

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 Kristijan Juteršek

Lektor:

Jan Grabnar

Lektorica angleških povzetkov:

Darja Okorn

Tajnica:

Eva Okorn

Oblikovalska zasnova:

Mateja Goršič

Tehnično urejanje, prelom in tisk:

Kočevski tisk

Naklada:

3000 izvodov

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

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

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

Poslovni račun ZDGITS pri NLB Ljubljana:

SI56 0201 7001 5398 955

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, september 2012, letnik 61, str. 197-224

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, strokovni naziv, navadni in elektronski naslov; oznako, ali je članek strokoven ali znanstven; naslov POVZETEK in povzetek v slovenščini; ključne besede v slovenščini; naslov SUMMARY in povzetek v angleščini; ključne besede (key words) 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

Članki • Papers

stran **198**

dr. Boštjan Pulko, univ. dipl. inž. grad.

PRIMERJAVA METOD ZA STATIČNO ANALIZO TEMELJNIH PLOŠČ

COMPARISON OF METHODS FOR STATIC ANALYSIS OF MAT FOUNDATIONS

stran **206**

dr. Roman Kunič, univ. dipl. inž. grad.

dr. Črtomir Tavzes, univ. dipl. biol.

doc. dr. Andreja Kutnar, univ. dipl. inž. les.

OGLJIČNI ODTIS TOPLOTNOIZOLACIJSKIH MATERIALOV V TOPLOTNEM OVOJU STAVB

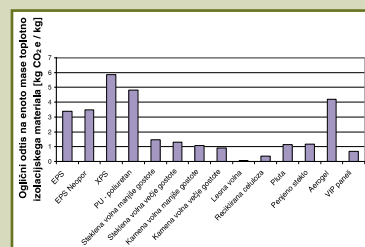
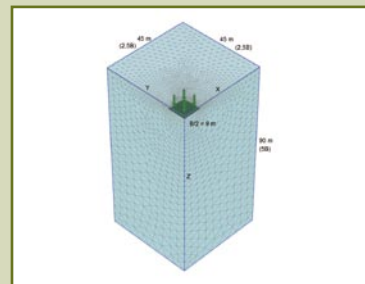
CARBON FOOTPRINT OF THERMAL INSULATION MATERIALS
IN BUILDING ENVELOPES

stran **215**

Franc Maleiner, univ. dipl. inž. kom.

KRITIKA DRŽAVNEGA OPERATIVNEGA PROGRAMA ODVAJANJA IN ČIŠČENJA KOMUNALNIH ODPADNIH VODA

A CRITIQUE OF THE GOVERNMENTAL OPERATIONAL PROGRAM
OF COLLECTING AND TREATING MUNICIPAL WASTEWATER



Novice iz ZDGITS

stran **223**

Eva Okorn

POROČILO O SKUPŠČINI ZDGITS

Novi diplomanti

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

Koledar prireditev

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

Slika na naslovnici: AB plošča, na katero bo pritrjen tir v predoru Ležeški na odseku železniške proge med Pivko in Divačo, foto Miran Abram

PRIMERJAVA METOD ZA STATIČNO ANALIZO TEMELJNIH PLOŠČ

COMPARISON OF METHODS FOR STATIC ANALYSIS OF MAT FOUNDATIONS

dr. Boštjan Pulko, univ. dipl. inž. grad.

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo
Jamova 2, Ljubljana
bostjan.pulko@fgg.uni-lj.si

Znanstveni članek

UDK 519.63:624.048:624.073

Povzetek | Račun interakcije med konstrukcijo in temeljnimi tlemi je zaradi specifičnosti gradbenih konstrukcij in kompleksnega obnašanja temeljnih tal zahtevna inženirska naloga. V preteklosti so se interakcijski problemi reševali z izbiro ustreznih računskih postopkov, ki so upoštevali specifičnost konstrukcije in ustrezen matematični model temeljnih tal, ki je kompromis med teoretično sprejemljivostjo in enostavnostjo uporabe v inženirski praksi. Razvoj računalnikov in programske opreme, ki temelji na numeričnih metodah, pa je omogočil, da lahko večino inženirskih problemov, povezanih z interakcijo konstrukcije in temeljnih tal, rešimo natančneje z uporabo nelinearnih elastoplastičnih materialnih modelov. Namen prispevka je pregled metod za izračun temeljnih plošč s poudarkom na v inženirski praksi uveljavljenem Winklerjevem modelu tal, na oceni ustreznosti določitve in rabe modula reakcije tal ter prikaz rezultatov primerjalnih analiz temeljnih plošč po metodi modula reakcije tal (Winklerjev model), po metodi psevdopovezanih vzmeti in po metodi končnih elementov ob upoštevanju nelinearnih mehanskih lastnosti tal. Rezultati kažejo, da je konvencionalni način izračuna temeljnih plošč po metodi modula reakcije nezanesljiv in lahko vodi k neekonomičnim in neustrezno dimenzioniranim temeljnim ploščam. Za projektiranje večjih temeljnih plošč je zato primernejša uporaba 3D-analiz po metodi končnih elementov.

Ključne besede: temeljne plošče, Winklerjev model, modul reakcije tal, metoda končnih elementov

Summary | Due to the specifics of engineering structures and complex behaviour of the ground the analysis of soil-structure interaction remains a complex engineering task. In the past, the soil-structure interaction problems were solved by selecting an appropriate computational method which complied with the type of a structure and an appropriate mathematical model of the ground. The development of computers and computer programs based on numerical methods has enabled many engineering problems related to soil-structure interaction to be solved more accurately by using nonlinear elastic-plastic material models. The purpose of this paper is to show an overview of calculation methods for mat foundations with the emphasis on well-established Winkler ground model, the suitability assessment of the modulus of subgrade reaction and the presentation of the results of comparative mat foundation analyses according to the Winkler method, pseudo-coupled method and 3D numerical analysis using the finite element method by taking into account nonlinear behaviour of the ground. The results show that the conventional methods based on the modulus of subgrade reaction are unreliable and can lead to non-economical and under-dimensioned design. Therefore, for the design of large mat foundations the use of 3D finite element method is preferable.

Keywords: slab foundation, Winkler's model, modulus of subgrade reaction, finite element method

1 • UVOD

Temeljne plošče so zaradi velike površine, ki je v stiku s temeljnimi tlemi, tipičen primer, ko je

pri statičnem izračunu treba upoštevati kompatibilnost posedkov temeljne konstrukcije in

tal (interakcijo). Ključne vrednosti izračuna temeljnih plošč predstavljajo vertikalni premiki (posedki) in notranje sile v temeljni plošči (momenti in prečne sile), ki so v največji meri odvisne od upoštevane računskega modela tal.

2 • METODE IZRAČUNA TEMELJNIH PLOŠČ

Najpreprostejša metoda izračuna temeljnih plošč je metoda statičnega ravnotežja. Temeljni na predpostavki toge plošče, ki se pod obtežbo premakne kot togo telo brez diferenčnih posedkov. Kontaktni tlaki so neodvisni od togosti temeljne plošče in konstrukcije, njihova razporeditev po temeljni ploskvi pa je glede na ekscentričnost obtežbe linearna ob upoštevanju izključitve področja nateznih napetosti. Izračun kontaktnih tlakov je identičen izračunu napetosti v poljubno ekscentrično obremenjenem prerezu (ploskvi) po principih klasične mehanike. Številne študije ((Poulos in Davis, 1974), (Horvath, 2002)) so pokazale, da izračun po tej metodi ni na varni strani, metoda pa v splošnem ni sprejemljiva, ker ne upošteva deformabilnosti plošč in ne omogoča izračuna realnih posedkov.

Naprednejše metode izračuna temeljnih plošč upoštevajo deformabilnost temeljne plošče in vpliv deformacij na razporeditev kontaktnih napetosti (interakcijo), kar pogojuje izbiro ustreznega matematičnega modela tal, ki definira odnos med kontaktno napetostjo in posedkom tal. Ta odnos je običajno definiran z modulom reakcije tal (MRT) k (kPa/m), ki je definiran kot razmerje med kontaktno obtežbo q in posedkom temeljnih tal w :

$$k = f(q/w) \quad (1)$$

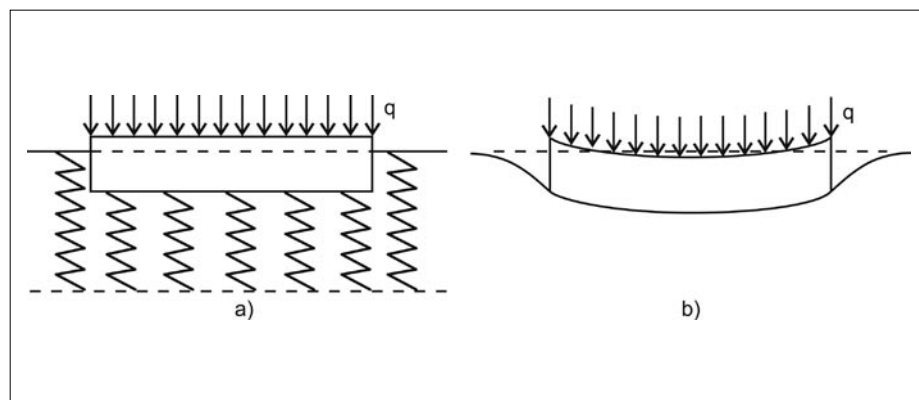
Običajno statični izračun temeljnih plošč opravimo po metodi končnih elementov, kjer plošče modeliramo z linearno-elastičnimi ploskovnimi elementi, ki so v svoji ravnini vertikalno podprti z množico enodimenzionalnih vzmeti. Togost teh vzmeti določata pripadajoča površina temeljne plošče in vrednost modula reakcije tal k , ki je lahko določen na različne načine. Najpreprostejši in v inženirski praksi najpogosteje uporabljan model tal je Winklerjev model (Winkler, 1867), ki upošteva konstantno vrednost MRT oziroma linearen odnos med kontaktnim tlakom in posedkom. Winklerjev model predpostavlja, da je MRT za vse vzmeti enak, da so vzmeti

linearno elastične in da med seboj delujejo neodvisno. Tak model predstavlja poenostavljeno obnašanje tal in ima glede na realno obnašanje tal vrsto pomanjkljivosti ((Horvath, 1983), (Colasanti in Horvath, 2010)):

- konstantna vrednost modula reakcije tal ne more ustrezno opisati nelinearnega odnosa med obtežbo in posedkom tal,
- zvezno in enakomerno obremenjena plošča se, neodvisno od togosti plošče, v izračunu enakomerno posede (ni diferenčnih posedkov) ob enakem skrčku elastičnih vzmeti, kar ni v skladu z dejanskim obnašanjem tal, kjer so posedki tal na robovih manjši od posedkov v središču obtežbe (slika 1),
- predpostavka o neodvisnem delovanju vzmeti ne upošteva strižne odpornosti tal – obtežba tal, ki deluje na enem mestu (točki) povzroči posedke tudi v okolici,
- Winklerjev model je ekvivalenten modelu elastičnih tal končne debeline, kjer so, z izjemo vertikalne napetosti in deformacije, vse druge komponente napetostnega in deformacijskega tenzorja nične,
- realnega obnašanja temeljne konstrukcije in tal ni mogoče modelirati le z eno samo konstantno vrednostjo modula reakcije tal,
- obtežbe, ki delujejo ob objektu, ne vplivajo na posedke objekta.

Izboljšanje Winklerjevega modela predstavljajo metode povezanih vzmeti (angl. coupled methods), kjer vertikalne vzmeti ne delujejo več neodvisno. Večina teh metod (npr. (Reissner, 1967)) pa se v inženirski praksi ni uveljavila zaradi nejasne metodologije za izračun modula reakcije tal povezanih vzmeti (Horvath, 2002).

Poenostavitev metod povezanih vzmeti predstavlja metoda psevdopovezanih vzmeti (angl. pseudo-coupled method), ki, podobno kot Winklerjev model, uporablja neodvisne vzmeti, a z upoštevanjem različnih vrednosti MRT za skupino ali za posamezne vzmeti glede na njihovo lokacijo na temeljni plošči. Modelne in numerične študije so pokazale, da je mogoče dobiti bolj realne rezultate, če v območju robov temeljne plošče upoštevamo približno dvakrat večji modul reakcije tal kot v središču temeljne ploskve ((ACI 336, 1988), (Bowles, 1988)). Alternativo metodam, ki modelirajo tridimenzionalna tla z množico enodimenzionalnih vzmeti, predstavljajo 3D-računske analize po metodi končnih elementov, ki so sposobne hkratne napetostno-deformacijske analize temeljnih tal, temeljne konstrukcije in v najboljšem primeru tudi celotne (nad)konstrukcije. Uporaba teh metod v praksi je zaradi dostopnosti in specifičnosti programske in strojne opreme, potrebe po kakovostnejših geotehničnih podatkih, zahtevnosti ter potrebnega časa in cene izdelave takšnih analiz še vedno omejena na najbolj zahtevne inženirske konstrukcije.



Slika 1 • Deformacijsko obnašanje a) Winklerjevega modela in b) realnih tal

3 • MODUL REAKCIJE TAL (MRT)

V praksi projektni izračuni temeljnih plošč najpogosteje temeljijo na Winklerjevem modelu elastičnih vzmeti ali na metodi psevdopovezanih vzmeti, katerih togost določa modul reakcije tal. Že ime kaže na to, da gre za parameter, ki je v inženirski praksi pogosto napačno razumljen in interpretiran. Vzrok za to je dejstvo, da MRT ne predstavlja osnovne fizikalne lastnosti temeljnih tal oziroma zemeljine, saj ga že po definiciji definirata dve količini (kontaktni tlak in posedek), ki sta dejansko že rezultat izračuna temeljne konstrukcije in tal (Colasanti in Horvath, 2010). MRT je zato fizikalni parameter poenostavljenega modela tal, ki je odvisen od temeljnih tal, lastnosti konstrukcije in od obtežbe. Njegovo vrednost določajo predvsem naslednji vplivi:

- vpliv jakosti in razporeditve obtežbe,
- nelinearno obnašanje temeljnih tal,
- vpliv velikosti in oblike temeljne konstrukcije,
- vpliv globine temeljenja,
- vpliv slojevitosti temeljnih tal in drugih sprememb tal z globino,
- vpliv togosti (nad)konstrukcije.

Zaradi nelinearnega obnašanja tal in neupoštevanja povezanosti vzmeti se MRT po temeljni ploskvi spreminja. V primeru, ko je MRT za neko temeljno konstrukcijo podan enolično – z eno samo vrednostjo, moramo vrednost MRT razumeti le kot razmerje med povprečno kontaktno napetostjo na temeljni ploskvi in pričakovanim povprečnim posedkom temeljne konstrukcije, pri čemer vrednost MRT predstavlja veliko poenostavitev napetostno-deformacijskega obnašanja tal.

3.1 Ocena vrednosti modula reakcije tal

Metod za oceno vrednosti modula reakcije tal je več. Če so temeljna tla homogena, je modul mogoče oceniti na osnovi rezultatov obremenilne preizkušnje tal s togo kvadratno ali krožno ploščo ob upoštevanju ustreznih korekcij zaradi razlik v širini, obliki in vplivni globini preizkusne in dejanske temeljne plošče. Terzaghi (1955) je podal korekcijske faktorje glede na tip tal, širino in dimenzije temeljne plošče, ki prevedejo modul k_p , določen s kvadratno ploščo dimenzij $0,305 \times 0,305$ m, na vrednost modula reakcije tal za temeljno ploščo širine B v obliki:

$$k = k_p \left(\frac{B + 0,305}{2B} \right)^2 \quad \text{in} \quad k = k_p \frac{0,305}{B} \quad (2)$$

za nekoherentna in koherentna tla, kjer je B širina temeljne plošče. Za plošče na koherentnih tleh je treba upoštevati še korekcijo zaradi dolžine plošče L , če velja $L > B$:

$$k_{B \times L} = \frac{2k}{3} \left(1 + \frac{B}{L} \right) \quad (3)$$

Sowers (1977) je predlagal podobno korekcijo v obliki:

$$k = k_p \left(\frac{B_p}{B} \right)^n \quad (4)$$

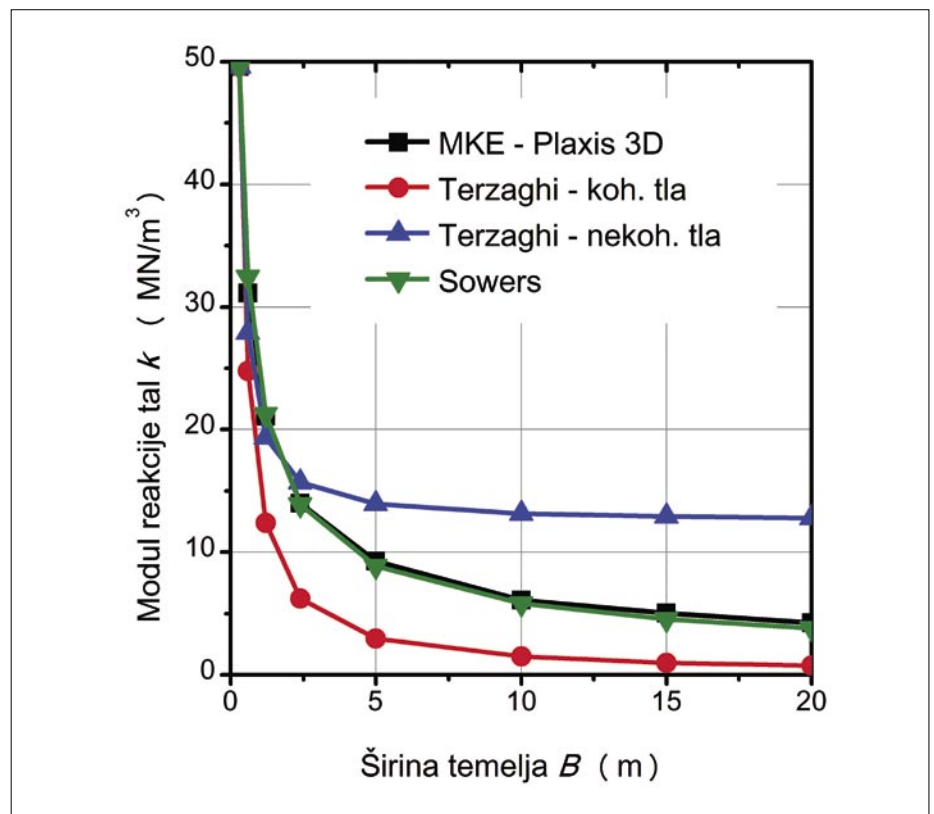
B_p je širina testne plošče, parameter n pa znaša med 0,5 in 0,7. Ker je uporaba teh korekcij možna le v primeru homogenih temeljnih tal z debelino, ki presega nekajkratno širino temeljne ploskve, je uporabnost teh metod v praksi omejena.

Za analizo vpliva dimenzij temeljne ploskve na vrednost modula reakcije tal smo opravili primerjalno 3D-numerično analizo enakomerno obremenjene kvadratne toge temeljne

Materialni parameter	Enota	Vrednost
Prostorninska teža γ	(kN/m ³)	20
Modul E_{50}^{ref}	(MPa)	40
Modul E_{oed}^{ref}	(MPa)	40
Modul E_{ur}^{ref}	(MPa)	120
Ref. tlak p^{ref}	(kPa)	50
Faktor m	–	0,5
Poissonovo število ν_{ur}	–	0,2
Kohezija c'	(kPa)	1,0
Strižni kot ϕ'	(°)	38

Preglednica 1 • Materialne lastnosti temeljnih tal (model Hardening-soil)

plošče po metodi končnih elementov. Izračun smo opravili ob upoštevanju dvojne simetrije in variiranju dolžine stranice plošče med $B=0,3$ in 20 m. Obtežba plošče je znašala 100 kPa, dimenzije računskega modela tal pa je pogojevala velikost plošče; upoštevana globina temeljnih tal je znašala $5B$, dolžina stranice računskega modela pa $2,5B$ po shemi na sliki 4.



Slika 2 • Primerjava izračunanih in napovedanih vrednosti MRT

Izračun po metodi končnih elementov smo opravili s komercialnim programom Plaxis 3D (Brinkgreve s sodelavci, 2011), za modeliranje tal pa uporabili model Hardening-soil, ki spada v skupino elastoplastičnih modelov z izotropnim utrjevanjem. Opis materialnega modela, ki je primeren za nekoherente zemljine, je na voljo v literaturi (Schanz s sodelavci, 1999), upoštevane fizikalne lastnosti temeljnih tal pa so prikazane v preglednici 1.

Na sliki 2 so prikazane vrednosti MRT, ki izhajajo iz numerične analize po MKE (Plaxis 3D), kot jih definira razmerje med računsko obtežbo plošče $q = 100$ kPa in izračunanim posedkom toge plošče in ocenjene vrednosti

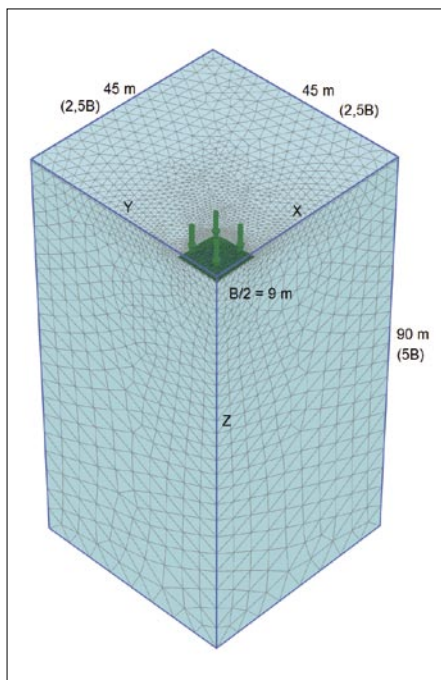
po enačbah Terzaghija in Sowersa, če za izhodiščno vrednost k_b upoštevamo izračunano vrednost modula reakcije tal za testno ploščo dimenzij $0,3 \times 0,3$ m. Napoved vrednosti MRT po Terzaghiju (1955) je pogojno sprejemljiva, če dimenzije temeljne plošče ne presežejo trikratne širine testne plošče. Korekcija po Sowersu (1977) pa z računsko določeno vrednostjo parametra $0,5 \leq n = 0,611 \leq 0,7$ kaže na razmeroma dobro ujemanje med izračunanimi vrednostmi in vrednostmi MRT, napovedanimi na osnovi »preiskave« s testno ploščo. Ne glede na dobro ujemanje je ocena modula reakcije tal iz preiskave s testnimi ploščami v splošnem možna le v homogenih tleh ustrezne debeline

(vsaj trikratna širina plošče). V nasprotnem primeru je vpliv modelnega faktorja prevelik, napoved vrednosti MRT pa nezanesljiva.

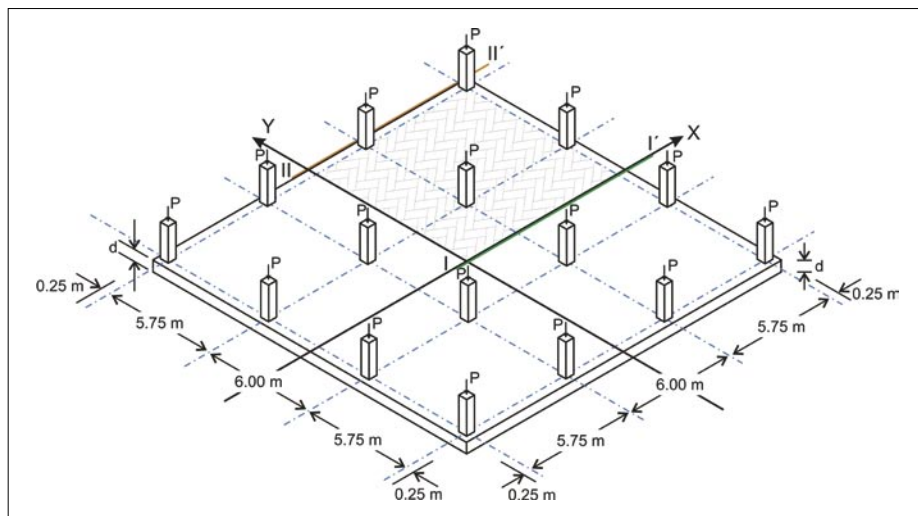
Bolj splošen in v inženirski praksi običajnejši način določitve MRT temelji na elastičnih parametrih zemljin oziroma tal (modula elastičnosti E in Poissonovega števila ν), ki jih je mogoče določiti z laboratorijskimi in terenskimi raziskavami. S klasičnimi postopki se najprej izračuna posedek tal pod povprečno obtežbo temeljne konstrukcije in nato določi vrednost modula reakcije tal. Alternativno je možna tudi določitve modula reakcije tal z empiričnimi postopki za izračun posedkov na osnovi terenskih preiskav.

4 • PRIMERJALNE RAČUNSKÉ ANALIZE TEMELJNE PLOŠČE

Za ponazoritev vpliva računske metode na izračunane posedke, upogibne momente v temeljni plošči in kontaktne tlake smo opravili primerjalne analize različno debelih kvadratnih armiranobetonskih temeljnih plošč po metodi končnih elementov s programom Plaxis 3D, Winklerjevi metodi ob upoštevanju konstantne vrednosti modula reakcije tal in po metodi psevdopovezanih vzmeti s programom SAP2000 (CSI, 1995).



Slika 4 • Računski model – mreža končnih elementov (Plaxis 3D)



Slika 3 • Računska shema temeljne plošče z oznako prečnih profilov I-I' in II-II'

4.1 Podatki

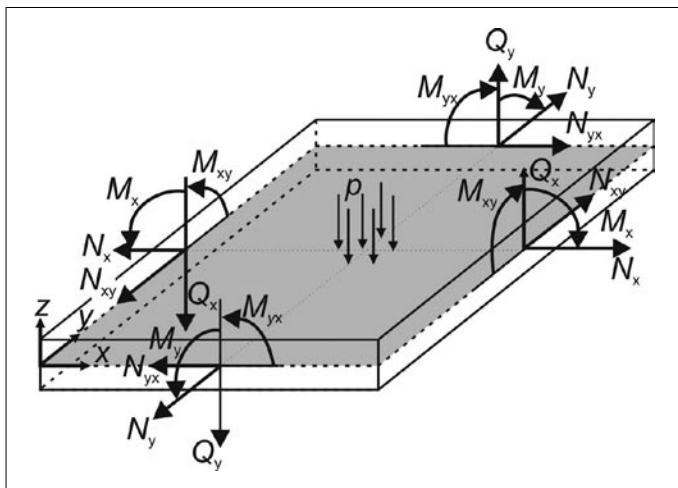
V izračunih smo upoštevali elastično temeljno ploščo florisnih dimenzij 18×18 m ($E_b = 30$ GPa, $\nu_b = 0,15$) s spremenljivo debelino plošče $d = 40, 80$ in 120 cm. Ploščice so zaradi primerljivosti rezultatov obremenjene z enakomerno obtežbo $q = 50$ kPa in s 16 točkovnimi silami $P = 1000$ kN, ki delujejo v rastru 6 m in ploščo obremenjujejo preko kontaktne ploskve $0,5 \times 0,5$ m. Računska shema temeljne plošče z obtežbo je prikazana na sliki 3. Ekvivalentna (povprečna) vertikalna obtežba na celoten floris plošče znaša $q = 99,38$ kPa. Izračun po MKE s programom Plaxis 3D smo opravili ob upoštevanju dvoosne simetrije konstrukcije in obtežbe. Za modeliranje temeljnih tal smo uporabili model Hardening Soil z ma-

terialnimi podatki, ki so navedeni v preglednici 1. Računski model z mrežo končnih elementov je prikazan na sliki 4, oznake notranjih sil v temeljni plošči pa na sliki 5.

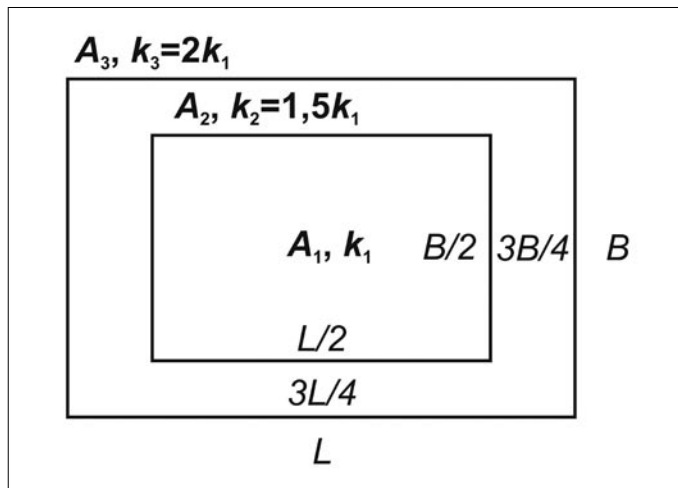
Povprečno vrednost MRT $k = 4350$ kPa/m za izračun po Winklerjevem modelu smo določili iz rezultatov izračunov po MKE kot razmerje med povprečno ekvivalentno obtežbo plošče q in povprečnim posedkom analiziranih plošč \bar{w} :

$$\bar{w} = \frac{\bar{w}_{40} + \bar{w}_{80} + \bar{w}_{120}}{3} \quad (5)$$

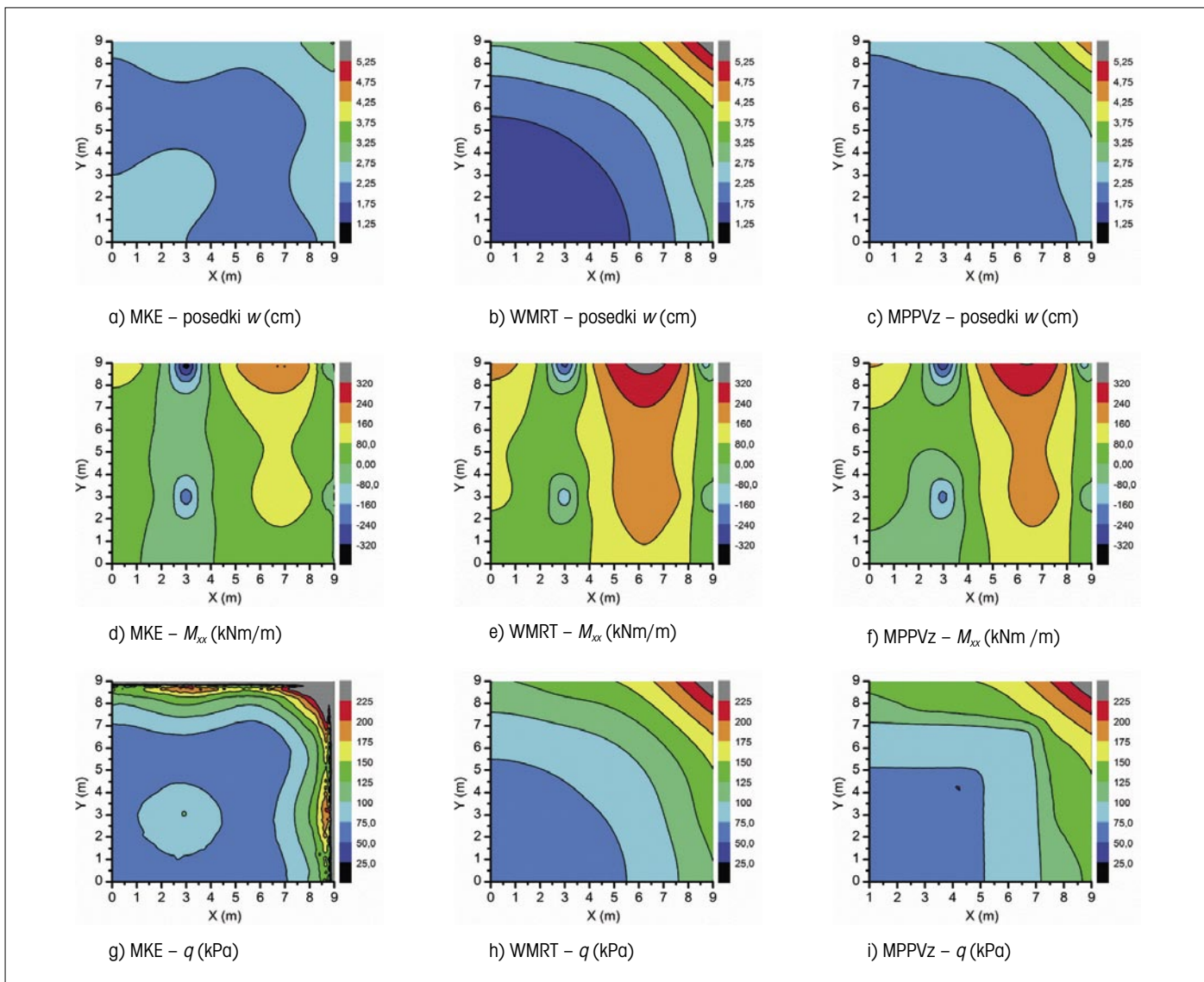
Vrednosti \bar{w}_{40} , \bar{w}_{80} in \bar{w}_{120} so povprečni posedki različno debelih plošč ob upoštevanju razporeditve posedkov na kontaktni ploskvi.



Slika 5 • Oznake notranjih sil v temeljni plošči



Slika 6 • Razporeditev MRT po priporočilih ACI 366 (1988)



Slika 7 • Primerjava posedkov, upogibnih momentov in kontaktnih napetosti za AB-ploščo debeline 40 cm

Izračun temeljne plošče po Winklerjevi metodi ob upoštevanju konstante vrednosti modula reakcije tal smo opravili s programom SAP2000 ob upoštevanju elastičnega podprtja plošč. Alternativno smo z istim programom opravili še izračun po metodi psevdopovezanih vzmeti (ACI 336, 1988), ki temelji na predpostavki, da je MRT na obodu plošče dvakrat večji in v vmesnem delu 1,5-krat večji kot v sredini plošče, po shemi prikazani na sliki 6. Vrednost modula reakcije tal v osrednjem delu plošče k_1 izračunamo ob upoštevanju ekvivalentnosti po enačbi:

$$k_1 = \frac{k A}{A_1 + 1,5A_1 + 2,0A_1} = 2714 \frac{kPa}{m} \quad (6)$$

4.2 Rezultati računskih analiz

Na diagramih na sliki 7 so za prvi kvadrant plošče debeline 40 cm prikazane izolinije posedkov w , upogibnih momentov M_{xx} (vrednosti M_{yy} so simetrične) in kontaktnih tlakov q , izračunanih po metodi končnih elementov s programom Plaxis 3D (oznaka MKE), po Winklerjevem modelu s konstantno vrednostjo MRT (oznaka WMRT) in po alternativni metodi psevdopovezanih vzmeti (oznaka MPPVz). Vrednost posedkov v osrednjem delu temeljne plošče je podobna ne glede na način izračuna, razporeditev posedkov v smeri proti vogalom temeljne plošče pa se bistveno razlikuje. Izračun po metodi modula reakcije tal (WMRT) izkazuje največje diferenčne posejke, izračun po MKE s programom Plaxis 3D pa najmanjše. Posledično se to na podoben način odraža v

velikosti in razporeditvi upogibnih momentov. Izračun s programom Plaxis 3D izkazuje koncentracijo kontaktnih napetosti neposredno v območju delovanja koncentriranih sil in ob robovih plošče, kar ob manjših posedkih plošče na robu kaže na drugačno razporeditev modula reakcije tal, kot jo sicer predpostavimo v izračunih po metodi WMRT in MPPVz.

4.3 Vpliv togosti plošče

Za presojo vpliva togosti temeljne plošče na posejke in upogibne momente smo računske analize opravili še za plošči debeline 80 in 120 cm. Primerjavi minimalnih in maksimalnih vrednosti posedkov in upogibnih momentov sta prikazani v preglednicah 2 in 3, diagrami upogibnih momentov M_{xx} v prečnih prerezih I-I' in II-II' pa na sliki 8.

Debelina plošče (cm)	Posedek	MKE	WMRT	MPPVz	indeks WMRT/MKE	indeks MPPVz/MKE
40	w_{min} (cm)	2,14	1,34	1,93	0,63	0,90
	w_{max} (cm)	3,29	5,78	4,65	1,76	1,41
80	w_{min} (cm)	2,19	1,75	2,07	0,80	0,95
	w_{max} (cm)	2,66	3,48	2,95	1,31	1,11
120	w_{min} (cm)	2,21	2,07	2,20	0,94	1,00
	w_{max} (cm)	2,47	2,76	2,54	1,12	1,03

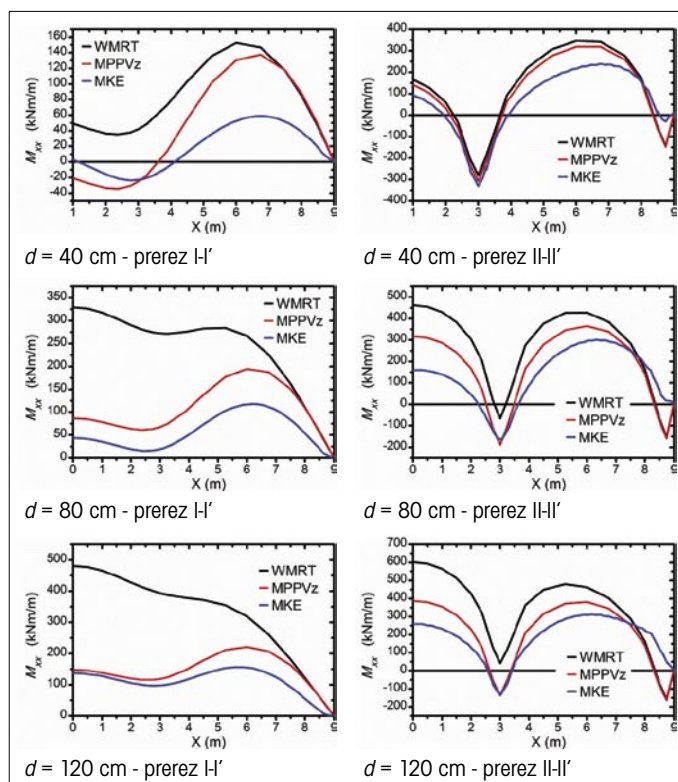
Preglednica 2 • Primerjava minimalnih in maksimalnih vrednosti posedkov

Debelina plošče (cm)	Moment M_{xx}	MKE	WMRT	MPPVz	indeks WMRT/MKE	indeks MPPVz/MKE
40	M_{min} (kNm/m)	-334	-281	-308	0,84	0,92
	M_{max} (kNm/m)	247	346	319	1,40	1,29
80	M_{min} (kNm/m)	-256	-154	-189	0,60	0,74
	M_{max} (kNm/m)	308	463	364	1,50	1,18
120	M_{min} (kNm/m)	-173	-157	-164	0,91	0,95
	M_{max} (kNm/m)	322	602	387	1,87	1,20

Preglednica 3 • Primerjava minimalnih in maksimalnih upogibnih momentov M_{xx}

Iz rezultatov je razvidno, da povečanje togosti plošče ne glede na tip izračuna ugodno vpliva na zmanjšanje diferenčnih posedkov, pri čemer osnovna oblika deformiranja (konveksna, če se vogali posejajo bolj kot centralni del in konkavna v nasprotnem primeru) ostane nespremenjena. Iz preglednice 3 in diagramov upogibnih momentov na sliki 8 je razvidno, da se momenti ob povečanju togosti plošče

povečajo v smeri natezne površine plošče, kot jo določa osnovna oblika deformiranja. S povečanjem debeline plošče s 40 na 120 cm pri izračunu WMRT se vrednost maksimalnega pozitivnega upogibnega momenta glede na izračun po MKE poveča z indeksa 1,40 na indeks 1,87, razlika med negativnima maksimalnima momentoma pa se začne manjšati (indeks 0,84 → 0,91). Vrednosti momentov,



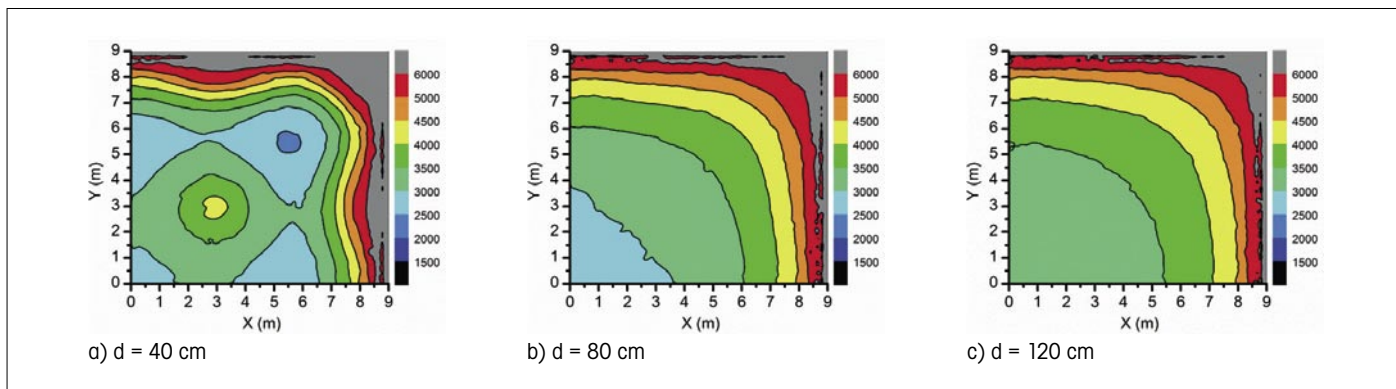
Slika 8 • Upogibni momenti M_{xx} v ploščah debeline 40, 80 in 120 cm v prečnih prerezih I-I' in II-II'

izračunane po metodi MPPVz, so bližje vrednostim izračuna po MKE, maksimalne razlike (od 26 % do 29 %) pa manj odvisne od togosti plošče, pri čemer so vrednosti negativnega maksimalnega upogibnega momenta, podobno kot pri izračunu WMRT, večje (po absolutni vrednosti manjše) od izračuna po MKE in v kontekstu dimenzioniranja plošč na nevarni (nekonservativni) strani.

Na sliki 9 je prikazana razporeditev modula reakcije tal za plošči debeline 40 in 120 cm, ki ju dobimo z analizo po MKE s programom Plaxis 3D. Vrednosti MRT zelo odstopajo od vrednosti, predpostavljenih v konvencionalnih

izračunih (WMRT, MPPVz). Opazimo lahko, kako je razporeditev MRT po plošči odvisna od togosti plošče. S povečanjem togosti plošče je opazen trend povečevanja MRT od sredine proti robovom plošče, kar se sklada

s predpostavko metode pseudopovezanih vzmeti, ki daje glede na rezultate izračuna s programom Plaxis 3D tudi bolj primerljive vrednosti premikov in upogibnih momentov (preglednici 2 in 3).



Slika 9 • Razporeditev modula reakcije tal k (kPa/m) – izračun po MKE za plošče debeline 40, 80 in 120 cm

Izračunana razporeditev MRT je popolnoma drugačna od predpostavljene razporeditve po metodi Winklerja (konstantna vrednost modula reakcije tal), ki izkazuje največje diferenčne posedke. Kljub temu pa za konvencionalni izračun WMRT ne moremo smatrati, da je na varni strani. Iz rezultatov (preglednica 3 in slika 9) je razvidno, da so v

ploščah pozitivni in negativni momenti, vrednosti izračunov s konstantno vrednostjo MRT pa niso konservativne (večje od teoretično pravilnejših vrednosti) za momente obeh predznakov. Podobno lahko ugotovimo, da izračun po Winklerjevi metodi s konstantno vrednostjo modula reakcije tal (WMRT) ne vodi k ekonomični temeljni konstrukciji. Pro-

jektant bi se, v želji po zmanjšanju diferenčnih posedkov, verjetno odločil za debelejšo (bolj togo) ploščo, ki bi bila, glede na izračune po MKE in MPPVz, pretežno predimenzionirana (v konkretnem primeru pozitivni momenti), v manjši meri pa celo neustrezno dimenzionirana (v konkretnem primeru negativni momenti).

5 • SKLEP

Kljub napredku tehnologije in metod se v inženirski praksi še vedno uporabljajo preprosti modeli tal, kot je Winklerjev model, ki predstavlja skrajno poenostavitev odnosa med kontaktnimi napetostmi in pripadajočimi posedki. Opravljena študija potrjuje izsledke drugih raziskovalcev, da izračun temeljnih plošč po metodi modula reakcije tal v splošnem ne omogoča zanesljive ocene upogibnih momentov in posedkov ter lahko vodi k neustreznim in neekonomičnim rešitvam (Horvath, 2002). Rezultate in zanesljivost izračuna je mogoče izboljšati z metodo pseudopovezanih vzmeti, ki s primerno razporeditvijo modula reakcije tal po temeljni plošči delno odpravi eno izmed bistvenih pomanjkljivosti Winklerjevega modela (neupoštevanje strižne odpornosti temeljnih tal). Omeniti velja, da za metodo pseudopovezanih vzmeti obstajajo različna priporočila za razporeditev modula reakcije tal (ACI 366, 1988), pri čemer gre za empirične poenostavitve, ki pa niso nujno zanesljive in

splošno veljavne za poljubno obliko in togost temeljne plošče ter razporeditev in velikost obtežbe. Da so vrednosti in razporeditev modula reakcije tal v splošnem pogojene z lastnostmi tal, temeljno konstrukcijo in obtežbo, pa kažejo tudi rezultati 3D-numeričnih analiz, kjer že sprememba debeline plošče pomembno vpliva na vrednost in razporeditev modula reakcije tal po temeljni plošči.

Kljub očitkom, da je uporaba Winklerjevega modela pomanjkljiva, nezanesljiva in neekonomična, ne moremo mimo dejstva, da izkušnje v praksi tega ne kažejo. Vzrok za to je zagotovo, da so temeljne konstrukcije le redko izpostavljene maksimalnim računsko upoštevanim obremenitvam, v uporabi ustreznih varnostnih faktorjev in v vplivu nadkonstrukcije, ki s svojo togostjo običajno pozitivno vpliva na zmanjšanje diferenčnih posedkov temeljnih plošč. Če izključno iz izkustvenega vidika Winklerjev model ocenimo kot ustrezen, pa ne moremo mimo ugotovitve, da takšen

izračun običajno ne vodi k ekonomičnim rešitvam. Upoštevati pa velja, da izračuni, ki temeljijo na modulu reakcije tal, niso primerni za analize temeljnih plošč na nehomogenih tleh, kjer se lahko lastnosti tal po površini plošče bistveno spreminjajo, in v primerih, kjer se moduli reakcije tal časovno spreminjajo zaradi konsolidacijskih procesov v temeljnih tleh.

Alternativo skoraj 150 let staremu konceptu (Winkler, 1867), ki se je zaradi svoje enostavne uporabe trdno zasedel v inženirski praksi, danes predstavljajo 2D-, v primeru temeljnih plošč pa 3D-numerične analize po metodi končnih elementov, ki pa morajo biti opravljene ob upoštevanju ustreznih materialnih modelov za tla in geološko-geomehanskih podatkov. Z inženirskega stališča je zagotovo največja ovira za kakovosten preskok pri obravnavi problemov, povezanih z interakcijo konstrukcije in temeljnih tal, zahtevnost numeričnih analiz, ki so v veliki meri pogojene s programsko opremo, ki je prilagojena bodisi računanju konstrukcij (stavn, mostov, ipd.) ali pa obravnavi geomehanskih problemov.

6 • LITERATURA

- ACI Committee 336, Suggested analysis and design procedures for combined footings and mats. ACI structural journal, American concrete institute, Detroit, Mich., USA, vol. 85, No.2, pp 304–324, 1988.
- Bowles, J. E., Foundation analysis and design. McGraw-Hill Book Company. New York, N.Y., USA, 4th edition, 1004 p., 1988.
- Brinkgreve, R. B. J., Engin, E., Swolfs, W. M., Plaxis 3D 2011, Plaxis bv, Netherlands, 2011.
- Colasanti, R. J., Horvath, J. S., Practical subgrade model for improved soil-structure interaction analysis: software implementation, Practice periodical on structural design and construction, ASCE, vol. 15, No. 4, pp. 241–300, 2010.
- Horvath, J. S., Modulus of subgrade reaction: new perspective, Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, 109(12): 1591–1596, 1983.
- Horvath, J. S., Subgrade models for soil-structure interaction analysis, Foundation engineering: Current principles and practices, ASCE, New York, N.Y., USA, pp. 599–612, 1989.
- Horvath, J. S., Soil-structure interaction research project – basic SSI concepts and applications overview, Report No. CGT-2002-2, Manhattan College, School of engineering, New York, USA, (www.engineering.manhatan.edu/civilCGT.html), 2002.
- Poulos, H. G., Davis, E. H., Elastic solutions for soil and rock mechanics, John Wiley & Sons, Inc., New York, N.Y., USA, 397 p., 1974.
- Reissner, E., A note on deflection of plates on a viscoelastic foundation, Journal of applied mechanics, Vol. 25/Transactions of the American society of mechanical engineers, Vol. 80, pp. 88–91, 1967.
- SAP 2000, integrated finite element analysis and design of structures, Computers and Structures Inc., Berkeley, ZDA, verzija 12, 1995.
- Schanz, T., Vermeer, P. A., Bonnier, P. G., The hardening-soil model: formulation and verification, In R. B. J. Brinkgreve, Beyond 2000 in computational geotechnics, Balkema, Rotterdam, pp. 281–290, 1999.
- Sowers, G. F., Foundation modulus for a mat on sand, Preprint No. 29371, American society of civil engineers, New York, 1977.
- Terzaghi, K., Evaluation of coefficients of subgrade reaction, Geotechnique, Vol. 5, No. 4, Dec., 1955, pp. 297–326, 1955.
- Winkler, E., Die Lehre von der Elastizität und Festigkeit (on elasticity and fixity), H. Dominicus, Prague, 1867.

OGLJIČNI ODTIS TOPLOTNOIZOLACIJSKIH MATERIALOV V TOPLOTNEM OVOJU STAVB

CARBON FOOTPRINT OF THERMAL INSULATION MATERIALS IN BUILDING ENVELOPES

dr. Roman Kunič, univ. dipl. inž. grad.^{a, b}

dr. Črtomir Tavzes, univ. dipl. biol.^c

doc. dr. Andreja Kutnar, univ. dipl. inž. les.^{c, d}

^a FRAGMAT TIM, d. d., Ob železnici 18, 1000 Ljubljana,
roman.kunic@fragmat.si

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

^c ILTRA, d. o. o., Celovška cesta 268, 1000 Ljubljana

^d Univerza na Primorskem, Inštitut Andrej Marušič, Muzejski trg 2,
6000 Koper

Znanstveni članek

UDK 504:699.82:699.86

Povzetek | Evropa je vodilna pri iskanju naprednih izolacijskih materialov in v razvoju inovativnih konstrukcijskih sklopov stavb, vključno z izkušnjami novih pristopov k energetski učinkovitosti, uporabi alternativnih virov energije in analizah v vseživljenjskem ciklu. Najpogosteje je prikazana razlika med posameznimi toplotnoizolacijskimi materiali v navajanju vpliva na okolje izključno po enoti mase samega proizvoda, redkeje po enoti mase na prostornino, pri tem pa je spregledano dejstvo, da so mase in vrednosti toplotne prevodnosti (λ) teh materialov izredno različne, kar močno vpliva na stopnjo potenciala globalnega segrevanja, ki ga povzročata izdelava in namestitvev posamezne toplotne izolacije v ovoj zgradbe v življenjski dobi. Za namene izoliranja zunanjšega ovoja stavb se uporabljajo različni toplotnoizolacijski materiali, ki se razlikujejo po kemijski sestavi (organski, anorganski), po izvoru (pridobljeni iz novih surovin, z delnim ali popolnim recikliranjem), po različni specifični teži, po različni toplotni prehodnosti (λ), po odpornosti proti fizikalnim kemijskim vplivom. Prav razlike med različnimi toplotnimi izolacijami, predvsem v lastnostih vpliva na okolje, specifični teži in toplotni prevodnosti (λ) so nas napeljale k izdelavi analitične študije, kjer smo neodvisno primerjali ogljični odtis posameznih izolacijskih materialov glede na dejanski učinek oziroma osnovni namen: učinkovito zaščito pred prehajanjem toplote. Ključne besede: trajnostna gradnja, ogljični odtis, potencial globalnega segrevanja, ekvivalent emisij CO₂, toplotne izolacije, toplotna izolacija ovoja stavb

Summary | Europe is leading in the search of advanced insulation materials and in the development of innovative structural solutions in buildings, including the experience in new approaches of energy efficiency, the utilisation of alternative energy sources, and life cycle analysis. Differences between thermal insulation materials in their impact on the environment are mostly presented per unit of weight of the material itself, rather than as weight per unit of volume. Such presentation circumvents the fact that the density and the thermal conductivity value are very different for these materials, the fact that greatly affects the rate of global warming potential caused by the installation of such thermal insulation in the building envelope. Materials used for insulating the building

envelope differ in their chemical composition (organic and inorganic), the origin (derived from new raw materials, through partial or complete recycling), densities and thermal insulation performances (thermal transmittance) and in the resistance to physical and chemical influences. Differences between various thermal insulations, especially in their properties of the environmental impact of densities and thermal conductivities (λ) were the impetus for making this analytical study, with the aim to independently compare different thermal insulating materials according to their environmental impact required for the basic purpose of thermal insulations: effective protection against heat transmittance.

Keywords: sustainable construction, carbon footprint, global warming potential, CO₂ equivalent of emissions, thermal insulations, thermal insulation of building envelope

1 • UVOD

Gradbeništvo je v praktično vseh državah v bruto nacionalnem dohodku udeleženo z vsaj desetimi odstotki, hkrati pa je poraba materialov, surovin in energije ter količina odpadkov v celotni življenjski dobi objektov celo 40 % vseh svetovnih količin (Kunič, 2007). Prav zato moramo večji poudarek posvečati varčevanju z neobnovljivimi viri energije, zmanjševanju porabe surovin in drugih virov, varovanju okolja, načrtovanju recikliranja ter skrbi za odpadke in njihovemu upravljanju, ki nastopajo kot rezultat zaključka življenjske dobe ali odstranitve objektov.

Vpliv družbe na okolje je vse intenzivnejši, kar vzbuja povečanje ozaveščenosti in nakazuje potrebo po varčevanju z energijo in varovanju okolja. Človek je s svojim delovanjem marsikje na planetu presegel absorpcijsko (oziroma akumulacijsko) zmogljivost okolja. Svetovno gospodarstvo je od začetka industrijske revolucije do zdaj slonelo na izkoriščanju relativno poceni energije, surovin in drugih virov. Zato postaja v tem stoletju pomanjkanje energije in posledično zviševanje cen energentov najbolj pereč problem človeštva. Večina razvitih svetovnih gospodarstev zato vse bolj razvija in udejanja koncepte varčevanja z energijo, okoljskega načrtovanja, popravil, recikliranja, ponovne uporabe in izdelave materialov ter končnih izdelkov. Slovenija uvaža kar 51 % (Statistični urad RS, podatki za leto 2009) vse potrebne energije, kar zaradi naraščajočih cen energentov na svetovnem trgu predstavlja še dodatno obremenitev za slovensko gospodarstvo, že tako še vedno precej bolj prizadeto zaradi finančne in gospodarske krize v zadnjih nekaj letih.

Poleg pomanjkanja poceni energije in drugih virov ter negotovosti dobave ključnih fosilnih energentov (nafta, zemeljski plin) se svet danes spopada tudi s problemom podnebnih

sprememb, ogromnimi količinami odpadkov in vse večjim onesnaženjem okolja. Trajnostni razvoj je nujna usmeritev z vidika vzdržnosti virov kot tudi z vidika ekonomske odgovornosti družbe. S trajnostnim razvojem želimo postopoma doseči, da cene produktov in storitev pokrivajo tudi stroške vplivov na okolje skozi celoten življenjski cikel.

Pomembnosti ohranjanja narave in zmanjševanja vplivov na okolje se zaveda tudi evropska politika. Evropska strategija o trajnostnem razvoju predvideva premagovanje trajnostnih izzivov za izboljševanje življenjskih razmer za sedanje in prihodnje generacije. Z učinkovitim upravljanjem in uporabo virov ter izkoriščanjem okoljskih in družbenih inovacijskih potencialov želi zagotoviti blaginjo, socialno kohezijo in varstvo okolja. Z okoljsko ozaveščenostjo želi doseči zmanjševanje onesnaževanja okolja ter spodbuditi razvoj trajnostnih vzorcev proizvodnje in porabe, s tem pa prekiniti povezavo med gospodarsko rastjo in degradacijo okolja (EPBD, 2010).

Za stavbe v svetu porabimo kar 24 % vseh zemeljskih virov (Bribian, 2011). V Evropi vsako leto povprečno na prebivalca porabimo za izgradnjo novih stavb 4,8 tone mineralnih virov (Wadel, 2009), kar je 64-krat več od povprečne teže človeka. V življenjskem ciklu stavb se največ energije porabi v času upravljanja, in sicer kar 90 % celotne energije, ki je povezana z življenjskim ciklom stavb ((Citherlet, 2007), (Newsham, 2009)). V Evropi predstavlja poraba energije za upravljanje stavb kar 42 % vse porabljene energije (Nelson, 2002). Posledično emisije ogljikovega dioksida, ki jih povzročijo stavbe, predstavljajo 35 do 40 % vseh povzročenih emisij. Evropske stavbe, namenjene bivanju in delu, so kljub vsemu med najbolj energetsko učinkovitimi na svetu. Žal ne moremo trditi,

da so stavbe v Sloveniji tako dobro toplotno izolirane kakor v razvitejšem in okoljsko bolj zavednem delu Evrope. Očitno pa je dejstvo, da imamo zaradi prizadevanj v zadnjih letih večji delež energetske izredno učinkovite stavb z letno potrošnjo energije za ogrevanje do 30 kWh/m² stanovanjske površine. Vseeno imamo v Sloveniji pretežni delež izredno potratnih stavb, ki porabijo v povprečju sedemkrat več energije za ogrevanje, kar znaša celo več kot 210 kWh/(m² a). Povprečna stanovanjska enota v Sloveniji potrebuje v skladu s statističnimi podatki (Statistični urad RS) približno trikrat več energije, kot je dovoljeno z novimi predpisi (PURES, 2010). Slab nivo kakovosti toplotnega ovoja stavbe je še toliko bolj skrb vzbujajoč, ker z obstoječo tehnologijo zmoremo že zdaj zgraditi energetske učinkovite stavbe, ki bi porabile okrog petkrat manj energije od trenutnih povprečnih stanovanjskih enot v Sloveniji. Z izkoristkom toplotne energije odpadnega zraka, torej z rekuperacijskimi postopki v sistemih mehanskega prezračevanja, lahko dosežemo od osemkrat do dvanajstkrat manjšo trenutno potrošnjo energije za ogrevanje bivalnih in delovnih prostorov. Tako veliki kakovostni preskoki v zmanjševanju porabe energije za ogrevanje, ki jih merimo v mnogokratnikih in ne v odstotkih ali desetinah odstotkov, so v katerikoli tehnični stroki izredno redki, večinoma nedosegljivi.

Za različne toplotnoizolacijske materiale, ki jih uporabljamo v gradbeništvo, tako za široko uveljavljene kot tudi za nove, izredno učinkovite izolacijske materiale, smo opravili objektivno primerjalno analizo ogljičnega od-tisa v življenjskem ciklu in dobljene vrednosti primerjali z njihovim dejanskim učinkom toplotne izolacije. Objektivnost te primerjave smo dosegli tako, da smo poleg vrednosti potenciala globalnega segrevanja na težo materiala upoštevali tudi specifično težo posameznih materialov in razlike v njihovih toplotnih prevodnostih (λ).

2 • TEORETIČNE OSNOVE – OGLJIČNI ODTIS GRADBENIH MATERIALOV IN STAVB

Trajnostni razvoj ima pomembno vlogo tudi v evropski razvojni strategiji Evropa 2020, ki se med drugim osredinja na učinkovito rabo virov. Tudi z najnovejšimi evropskim strategijami, kot je Načrt za prehod na konkurenčno gospodarstvo z nizkimi emisijami ogljika do leta 2050 (t. i. Kažipot 2050), poskuša Evropa zmanjšati vplive na okolje, kar je tudi usmeritev Slovenije. V želji po dolgoročnem izboljšanju stanja okolja je vlada konec leta 2011 izdala Uredbo o zelenem javnem naročanju (UZJN, 2011), ki spodbuja preoblikovanje obstoječega načina gradnje stavb v »zeleno«, z javnim naročanjem okoljsko manj obremenjujočega blaga, storitev in gradenj. Z Deklaracijo o aktivni vlogi Slovenije pri oblikovanju nove svetovne politike do podnebnih sprememb (UL RS, št. 95/2009) je opredeljena vizija Slovenije kot nizkoogljicne družbe do leta 2050. V osnutku Zakona o podnebnih spremembah (september 2011) so podane usmeritve zmanjševanja emisij toplogrednih plinov na področju stavb, ki predvidevajo uvedbo energetskega knjigovodstva za vse javne stavbe, informiranje javnosti ter podpora razvoju in uveljavljanju nizkoogljicnih standardov.

Debelina toplotne izolacije v ovoju stavb se ne povečuje le zaradi okoljske ozaveščenosti, temveč tudi zaradi visoke odvisnosti od uvoženih virov energije. Investicijski stroški so ob izbiri debelejših slojev toplotne izolacije v primerjavi s tipično obstoječo gradnjo višji, vendar postanejo obratovalni stroški bistveno nižji, celo v tolikšni meri, da postane zelo izolirana stavba stroškovno učinkovitejša v ce-

lotnem življenjskem ciklu. Ker v večini primerov toplotnih izolacij ovoja stavb povečana toplotna zaščita pomeni le dodaten vložek v večjo debelino toplotne izolacije, so to zdaleč najpomembnejše in najučinkovitejše naložbe v varčevanje z energijo (Kunič, 2009).

Za namene izoliranja zunanega ovoja stavb uporabljamo različne toplotnoizolacijske materiale, ki se razlikujejo po kemijski sestavi (organski, anorganski), po izvoru (pridobljeni iz novih surovin, delno ali celotno reciklirani), po različni specifični teži (od najmanj 12 kg/m³ do preko 250 kg/m³), po različni toplotni prevodnosti (λ znaša od najmanj 3 mW/(m K) do preko 45 mW/(m K)) ter po odpornosti na fizikalne (vlaga, povišana toplota, prisotnost UV-žarkov, tlačno, strižno, razplastno in druge trdnosti) in kemijske vplive (prisotnost organskih topil, vlage, oksidacija, gorenje ...).

Za trajnostno gradnjo je pomembno, da zmanjšamo porabo materialov, saj ob porabi materiala zmanjšamo možnosti za njegovo nadaljnjo uporabo in posledično njegovo koristnost za prihodnje generacije (Roberts, 1994). Izkoriščanje obnovljivih naravnih virov bi moralo temeljiti na trajnostnem in sonaravnem gospodarjenju (na primer z gozdovi) in na trajnostnem izkoriščanju domačih virov. Upoštevati moramo zadovoljstvo končnih uporabnikov stavb, ki je povezano s stroški, udobjem in varnostjo (Pearce, 1995). Zato so trajnostna stavba in njeni konstrukcijski sklopi oblikovani tako, da:

- varčujejo z energijo in drugimi viri, omogočajo recikliranje materialov, znižujejo emisije

- toksičnih snovi skozi celotni življenjski cikel stavb, od proizvodnje do končne razgradnje,
- so v harmoniji ali sozvočju z lokalno klimo, tradicijo gradnje, kulturo in okolico,
- so sposobni trajno izboljševati kakovost bivanja in hkrati vzdrževati okoljsko bilanco na lokalni in globalni ravni.

Ker so stavbe, kot smo navedli v uvodu, ključni akter pri rabi zemeljskih virov, predvsem v času njihove uporabe, je za dosego ciljev, ki so opredeljeni v strategijah EU, nujno potrebno osredotočenje na izboljšanje energetske učinkovitosti stavb.

Za nepristransko vrednotenje vplivov gradbenih materialov in stavb na okolje je edino smiselno uporabiti čim bolj objektivna merila okoljskih obremenitev, kot je analiza življenjskega cikla (LCA) oziroma ogljični odtis (ang. Carbon Footprint), s katerim ovrednotimo emisije toplogrednih plinov, povezane z izdelkom po količinsko najbolj pomembnem toplogrednem plinu – CO₂, ki služi kot osnovna enota. Ogljikov dioksid predstavlja osnovni antropogeni toplogredni plin, ki ruši energetske uravnoveženost Zemlje, predvsem v pogledu radiacijskega ohlajevanja. Ogljični odtis je seštev ekvivalentov toplogrednih plinov, ki jih neposredno ali posredno povzročijo organizacija, izdelek, storitev ali druga aktivnost, ki povzroča ali prispeva k izpustom toplogrednih plinov v določenem časovnem obdobju. Opredeljen je v enoti ekvivalenta CO₂ (CO₂-e). V izračun ogljičnega odtisa so poleg CO₂ vključeni tudi drugi toplogredni plini – metan (CH₄), dušikov oksidi (N₂O) in klorofloroogljikovodiki (CFC). Ti so sicer veliko močnejši toplogredni plini kot CO₂, vendar se jih splošno proizvede količinsko veliko manj, zato so njihove emisije preračunane na ekvivalentno količino CO₂ (CO₂-e) (Le Treut, 2007).

3 • METODE IN ORODJA RAZISKAVE

Vzporedno z razvojem trajnostne gradnje moramo vrednotiti okoljsko prijaznost materialov, izdelkov in novih proizvodnih procesov v celotnem življenjskem ciklu stavb (z analizo LCA (Life Cycle Assessment) in LCCA (Life Cycle Cost Assessment)), uporabljati materiale, ki ne škodujejo zdravju ter jih je mogoče reciklirati in za vsak razviti izdelek določiti scenarij trajnostne rabe ob koncu njegovega prvega življenjskega cikla. S pravilno izbiro izolacijskega materiala lahko močno zmanjšamo vplive na okolje, ki jih povzročajo stavbe v času nji-

hovega upravljanja. V zadnjih nekaj desetletjih se opravljajo številčne razširjene raziskave z namenom zniževanja vplivov stavb na okolje, hkrati pa se uvajajo nove metode ocenjevanja trajnosti gradenj (Sinha, 2012).

Pri pregledu poročil v promocijskih dokumentih ponudnikov izolacijskih materialov smo ugotovili, da je najpogosteje prikazana razlika med posameznimi toplotnoizolacijskimi materiali ravno v navajanju vpliva na okolje, po enoti teže samega proizvoda, kar pomeni, da te primerjave ne upoštevajo razlik v specifičnih

težah kot tudi ne različnih vrednosti toplotne prevodnosti (λ). Raziskave torej ne upoštevajo okoljskega vpliva glede na osnovni namen materiala: ustvarjanje čim večjega upora proti prehodu toplote.

V raziskavi, predstavljeni v tem članku, smo se osredinili na vrednotenje okoljskih vplivov toplotne izolacije v zunanjem ovoju stavbe. Zaradi preglednosti in primerljivosti smo upoštevali izključno okoljski vpliv same toplotne izolacije in pri tem zanemarili vpliv na okolje vseh drugih elementov, kot so nosilna stena, zaščitna konstrukcija, pritrdila, lepila, zaključni sloji ali ometi. Kot potrditev tej odločitvi velja omeniti, da imajo mnogi sistemi fasad, sten in streh zelo podobne načine pri-

trjevanja in sestave ne glede na vrsto toplotnoizolacijskega materiala. Zaradi odločitve, da vrednotimo okoljski vpliv izključno same toplotne izolacije, smo izsledke študije naredili bolj uporabne, saj rezultati veljajo za katerikoli konstrukcijski sklop v zunanem ovoju stavbe (za zunanjo steno, ravne ali poševne stene, tla na terenu ...).

Primerjave okoljskih vplivov različnih izolacijskih materialov smo opravili s programsko opremo Simapro (SimaPro Analyst Indefinite, Ecoinvent v2, Product Ecology Consultants, PEC, Nizozemska) ((SimaPro, 2009), (Ecoinvent, 2010)), ki omogoča poenostavljeno natančno sledenje vsem materialnim tokovom skozi življenjski cikel ter dosledno klasifikacijo in kategorizacijo podatkov. Ogljični odtis smo določili z metodo IPCC 2001 GWP 100a V1.02 (Climate Change, 2001). Metoda vključuje faktorje glede na časovni okvir 100 let. Faktorje karakterizira (z izjemo CH_4) glede na potencial globalnega segrevanja zaradi izpustov emisij v zrak, pri čemer ne upošteva posrednih vplivov emisij CO, tvorjenja didušikovih monoksidov iz dušikovih emisij, ne upošteva vplivov zaradi emisij NO_x , vode, sulfatov idr. v nižji stratosferi in zgornji troposferi. V izračunih smo se omejili na emisije, ki jih izolacijski materiali povzročijo do vgradnje, brez upoštevanja emisij, ki jih povzročijo upravljanje stavb. Upoštevali pa smo debelino toplotne izolacije, ki je potrebna za izpolnjevanje pogoja toplotne prehodnosti v skladu z veljavnim predpisom (PURES, 2010), in sicer $0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ za zunanje stene. Za izračune ogljičnih odtisov izolacijskih materialov smo uporabili emisijske faktorje iz podatkovne baze Ecoinvent 2.0. V preglednici 1 je prikazan seznam podatkov, ki so bili uporabljeni pri računanju ogljičnega odtisa nasled-

Sklop	Podatek
Masna bilanca uporabljenih materialov	<ul style="list-style-type: none"> Masa končnega izdelka Masa posameznih materialov, uporabljenih v izdelku Vir posameznih materialov Masa odpadnega materiala
Energija	<ul style="list-style-type: none"> Poraba električne energije na izdelek Poraba goriv (dizel, kurilno olje, bencin, les itd.) na izdelek
Voda	<ul style="list-style-type: none"> Poraba vode na izdelek (pitne vode in tehnične vode) Količina odpadne vode na izdelek in ravnanje z njo Emisije polutantov v vodi (tip in količine) na izdelek
Drugi odpadki in emisije	<ul style="list-style-type: none"> Emisije polutantov v zraku (tip in količine polutantov) na izdelek Preostali odpadni material, povezan s proizvodnimi procesi, npr. filtri, pepel itd.
Transport	<ul style="list-style-type: none"> Tip transportnih vozil za dovoz materialov Razdalje Delež vozila, ki je neizkoriščen (prazen), in delež neizkoriščene povratne vožnje
Embalaza	<ul style="list-style-type: none"> Teža in tip materiala za zaščito in embalaza

Preglednica 1 • Seznam kvalitativnih podatkov za računanje ogljičnega odtisa

njih toplotnoizolacijskih materialov: EPS, EPS Neopor, XPS, PU – poliuretan, steklena volna manjše gostote, steklena volna večje gostote, kamena volna manjše gostote, kamena volna večje gostote, lesna volna, reciklirana celuloza, pluta, penjeno steklo, aerogel in VIP-panel. Ogljični odtis različnih toplotnoizolacijskih materialov smo izračunali z upoštevanjem debeline toplotne izolacije, ki je potrebna za izpolnjevanje pogoja toplotne prehodnosti v skladu z veljavnim predpisom (PURES, 2010), ki lahko znaša največ $0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. Rezultate izračunov ogljičnih odtisov smo nato primerjali na enoto površine ovoja (m^2) individualne

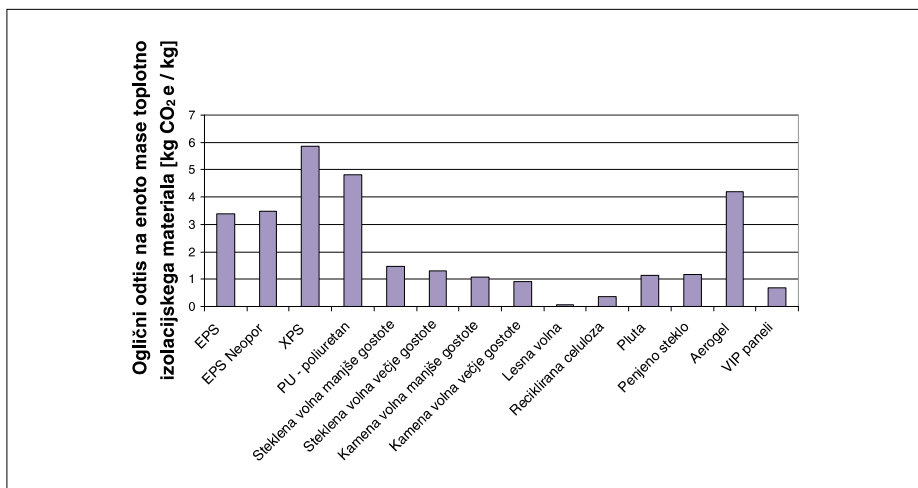
hiše in identičnim okoljskim vplivom, ki ga povzročimo s potovanjem z osebnim avtomobilom srednjega razreda. Ogljične odtise toplotnoizolacijskih materialov smo primerjali tudi z ogljičnimi odtisi drugih gradbenih materialov. Primerjavo smo opravili med vplivom na okolje, ki ga povzročimo z izolacijo celotnega zunanega ovoja individualne hiše (400 m^2), s toplotno prehodnostjo $U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, z vplivom na okolje drugih gradbenih materialov, in sicer armiranim betonom, zidaki iz žgane gline, ravnim okenskim steklom, PVC-jem, elementom iz jekla in elementom iz aluminija (Zabalza, 2009).

4 • REZULTATI ANALIZE IN NJIHOVO VREDNOTENJE

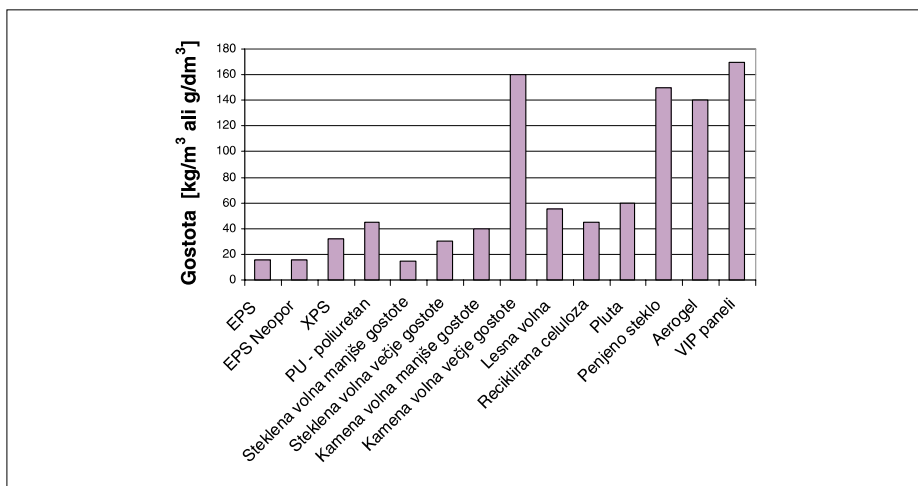
Vpliva na okolje nima samo potencial globalnega segrevanja določenega toplotnoizolacijskega materiala, izraženega v $\text{kg CO}_2\text{-e}$ na kilogram izolacijskega materiala ali njegova debelina, temveč je močno odvisen tudi od gostote različnih, v študiji upoštevanih izolacijskih materialov, ki variirajo od $15 \text{ kg}/\text{m}^3$ do $170 \text{ kg}/\text{m}^3$ in več (torej je razmerje večje kot 1 : 10), in od toplotne prehodnosti izolacijskega materiala (λ vrednost znaša od $6 \text{ mW}/(\text{m K})$ do $45 \text{ mW}/(\text{m K})$), kjer zaznavamo razmerje večje kot 1 : 7. V primerjavi z drugimi gradbenimi materiali in konstrukcij-

skimi sklopi imajo toplotnoizolacijski materiali najmanjši vpliv na okolje, ker v življenjskem ciklu s svojim relativno visokim toplotnim uporom preprečujejo izgube zaradi prehoda toplote (www.vattenfall.com). Na sliki 1 so prikazani ogljični odtisi različnih toplotnoizolacijskih materialov glede na maso, brez upoštevanja različnih gostot in razlik v toplotnih prevodnostih materialov (λ). Ker za določen učinek toplotne izolativnosti, torej za doseganje iste vrednosti toplotne prehodnosti (U), potrebujemo različno količino določenega materiala, primerjava na sliki 1 ne more služiti

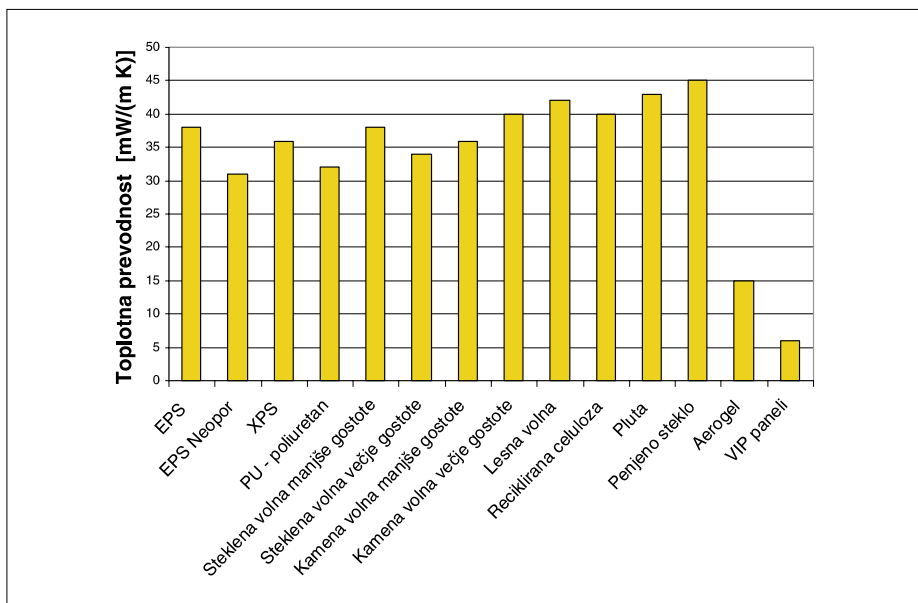
koč merilo pri odločanju za toplotnoizolacijski material z najnižjim vplivom na okolje. Gostote toplotnoizolacijskih materialov se gibljejo od $15 \text{ kg}/\text{m}^3$ do $170 \text{ kg}/\text{m}^3$ (slika 2). Tako kot gostote so tudi vrednosti toplotne prevodnosti (λ) izolacijskih materialov različne (slika 3). Razlike so sicer v večini manjše, vrednosti toplotne prevodnosti (λ) se gibljejo v razponu od $32 \text{ mW}/(\text{m K})$ do $45 \text{ mW}/(\text{m K})$, z izjemo visokoizolacijskih materialov – aerogel in vakuumskoizolacijski panel, ki imata bistveno nižje vrednosti toplotne prevodnosti (λ). Dejanski vpliv na potencial globalnega segrevanja, izražen v ekvivalentu emisij CO_2 za različne toplotnoizolacijske materiale, prikazuje slika 4. Na sliki je upoštevana debelina



Slika 1 • Ogljični odtis različnih toplotnoizolacijskih materialov, izražen na kilogram mase izbranega materiala



Slika 2 • Gostote različnih toplotnoizolacijskih materialov



Slika 3 • Vrednosti toplotne prevodnosti (λ) za različne toplotno izolacijske materiale, izražene v mW/(m K)

toplotne izolacije, ki je potrebna za izpolnjevanje pogoja toplotne prehodnosti v skladu z veljavnim predpisom (PURES, 2010), ki lahko znaša največ $0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. Na sliki 4 je prikazan ogljični odtis na enoto površine ovoja (m^2), drugače kot na sliki 1, kjer je prikazan ogljični odtis v odnosu na enoto mase izolacijskega materiala. S primerjavo oziroma upoštevanjem debeline toplotne izolacije ugotovimo, da z izolacijami lesnega izvora, v danem primeru lesna volna, povzročamo najmanjši vpliv na okolje. Tudi reciklat celuloze, najpogostejše časopisni papir, ima nizek vpliv na okolje. Poleg tega les nastaja z biološkimi procesi, ki iz atmosfere vežejo CO_2 (fotosinteza). Dokler se ogljik (organska snov), vezan v organskih molekulah v izdelku, z izgorevanjem ali razkrojem ne pretvori nazaj v CO_2 in vodo, štejemo, da je CO_2 skladiščen v izdelku. V analizi skladiščenja CO_2 v izolacijskih materialih na osnovi lesa nismo upoštevali. V primeru, da bi upoštevali oceno ekvivalenta CO_2 , skladiščenega v toplotnoizolacijskem materialu, bi bili ogljični odtisi materialov na osnovi lesnih vlaken še nižji.

Pri obeh izdelkih, lesni volni in časopisnem papirju, predstavljajo pretežni delež ogljičnega odtisa dodatki proti gnitju, trohnenju in gorenju. Mineralni volni, tako steklena kot tudi kamena, imata posebno v primerih nizkih gostot majhen vpliv na okolje. Podobno velja tudi za vakuumskoizolacijske panele, ki dosegajo dobre rezultate pri vrednotenju vplivov na okolje ravno zaradi svoje nizke toplotne prevodnosti (λ).

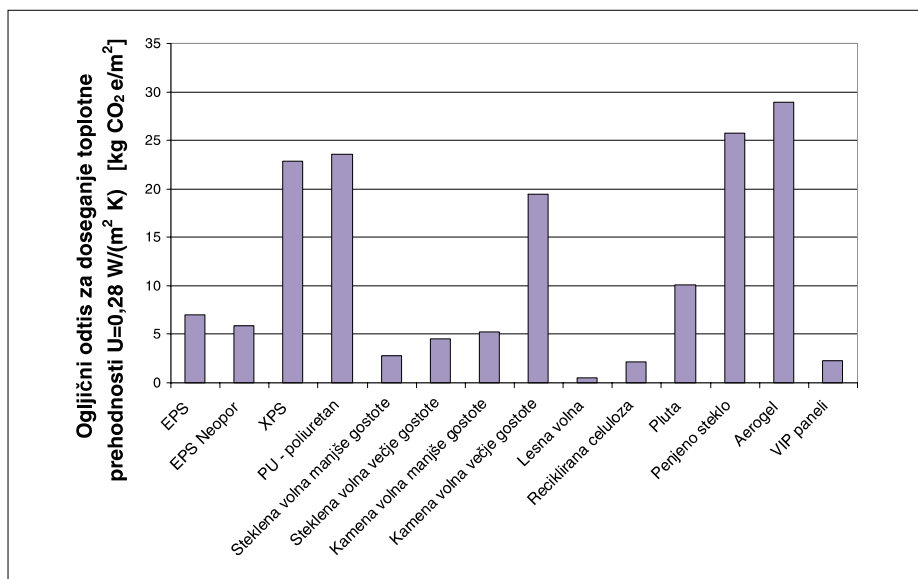
Preglednica 2 prikazuje povprečne gostote, povprečne vrednosti toplotnih prevodnosti (λ) za različne toplotnoizolacijske materiale, ki smo jih zajeli v analizi. Prikazani sta potrebna debelina posamezne vrste toplotne izolacije kot tudi potrebna masa letih na enoto površine, da bi dosegli toplotno prehodnost $0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. Za osnovno nosilno konstrukcijo je upoštevan armiranobetonski zid debeline 15 cm, enostransko ometan s cementno-apnenim ometom debeline dveh centimetrov. Predzadnji stolpec preglednice 2 prikazuje ogljični odtis izbranih toplotnoizolacijskih materialov na enoto površine (tj. m^2) zaradi namestitve posamezne toplotne izolacije, da bi dosegli toplotno prehodnost $U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$. V zadnjem stolpcu pa je izražen identičen ogljični odtis, ki ga povzročimo s prevoženjo razdaljo z avtomobilom srednjega razreda. Z relativno dobro toplotno prehodnostjo enega kvadratnega metra zunanega ovoja stavbe povzročimo enak vpliv, kot bi ga z avtomobilom, s katerim bi prevozili od 1,4 km

Toplotno izolacijski material	Povprečna gostota (ρ)	Toplotna prevodnost (λ)	Potrebna debelina toplotne izolacije za $U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$	Potrebna masa na enoto površine za $U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$	Ogljični odtis toplotne izolacije za $U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$	Ekvivalent razdalje prevoza z osebnim avtomobilom srednjega razreda
	kg/m^3	$\text{mW}/(\text{m K})$	cm	kg/m^2	$\text{kg CO}_2\text{-e}/\text{m}^2$	km
EPS	16	38	12,9	2,1	7,0	20,9
EPS Neopor	16	31	10,5	1,7	5,9	17,6
XPS	32	36	12,2	3,9	22,8	68,6
PU - poliuretan	45	32	10,8	4,9	23,5	70,7
Steklena volna manjše gostote	15	38	12,5	1,9	2,7	8,2
Steklena volna večje gostote	30	34	11,5	3,5	4,5	13,5
Kamena volna manjše gostote	40	36	12,2	4,9	5,3	15,8
Kamena volna večje gostote	160	40	13,5	21,7	19,5	58,5
Lesna volna	55	42	14,2	7,8	0,5	1,4
Reciklirana celuloza	45	40	13,1	5,9	2,2	6,5
Pluta	60	43	14,5	8,7	10,0	30,1
Penjeno steklo	150	45	14,8	22,2	25,7	77,2
Aerogel	140	15	4,9	6,9	29,0	87,0
VIP-paneli	170	6	2,0	3,3	2,3	6,8

Preglednica 2 • Primerjava med fizikalnimi lastnostmi toplotnoizolacijskih gradbenih materialov, ogljičnim odtisom različnih toplotnih izolacij za doseganje toplotne prehodnosti $U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ na enoto površine ovoja stavbe (m^2) in z okoljskimi vplivom, ki ga povzročimo s prevozom z osebnim avtomobilom srednjega razreda

do 87,0 km, odvisno od vrste toplotne izolacije in njenega okoljskega vpliva.

Umetni ali plastični materiali imajo v primerjavi z naravnimi materiali, kot je v našem primeru toplotna izolacija iz lesne volne, v pogledu splošne okoljske sprejemljivosti, uporabe virov in vpliva na okolje slabo oceno, kar z vrednostmi dokazuje tudi ogljični odtis. Ogljični odtis umetnih materialov znaša nad $3,38 \text{ kg CO}_2\text{-e}$ na kilogram mase materiala, kar je mnogo višje od ogljičnih odtisov naravnih toplotnoizolacijskih materialov, ki v povprečju znašajo od 0,061 do $1,150 \text{ kg CO}_2\text{-e}$ na kilogram mase materiala (slika 1). So pa umetni ali plastični materiali izredno čvrsti, kompaktni, stabilni, se lažje vgradijo, imajo največkrat manjšo toplotno prevodnost (λ) kljub izredno nizki gostoti (v povprečju 12 do $35 \text{ kg}/\text{m}^3$) (slika 2). Navedene lastnosti jih postavljajo v prednost v primerjavi z drugimi, celo naravnimi izolacijskimi materiali, čeprav imajo ti bistveno manjši vpliv na okolje (slika 1) in



Slika 4 • Ogljični odtis toplotnoizolacijskih materialov debeline, ki je potrebna, da je dosežena toplotna prehodnost zunanjega ovoja $U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, prikazan na enoto površine ovoja stavbe (m^2)

Toplotno-izolacijski material	Ogljični odtis toplotne izolacije za celotni ovoj stavbe, površine 400 m ² , U = 0,28 W/(m ² K)	Ekvivalent razdalje prevoza z osebnim avtomobilom srednjega razreda	Ekvivalent ogljičnega odtisa armiranega betona	Ekvivalent ogljičnega odtisa malte za omet	Ekvivalent ogljičnega odtisa zidaka iz žgane gline	Ekvivalent ogljičnega odtisa ravnega okenskega stekla	Ekvivalent ogljičnega odtisa PVC	Ekvivalent ogljičnega odtisa elementa iz jekla	Ekvivalent ogljičnega odtisa elementa iz aluminija
	kg CO ₂ -e	km	t	t	t	t	kg	kg	kg
EPS	2.781	8.351	15,5	11,5	10,3	4,0	652	1.822	324
EPS Neopor	2.349	7.054	13,1	9,7	8,7	3,4	551	1.539	274
XPS	9.135	27.432	51,0	37,9	33,7	13,1	2.141	5.986	1.066
PU - poliuretán	9.412	28.263	52,6	39,1	34,7	13,5	2.206	6.168	1.098
Steklena volna manjše gostote	1.093	3.282	6,1	4,5	4,0	1,6	256	716	128
Steklena volna večje gostote	1.794	5.388	10,0	7,4	6,6	2,6	421	1.176	209
Kamena volna manjše gostote	2.104	6.320	11,8	8,7	7,8	3,0	493	1.379	246
Kamena volna večje gostote	7.794	23.406	43,5	32,3	28,8	11,2	1.827	5.108	909
Lesna volna	191	573	1,1	0,8	0,7	0,3	45	125	22
Reciklirana celuloza	863	2.591	4,8	3,6	3,2	1,2	202	565	101
Pluta	4.015	12.057	22,4	16,7	14,8	5,8	941	2.631	468
Penjeno steklo	10.282	30.877	57,4	42,7	37,9	14,8	2.410	6.738	1.200
Aerogel	11.582	34.782	64,7	48,1	42,7	16,7	2.714	7.590	1.351
VIP-paneli	903	2.711	5,0	3,7	3,3	1,3	212	592	105

Preglednica 3 • Primerjava ogljičnega odtisa različnih toplotnoizolacijskih materialov toplotne prehodnosti U = 0,28 W/(m² K) v zunanjem ovoju stavbe površine 400 m² z ogljičnim odtisom drugih gradbenih materialov in transportom

hkrati v povprečju tudi za spoznanje večjo toplotno prevodnost (λ) (slika 3 in preglednica 2). Kot posledica vsega naštetega se, v nasprotju z uveljavljeno splošno oceno in slabim glasom nepoznavalcev in žal tudi številčnih strokovnjakov, izkaže, da imajo umetni materiali zaradi majhne gostote in izredno majhne toplotne prevodnosti (λ) lahko celo primerljiv ogljični odtis glede na isti učinek toplotne izolativnosti (enako vrednost toplotne prehodnosti U) z drugimi izolacijskimi materiali (slika 4 in preglednica 3).

Toplotnoizolacijski materiali, ki predstavljajo v primeru naših analiz največji vpliv na globalno ogrevanje, so predvsem ekstrudirani polistiren, poliuretanske pene, penjeno steklo

in kamena volna visoke gostote. Vzrok temu sta predvsem relativno visoka gostota omenjenih materialov in v mnogih primerih žal še vedno okoljsko pogojno sprejemljivi postopki proizvodnje.

Vpliv na okolje, ki ga povzročimo z namestitvijo toplotne izolacije v zunanji ovoj stavbe, da bi dosegli toplotno prehodnost v vrednosti 0,28 W/(m² K), kar za stene in tla predpisuje trenutno veljavni pravilnik (PURES, 2010), znaša največ 29,0 kg CO₂-e (slika 4, preglednica 2) za vsak površinski meter (m²) ovoja stavbe. Za primerjavo naj poudarimo, da podoben vpliv na okolje naredimo, če prepotujemo z osebnim avtomobilom srednjega razreda razdaljo 87 km. Nazorna je tudi primerjava

ogljčnega odtisa izolacije iz ekspandiranega polistirena za doseganje minimalnih zahtev za izolacijo individualne hiše z zunanjim ovojem 400 m², ob upoštevanju toplotne prehodnosti U = 0,28 W/(m² K), s čimer povzročimo skupni ogljični odtis v količini 2781 kg CO₂-e, kar je enako kakor potovanje v osebnem avtomobilu na razdalji 8351 km.

S primerjavo med vplivom na okolje, ki ga povzročimo z izolacijo celotnega zunanjega ovoja individualne hiše, ki ima v primeru naše analize in tudi sicer povprečno velikost okoli 400 m², s toplotno prehodnostjo U = 0,28 W/(m² K), z vplivom na okolje drugih gradbenih materialov (preglednica 3), vidimo, da za izdelavo toplotne izolacije za

celotni zunanji ovoj stavbe, tudi v primeru toplotne izolacije z visokim ogljičnim odtisom, kot je npr. poliuretanska pena, ki povzroči okoljski vpliv 9412 kg CO₂-e, naredimo enak vpliv na okolje kot z 52,6 tone armiranega betona (mimogrede, taista povprečna individualna hiša ima omenjenega materiala za približno 5-krat več), ali s 34,7 tone zidakov iz žgane gline (povprečna individualna

hiša ima približno 6-krat toliko opeke), ali z 2206 kg PVC-izdelkov, ali s 6168 kg jeklenih oziroma 1098 kg aluminijevih izdelkov. Enak vpliv naredimo tudi, če se z osebnim avtomobilom srednjega razreda prevozimo 28.263 km. Vrednosti ogljičnih odtisov drugih gradbenih materialov, ki so prikazani v preglednici 3, smo pridobili iz Zabalza in sod. (2009).

Poleg relativno nizkega ogljičnega odtisa toplotnoizolacijskih materialov, ti prispevajo k prihrankom energije stavb, zato jih uvrščamo v sam vrh najučinkovitejših ukrepov in naložb za varčevanje z energijo in posredno v zmanjševanje vplivov na okolje, kar smo dokazali z analizo (poudarek na preglednici 3) in kar potrjujejo tudi izsledki drugih analiz (npr. www.vattenfall.com).

5 • SKLEP

Gradbeništvo v vseh državah, kot tudi na globalnem svetovni ravni, predstavlja najmanj deset odstotkov v bruto nacionalnem dohodku. S še večjim deležem, približno štiridesetimi odstotki, so gradbena dejavnost, uporaba stavb, vzdrževanje in rušenje objektov zastopani pri porabi energije, porabi razpoložljivih surovin in pridelanih odpadkih (Kunič, 2007). Najbolj učinkovit ukrep zmanjševanja okoljskih vplivov stavb je pravilna izbira toplotnoizolacijskih materialov, ki omogoča varčevanje z energijo in drugimi naravnimi viri. Umetni ali plastični materiali imajo v primerjavi z naravnimi materiali, npr. toplotno izolacijo iz lesne volne, v pogledu splošne okoljske spre-

jemljivosti, uporabe virov in vpliva na okolje negativno oceno. Hkrati pa so ti materiali izredno čvrsti, kompaktni, stabilni, se lažje vgradijo, imajo največkrat manjšo toplotno prevodnost (λ) kljub izredno nizki gostoti. Zato se v nasprotju z uveljavljeno splošno oceno izkaže, da imajo umetni materiali zaradi majhne gostote in izredno majhne toplotne prevodnosti (λ) lahko primerljiv ogljični odtis z drugimi toplotnoizolacijskimi materiali glede na enak učinek toplotne izolativnosti (tj. ob isti vrednosti toplotne prehodnosti U).

S primerjanjem ogljičnega odtisa toplotnoizolacijskih materialov ob upoštevanju njihovega učinka z drugimi gradbenimi materiali

smo ugotovili, da toplotna izolacija z visokim ogljičnim odtisom (npr. poliuretanska pena) v zunanji ovoj stavbe s površino 400 m² in toplotno prehodnostjo $U = 0,28 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$ povzroči enak okoljski vpliv kot približno petina v povprečno individualno stavbo vgrajenega armiranega betona.

Zaključimo lahko, da so okoljski vplivi toplotnoizolacijskih materialov v primerjavi z drugimi gradbenimi materiali, ki so vgrajeni v povprečne stavbe, majhni. Poleg tega je treba poudariti, da zaradi prihrankov energije (drastično zmanjšanje toplotnih izgub), ki jih omogočijo toplotnoizolacijski materiali, v vsakem letu po vgradnji ključno prispevajo k zmanjševanju vplivov stavb na okolje. Zato toplotne izolacije uvrščamo v sam vrh najučinkovitejših naložb za varčevanje z energijo in posredno v zmanjševanje vpliva na okolje.

6 • LITERATURA

- Bribian, I. Z.; Capilla, A. V., Uson, A. A., Life cycle assessment of building materials: Comparative analysis of energy and environmental impacts and evaluation of the eco-efficiency improvement potential, *Build Environ* 46, 1133–1140, 2011.
- Citherlet, S., Defaux, T., Energy and environmental comparison of three variants of a single family house during its whole life span, *Build, Environ*, 42, 591–598, 2007.
- Ecoinvent 2.0, Swiss Centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, Švica, 2010.
- EPBD, Energy Performance in Building Directive, Recas (2010/31/EC), 2010.
- Kunič, R., Načrtovanje vrednotenja vpliva pospešenega staranja bitumenskih trakov na konstrukcijske sklope, doktorska disertacija, Planning an assessment of the impact of accelerated ageing of bituminous sheets on constructional complexes, doctoral thesis. Ljubljana (COBISS.SI-ID 3774305), 2007.
- Kunič, R., Krainer, A., Ekonomična debelina slojev toplotnih izolacij v kontaktno-izolacijskih fasadah obodnih sten, *Gradbeni vestnik*, december 2009, let. 58, št. 12, str. 306–311, ilustr. (COBISS.SI-ID 4863329), 2009.
- Le Treut, H., Somerville, R., Cubasch, U., Ding, Y., Mauritzen, C., Mokssit, A., Peterson, T., Prather, M., Historical Overview of Climate Change. In: *Climate Change, The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K. B., Tignor, M., Miller, H. L. (eds.), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007.
- Nelson, W., Compressed Earth Blocks. In J. F. Kennedy, M. G. Smith & C. Wanek (Eds.), *The Art of Natural Building* (pp. 138–142), Gabriola Island BC, New Society Publishers, 2002.
- Newsham, G. R., Mancini, S., Birt, B. J., 2009, Do LEED-certified buildings save energy? Yes, but..., *Energy Build*, 41: 897–905, 2009.

- Pearce, A., Makarand, H., Vanegas, J., A decision support system for construction materials selection using sustainability as a criterion. V: Proceedings of the 28th Annual Conference, National Conference of States on Building Codes and Standards, Albuquerque, New Mexico, November 1–4, 1995.
- PURES, Pravilnik o učinkoviti rabi energije v stavbah, Ur. list RS, št. 52/2010, 30. 6. 2010, str. 7840, ISSN 1318-0576, leto XX, 2010.
- Roberts, D. V., Sustainable development – A challenge for the engineering profession. In Ellis, MD ed, The role of engineering in sustainable development, American Association of Engineering Societies, Washington DC: 44–61, 1994.
- Simapro, SimaPro Analyst Indefinite, Ecoinvent v2, Product Ecology Consultants, PEC, Nizozemska, www.pre.nl/default.htm, 2009.
- Sinha, A., Kutnar, A., Green building rating system – leadership in energy and environmental design (LEED), significance for wood industry, Sistem ocenjevanja zelenih stavb – leadership in energy and environmental design (LEED), pomen za lesno industrijo, Les (Ljubljana), 64(1/2), 1–5, 2012.
- UZJN, Uredba o zelenem javnem naročanju, Ur. list RS, št. 102/2011, 13. 12. 2011, str. 13611, ISSN 1318-0576, leto XXI, 2011.
- Wadel, G., Sustainability in industrialized architecture, Modular lightweight construction applied to housing (La sostenibilidad en la construcción industrializada. La construcción modular ligera aplicada a la vivienda), Doctoral Thesis. Polytechnic University of Catalonia-Department of Architectural Constructions, Available online at: <http://www.tdx.cat/TDX-0122110-180946>, 2009.
- Statistični urad Republike Slovenije, povzeto po: www.stat.si, 6. junij 2012.
- www.vattenfall.com, povzeto: 6. junij 2012.
- Zabalza, I., Aranda, A., Scarpellini, S., Diaz, S., Life Cycle Assessment in Building Sector, State of the art and Assessment of Environmental Impact for Building Materials, 1st International Exergy, Life Cycle Assessment and Sustainability Workshop & Symposium (ELCAS), Nisyros, Greece, 2009.

KRITIKA DRŽAVNEGA OPERATIVNEGA PROGRAMA ODVAJANJA IN ČIŠČENJA KOMUNALNIH ODPADNIH VODA

A CRITIQUE OF THE GOVERNMENTAL OPERATIONAL PROGRAM OF COLLECTING AND TREATING MUNICIPAL WASTEWATER

Franc Maleiner, univ. dipl. inž. kom.
Sojerjeva 43, 1000 Ljubljana
franc.maleiner@t-2.net

Strokovni članek
UDK 344:628.2/628.4(497.12)

Povzetek | Operativni program odvajanja in čiščenja komunalnih odpadnih voda zahteva do konca leta 2017 ustrezno odvajanje in čiščenje komunalnih odpadnih voda po vsej Sloveniji. Medtem ko se gosto naseljena območja lahko z evropskimi in državnimi subvencijami ceneno priključujejo na javna kanalizacijska omrežja s centralnimi čistilnimi napravami, pa so redko naseljena slovenska podeželja nasprotno obsojena na ekološko in ekonomsko (pre)drago zasebno gradnjo, tudi pri obratovanju nekajkrat dražjih privatnih decentralnih čistilnih naprav.

Ključne besede: operativni program, odvajanje in čiščenje komunalnih odpadnih voda

Summary | The operational program for collection and treatment of waste water requires by the end of 2017, adequate drainage and treatment of municipal waste water across whole Slovenia. Densely populated areas can be economically connected with the help of the European or governmental subsidies to public sewer network with central treatment plants. On the other hand, the sparsely populated rural areas, are sentenced to ecologically and economically too expensive private construction, including the operation of several times more expensive private decentralized treatment plants.

Keywords: operational program, collection and treatment of waste water

1 • UVOD

Za vstop v Evropsko skupnost je slovenska politika slepo in ubogljivo podpisala akt o pogojih pristopa, v katerih se med drugim zahteva na strokovnem področju odvajanja in čiščenja komunalnih odpadnih voda slepo in brezpogojno prilagajanje slovenske tehnične zakonodaje določbam in izvedbenim rokom direktive 91/271/EGS. Pri tem se morajo še dodatno izpolniti tudi obveznosti, ki izhajajo neposredno iz direktive Evropskega parla-

menta in sveta 2000/60/ES (23. oktober 2000) o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike, kot so:

- izpolnjevanje zahtev v zvezi z doseganjem dobrega kemijskega stanja površinskih in podzemnih voda,
- izpolnjevanje zahtev glede predpisanih standardov kakovosti površinskih in podzemnih voda, ki so namenjene oskrbi prebivalstva s pitno vodo,

- preprečevanje pojava eutrofikacije površinskih voda na občutljivih območjih in
- izpolnjevanje predpisanih standardov upravljanja kakovosti kopalnih voda.

V obdobju izvajanja operativnega programa 2004–2008 so se (zaradi sprememb nacionalne zakonodaje ter pristopa Republike Bolgarije in Republike Romunije k Evropski uniji) novelirali robni pogoji glede predpisanih rokov izvedbe, predvsem pa glede stopnje varstva, ki jo morajo zagotoviti posamezni ukrepi odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode. Te spremembe so bile napovedane že v slovenskem operativnem programu (spre-

jetim leta 2004) ter uveljavljene v Uredbi o spremembah in dopolnitvah Uredbe o emisiji snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav (Uradni list RS, št. 63/09) kakor tudi v novembru 2010 noveliranem Operativnem programu odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode (novelacija za obdobje med letoma 2005 in 2017).

V navedenemu letu 2010 noveliranem operativnemu planu (MOP, 2012) so predvideni naslednji izvedbeni roki:

* **31. december 2015** je rok za odvajanje komunalnih odpadnih voda v javno kanalizacijo in njihovo ustrezno čiščenje za območja poselitve, ki so obremenjena iznad 50 PE, z gostoto obremenjenosti, večjo od 20 PE/ha oziroma večjo od 10 PE/ha na območjih s posebnimi zahtevami.

Ciljno stanje je izpolnjevanje navedenih pogojev za najmanj 95 odstotkov celotne obremenitve (PE) s komunalno odpadno vodo iz posameznega območja poselitve. Za posamezne stavbe znotraj območja poselitve, za katere iz upravičenih razlogov ni mogoče zagotoviti odvajanja komunalne odpadne vode v javno kanalizacijo, je obvezna individualna ureditev ustreznega odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode.

* **31. december 2017** je rok za ustrezno odvajanje in čiščenje za območja poselitve zunaj osnovnega programa. Ta območja so obremenjena iznad 50 PE z gostoto obremenjenosti med 10 PE/ha in 20 PE/ha.

* **31. december 2015** je rok za odvajanje in čiščenje v mali komunalni čistilni napravi za posamezne stavbe, ki niso vključene v predhodne stopnje na območjih s posebnimi zahtevami.

* **31. december 2017** je rok za odvajanje in čiščenje v MKČN za posamezne stavbe, ki niso vključene v predhodne stopnje.

Pri tem so v območja s posebnimi zahtevami uvrščena:

- * vodovarstvena območja,
- * občutljiva območja zaradi eutrofikacije,
- * prispevna območja občutljivih območij zaradi eutrofikacije,
- * občutljiva območja zaradi kopalnih voda,
- * prispevna območja občutljivih območij zaradi kopalnih voda ter
- * vplivno območje kopalnih voda, ki je del občutljivega območja zaradi kopalnih voda, kakor je določeno s predpisom, ki ureja upravljanje kakovosti kopalnih voda (in je območje vseh površinskih voda gorvodno od kopalne vode, vključno s 300 m širokim obrežnim pasom ob teh vodah, od koder je

čas dotoka do meje območja kopalne vode isti ali manjši od 48 ur, na morju pa tudi območje 700 m širokega pasu morja ob kopalni vodi).

V operativnem planu se obljublja:

* Spremljanje in ocene izvajanja operativnega programa odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode, ki jih bo zagotovilo ministrstvo za okolje in prostor ter pripravilo in predložilo Vladi RS v sprejem novelacije operativnega plana, če bo ugotovljeno, da je to potrebno zaradi doseganja njegovih zadanih ciljev.

* Zaradi objektivnih razlogov lahko znotraj območij poselitve pride zaradi nastajanja komunalne odpadne vode do sprememb njihove obremenitve in kasneje do sprememb robnih pogojev pri posamičnih območjih poselitve. Zaradi navedenega lahko ministrstvo za okolje in prostor (če bo ugotovljeno, da je to potrebno) dopolni oziroma spremeni priloge, v katerih so določena območja poselitve in jih predloži Vladi RS v sprejem.

* Zaradi napredka in razvoja tehnike lahko ministrstvo za okolje in prostor, če bo ugotovljeno, da je to potrebno, novelira in sprejme priporočila o tehnološko ustreznih in ekonomsko sprejemljivih rešitvah za odvajanje in čiščenje odpadnih voda na malih komunalnih čistilnih napravah ter jih objavi na spletnih straneh.

Žal je zelo malo znanega o dejanskem stanju opravljanja teh obljubljenih storitev.

V operativnem planu se nadalje zahteva od občinskih uprav, da morajo:

- pripraviti in/ali dopolniti strateške razvojne dokumente, iz katerih bodo razvidne načrtovane investicije v infrastrukturo odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode v skladu s tem operativnim programom,
- ministrstvu za okolje in prostor zagotavljati vse potrebne podatke o tekočih in predvidenih investicijah v infrastrukturo za odvajanje in čiščenje komunalne odpadne vode ne glede na vir financiranja,
- pripraviti konkretne izvedbene dokumente za posamezna območja poselitve ali več območij poselitve skupaj v skladu s predpisi na področju prostorskega načrtovanja in s tem operativnim programom,
- pripraviti in sprejeti načrte razvojnih programov za izvedbo investicij v komunalno infrastrukturo za odvajanje in čiščenje komunalne odpadne vode ter zanje zagotoviti zaključeno finančno konstrukcijo v skladu z usmeritvami tega operativnega programa,

– zagotoviti izvedbo investicij in investicijskega vzdrževanja javne kanalizacije v skladu z načrti in programi iz prejšnjih alinej ter v skladu s tem operativnim programom in

– sodelovati pri izvedbi skupnih projektov za zagotovitev ciljev tega operativnega programa. Prednostno se morajo povezovati v skupne programe občine na istem porečju ali občine, ki obremenjujejo z odpadnimi vodami isti vodonosnik podzemne vode.

Pri tem pa mora ministrstvo za okolje in prostor:

– usklajevati vse sektorske razvojne programe, ki posegajo v področje izvedbe infrastrukture odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode,

– usmerjati sredstva državnega proračuna in namenskih sredstev iz proračuna Evropske unije na tista območja poselitve, kjer gre za prednostno izvedbo ukrepov,

– usmerjati sredstva državnega proračuna in namenskih sredstev iz proračuna Evropske unije na tista območja poselitve, kjer je zaradi specifičnih okoliščin pridobivanje lastnih sredstev občin oteženo,

– stalno preverjati izvajanje ukrepov tega operativnega programa,

– preverjati tehnično in ekonomsko upravičenost investicij v javno kanalizacijo v okviru tega operativnega programa,

– preverjati skladnost investicij s tem operativnim programom pred dodelitvijo sredstev državnega proračuna in namenskih sredstev iz proračuna Evropske unije,

– zagotoviti izvedbo ukrepov operativnega programa.

Glede na navedene izredno kratke izvedbene roke tako v MOP kakor tudi v občinskih upravah za čuda ne vlada nikakršna strokovna vznemirjenost in še manj pričakovana zvišana stopnja strokovnih dejavnosti.

Strokovne zahteve operativnega plana so zaradi hudega pomanjkanja ustreznega strokovnega osebja in njihove finančne »pohranjenosti« praktično neizvedljive za pretežno večino zelo razdrobljenih slovenskih občinskih uprav. Občinske uprave se tudi ne morejo opreti na (nekdaj priznana in cvetočo) slovensko projektivo, saj jo je slovenska politika po osamosvojitvi uspešno zatrla oziroma jo je namenoma prisilila v obliko inženiringov.

Po starem slovenskem izreku, nobena juha se ne poje tako vroča, kot se kuha, se zatorej pri ministrstvih in občinskih upravah stoično in neodgovorno čaka na evropske in državne spodbude in kazni.

Očitno je bil po mišljenju Evropski poslusihi politikov njihov delavni delež z novelacijo

operativnega plana izpolnjen in uspešno zaključen. Naloge in odgovornosti so se torej naložile občinskim upravam, ki naj bi skupaj z (uničeno) stroko izvedle te politično in strokovno izredno slabo premišljene in zastavljene zahteve.

Zaradi pomanjkanja finančnih sredstev, predvsem pa zaradi njihove strokovne neusposobljenosti in neznanja, skušajo občinske uprave uresničiti le najnujnejše zahteve in obveze na najcenejši način. Zatorej se izogibajo potrebnim »dragim«, strokovno izdelanim, ekološko in ekonomsko utemeljenim konceptom skupnega odvajanja

in čiščenja komunalnih odpadnih voda na območju njihove občine. Take strokovne koncepte podeželske občine nadomeščajo s ceneniimi nestrokovnimi, neusklanjanimi ter ekološko in ekonomsko neutemeljenimi političnimi določili. Ta določila omogočajo določenemu manjšemu številu občanov ceneno javno zbiranje, odvajanje in čiščenje odpadnih voda, medtem ko je nasprotno pretežni del podeželskih občanov obsojen na katastrofalno drago privatno zbiranje in čiščenje odpadnih voda.

Ker sem po naravi nepopoljšljivi optimist, upam, da bodo moji v nadaljevanju navedeni

strokovni (proti)argumenti vsaj nekoliko osvetlili in omejili to (ne)načrtovano in predpisano ekološko škodljivo, politično nesmiselno, ekonomsko neumno in neodgovorno napovedano razmetavanje finančnih sredstev. Mogoče mi bo končno celo uspelo prebuditi ter zavesti k premišljanju in dejanskemu poklicnemu delu tudi kakšnega »kralja Matjaža« iz niza doneče oklicanih strokovnih komisij pri IZS. Žal mi celo moj ekstremni optimizem ne dopušča več, da bi se lahko zanesel na strokovno podporo bolonjsko reformiranega (berič: uničenega) slovenskega strokovnega visokošolstva.

2 • PREDPISANE ZAHTEVE OPERATIVNEGA PROGRAMA

Na splošno se v operativnem programu (MOP, 2012) ugotavlja, da naj bi z opremljanjem območij poselitve (na katerih je ustrezna ureditev zgolj opremljanje z javno kanalizacijo) v povprečju ustrezno uredili oskrbo komunalnih odpadnih voda za okoli 70 odstotkov prebivalcev.

Povprečni utežni delež priključenosti obremenitve s komunalno odpadno vodo znotraj območij poselitve (določenih v operativnem programu) na javno kanalizacijo je v operativnem programu izražen v odstotkih in je enak 56,35 odstotka za odvajanje komunalne odpadne vode v javno kanalizacijo in 45,23 odstotka za čiščenje na komunalni čistilni napravi.

Zahtevani cilj operativnega programa je izpolnjevanje predpisanih zahtev za vsaj 95 odstotkov celotne (biološke) obremenitve. Medtem ko bo za gosto naseljene slovenske mestne občine ta cilj (z več kot 90-odstotnim priključenjem na javna kanalizacijska omrežja) skorajda dosegljiv, bodo navedeni odstotki v občinah na podeželju nedosegljivi, saj bo ponekod priključenih na javna kanalizacijska omrežja tudi manj kot 40 odstotkov prebivalstva.

Temu (privilegiranemu) mestnemu oziroma gosto naseljenemu delu prebivalstva bo torej državna uprava omogočila cenene priključke (iz evropskih in državnih finančnih sredstev) na zgrajena kakor tudi ekološko in finančno optimalno nadzorovana in vzdrževana javna kanalizacijska omrežja ter čistilne naprave s skupnimi odtoki v vodotoke. Za odstranjevanje »produktov« iz teh čistilnih naprav bodo poskrbele občinske javne službe, zatorej bodo zanje nižji tudi obratovalni stroški in okoljske dajatve.

Več kakor 60 odstotkov podeželskega prebivalstva pa bo (navkljub v ustavi zajamčeni enakosti) nasprotno obsojenih na nekajkrat dražjo zasebno decentralno gradnjo, obratovanje in vzdrževanje zasebnega čiščenja in odstranjevanja komunalnih odpadnih voda. Tako (privatno) očiščene odpadne vode se morajo prav tako (privatno) decentralno uvažati v vodotoke ali ponikati na lastne stroške. V operativnem programu se tako ne predvideva oziroma niso podane možnosti obdelave in odstranitve »produktov« (za 60 odstotkov podeželskega prebivalstva). Za znatno višje obratovalne stroške, odstranjevanje »produktov« zasebnih malih komunalnih čistilnih naprav in njihove okoljske dajatve tako v celoti skrbijo le privatni uporabniki.

Operativni program zahteva za posamezna stavbna zemljišča na območjih s posebnimi zahtevami, ki niso vključena v predhodne stopnje programa, zagotovljeno odvajanje v decentralne **male komunalne čistilne naprave** z ustreznim čiščenjem komunalne odpadne vode do 31. decembra 2015 oziroma do 31. decembra 2017 za posamezne stavbe, ki niso vključene v predhodne stopnje.

Izbira velikosti, izvedbe in načina čiščenja kakor tudi obratovanja in odstranjevanja proizvodov teh malih komunalnih čistilnih naprav se prepušča lastnikom zemljišč. Za njihovo izvedbo in obratovanje MKČN do 50 PE ni potrebno niti gradbeno dovoljenje. Uporabniki, ki nosijo vse stroške MKČN, morajo skladno z zahtevami zakonodaje:

* MKČN prijaviti občinskemu izvajalcu javne službe skupaj z dostavo dokumentacije za izdelavo ocene obratovanja in izvedbo prvih meritev obratovalnega monitoringa,

* predvideti način in evidenco ravnanja ter oddaje pridelanega blata,

* voditi dokumentacijo o opravljenih delih na MKČN ter

* obveščati izvajalca javne službe o okvarah ali izpadih obratovanja MKČN.

Pri MKČN ≥ 50 PE se nasprotno zahtevajo ustrezna gradbena dovoljenja. Medtem ko upravljanje MKČN < 50 PE izvaja uporabnik, pa zapade upravljanje MKČN ≥ 50 PE ustreznemu občinskemu izvajalcu javne službe.

Za posamezne stavbe, kjer iz upravičenih razlogov ni možno odvajanje in čiščenje komunalne odpadne vode v MKČN, je glede na operativni program treba v predpisanem roku (z uporabo storitev obvezne javne službe odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode) zagotoviti odvajanje komunalne odpadne vode v **nepretočno greznico** z zagotovljenim odvozom in naknadnim očiščenjem celotne količine odpadnih voda na ustrezni čistilni napravi.

Iz ekoloških razlogov operativni program namreč ne dovoljuje več uporabe (do nedavnega dovoljenih) pretočnih večpreklatnih greznic kot možnosti ustrezne zadostne biološke obdelave komunalnih odpadnih voda.

Velika večina stanovanjskih zgradb, ki (iz tehničnih, geografskih ali topografskih razlogov) še niso imele možnosti priključitve na javna kanalizacijska omrežja, običajno razpolaga z obstoječimi pretočnimi večpreklatnimi greznicami. Ob priključku na javna kanalizacijska omrežja nadaljnja uporaba teh greznic ni dovoljena, saj se smejo priključiti na omrežja (mimo greznic) le »sveže« komunalne odpadne vode.

Žal v operativnem programu ni poudarjeno, da lahko ostajajo zadostno dimenzionirane večpreklatne greznice osamljenih zgradb, kmetij, vikendov itd. (ki jih iz tehničnih, geo-

grafskih ali topografskih razlogov ni mogoče priključiti na omrežja) še nadalje v uporabi z naknadno dogradnjo ustrezne biološke stopnje oziroma z naknadno vgradnjo ustrezne strojne opreme za poživiljanje blata.

Pri taki dogradnji biološke stopnje se mora vsekakor upoštevati pridelava dveh različnih

vrst in količin pridelanega blata. Zaradi anaerobnega organskega presnavljanja v predhodnih grezničnih prekatih se namreč ustvarja (v manjših količinah) tako imenovano anaerobno (nagnito) fekalno blato, ki se odstranjuje v daljših časovnih obdobjih. V sledeči aerobni biološki stopnji pa se redno pridelujejo

znatno večje količine aerobnega odvečnega blata, ki ga je treba v manjših količinah redno odvzeti iz procesa biološkega presnavljanja in ustrezno skladiščiti (v primarnem prekatu greznic ali ločeno v ustreznem silosu blata) oziroma ga (v krajših časovnih obdobjih) redno odstranjevati.

3 • MALE KOMUNALNE ČISTILNE NAPRAVE

Male komunalne čistilne naprave (< 50 PE) služijo v **ločenem sistemu kanalizacije** čiščenju zgolj **odpadnih voda iz gospodinjstev** (kuhinje, kopalnice in stranišča), iz posameznih zgradb ali skupine zgradb, katerih skupni dotok ne presega 8 m³/dan, kar pri specifični količini 150 l/(osebo in dan) odgovarja priključni vrednosti do 50 prebivalcev.

MKČN (≥ 50 PE do < 2000 PE) se lahko uporabljajo tako v ločenem kakor tudi v mešanem sistemu, zato se morajo dimenzionirati na skupno biološko in na maksimalno hidravlično obtežbo.

Predpisani slovenski **mejni vrednosti biološke razgradnje** za osnovna odtočna parametra za majhne in male komunalne čistilne naprave (do velikosti < 2000 PE) sta:

* **kemična poraba kisika (KPK)**
manj kakor 150 mg/l

* **biokemična poraba kisika (BPK₅)**
manj kakor 30 mg/l

Zmanjšanje emisij iztokov do teh predpisanih zgornjih dopustnih mejnih vrednosti omogočajo le mehansko-biološke čistilne naprave.

Za mehansko izločanje kosovnih sestavin pretoka se praviloma poslužujemo mehanskih grabelj, sit ali gravitacijskega usedanja v primarnih usedalnikih (prekatih).

Biološka razgradnja organskih sestavin komunalnih odpadnih voda se lahko vrši v:

* lagunah brez vpihavanja zraka ali z njim (standard SIST EN 12255-5),

* bioloških reaktorjih z aktivnim blatom (standard SIST EN 12255-6),

* bioloških reaktorjih z biorušo (standard SIST EN 12255-7).

Iz lastnih dolgoletnih (pretežno v Nemčiji pridobljenih) praktičnih izkušenj izrecno odsvetujem v Sloveniji pogosto propagirane rastlinske čistilne naprave, saj je strokovna praksa tudi pri nas dokazala, da ta način čiščenja strokovno ne obvladamo (MOP, 1994) in zato te MKČN ne dosegajo zahtevanih rezultatov čiščenja (kar je že leta 1994 uradno potrđila

tudi komisija za revizijo projektov pri ministrstvu za okolje in prostor).

Tudi »moderno« občasno dodajanje bakterioloških kultur in encimskih snovi v dotoke večprekatnih greznic ne jamči doseganja zahtevanih rezultatov čiščenja komunalnih odpadnih voda.

Pri MKČN (< 50 PE) v Nemčiji ((ATV, 1997), (Maleiner, 2004), (Maleiner, 2011)) se brez predhodnega preverjanja smatrajo predpisane (nemške) zahteve čiščenja za izpolnjene, če je bila MKČN zgrajena in obratuje na podlagi:

- splošnega gradbeno nadzornega dovoljenja (allgemeine bauaufsichtliche Zulassung),
- evropskega tehničnega dovoljenja (europäische technische Zulassung) ali
- z deželno-pravnim dovoljenjem dopuščena vrsta čistilne naprave (nach Landesrecht zugelassene Abwasserbehandlungsanlage).

Pri nas pa se zahtevajo:

- CE-oznako izdelka,
- izjavo o skladnosti,
- natančna navodila za vgradnjo ter
- navodila za uporabo.

Na MKČN se smejo priključiti odpadne vode iz gospodinjstev ali njim po sestavi in koncentraciji podobne odpadne vode. Ker se odpadne vode iz poljedelskih obratov ali iz obrtniških dejavnosti običajno razlikujejo od odpadnih voda iz gospodinjstev (tako po sestavi, količinah kot tudi koncentracijah njihovih sestavin), se take odpadne vode praviloma ne smejo priključevati na MKČN.

Tudi padavinski odtoki ne smejo hidravlično preobremenjevati MKČN, saj bi (zaradi odplaknitve lebdečih kosmičev biomase) onemogočili njihovo pravilno in zadostno delovanje. Izjema so le tako imenovane lagunske čistilne naprave (Maleiner, 2009) brez vpihavanja zraka (unbelüftete Abwasserenteiche), ki (zaradi na dnu in na brežinah prirasle biomase ter relativno ogromne prostornine lagun) edine lahko prenašajo občasne hidravlične preobremenitve brez posledičnega

nedopustnega zmanjšanja biološke razgradnje organskih sestavin pretoka.

Zato največje neodvisno nemško strokovno združenje DWA e.V. predvsem v njihovih smernicah ATV – A 200 (Osnove oskrbovanja odpadnih voda na podeželsko strukturiranih področjih) (ATV, 1997) izrecno navaja, svari oziroma zahteva:

– nameščanje tehničnih čistilnih naprav se dovoljuje v stanovanjskih predelih podeželsko strukturiranih območij zgolj v ločenem sistemu kanalizacije. Padavinski dotoki se v take čistilne naprave ne smejo uvajati. Poleg tega se mora pri teh vrstah ČN zajamčiti tudi dovajanje zgolj minimalnih količin tujih voda.

– Predvsem pri obstoječih ali novih kanalizacijskih omrežjih malih naselij podeželskega značaja v mešanem sistemu **predstavljajo lagunske čistilne naprave brez vpihavanja zraka** (unbelüftete Abwasserenteiche) **edino uporabno rešitev** (Maleiner, 2009).

– Varčevanje z investicijskimi in obratovalnimi stroški na javnih napravah zbiranja, odvajanja in čiščenja odpadnih voda ne sme posledično povzročati čezmernih (investicijskih in obratovalnih) stroškov za nameščanje dodatnih naprav na zasebnih zemljiščih.

– Pod izraz podeželsko strukturiranega območja se uvrščajo tudi neposredna mesta okolja, ki izpolnjujejo (v smernicah navedene) podeželske kriterije.

– Opremljanje zaključenih stanovanjskih območij z MKČN na posameznih zemljiščih nasprotuje zahtevam vodnega gospodarstva in javne higiene. Odstranitev blata je brez bližnje večje komunalne čistilne naprave (> 10.000 PE) pretežno nerešljiva. Če se zahtevajo in medsebojno primerjajo približno isti skupni cilji čiščenja (kakor pri skupnih centralnih čistilnih napravah) in se upoštevajo tudi vsi potrebni dejanski stroški (obratovanja, nadzora, vzdrževanja, odstranitve blata, odpisa itd.), je taka decentralizacija odvajanja in čiščenja komunalnih odpadnih voda dokazljivo predraga.

Tehnične aerobne čistilne naprave so proizvodni obrati biološkega blata, saj pridelajo dnevno na osebo tudi do 21 svežega blata (≈ 50 g SS).

Ker se pri MKČN običajno predhodno (na primer z mehanskimi siti ali grabljami) ne izločajo kosovne sestavine odpadnih voda (damski vložki, kondomi, plenice, plastika, tekstil itd.), se mora tako »mešano« blato iz MKČN končno ustrezno obdelati na posebnih prevzemnih postajah večjih čistilnih naprav (> 10.000 PE). Pri tem je vsekakor treba predhodno preveriti, ali te večje čistilne naprave to sploh zmorejo. Razpolagati morajo namreč z zadostnimi zmogljivostmi za ekološko neškodljivi prevzem, obdelavo in odstranitev teh (ogromnih) dodatnih količin blata (Maleiner, 2002).

Na trgu se ponujajo različno dragi tehnični načini mehansko-biološkega čiščenja kakor tudi različne gradbene izvedbe in velikosti

MKČN. Pravilno izbiro načina, velikosti in vgradnje takih čistilnih naprav naj vsekakor svetuje, preveri in nadzoruje ustrezno izkušeni strokovnjak, saj se tudi na slovenskem trgu (pre)pogosto zelo »poceni« ponujajo (slabo ali ne delujoči) nadnaravni biološki čudeži.

Investicija za nakup in vgradnjo pravilno (biološko in hidravlično) dimenzionirane in opremljene aerobne MKČN (z ustreznim silosom odvečnega blata in odvodom ali ponikanjem očiščene vode) za štiričlansko stanovanjsko hišo znaša praviloma preko 6000 evrov. Letni obratovalni stroški takih naprav (okoli 300 evrov/a) so praviloma poraba električne energije, stroški odvoza in odstranitve blata, stroški ustreznega nadzora in vzdrževanja celotne naprave.

Skupni učinek čiščenja številnih MKČN je (zaradi visokih konic oziroma hudega nihanja bioloških ter hidravličnih dnevnih in sezonskih obtežb) znatno nižji od skupnega učinka

čiščenja (znatno enakomernejših obtežb) na večjih centralnih čistilnih napravah. Torej je treba iz ekološkega in ekonomskega stališča optimalno minimirati število decentralnih čistilnih naprav, ki v odtokih z znatno višjimi preostalimi onesnaživami decentralno obremenjujejo vodotoke in podtalnico.

Namen gradnje kanalizacijskih omrežij in čistilnih naprav torej ni eksperimentalno izživljanje ali celo postavljanje tehničnih spomenikov (na primer v Sloveniji trenutno modernih, dragih in tehnično slabo obvladljivih komunalnih membranskih čistilnih naprav) »političnim strokovnjakom« in gradbenikom.

Prepogosto pozabljamo na dejstvo, da je osnovni namen gradnje kanalizacijskih omrežij in čistilnih naprav zaščita naših virov pitne in porabne vode. Torej mora biti zgolj učinek zaščite pitne in porabne vode izključno merilo smiselne strokovne izbire ter optimalnega vlaganja finančnih sredstev v te naprave.

4 • NEPRETOČNE GREZNICE

Navedena možnost odstranitve odpadnih voda iz gospodinjstev z nepretočnimi greznicami je v operativnem programu lahko nastala le na političnem zelniku, ki na tem področju osnov strokovne prakse in operative sploh ne pozna, kaj šele obvlada. Pa si oglejmo to ekološko in ekonomsko neumnost nekoliko pobliže.

Pri izračunu količine komunalnih odpadnih voda se praviloma izhaja iz povprečne dnevne porabe 150 litrov pitne vode na osebo, kar znese mesečno za štiričlansko družino okoli 18 m³ odpadnih voda. Temu je treba prišteti tudi vsaj 25-odstotno količino tujih voda ((Maleiner, 2009), (Maleiner, 2010)), kar zviša to mesečno količino odpadnih voda (za 4 PE) na skupno prostornino okoli 22,5 m³.

Običajno se za odvoz odpadnih voda uporablja cisternska vozila s prostornino okoli 6 m³.

Torej se mora iz nepretočne greznice (za 4 PE) redno mesečno izčrpati in odpeljati okoli štiri cisterne odpadnih voda.

Ker je koledarsko natančen redni odvoz iz tehničnih in vremenskih razlogov (sneg, polemica itd.) praktično nemogoč, je treba (na račun možne nekajdnevne zakasnitve odvoza) pri dimenzioniranju nepretočne greznice predvideti še dodatno ustrezno prostorninsko rezervo. Celotna uporabna prostornina nepretočne greznice (za 4 PE) naj tako znaša vsaj 30 m³.

Predvidevam, da bodo skupni investicijski stroški take – **za težka vozila dobro dostopne** – nepretočne greznice (za 4 PE s skupno uporabno prostornino okoli 30 m³) znašali preko 6000 evrov.

Obratovalni stroški nepretočne greznice (za 4 PE) so sestavljeni iz:

* rednega črpanja ter odvoza vsebin in očiščenja nepretočne greznice (letno skupno okoli 270 m³),

* kompletnega naknadnega čiščenja teh »nagnitih« odpadnih voda na skupni centralni čistilni napravi (saj se nepretočne greznice ne štejejo med čistilne naprave) ter

* stroškov obdelave in končne odstranitve vseh produktov čiščenja.

Torej se lahko pri nepretočnih greznicah računa z (ekonomsko nevzdržnimi) letnimi obratovalnimi stroški okoli 3500 evrov/a.

Tudi iz ekološkega vidika se zatorej zastavlja vprašanje, ali bi preostala biološka obremenitev iz pretočne greznice (za 4 PE) ekološko bolj ogrožala naše okolje, kakor naj bi ga ogrožalo izgorelo gorivo cisternskih vozil (in druge okoljske posledice) pri letno potrebnih 48 voznjah za tako nadomestno nepretočno greznico.

Zato domnevam, da »zdrava slovenska kmečka pamet« ne bo dopuščala gradnje teh nepretočnih greznic.

5 • »POZABLJENE« DODATNE OBREMITVE

Kakor že omenjeno, predvideva operativni program v posameznih podeželskih občinah zgolj okoli 40-odstotni priključek gospodinjstev na javna kanalizacijska omrežja in čistilne naprave. Preostalim okoli 60 odstotkov pre-

bivalstva pa naj se torej znajde, kakor se ve in zna.

Zatorej so in bodo na podeželju javna kanalizacijska omrežja in čistilne naprave dimenzionirane in zgrajene zgolj na okoli 40 odstotkov

skupne biološke obremenitve komunalnih odpadnih voda in temu ustreznega hidravličnega dotoka kakor tudi na zgolj 40-odstotno obdelavo in odstranitev nastajajočih produktov javnih čistilnih naprav (kosovni odpadki, pesek, maščobe in biološko blato).

Pri tem naj mimogrede omenim tudi slabo delovanje večine obstoječih slovenskih čistilnih naprav. V prikazu in analizi (slabega)

delovanja moderne slovenske čistilne naprave so namreč avtorji strokovnega članka v Gradbenem vestniku leta 2004 ((Ribič, 2005a), (Ribič, 2005b)) nehote jasno dokumentirali in potrdili to dejstvo ter v odgovoru na moje pripombe (Maleiner, 2005) javno priznali, da si v strokovnem članku niso upali niti poimeno- sko navesti investitorja, kaj šele izdati lokacije ČN in imenovati njenega vodotoka.

S (pre)dragimi aerobnimi MKČN operativni program sicer predpisuje in od preostalih okoli 60 odstotkov občanov zahteva decentralno čiščenje njihovih komunalnih odpadnih voda, vendar pa se je v operativnem programu pozabilo na ključni problem odstranitve produktov čiščenja. Nikjer se namreč ne predvideva niti se ne določa mesta in načina prevzema, obdelave in odstranitve teh ogromnih količin produktov (kosovne sestavine, blato) iz predpisanih decentralnih MKČN. Torej naj preko 60 odstotkov na območjih podeželskih občin pridelanega biološkega blata in izločenih sestavin iz MKČN kratko malo čudežno izgine?! Javne čistilne naprave (dimenzionirane na zgolj okoli 40-odstotno skupno kapaciteto) se namreč nikakor ne smejo preobremenjevati še z obdelavo in odstranitvijo te dodatne (okoli 150-odstotne) količine izločenih sestavin in blata na decentralnih MKČN (Maleiner, 2002). Operativni program bi torej moral predvideti ustrezno (pre)dimenzioniranje teh javnih ČN za končni prevzem, obdelavo in odstranitev teh skupnih obtežb.

Fekalno blato in blato iz MKČN vsebujeta precejšnje količine kosovnih sestavin, ki se jih mora v posebnih prevzemnih postajah izločiti in odstraniti pred nadaljnjo obdelavo tega blata na večjih komunalnih čistilnih napravah (≥ 10.000 PE).

Sušina fekalnega blata vsebuje (na osebo in leto) običajno:

- * okoli 5 do 10 kg peska (pomivanje tal, pranje zelenjave itd.),
- * okoli 2 do 5 kg grobih snovi (tekstilni ostanki, kosti, plastika, zamaški itd.) ter
- * okoli 15 kg finih snovi (papir, ostanki hrane, fekalij itd.).

Po mehanski odstranitvi teh snovi iz odplak gospodinjstev vsebujejo odtoki (pravilno dimenzioniranih) pretočnih večpreklatnih greznih običajno še naslednje organsko obremenitev:

- * 81 g KPK (na osebo in dan),
- * 42 g BPK5 (na osebo in dan),
- * 15,6 g N (na osebo in dan) ter
- * 2,2 g P (na osebo in dan).

S privatnim podaljševanjem javnih kanalov na lastne stroške operativni program načeloma dovoljuje občanom (zunaj v operativnem programu upoštevanih območij z javno kanalizacijo) možnost kasnejšega neposrednega priključevanja na obstoječa javna kanalizacijska omrežja. Pri tem pa se »pozablja« na upoštevanje omejenih hidravličnih zmoglosti teh (na prvotne znatno nižje hidravlične količine dimenzioniranih) omrežij. Namesto takega stihijskega nenačrtnega priključevanja

bi moral operativni program kot prvi pogoj za tako naknadno priključevanje zahtevati predhodne hidravlične preverbe posledic hidravličnih preobremenitev (lahko tudi za 150 odstotkov) obstoječih omrežij in čistilnih naprav.

Še znatno večji problem pa bo za več kot 200 občinskih uprav ustanavljanje in organizacija javnih nadzornih služb, ki bodo morale redno in strogo nadzorovati zadostno delovanje in izpuste na tisoče privatnih MKČN kakor tudi pravilno in striktno obdelavo dveh vrst (fekalnega in aerobnega) blata ter odstranitev teh dodatnih v MKČN pridelanih velikih količin proizvodov.

Še znatno težje pa bo iskanje finančnih virov (v operativnem programu neupoštevane) medobčinskega sofinanciranja dodatnih naprav in ustreznih širitve zmogljivosti večjih ČN, medsebojnega obračunavanja obratovalnih stroškov in medsebojnega usklajevanja odgovornosti, saj pretežna večina občin ne razpolaga z zadostno velikimi in zmožnimi čistilnimi napravami (≥ 10.000 PE) za redni prevzem tega dodatnega »mešanega« blata. Redke (med seboj precej oddaljene) večje čistilne naprave (≥ 10.000 PE) se morajo dodatno opremiti s posebnimi (zadostno dimenzioniranimi) prevzemnimi napravami in z zadostnimi dodatnimi kapacitetami za transport, prevzem, nadaljnjo obdelavo in odstranitev blata iz teh številnih majhnih komunalnih čistilnih naprav.

6 • SKLEP

Operativni program je torej jasen dokaz vladajočega strokovnega neznanja v naših državnih uradih in upravah, ki izhaja iz vse hitrejšega in uspešnejšega uničenja (in samouničenja) »nadležnega« strokovnega znanja in praktičnih izkušenj. Kot je razvidno iz mojnih izvajanj, bodo stroški, ki jih bodo morali plačevati predvsem prebivalci podeželsko strukturiranih območij, izredno visoki. Ekološka zaščita našega okolja pa se bo v sorazmerju z ogromnim obsegom zahtevanih (zasebnih) investicij le zanemarljivo izboljšala.

Iz zgodovine je razvidno, da se podjarmljenje narodov lahko najuspešnejše doseže z uničenjem njihove inteligence in strokovnega znanja, saj se s tem najhitreje doseže (samo)propad njihovega gospodarstva. Torej

je za obglavljenje strokovne inteligence treba na vodilne položaje gospodarstva posaditi »demokratsko izvoljene« politične izbrance, ki v najkrajšem možnem času ubogljivo opravijo zadano nalogo ter osiromašijo in končno sesujejo temeljno gospodarstvo. Načrtnemu hiranju strokovnega šolstva (beri: bolonjska reforma) in gospodarstva sledi namreč zadolževanje, cenena razprodaja premoženja in končno popolna ekonomska in politična odvisnost.

Slovenska politika, ki je ob pomoči določenih (slepih, gluhih in molčečih) strokovnih ustanov v dobrih dveh desetletjih poleg zelo uspešnega znižanja kakovosti strokovnega šolstva popolnoma izničila vso (v preteklem režimu tudi v inozemstvu strokovno priznano in uspešno) gradbeno projektivo (ter jo na-

domestila s cehovsko izbranimi inženiriji), trenutno izredno hitro in uspešno uničuje tudi slovensko gradbeno operativno (kot enega od nekdanjih najmočnejših temeljev slovenskega gospodarstva).

Porogljivo imenovani »javni« razpisi so postali idealno orodje za zaščito »naših« monopolnih cehovskih ponudnikov. Medsebojne strokovne primerjave s tehnološko boljšimi ali dejansko ekološko in ekonomsko ugodnejšimi ponudbami se v razpisih (zgolj na podlagi formalnih razlogov) striktno odklanjajo ali celo izrecno prepovedujejo.

V kolikor se izredno izjemoma (za namen alibija) zahteva strokovna revizija projekta, se izdelava revizije (beri: potrditev pravilne izbire) poda najcenejšemu »strokovnjaku«. Za izbiro »ustreznega« revizorja je dokaz strokovnega znanja in izkušenj popolnoma nepotreben, saj je pri odločanju edino in izključno merilo zgolj najnižja cena (brez vsake strokovne in finančne odgovornosti).

Za omejitev »prehude« konkurence se za ponudnike praviloma predpišejo »ustrezne« (za večino ponudnikov izločilne) zahteve, reference, formalni obrazci, garancije itd., ki so pisani na kožo (predhodno izbranega »našega«) ponudnika.

V razpisih se »pozabijo« tudi določene (bistvene) pozicije, da se kasneje z aneksi lahko obračunajo, povrnejo in preplačajo »našemu« (navidezno najcenejšemu) izbrancu njegove (predhodno namensko preproceni ponujene) storitve. Nasprotno pa se pri izjalovljenih razpisih lahko kasneje z nepriznavanjem teh aneksov ali z njihovimi omejitvami po potrebi kaznuje in ustrezno za v prihodnje izuči neželjeno vrinjene ponudnike.

Medtem ko so bile svojčas temeljne naloge projektanta ugotavljanje specifičnih zahtev danega projekta, izvedbe strokovnih izračunov, dimenzioniranje in dokazi optimalne tehnologije, zagotavljanje kakovosti ter potrebne velikosti komunalne čistilne naprave, se danes razpiše le točno določen tip ČN. Velikost te vnaprej »izbrane« čistilne naprave (določenega ponudnika) se določi »po občutku«, ne glede na to, ali taka poljubno izbrana tehnologija in velikost naprave ustrezata zahtevam in potrebam uporabnikov.

Slovenija je ena izmed redkih držav, ki glede količine pitne in porabne vode še nima bistvenih težav. Glede hitrega slabšanja kakovosti slovenske pitne in porabne vode pa lahko v strokovnem tisku že zasledimo (za zdaj še zelo boječe artikulirana) strokovna opozorila in v javnih medijih sporočila o vse pogostejših infekcijah ter o lažjih zastrupitvah z neustrezno pitno vodo. Javna razglabljanja o dejanskih odgovornostih za ta ekološko in

ekonomsko škodljiva dogajanja pa za zdaj še niso priporočljiva.

S predvidenimi nekaj tisoči (slabo kontroliranih) decentralnimi izpusti, decentralnimi ponikani in na splošno v MKČN slabše očiščenih komunalnih odpadnih voda se torej navkljub (v operativnem programu zapovedanim) ogromnim zasebnim investicijam skupni učinek čiščenja na podeželju ne bo bistveno zvišal.

Pod predpostavko, da pravilno grajene večprekatne greznice običajno anaerobno razgradijo med 70 in 80 odstotki organskih sestavin odtoka, medtem ko se v dobro delujočih predvidenih aerobnih MKČN običajno odstrani okoli 90 odstotkov teh sestavin, zahteva torej operativni program na podeželju kratkoročno zasebno vlaganje okoli stotine milijonov evrov za predvideno največ okoli 10- do 20-odstotno zmanjšanje celotne organske obtežbe.

Tem investicijam moramo nadalje prišteti še (v operativnem programu »pozabljene«) desetine milijonov evrov investicij, potrebnih na večjih čistilnih napravah za prevzem, transport, obdelavo in odstranitev proizvodov teh MKČN.

Če tem ogromnim skupnim (zasebnim) investicijam dodamo še izredno visoke (zasebne) obratovalne stroške uporabnikov, lahko ta operativni program preimenujemo v operativni program kratkoročnega prisilnega zadolževanja podeželsko strukturiranih območij.

Veliko teh od javnih kanalizacij odrezanih kmetijskih in drugih posestev si dragih in kratkoročnih investicij kakor tudi obratovalnih stroškov ne bo moglo privoščiti. Zatorej bodo oddaljene kmetije, vikendi in stanovanjske hiše na lepih slovenskih podeželskih kotičkih

(zaradi nezmožnosti plačevanj njihovih lastnikov) postali predmet špekulacij, cenenih razlastitev in prisvojitve posestev.

In končno zaradi kršitev ustave in načela enakosti obravnavanja (mestnih oziroma podeželskih) državljanov tudi naši sodni praksi ne bo zmanjkalo dela. Zaščita okolja je namreč neposredna naloga občin. Torej slovenske občinske uprave zaradi pomanjkanja denarja (oziroma ker se jim zdi smiselno skupno reševanje problema »predrago«) nameravajo na podlagi operativnega programa preprosto izločiti (ponekod pretežni) del občanov ter financirati in ponuditi ustrezne usluge samo omejenemu privilegiranemu krogu občanov. »Predragi« del teh (javnih) občinskih nalog pa naj se (na podlagi operativnega programa) kratko malo »privatizira« in se tako nastali čezmerni stroški (brez možnosti ugovora) v celoti prevadajo na večji drugorazredni del občanov.

V pravnih državah (kamor, je videti, še ne spadamo) se morajo po načelu ustavne enakosti pravic državne (kakor tudi občinske) storitve in zahteve pravično ter enakomerno porazdeliti na vse državljane (in občane). Operativni program očitno ne priznava ustavne enakosti pravic državljanov.

Čeprav danes znanje očitno zelo škoduje, želim na koncu vseeno pozvati vse udeležence, da se pred reševanjem te problematike in ob reševanju izčrpano seznanijo s strokovnim znanjem in izkušnjami, ki jih podajajo nemške strokovne smernice ATV – A 200 (Osnove oskrbovanja odpadnih voda na podeželsko strukturiranih območjih).

Pregovor namreč pravi: Dober inženir se uči na napakah, pametni inženir pa na tujih napakah!

7 • LITERATURA

ATV, Merkblatt ATV – A 200, Grundsätze für die Abwasserentsorgung in ländlich strukturierten Gebieten, DWA e.V, Mai 1997.

Maleiner, F., Kritika strokovnega članka načrtovanje čistilne naprave glede kakovosti odvodnika (GV, april 2005), Gradbeni vestnik, letnik 54, junij 2005.

Maleiner, F., Lagunske čistilne naprave, Gradbeni vestnik, letnik 55, september 2006.

Maleiner, F., Ločeni ali mešani sistem kanalizacije?, Gradbeni vestnik, letnik 59, marec 2010.

Maleiner, F., Načrtovanje in izvedba mehansko-bioloških čistilnih naprav (≤ 50 PE) na Bavarskem, 22. strokovni seminar, Vodan, d. o. o., 10. 3. 2011.

Maleiner, F., Obdelava in odstranitev blata iz komunalnih čistilnih naprav, 7. strokovni seminar, Vodan, d. o. o., 13. 3. 2002.

Maleiner, F., Odstranitev odpadnih vod iz podeželsko strukturiranih področij v smislu nemških smernic ATV-A 200, 11. strokovni seminar, Vodan, d. o. o., 4. 3. 2004.

Maleiner, F., Problematika tujih voda, Gradbeni vestnik, letnik 58, julij 2009.

MOP, Ministrstvo za okolje in prostor RS, Komisija za revizijo projektov iz rednega programa vodnega gospodarstva, Revizija: Uvajanje višjih vodnih rastlin v sisteme čiščenja odpadnih voda, št. 355-01-01/94-32 (rev. št. 4/94), zaključni zapisnik 39. seje, 29. 6. 1994.

MOP, Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode (novelacija za obdobje od leta 2005 do 2017), povzeto po: http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/okolje/varstvo_okolja/operativni_programi/operativni_program_komunalne_vode.pdf, junij 2012.

Ribič Rep, K., Kompare, B., Načrtovanje čistilne naprave glede na kakovost odvodnika. Gradbeni vestnik, letnik 54, april 2005a.

Ribič Rep, K., Kompare, B., Odgovor na kritiko g. F. Maleinerja, Gradbeni vestnik, letnik 54, junij 2005b.

POROČILO O SKUPŠČINI ZDGITS

31. maja 2012 je Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije organizirala svojo redno letno skupščino. Predstavniki in pooblašenci njenih članic, regionalnih društev gradbenih inženirjev in tehnikov ter specializiranih društev, so pregledali in ocenili delo v preteklem letu, sprejeli in potrdili bilanco z izkazom poslovnega izida za leto 2011 ter letni program aktivnosti in finančni načrt za leto 2012.

Delovanje ZDGITS v preteklem letu je bilo pozitivno ocenjeno, saj je v letu 2011, kljub perečemu stanju v gradbeništvu in posledično oteženim pogojem poslovanja, izpolnila začrtani program in uspešno izpeljala svoji osnovni dejavnosti, izdajanje Gradbenega vestnika in organizacijo pripravljanih seminarjev za strokovne izpite za gradbeno stroko. V skladu z določili statuta so se redno sestajali izvršni odbor, nadzorni odbor in izdajateljski svet Gradbenega vestnika ter na sejah, poleg spremljanja poslovanja ZDGITS, obravnavali tudi vsakokratno aktualno problematiko, ki se tiče gradbenišva kot panoge.

Gradbeni vestnik je redno izhajal. V letniku je izšlo 12 enojnih številki na skupaj 340 notranjih straneh. Objavljenih je bilo 17 člankov (35,64 avtorske pole) s pretežno znanstveno vsebino in 19 člankov (29,5 avtorske pole) s pretežno strokovno. V člankih so bila obravnavana naslednja področja gradbenišva: gradiva, konstrukcije, hidrotehnika, promet, varstvo okolja, gradbena fizika, organizacija in tehnologija. Vsi strokovni in znanstveni članki so bili recenzirani. V celotnem letniku je bilo v počastitev 60. obletnice delovanja ZDGITS in izhajanja Gradbenega vestnika objavljenih tudi več priložnostnih prispevkov o delu društev gradbenih inženirjev in tehnikov, objavljenih je bilo tudi nekaj novic s področja gradbenišva, vabil na strokovne in znanstvene prireditve, zapisov ob jubilejih, smrtih in nagradah v slovenskem gradbeništvu, vsaka številka pa je vsebovala seznam diplomantov ljubljanske in mariborske fakultete za gradbenišvo ter koledar aktualnih strokovnih prireditev doma in v tujini (povzeto iz urednikovega poročila).

Povprečna mesečna naklada izdanih številki v letu 2011 je bila 3324 izvodov, od tega je mesečno revijo prejemale v povprečju 156 individualnih naročnikov, 40 podjetij, 2868 aktivnih članov Matične sekcije gradbenih inženirjev Inženirske zbornice Slovenije ter 24 prejemnikov v tujini (knjižnice, institucije in posamezniki). Med brezplačnimi prejemniki revije

je bilo povprečno mesečno 138 diplomantov Fakultete za gradbenišvo in geodezijo Univerze v Ljubljani ter 40 drugih prejemnikov.

Redno in nemoteno izhajanje Gradbenega vestnika so omogočili prihodki od mesečne naročnine Matične sekcije gradbenih inženirjev Inženirske zbornice Slovenije (MSG-IZS) ter letne naročnine individualnih naročnikov in gospodarskih družb, izhajanje publikacije pa so tudi v letu 2011 podprli dolgoletni sfinancerji in partnerji Fakulteta za gradbenišvo in geodezijo Univerze v Ljubljani in Zavod za gradbenišvo Slovenije ter Javna agencija za knjigo Republike Slovenije, za kar jim je bila na skupščini izrečena posebna zahvala.

V letu 2011 so bili uspešno izvedeni trije pripravljani seminarji za strokovne izpite za gradbeno stroko po programih za odgovorno projektiranje, odgovorno vodenje del, odgovorno vodenje posameznih del in za požarno varnost. Seminarjem je prisostvovalo 145 udeležencev, kar je v primerjavi z letom 2010 kar 31,3 % manj. Predavali so pooblašteni strokovnjaki IZS, ki so pri IZS tudi člani izpitne komisije za opravljanje strokovnih izpitov. Za uspešno izvedbo seminarjev v letu 2011 je najbolj zaslužen doc. dr. Janez Reflak, podpredsednik ZDGITS, ki je skrbel za zagotavljanje ustreznih učnih vsebin, za gradivo in predavatelje.

Med drugimi aktivnostmi ZDGITS v letu 2011 je bila v ospredju počastitev 60. obletnice delovanja ZDGITS in izhajanja Gradbenega vestnika. V ta namen sta bili v januarju 2011 posodobljeni naslovna spletna stran ZDGITS in naslovnica 60. letnika Gradbenega vestnika. Večina številki Gradbenega vestnika je bila obogatena s priložnostnimi prispevki. Prva številka 60. letnika je vsebovala prispevek, posvečen ZDGITS, druga Gradbenemu vestniku, v preostalih številkah letnika pa so se predstavila društva – člani ZDGITS. 2. junija 2011 je bila organizirana slavnostna skupščina, poleg vodstva ZDGITS in delegatov njenih sedmih članov (štirih regionalnih in treh specializiranih društev) so skupščini prisostvovali tudi tedanji predsednik Slovenske inženirske zveze prof. dr. Baldomir Zajc, predsednik Inženirske zveze Slovenije mag. Črtomir Remec, dekan Fakultete za gradbenišvo in geodezijo Univerze v Ljubljani prof. dr. Matjaž Mikoš, direktor GZS – Zbornice gradbenišva in industrije gradbenega materiala mag. Jože Renar, članica uprave GI ZRMK, d. o. o., dr. Marjana Šijanec Zavrl in drugi ugledni gostje.



Slika 1 • V sproščenem razgovoru pred zasedanjem skupščine (od leve proti desni): doc. dr. Janez Reflak, prof. dr. Janez Duhovnik, Boris Pečenko, Borut Gostič, Dušan Jukič, dr. Miroslav Pregl, doc. dr. Marjan Žura



Slika 2 • Borut Gostič in Boris Pečenko (spredaj) ter Breda Kristovič, Jurček Kristovič, Feliks Strmole, Slavko Mesojedec in Marija Rataj (zadaj, oboje od leve proti desni)

V skladu s programom je ZDGITS sodelovala s sorodnimi strokovnimi zvezami znotraj Slovenske inženirske zveze pri njihovih prizadevanjih za vključevanje nevladnih organizacij v regionalni in državni razvoj na področju inženirstva (projekt Podporno okolje delovanja strokovnega tehničnega nevladnega sektorja).

V skladu s sporazumom o medsebojnem sodelovanju je ZDGITS nadaljevala sodelovanje s Hrvaško zvezo gradbenih inženirjev (HSGI) in z uredništvom strokovne revije Riviste Tecnica v Furlaniji – Julijski krajini. Rezultati iz poslovnega poročila kažejo, da so se prihodki v zvezi z izdajanjem Gradbenega vestnika v letu 2011 v primerjavi z letom poprej povečali za 1,85 % in so znašali 62.582,60 EUR. Čisti stroški pri izdajanju revije v letu 2011 so se v primerjavi z letom 2010 povečali za 10,07 % in so znašali 57.487,31 EUR. Večinski del vseh prihodkov ZDGITS predstavljajo prihodki od izvedbe treh pripravljanih seminarjev za strokovne izpite za gradbeno stroko. Leta 2011 se jih je udeležilo 145 slušateljev, kar je za 31,3 % manj kot leta 2010. Posledica manjše udeležbe sta manjši prihodek od kotizacij, ki je bil 67.576,43 EUR, kar je za 25,62 % manj kot leto poprej, ter za 24,24 % nižji čisti stroški za izvedbo seminarjev, ki so znašali 16.440,54 EUR.

Izkaz poslovnega izida ZDGITS na 31. december 2011:

I.	
– prihodki od pridobitnih dejavnosti	130.159,03 EUR
– prihodki od nepridobitnih dejavnosti	1369,13 EUR
– skupni prihodki od dejavnosti	131.528,16 EUR
– drugi prihodki	896,04 EUR
– skupaj vsi PRIHODKI	132.424,20 EUR

II.	
– stroški materiala	10.075,62 EUR
– stroški storitev	82.689,38 EUR
– stroški dela	32.641,61 EUR
– amortizacija	270,49 EUR
– finančni odhodki	1,15 EUR
– drugi stroški	13,98 EUR
skupaj STROŠKI	125.692,23 EUR

Rezultat poslovanja ZDGITS v letu 2011 je pozitiven in znaša **+ 6731,97 EUR**.

Iz sprejetega programa aktivnosti za leto 2012 ZDGITS načrtuje:

- izdajo dvanajstih števil Gradbenega vestnika,
- izvedbo treh seminarjev za strokovne izpite za gradbeno stroko,
- sodelovanje z Matično sekcijo gradbenih inženirjev Inženirske zbornice Slovenije pri izdajanju Gradbenega vestnika in izvedbi pripravljanih seminarjev za strokovne izpite,
- aktivnosti v zvezi z oživitvijo ljubljanskega društva GIT ter pomoč pri delovanju in širši razpoznavnosti obstoječih društev,
- sodelovanje s sorodnimi strokovnimi zvezami in društvi v okviru Slovenske inženirske zveze,
- spremljanje javnih razpisov za NVO,
- sodelovanje s Hrvaško zvezo gradbenih inženirjev (HSGI),
- sodelovanje s kolegi iz Furlanije – Julijske krajine pri izmenjavi svojih strokovnih revij (Gradbeni vestnik/Riviste Tecnica) in člankov ter v iskanju drugih vrst sodelovanja,
- aktivnosti v zvezi s preverjanjem možnosti za aktiviranje članstva in spodbujanje k aktivnejšemu vključevanju v procese pri urejanju razmer v gradbeništvu.

Na osnovi načrtovanih dejavnosti in ob upoštevanju trendov poslovanja ZDGITS med letoma 2007 in 2011, napovedi zmanjšanja gospodarskih dejavnosti v letu 2012 in 2013 oziroma napovedi padca BDP za 1 % je bil za leto 2012 izdelan in na skupščini sprejet tudi finančni načrt.

Obravnavi obveznih tem je sledila razprava, v kateri so se udeleženci dotaknili perečega stanja v gradbeništvu. Poleg problema spremenjenih študijskih interesov oziroma upada zanimanja za vpis na študij gradbeništvu tako na ljubljanski kot na mariborski univerzi ter s tem povezanih daljnosežnih posledic za gradbeno stroko so največ besed namenili problemu neustreznih gospodarskih strategij za izhod iz krize, ki zavirajo okrevanje gradbene panoge (znižanje gradbenih investicij, zmanjševanje izpostavljenosti bank do gradbeništvu, izključevanje stroke iz procesov odločanja na državni ravni itd.). Prisotni so si bili edini, da velik in realen potencial za nov zagon slovenske gradbene panoge predstavlja energetska prenova objektov. Hkrati so izrazili potrebo po večji angažiranosti ZDGITS pri obveščanju članstva o trenutnem stanju in aktualnih problemih v gradbeništvu, o preverjanju razpoložljivih potencialov za sanacijo gradbenega sektorja ter o primerih dobrih praks, ki bi jih bilo smiselno privzeti, uveljaviti in razvijati. Prevladujoče mnenje je bilo, da bi s takimi aktivnostmi morda pripomogli k spodbujanju članstva, k aktivnejšemu vključevanju v procese sanacije gradbeništvu, kar je v trenutnem političnem in gospodarskem ozračju izrednega pomena.

Eva Okorn, poslovna sekretarka ZDGITS

NOVI DIPLOMANTI

UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Marko Anclin, Projekt armiranobetonskega nadvoza v skladu z EVROKOD standardi, mentor prof. dr. Tatjana Isaković

Dominik Jordan, Vpliv razpokanosti stebrov na regularnost potresnega odziva armiranobetonskih grednih mostov, mentor prof. dr. Tatjana Isaković

David Škapin, Finančna analiza spremembe tehnologije izvedbe viadukta Dobruša, mentor viš. pred. dr. Aleksander Srdić

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Klemen Filipič, Primerjava uspešnosti naprav in ukrepov za umirjanje prometa, mentor doc. dr. Tomaž Maher, somentorja viš. pred. dr. Peter Lipar in viš. pred. mag. Jure Kostanjšek

Vanja Hatić, Procesi toplotnega mešanja Save na območju bodočega bazena Brežice, mentor prof. dr. Matjaž Četina, somentor dr. Andrej Širca

Tadeja Lavrič, Kapaciteta proge, mentor prof. dr. Bogdan Zgonc, somentor asist. Darja Šemrov

David Kodarin, Uporaba ekoloških načel pri načrtovanju prostorskega razvoja naselja Labor v Mestni občini Koper, mentor doc. dr. Alma Zavodnik Lamovšek

MAGISTRSKI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Jana Meljo, Možnosti rabe voda v Sloveniji, mentor prof. dr. Mitja Brilly

Matej Petelin, Tveganje in donosnost v stanovanjskih investicijah, mentor izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Tadej Čeh, Sanacija vlage v stanovanjski hiši, mentor izr. prof. dr. Andrej Štrukelj

Primož Rezar, Mala hidroelektrarna na reki Dravinji, mentor viš. pred. Matjaž Nekrep Perc, somentor doc. dr. Janja Kramer Stajnko

Niko Bezovnik, Izvedba lesenega montažnega objekta, mentor doc. dr. Vesna Žegarac Leskovar, somentor red. prof. dr. Miroslav Premrov

Patrik Grošelj, Konstruiranje in preračun lesenega ostrešja s programom Solidworks 2011, mentor doc. dr. Boris Lutar, somentor red. prof. dr. Miroslav Premrov

Maja Meglič, Projekt organizacije gradbišča za objekt: "Adaptacija objekta Turnišče", s terminskim planom del, mentor viš. pred. Metka Zajc Pogorelnik, univ. dipl. inž. grad.

Stanko Pacek, Primerjava normativov z realiziranim delom na gradbišču, ter oblikovanje lastnih normativov podjetja, mentor doc. dr. Nataša Šuman

Janja Piko, Viri financiranja in postopek izvedbe javnega naročila gradenj, mentor doc. dr. Nataša Šuman

Benjamin Puh, Zasnova zelenih površin mesta Sevnica, mentor doc. dr. Kaja Pogačar, somentor asist. Vanja Skalicky

Ines Šrol, Varjenje in značilnosti zvarjenih spojev v jeklenih konstrukcijah, mentor red. prof. dr. Stojan Kravanja, somentor doc. dr. Tomaž Žula

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Ervin Povše, Geomehanska analiza tlačnega cevovoda črpalne hidroelektrarne, mentor izr. prof. dr. Bojan Žlender, somentor Primož Jelušič, univ. dipl. gosp. inž.

Luka Mohorič, Projektne metode za izračun odpornosti pilotov na praktičnem primeru, mentor red. prof. dr. Ludvik Trauner, somentor Ksenija Štern, univ. dipl. inž. grad.

Matic Slanšek, Izračun jeklene hale 30x30x8 m na trajno in požarno stanje, mentor red. prof. dr. Stojan Kravanja, somentor doc. dr. Tomaž Žula

Simon Vincek, Gradbeno-fizikalna in ekonomska primerjava klasične in naravne gradnje, mentor doc. dr. Marko Pinterič, somentor doc. dr. Nataša Šuman

INTERDISCIPLINARNI UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA – Bolonjski študijski program 1. stopnje

Študij so zaključili z diplomskim izpitom:

Marjetka Knez

Ana Brunčič

Anja Cigala

Rok Gradišnik

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO – EKONOMSKO POSLOVNA FAKULTETA

INTERDISCIPLINARNI UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GOSPODARSKEGA INŽENIRSTVA-SMER GRADBENIŠTVO – Bolonjski študijski program 1. stopnje

Študij je zaključil z diplomskim izpitom:

Aljaž Purg

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

KOLEDAR PRIREDITEV

11.-12.10.2012

34. zborovanje gradbenih konstruktorjev

Slovenije
Bled, Hotel Golf
www.sdgk.si, info@sdgk.si

19. in 20.10.2012

Geodetski dan: Geodezija pri upravljanju z vodami

Dolenjske Toplice, Slovenija
mojca.kosmatin-fras@fgg.uni-lj.si

24. in 25.10.2012

11. slovenski kongres o cestah in prometu

Portorož, Slovenija
www.drc.si

31.10.-3.11.2012

ASCE

6th Congress on Forensic Engineering

San Francisco, Kalifornija, ZDA
<http://content.asce.org/conferences/forensics2012/index.html>

7.-9.11.2012

International Symposium on Earthquake - induced Landslides

Kiryu, Japonska
<http://geotech.ce.gunma-u.ac.jp/~isel/index.html>

19.-20.11.2012

Fifth Australian small bridges conference

Surfers Paradise, Queensland, Avstralija
www.smallbridgesconference.com

3.-4.12.2012

3rd Ibero-American congress on self-compacting concrete

Madrid, Španija
www.autocompacto.net

22.-23.12.2012

ICESE 2012

International Conference on Earthquake and Structural Engineering

Bangkok, Tajska
www.waset.org/conferences/2012/bangkok/icese

5.-7.2.2013

57th BetonTage

Neu-Ulm, Nemčija
www.befontage.com

22.-24.4.2013

FIB Symposium

Engineering a concrete future: technology, modelling & construction

Tel Aviv, Izrael
<http://www.fib2013tel-aviv.co.il/index.ehtml>

6.-8.5.2013

International IABSE Spring Conference

Assessment, Upgrading and Refurbishment of Infrastructures
Rotterdam, Nizozemska
www.iabse2013rotterdam.nl

17.-19.5.2013

IC-SDCI

International Conference on Sustainable Development of Critical Infrastructure (Co-sponsored by IABSE)

Shanghai, Kitajska
<http://iem.sjtu.edu.cn/IC-SDCI/en/>

27.-29.5.2013

1st International Conference on Concrete Sustainability

Tokyo, Japonska
www.jci-iccs13.jp

26.-28.6.2013

FRPRCS11

11th International Symposium on Fibre Reinforced Polymers for Reinforced Concrete Structures

Guimares, Portugalska
www.frprcs11.uminho.pt/Default.aspx?tabindex=1&tabid=1&lang=en-US&pageid=29

24.-26.7.2013

ICSA 2013

2nd International Conference on Structures and Architecture

Guimares, Portugalska
www.icsa2013.arquitectura.uminho.pt

24.-27.9.2013

26th IABSE Symposium

Long Span Bridge and Roof Structures - Development, Design and Implementation

Kolkata, Indija
www.bridgeweb.com/MemberPages/Article.aspx?typeid=5&id=2443

25.-27.9.2013

IWCS 2013

Third International Workshop on Concrete Spalling due to fire exposure

Pariz, Francija
<http://mfpa-leipzig.de/index.php?id=64>

2.-6.6.2014

3rd World Landslide Forum "Landslide risk mitigation: Constructing a safe geo-environment"

Peking, Kitajska
www.wlf3.org

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