





Izdajatelj:

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

Izdajateljski svet:

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

Glavni in odgovorni urednik:

prof. dr. Janez Duhovnik

Sodelavec pri MSG IZS:

Jan Kristjan Juteršek

Lektor:

Jan Grabnar

Lektorica angleških povzetkov:

Darja Okorn

Tajnica:

Eva Okorn

Oblikovalska zasnova:

Mateja Goršič

Tehnično urejanje, prelom in tisk:

Kočevski tisk

Naklada:

3000 izvodov

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

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

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

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

Navodila avtorjem za pripravo člankov in drugih prispevkov

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

Uredništvo

Vsebina • Contents

Uvodnik

stran **258**

Gorazd Humar, univ. dipl. inž. grad.

ALI SO SLOVENSKE AVTOCESTE RES PREDRAGE?

In memoriam

stran **259**

Miran Marussig, univ. dipl. inž. grad.

INŽ. LEO AVANZO 1921–2010

Jubilej

stran **260**

prof. dr. Matjaž Mikoš, univ. dipl. inž. grad.

OB 90-LETNICI PROF. DR. MARKA BREZNIKA

Članki • Papers

stran **261**

mag. Bojana Lukač, univ. dipl. inž. kem. teh.

doc. dr. Andreja Zupančič Valant, univ. dipl. kem. inž.

**RAZISKOVANJE OBNAŠANJA GUMIBITUMNA KOT VEZIVA ZA
PROIZVODNJO GUMIRANIH ASFALNIH ZMESI**

THE INVESTIGATION OF RUBBER MODIFIED BITUMEN AS A BINDER
FOR PRODUCTION OF ASPHALT MIXTURES

stran **269**

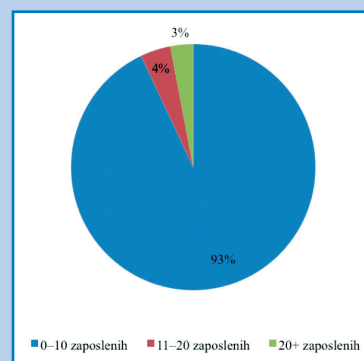
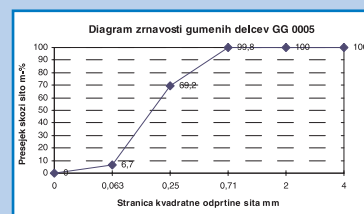
dr. Robert Klinc, univ. dipl. inž. grad.

prof. dr. Žiga Turk, univ. dipl. inž. grad.

doc. dr. Matevž Dolenc, univ. dipl. inž. grad.

**RAZISKAVA O RABI INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKIH
TEHNOLOGIJ V SLOVENSKI GRADBENI INDUSTRIJI**

SURVEY OF THE INFORMATION AND COMMUNICATION
TECHNOLOGIES USAGE IN SLOVENIAN AEC INDUSTRY



Novi diplomanti

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

Koledar prireditev

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

Slika na naslovnici: Del mostu čez Savo v Beogradu, ki ga na levem bregu gradi SCT,
foto Janez Duhovnik

UVODNIK

ALI SO SLOVENSKE AVTOCESTE RES PREDRAGE?

Nihče se doslej ni posebej poglobljeno ukvarjal s položajem in vlogo slovenskih gradbenih družb pri gradnji slovenskega avtocestnega križa. Po osamosvojitvi Slovenije leta 1991 in kmalu zatem, ko se je začel avtocestni program intenzivneje razvijati, smo se slovenski gradbeniki v mladi državi Sloveniji prvič resneje soočili s tujo konkurenco. Naenkrat so se velike evropske gradbene družbe z dolgo tradicijo in bogatim znanjem pri gradnji avtocest pojavile na slovenskem gradbenem trgu in pričele konkurirati domačim izvajalcem. Nekateri tuji gradbeni velikanji (imen ne želim navajati) so tudi nekaj desetkrat večji od posameznih slovenskih gradbenih družb. Konkurenčni boj ni bil več enakopraven in je zato silil slovenske gradbenike v združevanja na različne načine.

Javno mnenje pravi, da so slovenske avtoceste zelo drage. To so želeli javnosti zelo sočno na več načinov sporočiti številni politiki, pa tudi visoki državni uradniki so se našli med njimi. Nekateri so bili s tem prepričevanjem kar uspešni. Po slovenskih gradbenikih so tolkli z vseh strani. Na dan so nekateri »privlekli« še novo resnico – slovenski gradbeniki so s svojimi dogovarjanji za tretjino podražili slovenski avtocestni program. Novica je bila res udarna in je tudi tako zvenela. Že v zraku je bilo čutiti, da se bližajo volitve s političnimi obračuni na vse strani.

Kaj pa o tem govorijo pravi podatki – ali so naše avtoceste res »pregrešno« drage? Z natančno analizo dejanskih stroškov gradnje se od politikov nihče ni povsem resno ukvarjal, je pa zato postal vse močnejši in izrazitejši lov na tiste, ki naj bi bili za to krivi. Vsi prsti so bili enoglasno usmerjeni proti slovenskim gradbenikom. Tednik Mladina je na zanimiv način nekako tako prikazal izračun, ki je še vedno predmet manipulacije. Glede na dejstvo, da smo v Sloveniji zgradili od leta 1994 kar 513 km avtocest za 6 milijard evrov in da lahko karteli dvigajo tržno ceno za okoli 30 odstotkov

(vir: Wikipedia), to pomeni, izračunano na hitro, da je bil slovenski avtocestni križ preplačan za skoraj 2 milijardi evrov (30 % od 6 milijard evrov). To se je spet lepo slišalo in novica je obletela Slovenijo, zganili so se številni državni organi, uperili zanimanje proti slovenskim gradbenim družbam, preiskave Urada za varstvo konkurence (UVK) so se kar vrstile v osmih večjih slovenskih gradbenih družbah. Preiskave ni bilo v nobeni tuji, avstrijski, italijanski ali hrvaški gradbeni družbi, ki so registrirane v RS in sodelujejo pri gradnji slovenskih avtocest. Mar ta podatek ni dovolj zgovoren? Si predstavljate, koliko bi bilo v takem primeru obiskov tujih veleposlanikov, predstavnikov teh držav na našem zunanjem ministrstvu in kako bi to odmevalo v tujem tisku?

Sedaj pa zadeva ni več tako preprosta, kot je to videti na prvi pogled. Počasi bomo ugotovili tudi dejstvo, da v Sloveniji pri licitacijah za javne naročnike (beri avtocestne odseke) vedno bolj intenzivno nastopajo tudi tuje gradbene družbe in ne samo slovenske. Kako je mogoče potem s »kartelnimi dogovori« omejevati konkurenco, če na slovenskem gradbenem trgu nastopa tudi več tujih ponudnikov oz. izvajalcev. Zbral sem podatke o nastopih tujih gradbenikov na natečajih za javna naročila na slovenskih avtocestah. Rezultati so presenetljivi. Pri 35 javnih naročilih od leta 1994 naprej na slovenskih avtocestah s posamično vrednostjo nad 30 milijonov evrov je pri 30 javnih naročilih sodeloval vsaj en tuji ponudnik, praviloma pa jih je sodelovalo več. Drugače povedano, to pomeni, da smo bili slovenski gradbeniki vedno soočeni s tujo konkurenco, ki je že s svojo prisotnostjo in cenovno politiko kreirala konkurenčna razmerja med vsemi ponudniki. Ob tem dejstvu pa se seveda upravičeno vprašamo, kam naj bi šli tisti 2 milijardi evrov, ki naj bi ju slovenski gradbeniki vzeli v svoje žepe, kot so to radi navajali vsi slovenski mediji. Ali je to res mogoče ob tako močni mednarodni konkurenci?

Pa se s podatki poigravajmo še malo. Večina tistih, ki so govorili o »pregrešno dragih« slovenskih avtocestah, ni nikoli segla po pravih podatkih o njihovi ceni. S številkami, ki so prirejene dnevni politični rabi, se lahko namreč odlično manipulira. Nekateri pri tem zares uspevajo. Zato sem mišljenja, da je koristno objaviti podatke o stroških gradnje avtocest v Srednji Evropi, ki jih je nedavno na osnovi zbiranja podatkov objavila strokovna revija World Highways.

Povzel bom le najpomembnejše ugotovitve. Poročilo pravi, da je najdražja gradnja avtocest v Avstriji s ceno 12,7 mio. EUR/km, sledijo ji Madžarska z 11,21 mio. EUR/km, Slovaška z 9,56 mio. EUR/km, Češka Republika z 8,86 mio. EUR/km. Na dnu lestvice je Danska s 5,89 mio. EUR/km, navzgor pa ji sledijo Hrvaška s 6,682 mio. EUR/km in Slovenija s 7,29 mio. EUR/km. Strošek gradnje avtocest v Nemčiji pa znaša 8,24 mio. EUR/km.

Še zanimivejši so podatki o cenah mostnih konstrukcij. Najdražje mostove gradijo na Madžarskem, sledijo pa Danska, Nemčija in Češka Republika. Najnižji stroški gradnje mostov so na Hrvaškem, sledita pa ji Slovenija in Slovaška.

Najdražje predore gradijo v Češki Republiki, Nemčiji in na Madžarskem.

Podatki so presunljivo neizprosni in zgovorni sami po sebi. Zanikajo in na laž postavljajo vse, ki so operirali in manipulirali s ceno gradnje slovenskih avtocest in zlivali gnojnico na slovenske gradbenike. Tuja konkurenca si lahko ob tem samo mane roke in se pomenljivo smehlja.

Vprašanje za milijon evrov, ki ga na koncu tega zapisa postavljam, pa je: ali se bo našel kakšen veljak, ki bi znal ob takih podatkih vzeti v bran slovenske gradbenike? Pravzaprav to ni vprašanje za milijon evrov, je zgolj in samo retorično vprašanje.

GORAZD HUMAR, univ. dipl. inž. grad.



IN MEMORIAM

INŽ. LEO AVANZO 1921–2010

Konec septembra je v starosti 89 let preminil Leo Avanzo, univ. dipl. inž. grad., zadnji iz skupine projektantov prvih slovenskih avtocest. Bil je inženir, ki je z izrednim občutkom za vodenje trase cest in njihovo umestitev v prostor ter briljantnim obvladanjem vseh njenih tehničnih elementov veljal za mojstra svoje stroke. Ni bil le projektant, bil je tudi vodja projektih timov, učitelj in vzgojitelj generacij cestnih inženirjev, ki so pod njegovim vodstvom načrtovali slovenski »avtocestni križ«.

Po diplomu na ljubljanski gradbeni fakulteti leta 1947 je bil vodja sekcije za gradnjo tedanje avtoceste Beograd–Zagreb na odseku Ruma–Šid, nato glavni projektant ceste Ljubljana–Zagreb na odseku Krška vas–Mrtvice–Otočec–Karteljevo ter rekonstruktor ceste Maribor–Ljubljana na odseku Prevoje–Trojane–Vransko. V tem času je izdelal tudi glavni projekt cest Orašje–Bjelina in Čačak–Užice.

Med letoma 1963 in 1968 je bil honorarni asistent pri Katedri za geomehaniko na Fakulteti za gradbeništvo v Ljubljani. Med letoma 1966 in 1972 je izdelal idejni in glavni projekt avtoceste Vrhnika–Postojna, idejni projekt avtocest Senožče–Divača–Sežana in Razdrto–Nova Gorica ter glavni projekt avtoceste Selo–Nova Gorica. Od leta 1973 do leta 1983 je bil vodilni projektant in direktor projektive pri Geodetskem zavodu SRS. V strokovnih revijah je objavil vrsto strokovnih člankov o zakoličenju prem in krivin, uporabi elektronskih in drugih sodobnih naprav za projektiranje cest, metodah sodobnega projektiranja in podobno.

Inženir Leo Avanzo je bil osebnost, ki ne pušča samo sledi na izjemnih objektih, kakršni so avtoceste in druge državne ceste, pač pa tudi v spominu za njim prihajajočih generacij inženirjev, ki so svoje delo posvetili cestam.

Miran Marussig

JUBILEJ

OB 90-LETNICI PROF. DR. MARKA BREZNIKA



Decembra letos bo praznoval svojo 90-letnico prof. dr. Marko Breznik, upokojeni profesor Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Profesor Breznik je najstarejši živeči profesor s področja gradbeništva v Sloveniji.

Profesor Breznik je bil dolgoletni učitelj vrste predmetov s področja inženirske hidrotehnike in je v akademsko okolje vnesel svoje bogate terenske inženirsko-geološke izkušnje pri načrtovanju in gradnji hidrotehničnih objektov za izrabo vodnih moči kot tudi pri raziskovanju podzemnih voda, kjer lahko posebej izpostavimo njegovo pionirsko delo na področju določanja vodovarstvenih pasov. Pri svojem delu je povezoval strokovna geološka in gradbeniško-hidrotehnična znanja.

Leta 2009 ga je ob svoji 90-letnici Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, kjer je deloval med letoma 1975 in 1990, nagradila z zlato plaketo za dolgoletni prispevek k razvoju fakultete, njeni uveljavitvi v Sloveniji in tujini ter za odmevno interdisciplinarno raziskovalno delo.

Profesor Breznik se je rodil 13. decembra leta 1920 v Ljubljani. Po maturi na realni

gimnaziji v Ljubljani leta 1939 je študiral gradbeništvo in leta 1947 diplomiral na gradbenem oddelku Tehnične visoke šole v Ljubljani. Istega leta se je zaposlil na Oddelku za hidrocentrale Projektivnega zavoda LRS in kasneje delal tudi v Hidroelektroprojektu Ljubljana in v podjetju Elektrosonda. Leta 1952 se je zaposlil na Geološkem zavodu LRS. Strokovna pot ga je vodila v tujino in leta 1961 se je zaposlil v zagrebškem podjetju Geoistraživanja, in sicer v njegovi podružnici v Siriji. Svoje geološke izkušnje je nadgradil s študijem geologije in leta 1964 diplomiral na Geološkem oddelku FNT v Ljubljani. Istega leta se je tudi zaposlil na Projektivnem oddelku GP tehnika v Ljubljani. Kmalu ga je strokovna pot ponovno popeljala v tujino in leta 1968 se je zaposlil kot strokovnjak Združenih narodov (FAO, Rim) v Grčiji, kjer je strokovno deloval na otoku Kreta. Leta 1971 se je kot raziskovalec zaposlil na FAGG v Ljubljani. Leta 1972 je doktoriral na Geološkem oddelku FNT v Ljubljani in se še istega leta ponovno zaposlil pri Združenih narodih (tokrat UNTA, New York) ter strokovno delal v Republiki Mali. Leta 1974 se je vrnil in zaposlil na Mestnem vodovodu Ljubljana.

Profesor Breznik je bil leta 1974 izvoljen za izrednega profesorja za predmete Hidrotehnični objekti I in II ter Vodne moči in se naslednje leto, leta 1975, zaposlil na FAGG. Leta 1976 je postal predstojnik Hidrotehničnega oddelka in bil leta 1980 izvoljen v naziv rednega profesorja za predmete Hidrotehnični objekti I in II, Vodne moči, Inženirska geologija, Podzemne vode in Zaščita podzemnih voda, katerih nosilec je bil tako na univerzitetnem dodiplomskem kot tudi podiplomskem študiju hidrotehnične smeri na gradbeništvu. V akademskem okolju na FAGG je aktivno deloval ne le do svoje upokojitve januarja 1990, temveč tudi v kasnejših letih. Na hidrotehnični smeri podiplomskega študija gradbeništva je skrbel za vzgojo kadrov na

področju inženirske hidrotehnike ter skrbno pripravljaj strokovno monografijo o vodnih akumulacijah in globokih vodnjakih na Krasu z naslovom »Storage Reservoirs and Deep Wells in Karst Regions«, ki jo je leta 1998 izdal pri priznani založbi na tehniškem področju A. A. Balkema (danes Taylor & Francis). Ta monografija ostaja eno redkih objavljenih tovrstnih del na tem strokovnem področju v svetovnem merilu.

Zasluga profesorja Breznika je, da je v letih od 1975 do svoje upokojitve leta 1990 nadaljeval delo zaslužnega profesorja Milovana Goljevščka, nestorja slovenske hidrotehnike in ustanovitelja Vodogradbenega laboratorija v Ljubljani. Svoje teoretično znanje in bogate praktične izkušnje je profesor Breznik nesebično posredoval študentom hidrotehnike in jih navduševal nad reševanjem problematike zaščite podzemnih voda, izrabe vodnih moči in varstva pitnih voda. S tem je ohranjal to pomembno področje hidrotehnike tudi v časih, ko se je delo v hidrotehniki začelo usmerjati v druga inženirska področja.

Težišče znanstveno-raziskovalnega dela profesorja Breznika so bili pregradno inženirstvo in podzemni vodni viri, to sta dve področji, kjer je lahko združeval svoja gradbeniška in geološka znanja s terenskimi izkušnjami. Ob bogatih izkušnjah v tretjem svetu je bil doma, v Sloveniji, nosilec preko 50 raziskovalnih nalog ter večjih študij in projektov na področju izkoriščanja vodnih moči ter izkoriščanja in zaščite podzemnih voda. O svojem strokovnem in raziskovalnem delu je poročal na preko 20 domačih in tujih posvetovanjih ter objavil preko 50 strokovnih in poljudnih prispevkov. V dnevnem časopisju se je oglašil še letos, po katastrofalnih poplavah v Ljubljani meseca septembra, kar kaže na njegovo željo po seznanjanju širše javnosti o strokovnih problemih in mogočih inženirskih rešitvah.

Ob svojem inženirskem in raziskovalnem delu je ohranjal telesno zdržljivost še v poznih letih z dejavnostmi v okolici Kravca, kamor je rad zahajal dolga leta in kjer je bil eden najbolj prepoznavnih seniorjev z letno smučarsko karto. Njegovi sodelavci, hidrotehniki, mu želimo krepak korak tudi v letih, ki prihajajo.

Matjaž Mikoš

RAZISKOVANJE OBNAŠANJA GUMIBITUMNA KOT VEZIVA ZA PROIZVODNJO GUMIRANIH ASFALTNIH ZMESI

THE INVESTIGATION OF RUBBER MODIFIED BITUMEN AS A BINDER FOR PRODUCTION OF ASPHALT MIXTURES

mag. Bojana Lukač, univ. dipl. inž. kem. teh.

ZAG Dimičeva 12, 1000 Ljubljana

e-pošta: bojana.lukac@zag.si

Znanstveni članek

UDK 665.77:678

doc. dr. Andreja Zupančič Valant, univ. dipl. kem. inž.

Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Univerza v Ljubljani,

Aškerčeva 5, 1000 Ljubljana

e-pošta: andreja.valant@fkkt.uni-lj.si

Povzetek | Uporaba gumenega prahu, pridobljenega iz odpadnih pnevmatik kot modifikator bitumenskega veziva, predstavlja ekološko rešitev in izboljša lastnosti asfaltnih zmesi. V prispevku predstavljamo raziskavo vpliva gumenega prahu odpadnih pnevmatik na lastnosti veziva – gumibitumna, in lastnosti ekstrahiranega bitumna iz gumiranih asfaltnih zmesi. Kot osnovno vezivo smo uporabili cestogradbeni bitumen tipa B 50/70 iz Madžarske.

Mehanske in reološke lastnosti pripravljenega gumibitumna smo primerjali z lastnostmi veziva, ki je vsebovalo vhodni bitumen in dodatek amina, pripravljeno pa je bilo pod enakimi pogoji kot gumibitumen. Amin olajša vmešavanje gumenega prahu v vezivo in proces nabrekanja prahu v vezivu. Pripravili smo asfaltno zmes AC 8 surf in gumirane asfaltni zmesi AC 8 surf po suhem in po mokrem postopku, iz katerih smo z ekstrakcijo in destilacijo ponovno pridobili vezivo (bitumen). Raziskali smo mehanske in reološke lastnosti ekstrahiranega bitumna iz gumiranih asfaltnih zmesi in jih primerjali z ekstrahiranim bitumnom iz asfaltni zmesi, ki ni vsebovala gume, da bi lahko napovedali vpliv gumenega prahu na lastnosti v asfaltni plasti.

Preizkusi so pokazali, da dodatek gumenega prahu bitumnu poveča dinamične module, viskoznost in rutting parameter, poleg tega poviša temperaturo zmečkanišča po PK in zniža temperaturo pretrgališča po Fraasu. Ugotovili smo, da lahko z optimiranimi pogoji priprave dobimo z gumo modificirani bitumen (RmB), ki s svojimi dobrimi lastnostmi poveča temperaturni razpon uporabnosti veziva, kar je v času podnebnih sprememb, ki smo jim priča, zelo pomembna ugotovitev.

Summary | The use of waste tire rubbers as bitumen modifiers can contribute to alleviate pollution problems derived from discarding scrap tires and improves chemical and mechanical properties of asphalts. The paper examines the influence of waste tire rubber powder on mechanical and rheological properties of rubberised bitumen binder and on the extracted bitumen from rubberised asphalt mixtures. Samples were prepared by using pavement grade bitumen B50/70 from Hungary. Mechanical and rheological properties of rubberised bitumen binders were compared with the properties of native bitumen modified with amine at the same preparation condition as rubberised binders.

Amine is added to improve rubber powder swelling and as a mixing agent. The rubberised asphalt mixtures AC 8 surf were prepared according to wet and dry procedures. In order to examine the effect of waste rubber powder on mechanical properties of asphalt mixtures, the mechanical and rheological properties of extracted bitumen from these asphalt mixtures were compared with the properties of extracted bitumen from asphalt mixture AC 8 surf prepared without rubber powder. It was found that the addition of ground tire rubber to bitumen increases both the linear viscoelastic moduli, rutting parameter and viscosity, at high in-service temperatures. From mechanical tests it was observed that the presence of rubber powder in bitumen increases ring and ball temperature and decreases Fraas temperature. As a consequence, a crumb tire rubber modified bitumen displays enhanced mechanical properties, which improves its resistance to both rutting and fatigue cracking. Therefore, the addition of waste rubber tire powder to bitumen extends the application temperature range of binder.

1 • UVOD

V Sloveniji se v zadnjih letih zbere približno po 18.000 ton avtomobilskih gum na leto. Več kot polovica zbranih gum se kot gorivo sežge v pečeh v cementni industriji, ostale se tako ali drugače predelajo.

Ena izmed okolju prijaznih metod je drobljenje gum v delce, ki jih uporabimo za modifikacijo bitumna, s katerim proizvajamo asfaltne zmesi. Raziskave na tem področju so obetajoče, kar pomeni koristno rešitev za velike količine zbranih odpadnih gum povsod po svetu.

Dodajanje gumenih delcev v bitumen izboljša lastnosti bitumna, ki so povezane z

obnašanjem (performance-related). Zelo se poveča odpornost proti utrujanju, kar izboljša odpornost proti tvorbi kolesnic. Asfaltne zmesi, ki jih proizvajamo z gumibitumnom so stabilnejše kot podobne zmesi s cestogradbenim bitumnom. Poleg tega izkazujejo večjo odpornost na visoke temperature, zmanjšujejo poškodbe, katerih vzroki so v spodnjih plasteh asfalta, zmanjšujejo hrupnost in zmanjšujejo občutljivost asfaltne plasti na nizke temperature.

Razvili sta se dve metodi dodajanja gumenih delcev v asfaltno zmes – suhi in mokri postop-

pek. V suhem postopku se del kamnitih zrn nadomesti z gumenimi delci, ki se v procesu proizvodnje dozirajo v mešalec.

Pogostejša metoda je mokri postopek, s katerim se najprej pripravi gumibitumen, ki se nato vodi v proizvodni proces mešanja asfaltne zmesi. Gumirani delci se vmešavajo v bitumen pri temperaturi od 170 do 220 °C in se v ustrezni mešalni napravi mešajo od 30 do 120 minut. Dodatek gume znaša od nekaj do 20 % mase bitumna, lahko pa tudi več, kar zavisi od kemijske sestave vhodnega bitumna.

Članek predstavlja del raziskovalnega dela v okviru doktorskega študija na Fakulteti za kemijo in kemijsko tehnologijo Univerze v Ljubljani.

2 • EKSPERIMENTALNI DEL

2.1 Vhodni materiali

2.1.1 Bitumen

Kemijska sestava bitumna je zelo raznolika, saj ga sestavlja veliko različnih organskih spojin, katerih natančna identifikacija zaradi velike podobnosti med njimi pogosto ni mogoča. Sestava je odvisna od izvora nafte in rafinacijskega procesa.

Kemijska sestava in temperatura imata močan vpliv na mehanske lastnosti ter na mikrostrukturo bitumna. Pri visokih temperaturah se v asfaltni plasti lahko pojavijo kolesnice, pri nizkih pa razpoke. Da bi razširili uporabi temperaturni razpon veziva, se v bitumen vmešavajo različni dodatki, ki reagirajo z bitumnom in nadzorovano spreminjajo lastnosti bitumenskih veziv. Tako se uporabljajo dodatki, kot so amini, polifosforna kislina, apno, voski, zeoliti itd. Uporabljajo pa se tudi sredstva za modi-

fikacijo bitumna, kot so polimeri in tudi gumeni prah, ki zelo spremeni lastnosti veziva ter s tem asfaltne zmesi in vgrajene plasti.

Za izvedbo preizkusov v tej raziskavi smo izbrali cestogradbeni bitumen tipa B 50/70 madžarskega proizvajalca.

2.1.2 Gumeni delci

Gumena zmes, iz katere je izdelan avtomobilski plašč, je kombinacija naravnega in sintetičnega kavčuka (najpogostejše uporabljen je stiren-butadien – SBR), različnih sestavin nafte, kemikalij in saj. Za podaljšanje življenjske dobe in ohranjanje prvotnih lastnosti prožnosti osnovnim sestavinam dodajajo optimirane zmesi voskov, antioksidantov in antiozonatov.

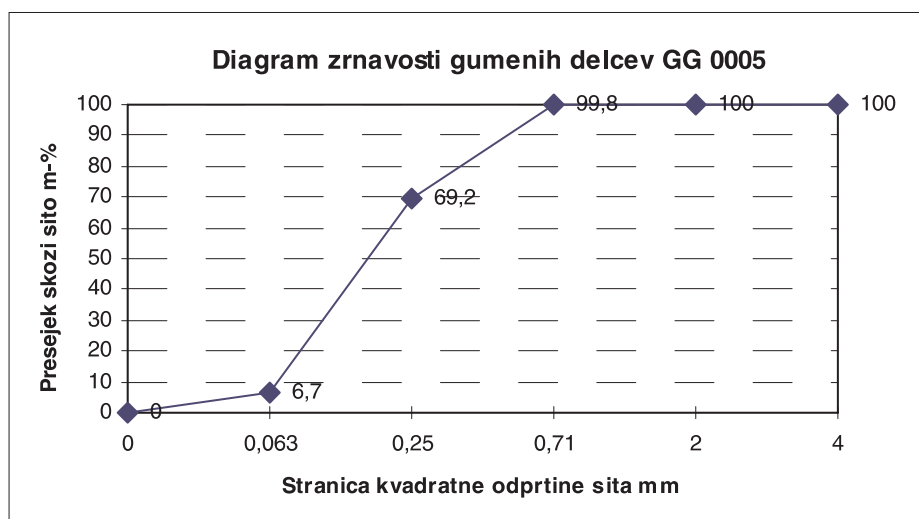
Gumeni prah oz. gumene delce iz odpadnih gum proizvajajo z dvema postopkoma:

mletjem pri temperaturi okolice (ambientni postopek), kjer se delci bolj cefrajo, in mletjem s kriogenim postopkom, kjer se delci gume ohlajajo s tekočim dušikom in drobijo. Pri obeh postopkih se odstranijo kovinski delci (žica v postopku drobljenja z magneti) in delci tkanin z izpihovanjem. Z obema tehnikama sicer pridobimo delce podobne velikosti, ki pa se razlikujejo v površinskih lastnostih.

Na osnovi predhodnih laboratorijskih preizkusov, ki niso vključeni v to predstavitev, smo ugotovili, da je za kakovostno gumirano vezivo primerneje uporabiti manjše delce gume (Štrekelj, 2009).

Uporabili smo gumeni prah z oznako GG0005 proizvajalca Gumiimpres-GPR iz Hrvaške, ki je bil proizveden po ambientnem postopku. Preverili smo njegovo zrnastostno sestavo (slika 1) in gostoto gumenega prahu.

Gostoto gumiranih delcev smo določili v etanolu in znaša 1264 kg/m³.



Slika 1 • Sejalna analiza gumenega prahu GG0005

2.2 Priprava gumibitumna – RmB

2.2.1 Interakcija med gumo in bitumnom

O ugotavljanju interakcije med gumo in bitumnom se najdejo v literaturi o nabreknanju gume različni podatki. Vzrok je lahko v razlikah v topnih parametrih komponent z naraščajočo temperaturo.

Ko se gumeni delci potopijo v bitumen, le-ti absorbirajo komponente, podobne topnosti, in hitro nabreknejo. Gre za absorpcijo nizko-molekularnih spojin, kot so na primer aromati. Močne transvezi (cross-links) med elastomernimi verigami preprečujejo gumenim delcem, da bi se v celoti raztopili v tekočem bitumnu. S podaljševanjem reakcijskega časa tekočina penetrira v notranjo strukturo polimera in nabreknanje narašča. Ugotovili so, da poteka

nabreknanje linearno prvih 90 sekund, nato pa narašča z upadajočo hitrostjo (Lesueur, 2009). Gumeni delci lahko nabreknejo 3- do 5-krat glede na začetno prostornino. Zaradi nabreknanja je med delci gume vedno manj prostora, zato je njihova mobilnost znotraj bitumna slabša. Hkrati postaja bitumen bogatejši z asfaltensko fazo, saj se guma oz. drugi polimeri in asfalteni ne mešajo in povzročijo nastanek heterogene zmesi. To povzroči zvišanje viskoznosti veziva v primerjavi z osnovnim bitumnom (Gawel, 2006). Manjši delci začno nabrekati prej in bolj modificirajo vezivo kot večji gumeni delci. Nabreknanje gumenih delcev v bitumnu oziroma absorpcijske kapacitete gumenih delcev so v glavnem povezane z lastnostmi gume, izvorom surove nafte (kemijske sestave) in penetracijskim razredom

bitumna, poleg tega pa še od temperature in kontaktnega časa mešanja ter velikosti delcev. Kemijska narava bitumna določa ravnotežno vrednost nabreknanja, medtem ko viskoznost bitumna določa hitrost nabreknanja (Peralta, 2009).

2.2.1 Priprava gumiranega veziva

Pomembno je določiti čas in temperaturo za reakcijo gume in bitumna ter izbrati primeren dodatek, ki olajša vmešavanje gumenega prahu in poveča proces nabreknanja gume v bitumnu. Laboratorijske preiskave meritve so pokazale (Štrekelj, 2009), da je primeren čas vmešavanja 90 minut in temperatura 190 °C. Kot dodatek za vmešavanje smo izbrali amin (Iterlene in/400-S1 (alkilamidimidazopoliamin, Iterchimica, Italija)). V mešanico bitumna in gume smo ga dodali 0,4 ut. %.

Na osnovi predhodnih meritev (Šušteršič, 2009) smo določili primerno koncentracijo gumenega prahu v vezivu. Pripravili smo vzorca s 15 ut. % in 18 ut. % prahu (slika 2).



Slika 2 • Vzorec gumibitumna RmB z 18 ut. % gumenega prahu

3 • REZULTATI IN RAZLAGE

Gumiranemu vezivu smo določili mehanske lastnosti po standardnih metodah za klasifikacijo bitumna in reološke lastnosti z rotacijskim reometrom Physica MCR301 (senzorski sistem PP2.5, 1 mm gap) (slika 3). Primerjali smo jih z lastnostmi osnovnega bitumna B 50/70, ki smo mu dodali 0,4 ut. % amina in ga kondicionirali pri 190 °C, 90 minut, enako kot gumirane bitumne (Cankar, 2010).

3.1 Lastnosti vhodnega bitumna RmB

3.1.1 Mehanske lastnosti

Za določevanje bitumenskih lastnosti uporabljamo standardizirane mehanske teste, ki



Slika 3 • Rotacijski viskozimenter



Slika 4 • Penetracijo smo izvajali s konusom

nam omogočajo klasifikacijo bitumna po

- trdoti: zmeščišče prstan-kroglica (SIST EN 1427) in penetracija (SIST EN 1426) (slika 4).
- elastičnosti: duktilnost ((SIST EN 13589), (DIN 52 013)).
- pogoji obnašanja bitumna v asfaltni plasti: temperatura zmeščišča po testu prstan-kroglica, temperatura pretrgališča po Fraassu (SIST EN 12593).

Rezultati standardnih mehanskih testov so zbrani v preglednicah 1 in 2 ter na sliki 5.

Kot kažejo rezultati preizkusov, dodatek amina in kondicioniranje vplivata na mehanske lastnosti osnovnega bitumna. Gumirani vezivi se močno razlikujeta od bitumna brez gumenega prahu. Dodatek gumenega prahu bitumnu poveča območje uporabnosti veziva (zmeščišče po PK in pretrgališče po Fraassu) in zmanjša vrednost penetracije. Preizkus duktilnosti pokaže, da se lastnosti gumiranih veziv približajo polimerno modificiranim bitumnom, vendar ne dosegajo tako visokih vrednosti energije pri pretргу kot PmB. Za PmB namreč velja, da morajo izpolniti kriterij 1 J/cm^2 , če jih uporabimo za nosilne ali vezne plasti, za obrabne pa 2 J/cm^2 , in še to pri izvedbi preizkusa s selektivnejšo metodo po DIN 52 013, to je pri 25°C , z modificiranimi modelčki (SIST 1035).

3.1.2 Reološke lastnosti RmB

Reologija preučuje preoblikovanje in tečenje tistih snovi, ki se ne obnašajo po klasičnih zakonih viskoznosti in elastičnosti, ki sta jih postavila Newton in Hook. Reološke lastnosti bitumna so v veliki meri odvisne od temperature. Segajo od čisto viskoznih lastnosti prave tekočine preko viskoelastičnega območja do čisto elastičnega obnašanja.

Reološke preizkuse smo izvajali na rotacijskem viskozimetru Physica MCR 301, prikazanem na sliki 2.

Pri dinamičnih testih se v primerjavi s statičnimi spreminja strižna deformacija s časom sinusno z določeno frekvenco in amplitudo. Meritve smo izvajali pri majhnih strižnih deformacijah, saj na ta način lahko določimo viskozno in elastično komponento viskoelastične snovi pri nedestruktivnih strižnih pogojih, ki zagotavljajo območje linearno viskoelastičnega odziva. Dinamične teste smo izvajali po standardu SIST EN 14770.

Pri nedestruktivnih oscilatornih strižnih pogojih smo proučevali temperaturno odvisnost dinamičnih količin.

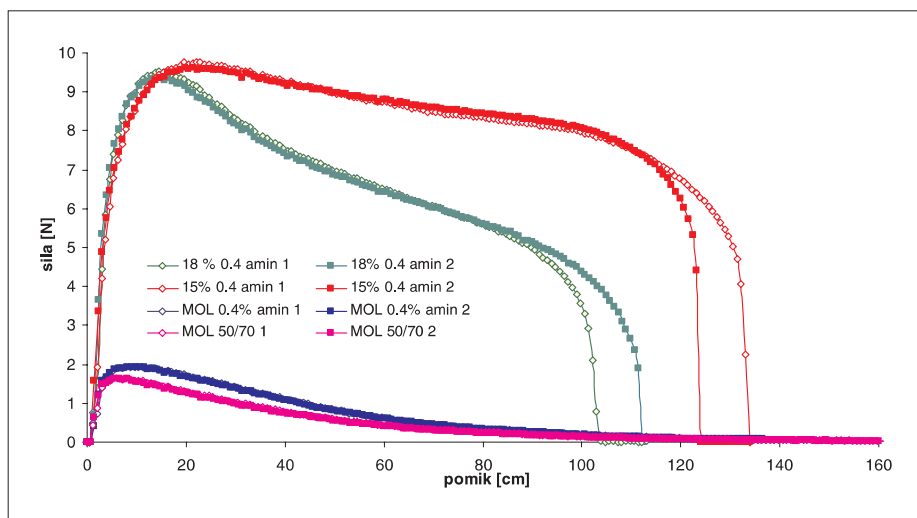
Rezultati meritev so prikazani na slikah 6 in 7. Določili smo temperature, pri katerih rutting

Osnovni bitumen in bitumen z dodatki	penetracija (mm/10)	zmeščišče po PK ($^\circ\text{C}$)	pretrgališče po Fraassu ($^\circ\text{C}$)
B 50/70	62	49,4	-14
0,4 % amini	60	51,2	-15
15 % GG 0,4 % amini	40	72,4	-18
18 % GG 0,4 % amini	44	79	-18

Preglednica 1 • Rezultati standardnih mehanskih meritev za osnovni bitumen, bitumen, kondicioniran z aminom, in gumirani bitumen B 50/70 dveh različnih koncentracij

	$L_{\max}$ (mm)	$F_{\max}$ (N)	$E_{\max}$ (J/cm^2)
B 50/70	>1100,6	1,7	0,1
0,4 % amini	>1100,6	1,9	0,1
15 % GG 0,4 % amini	128,2	9,7	1,0
18 % GG 0,4 % amini	106,9	9,4	0,7

Preglednica 2 • Rezultati testa duktilnosti za osnovni bitumen, bitumen, kondicioniran z aminom, in gumirani bitumen MOL 50/70 dveh različnih koncentracij. Preizkus je bil izveden po standardu DIN 52 013 pri 25°C



Slika 5 • Grafični prikaz rezultatov testa duktilnosti v dveh paralelnih vzorcih za osnovni bitumen, bitumen, kondicioniran z aminom, in gumirani bitumen B 50/70 z dvema različnima koncentracijama gumiranih delcev

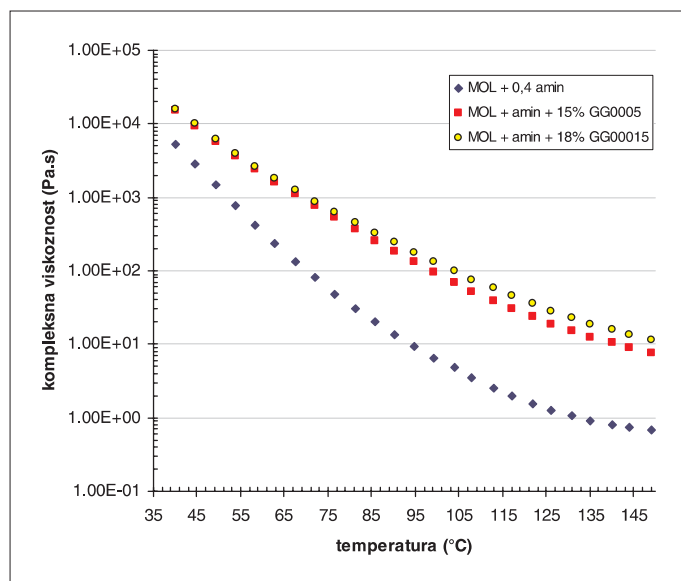
parameter doseže 1000 Pa (slika 9). Vrednosti so prikazane v preglednici 3.

Pomemben parameter, ki je rezultat meritev (po protokolu SHRP), je t. i. rutting parameter ($G^*/\sin\delta$). Sistem PG (Performance Graded System) razvršča bitumne na podlagi temperature, pri kateri je vrednost rutting parametra 1000 Pa . Rutting parameter se nanaša na

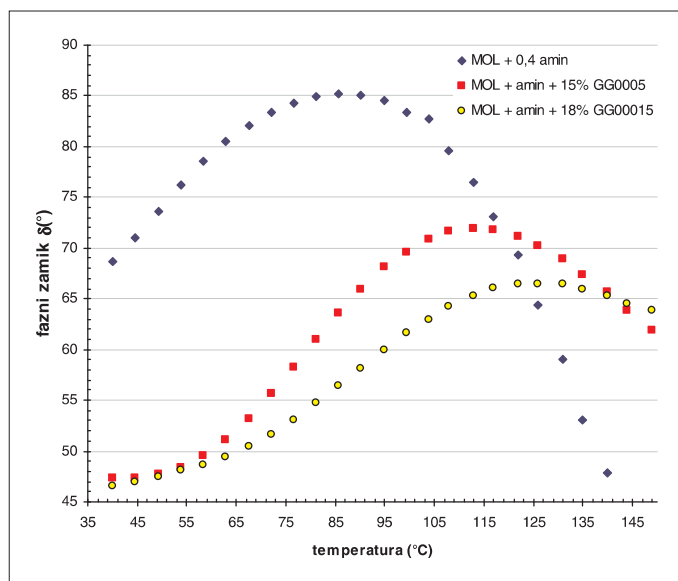
odpornost bitumenskega veziva proti trajnim deformacijam asfaltni plasti (tvorba kolesnic). Višje vrednosti parametra pomenijo večjo odpornost proti tvorbi kolesnic v asfaltni plasti. Relativni rutting parameter in relativna kompleksna viskoznost (slika 8) sta izračunana iz vrednosti dinamične količine pri enaki temperaturi po formuli:

$$\text{relativni rutting parameter} = \frac{G^* / \sin \delta \text{ gumirani bitumen}}{G^* / \sin \delta \text{ kondicionirani bitumen} + \text{a min}} \quad (1)$$

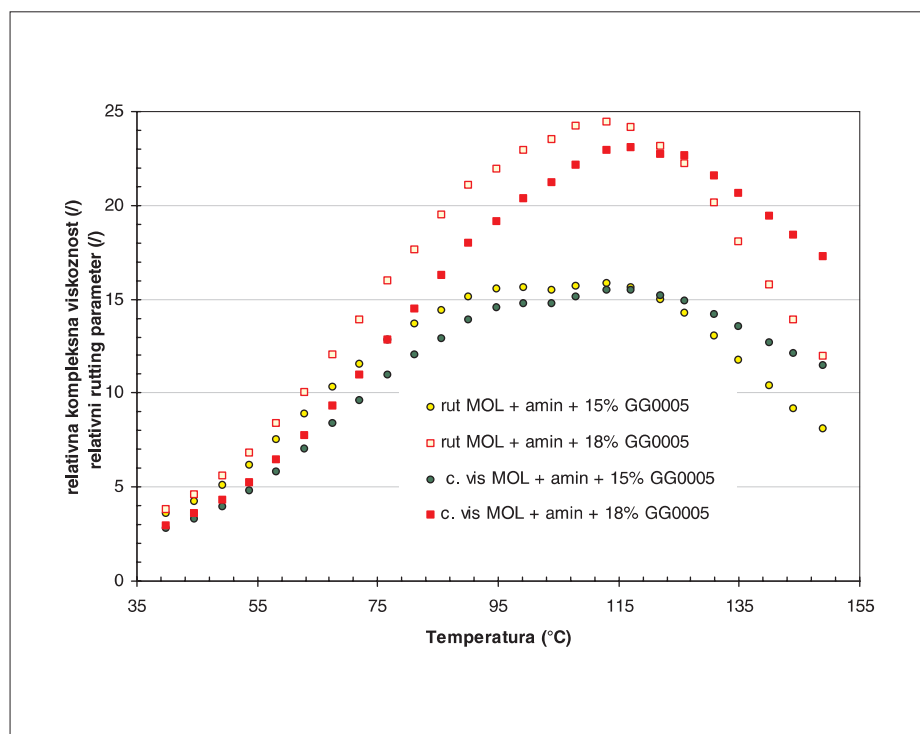
$$\text{relativna kompleksna viskoznost} = \frac{\eta^* \text{ gumirani bitumen}}{\eta^* \text{ kondicionirani bitumen} + \text{a min}} \quad (2)$$



Slika 6 • Temperaturna odvisnost kompleksne viskoznosti za bitumen, kondicioniran z aminom, in gumirani bitumen B 50/70 dveh različnih koncentracij



Slika 7 • Temperaturna odvisnost faznega zamika za bitumen, kondicioniran z aminom, in gumirani bitumen B 50/70 dveh različnih koncentracij

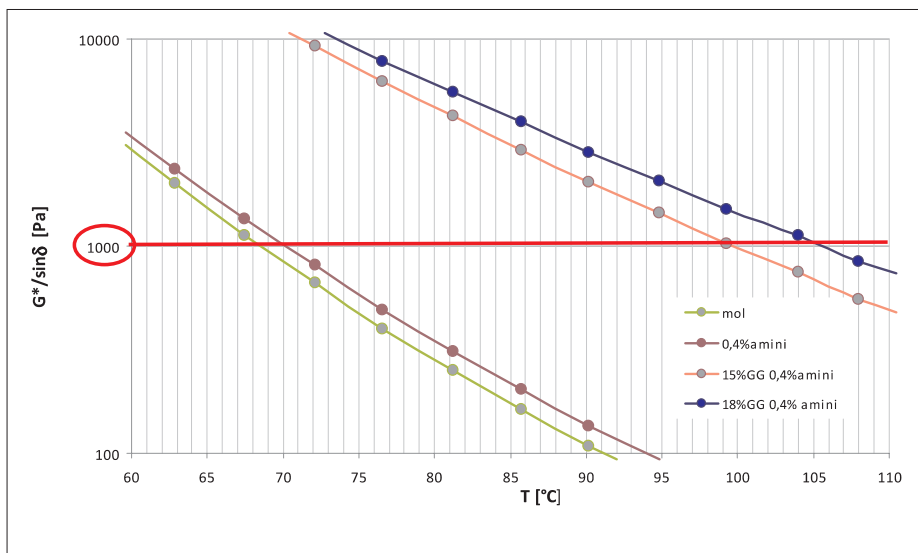


Slika 8 • Temperaturna odvisnost kompleksne viskoznosti in rutting parametra za bitumen, ki smo mu dodali 15 in 18 % gumenega prahu ter amine

vzorec	T (°C)	G*/sinδ (Pa)
osnovni B 50/70	68	1000
0,4 % amini	70	
15 % GG 0,4 % amini	98,5	
18 % GG 0,4 % amini	106	

Preglednica 3 • Temperature, pri katerih imajo osnovni bitumen, bitumen, kondicioniran z aminom, in gumirani bitumen dveh koncentracij vrednost rutting parametra 1000 Pa

Čim večji je dodatek gumenega prahu, tem višja je temperatura, pri kateri doseže rutting parameter 1000 Pa. Pri upoštevanju dejstva, da lahko v poletnih mesecih temperatura asfaltne plasti doseže 60–70 °C, je dvig temperature z dodatkom gumenega prahu kar za 30 °C velika izboljšava te lastnosti.



Slika 9 • Temperaturna odvisnost rutting parametra v območju temperatur, ko doseže kriterij 1000 Pa

	Kameni agregat	Bitumen 50/70	Dodatek gumenega prahu	Sekundarni dodatek
Suhi postopek				
Šarža 1	94,5 ut. %	5,5 ut. %		
Šarža 4	94,5 ut. %	4,5 ut. %	1 ut. % G0005	Amin
Šarža 5	94,0 ut. %	5,0 ut. %	1 ut. % G0005	Amin
Mokri postopek		Vezivo: gumirani bitumen		
Šarža 6	94,5 ut. %	5,5 ut. %		
Šarža 7	94,0 ut. %	6,0 ut. %		

Preglednica 4 • Priprava asfaltnih zmesi za pridobivanje ekstrahiranega bitumna

Bitumen po ekstrakciji	PENETRACIJA (mm/10)	PK (°C)	FRAAS (°C)
B 50 /70	62	49,4	-14
Šarža 1 (AZ brez gume)	46	54,2	-13
Šarža 4 (AZ z dodatkom GG0005)	46	57,4	-14
Šarža 5 (AZ z dodatkom GG0005)	46	56,2	-15
Šarža 6 (AZ z dodatkom GG0005)	45	59,6	-15
Šarža 7 (AZ z dodatkom GG0005)	45	59,4	-15

Preglednica 5 • Mehanske lastnosti ekstrahiranih bitumnov iz asfaltnih zmesi, ki smo jih proizvedli po suhem in mokrem postopku

Iz reoloških meritev je razbrati, da gumirani bitumen z višjo koncentracijo gumene prahu izkazuje višji elastični doprinos k viskoelastičnemu odzivu kot gumirani bitumen z nižjo koncentracijo prahu (fazni zamik je manjši). V območju nizkih temperatur izkazuje gumirani bitumen izrazite elastične lastnosti (slika 7). Bitumen z dodatkom aminov izkazuje v območju nižjih temperatur večji fazni zamik, je torej manj elastičen, v območju visokih temperatur, ko doseže maksimum, pa strmo upade, torej izrazito pridobiva na elastični komponenti.

3.2 Lastnosti ekstrahiranega bitumna RmB

Za preverjanje lastnosti ekstrahiranega bitumna, ki naj bi pokazale obnašanje asfaltna zmesi pri vgrajevanju in v plasti, smo sprojehtirali in zamešali asfaltno zmes AC 8 surf. Zmes smo pripravili po mokrem in po suhem postopku. Uporabili smo enak gumeni prah, čeprav se v proizvodnji gumiranih asfaltnih zmesi po suhem postopku načeloma uporabljajo bolj grobe frakcije gumenih delcev.

Pri suhem postopku je vsebnost gumenega prahu znašala 1 ut. % glede na asfaltno zmes, pri mokrem postopku pa 15 ut. % glede na bitumensko vezivo, kar prav tako znaša približno 1 ut. % glede na asfaltno zmes.

Pri mokrem postopku smo gumirani bitumen pripravili pri 170 °C in času kontaktiranja 120 minut, da smo dosegli enake temperaturne pogoje, ki jim je izpostavljen bitumen pri suhem postopku.

3.2.1 Mehanske lastnosti ekstrahiranih bitumnov

Opažamo znižanje penetracije in zvišanje točke zmehčičišča v primerjavi z bitumnom brez dodatkov. Vendar je temperatura zmehčičišča nižja, kot kažejo rezultati vhodnega bitumna v preglednici 1. Točka zmehčičišča ekstrahiranega bitumna asfaltna zmesi, ki je proizvedena po suhem postopku, je še nekoliko nižja od točke zmehčičišča ekstrahiranega bitumna asfaltna zmesi, ki je proizvedena po mokrem postopku. Izvedeni so bili tudi preizkusi duktilnosti ekstrahiranih bitumnov vseh šarž. Vrednost energije pri pretrgu vseh ekstrahiranih bitumnov je zelo nizka, kar pomeni, da se ekstrahirani bitumen iz šarž po suhem in po mokrem postopku obnaša kot navadni cestogradbeni bitumen. Pričakovali smo višje vrednosti energije pri pretrgu pri ekstrahiranem bitumnu iz šarž po mokrem postopku glede na druge lastnosti. Preizkusi so bili izvedeni po DIN 52 013 pri 25 °C.

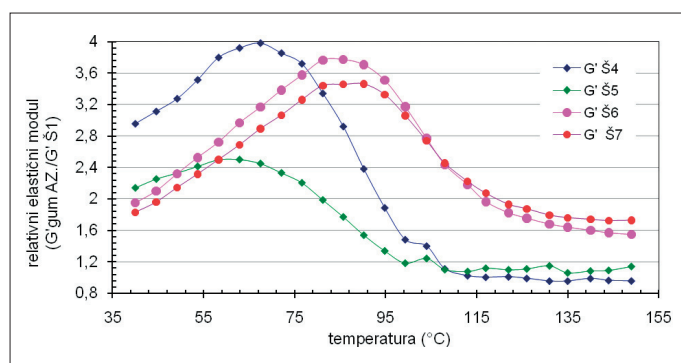
3.2.2 Reološke lastnosti ekstrahiranih bitumnov

Rezultati reoloških meritev so podani kot relativne vrednosti glede na reološke lastnosti ekstrahiranega bitumna iz šarže 1 (referenčna šarža), ki ni vsebovala prahu gume. S slik od 10 do 15 je razvidno, da gumeni prah vpliva na vse reološke količine, neodvisno od načina priprave. Povečajo se elastični in

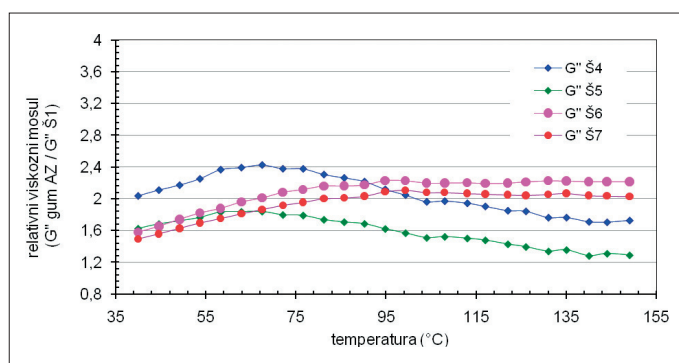
viskozni strižni modul, kompleksna viskoznost in rutting parameter. Največji vpliv ima gumeni prah na elastični doprinos k viskoelastičnemu odzivu ekstrahiranega bitumna. Reološki parametri šarž 6 in 7, ki sta bili pripravljene po mokrem postopku, se med seboj manj razlikujejo kot parametri šarž 4 in 5, pripravljene po suhem postopku. Očitno količina veziva v asfaltu, pripravljenem po suhem postopku,

bolj vpliva na reološke lastnosti ekstrahiranih bitumnov. Vpliv gumenega prahu na lastnosti ekstrahiranih bitumnov je za elastični doprinos največja v temperaturnih območjih 60–70 °C (suhi postopek) in 70–80 °C (mokri postopek). Na slikah 10 do 14 so prikazane relativne vrednosti za elastični modul, viskozni modul, kompleksno viskoznost in fazni zamik ter rutting parameter.

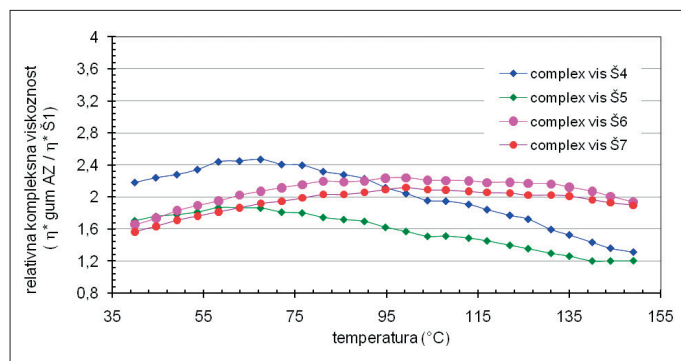
$$\text{relativni reološki parameter} = \frac{\text{parameter od ekstrahirani bitumen iz gumiranega asfalta}}{\text{parameter ekstrahirani bitumen } \text{Š1}} \quad (3)$$



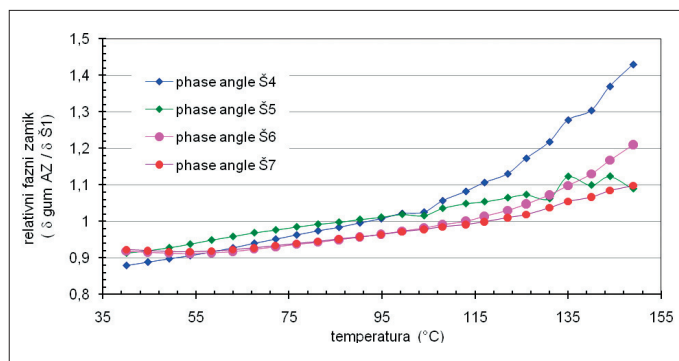
Slika 10 • Temperaturna odvisnost relativne vrednosti elastičnega modula (G') za ekstrahirani bitumen iz šarž 4, 5, 6 in 7



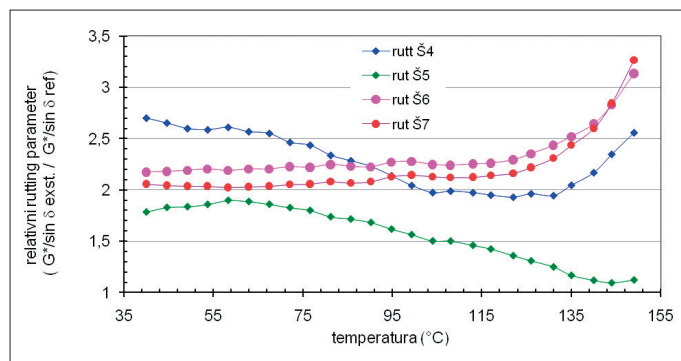
Slika 11 • Temperaturna odvisnost relativne vrednosti viskoznega modula (G'') za ekstrahirani bitumen iz šarž 4, 5, 6 in 7



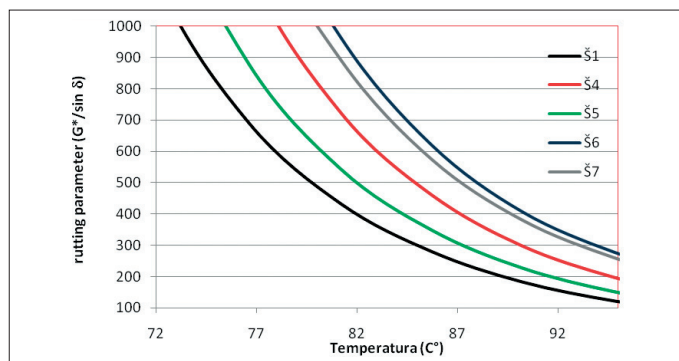
Slika 12 • Temperaturna odvisnost relativne vrednosti kompleksne viskoznosti za ekstrahirani bitumen iz šarž 4, 5, 6 in 7



Slika 13 • Temperaturna odvisnost relativne vrednosti faznega zamika za ekstrahirani bitumen iz šarž 4, 5, 6 in 7



Slika 14 • Temperaturna odvisnost relativne vrednosti rutting parametra ($G^*/\sin \delta$) za ekstrahirani bitumen iz šarž 4, 5, 6 in 7



Slika 15 • Temperaturna odvisnost rutting parametra, $G^*/\sin \delta$ za ekstrahirane bitumne iz šarž 1, 4, 5, 6 in 7

Suhi postopek	T (°C)	G*/sinδ (Pa)	Mokri postopek	T (°C)	G*/sinδ (Pa)
šarža 1	73	1000	šarža 1	73	1000
šarža 4	77,1		šarža 6	80,1	
šarža 5	73,8		šarža 7	82,3	

Preglednica 6 • Temperature, pri katerih imata osnovni ekstrahirani bitumen in ekstrahirani bitumen iz posameznih asfaltnih zmesi vrednost rutting parametra 1000 Pa

Ker gumeni prah v bitumnu nabreka in tvori gelsko strukturo, nekaj elastomera preide iz gumenih delcev v bitumensko vezivo. Fazni

zamik takega ekstrahiranega bitumna je pri nižjih temperaturah manjši od referenčnega kondicioniranega bitumna (manj kot 1). To

pomeni, da ekstrahirani bitumen pri nizkih temperaturah postane elastičnejši, kar je ugodna lastnost glede pojava razpok. Pri višjih temperaturah je ravno obratno, fazni zamik raste, kar pomeni, da je bolj prisotna viskozna komponenta. To pa je ponovno ugodna lastnost glede pojava kolesnic. To dejstvo potrjujejo tudi temperature, pri katerih ekstrahirani bitumen, ki je bil pridobljen iz asfaltnih zmesi, proizvedenih po suhem in mokrem postopku, z dodatkom gumenega prahu in aminov, doseže vrednost rutting parametra 1000 Pa (slika 15 in preglednica 6).

4 • SKLEP

Bitumen z dodatki predstavlja v asfaltni zmesi vezivo in je viskoelastična snov, ki kaže elastične in viskozne lastnosti glede na temperaturo in čas obremenitve. Vezivo mora biti dovolj elastično, da v asfaltni plasti ne prihaja do tvorjenja razpok pri nizkih temperaturah, in dovolj togo, da se pri visokih temperaturah ne zmehta in povzroči tvorjenja kolesnic.

S pomočjo določitve reoloških in mehanskih lastnosti vhodnega bitumenskega veziva, nato pa s primerjavo reoloških in mehanskih lastnosti iz asfaltnih zmesi ekstrahiranega veziva lahko ugotovimo učinek modificiranja bitumna

z gumenim prahom. Razberemo lahko tudi optimalno količino dodatka gumenega prahu in najugodnejši način vnosa gumenega prahu v asfaltno zmes, da dobimo optimalne lastnosti vgrajene asfaltna plasti.

Rezultati mehanskih preizkusov so pokazali, da dodatek gumenega prahu v bitumnu zviša viskoznost, temperaturo zmehtašča in odpornost proti trajnim deformacijam, zniža pa penetracijo. Vrednosti energije pri pretrgu pri preizkusu duktilnosti se povečajo, vendar ne dosegajo zahtev, ki veljajo v Sloveniji za polimerne bitumne po standardu DIN 52 013 pri 25 °C.

V vezivu gumirane asfaltna zmesi, pripravljene po mokrem postopku, pride do močnejših interakcij med solvacijskim ovojem nabrekli gumenega prahu in polimernimi komponentami nižjih molekulskih mas bitumna. Vrednosti temperature ekstrahiranega bitumna za doseg kriterija rutting parametra (1000 Pa) vzorcev iz šarž, pripravljenih po mokrem postopku, so v primerjavi z vzorci iz šarž, ki so pripravljene po suhem postopku, višje. Iz tega lahko sklepamo, da gumirana asfaltna zmes, pripravljena po mokrem postopku, izkazuje boljše lastnosti v visokotemperaturnem območju.

Tako lahko potrdimo, da gumeni prah GG0005 intenzivneje deluje kot modifikator bitumna v primeru priprave asfaltnih zmesi po mokrem postopku kot po suhem postopku.

5 • LITERATURA

- Cankar, A., Priprava gumirane asfaltna zmesi po mokrem in suhem postopku, Diplomsko delo, UL FKKT, 2010.
- Gawel, I., Stepkowski, R., Czechowski, F., Molecular Interactions between Rubber and Asphalt, Ind. Eng. Chem. Res. 45, 3044–3049, 2006.
- Lesueur, D., The colloidal structure of bitumen: Consequences on the rheology and on the mechanism of bitumen modification, Advances in Colloid and Interface Science 145, Pages 42–82, 2009.
- Peralta, E., J., F., Study of the Interaction Between Bitumen and Rubber, Dissertacao de Mestrado em Engenharia Civil, Universidade do Mincho, jun. 2009.
- Standardi SIST in EN ter DIN 52 013 za področje bitumenskih veziv.
- Štrekelj, S., Vplivi priprave zmesi bitumnov in gumenega prahu na reološke in mehanske lastnosti zmesi, Diplomsko delo, ULFKKT, 2009.
- Šuštaršič, E., Vplivi različnih modifikatorjev na reološke in mehanske lastnosti gumiranega bitumenskega veziva, Diplomsko delo, UL FKKT, 2009.

RAZISKAVA O RABI INFORMACIJSKO-KOMUNIKACIJSKIH TEHNOLOGIJ V SLOVENSKI GRADBENI INDUSTRIJI

SURVEY OF THE INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES USAGE IN SLOVENIAN AEC INDUSTRY

dr. Robert Klinc, univ. dipl. inž. grad.
prof. dr. Žiga Turk, univ. dipl. inž. grad.
doc. dr. Matevž Dolenc, univ. dipl. inž. grad.

Znanstveni članek
UDK 004:007:69(497.4)

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo,
Katedra za gradbeno informatiko, Jamova 2, Ljubljana
E-pošta: rklinc@itc.fgg.uni-lj.si; zturk@itc.fgg.uni-lj.si; mdolenc@itc.fgg.uni-lj.si

Povzetek | Kljub temu da je uporaba informacijsko-komunikacijskih tehnologij med zaposlenimi in med podjetji v industriji, ki oblikuje grajeno okolje, pregovorno nizka, je raziskav, ki bi to empirično dokazale, izjemno malo. Zaradi primerjave s podobnimi starejšimi raziskavami ter ocene vpliva tehnološkega populizma na strokovne delavce v gradbeništvu je bila izvedena raziskava, ki je pokazala, da zaposleni v gradbeni industriji v domačem okolju sledijo novostim na področju spleta 2.0, spletnih socialnih omrežij in storitev za spletno druženje in spoznavanje, ki jih delno tudi že prenašajo v delovno okolje. Izkazalo se je, da so ovire za širšo uporabo IKT še vedno predvsem v vztrajanju pri starem načinu dela, precej manj pa zaposlene skrbi varnost izmenjanih informacij. Rezultate smo primerjali s podobnimi raziskavami ter kljub časovni oddaljenosti in nereprezentativni metodi izbire vzorca ugotovili precej dobro ujemanje.

Summary | Despite the AEC being notoriously known for the poor adoption of the ICT, the number of surveys supporting this statement is relatively small. Because of the comparison with the existing surveys and the assessment of the impact of technological populism on knowledge workers in civil engineering, we have carried out a survey focused on our research agenda. The results indicate that the signs of technological populism are present. Meanwhile, the main barrier remains the common attitude suggesting that the old ways of performing tasks have worked well throughout the years and changes are not necessary. Further comparisons result in the conclusion that the Slovenian AEC industry copes well with the ICT in comparison to the results of surveys that have been conducted in other countries.

1 • UVOD

V zadnjem desetletju se je velika večina delovne sile (iz raziskovalne sfere in iz industrije) priučila uporabe interneta in spletnih tehnologij. Spletna orodja so prisotna v vsak-

danjem življenju večine ljudi, saj so prosto dostopna, obenem pa vsak trenutek nudijo želeno funkcionalnost s pomočjo preprostih, intuitivnih, samoopisnih in k uporabniku usmer-

jenih vmesnikov, ki vedno delujejo. Novejše raziskave so pokazale, da se večja tudi število uporabnikov, ki tovrstna orodja uporabljajo v poslovne namene, in sicer neodvisno od politike družbe, ki zaposluje (Young, 2007). Zaposleni, večši digitalnih opravil, tudi v svojem poslovnem okolju pričakujejo enake (preproste, učinkovite, splet 2.0) metode in

orodja za komuniciranje, saj so ti prav s pojavom socialnih omrežij prvič omogočili uporabno ter preprosto tehnološko podprto komunikacijo in sodelovanje, dostopno širšim množicam. Naraščanje priljubljenosti digitalnih računalniških okolij za ustvarjanje, deljenje in filtriranje informacij na internetu, ki je posledica nezadovoljstva nad zastarelimi tehnologijami, v poslovnem okolju združuje krovni pojem poslovno okolje 2.0.

V slovenskem gradbenem sektorju je bila po zbranih podatkih opravljena zgolj ena z raziskavo podkrepljena analiza uporabe informacijsko-komunikacijskih tehnologij (IKT).

Izvedena je bila v okviru evropskega projekta prodAEC (Pazlar et al., 2003). Rezultati, objavljeni tudi v Gradbenem vestniku (Pazlar et al., 2004), so pokazali, da le polovica anketiranih iz slovenskega gradbenega sektorja uporablja informacijsko-komunikacijska orodja za projektno sodelovanje, kar 35 % anketiranih pa uporabe informacijsko-komunikacijskih tehnologij v ta namen takrat ni načrtovalo. Še slabše so se anketiranci odrezali pri vprašanjih o vplivu informacijsko-komunikacijskih tehnologij na delo podjetja in vlogo posameznika, saj se je izkazalo, da večina anketiranih ni imela jasne predstave,

kaj tehnologije omogočajo in kako lahko vplivajo na ustaljene procese delovanja. Ker so se v zadnjih letih z razmahom širokopasovnega dostopa do interneta informacijske in komunikacijske tehnologije razširile na vsa področja našega delovanja, rezultati ne odražajo trenutnega stanja na področju IKT v gradbeništvu. Zato smo se odločili izvesti kvantitativno raziskavo s pomočjo elektronskega vprašalnika. Preverjali smo, ali je razmah vplival tudi na podjetja v slovenski gradbeni industriji in kakšno je trenutno stanje uporabe IKT v gradbeništvu v Sloveniji.

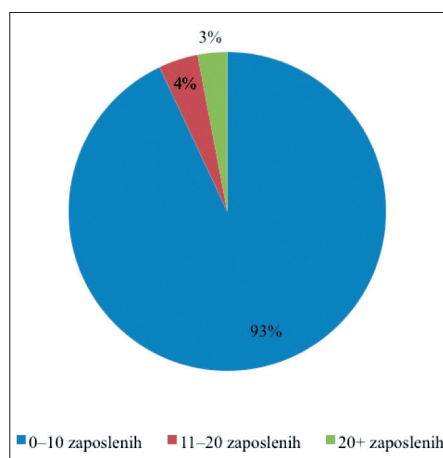
2 • SPLOŠNI PODATKI O SLOVENSKEM GRADBENEM SEKTORJU

Za industrijo, ki oblikuje grajeno okolje, je značilno, da so moderni vzorci dela, ki so se drugod pojavili šele pred kratkim, že tradicionalno prisotni. Pri gradbenih projektih namreč vedno sodeluje edinstvena skupina sodelujočih partnerjev, ki v okviru virtualne organizacije sodeluje samo enkrat (pri vsakem projektu se skupine postavljajo na novo). Hkrati je gradbeništvu razdrobljena panoga, v kateri prevladujejo mala in srednje velika podjetja z zelo različnimi stopnjami informacijske pismenosti (Turk in Fruchter, 2000).

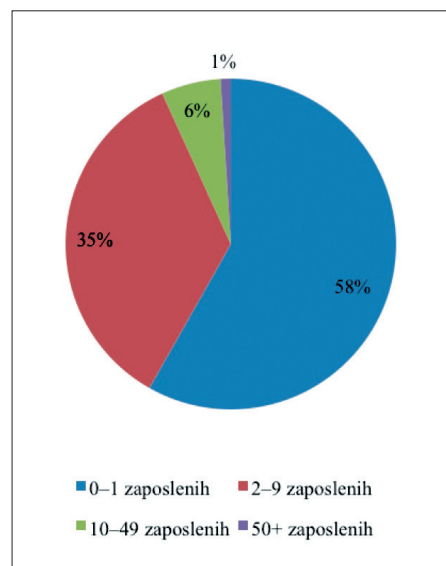
Po podatkih SURS (2009) je bilo leta 2007 v Sloveniji kar 93,2 % obrtnih podjetij z de-

javnostjo gradbenišтва iz t. i. skupine mikropodjetij z 0 do 9 zaposlenimi, od tega kar 58,2 % z 0 ali 1 zaposlenim. Srednje velikih (50–249 zaposlenih) in velikih podjetij (250 ali več zaposlenih) je bilo v letu 2007 skupaj manj kot 1 % (slika 1). Primerjava kaže, da se slovenski gradbeni sektor ne razlikuje bistveno od evropskega (slika 2), kjer so razmere zelo podobne: 97 % evropskih gradbenih podjetij ima zaposlenih 0 do 20 ljudi, 93 % pa 0 do 10 ljudi (Pazlar et al., 2004). Turk in Fruchter (2000) menita, da je prav razdrobljenost industrije eden od glavnih izzivov gradbene informatike.

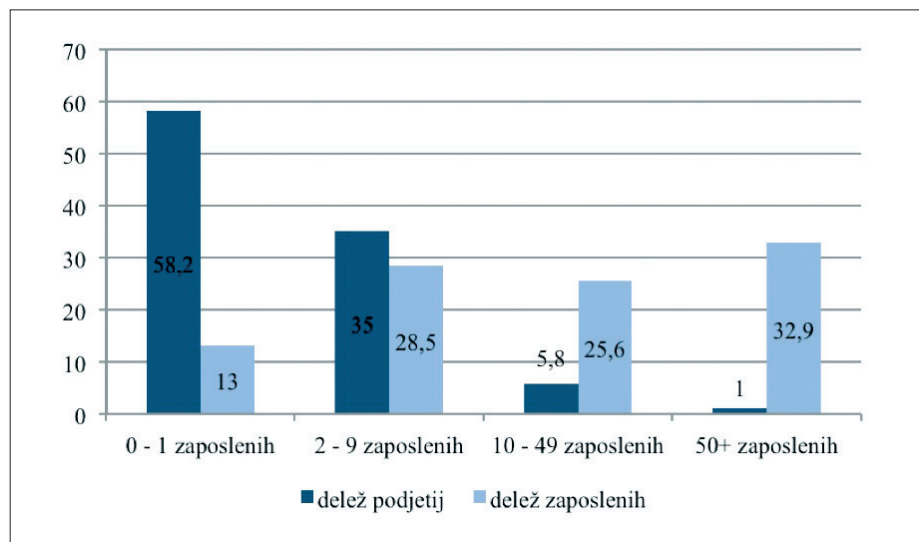
Kljub velikemu številu gradbenih mikropodjetij in majhnemu deležu podjetij z več kot 50 zaposlenimi (< 1 %), velika podjetja v Sloveniji zaposlujejo kar 32,9 % vseh zaposlenih v gradbeništvu (slika 3).



Slika 2 • Delež zaposlenih glede na velikost podjetja v Evropi



Slika 1 • Delež zaposlenih glede na velikost podjetja v Sloveniji



Slika 3 • Delež podjetij in delež zaposlenih glede na velikost gradbenega podjetja v Sloveniji

3 • RAZISKAVA

3.1 Metodologija

Pri izvedbi raziskave smo se odločili za kvantitativni pristop. Glavni razlog za takšno odločitev je predvsem primernost in ponovljivost kvantitativnih metod za preverjanje hipotez v naravoslovju, poleg tega pa nam je tovrsten pristop omogočil primerjavo z rezultati sorodnih raziskav. K naši odločitvi sta prispevali tudi praktičnost in narava kvantitativnih metod, ki po mnenju Haralambosa in Holborna (1995) v splošnem zahtevajo manj časa in osebne zavezanosti.

Ciljna skupina naše raziskave so bili vsi zaposleni v gradbenem sektorju v Sloveniji. Za način zbiranja podatkov smo izbrali elektronski vprašalnik. Odločili smo se za zaprti tip vprašanj, ker jih je preprosteje kvalificirati in kvantificirati, od respondentov pa zahtevajo relativno malo časa, napora in izvirnosti. Pri večini vprašanj smo respondentom pustili odprto možnost izgradnje lastnega odgovora, če na seznamu ponujenih niso našli ustreznega. Na tak način smo jim dovolili dodelavo našega vprašalnika.

Vprašalnik smo sestavili na podlagi vprašanj in izkušenj iz projekta prodAEC (Pazlar et al., 2004) ter objavljenih rezultatov raziskav uporabe IKT v gradbeništvu ((Goh, 2005), (Goh, 2006), (Howard et al., 1998), (Samuelson, 2007), (Issa et al., 2003), (Rivard, 1999)). Vprašalnik smo po izdelavi testirali na manjšem vzorcu treh podiplomskih študentov, predvsem zato, da smo preverili razumljivost postavljenih vprašanj in pridobili prve povratne informacije. Na podlagi njihovih odgovorov in priporočil smo vprašalnik spremenili in dopolnili ter ga poslali ciljni skupini. Vprašalnik je bil zgrajen s pomočjo spletnega servisa Google Dokumenti.

3.2 Izbira vzorca

Izkušnje pri izvedbi raziskave prodAEC (Pazlar et al., 2004) so nam narekovale nov pristop k izvedbi raziskave. Pri projektu prodAEC se je namreč izkazalo, da je bil odziv kljub inten-

zivni promociji v strokovni reviji, prek navadne in elektronske pošte in tudi na strokovnih delavnicah izjemno skromen. Zato smo namesto klasičnih verjetnostnih tipov vzorčenja (naključno, z deležem, večstopenjsko, stratificirano itd.) izbrali namensko vzorčenje po principu »snežne kepe«.

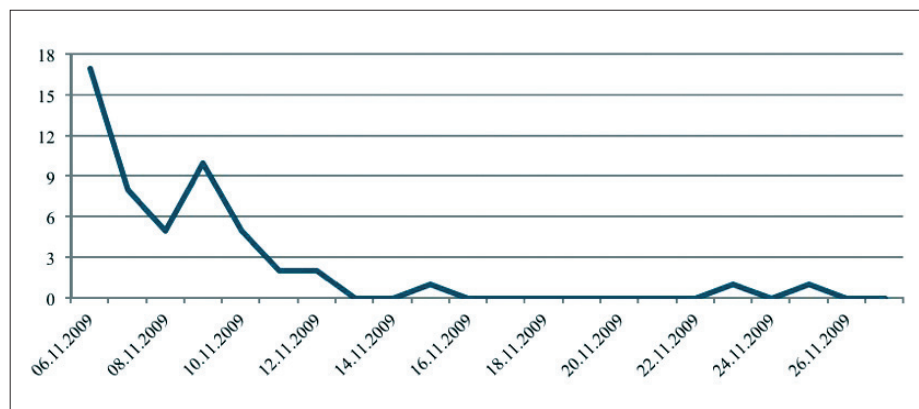
Vzorčenje po principu »snežne kepe« je specializiran tip vzorčenja, ki se uporablja, kadar druge metode iz praktičnih razlogov niso uporabne. Pri uporabi te vrste vzorčenja se za izgradnjo vzorca preučevane skupine uporabijo osebna poznanstva (Haralambos in Holborn, 1995). Po metodi snežne kepe se na začetku izbere manjši vzorec oseb, ki odgovorijo na vprašalnik, obenem pa k izpolnjevanju povabijo svoje znance. Proces se nadaljuje tudi pri višjih stopnjah ločenosti (vsak naslednji anketiranec naj bi zagotovil nekaj novih anketirancev). Prednost tovrstnega vzorčenja je predvsem v hitrem popolnjevanju vzorca, ki je odvisen samo od začetne izbrane populacije. To je obenem tudi slabost, saj po začetni izbiri nimamo več nadzora nad vzorcem. Dodatna slabost je tudi odvisnost od posameznikovega mreženja v horizontalni ter predvsem v vertikalni smeri.

V naši raziskavi smo k izpolnitvi vprašalnika v prvem krogu povabili manjšo skupino pri-

jateljev in znancev, ki delujejo v gradbeni industriji. Vabila so bila poslana skupini 29 prejemnikov s prošnjo, da k izpolnitvi povabijo tudi svoje sodelavce, prijatelje in znance. Vabila so bila poslana z elektronsko pošto ter prek storitev za spletno druženje in spoznavanje.

Vabilo k izpolnitvi elektronskega vprašalnika so bila poslana 6. 11. 2009. Do 1. 1. 2010 smo prejeli 52 izpolnjenih vprašalnikov. Največ vprašalnikov (17) je bilo izpolnjenih istega dne, ko so bili respondenti povabljeni k izpolnjevanju, drugi vrh (10 izpolnjenih vprašalnikov) je videti nekaj dni pozneje, ko so vprašalnik izpolnjevale osebe z druge stopnje ločenosti (slika 4). Po 25. 11. 2009 vprašalnika ni izpolnil nihče več.

Posledica izbire nereprezentativnega vzorčenja ter tudi načina razdeljevanja vprašalnika (pri elektronskem razdeljevanju namreč nismo zajeli ljudi, ki elektronskega načina komunikacije ne uporabljajo) je, da so rezultati raziskave zgolj pogojno reprezentativni. Za realnejše rezultate bi bilo potrebno izbrati eno od reprezentativnih statističnih metod, pri čemer zbiranje odgovorov z elektronskim vprašalnikom ne bi prišlo v poštev. V našem primeru smo ocenili, da bosta takšna izbira vzorca in takšen način razdeljevanja vprašalnika vrnila najboljše rezultate, zato smo pomanjkljivosti vzeli v zakup. Pri obdelavi rezultatov raziskave se je izkazalo, da je bilo ob naši izbiri vzorčenja v krajšem času vrnjenih več vprašalnikov kot v primeru projekta prodAEC, kjer je bilo kljub intenzivni promociji in naporu vrnjenih malo izpolnjenih anket.



Slika 4 • Število izpolnjenih vprašalnikov po dnevih

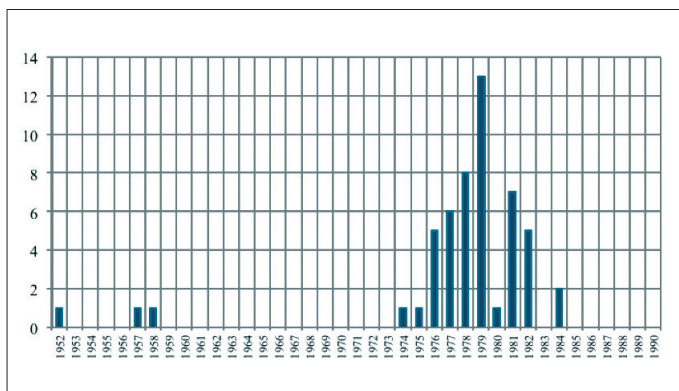
4 • REZULTATI RAZISKAVE

4.1 Sklop 1: osnovni podatki o respondenth

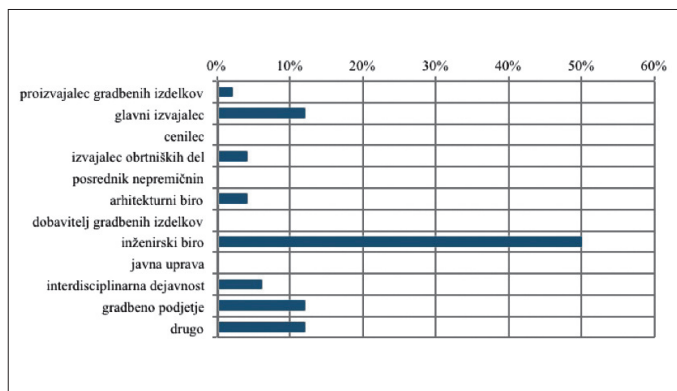
Po pričakovanjih (kot posledica izbranega vzorčenja) je med respondenti 25 % oseb, ki so rojene leta 1979, s 15 % jim sledijo rojeni

leta 1978 in s 13 % rojeni leta 1981. Le tri osebe so bile rojene pred letom 1974 (slika 5). Rezultati so pokazali, da so respondenti dobro razporejeni po gradbenih podjetjih različnih

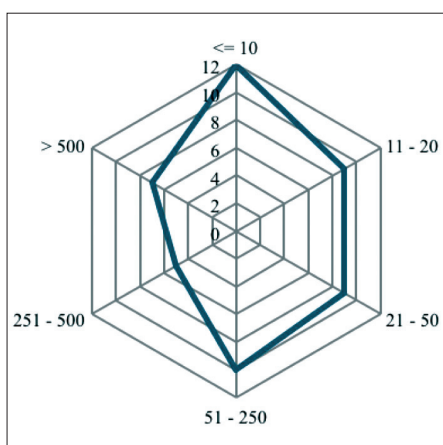
velikosti in da so zastopane vse statistične skupine (slika 6), zato smo se odločili, da ponderiranje ni potrebno in smo vse odgovore obravnavali enakovredno. Med regijami, kjer so zaposleni, prednjači osrednjeslovenska, kjer je zaposlenih 48 % respondentov. Zastopane so vse statistične regije z izjemo Koroške, kjer ni zaposlen noben respondent.



Slika 5 • Letnica rojstva respondentov



Slika 7 • Dejavnost podjetja, kjer so respondenti zaposleni



Slika 6 • Velikost podjetja, kjer so respondenti zaposleni (po številu zaposlenih)

Najbolj zastopana dejavnost podjetij, v katerih so zaposleni respondenti, je s 50 % inženirsko biro (slika 7). 81 % respondentov običajno opravlja svoje delo v glavnem uradu podjetja, 8 % v območnem uradu, 12 % pa na gradbišču.

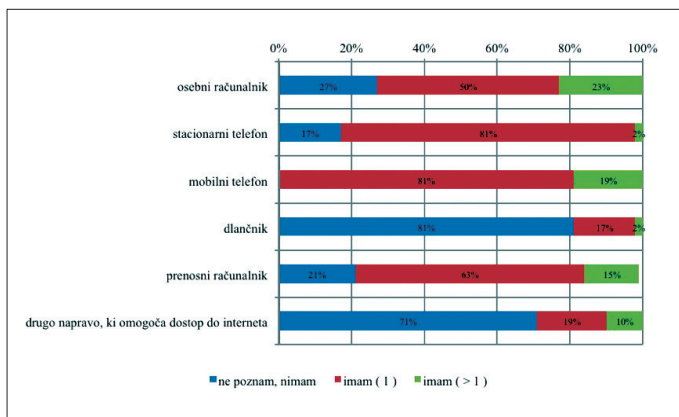
4.2 Sklop 2: uporaba informacijskih in komunikacijskih tehnologij

V drugem sklopu vprašanj nas je zanimala uporaba informacijsko-komunikacijskih tehnologij in naprav. Zanimiv je podatek, da 17 % respondentov doma nima stacionarnega telefona, vsi pa imajo vsaj en mobilni telefon. Osebnega računalnika ne poseduje 27 % respondentov, prenosnega računalnika pa 21 %. Podrobnejši pregled pokaže, da ima vsak, ki nima osebnega računalnika, doma prenosni računalnik in obratno (slika 8). Pri vprašanju dostopa do interneta od doma se je izkazalo, da zgolj 4 % respondentov doma nima dostopa do interneta (slika 9).

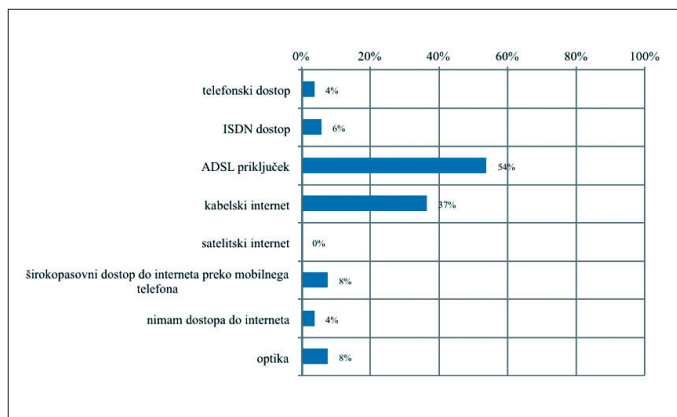
Vprašanje o uporabi informacijsko-komunikacijskih naprav in storitev v zasebne namene je pokazalo, da respondenti naprave in storitve uporabljajo precej pogosto (slika 10), prav tako so zadovoljivo seznanjeni s konkretnimi storitvami spleta 2.0 (slika 11). Nekoliko manj poznajo novejša storitve, preseneča pa nizka stopnja uporabe storitev VoIP (npr. Skype).

4.3 Sklop 3: informacijska infrastruktura v podjetju

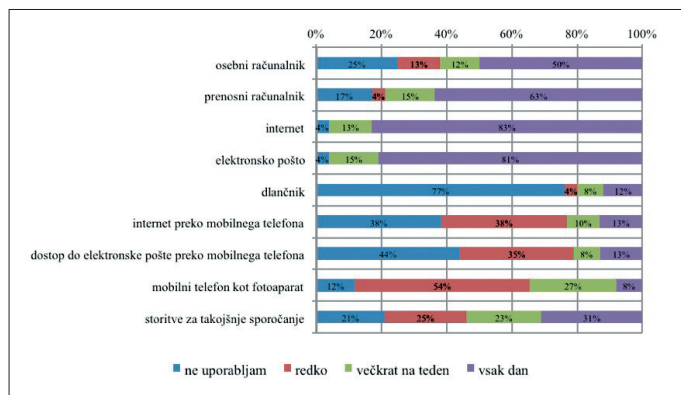
V tretjem sklopu smo postavili nekaj preprostih vprašanj o informacijsko-komunikacijski infrastrukturi v podjetju (slika 12). Na splošno so respondenti zadovoljni z informacijsko-komunikacijskimi orodji, ki so jim na delovnem mestu na voljo, saj je nezadovoljnih le 8 %. Veseli dejstvo, da vsi pri vsakdanjem delu uporabljajo elektronsko pošto in da imajo vsi dostop do interneta na delovnem mestu, nekoliko manj pa veseli, da 81 % podjetij, kjer so zaposleni respondenti, še vedno ne ponuja izobraževanja prek spleta ter da 40 % istih podjetij nima strategije na področju IKT oziroma zaposlenim ni znana (51 %). Zanimivo je tudi, da kar 71 % respondentov za službo kdaj dela tudi od doma. Vprašanja o poznavanju in rabi konkretnih tehnologij (slika 13) so pokazala dobro poznavanje in rabo klasičnih informacijsko-komunikacijskih orodij in tehnologij (programi za urejanje besedil, preglednice, elektronska pošta, internet, digitalna fotografija in CAD), nekoliko zaskrbljujoč pa je podatek o ne-



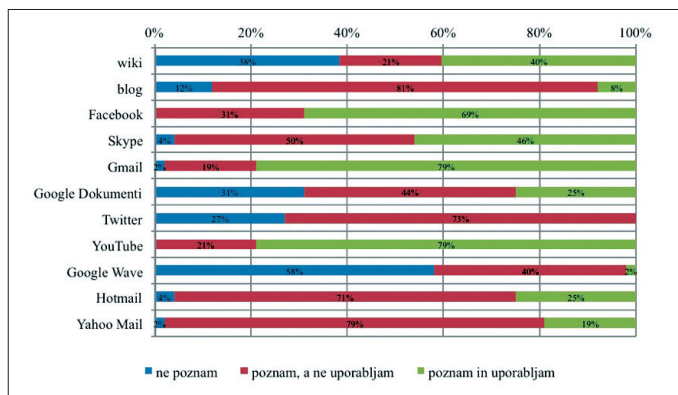
Slika 8 • Poznavanje in posedovanje informacijsko-komunikacijskih naprav



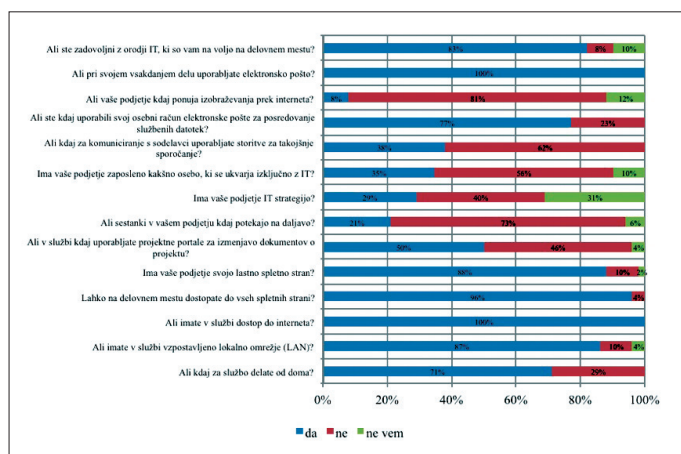
Slika 9 • Vrsta dostopa do interneta od doma



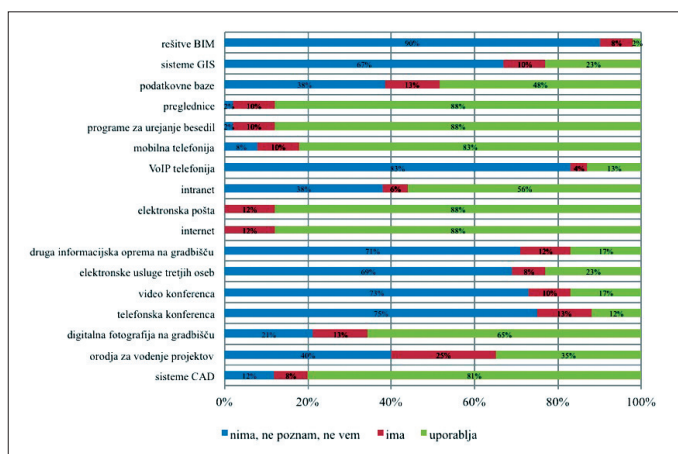
Slika 10 • Pogostost uporabe informacijsko-komunikacijskih naprav doma



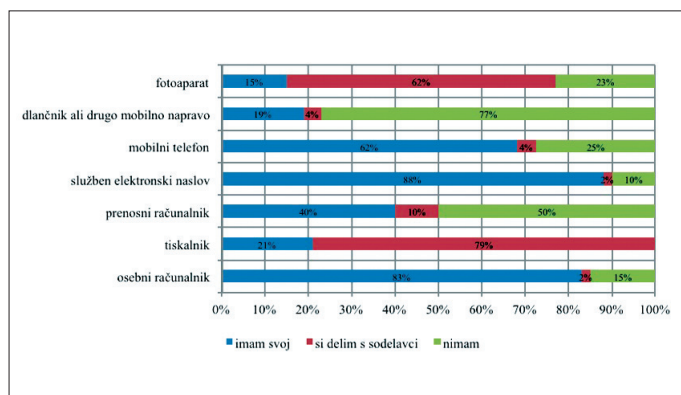
Slika 11 • Poznavanje in uporaba informacijsko-komunikacijskih storitev doma



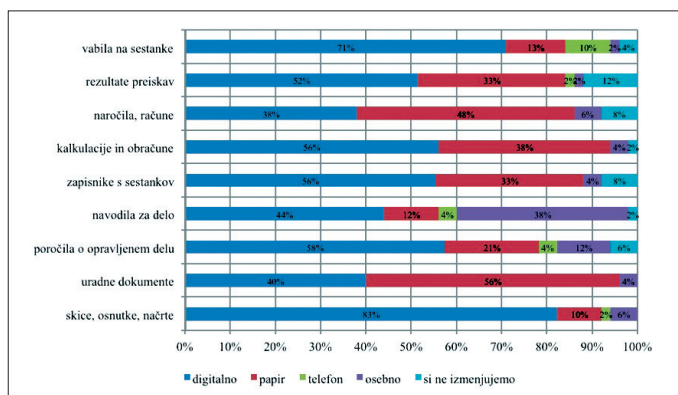
Slika 12 • Osnovna vprašanja o informacijsko-komunikacijski infrastrukturi v podjetju



Slika 13 • Posedovanje in uporaba tehnologij



Slika 14 • Dostopnost informacijsko-komunikacijskih naprav na delovnem mestu



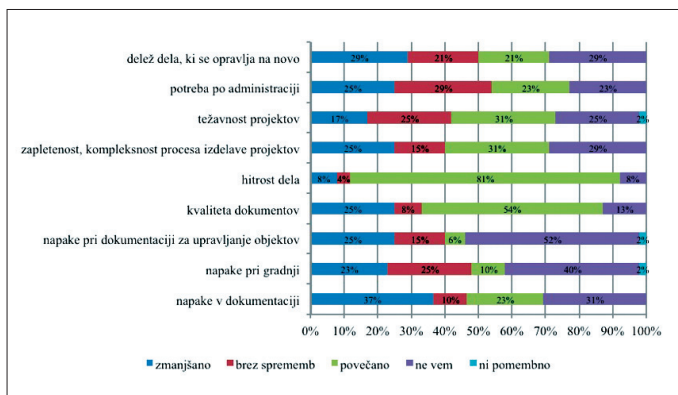
Slika 15 • Način izmenjave dokumentov

poznavanju oziroma neuporabi rešitev BIM, sistemov GIS in orodij za vodenje projektov. Večina respondentov ima dostop do informacijsko-komunikacijskih naprav na delovnem mestu (slika 14). Veseli tudi ugotovitev, da se razmeroma veliko dokumentov izmenjuje elektronsko (slika 15).

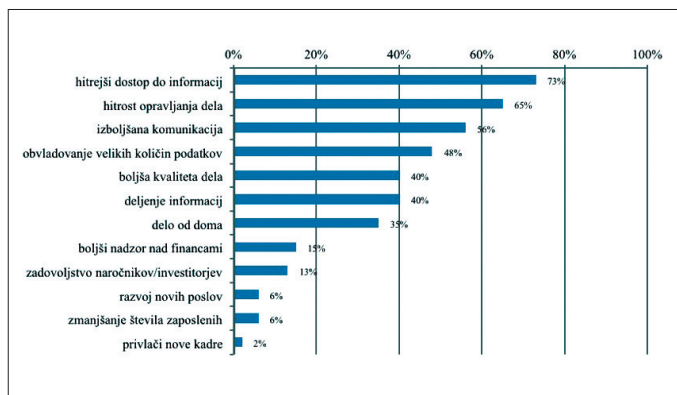
Na vprašanje o tem, kako največkrat poteka komunikacija s sodelavci, je 71 % respondentov odgovorilo, da s sodelavci komunicirajo osebno, 21 % jih komunicira predvsem telefonsko, 6 % prek elektronske pošte, 2 % udeležencev pa na sestankih.

4.4 Sklop 4: vpliv IKT na delovni proces

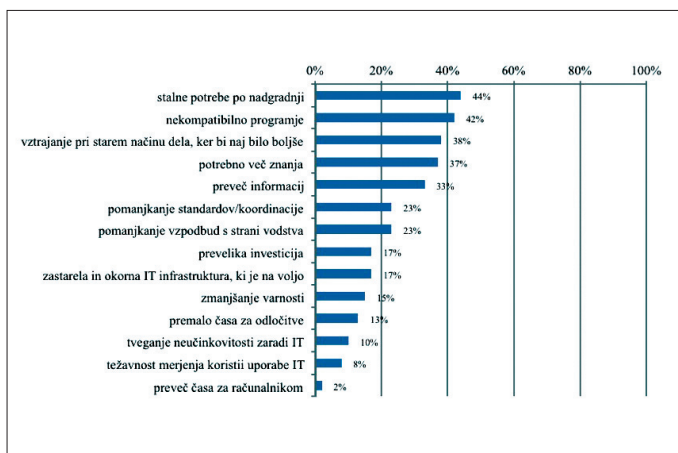
Četrty sklop vprašanj je bil namenjen vplivu informacijsko-komunikacijskih tehnologij na delovni proces. Odgovori kažejo, da predvsem mlajši ne znajo oziroma ne morejo oceniti, kakšen je vpliv IKT. Razlog gre verjetno iskati v tem, da ne morejo narediti



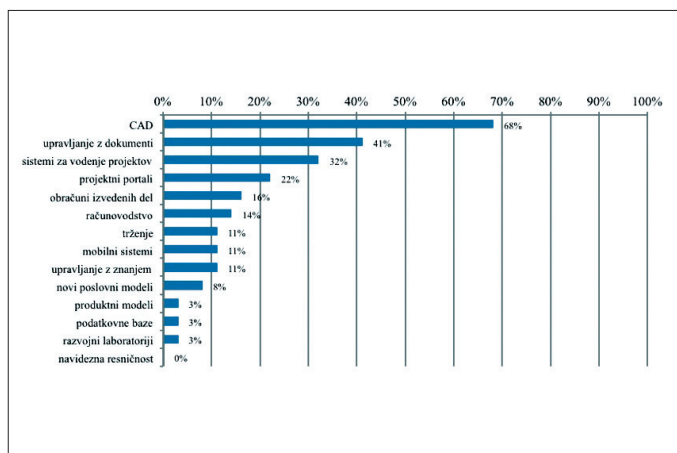
Slika 16 • Vpliv informacijskih tehnologij na delovni proces



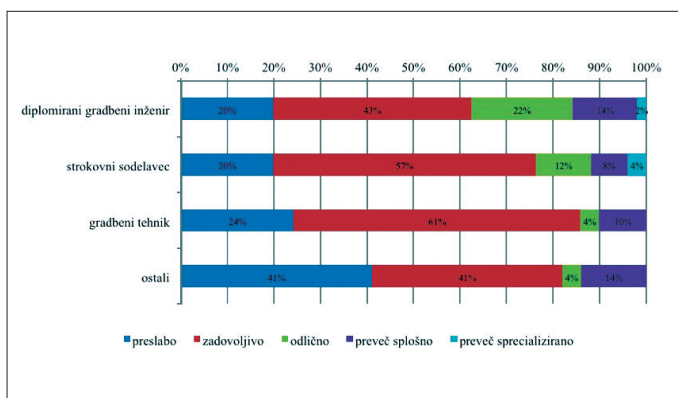
Slika 17 • Prednosti uporabe informacijskih tehnologij



Slika 18 • Ovire za uporabo oziroma slabosti uporabe informacijskih tehnologij



Slika 19 • Področje vlaganja v informacijsko-komunikacijske tehnologije



Slika 20 • Poznavanje informacijskih tehnologij novih gradbenih kadrov

primerjave z načinom dela pred tehnološko revolucijo. Kljub temu jih kar 81 % meni, da se je hitrost dela povečala, pri čemer jih 23 % meni, da se je povečalo tudi število napak v dokumentaciji (slika 16).

Med prednostmi uporabe IKT v gradbeništvu (slika 17) so respondenti na prvo mesto postavili hitrejši dostop do informacij (73 %),

sledi hitrost opravljanja dela (65 %) in boljša komunikacija (56 %).

Kot bistveno oviro za uporabo oziroma slabost uporabe IKT v gradbeništvu (slika 18) so opredelili stalne potrebe po nadgradnji (44 %), nekompatibilno programje (42 %) in vztrajanje pri starem načinu dela (38 %).

68 % respondentov je odgovorilo, da namerava njihovo podjetje v prihodnjih letih povečati vlaganja v CAD, kot kaže, pa nobeno od podjetij ne namerava vlagati v navidežno resničnost (slika 19). Respondenti so večinoma mnenja, da je znanje novih gradbenih kadrov o I(K)T, ko pridejo na delo, zadovoljivo (slika 20).

5 • PRIMERJAVA Z REZULTATI PODOBNIH RAZISKAV

Če nekatere rezultate naše raziskave (slika 21) primerjamo z rezultati raziskave (slika 22), opravljene v okviru projekta prodAEC (Pazlar et al., 2004), lahko opazimo, da se kljub boljši infrastrukturi in večji ozaveščenosti uporabnikov uporaba informacijsko-komunikacijskih tehnologij v gradbenem sektorju ni dosti spremenila. Bistveno so se povečali deleži podjetij, ki pri svojem delu uporabljajo internet in elektronsko pošto, prav tako se je nekoliko povečal delež podjetij, ki uporabljajo sisteme CAD in digitalno fotografijo na gradbišču, še vedno pa na razmeroma nizki ravni ostaja uporaba telefonskih in videokonferenčnih sistemov.

V primerjavi s podobnimi tujimi raziskavami opazimo, da slovenski gradbeni sektor po uporabi informacijsko-komunikacijskih tehnologij ne zaostaja za sektorjem v tujini. Še več, ponekod ga celo presega. V primerjavi z raziskavo, ki jo je v Singapurju leta 2003 opravil Goh (2006), slovenski gradbeni sektor presega singapurskega tako po številu podjetij, ki imajo vzpostavljeno lokalno omrežje, kot tudi po deležu respondentov s prenosnim računalnikom in dostopom do interneta ter uporabi orodij za urejanje dokumentov in preglednic. Podobno velja tudi za raziskave, opravljene v okviru IT-barometra na Danskem, Finskem in Norveškem (Howard et al., 2002).

Primerjava ugotovljenih prednosti uporabe IKT v gradbeništvu po raziskavah (glej preglednico 1) kaže, da uporabniki prednosti kljub geografski razpršenosti in časovni oddaljenosti razvrščajo podobno. »Hitrejši dostop do informacij«, ki so ga slovenski gradbeniki v naši raziskavi postavili na prvo mesto med prednostmi, se je na prvem mestu pojavil že v prvi raziskavi leta 1998, skozi leta pa ni bil nikoli nižje od tretjega mesta.

	2009	2007 (IT barometer)	2002 (Singapur)	2000 (IT barometer)	1998 (IT barometer)
Hitrejši dostop do informacij	1	1	3	2	1
Hitrost opravljanja dela	2	4	1	6	3
Izboljšana komunikacija	3	7	-	3	4
Obvladovanje velikih količin podatkov	4	8	-	5	7
Boljša kakovost dela	5	6	2	7	2
Deljenje informacij	6	3	-	4	6

Preglednica 1 • Primerjava prednosti uporabe I(K)T v gradbeništvu po razvrstitvi

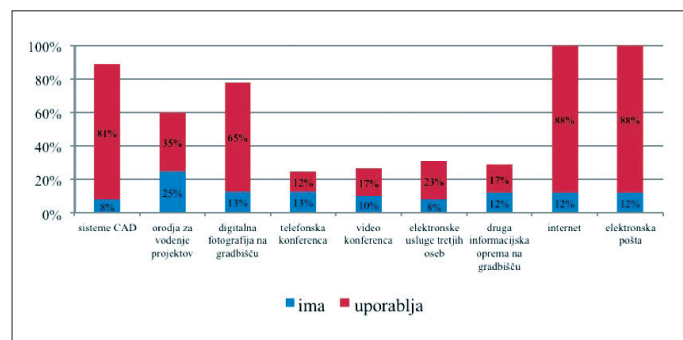
	2009	2007 (IT barometer)	2000 (IT barometer)	1998 (IT barometer)
Stalne potrebe po nadgradnji	1	1	1	2
Nekompatibilno programje	2	7	6	-
Vztrajanje pri starem načinu dela	3	3	5	5
Potrebno več znanja	4	4	3	3
Preveč informacij	5	2	4	7
Pomanjkanje standardov/koordinacije	6	11	11	8

Preglednica 2 • Ovire pri uporabi oz. slabosti uporabe I(K)T v gradbeništvu po prednostni razvrstitvi

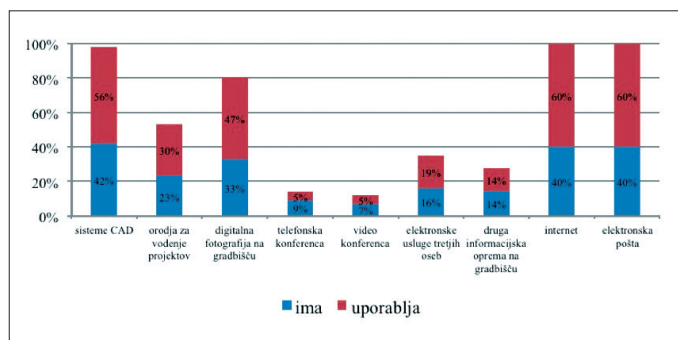
Do neke mere je presenetljivo, da se na višjem mestu med prednostmi ni pojavila možnost »dela od doma« (v naši raziskavi se ta možnost pojavi na 7. mestu), saj je po drugi strani kar 71 % respondentov odgovorilo, da kdaj za službo delajo tudi od doma. Veseli ugotovitev, da se respondenti zavedajo pomena IKT za boljšo komunikacijo.

Med ovirami za uporabo IKT oziroma slabostmi le-te v gradbeništvu (glej preglednico 2) že vseskozi ostajajo »stalne potrebe po nadgrad-

nji«. Nekoliko zaskrbljujoča je ugotovitev, da se tudi v letu 2009 na lestvici razmeroma visoko pojavlja »vztrajanje pri starem načinu dela«, zagotovo pa se bodo z leti povečale težave s preobiljem informacij in njihovim filtriranjem. Glede na časovno občutljivost rezultatov (IKT in naprave se izjemno hitro razvijajo, zato rezultati starejših raziskav pogosto niso več aktualni) in nepopolnost objavljenih rezultatov podobnih raziskav je podrobnejša primerjava po sklopih skorajda nemogoča.



Slika 21 • Tehnološka infrastruktura 2009



Slika 22 • Tehnološka infrastruktura 2004

6 • SKLEP

Opravljen raziskava potrjuje rezultate anket iz leta 2004, obenem pa kaže zamek tehnološkega populizma tudi v slovenskem gradbenem sektorju. V grobem lahko tako ugotovimo, da strokovni delavci v Sloveniji razmeroma ažurno sledijo trendom in tehnologijam sodobnega spleta, medtem ko podjetja pri njihovem uvajanju nekoliko zaostajajo. Primerjava z rezultati analize uporabe iz leta 2004 namreč pokaže, da se kljub boljši infrastrukturi in večji ozaveščenosti uporabnikov stopnja uporabe novjših informacijsko-komunikacijskih tehnologij in storitev v poslovnem gradbenem okolju ni bistveno spremenila. Kljub temu je zaostanek manjši kot pred leti. Veseli ugotovitev, da ima kar 88 % podjetij lastno spletno stran ter da je respondentom omogočen dostop do interneta in razmeroma široke palete IKT, nekoliko pa skrbi pomanjkanje oziroma nepoznavanje strategij na področju IKT in vztrajanje pri starih vzorcih dela.

Glavne ugotovitve so naslednje:

- stopnja uporabe IKT v slovenskem gradbeništvu je večja, kot je bila leta 2004;
- stopnja uporabe IKT med zaposlenimi v gradbeništvu je visoka, uporaba na delovnem mestu pa nižja;
- večina gradbenih podjetij v Sloveniji ima dostop do interneta;
- manjša podjetja v gradbeništvu nimajo izdelane informacijsko-komunikacijske strategije, večja jo imajo;
- zaposleni razmeroma dobro poznajo orodja in storitve spleta 2.0;
- uporaba elektronske pošte med zaposlenimi je na visoki ravni;
- komunikacija še vedno v veliki meri poteka prek telefona;
- večina zaposlenih ima na delovnem mestu svoj osebni računalnik;
- dokumenti se večinoma izmenjujejo na papirju;

- IKT so povečale hitrost izmenjave informacij ter kakovost opravljenega dela;
- znanje mladih kadrov na področju IKT je dobro;
- bistveni oviri pri vpeljavi IKT v gradbeništvo sta še vedno vztrajanje pri ustaljenem načinu dela in odpor do sprememb.

Na koncu velja še enkrat opozoriti na nerepresentativnost uporabljene metodologije. Posledica izbire vzorčenja po principu snežne kepe je koncentracija starosti respondentov v razmeroma ozkem območju, tako da vse starostne skupine niso zajete. Prav tako ob izbiri elektronskega vprašalnika nismo zajeli morebitnih zaposlenih, ki računalnika ne uporabljajo. Kljub temu ocenjujemo, da je tovrsten pristop k spremljanju informacijsko-komunikacijske pismenosti v slovenskem gradbenem sektorju učinkovit, hiter, omogoča pogostejše ponavljanje in daje zadovoljive rezultate.

7 • LITERATURA

- Goh, B. H., IT barometer 2003, Survey of the Singapore construction industry and a comparison of results, ITcon – J. inf. tech. constr. 10: 1–13, 2005, povzeto po: <http://www.itcon.org/2005/1> (25. 1. 2010).
- Goh, B. H., Creating intelligent enterprises in the Singapore construction industry to support a knowledge economy, Building and environment 41, 3: str. 367–379, 2006.
- Howard, R., Kiviniemi, A., Samuelson, O., Surveys of IT in the Construction Industry and Experience of the IT Barometer in Scandinavia. ITcon – J. inf. tech. Constr. 3: 47–59, 1998, povzeto po: <http://www.itcon.org/1998/4> (25. 1. 2010).
- Howard, R., Kiviniemi, A., Samuelson, O., The latest developments in communications and e-commerce – IT barometer in 3 nordic countries, V: Agger, K. (ur.), Christiansson, P. (ur.), Howard, B. (ur.), Proceedings of the CIB W78 conference 2002, povzeto po: http://itc.scix.net/cgi-bin/works/Show?_id=w78-2002-7 (29. 1. 2010).
- Haralambos, M., Holborn, M., Metodologija, V: Sociologija – teme in perspektive. Interno gradivo, prevedla Aleš - Luznar, H., Koltaj, P., strokovni pregled Mežnarič, S., Metode sociološko kulturološkega raziskovanja, Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta, Oddelek za sociologijo.
- Issa, R. R. A., Flood, I., Caglasin, G., A survey of e-business implementation in the US construction industry, ITcon – J. inf. tech. constr. 8: 15–28, 2003, povzeto po: <http://www.itcon.org/2003/2> (25. 1. 2010).
- Pazlar, T., Dolenc, M., Duhovnik, J., prodAEC – evropski projekt izmenjave podatkov o proizvodih in projektih za e-delo ter e-poslovanje v arhitekturi, inženirstvu in gradbeništvu, Gradbeni vestnik, letnik 52, št. 8, str. 193–202, 2004.
- Pazlar, T., Dolenc, M., Duhovnik, J., Rezultati raziskave prodAEC o rabi informacijskih in komunikacijskih tehnologij v arhitekturi, inženirstvu in gradbeništvu v Sloveniji, Gradbeni vestnik, letnik 53, št. 9, str. 223–229, 2005.
- Rivard, H., A survey of information technology in the canadian construction industry – information technology survey in Canada, Ottawa, Institute for Research in Construction, Durability of Building Materials and Components 8: 2338–2347, 1999.
- Samuelson, O., The IT-barometer – a decade's development of IT use in the Swedish construction sector, ITcon – J. inf. tech. constr. 13: 1–19, 2008, povzeto po: <http://www.itcon.org/2008/1> (25. 1. 2010).
- SURS, Statistični letopis, Ljubljana, Statistični urad Republike Slovenije 48, 2009, povzeto po: <http://www.stat.si/letopis/LetopisPrvaStran.aspx?lang=si> (22. 1. 2010).
- Turk, Ž., Fruchter, R., Sodobno usposabljanje za neusmiljeno tekmovanje na globalnem trgu – učenje gradbeništva in arhitekture prek www.delo, priloga Znanost, letnik 42, št. 184, str. 11, 9. 8. 2000.

NOVI DIPLOMANTI

UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Urška Kregar Cundrič, Računalniško podprta izdelava projektne dokumentacije za AB kontinuirne nosilce, mentor izr. prof. dr. Tatjana Isakovič, somentor viš. pred. dr. Tomo Cerovšek

Blaž Kavčič, Izdelava interaktivnega priročnika za potrebe upravljanja večstanovanjskih objektov, mentor doc. dr. Andrej Kryžanowski

Marko Keše, Projektiranje večstanovanjske stavbe v Kočevju po standardih Evrokod, mentor doc. dr. Sebastjan Bratina

Mario Mazurek, Raziskave volumskih deformacij zemljin zaradi zmrzovanja in tavanja, mentor viš. pred. dr. Ana Petkovšek

Jasna Jošič, Vloga gradbenega nadzora pri graditvi objektov, mentor doc. dr. Jana Šelih

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Matevž Jerman, Nosilni elementi iz konstrukcijskega kompozitnega lesa, mentor doc. dr. Jože Lopatič

Urška Jakin, Vpliv ekološko sprejemljivega pretoka na poslovanje malih hidroelektrarn, mentor prof. dr. Franc Steinman, somentor asist. mag. Sašo Šantl

Gregor Novak, Analiza managementa gradbenih projektov v Trimo d.d., mentor doc. dr. Jana Šelih

Andrej Pregelj, Presoja finančnih posledic izvajanja operativnega programa odvajanja in čiščenja odpadne vode za naselja, ki do 2017 ne bodo opremljena z javno kanalizacijo, mentor izr. prof. dr. Albin Rakar, somentor mag. Neža Kodre

Jasna Smolar, Raziskave likvifikacije peskov z lokacije HE Brežice, mentor prof. dr. Bojan Majes, somentor viš. pred. dr. Ana Petkovšek

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ VODARSTVA IN KOMUNALNEGA INŽENIRSTVA

Andreja Žerjav, Račun obratovalnih valov v delni verigi HE na spodnji Savi, mentor prof. dr. Matjaž Četina, somentor dr. Andrej Širca

Aljaž Verdev, Vpliv povprečevanja vetra na hidrodinamiko Sredozemskega morja, mentor doc. dr. Dušan Žagar, somentor prof. dr. Matjaž Četina

Matjaž Šauta, Hidrološka analiza hudournika Kroparica s pritoki, mentor doc. dr. Mojca Šraj, somentor prof. dr. Matjaž Mikoš

Rok Avsec, Idejne rešitve odvodnje odpadnih voda za naselja od Golnika do Mlake pri Kranju, mentor prof. dr. Boris Kompare, somentor asist. dr. Matej Uršič

Marija Zaletelj, Zadrževalniki na povodju Grosupeljščice, mentor prof. dr. Franc Steinman, somentor izr. prof. dr. Jože Panjan

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Kristjan Ban, Montažna gradnja proizvodne hale Prebold, mentor viš. pred. Milan Kuhta, somentor izr. prof. dr. Matej Mencinger

Vladimir Kanižaj, Kontrola kakovosti gradbenih proizvodov in ugotavljanje skladnosti ob uporabi harmoniziranih standardov, mentor viš. pred. Samo Lubej, somentor viš. pred. mag. Andrej Ivanič

Aleš Kišič, Analiza in projektiranje objektov s programoma Tower in Allplan, mentor viš. pred. Milan Kuhta, somentor Gradišnik Domen, univ. dipl. inž. grad.

Petra Pušnik, Sanacija vlage v stanovanjski hiši v Laškem, mentor doc. dr. Andrej Štrukelj

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Tina Špegelj, Lesen turistični objekt na Irskem, mentor red. prof. dr. Miroslav Premrov, somentor asist. Matjaž Tajnik

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ 1. STOPNJE GRADBENIŠTVA*

Zdenko Bilić

Jože Prislan

Opomba: *) Študij se zaključi z diplomskim izpitom

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO – EKONOMSKO POSLOVNA FAKULTETA

INTERDISCIPLINARNI UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GOSPODARSKEGA INŽENIRSTVA-SMER GRADBENIŠTVO

Tine Čuš, Implementacija projektne pisarne in projektne informacijskega sistema v gradbenem podjetju, mentorja red. prof. dr. Danijel Rebolj – FG in red. prof. dr. Anton Hauc – EPF

INTERDISCIPLINARNI UNIVERZITETNI ŠTUDIJ 1. STOPNJE GOSPODARSKEGA INŽENIRSTVA-SMER GRADBENIŠTVO

Aljoša Ilešič, Stroškovna analiza zelene strehe, mentorja doc. dr. Branka Trček – FG in red. prof. dr. Duško Uršič – EPF

Jasmina Markež, Ocenjevanje ekonomičnosti različnih izvedb oken na stanovanjskih objektih z vrednostno analizo, mentorja red. prof. dr. Mirko Pšunder – FG in doc. dr. Aleksandra Pisnik Korda – EPF

Maša Šket, Organizacija in ovrednotenje stroškov za ureditev gradbišča športne dvorane osnovne šole Šentvid, mentorja doc. dr. Uroš Klanšek – FG in doc. dr. Barbara Bradač Hojnik – EPF

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



MARIBOR, 6. DECEMBER

21. MIŠIČEV VODARSKI DAN 2010

Maribor ponedeljek 6. decembra 2010 ob 9 uri, Kazinska dvorana SNG Maribor

KOLEDAR PRIREDITEV

7.-8.2.2011

Roads, Tunnels and Bridges Middle East

Dubaj, Združeni arabski emirati
www.fleminggulf.com

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

8.-10.6.2011

fib Symposium: "Concrete engineering for excellence and efficiency"

Praga, Češka
www.fib2011prague.com

13.-15.6.2011

AMCM 2011

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

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

15.-17.6.2011

ICMS 2011

12th International Conference on Metal Structures

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

4.-6.7.2011

EURODYN 2011

8th International Conference on Structural Dynamics

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

6.-8.7.2011

Footbridge 2011

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

10.-15.7.2011

13th International Conference on Wind Engineering

Amsterdam, Nizozemska
www.icwe13.org

1.-4.8.2011

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

Zürich, Švica
www.icasp11.ethz.ch

7.-11.8.2011

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

Christchurch, Nova Zelandija
www.hpc-2011.com

20.-23.9.2011

IABSE Annual Meetings and IABSE Symposium

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

25.-30.9.2011

24th World Road Congress

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

3.-7.10.2011

Mechanics of Masonry Structures

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

22.-25.10.2011

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

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

11.-14.6.2012

Concrete structures for a sustainable community

Stockholm, Švedska
johan.silfwerbrand@cbi.se

8.-12.7.2012

10th International Conference on Concrete Pavements

Québec City, Québec, Kanada
www.concretepavements.org

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