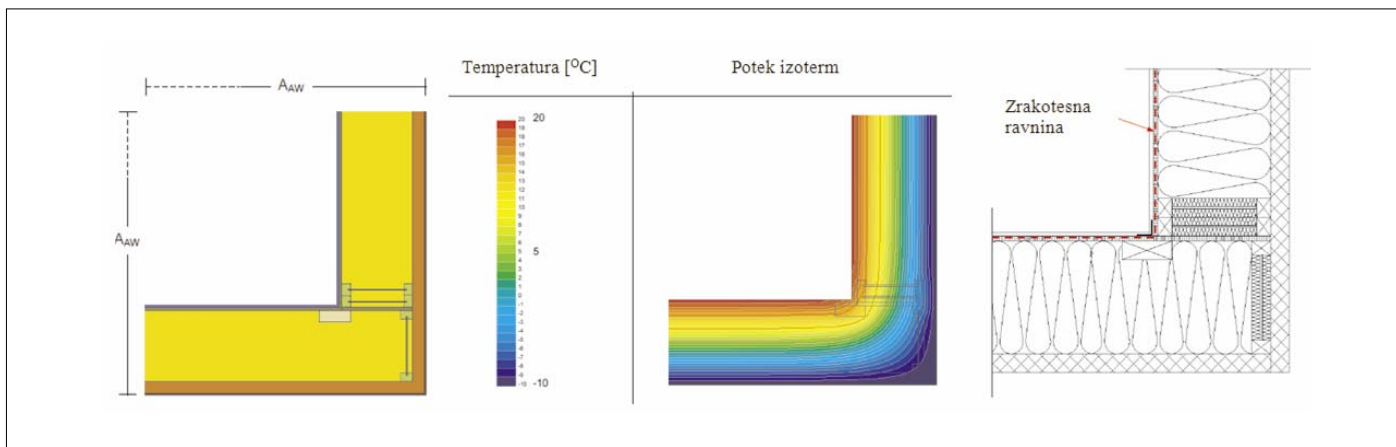
Omenjeni detajli na objektu predstavljajo tudi kritična mesta z vidika zagotavljanja zrakotesnosti ovoja. Ali so predvidene rešitve za zgoraj omenjene detajle pravilne, preverjamo s programi za izračun in simulacijo toplotnih

mostov. V podjetju Lumar so nam celotno analizo vseh omenjenih detajlov opravili na inštitutu Passivhaus konec leta 2009 (slika 3). Preračuni so pokazali, da so vrednosti toplotnih mostov za vse zgoraj omenjene detajle manjše od največje dovoljene vrednosti ( $\psi = 0,01 \text{ W/mK}$ ), kar potrjuje tudi izdani certifikat inštituta Passivhaus (slika 4). Pri odločitvi za certificiranje je bilo v podjetju Lumar glavno vodilo iskanje dopoljenih in optimiranih projektnih rešitev.

### 1.3 Proizvodnja

Proizvodnja je pomemben proces, saj se v tej fazi pravilno projektirani detajli prenesejo s papirja v prakso. Prefabrikacija elementov v proizvodni hali hkrati predstavlja ključno prednost montažne gradnje. Neodvisnost od vremenskih vplivov, stalen nadzor nad kakovostjo izvedbe in predvsem milimetrsko natančnost imajo pri gradnji pasivnih hiš še bistveno večji pomen.

Na osnovi detajlno izdelanih delavniških načrtov v proizvodnji sestavimo celotne stenske in stropne elemente, strešna konstrukcija se montira na gradbišču (slika 5). V stenske elemente se že v proizvodnji vgradijo cevi za razvod elektroinstalacij. Pri pasivnih hišah je zaželeno, da je večina razvodov električnih instalacij opravljenih na notranjih stenah, da ne prihaja do prebojev zrakotesne ravnine v konstrukciji zunanje stene. V kolikor se na željo investitorja predvidi večje število električnih instalacij na zunanjih stenah, je treba predvideti dodatno inštalacijsko ravnino, pritrjeno na OSB-ploščo. Vsi stiki OSB-plošč na konstrukciji zunanje stene se že v proizvodnji prepleejo s trajno zrakotesnimi lepilnimi trakovi. Izredno pomembna je vgradnja stavbnega pohištva, ki mora ustrezati merilom pasivne hiše. Te zahtevajo uporabo okvirjev z nižjo



Slika 3 • **Standardizirana rešitev stikovanja zunanjih sten v vogalu; v nadaljevanju simulacija toplotnih mostov v detajlu in detajl zagotavljanja zrakotesnosti**



Slika 4 • **Certifikat inštituta Passivhaus v Darmstadtu potrjuje, da projektirani detajli v podjetju Lumar izpolnjujejo merila pasivne hiše, podana na inštitutu Passivhaus**

toplotno prehodnostjo in uporabo energijsko učinkovite zasteklitve ter seveda pravilno in kakovostno vgradnjo. V večini primerov se kot material za okvir pojavlja les po potrebi z dodatno toplotno izolacijo in aluminijasto oblogo, v nekaterih primerih so okvirji tudi iz PVC-materialov. Vse stavbno pohištvo je vgrajeno po načelu tesnjenja v treh ravninah, z materiali, ki zagotavljajo zrakotesnost in paroneprepustnost na notranji strani ter vodotesnost in paroprepustnost na zunanji strani ter s toplotno izolacijo pod okvirjem, skladno z nemškimi RAL-smernicami (slika 6).

Za izpolnjevanje pogojev vgradnje brez toplotnih mostov je treba okenske okvirje z zunanje strani prekriti s fasadno izolacijo.

#### 1.4 Montaža

Zadnji in najpomembnejši proces v fazi gradnje je montaža. Predstavlja proces, kjer pravilno projektirane detajle prenesemo iz teorije v prakso in kjer se pokažejo vse morebitne pomanjkljivosti in napake, storjene v prejšnjih procesih. Montažna gradnja ima tukaj že v osnovi nekatere bistvene prednosti, kot so hitra, čista in natančna montaža po vnaprej določenih izvedbenih detajlih (slika 7).

Pred začetkom montaže kot izvajalci zmeraj preverimo dimenzijsko ustreznost plošče, predvsem je treba preveriti višinsko odstopanje. Dopustno odstopanje je izredno majhno. Zaradi zagotavljanja ustreznosti zrakotesnosti je treba pri višinskem odstopanju, večjem od 5 mm, vse stene spodliti z ekspanzijsko malto. Sama montaža elementov poteka izredno hitro, vsi dolžinski in vogalni stiki sten se izvedejo z vijačenjem. Pred sidranjem celotnega objekta v betonsko ploščo, za kar uporabljamo ustrezno dimenzionirane kotnike na razmiku, določenem v statičnem izračunu, je treba zagotoviti ustrezno zrakotesnost in vodotesnost stika med talno ploščo in stensko konstrukcijo. Zrakotesnost zagotavlja trak iz bitumen-kavčuka na notranji strani, vodotesnost na zunanji strani zagotovimo z vertikalno hidroizolacijo. Največ pozornosti je pri zaključnih delih montaže namenjene kakovostni izvedbi zrakotesne ravnine (slika 8). S trajno zrakotesnim lepilnim trakom se prelepijo vsi vogalni stiki ter stika stenske in strešne konstrukcije. Ustrezna zrakotesnost

pasivnih hiš se dokazuje z meritvami zrakotesnosti, t. i. test Blower door, ki je opravljena skladno s standardom SIST EN 13892. Ta meritev definira zračno prepustnost stavb pri tlačni razliki 50 Pa. Zgornja dovoljena vrednost za pasivne hiše je  $n_{50} = 0,6 \text{ h}^{-1}$ , skladno z novo slovensko zakonodajo (Tehnična smernica, Učinkovita raba energije, TSG 1-004:2010) je zgornja dovoljena vrednost zrakotesnosti za stavbe z vgrajenim sistemom prezračevanjem  $n_{50} = 2,0 \text{ h}^{-1}$  oziroma  $n_{50} = 3,0 \text{ h}^{-1}$  za objekte s predvidenim naravnim prezračevanjem (MOP, 2010).

Po zaključku grobih montažnih del, ki trajajo približno pet dni, se na objektu začne z instalacijskimi deli. Vgradnjo naprave z vgrajenim prenosnikom toplote za vračanje toplote zavrnjenega zraka (rekuperatorjem) opravljajo usposobljeni podizvajalci skladno s predvidenimi načrti. Vse razvode je med montažo treba zaščititi, da ne pride do onesnaženja sistema s prašnimi delci z gradbišča. Za sistem ogrevanja v pasivne hiše največkrat vgradimo toplotne črpalke, ki v celoti pokrivajo potrebe za pripravo tople sanitarne vode kot tudi nizkotemperaturno ploskovno ogrevanje. Čeprav bi se lahko marsikatera izmed naših pasivnih hiš grela le toplozračno, kot je predvideno v standardu pasivne hiše, ki ga postavljajo na inštitutu Passivhaus, se večina investitorjev odloči še za dodatno nizkotemperaturno talno ogrevanje. Potrebno toploto zagotovijo s toplotno črpalko, ki sočasno služi še za pripravo tople sanitarne vode, s čimer povečajo bivalno udobje v najhladnejših zimskih konicah. Preostala obrtniška dela, nujna za zaključek gradnje, podobno kot pri drugih objektih opravijo usposobljeni podizvajalci.



Slika 5 • **Prefabrikacija elementov v proizvodni hali prinaša veliko prednosti**



Slika 6 • **Stavbno pohištvo je vgrajeno tako, da sta zagotovljeni ustrezna zrakotesnost na notranji strani in vodotesnost na zunanji strani**





Slika 7 • Montaža objekta je hitra, brez odpadkov in natančna



V praksi je pri montažni gradnji na ključ proizvajalec tisti, ki jamči končno kakovost zgrajenega objekta. Zato je pomembno, da ima zraven lastne montažne skupine na voljo ustrezno usposobljene podizvajalce inštalacij in stalno kontrolo nad izvedbo. Zaradi same prepletenosti in kompleksnosti del je za končno kakovost zaželeno, da dela vsaj do dokončanja grobih strojnoinštalacijskih del prevzame en glavni izvajalec. Vzpostavljanje mreže podizvajalcev je stalno razvijajoč se

proces, skozi katerega lahko le s kompetentnimi podizvajalci iščemo inovativne pristope in rešitve. Stalno kontrolo na objektih izvajamo predvsem z meritvami zrakotesnosti in termografskimi analizami. S tema dvema postopkoma preverjamo vse ključne detajle pri gradnji pasivnih in nizkoenergijskih objektov. Rezultati teh meritev niso le kontrola za izvajalce, temveč tudi dokazilo za investitorje, da so bili koncepti gradnje pasivnih hiš iz teorije pravilno preneseni v prakso.



Slika 8 • Kakovostna montaža in natančno polepljeni stiki so ključni za zagotavljanje zrakotesnosti objekta

### 3 • IZKUŠNJE IZ GRADNJE

Čeprav montažno gradnjo odlikujejo vnaprej dodelani detajli, ima vsak objekt svoje posebnosti, ki zahtevajo individualni pristop. Povratne informacije s terena so zato za napredek in razvoj zelo pomembne. Na osnovi izkušnje iz gradnje v našem podjetju iščemo nove rešitve in optimizirane detajle, ki po eni strani omogočajo optimizacijo našega objekta in rešitve za kakovostno izvedbo tehnično vedno zahtevnejših objektov po drugi strani.

Izkušnje iz gradnje pa ne moremo omejiti samo na tehnični vidik. Za nas, kot glavnega izvajalca montaže objekta, so bistvenega pomena tudi izkušnje lastnikov novih pasivnih objektov in njihova potrditev, da objekti izpolnjujejo predvsem obljubo o zagotavljanju visokega bivalnega ugodja. Danes je na voljo že veliko literature o gradnji pasivnih hiš, tako je vse več investitorjev že pred nakupom dobro seznanjenih z lastnostmi pasivnih

hiš, vendar se kljub temu pojavljajo nekateri dvomi in napačne predstave. Nekaterim to predstavlja omejitve pri načinu bivanja v hiši, nekateri se bojijo, da ne bodo mogli odpirati oken. Vsem je treba razložiti, da se seveda tudi v pasivni hiši lahko odpirajo okna in da je življenje v takšni hiši podobno kot v vsaki drugi. Zdaj, ko imamo postavljenih že kar nekaj pasivnih hiš, v katerih investitorji že nekaj časa živijo, imamo tudi od njih pozitivne odzive. Vsi so navdušeni nad kakovostjo zraka in nizkimi položnicami za ogrevanje in kaj hitro se navadijo, da za kakovosten zrak ni treba preprečevati odpirati oken.

### 4 • SKLEP

Z novim Pravilnikom o učinkoviti rabi energije v stavbah bo nizkoenergijski standard gradnje postal stalnica v našem okolju. Izraz pasivna hiša danes predstavlja splošno uveljavljen koncept gradnje, vendar prihaja

zaradi nezadostne ali nepravilne informiranosti tudi do napačnih predstav, kaj pasivna hiša je in kaj je pri izvedbi pomembno. Zmotno je namreč prepričanje, da je pasivna hiša le objekt z dodatno toplotno izolacijo

na zunanjem ovoju in da je pomembna le končna vrednost energije, ki jo potrebujemo za ogrevanje, ki mora biti manjše od 15 kWh/m<sup>2</sup> na leto. Izraz pasivna hiša predstavlja celovit koncept, katerega cilj je gradnja energijsko varčnih objektov, ki ob minimalnih stroških ogrevanja ponujajo visoko stopnjo bivalnega ugodja. Za doseganje tega cilja potrebujemo veliko znanja,

pravilno načrtovanje in kakovostno izvedbo. V našem podjetju smo ta koncept še dopolnili z ekološkim vidikom, uporabljeni materiali, les, toplotne izolacije iz lesnih vlaken in celulozna izolacija imajo sposobnost hranjenja ogljikovega dioksida. Z vgradnjo to-

plotnih črpalk in sistemov prezračevanja se zmanjšuje tudi odvisnost od fosilnih goriv. Koncept pasivne hiše ob potrebni energiji za ogrevanje omejuje tudi porabo primarne energije, danes se ta koncept razširja še v zniževanje izpustov toplogrednih plinov.

Bistvenega pomena ostaja izhodišče. Pravilno projektiran in kakovostno izveden ovoj konstrukcije je tisti, ki omogoča nadgradnjo v danes aktualne, aktivne, nič in plus energijske objekte in, kar je za investitorja še pomembnejše, ponuja prijetno bivalno klimo.

## 4 • LITERATURA

- MOP, Ministrstvo za okolje in prostor, Tehnična smernica TSG 1-004 : 2010 Učinkovita raba energije, [http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/prostor/graditev/TSG-01-004\\_2010.pdf](http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/prostor/graditev/TSG-01-004_2010.pdf) (zadnji dostop 13. 1. 2011).
- Zbašnik Senegačnik, M., Zakaj pasivna hiša?, [http://www.fa.uni-lj.si/filelib/8\\_konzorcijph/razlogi.pdf](http://www.fa.uni-lj.si/filelib/8_konzorcijph/razlogi.pdf) (zadnji dostop 13. 1. 2011).
- Zbašnik Senegačnik, M., Pasivna hiša, UL, Fakulteta za arhitekturo, 2007.
- Žegarac Leskovar, V., Premrov, M., Vpliv zasteklitve na energetska učinkovitost montažnih lesenih stavb, mednarodni posvet 2010, Energetska učinkovitost v arhitekturi in gradbeništvu, UM, Fakulteta za gradbeništvo in Društvo gradbenih inženirjev in tehnikov Maribor, Maribor, 21. 10. 2010, str. 71–82, 2010.

# ŠTUDIJA DNEVNE OSVETLJENOSTI PISARNIŠKEGA PROSTORA GLEDE NA VIZUALNE IN BIOLOŠKE VPLIVE

## STUDY OF DAYLIGHT OFFICE SPACE REGARDING VISUAL AND BIOLOGICAL INFLUENCES

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

asist. dr. Mitja Košir, univ. dipl. inž. arh.

asist. Mateja Dovjak, dipl. san. inž.

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

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo  
Jamova cesta 2, 1000 Ljubljana

Znanstveni članek

UDK: 628.92:628.976

**Povzetek** | Dnevna svetloba je bistvenega pomena za življenje in delo, saj ne omogoča le opravljanja vizualnih nalog, temveč pomembno vpliva tudi na psihofiziološko delovanje našega organizma. Preko regulacije cirkadianega ritma vpliva na cikel budnosti in spanja, telesno temperaturo, izločanje hormonov, kognitivne funkcije in imunski odziv, razpoloženje in vedenje ter deluje kot učinkovito terapevtsko sredstvo in omogoča tvorbo vitamina D. S programskim orodjem Radiance smo simulirali severno orientirano realno pisarniško okolje pod vplivom standardiziranih zunanjih razmer med celoletnim časovnim ciklusom. V istem pisarniškem okolju smo opravili tudi cikel meritev v realnih razmerah v treh delovnih prostorih. Opazovali smo dva osnovna parametra, osvetljenost delovne ravnine in vertikalno osvetljenost na višini oči v smeri pogleda proti oknu. Ugotovili smo, da je osvetljenost delovne ravnine čez celo leto pogojno zadovoljiva le na področju ob oknu, na drugih delovnih mestih pa ne. Podobno velja za vertikalno osvetljenost v višini oči, ki je zadovoljiva pod pogojem, da je skozi okensko odprtino v veliki meri vidno nebo. Ob tem lahko ugotovimo, da samo velika okenska odprtina ne zagotavlja samodejno dobre dnevne osvetljenosti. Razmerja vrednosti osvetljenosti na vertikalni ravnini v višini oči v smeri pogleda proti oknu in na horizontalni delovni ravnini se pri oblačnem nebu gibljejo okoli 1,5, pri jasnem nebu pa okoli 2,0.

**Summary** | Daylight is essential for life and work. It does not just enable visual perception, but significantly influences psycho-physiological functions in our organism. Through the regulation of circadian rhythm it influences the rhythm of wakefulness and of sleep, body temperature, the secretion of hormones, cognitive functions, the response of immune system, mood and behaviour, works as an effective therapeutic agent and enables production of vitamin D. With the computer tool Radiance we simulated north oriented real office environment and tested it under standard sky types during an all-year cycle. In the same office environment we performed a cycle of real-time measurements on three workplaces. Two main parameters, illuminance on the horizontal workplace and vertical illuminance at the eye looking toward window were observed. We found out that the workplace illuminance during the year is satisfactory in the zone near the window. Similarly is the vertical illuminance at the eye satisfactory only when a large portion of sky can be seen through the window. We established that only a large window opening does not guarantee good daylighting. The ratio between vertical and horizontal illuminance is 1.5 under overcast sky and 2.0 under clear sky.



## 1 • UVOD

Ljudje v povprečju 80 do 90 % časa preživimo v notranjem delovnem ali bivalnem okolju (Evans, 1998). Izpostavljenost neposredni dnevni svetlobi je zato majhna, to pa ima negativne psihofiziološke posledice (Boubekri, 2004). Danes je večina naporov na področju izkoriščanja naravne svetlobe zmanjšanje porabe neobnovljivih virov energije in s tem posredno zmanjšanje negativnih vplivov na okolje. Izkoriščanje dnevne svetlobe z namenom varčevanja z energijo opredeljujejo tako zakonodaja kot številna priporočila in je dober argument za učinkovito rabo naravne svetlobe, ni pa edini. Znanstveniki so s številnimi raziskavami že zgodaj začeli opozarjati na pozitivne vplive naravne svetlobe na zdravje, počutje in produktivnost zaposlenih, vendar pa so šele nedavno odkrili mehanizem, preko katerega naravna svetloba sproža te učinke ((Berson, 2002), (Brainard, 2005), (Lockley, 2003)). Glede na ugotovitve študij je človeško oko občutljivo na del spektra med približno 380 in 780 nm. Fotoreceptorji, odgovorni za spektralno občutljivost očesa (vid), imajo vrh pri drugih valovnih dolžinah kot pa ganglijske celice, ki so odgovorne za regulacijo cirkadianih ritmov (regulacija izločanja melatonina in drugih hormonov) (Brainard, 2001).

Raziskave ((Bommel, 2006), (Boubekri, 2008), (Veitch, 2006)) so pokazale, da je

nevizualni biološki učinek svetlobe na človeka veliko obsežnejši in ima tudi druge, za zdaj še neraziskane vloge pri uravnavanju delovanja organizma. Nevizualni biološki učinek zajema vpliv naravne svetlobe na fiziološko in psihološko delovanje človeškega telesa (Knoop, 2006). Celoten spektralni sestav, dnevna in sezonska dinamika in velika intenziteta so tisto, kar daje naravni svetlobi lastnost pozitivnega stresorja, na katerega se organizem primerno odziva. Gre za vir svetlobe, s katerim je psihofiziološki sistem človeškega organizma spektralno in ciklusno sinhroniziran (Boubekri, 2008). Ne nazadnje pa primerna razsvetljava večja socialno varnost in dviga kakovost življenja (Goodman, 2006).

Nedavne študije pisarniških okolij potrjujejo povezavo med kakovostjo okoljskih dejavnikov (predvsem osvetlitve) ter produktivnostjo in zdravjem zaposlenih. Študija, ki jo je izvedla Lisa Hescong s sodelavci (Hescong, 2003), je pokazala, da se učinek dobro osvetljenih delovnih prostorov neposredno odraža na učinkovitosti zaposlenih. Dogrusoy (Dogrusoy, 2007)) je v svoji terenski študiji dokazal, da ima večina zaposlenih raje naravno osvetlitev in da so po mnenju zaposlenih trije najpomembnejši dejavniki prijetnega delovnega okolja dnevna svetloba, osončenje in naravno prezračevanje. Mills in drugi (Mills, 2007) so ugotovili, da modra svetloba izboljša

storilnost, Hoffmann s sodelavci (Hoffmann, 2008) pa, da variabilna svetloba potencialno izboljšuje razpoloženje zaposlenih v pisarniškem okolju. Iz zgoraj navedenih študij je razvidno, da svetloba poleg cirkadianih ritmov vpliva tudi na storilnost in razpoloženje. Ta informacija je ključnega pomena za vrednotenje delovnih mest zlasti zato, ker glede na študije (Aries, 2005) le petina obstoječih delovnih mest dosega vrednosti, pri katerih svetloba pozitivno vpliva na biološke odzive telesa.

Obstoječi predpisi, standardi, smernice in priporočila na področju dnevnega osvetljevanja prostorov se nanašajo na celoten vidni spekter in zadevajo zahteve za opravljanje vizualnih nalog; zato so v zakonodaji podane zahteve za osvetljenost na delovni ravni. Sprožanje pozitivnih bioloških (nevizualnih) učinkov naravne svetlobe na človeka zahteva večje vertikalne osvetljenosti v višini človeških oči s poudarjenim modrim delom vidnega spektra. Zahteve naravne osvetljenosti za zagotovitev fiziološkega odziva se razlikujejo od zahtev za opravljanje vizualnih nalog, zato je tudi način pristopa drugačen. S pričujočo študijo smo preverili obstoječe pisarniško okolje in primerjali ravni osvetljenosti za opravljanje vizualnih nalog in sprožanje fiziološkega odziva. Prikazali smo, kako se doslej znana merila odražajo v realnem okolju in ali je mogoče z enostavnimi simulacijskimi orodji, ki se pogosto uporabljajo v projektantski praksi, pridobiti relevantne informacije tudi za vertikalno osvetljenost v višini oči.

## 2 • ŠTUDIJA DNEVNE OSVETLJENOSTI PISARNIŠKEGA PROSTORA

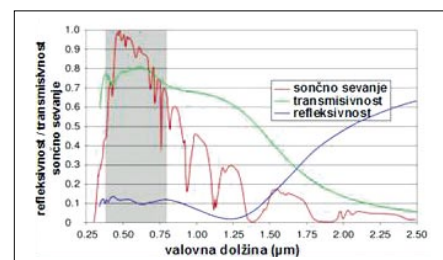
### 2.1 Izhodišča

Najočitnejši in vsem znan vpliv svetlobe na človeka je vpliv osvetljenosti na sposobnost vizualnega zaznavanja. Fiziologiji očesa in vizualnega sistema vplivata na sposobnost opravljanja vizualnih nalog, zato ima dobra osvetljenost zelo pomembno vlogo in neposreden vpliv na uspešnost opravljanja nalog (Goodman, 2006). Kvantitativne in kvalitativne zahteve za opravljanje vizualnih nalog so navedene v zakonodaji, njeni nivoji pa so objektivno merljivi. Preko teh zahtev projektant lahko določi obliko in velikost oken ter izbor materialov, ki bodo zagotavljali zahtevane razmere v prostoru. Za pisarniško delo (pisanje, branje, delo z računalnikom itd.) so zahteve glede osvetljenosti definirane

na delovni ravni. Vrednosti med delovnim časom morajo dosegati vsaj 500 lx (SIST EN 12464-1, 2004). Te zahteve v primerno oblikovanih prostorih lahko večino dneva zagotavljamo z dnevno svetlobo, v preostalem času pa moramo kot dopolnilo ali osnovni vir uporabiti umetne vire svetlobe.

Osnovni element, ki zagotavlja vpad svetlobe v prostor in omogoča vidni stik z zunanostjo, je okno. Pri osvetlitvi prostora z dnevno svetlobo morajo biti izpolnjeni kvantitativni in kvalitativni kriteriji ter psihofiziološke zahteve. Zadostna količina dnevne svetlobe v prostoru je obravnavana na dveh nivojih. Prvi nivo predstavlja splošno osvetlitev prostora, drugi pa osvetlitev delovnega mesta, ki močno vpliva na storilnost ((Juslen, 2007), (SIST

EN 12464-1; 2004)). Pri dnevni osvetljenosti v obeh primerih uporabljamo količnik dnevne svetlobe (KDS), ki ga določimo glede na funkcijo prostora oziroma delovnega mesta. Čeprav je človeško oko zelo prilagodljivo, lahko določene vidne funkcije optimalno opravlja le v primernem obsegu ravni osvetljenosti.



Slika 1 • Spektralni sestav naravne svetlobe pri prehodu skozi nizko emisijsko zasteklitev (Glazing Materials)

Vpliv svetlobe na psihofiziološko delovanje organizma zahteva višje nivoje osvetljenosti, predvsem pa vpad krajših valovnih dolžin spektra sončnega sevanja neposredno v oko. Vrednosti in točna sestava spektra še niso natančno določene. Glede na dosežanje študije vemo, da mora svetloba vsebovati modri del spektra vidne svetlobe in da morajo biti vrednosti bistveno višje kot tiste, predpisane za vizualne naloge. Glede na izsledke več avtorjev nevizualni odziv doseže maksimalno vrednost pri osvetljenosti nad 1000 lx ob očesu ((Boivin, 1996), (Zeitzer, 2000), (Cajochen, 2000a, 2007b), (Schierz 2002)). Odmerke modre svetlobe na delovnem mestu potrebujemo med določenimi časovnimi obdobji (na primer zjutraj in zgodaj popoldan) in jih oseba lahko prejme na delovnem mestu, pri gibanju po prostoru ali v zunanjem okolju. Ta trditev velja za osebe, ki delajo ob običajnem delovnem času. Ne smemo pozabiti, da se sestava in vrednost osvetljenosti spreminjajo glede na orientacijo in čas. V splošnem lahko predvidevamo, da ob dobri zasnovi delovnih prostorov večino potreb po modri svetlobi lahko zagotovimo z dnevno svetlobo, medtem ko vizualne naloge zagotavljamo s pomočjo dnevne svetlobe, umetne svetlobe ali kombinacije obeh.

Pri primerno izbrani zasteklitvi (na primer kombinacija navadnega in nizkoemisijskega stekla) svetloba, ki vstopa v prostor, vsebuje velik delež vidne svetlobe in torej tudi modrega dela spektra. Precejšen del UV- in IR-dela spektra se odbije od stekel (slika 1). Glede na vrednosti, navedene v tabeli 1, je taka spektralna sestava primerna, ker glede na trenutno znana dejstva odgovarja zahtevam vizualnega in nevizualnega zaznavanja očesa.

V večini obstoječih delovnih prostorov spekter umetne svetlobe bistveno odstopa od spektra naravne svetlobe. Da bi dosegli zahtevane nivoje modre svetlobe, bi morali umetno osvetljenje povečati do te mere, da bi že povzročala bleščanje. Tako z obstoječimi sistemi tega problema ne moremo reševati. Naravna svetloba ima v konvencionalno oblikovanem okolju prednost pred umetno svetlobo zaradi primerne spektralne sestave in zaradi smeri, ker skozi okno vpada poševno na prejemnika in s tem tudi na oko. Vpad umetne svetlobe svetilk na stropu je skoraj vertikalen. Rea in drugi so ugotovili, da je raven električnega osvetljevanja ob vpadu v oko tri- do petkrat nižja od ravni, izmerjene na delovni ravni (Rea, 2002).

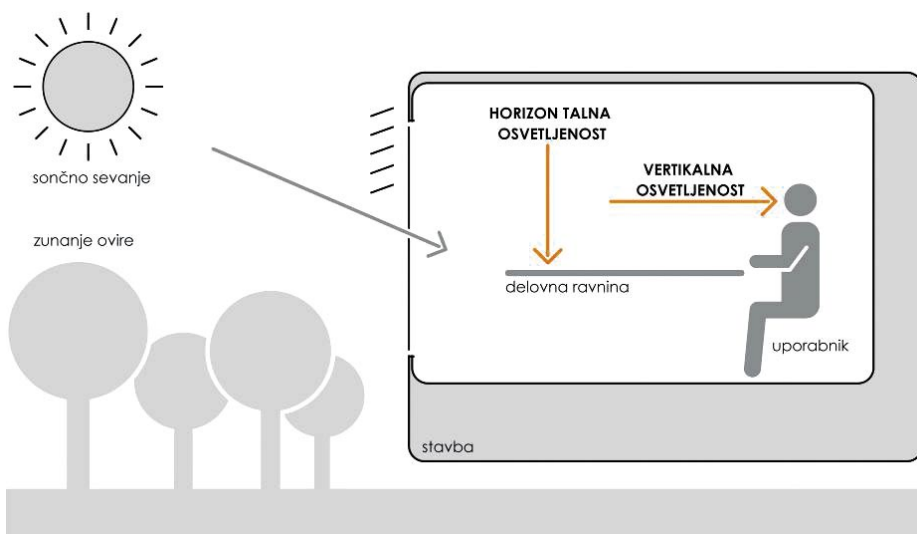
| svetlobne karakteristike  | uporaba  |  |   |
|---------------------------|--|--|---|
|                           | vizualno zaznavanje  | cirkadiani ritem (delo v dnevni izmeni)  | cirkadiani ritem (delo v nočni izmeni)  |
| nivo                      | nizka (300–500 lx)   | visoka ( $\geq 1000$ lx)   |   |
| spekter                   | srednje valovne dolžine (fotopski vid: 555 nm)                             | kratke valovne dolžine (420–480 nm)  |   |
| prostorska distribucija   | odvisno od prostorske distribucije   | neodvisen od prostorske distribucije (pomemben je nivo osvetljenosti, ki pada v vidno polje oziroma v oko)   |   |
| čas izpostavljenosti      | neodvisno od časa izpostavljenosti   | odvisen od časa izpostavljenosti; ker je naravni biološki ritem nekoliko daljši od 24 ur, moramo zagotoviti sinhronizacijo z jutranjo izpostavljenostjo svetlobi | periodično ves čas nočne delovne izmene |
| trajanje izpostavljenosti | reakcijski čas očesa ob spremembi ravni osvetljenosti (manj kot 1 sekunda) | odzivni čas je dolg (več 10 minut; po mnenju nekaterih 1–2 uri)  | 10–15 minut trajajoče epizode           |

Preglednica 1 • Priporočena praksa svetlobnih karakteristik (nadgradnja Figueiro G., 2003)

## 2.2 Simulacije osvetljenosti pisarniškega okolja

S programskim orodjem Radiance (Radiance, 2010) smo simulirali realno pisarniško okolje pod vplivom standardiziranih zunanjih razmer med celoletnim obravnavanjem časovnega ciklusa. S tem smo pridobili osnovne informacije o vplivu specifične dispozicije prostora na osvetljenje v prostoru. Simulirali smo dva parametra, osvetljenje na delovni ravni in vertikalno osvetljenje na višini oči v smeri pogleda proti oknu (slika 2). Radiance je pro-

gramsko orodje, ki omogoča kompleksne analize naravne in umetne razsvetljave pri poljubnih geometričnih konfiguracijah prostorov. S pomočjo metode sledenja žarkov (ray-tracing) programsko orodje izračuna svetlost, osvetljenost in indikatorje bleščanja, simulacijske rezultate pa prikaže v obliki barvnih slik in izokrivulj ter numeričnih izpisov. Dimenzije prostora so dolžina: 9,25 m, širina: 3,96 m in višina 3,88 m. Debelina zunanjih konstrukcijskih sklopov je 0,41 m (slika 3). Zunanje ovire so nižje od položaja oken in

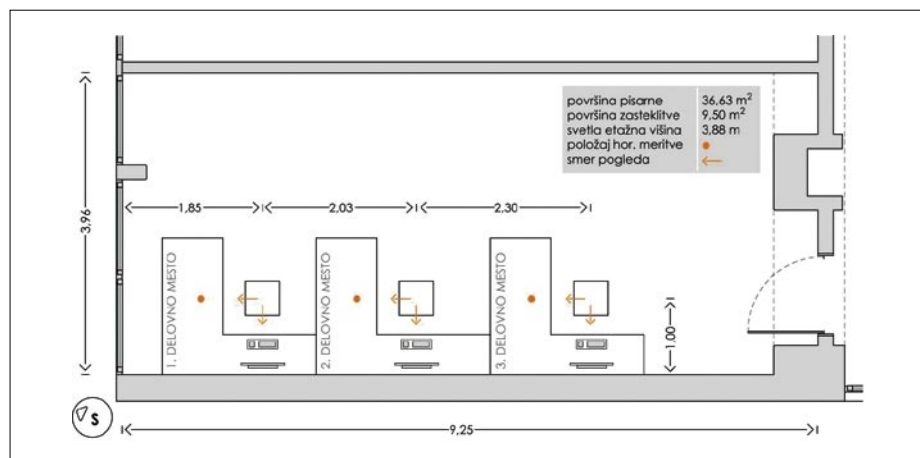


Slika 2 • Konceptualni prikaz simuliranih parametrov

nimajo vpliva na osvetljenost v prostoru. Pisarna je opremljena s standardno pisarniško opremo. Refleksivnost površin je: tla 35 %, stene povprečno 65 %, strop 80 %. Okenske odprtine so locirane na SSZ steni prostora. Skupna površina zasteklitve znaša 9,5 m<sup>2</sup>. Skupna širina oken je 3,4 m, višina pa 2,8 m. Površina zasteklitve je 26 % talne površine pisarniškega prostora. Višina parapeta je 0,85 m. Okna so zastekljena z dvojno zasteklitvijo debeline 2-krat 6 mm z nizkoemisjskim

premazom (Low-E), Ar-polnjenjem, z razmikom med stekloma 16 mm in Al-okvirjem. Izmerjena prepustnost za dnevno svetlobo ( $\tau$ ) je 0,66. Debelina okenskih okvirjev je 8 cm. Okna so nezasenčena. Delovna mesta so locirana pravokotno na okenske odprtine. Oddaljenost delovnih mest od notranjega roba zasteklitve je:

- 1. delovno mesto: 1,85 m
- 2. delovno mesto: 3,88 m
- 3. delovno mesto: 6,18 m



Slika 3 • Tloris pisarniškega prostora

|                          | 21. 12.           |           | 21. 3. / 21. 9.   |           | 21. 6.            |           |
|--------------------------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|
|                          | Osvetljenost (lx) | $V_n/H_n$ | Osvetljenost (lx) | $V_n/H_n$ | Osvetljenost (lx) | $V_n/H_n$ |
| <b>Nebo: CIE oblačno</b> |                   |           |                   |           |                   |           |
| $H_{ex}$                 | 6687,03           |           | 15340,27          |           | 17350,71          |           |
| $V_{1 III/1-2}$          | 576,67            | 1,28      | 658,61            | 1,15      | 716,57            | 1,22      |
| $H_{1 III/1-2}$          | 449,13            |           | 573,86            |           | 586,13            |           |
| $V_{2 III/1-2}$          | 280,23            | 1,47      | 343,37            | 1,60      | 336,31            | 1,43      |
| $H_{2 III/1-2}$          | 191,04            |           | 214,76            |           | 235,68            |           |
| $V_{3 III/1-2}$          | 133,11            | 1,58      | 163,70            | 1,77      | 169,37            | 1,61      |
| $H_{3 III/1-2}$          | 84,12             |           | 92,62             |           | 105,05            |           |
| <b>Nebo: CIE jasno</b>   |                   |           |                   |           |                   |           |
| $H_{ex}$                 | 26300,76          |           | 59479,36          |           | 81413,50          |           |
| $V_{1 III/1-2}$          | 640,61            | 1,91      | 683,66            | 1,74      | 802,68            | 1,65      |
| $H_{1 III/1-2}$          | 336,00            |           | 392,86            |           | 487,11            |           |
| $V_{2 III/1-2}$          | 402,91            | 1,99      | 395,94            | 1,67      | 480,23            | 1,71      |
| $H_{2 III/1-2}$          | 202,23            |           | 236,52            |           | 280,72            |           |
| $V_{3 III/1-2}$          | 222,77            | 1,94      | 223,78            | 1,74      | 254,08            | 1,82      |
| $H_{3 III/1-2}$          | 114,76            |           | 128,84            |           | 139,34            |           |

Preglednica 2 • Osvetljenost na treh delovnih mestih (vertikalna v višini oči in horizontalna na delovni ravnini) v specifičnem prostoru za tri referenčne dni, izračunana s programom Radiance

Vrednosti za horizontalno osvetljenost smo računali na horizontalni delovni ravnini 0,76 m nad finalno ravnino tal po celi površini prostora. Odčitali smo vrednosti v točkah na treh delovnih mestih. Točka odgovarja položaju računalniške tipkovnice. Vertikalno osvetljenost smo računali na treh vertikalnih ravninah, ki so na položaju delovnega mesta in so postavljene vzporedno z oknom. Odčitali smo vrednosti na treh delovnih mestih – 1,3 m nad finalno ravnino tal. Točke odgovarjajo položaju oči osebe, ki opravlja pisarniško delo. Simulirali smo stanje pri standardnem CIE oblačnem nebu in standardnem CIE jasnem nebu za tri referenčne dni med letom (21. december, 21. marec, 21. junij). Izračuni so bili narejeni na mreži 0,15 m/0,15 m (za vsako celico je izračunana povprečna osvetljenost).

Pri standardnem oblačnem nebu je amplituda letnega nihanja osvetljenosti na horizontalni in vertikalni ravnini okoli 20 odstotnih točk (razlika med osvetljenostjo 21. 12. in 21. 6.). Model oblačnega neba obravnava razmere z zelo enakomerno distribucijo svetlobe na hemisferi in tudi čez leto. Ker je pri tem modelu svetlost neba največja v zenitu, najmanjša pa na horizontu, so osvetljenosti ob oknu visoke, proti globini prostora pa strmo padejo. Osvetljenost je pričakovano najnižja pozimi in najvišja poleti. Treba je poudariti, da drugo in tretje delovno mesto preko celega leta nista zadovoljivo osvetljeni, prvo delovno mesto pa ni zadovoljivo osvetljeno čez zimo. Sorazmerno temu so vertikalne osvetljenosti ob očesu nizke in na nobenem od delovnih mest med letom ne dosežejo 1000 lx. Razmerje med vertikalno osvetljenostjo ob očesu in horizontalno osvetljenostjo na delovni ravnini ( $V/H$ ) so na vseh treh delovnih mestih sorazmerno izenačena in se gibljejo okoli vrednosti 1,5.

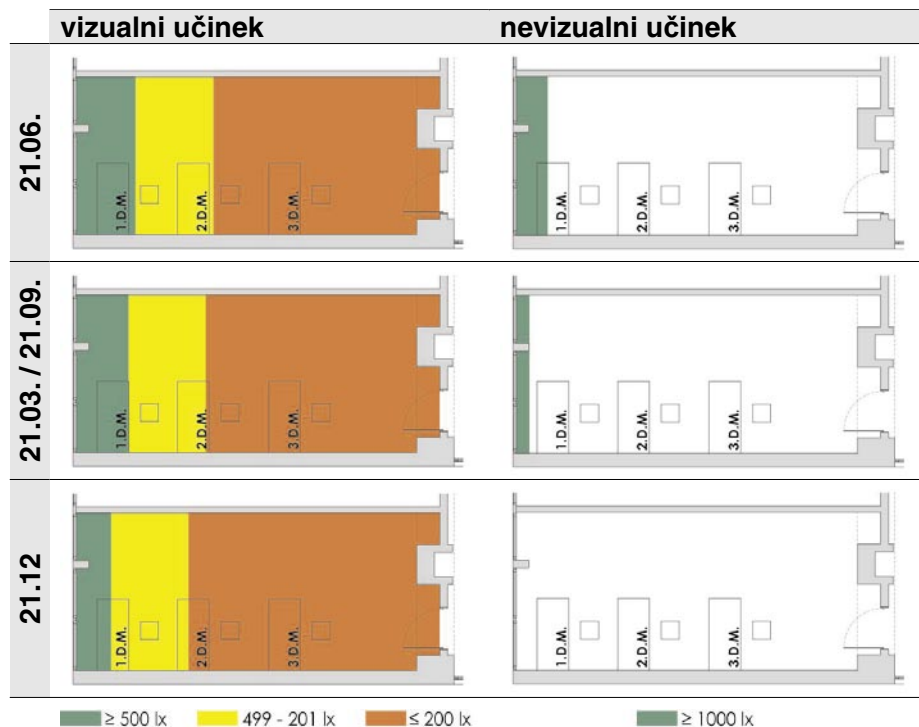
Pri jasnem modelu neba je amplituda letnega nihanja osvetljenosti na vertikalni ravnini okoli 20 odstotnih točk, na horizontalni ravnini pa za 30 odstotnih točk (razlika med osvetljenostjo 21. 12. in 21. 6.). Osvetljenost ob oknu je nižja kot pri oblačnem nebu, vendar proti globini prostora ne pada tako strmo. To razliko lahko pripišemo modelu neba, kjer je najvišja svetlost neba v smeri sonca, najnižja pa pravokotno na sonce na severnem delu hemisfere. Lega temnejšega dela neba se spreminja z dnevnim in letnim časom. Poleti je relativno nizko in je v vidnem polju osebe, ki gleda skozi okno severno orientiranega prostora. Del neba tik nad horizontom je zopet svetlejši. Od tukaj razlike, ki jih opazimo pri primerjavi vertikalne osvetljenosti pri jasnem in oblačnem nebu.



Na horizontu je jasno nebo svetlejšje kot oblačno, zato je osvetljenost na delovnih mestih v globini prostora višja. Različna distribucija svetlobe na nebu pri obeh modelih neba se lepo odrazi tudi na vertikalni osvetljenosti ob očesu, ki je pri jasnem nebu vedno višja kot pri oblačnem nebu. Razlike med jasnim in oblačnim nebom so znatne poleti (do 20 odstotnih točk), pozimi pa so skoraj izenačene. Izračuni so pokazali, da se razmerje V/H med letnim ciklusom bistveno ne spreminja. Ob oknu je to razmerje blizu vrednosti 1,0, v globini prostora pa limitira k vrednosti 2,0 (tabela 2). Ker je orientacija severna in v nobenem primeru prostor ni pod vplivom neposrednega sončnega sevanja, so razlike med jasnim in oblačnim nebom sorazmerno majhne.

Iz preglednice 3, ki se nanaša na oblačno nebo, je razvidno, da so priporočene vrednosti (500 lx) z vidika zagotavljanja ustreznih razmer vizualnega zaznavanja (zeleno obarvano območje) zagotovljene le na prvem delovnem mestu v spomladanskem, poletnem in jesenskem času. V zimskem času pa nobeno delovno mesto z vidika zagotavljanja ustreznih pogojev vizualnega zaznavanja ni zadostno osvetljeno. Z vidika zagotavljanja pogojev za sprožanje pozitivnih učinkov na zdravje pa priporočeni nivoji osvetljenosti ( $\geq 1000$  lx) (zeleno obarvano območje) pri pogledu skozi okno niso zagotovljeni na nobenem od treh delovnih mest čez celo leto. Območja, kjer so v prostoru zagotovljeni ustrezni pogoji z vizualnega vidika, ter območja, kjer so v prostoru zagotovljeni ustrezni pogoji z vidika vpliva na zdravje, se pogojno prekrivajo samo na prvem delovnem mestu čez celo leto, razen pozimi. To pomeni, da je le prvo delovno mesto ustrezno z vidika zagotavljanja ustreznih pogojev vizualnega zaznavanja ter le pogojno z vidika vpliva na zdravje. Razlog za relativno slabo osvetljenost prostora je predvsem v problematični prostorski distribuciji, saj zaradi oblike florisa kljub velikim površinam zasteklitve delovna mesta globlje v prostoru niso zadovoljivo osvetljena.

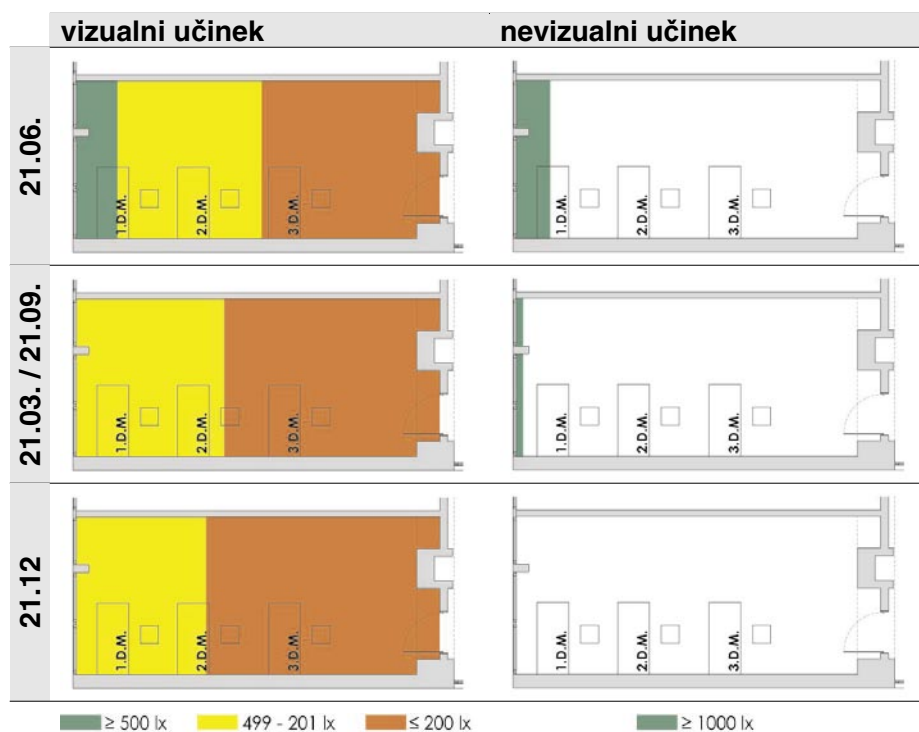
Iz preglednice 4, ki se nanaša na CIE jasno nebo, je razvidno, da so priporočene vrednosti osvetljenosti (500 lx) z vidika zagotavljanja ustreznih razmer vizualnega zaznavanja (zeleno obarvano območje) zagotovljene le na prvem delovnem mestu v poletnem času, medtem ko je naravna osvetljenost v spomladanskem, jesenskem in zimskem času nezadostna. Nezadostna je tudi osvetljenost drugega in tretjega delovnega mesta čez celo leto. Z vidika zagotavljanja pogojev za sprožanje pozitivnih učinkov na zdravje so re-



Preglednica 3 • Florisni sezonski prikaz ustreznosti osvetljenosti posameznega delovnega mesta z vidika vizualnega zaznavanja in z vidika vpliva na zdravje, pri CIE oblačnem nebu

zultati simulacij zelo podobni oziroma celo nekoliko slabši od rezultatov pri simulaciji s CIE oblačnim nebom. Priporočen nivo osvetljeno-

sti ( $\geq 1000$  lx) (zeleno obarvano območje) za zagotavljanje pogojev za sprožanje pozitivnih učinkov na zdravje pri pogledu skozi okno



Preglednica 4 • Florisni sezonski prikaz ustreznosti osvetljenosti posameznega delovnega mesta z vidika vizualnega zaznavanja in z vidika vpliva na zdravje pri standardnem CIE jasnem nebu (tip 12) (ISO 15469:2004 (E))

niso zagotovljeni na nobenem od treh delovnih mest čez celo leto. Slabši rezultati v primerjavi z oblačnim nebom so posledica modela neba, saj ta v primeru CIE oblačnega neba predpostavlja na hemisferi enakomerno difuzirano svetlobo, kar pa ne velja za CIE-model jasnega neba, kjer je izrazit vpliv neposredne komponente sonca. Tretje delovno mesto je z vidika zagotavljanja pogojev za sprožanje pozitivnih učinkov na zdravje čez celo leto neustrezno. Območja, kjer so v prostoru zagotovljeni ustrezni pogoji z vizualnega vidika, ter območja, kjer so v prostoru zagotovljeni ustrezni pogoji z vidika vpliva na zdravje, se ponovno pogojno prekrivajo samo na prvem delovnem mestu v poletnem obdobju. To pomeni, da je prvo delovno mesto ustrezno osvetljeno z vidika zagotavljanja pogojev vizualnega zaznavanja kot tudi z vidika pozitivnega vpliva na zdravje ob pogledu skozi okno le v poletnem času.

### 2.3 Meritve v realnem pisarniškem okolju

Meritve naravne osvetljenosti v realnem pisarniškem prostoru so bile opravljene na treh delovnih mestih (Garbas, 2009) v tretjem nadstropju stavbe FGG na Jamovi cesti 2 v Ljubljani (slika 3). Merjeni so bili štirje različni parametri na delovnem mestu:

- Ea: horizontalna meritev na višini delovne ravnine (0,76 m nad finalno ravnino tal);
- Eb: pogled navzdol na delovno površino; meritev v višini oči (1,12 m nad finalno ravnino tal, delovna površina je rotirana za 90 stopinj od smeri okna);
- Ec: pogled na računalniški zaslon; meritev v višini oči (1,20 m nad finalno ravnino tal, računalniški zaslon je rotiran za 90 stopinj od smeri okna);
- Ed: pogled skozi okno; meritev v višini oči (1,35 m nad finalno ravnino tal).

S temi parametri smo zajeli vse tipične položaje, v katerih je zaposleni pri opravljanju svojega dela. Meritve smo opravljali pri oblačnem in jasnem vremenu. Kot minimalne zahtevane vrednosti smo določili 500 lx za osvetljenost na delovni ravnini in 1000 lx za vertikalno osvetljenost ob vpadu v okno.

#### 2.3.1 Meritve naravne osvetljenosti pri oblačnem neb

Meritve smo izvedli v dveh obdobjih, in sicer v decembru ter aprilu in maju v opoldanskih urah. Zunanja horizontalna osvetljenost ( $H_{ex}$ ) je bila tekom decembrskih meritev 18000 lx, tekom pomladanskih pa 9870 lx. Izračun povprečne osvetljenosti pisarniškega prostora ( $E_{av} = 552,00$  lx), opravljen na podlagi

| Nebo: oblačno                 |                      | 1. delovno mesto |          | 2. delovno mesto |          | 3. delovno mesto |          |
|-------------------------------|----------------------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|
|                               | $H_{ex}$ (lx)        | $E_{in}$ (lx)    |          | $E_{in}$ (lx)    |          | $E_{in}$ (lx)    |          |
| položaj meritev               |                      | april/maj        | december | april/maj        | december | april/maj        | december |
| a) višina delovne ravnine     | april/maj<br>9450,00 | 795,00           | 1045,00  | 215,00           | 460,00   | 117,00           | 210,00   |
| b) pogled na delovno površino |                      | 361,00           | 650,00   | 102,00           | 181,00   | 62,00            | 98,00    |
| c) pogled na zaslon           | december<br>18000,00 | 332,00           | 600,00   | 77,00            | 150,00   | 57,00            | 90,00    |
| d) pogled skozi okno          |                      | 1483,00          | 1990,00  | 668,00           | 950,00   | 341,00           | 450,00   |

Preglednica 5 • Osvetljenost pri oblačnem neb na treh delovnih mestih z različno oddaljenostjo od zasteklitve v štirih različnih položajih

spomladanskih meritev, kaže na zadostno splošno naravno osvetljenost pisarniškega prostora z vidika zagotavljanja ustreznih pogojev vizualnega zaznavanja. Minimalna izmerjena vrednost osvetljenosti ( $E_{min} = 70,80$  lx) ne dosega predpisanih kriterijev (300 lx) (SIST EN 12464-1; 2004), ravno tako je neustrezna enakomernost osvetljenosti ( $E_{min}/E_{av} = 0,13$ ). Lahko smatramo, da je povprečna notranja osvetljenost primerna, če so zunanji pogoji vsaj taki ali boljši.

Na osnovi postavljenih kriterijev je bila vrednost ravni horizontalne osvetljenosti na delovni ravnini zadovoljljiva le na prvem delovnem mestu, na drugem in tretjem pa ne. Osvetljenost v vidnem polju 1000 lx ali več je bila zagotovljena le na prvem delovnem mestu, in sicer samo pri pogledu skozi okno (tabela 5). Priporočene vrednosti z vidika vpliva na zdravje pa niso bile zagotovljene na drugem in tretjem delovnem mestu pri pogledu skozi

okno in na nobenem od delovnih mest pri pogledu na delovno površino ter pri pogledu na računalniški zaslon.

#### 2.3.2 Meritve naravne osvetljenosti pri jasnem neb

Meritve smo opravljali decembra in maja v opoldanskih urah. Zunanja horizontalna osvetljenost ( $H_{ex}$ ) je bila 35400 lx maja in 31500 lx decembra. Izračun povprečne osvetljenosti pisarniškega prostora ( $E_{av} = 637,20$  lx), izveden na podlagi majskih meritev, kaže na zadostno splošno naravno osvetljenost pisarniškega prostora z vidika zagotavljanja ustreznih pogojev vizualnega zaznavanja. Minimalna vrednost osvetljenosti pisarniškega prostora z dnevno svetlobo je znašala 131 lx ter tako ni izpolnjevala predpisanih kriterijev (300 lx) (SIST EN 12464-1; 2004), ravno tako je bila neustrezna enakomernost osvetljenosti ( $E_{min}/E_{av} = 0,20$ ).

| Nebo: jasno                   |                      | 1. delovno mesto |          | 2. delovno mesto |          | 3. delovno mesto |          |
|-------------------------------|----------------------|------------------|----------|------------------|----------|------------------|----------|
|                               | $H_{ex}$ (lx)        | $E_{in}$ (lx)    |          | $E_{in}$ (lx)    |          | $E_{in}$ (lx)    |          |
| položaj meritev               |                      | maj              | december | maj              | december | maj              | december |
| a) višina delovne ravnine     | maj<br>35400,00      | 857,00           | 580,00   | 360,00           | 260,00   | 218,00           | 200,00   |
| b) pogled na delovno površino |                      | 437,00           | 280,00   | 210,00           | 142,00   | 116,00           | 106,00   |
| c) pogled na zaslon           | december<br>31500,00 | 412,00           | 260,00   | 189,00           | 125,00   | 105,00           | 100,00   |
| d) pogled skozi okno          |                      | 1811,00          | 1330,00  | 1183,00          | 765,00   | 732,00           | 405,00   |

Preglednica 6 • Osvetljenost pri jasnem neb na treh delovnih mestih z različno oddaljenostjo od zasteklitve v štirih položajih

Z vidika zagotavljanja kakovostnih razmer vizualnega zaznavanja je bil glede na priporočene vrednosti nivo osvetljenosti ustrezen samo na prvem delovnem mestu, na drugem in tretjem delovnem mestu pa je bil neustrezen. Gleđano z vidika vpliva na zdravje, so bili zadostni nivoji osvetljenosti, ki sproža pozitivne vplive na zdravje, zagotovljeni na prvem in drugem delovnem mestu pri pogledu skozi okno v mesecu maju ter na prvem delovnem mestu v mesecu decembru. Pri pogledu na delovno površino in na zaslon na nobenem od delovnih mest niso bili zagotovljeni nivoji osvetljenosti, ki so zadostni za sprožanje bioloških vplivov na zdravje (tabela 6).

Razlike v ravneh naravne osvetljenosti niso le sezonske, ampak so odvisne tudi od vremenskih razmer, kar jasno kažejo preglednice

2, 3 in 4, kjer so prikazani nivoji splošne osvetljenosti pisarne na FGG ter posameznih delovnih mest, ločeno za jasno in oblačno nebo. Zaradi severne orientacije prostora so bile v primeru tega pisarniškega prostora razlike minimalne.

Meritve v realnem času so pokazale, da ravni osvetljenosti pri pogledu na delovno površino in pri pogledu na zaslon, pri oblačnem in pri jasnem nebu dosegajo približno četrtino ravni osvetljenosti pri pogledu skozi okno in v nobenem primeru ne dosegajo priporočene vrednosti ( $\geq 1000 \text{ lx}$ ) z vidika zagotavljanja pozitivnih vplivov na zdravje (preglednici 5 in 6). Vemo, da je večji del delovnega časa naš pogled usmerjen na delovno površino oziroma na računalniški zaslon, pri čemer so nivoji svetlobe, ki padejo v oko, nezadostni za

sprožanje pozitivnih vplivov na zdravje. Ravni osvetljenosti na horizontalni delovni ravnini pri obeh stanjih neba dosegajo približno polovico ravni osvetljenosti pri pogledu skozi okno.

Iz meritev je razvidno, da ima razmerje V/H enak trend kot pri izračunih, kjer je vrednost ob oknu 1,0, v globini pa postopoma limitira k 2,0. Vzrok je v tem, da je horizontalna osvetljenost v globini prostora odvisna predvsem od svetlobe, reflektirane od notranjih površin, vertikalno osvetljenost pa pri tej dispoziciji prostora še vedno določa predvsem pogled na svetlo okno. Vrednosti V/H so v primeru meritev višje, kar moramo pripisati omejenemu vzorcu merjenih dni in dejstvu, da v naravi distribucija svetlobe na nebu redkokdaj odgovarja standardiziranemu modelu, uporabljenem pri simulacijah.

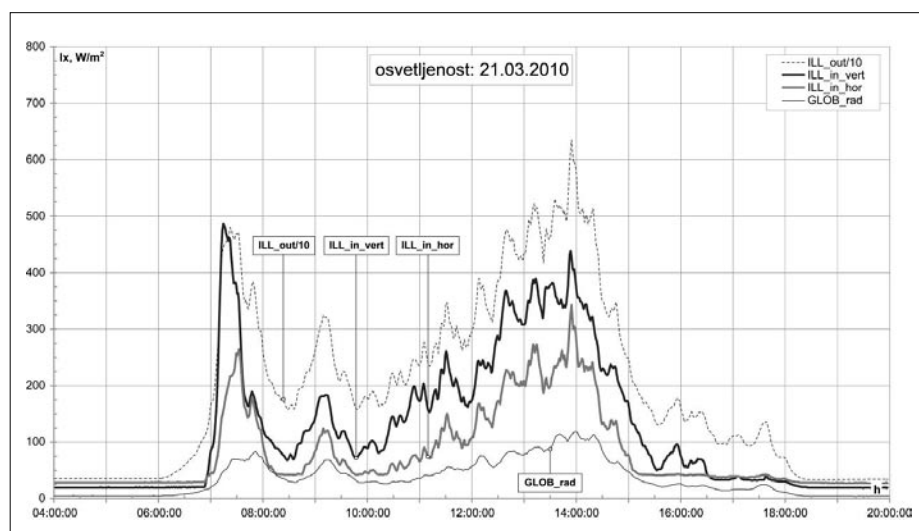
### 3 • SKLEP

Človekov dnevni ritem je prilagojen in v veliki meri odvisen od ravni osvetljenosti, izmenjave dnevna in noči oziroma temnih in svetlih ciklusov. Osnovne biološke potrebe zato poleg drugega vključujejo vidni stik z zunanostjo in z dinamičnimi procesi, ki se tam odvijajo. V pričujoči študiji smo preverili razmere v severno orientiranem pisarniškem prostoru.

Pri simulacijah osvetljenosti v prostoru smo se osredotočili na vrednosti na horizontalni delovni ravnini in vertikalne vrednosti ob očesu pri pogledu skozi okno. S pomočjo programa Radiance smo osvetljenost pri realnih lastnostih prostora simulirali za štiri referenčne dni v letu pri dveh standardnih stanjih neba (oblačnem in jasnem). Ob tem smo preverjali, do katere globine v prostoru so za posamezni kriterij pogoji še primerni. Ugotovili smo, da je osvetljenost delovne ravnine pri oblačnem nebu čez celo leto zadovoljiva na prvem delovnem mestu ob oknu, na drugem in tretjem pa je prenizka. Vertikalna osvetljenost ob očesu na nobenem od delovnih mest ne dosega vrednosti  $1000 \text{ lx}$ . Pri jasnem nebu horizontalna in vertikalna osvetljenost čez celo leto ne dosega zastavljenih kriterijev. Ob tem lahko ugotovimo, da velika okenška odprtina ne zagotavlja samodejno dobre dnevne osvetljenosti, posebno pozornost je treba posvetiti predvsem oblikovanju floris in s tem prostorski distribuciji svetlobe. Razmerja vrednosti V/H se pri oblačnem nebu gibljejo okoli 1,5, pri jasnem nebu pa okoli 2,0.

Iz meritev je razvidno, da je v obravnavanem pisarniškem prostoru poleti, pomladi in jeseni zagotovljena zadostna povprečna dnevna osvetljenost prostora. Problematična je osvetljenost posameznega delovnega mesta (na delovni ravnini) in povprečna osvetljenost prostora v zimskem času. Posledica velike globine prostora je tudi neenakomernost distribucije

svetlobe v prostoru. Na posameznih delovnih mestih je raven osvetljenosti, ki pri različnih pogledih pade v vidno polje, najvišja pri pogledu skozi okno in je pri oblačnem nebu na prvem delovnem mestu, pri jasnem nebu pa na prvem in drugem delovnem mestu preseгла vrednost  $\geq 1000 \text{ lx}$  (tabela 5). Pri drugih smereh pogleda so bile vrednosti bistveno nižje in so dosegale približno četrtino vrednosti osvetljenosti v smeri pogleda proti oknu. Čeprav okno obsega 26 % florisne površine prostora in 49 % površine zunanje stene, je bila izmerjena osvetljenost

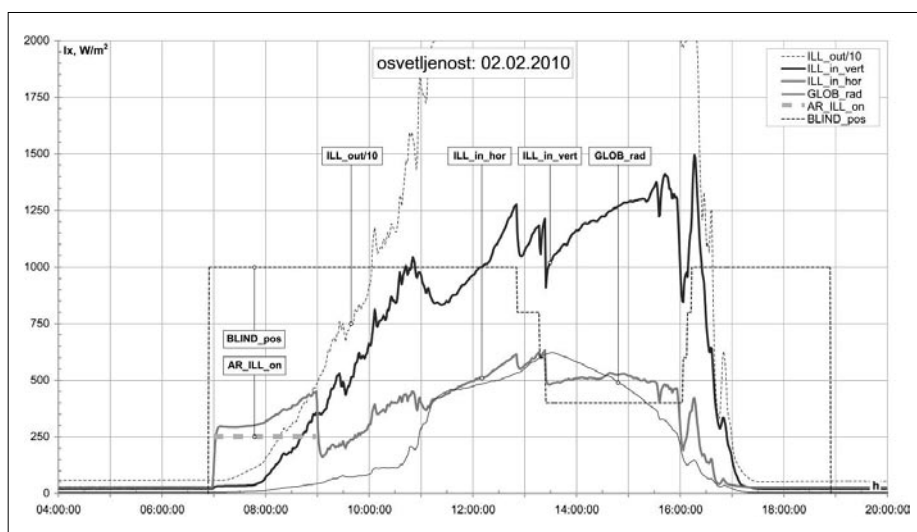


Slika 4 • Meritev horizontalne (ILL\_in\_hor) in vertikalne (ILL\_in\_vert) osvetljenosti zahodno orientiranega pisarniškega prostora. Na prikazani dan so bile zunanje vremenske razmere izredno neugodne, kar se odraža tudi v nizkih vrednostih notranje osvetljenosti. Na diagramu sta prikazana tudi zunanja vertikalna osvetljenost (ILL\_out/10) deljena s faktorjem 10 in globalno sončno sevanje (GLOB\_rad). Prostor ni bil senčen, umetna osvetlitev je bila izklopljena. Povprečno razmerje V/H je bilo 1,8 v obdobju med 8. in 16. uro



pri oblačnem nebu zadovoljiva le v območju tik ob oknu (do 2 m oddaljenosti od okna). Horizontalna osvetljenost na delovni površini je dosegla približno polovico osvetljenosti ob očesu v smeri pogleda proti oknu. Podobne vrednosti je dosegala osvetljenost pri jasnem vremenu. Izmerjene vrednosti vertikalne osvetljenosti ob očesu v smeri delovne površine in računalniškega zaslona so dosegle med 0,16 in 0,25 vrednosti ob očesu v smeri okna. Te rezultate potrjujejo tudi meritve zahodno orientiranega pisarniškega prostora na FGG, ki se kontinuirano opravljajo od decembra 2009 (sliki 4 in 5). Meritve se opravljajo na delovnem mestu, ki je 2 m oddaljeno od okna. Merjene vrednosti zajemajo osvetljenost na horizontalni delovni ravnini (ILL\_in\_hor), vertikalno osvetljenost od očesa (ILL\_in\_vert) v smeri okna ter zunanje razmere. Razmerja V/H v teh specifičnih pogojih se gibljejo med vrednostma 1,2 in 3,5. Posebej je treba poudariti posledice nizkih vrednosti sončnega sevanja pozimi na slabe svetlobne razmere v prostoru. Tudi ta eksperiment potrjuje vpliv zunanjih razmer in deleža okenske odprtine v vidnem polju na zagotavljanje primernih vrednosti osvetljenosti ob vpadu v oko. Povprečne vrednosti V/H med delovnim časom so se gibale v območju od 1,8 do 2,1, čeprav smo meritve opravljali pod vplivom zelo variabilnih zunanjih razmer.

Dokazano je, da se zaposleni, ki imajo na delovnem mestu možnost vidnega stika z okolico, lažje zberejo in je zato večja tudi njihova delovna storilnost (Boyce, 2003). Pogled skozi okno je edini, ki omogoča sprejem



Slika 5 • Horizontalna (ILL\_in\_hor) in vertikalna (ILL\_in\_vert) osvetljenost delovnega mesta v zahodno orientirani pisarni. Na obravnavani dan so bile vremenske razmere ugodne (sončno vreme) z jutranjo meglo. Na diagramu so prikazani tudi zunanja vertikalna osvetljenost (ILL\_out/10), deljena s faktorjem 10, globalno sončno sevanje (GLOB\_rad), pozicija samodejno vodenih žaluzij (BLIND\_pos) in čas, ko je bila dejavna umetna osvetlitev (AR\_ILL\_on). Povprečno razmerje V/H je bilo 2,0 za obdobje med 8. in 16. uro

zadostne količine naravne svetlobe v oko, ki poleg informacijske (dogajanje v zunanosti) in energetske vloge (svetloba, toplota) predstavlja stimulans za sprožanje pozitivnih nevizualnih bioloških učinkov svetlobe na človeka. Zagotovitev zadostnih nivojev naravne osvetljenosti je še posebej pomembna v zimskem času, saj lahko pisarniški delavec priporočene doze izpostavljenosti prejme le na delovnem mestu. Pozimi je v času, ko gremo na delo in se z njega vračamo,

pogosto že tema oziroma nivoji naravne osvetljenosti niso zadostni za sprožanje pozitivnih učinkov svetlobe. Poleti je pomanjkanje izpostavljenosti naravni svetlobi med delovnim časom manj problematično, saj lahko priporočene odmerke naravne svetlobe prejmemo med potjo v službo ali domov in med prostim časom. To pomeni, da zagotovitev nivojev osvetljenosti na višini delovne ravnine samodejno ne zagotavlja tudi sprožanja nevizualnih učinkov.

## 4 • LITERATURA

- Aries, M., Human lighting demands – Healthy lighting in an office environment, Technische Universiteit Eindhoven, 2005.
- Berson, D. M., Dunn, F. A., Takao, M., Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock, Science, AAAS, l. 295, št. 5557, str. 1070–1073, 2002.
- Boivin, D. B., Duffy, J. F., Kronauer, R. E., Czeisler, C. A., Dose-response relationships for resetting of human circadian clock by light, Nature, NPG, 1996, št. 379, 540–542, 1996.
- Boubekri, M., An argument of daylighting legislation because of health, Journal of the human environmental system, Japanese Society of Human Environment System, l. 7, št. 2, str. 51–56, 2004.
- Boubekri, M., Daylighting, architecture and health: Building design strategies, Elsevier/Architectural Press, Boston, 2008.
- Boyce, P., Hunter, C., Howlett, O., The benefits of daylight through windows, Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute, ZDA, 2003.
- Brainard, G. C., Hanifin, J. P., Rollag, M. D., Greeson, J., Byrne, B., Glickman, G., Gerner, E., Sanford, B., Human melatonin regulation is not mediated by the three cone photopic visual system, Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism, The Endocrine Society, št. 86, str. 433–436, 2001.

- Brainard, G. C., Hanifin, J. P., Photons, clocks, and consciousness, *Journal of Biological Rhythms*, SAGE, l. 20, št. 4, str. 314–325, 2005.
- Cajochen, C., Zeitzer, J., Czeisler, C., Dijk, D., Dose-response relationship for light intensity and ocular and electroencephalographic correlates of human alertness, *Behavioural Brain Research*, Elsevier, l. 115, št. 1, str. 75–83, 2000.
- Cajochen, C., Alerting effects of light, *Sleep medicine reviews*, Elsevier, št. 11, str. 453–464, 2007.
- Dogrusoy, I. T., Tureyen, M. A., Field study on determination of preferences for windows in office environments. *Building and Environment*, Elsevier, l. 42, št. 10, str. 3660–3668, 2007.
- Evans, G. W., McCoy, J. M., When buildings don't work: The role of architecture in human health, *Env. Pschy*, št. 18, str. 85–94, 1998.
- Figueiro, M. G., Research Recap, *Circadian Rhythm, Lighting design and application*, Illuminating Engineering Society of North America, l. 33, št. 2, str. 17–18, 2003.
- Garbas, T., Primerjalna študija psihofiziološkega vpliva naravne svetlobe na uporabnika notranjega grajenega okolja, *Diplomsko delo*, Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, 2009.
- Glazing Materials, *Comfortable Low Energy Architecture*.  
Povzeto po: [http://www.learn.londonmet.ac.uk/packages/clear/visual/buildings/elements/wall\\_roof/glazing\\_materials.html](http://www.learn.londonmet.ac.uk/packages/clear/visual/buildings/elements/wall_roof/glazing_materials.html).
- Goodman, T., Gibbs, D., Cook, G., Better lighting for improved human performance, health and well-being, and increased energy efficiency, *A coping study for CIE-UK*. NPL Report DQL-OR 019, Teddington, UK: National Physical Laboratory, 2006.
- Heschong, L., *Windows and Offices*, A study of office worker performance and the indoor environment, Technical report, California Energy Commission, 2003.
- Hoffmann, G., Gufler, V., Griesmacher, A., Bartenbach, C., Canazeic, M., Stagglic, S., Schobersberger, W., Effects of variable lighting intensities and colour temperatures on sulphatoxymelatonin and subjective mood in an experimental office workplace, *Applied Ergonomics*, Elsevier, l. 39, št. 6, str. 719–728, 2008.
- ISO 15469:2004 (E), *Spatial distribution of daylight – CIE standard general sky*, CIE Central Bureau, Dunaj.
- Juslen, H. T., Verbossen, J., Wouters, M., Appreciation of localised task lighting in shift work, A field study in the food industry, *International journal of industrial ergonomics*, Elsevier, l. 37, št. 5, str. 433–443, 2007.
- Knoop, M., *Dynamic lighting for well-being in work places: addressing the visual, emotional and biological aspects of lighting design*, Zbornik Razsvetljava 2006, Razsvetljava delovnih mest, Bled, 2006–10–12, Maribor, SDR, str. 63–74, 2006.
- Lockley, S. W., Brainard, G. C., Czeisler, C. A., High sensitivity of the human circadian melatonin rhythm to resetting by short wavelength light, *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, The Endocrine Society, l. 88, št. 9, str. 4502–4505, 2003.
- Mills, P. R., Tomkins, S. C., Schlangen, J. M., The effect of high correlated colour temperature office lighting on employee wellbeing and work performance, *Journal of Circadian Rhythms*, BioMed Central, l. 5, št. 2., 2007.
- Radiance 4.0, *Synthetic Imaging System*. Building Technologies Department Lawrence Berkeley Laboratory, 2010.
- Rea, M. S., Figueiro, M. G., Bullough, J. D., *Circadian photobiology: an emerging framework for lighting practice and research*, *Lighting Research and Technology*, SAGE, l. 34, št. 3, str. 177–187, 2002.
- Schierz, C., *Leben wir in der »biologischen dunkelheit«?*, Zbornik Licht 2002, Maastricht, 2002.
- SIST EN 12464-1, 2004, *Svetloba in razsvetljava*, Razsvetljava na delovnem mestu, 1. del, *Notranji delovni prostori*, Slovenski inštitut za standardizacijo, 2004.
- Van Bommel, W. J. M., Non-visual biological effect of lighting and the practical meaning of lighting for work, *Applied ergonomics*, Elsevier, l. 37, št. 4, str. 461–66, 2006.
- Veitch, J. A., *Lighting for well-being: A revolution in lighting?*, Zbornik 2, CIE Expert Symposium on Lighting and Health, Ottawa, Ontario, 2006–09–07, str. 56–61, 2006.
- Zeitzer, J., Dijk, D., Kronauer, R., Brown, E., Czeisler, C., Sensitivity of the human circadian pacemaker to nocturnal light, Melatonin phase resetting and suppression, *Journal of Physiology*, Physiological Society, št. 526, str. 695–702, 2000.

# PRIPOMBE K ČLANKU DR. UROŠA KRAJNCA ČISTILNA NAPRAVA SEVNICA 1999–2010 (GRADBENI VESTNIK, JANUAR 2011)

Čeprav nimam vpogleda v projektno dokumentacijo odvajanja in čiščenja odpadnih voda Sevnice in le bežno poznam Sevnico z njeno okolico, so se mi na podlagi navedenega strokovnega članka dr. Uroša Krajncja kakor tudi na podlagi mojih strokovnih izkušenj porodili določeni dvomi o strokovno pravilni izvedbi v članku opisanih naprav. Na poglavju 4 (Kanalizacijski sistem), 5 (Čistilna naprava Sevnica) in deloma 6.1 (Tuji eksperti v fazi načrtovanja) tega strokovnega članka želim torej na kratko pripomniti naslednje ...

Oris in opis kanalizacijskega sistema Sevnice v poglavju 4 je nejasen, saj avtor članka uvaja in uporablja netočne in neobičajne strokovne označbe.

Domnevam, da avtor članka pod izrazom primarnih zbiralnikov označuje nedavno novozgrajene povezovalne oziroma transportne odvodne kanale in razbremenilne objekte, ki odvajajo mešane odtok iz obstoječih kanalizacijskih omrežij Boštanja, Loga in Sevnice na skupno čistilno napravo Sevnica, medtem ko vsa svojčas že zgrajena obstoječa kanalizacijska omrežja (v mešanem sistemu) kakor tudi bodoča omrežja in potrebne objekte bodočih pozidav (v predvidenem ločenem sistemu) uvršča med sekundarne zbiralnike.

Pogosto se v praksi delitev na primarne in sekundarne zbiralnike uporablja pri določanju zbiralnikov in objektov, ki se financirajo s strani evropskih ali državnih skladov. Pri tem so primarni zbiralniki in objekti upravičeni do teh finančnih sredstev, medtem ko sekundarni niso.

Poleg tega se v kanalizacijskih omrežjih pogosto označujejo tudi najprej zgrajeni glavni zbiralniki omrežij kot primarni ter kasneje zgrajeni stranski vodi kot sekundarni.

Delitev na primarne in sekundarne zbiralnike je torej strokovno izredno nejasna in netočna.

Nadalje loči nemška tehnična zakonodaja in strokovno društvo DWA e.V. (nekdaj ATV e.V.) glede na način namestitve kakor njihovega delovanja in dimenzioniranja dve namensko in konstrukcijsko popolnoma različni zvrsti bazenov:

\* zadrževalne bazene (nem.: Regenrückhaltebecken; kratica RRB), ki se dimenzionirajo v skladu s smernicami DWA – A 117,

\* ter razbremenilne bazene (nem.: Regenüberlaufbecken; kratica RÜB), ki se nameščajo, dimenzionirajo in konstruirajo v skladu s smernicami ATV – A 128.

V slovenski strokovni praksi se (zaradi neznanja) ti dve različni vrsti bazenov istovetita in praviloma ne ločita niti po strokovnih imenih, kaj šele po načinu uporabe. Avtor članka v poglavju 4 navaja skupno namestitvev obbeh vrst bazenov na »primarnih zbiralnikih«, zato sklepam, da razbremenilni bazeni (RÜB) niso bili nameščeni, dimenzionirani in konstruirani v skladu z zahtevami smernic ATV – A 128. Torej ti številni (dragi) bazeni ne bodo izpolnjevali zahtevanih in zadanih ekoloških nalog.

V poglavju 5 navedena kapaciteta čistilne naprave Sevnica z 9900 PE je bila očitno izbrana nekoliko pod mejo naslednjega velikostnega reda čistilnih naprav ( $\geq 10.000$  PE do  $< 100.000$  PE) tako, da zanjo ravno še ne veljajo znatno zahtevnejše mejne vrednosti parametrov (slovenske zakonodaje) za dimenzioniranje čistilnih naprav nad 10.000 PE.

Torej bo treba pri prihodnji širitvi ČN Sevnica upoštevati znatno zahtevnejše in ostrejšje mejne vrednosti parametrov tudi za te ravnokar novozgrajene objekte čistilne naprave. Glede na (do 85-odstotno) udeležbo evropskih finančnih sredstev bi bilo za investitorja vsekakor smiselno upoštevati te zahtevnejše in ostrejšje mejne vrednosti sosednjega višjega razreda ( $\geq 10.000$  PE do  $< 100.000$  PE) že pri dimenzioniranju sedanje kapacitete čistilne naprave (9900 PE).

Pri določanju velikostnega reda ČN Sevnica se je nadalje »nehote« prezrla in kršila tudi zahteva nemških smernic DWA, ki predpisuje in dovoljuje prevzemanje vsebin greznic izključno samo na ustrezno opremljenih čistilnih napravah velikosti  $\geq 10.000$  PE. Predvideno prevzemanje vsebin greznic na ČN Sevnica (9900 PE) torej ni dopustno.

Po navedbah avtorja članka naj bi klasična komunalna ČN Sevnica omogočala delno denitrifikacijo, nitrifikacijo (odpadnih voda) in **delno (!) aerobno stabilizacijo blata**.

Strokovni izraz »delne stabilizacije blata« mi je neznan, saj smernice DWA, na katere se avtor sklicuje, kakor tudi vsa druga tuja strokovna literatura poznajo in priznavajo zgolj stabilizirano ali nestabilizirano blato. Bistvena razlika med stabiliziranim in nestabiliziranim blatom je v tem, da stabilizirano blato ne sme več vsebovati nevarnih črevesnih bakterij. Ali pomeni ta novi slovenski strokovni pojem »delnega stabiliziranega blata« torej zgolj nekoliko zmanjšano število nevarnih kolibakterij?

Bojim pa se, da ta novi slovenski strokovni pojem skuša »strokovno« prikriti zgolj nespametno in neodgovorno »varčevanje« izdatkov na popolnoma zgrešenem mestu s hudimi ekološkimi in ekonomskimi posledicami. Aerobna stabilizacija blata zahteva namreč 25-dnevno starost blata, kar pomeni določeno velikost prostornine prezračevalnega bazena. S strokovno neodgovornim zmanjšanjem starosti blata se adekvatno zmanjša potrebna prostornina prezračevalnega bazena, s tem pa (ne glede na posledice) ustrezno »poceni« gradnja čistilne naprave in tako zviša konkurenčnost (tako manipulirane) ponudbe.

Tveganost na ta način manipulirane ponudbe je za »našega« ponudnika zanemarljiva, saj med odločanjem o najcenejši ponudbi pri nas, razen upoštevanja kriterija najnižje cene, nikogar ne zanima in nihče ne odgovarja za na tak način kasneje povzročeno znatno slabše in dražje delovanje naprav ali za tako povzročene hude ekološke posledice. Na tak način zmanjšana dejanska zmogljivost take čistilne naprave (in s tem zgolj teoretično povezana odgovornost) se namreč praviloma lahko opazi šele veliko kasneje (po nekaj ali več letih), ko so na čistilno napravo končno priključeni vsi predvideni deli omrežij in mora čistilna naprava delovati pod polno končno obtežbo.

Medtem ko so bile v daljni preteklosti take manipulacije zaradi strogo zahtevanih natančnih tehničnih izračunov in revizij projektov praktično nemogoče, pa dandanes zadostujejo tehnično skrajno pomanjkljive, zato pa z različnimi izjavami, potrdili, formularji, certifikati itd. prenapihnjene projektne dokumentacije. V vse večji meri količina nadomešča kakovost in razraščajoča se birokracija vse hitreje izpodriva in uničuje stroko.

Splošno na področju čiščenja odpadnih voda velja, da čistilne naprave, ki niso zmožne stabilizirati biološkega blata, niso zadnje stanje tehnike.

ČN Sevnica bo torej proizvajala velike dnevne količine (na 20 do 22 % suhe snovi) zgoščenega, okolju nevarnega, nestabiliziranega blata. Avtor je v članku tudi modro zamolčal bodoči ključni ekološki in ekonomski problem občine Sevnice, in sicer nerešen način ter visoke stroške odstranitve velikih količin oporečnega nestabiliziranega blata kot stalnega proizvoda ČN Sevnica.

Strokovno nerazumljiva sta tudi vzrok in namen (v tem izbranem velikostnem redu čistilne



naprave nezahtevanega, torej glede na evropsko in slovensko zakonodajo nepotrebne) izredno dragega dodajanja obarjalnega sredstva za kemijsko izločanje fosforja.

Po navedbah avtorja je bila hidravlična obremenitev čistilne naprave določena v skladu s smernicami DWA (ATV – A 131). Torej domnevam, da se je dotok določal kratko malo na podlagi splošnih računskih vrednosti, ki glede na moje izkušnje v tem primeru vsekakor bistveno odstopajo od dejanskih dotočnih vrednosti. Dvomim, da sta se pred načrtovanjem izvajala predhodno merjenje in ugotavljanje dejanskih odtokov iz obstoječih omrežij, kakor to zahtevajo navedene smernice (ATV – A 131).

Glede na običajno stanje naših obstoječih kanalizacijskih omrežij sem nadalje tudi prepričan, da je dejanski skupni dotok tujih voda na ČN Sevnica znatno višji od predvidenega skupnega računskega dotoka ( $Q_k = 15,43$  l/s). Poleg tega dvomim, da so se pri hidravlični obtežbi ČN Sevnica upoštevali dejanski maksimalni (sumirani) odtoki številnih dušik in črpališč. Zato bo ČN Sevnica pri mešanih dotokih hudo hidravlično preobremenjena (z vsemi ekološkimi posledicami takih preobremenitev in preplaknitvev čistilne naprave za Savo).

V poglavju 6.1 Tuji eksperti v fazi načrtovanja se avtor članka ogorčeno pritožuje nad tujimi strokovnjaki, ki naj bi v imenu Evropske unije preverjali upravičenost in tehnične rešitve (slovenskih) projektov, saj ugotavlja, da so evropski strokovnjaki v Sevnici v fazi načrtovanja (!) le v izredno skromnem obsegu pomagali h kakovostnejšim projektom (??). V nadaljevanju se tujim evropskim strokovnjakom očita izredno slaba pripravljenost spoznavanja, razumevanja in upoštevanja slovenske zakonodaje in za povrh se dodaja še očitek, da celo marsikateri od teh strokovnjakov naj ne bi poznal niti nemških predpisov! Ali povedano z drugimi besedami: »Kakšni evropski strokovnjaki so to, da nočejo (verjetno brezplačno) voditi, pojasniti, popravljati, dopolnjevati, rešiti ter izdelati nalog in obveznosti naših projektantov in zadolženih uradnikov?«

Kako priročno je vso krivdo za naše strokovno neznanje, nesposobnost in neodgovornost obešati tujim evropskim strokovnjakom!

Avtorju očitno ni znano, da je bila naloga teh tujih strokovnjakov izključno preverba upravičenosti koriščenja sredstev evropskih skladov v smislu evropskih določb. Slovenska zakonodaja jih pri tem ne zanima neposredno, saj smo se pri vstopu v Evropsko unijo zavezali, da jo bomo natančno prilagodili evropskim zahtevam. Evropske zahteve so namreč za vse članice obvezne in se smejo načeloma dodatno le zaostri in nadgraditi, nikakor pa se jih ne sme omiliti. Še najmanj pa se smejo evropski strokovnjaki vmešavati in svetovati pri izbiri

tehnologij oziroma podajati strokovne ocene kakor tudi preverjati pravilnost tehničnih rešitev. Tehnične rešitve (oziroma stanje tehnike) jih torej zanimajo posredno le v sklopu ustreznega dodeljevanja in koriščenja finančnih sredstev.

Še kako pa bo Evropska unija kasneje natančno preverila rezultate teh vloženih finančnih sredstev in poleg izreka visokih kazni zahtevala tudi povrnitev nepravilno uporabljenih finančnih sredstev za nezadostno in nepravilno delujoče naprave, kakor tudi zahtevala takojšnje sanacije nezadostno delujočih naprav na lastne stroške!

Administracija Evropske unije pri izbiri mogočih tehničnih rešitev projektov (kot je videti zmotno) predpostavlja, da so glede stopnje strokovnega znanja in praktičnih izkušenj slovenski projektni zmožni, torej tudi dovolj strokovno usposobljeni in odgovorni, da brez pomoči tujih strokovnjakov ali tuje revizije izdelajo ustrezne projektne dokumentacije.

Moja generacija je namreč to še izvrstno obvladala in znala na ustrezni strokovni ravni odgovorno izdelati projektne dokumentacije, vršiti njihove strokovne revizije in strokovno zagovarjati svoje projekte. Ni nam bilo treba od tujcev pričakovati ali terjati strokovne pomoči, razlag tujih predpisov oziroma pričakovati popraviljanja ter (brezplačno izdelanih) revizij projektov. Zelo radi pa smo se od njih učili, se izogibali njihovim razvojnim napakam ter premišljeno in preudarno prevzemali njihove strokovne izkušnje.

Ravno na strokovnem področju odvajanja in čiščenja odpadnih voda pa predvsem v zadnjih dveh desetletjih osamosvojitve na žalost hudo pospešeno zaostajamo za tujim strokovnim znanjem ter pri pridobivanju ustreznih praktičnih izkušenj. Uspešno smo namreč prekinili prenos strokovnega znanja in praktičnih izkušenj s starejših generacij slovenskih strokovnjakov na mlajše. Neumnost se plačuje! Cena neumnosti pa narašča eksponentialno.

Zelo neodgovorna je tudi trditve avtorja članka, da se na Slovenijo vrše pritiski k uporabi zastarele tehnologije čiščenja z namenom prodaje opreme, ki v Evropski uniji nima več kupcev. Res me zanima, na kakšen način in v kakšni obliki naj bi se taki tuji pritiski lahko vršili in kdo v Uniji naj bi še proizvajal nekonkurenčno zastarelo opremo, ki jo je mogoče vsiliti in prodajati le v Sloveniji?

Javna skrivnost je, da se pri nas razpisujejo za vsak konkreten primer zgolj vnaprej strogo izbrani in določeni tipi (najcenejše) opreme določenih slovenskih ponudnikov. Praviloma se v razpisih onemogoči in formalno izključi tudi vsaka možnost ponudbe enakovrednih ali celo boljših tehnologij. V na kažo pisanih razpisih se poleg tega še dodatno zaščiti (»našega«) ponudnika s specifičnimi, prekomerno zahtevnimi referencami, izbranimi formalnimi zahtevami, skritimi možnostmi kasnejših aneksov itd.

Skratka, javni razpisi so postali farsno prikrievanje nestrokovnega cehovskega izbora ustreznih lobiranih (»naših«) ponudnikov. Izvencehovski ponudniki nimajo niti najmanjših možnosti navkljub še tako ekološko dobrim in ekonomsko optimalnim tehnologijam.

Z izpolnjevanjem nagramadenih, prirejenih formalnih zahtev razpisov se udeleženci odločitev ustrezno operejo vseh političnih in finančnih odgovornosti.

Pogosto se razpisujejo celo s stroko popolnoma »skregane« naprave. Zato nisem presenečen nad običajno dragim in nezadostnim delovanjem takih naprav; pogosto me zgolj čudi, da take naprave sploh delujejo.

Kar se tiče »zastarelih tehnologij«, pa naj pripomnim še naslednje. Pogosto se pri nas strokovno popolnoma neutemeljeno razglašajo za zastarele večtisočkrat in skozi desetletja preizkušene, tehnično in stroškovno optimalno obvladljive klasične tehnologije čiščenja. Vse pogosteje (in za vsako ceno) se ravno tako brez strokovnih utemeljitev (ali zgolj na podlagi ustreznih psevdostrokovnih študij) razglašajo in zahtevajo moderne, nezadostno preizkušene in drage tehnologije, saj za zgrešene investicije, eventualno slabo delovanje in kasnejše znatno višje obratovalne stroške dandanes nihče več ne odgovarja.

Tak »modernejši« tehnični spomenik si na primer želijo s komunalno membransko postajo (41.000 PE) postaviti na Goriškem. Ker želijo biti za vsako ceno »modernejši«, se (na račun nekajkrat dražjih obratovalnih stroškov, ki jih bodo morali naslednja desetletja nositi uporabniki) uvaja na komunalnem področju v tej velikosti v praksi še nepreizkušena tehnologija, ki jo v Sloveniji nihče strokovno ne obvlada. Javni razpis se bo izvedel za že vnaprej določeni tip opreme membranske čistilne naprave določenega proizvajalca.

Čas bo, da se odgovorni komunalni politiki začnejo vesti kot dobri gospodarji v korist svojim občanom in te sanjske želje »strokovnih« izbrancev postavijo na realna (za občane še plačljiva) tla. Ekologija zahteva že sama po sebi dovolj finančnih vlaganj, zato jo je nesmiselno dražiti še z dodatnimi nepotrebni prekomernimi izdatki. Pretežni del uporabnikov teh nezadostno delujočih in dragih naprav je na robu finančnih zmognosti, zato jih je nespametno in politično nevarno še nadalje finančno obremenjevati in jih dražiti z očitnim razmetavanjem slabih investicij ter nepotrebni prekomerni naraščanjem stroškov.

Moderne povezave in mediji vedno hitreje zmanjšujejo občutek geografske oddaljenosti Grčije in Egipta. Vzroki, dogajanja, spoznanja in posledice diktature kapitala v teh deželah so nam tako vedno bližji in vedno nazornejši.

**Franc Maleiner, univ. dipl. inž. kom.**

# ODGOVOR AVTORJA

Glede na določene dvome Franca Maleinerja, univ. dipl. inž. kom., podajam nekaj odgovorov na ključne pripombe.

**Maleinerjeva trditev:** Delitev na primarne in sekundarne zbiralnike je strokovno izredno nejasna in netočna.

**Odgovor:** Kot glavna zbiralnika sem imenoval zbiralnika na levem in desnem bregu Save, ki odvedeta odpadno vodo Sevnice, Boštanja in Loga na čistilno napravo. Zanju porabljam tudi izraz zbirni kanal.

**Maleinerjeva trditev:** V praksi se delitev na primarne in sekundarne zbiralnike pogosto uporablja pri določanju zbiralnikov in objektov, ki se financirajo s strani evropskih ali državnih skladov. Pri tem so primarni zbiralniki in objekti upravičeni do teh finančnih sredstev, medtem ko sekundarni niso.

**Odgovor:** Kanalizacijska omrežja in čistilne naprave za aglomeracije, večje od 2000 PE, sofinancira Evropska unija preko kohezijskega sklada. Ta zahteva, da mora biti izgrajena ob čistilni napravi tudi kanalizacija v aglomeraciji tako, da je 95 odstotkov gospodinjstev priključenih na čistilno napravo in jo sofinancira.

**Maleinerjeva trditev:** Avtor članka v poglavju 4 navaja skupno namestitvev obeh vrst bazenov na »primarnih zbiralnikih«, zato sumim, da razbremenilni bazeni (RÜB) niso bili nameščeni, dimenzionirani in konstruirani v skladu z zahtevami smernic ATV – A 128. Torej ti številni (dragi) bazeni ne bodo izpolnjevali zahtevanih in zadanih ekoloških nalog.

**Odgovor:** V članku je napisano, da se pred priključkom sekundarnega omrežja na zbirne kanale namestijo razbremenilni bazeni deževnih voda. Na ta način se dodatno razbremenijo zbirni kanali, saj se iz razbremenilnih bazenov na čistilno napravo odvaja zgolj dvojni sušni pretok (2Q sušno + Q tuje). Torej razbremenilni bazeni (RÜB) niso nameščeni na primarnih zbiralnikih in so koncipirani v skladu z ATV – A 128.

**Maleinerjeva trditev:** V poglavju 5 navedena kapaciteta čistilne naprave Sevnica z 9900 PE je bila očitno izbrana nekoliko pod mejo naslednjega velikostnega reda čistilnih naprav ( $\geq 10.000$  PE do  $< 100.000$  PE) tako, da zanju ravno še ne veljajo znatno zahtevnejše mejne vrednosti parametrov (slovenske zakonodaje) za dimenzioniranje čistilnih naprav nad 10.000 PE.

**Odgovor:** Povsem izmišljena trditev. Čistilna naprava s kapaciteto 9900 PE ima tudi terciarno čiščenje (čiščenje dušikovih in fosforjevih spojin), kar je razvidno tudi iz opisa tehnologije čistilne naprave.

**Maleinerjeva trditev:** Pri določanju velikostnega reda ČN Sevnice se je nadalje »nehote« prezrlo

in kršila tudi zahteva nemških smernic DWA, ki predpisuje in dovoljuje prevzemanje vsebin greznic izključno samo na ustrezno opremljenih čistilnih napravah velikosti  $\geq 10.000$  PE. Predvideno prevzemanje vsebin greznic na ČN Sevnica (9900 PE) torej ni dopustno.

**Odgovor:** Prevzemanje vsebin greznic na ČN Sevnica (9900 PE) ni dopustno po nemških smernicah DWA, ki pa ne veljajo v Sloveniji. Slovenija po ekonomski moči, tehnični kulturi, organizaciji komunalnega in vodnega gospodarstva zaostaja za Nemčijo, izpolnjuje pa evropsko zakonodajo, k čemur je zavezana kot članica Evropske unije. Zato primerjajmo Slovenijo s primerljivimi članicami Evropske unije. Okoljska zakonodaja na področju odpadnih voda je zahtevnejša od evropske, ker smo se v Sloveniji zavestno odločili, da hočemo imeti naše reke in podzemno vodo čiste.

**Maleinerjeva trditev:** Po navedbah avtorja članka naj bi klasična komunalna ČN Sevnica omogočala delno denitrifikacijo, nitrifikacijo (odpadnih voda) in delno (!) aerobno stabilizacijo blata.

Rezultati čiščenja čistilne naprave Sevnica v januarju 2011:

| Parameter                            | izražen kot | enota | 19. 1. 2011 |       |
|--------------------------------------|-------------|-------|-------------|-------|
|                                      |             |       | vtok        | iztok |
| pH-vrednost                          |             |       | 7,8         | 7,5   |
| neraztopljene snovi                  |             | mg/l  | 425         | 5     |
| amonij                               | N           | mg/l  | 30          | <0,6  |
| celotni vezani dušik                 | N           | mg/l  | 31          | 5,9   |
| kemijska potreba po kisiku – KPK     | O(2)        | mg/l  | 632         | <15   |
| učinek po KPK                        |             | %     |             | 99    |
| biokemijska potreba po kisiku – BPK5 | O(2)        | mg/l  | 430         | <5    |
| učinek po BPK5                       |             | %     |             | 99    |

Analize blata (Zavod za zdravstveno varstvo Celje): na podlagi analiz parametrov okoljske kakovosti ugotavljamo, da bi se glede vsebnosti kadmija, bakra in cinka odvzeti vzorec uvrstil v drugi razred okoljske kakovosti. Glede na to, da ne gre za kompost oziroma pregnito blato, se vzorec razporedi v razred »stabiliziranih, biološko razgradljivih odpadkov«. Rezultati kemijskih analiz kažejo, da mejne vrednosti za stabilizirane, biološko razgradljive odpadke v odvzetem vzorcu niso bile presežene.

**Maleinerjeva trditev:** Strokovno nerazumljiva sta tudi vzrok in namen (v tem izbranem velikostnem redu čistilne naprave nezahtevanega, torej glede na evropsko ter slovensko zakonodajo nepotreb-

nega) izredno dragega dodajanja obarjalnega sredstva za kemijsko izločanje fosforja.

**Odgovor:** Glede na izpust v zajezeno Savo (akumulacijsko jezero HE Blanca) in morebitno evtrofikacijo zajezene vode se je investitor odločil za tretjo stopnjo čiščenja že takrat, ko za to še ni bilo zakonske obveze. Zdaj pa to slovenska zakonodaja zahteva!

**Maleinerjeva trditev:** V poglavju 6.1 »Tuji eksperti v fazi načrtovanja« se avtor članka ogorčeno pritožuje nad tujimi strokovnjaki, ki naj bi v imenu Evropske unije preverjali upravičenost in tehnične rešitve (slovenskih) projektov, saj ugotavlja, da so evropski strokovnjaki v Sevnici v fazi načrtovanja (!!) le v izredno skromnem obsegu pomagali h kakovostnejšim projektom (??). V nadaljevanju se tujim evropskim strokovnjakom očita izredna slaba pripravljenost spoznavanja, razumevanja in upoštevanja slovenske zakonodaje in za povrh se dodaja še očitke, da celo marsikateri od teh strokovnjakov naj ne bi poznal niti nemških predpisov! Ali povedano z drugimi besedami: »Kakšni evropski strokovnjaki so to, da nočejo (verjetno brezplačno) voditi, pojasniti, popravljati, dopolnjevati, rešiti ter izdelati nalog in obveznosti naših projektantov in zadolženih uradnikov?«

Kako priročno je vso krivdo za naše strokovno neznanje, nesposobnost in neodgovornost obešati tujim evropskim strokovnjakom!

**Odgovor:** V članku sem opisal svoje osebne izkušnje z evropskimi strokovnjaki pri konkretnih primerih. Te izkušnje so slabe (tuji strokovnjaki rijejo objekt čistilnih naprav po obstoječih, celo spomeniško zaščitenih objektih, v kanalizacijskem sistemu, ki danes deluje s tremi črpališči, predvidijo približno 25 črpališč) kot tudi izredno pozitivne (strokovnjaki JASPERS).

Glede našega strokovnega neznanja, nesposobnosti in neodgovornosti pa naslednje: v Sloveniji kot samostojni državi smo naredili ogromen korak ravno na področju čiščenja odpadnih voda. Danes je v Sloveniji 272 komunalnih čistilnih naprav s skupno kapaciteto 1.937.987 PE! Večino teh naprav so projektirali in izgradili slovenski strokovnjaki, vgrajevala se je kakovostna, pretežno tuja oprema. Država je uspela pridobiti sofinanciranje skladov Evropske unije, ki pa je zagotovo preverjala, kako so bila uporabljena njihova sredstva. Ne trdim, da je stanje v Sloveniji na tem področju idealno. Vendar smo mlada država, ki se zelo trudi na področju varovanja okolja, nekateri domači strokovnjaki razpolagajo z veliko strokovnega znanja, ki so ga pridobili ob realizaciji projektov čistilnih naprav. Ti so sposobni tudi brez pomoči tujih strokovnjakov in tujih revizij izdelati ustrezno projektno dokumentacijo.

Dr. Uroš Krajnc, univ. dipl. inž. grad.



## **S projekti zavezani k uspehu - tudi v krizi**

11. – 13. maj 2011, Portorož



### **Spoštovane kolegice in spoštovani kolegi!**

Slovensko združenje za projektni management (ZPM) vsako leto organizira projektni forum, ki bo letos potekal

**od 11. 5. 2011 do 13. 5. 2011 v Hotelu Metropol v Portorožu.**

**V Slovenijo je močno pljusknila svetovna kriza, ki jo je sprožil predvsem pohlep. Zlasti izrazito se kaže v gradbeništvu, kjer se vrstijo stečaji in prisilne poravnave, večja se brezposelnost ... Nujen je odločen korak naprej, zato smo izbrali za forum 2011 naslov**

### **»S projekti zavezani k uspehu - tudi v krizi«**

**Podrobnejše informacije dobite na spletni strani ZPM**

<http://sl.zpm-si.com/forum-2011/> oziroma na spletni strani foruma

<http://zpm-forum.si/>

**V imenu organizatorjev Vas vabimo, da aktivno sodelujete na konferenci!**

Veseli bomo, če se boste odzvali našemu vabilu,

mag. Andrej Kerin  
predsednik ZPM



# NOVI DIPLOMANTI

## UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

### UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Klemen Rezelj**, Projekt sedem etažne poslovne stavbe nepravilne tlorisne oblike po Evrokod standardih, mentorizr. prof. dr. Tatjana Isakovič, somentor prof. dr. Matej Fischinger

**Sara Kocjančič**, Analiza prometnih nesreč v predorih na slovenskih avtocestah in hitrih cestah ter predlogi za njihovo odpravo, mentor doc. dr. Tomaž Maher, somentor viš. pred. mag. Jure Kostanjšek

**Tomaž Koron**, Obvladovanje sprememb v gradbenem projektu, mentorizr. prof. dr. Jana Šelih

## UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO

### VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Gašper Škof**, Miniranje v kamnolomih, pri gradnji predorov in rušenju gradbenih objektov, mentor doc. dr. Andrej Štrukelj, somentor viš. pred. dr. Milan Kuhta

## UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO – EKONOMSKO POSLOVNA FAKULTETA

### UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GOSPODARSKEGA INŽENIRSTVA

**Andreja Prša**, Struktura stroškov pri obratovanju stavb različnih namembnosti, mentorja doc. dr. Igor Pšunder – FG inizr. prof. dr. Borut Bratina – EPF

**Tomaž Tajhmajster**, Energetska izkaznica ter pregled analize o učinkoviti rabi energije v slovenskih podjetjih, mentorjaizr. prof. dr. Dean Korošak – FG in doc. dr. Aleksandra Pisnik Korda – EPF

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

**Vsem diplomantom čestitamo!**

Skladno z dogovorom med ZDGITS in FGG-UL vsi diplomanti gradbenega oddelka Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani prejema**jo** Gradbeni vestnik (12 števil) eno leto brezplačno. Vse, ki bodo želeli po prejemu 12. številke postati redni naročniki, prosimo, naj to čimprej sporočijo uredništvu na naslov: GRADBENI VESTNIK, Leskoškova 9E, 1000 Ljubljana; telefon: (01) 52 40 200; faks: (01) 52 40 199; e-mail: [gradb.zveza@siol.net](mailto:gradb.zveza@siol.net).

ZDGITS in Uredništvo Gradbenega vestnika

# KOLEDAR PRIREDITEV

**11. in 18.4.2011**

**Ocena požarne odpornosti delno zaščitenih sovprežnih stropov**  
IZS, Ljubljana, Slovenija  
[www.izs.si](http://www.izs.si)  
[polona.okrefic@izs.si](mailto:polona.okrefic@izs.si)

**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](http://www.concretepavements.org/China_2011_cfp.pdf)

**23.-27.5.2011**

**Analysis of Creep and Shrinkage Effects in Concrete Structures**  
Udine, 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](http://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](http://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](http://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](http://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](http://www.footbridge2011.pwr.wroc.pl)

**10.-15.7.2011**

**13th International Conference on Wind Engineering**  
Amsterdam, Nizozemska  
[www.icwe13.org](http://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](http://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](http://www.hpc-2011.com)

**4.-9.9.2011**

**WEC 2011**  
**World Engineers Convention**  
Geneva, Švica  
[www.wec2011.ch](http://www.wec2011.ch)

**20.-23.9.2011**

**IABSE Annual Meetings and IABSE Symposium**  
London, Anglija  
[www.iabse.ethz.ch/conferences/calendarofevents](http://www.iabse.ethz.ch/conferences/calendarofevents)

**25.-30.9.2011**

**24th World Road Congress**  
Mexico City, Mehika  
[www.piarc.org/en/](http://www.piarc.org/en/)

**3.-7.10.2011**

**Mechanics of Masonry Structures**  
Fisciano, Italija  
[www.cism.it/courses/C1110](http://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://nefforum.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](http://www.zdruzenje-zas.si)

**11.-14.6.2012**

**Concrete structures for a sustainable community**  
Stockholm, Švedska  
[johan.silfwerbrand@cbi.se](mailto:johan.silfwerbrand@cbi.se)

**8.-12.7.2012**

**10th International Conference on Concrete Pavements Québec**  
City, Québec, Kanada  
[www.concretepavements.org](http://www.concretepavements.org)

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