

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, julij 2013, letnik 62, str. 141-164

Izdajatelj:

Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS), Karlovška cesta 3, 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: **doc. dr. Milan Kuhta**
ZAG: **akad. prof. dr. Miha Tomaževič**

Glavni in odgovorni urednik:

prof. dr. Janez Duhovnik

Sodelavec pri MSG IZS:

Jan Kristjan Juteršek

Lektor:

Jan Grabnar

Lektorica angleških povzetkov:

Darja Okorn

Tajnica:

Eva Okorn

Oblikovalska zasnova:

Mateja Goršič

Tehnično urejanje, prelom in tisk:

Kočevski tisk

Naklada:

3400 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 23,16 EUR; za študente in upokojene 9,27 EUR; za družbe, ustanove in samostojne podjetnike 171,36 EUR za en izvod revije; za naročnike iz tujine 80,00 EUR. V ceni je všteti DDV.

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

Navodila avtorjem za pripravo člankov in drugih prispevkov

1. Uredništvo sprejema v objavo znanstvene in strokovne članke s področja gradbeništva in druge prispevke, pomembne in zanimive za gradbeno stroko.
2. Znanstvene in strokovne članke pred objavo pregleda najmanj en anonimen recenzent, ki ga določi glavni in odgovorni urednik.
3. Članki (razen angleških povzetkov) in prispevki morajo biti napisani v slovenščini.
4. Besedilo mora biti zapisano z znaki velikosti 12 točk in z dvojnimi presledki med vrsticami.
5. Prispevki morajo vsebovati naslov, imena in priimke avtorjev z nazivi in naslovi ter besedilo.
6. Članki morajo obvezno vsebovati: naslov članka v slovenščini (velike črke); naslov članka v angleščini (velike črke); znanstveni naziv, imena in priimke avtorjev, 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 ali kratica ustanove, leto objave). V istem letu objavljena dela istega avtorja ali ustanove 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 ali kraticah ustanov in opisana z naslednjimi podatki: priimek ali kratica ustanove, začetnica imena prvega avtorja ali naziv ustanove, 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

Stališče

stran **142**

dr. Branko Zadnik, univ. dipl. inž. grad.
**MNENJE IZS O PREDLOGU DIREKTIVE EU O PODELJEVANJU
KONCESIJ ZA OSKRBO S PITNO VODO**

Članki • Papers

stran **144**

Gorazd Humar, univ. dipl. inž. grad.
**PROJEKT GRADITVE IN NJEGOVA KNJIGA
RECENZIJA KNJIGE MIRKA OREŠKOVIČA**
CONSTRUCTION PROJECT AND ITS BOOK
REVIEW OF THE BOOK WRITTEN BY MIRKO OREŠKOVIČ



stran **149**

akad. prof. dr. Miha Tomaževič, univ. dipl. inž. grad.
dr. Matija Gams, univ. dipl. inž. grad.
Aleš Oblak, univ. dipl. inž. str.
UTRJEVANJE KAMNITEGA ZIDOVJA S KOMPOZITNIMI OBLOGAMI
STRENGTHENING OF STONE MASONRY WALLS WITH
COMPOSITE COATINGS



stran **159**

asist. dr. Mario Krzyk, univ. dipl. inž. grad.
prof. dr. Davor Malus, univ. dipl. inž. grad.
izr. prof. dr. Jože Panjan, univ. dipl. inž. grad.
**MERITVE KAKOVOSTNIH PARAMETROV ZA MODELIRANJA PRVEGA
VALA ONESNAŽENIH VODA S CESTNIH POVRŠIN**
MEASUREMENTS OF QUALITY PARAMETERS FOR THE MODELING OF
THE FIRST FLUSH OF POLLUTED WATER FROM ROADS



Novi diplomanti

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

Koledar prireditev

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

Slika na naslovnici: Kontejnerska luka Brajdica na Reki, Hrvaška. Objekt je še z dvema hrvaškima firmama GP Krk in Viadukt gradilo ajdovsko Primorje d.d. Dokončano v maju 2013.
Foto: Gorazd Humar.

MNENJE IZS O PREDLOGU DIREKTIVE EU O PODELJEVANJU KONCESIJ ZA OSKRBO S PITNO VODO

1 • SPLOŠNA POJASNILA

1.1 Izhodišča predloga direktive

Komisija EU je v sporočilu *Akt za enotni trg: dvanaest pobud za okrepitev rasti in zaupanja* z dne 13. 4. 2011 napovedala, da namerava sprejeti zakonodajno pobudo o koncesijah. Povod za to je bila ugotovitev, da sedanje stanje pri podeljevanju koncesij na evropskem trgu omejuje dostop evropskih podjetij do gospodarskih priložnosti, ki jih ponujajo koncesijske pogodbe.

Zakonodaja EU ne omejuje svobode javnega naročnika, da z lastnimi sredstvi opravlja naloge javnega interesa v njegovi pristojnosti. Če pa se javni organ v vlogi naročnika odloči, da za opravljanje takih nalog najame zunanje izvajalce, mora zagotoviti učinkovit dostop do trga vsem gospodarskim subjektom EU. Predvideva se, da bi ustrezen pravni okvir za

podeljevanje koncesijskih pogodb spodbudil javne in zasebne naložbe v infrastrukturo ter strateške storitve, ki zagotavljajo največjo vrednost za vložena sredstva.

1.2 Iz obrazložitve predloga direktive

Predlagana direktiva naj bi zagotovila preglednost, pravičnost in pravno varnost pri podeljevanju koncesijskih pogodb. Tako bi prispevala k izboljšanju naložbenih možnosti ter zagotovila več gradenj in bolj kakovostne gradnje in storitve. Določa tudi najdaljše trajanje koncesije.

V primerjavi z direktivami o javnih naročilih predlagana pravila ne vsebujejo nespremenljivega seznama postopkov za podeljevanje. Ta rešitev javnim organom in naročnikom zagotavlja dovolj prožnosti, da koncesije

podeljujejo v skladu z nacionalnimi pravnimi tradicijami in da so postopki za podeljevanje čim bolj učinkoviti.

Koncesije so dolgoročni, zapleteni dogovori, pri katerih izvajalec prevzame odgovornost in tveganja, ki jih običajno nosijo javni organi naročnika oziroma so običajno v njihovi pristojnosti. Zato morajo biti javni organi naročnika prožni pri organizaciji postopka podeljevanja, vključno z možnostjo pogajanj o vsebini koncesije. Pri tem je treba zagotoviti preglednost postopka pogajanj in nespremenljivost prvotnih pogojev obvestila o koncesiji.

Pregled tako imenovanih prednostnih in neprednostnih storitev, ki ga je opravila komisija, je pokazal, da popolne uporabe zakonodaje o javnih naročilih ni upravičeno omejiti na navedeno skupino storitev. Zato je treba to direktivo uporabljati za številne storitve (tudi takšne, kot so na primer gostinske storitve ali storitve oskrbe z vodo), pri katerih obstaja možnost za čezmejno trgovino.

2 • ODZIVI NA PREDLOG DIREKTIVE V SLOVENSKEM PROSTORU

V Sloveniji je bilo v zadnjih mesecih zaznati močno nasprotovanje predlogu direktive, predvsem zaradi nevarnosti podeljevanja koncesij za oskrbo prebivalstva s pitno vodo. Po predlogu direktive se bodo namreč po razpisu na evropski ravni za pridobitev koncesije oskrbe s pitno vodo lahko zavzemala tudi podjetja iz drugih članic EU. To je sicer mogoče že po

veljavni slovenski zakonodaji (Mlakar, 2013). Pri evropskem javnem razpisu koncesije za oskrbo z vodo pa obstaja večja verjetnost, da bi posel z dampinškimi cenami dobile velike multinacionalke oziroma njihove lokalne podružnice, katerih edini cilj je ustvarjanje dobička. Posledici bi lahko bili pre nizka vlaganja v komunalno infrastrukturo in neustrezna skrb za vodo. Ta osnov-

na zaskrbljenost je razvidna tudi iz uvodne kolumne v glasilu Ljubljana z naslovom Poskus privatizacije vodnih virov (Komat, 2013).

Občutljivost za vodno tematiko je zaznati tudi širše v EU, kjer se je oblikovala evropska državljanska pobuda Pravica do vode (Right2Water), katere cilj je razglasitev vode za človekovo pravico. Zbranih je že več kot milijon podpisov v podporo pobudi, kar omogoča poziv komisiji, da obravnava zakonodajno pobudo v treh mesecih (<http://www.right2water.eu>).

3 • STALIŠČE IZS

Kot je obrazloženo v zgornjih točkah, se predlog direktive o podeljevanju koncesij nanaša tudi na vodni sektor. V Sloveniji in širši evropski skupnosti se predlog razlaga kot pobuda za privatizacijo vode. Če smo natančni, ne gre za privatizacijo same vode, temveč za podeljevanje koncesij za izkoriščanje sistemov za oskrbo s pitno vodo (vodooskrbo) ter sistemov za zbiranje in čiščenje odpadne vode in namakanje (javno infrastrukturo).

Slovenski Zakon o vodah (ZV) (Zakon, 2002), opredeljuje, da so celinske vode in

vodna zemljišča naravno vodno javno dobro, in ne vzpostavlja državnega lastništva nad vodami, enako ne lastništva lokalnih skupnosti nad vodami. To pomeni, da so vode in vodna zemljišča dobrina, ki je nedeljiva in namenjena vsem. Nihče si jih ne sme in ne more prisvojiti. Pravna ureditev vode kot javnega dobrega je v ZV opredeljena z izrazom splošna raba. V zakonu je zapisano, da lahko naravno in grajeno javno dobro (vodno dobro) na način in ob pogojih, ki jih določa zakon, uporablja vsakdo, tako da

ne vpliva škodljivo na vode, vodni režim in naravno ravnovesje vodnih in obvodnih ekosistemov ter ne omejuje pravice drugim. Za vse druge rabe voda je po tem zakonu treba pridobiti vodno pravico (vodno dovoljenje ali koncesijo). To rabo označujemo z izrazom posebna raba. Raba vode za oskrbo s pitno vodo ima prednost pred rabo vode za druge namene. Vode torej ni mogoče privatizirati, saj ni v nikogaršnji lasti (Globevnik, 2013).

Je pa mogoča privatizacija posebne rabe, torej tudi vodooskrbe. Ta ima sicer prednost pred vsemi drugimi posebnimi rabami. V Sloveniji se oskrba s pitno vodo izvaja kot obvezna občinska gospodarska javna služba po Zakonu o varstvu okolja (Zakon, 1993a).

Te službe se ustanovijo na občinski ravni. Zahteva se, da se storitve vodooskrbe trajno in nemoteno zagotavljajo vsem in pod enakimi pogoji, ker je to v javnem interesu občine. Zakon o gospodarskih javnih službah, (Zakon, 1993b), opredeljuje načine, kako upravljati obvezno gospodarsko javno službo. Tako se gospodarska javna služba lahko upravlja kot režijski obrat, javni gospodarski zavod, javno podjetje ali s podeljevanjem koncesij. V Sloveniji večino vodooskrbe upravljajo javna podjetja, podjetja v lasti občin ali režijski obrati. Na nekaterih območjih pa se že izvaja kot koncesionirana gospodarska javna služba. Nosilci koncesij so zasebniki oziroma zasebne gospodarske družbe.

Predlog direktive EU o koncesijah podrobno ureja eno od oblik zagotavljanja javnih dobrin in uslug, to je koncesijo. Izhaja iz ugotovitve, da je sedanje področje zagotavljanja dobrin in storitev, ki ne delujejo po načelih prostega trga, povezano z ekskluzivnimi pravili in pravicami ter monopoli. Z uveljavitvijo direktive naj bi bilo uvedeno bolj kakovostno ter cenovno dostopno zagotavljanje dobrin in storitev – torej tudi oskrba prebivalstva z vodo, zagotavljanje zbiranja in čiščenja odpadne vode ter oskrba namakalnih sistemov z vodo. Predlogu direktive o koncesijah se pridružuje direktiva o javnem naročanju v vodnem, energetskem in transportnem sektorju ter sektorju

poštinskih storitev (Direktiva, 2004), ki uvaja bolj transparentno, neekskluzivno (bolj pošteno) ter učinkovito javno naročanje zagotavljanja dobrin in storitev. To je v nasprotju z mnenjem civilnodružbenih organizacij, ki izhajajo iz premisleka, da bi se morala pravila javnega naročanja uporabljati tudi za doseganje socialnih in okoljskih ciljev. Javno naročanje zagotavljanja javnih dobrin in storitev ima po njihovem mnenju torej strateški značaj.

Direktivi (koncesijska in o javnem naročanju) vnašata elemente tržnosti in konkurenčnosti ter zmanjšujeta obseg ekskluzivnega zagotavljanja teh dobrin ne glede na pomisleke civilnodružbenih organizacij. Direktiva o koncesijah zahteva od članic, ki želijo zagotavljati javne dobrine in storitve v okviru javno-zasebnega partnerstva s podeljevanjem koncesij, da zagotovijo minimalna skupna pravila, ki bodo omogočila konkuriranje za pridobitev koncesije vsem potencialnim koncesionarjem z območja Evropske unije.

Zelo verjetno je, da se v tem skriva interes multinacionalnih zasebnih družb, ki delujejo tudi na področju oskrbe z vodo, zbiranja in čiščenja odpadnih voda ter namakanja. V mnogih državah, tudi v Sloveniji, se ta podjetja soočajo z omejitvami in ekskluzivnimi pravicami pri pridobivanju koncesij. Tista podjetja, ki že imajo koncesije, so v svojem delovanju omejena. Širši interes potencialnih koncesio-

narjev se na ravni EU zrcali torej v predlogu direktiv, zagovarja pa se tudi z dejstvom, da so javna sredstva, predvidena za vlaganje v javno infrastrukturo in javne službe, vedno manjša. Partnerstva z zasebnim sektorjem naj bi zato pomenila boljše zagotavljanje javnih dobrin in storitev, torej tudi vodooskrbe. Dejstvo je, da Komisija EU poudarja javno-zasebno partnerstvo. To prinaša tveganje, da se bodo v prihodnosti krčila nepovratna sredstva za sedanj način financiranja javne infrastrukture in javnih služb, večala pa se bodo sredstva za javno-zasebna partnerstva in podeljevanje koncesij, torej tudi za vodooskrbo ter zbiranje in čiščenje odpadnih voda.

V Sloveniji vodooskrba ter zbiranje in čiščenje odpadne vode delujejo v cenovno reguliranem prostoru. **S prihodom zasebnega lastništva podjetij, ki bi namesto javnih gospodarskih služb zagotavljala javne dobrine in storitve, lahko pričakujemo zahteve za tržni način določanja cen.** Komisija že pojasnjuje, da se tako racionalizira raba vode, da se zmanjšujejo pritiski na okolje, kakovost vode se povečuje, javna infrastruktura pa obnavlja.

Dejstvo je še, da izkušnje iz Nemčije in Velike Britanije kažejo nasprotno. S privatizacijo oskrbe prebivalstva s pitno vodo so se cene ponekod močno dvignile, sistemi za vodooskrbo niso izboljšani, zasebna podjetja oziroma družbe pa so si povečali dobičke.

4 • SKLEP

Voda je ključna življenjska dobrina in omejen naravni vir. Je javna dobrina, ki jo je treba

zaščititi, ne pa odpreti njenega izkoriščanja za konkurenco na trgu. Javna oskrba s pitno

vodo ne spada na enotni evropski trg. Oskrba z vodo je povezana z našo eksistenco, zato zanje ne smejo veljati tržne zakonitosti. Vsekakor je treba preprečiti oplajanje kapitala s to bistveno življenjsko dobrino.

5 • ZADNJA VEST

Evropski komisar g. Barnier, ki je pristojen za notranji trg in direktive za podeljevanje koncesij

je 24. 6. 2013 napovedal, da bo Komisiji predlagal umik storitev za rabo pitne in sanitarne

vode iz Direktive o storitvah (COM(2011)897/konč.). Očitno bo revolt splošne in strokovne javnosti v Evropi dosegel svoj cilj.

6 • LITERATURA

- Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta o podeljevanju koncesijskih pogodb – predlog, COM (2011) 897 konč., Bruselj, 20. 12. 2011.
- Direktiva 2004/17/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 31. marca 2004 o usklajevanju postopkov javnih naročil naročnikov v vodnem, energetskem in transportnem sektorju ter sektorju poštinskih storitev, <http://www.right2water.eu>, Uradni list EU, L 134/1, 30. 4. 2004.
- Mrakar, K., Zakaj koncesionari niso dovolj dobri gospodarji komunalne infrastrukture, pogovor z direktorjem JP Vodovod-Kanalizacija Krištofom Mrakarjem, Glasilo Mestne občine Ljubljana, št. XVIII/3, 2013.
- Komat, A., Poskus privatizacije vodnih virov, Glasilo mestne občine Ljubljana, št. XVIII/3, 2013.
- Globevnik, L., Mnenje o predlogu direktive o podeljevanju koncesij (EU/COM (2011) 897 konč.), april 2013.
- Zakon o vodah s spremembami, Ur. l. RS, št. 67/2002.
- Zakon o varstvu okolja s spremembami, Ur. l. RS, št. 32/1993a.
- Zakon o gospodarskih javnih službah s spremembami, Ur. l. RS, št. 32/1993b.

dr. Branko Zadnik, univ. dipl. inž. grad.
predsednik UO MSG

PROJEKT GRADITVE IN NJEGOVA KNJIGA RECENZIJA KNJIGE MIRKA OREŠKOVIĆA CONSTRUCTION PROJECT AND ITS BOOK REVIEW OF THE BOOK WRITTEN BY MIRKO OREŠKOVIĆ

Gorazd Humar, univ. dipl. inž. grad.
gorazd.humar@gmail.com

Strokovni članek
UDK 65.01/.07:69.008(497.5)

Povzetek | Mirko Orešković je vrhunski hrvaški gradbeni strokovnjak, ki se je med svojo dolgoletno profesionalno kariero izbrusil v odličnega poznavalca načina vodenja in upravljanja velikih gradbenih projektov. Svoje izkušnje in kritične poglede je združil v knjigi z naslovom *Graditeljski projekt i njegova knjiga* (Projekt graditve in njegova knjiga), ki je leta 2011 izšla pri založbi Hrvatska sveučilišna naklada v Zagrebu. Knjiga je odličen pripomoček vsem gradbenim strokovnjakom, ki se ukvarjajo z vodenjem graditve velikih gradbenih projektov.

Ključne besede: projektno vodenje, komunikacijski kanal projekta, projektni tim, rezultat projekta

Summary | Mirko Orešković is a top civil construction engineer from Croatia who during his long professional carrier became in an excellent expert of management of big infrastructure projects. He collected his experiences and critical views in the book titled *Projekt graditve i njegova knjiga* that was published by Hrvatska sveučilišna naklada in Zagreb in 2011. The book is an excellent guide for all civil construction experts that are involved in management of big construction projects.

Key words: project management, communication channel of the project, project team, result of the project

1 • UVOD

V založbi Hrvatske sveučilišne naklade je v Zagrebu leta 2011 izšla knjiga z naslovom *Projekt graditve in njegova knjiga* (v originalu *Graditeljski projekt i njegova knjiga*; slika 1). Avtor knjige je Mirko Orešković (slika 2), kot se je v naslovu knjige skromno predstavil. Samo ime bralcu morda ne izda takoj njegove visoke profesionalne usposobljenosti, dopolnjene z izjemno bogatimi strokovnimi izkušnjami na vseh področjih gradbeništva. Je eden vodilnih strokovnjakov s področja menedžmenta gradbeništva na Hrvaškem. Če njegovemu imenu in priimku dodamo še njegov znanstveni in strokovni naslov, potem ga moramo predstaviti takole: dr.

sc. Mirko Orešković, dipl. inž. grad. (hrvaški uradni naziv).

Diplomiral je na zagrebški gradbeni fakulteti, kjer je opravil tudi magisterij in doktorat iz upravljanja gradbenih projektov. V Hrvaški zbornici gradbenih inženirjev je opravljal več vodilnih funkcij, bil je tudi njen predsednik. Aktivno je vključen v evropske organizacije gradbenih inženirjev, tako ECCE (European Council of Civil Engineers) kot v ECEC (European Council of Engineering Chambers), kjer je bil tudi podpredsednik. Za dolgoletno strokovno delo in delo v Hrvaški zbornici gradbenih inženirjev je leta 2011 prejel nagrado za življenjsko delo.



Slika 1 • Naslovnica knjige



Slika 2 • Avtor dr. sc. Mirko Orešković

Na Hrvaškem je Mirko Orešković opravljal več vodilnih funkcij na področju konstruktorskega projektiranja, konzultantstva kot tudi pri vodenju kompleksnih in zahtevnih gradbenih projektov. Bil je pomočnik ministra v Ministrstvu za obnovo Republike Hrvaške.

Danes je solastnik in direktor mednarodno priznane konzultantske firme, ki je sodelovala pri vodenju nekaterih največjih gradbenih projektov na Hrvaškem, in sicer pri izvedbi avtocestnega programa in pri gradnji novih velikih jadranskih pristanišč.

Mirko Orešković je prijatelj ter večkratni gost in predavatelj Inženirske zbornice Slovenije. V svoji karieri je objavil prek 60 znanstvenih in strokovnih del ter je po svojem delu poznan v mednarodnem prostoru. Zanesljivo lahko rečem, da je danes v hrvaškem gradbeništvu ena vodilnih strokovnih avtoritet. Posebno je pri tem pomembno, da se je s svojim znanjem in strokovnostjo uspešno prebijal skozi labirinte pridobivanja konzultantskih in inženirskih poslov, ki so bili predvsem v zadnjih desetih letih precej zapleteni in odvisni od političnih navez. Kolikor poznam Mirka Oreškovića, lahko trdim, da se ni podrejal poskusom

posegov političnih krogov v sfero projektov, ki jih je vodil. Morda je zaradi tega izgubil kakšen posel, a danes lahko z dvignjeno glavo hodi po Zagrebu.

Knjiga, ki jo v tem članku predstavljam, je sad njegove bogate profesionalne kariere, polne izkušenj in želja po izboljšavah pri projektnem vodenju gradbenih projektov. Njegova knjiga je hkrati sistematično urejen koncentrat vzorcev in napotkov za zares profesionalno delo gradbenih inženirjev v vseh fazah nastanka in poteka gradbenega projekta. Knjigi je dal še pomenljiv podnaslov: *Priročnik projektnega tima*. Ta naslov nam je morda na prvi pogled bližji, pa vendar pogledimo, kakšno vsebino zajema Oreškovićevo knjiga na svojih 210 straneh.

Še preden si bomo knjigo поблиže pogledali, moram povedati, da delo ni lahko berljiv tekst. To je prej kompliment knjigi kot ne. Snov, ki jo knjiga obravnava, je resna

materija in zahteva kar veliko predznanja. Tudi meni, ki imam večdesetletne delovne izkušnje v menedžmentu gradbenih projektov, je povzročila marsikakšno težavo. Vendar sem po tehtnem premisleku ugotovil, da se tako obsežna in zahtevna materija o zares profesionalnem vodenju gradbenih projektov ne da drugače obdelati. Prav to je prednost te knjige. Metodичnost in temeljitost sta temeljni karakteristiki knjige Mirka Oreškovića, v njej sta celovito prikazani in predstavljata dodano vrednost sicer samo na prvi pogled suhoparni materiji, ki jo knjiga obdeluje.

Ker knjige ni mogoče predstaviti enostavno in v nekaj besedah, se bom poslužil besed, ki jih je avtor navedel v predgovoru in v uvodu. Obe besedili sta zelo zanimivi in morda zato najbolj plastično pripovedujeta o vsebini knjige. Sam sem ju prosto prevedel in kar se da verno priredil za objavo v tem članku.

2 • IZ KNJIGE PROJEKT GRADITVE IN NJEGOVA KNJIGA (Orešković, 2011)

2.1 Pred uvodom

Nisem prepričan ali sem napisal po konvencionalnih pravilih knjigo gradbenega projekta ali priročnik, ki bralca uvaža v osnove praktične uporabe knjige gradbenega projekta. Glede na to, da tega dvoma nisem uspel rešiti, sem se odločil za praktični evfemizem in tako bralcem dajem v branje in uporabo knjigo oziroma priročnik Projekt graditve in njegova knjiga.

Projekt graditve je na svojem začetku nekaj povsem virtualnega, nekaj, kar se da nedvomno umestiti v prostor in vsebuje virtualne ideje, ki jih je treba izpostaviti preizkusom niza zahtevnih preverjanj, ki bodo vodila le do negotovega zaključka o možnih rezultatih projekta.

Da bi se izognil vsakemu nesporazumu, želim navesti, na kaj mislim, ko govorim o projektu graditve. Projekt graditve je investicijski podvig enega investitorja ali več, zajema pa projektne aktivnosti in dogodke od nastanka ideje o bodočem podvigu do primopredaje rezultata projekta. S tako izkušnjo se začne naslednja faza projekta oziroma ekonomsko in vsako drugo ovrednotenje rezultatov projekta graditve.

Gradbeni projekt razumem kot planirano in usklajeno delovanje udeležencev projektnega tima, pri čemer je treba kontrolirano trošiti materialne in časovne resurse, da se ustvarijo zadani projektni cilji, omejeni s planiranim

časom izvedbe in kalkuliranimi stroški ter pogojeni s pričakovano kvaliteto rezultata projekta.

Verjetnost, s katero pričakujemo, da se planirani rezultat projekta tudi ustvari, raste z razvojem projekta. Tako nam trenutno stanje projekta v kateremkoli časovnem preseku njegovega razvoja oziroma poteka šele omogoča, da

špekuliramo o rezultatih aktivnosti, ki jih je treba še opraviti v prihodnje.

Ta knjiga/priročnik nima le enega namena, da opozori na nekatere poti, ki jih mora projekt graditve preteči od ideje do uresničitve, ampak je njen namen tudi, da opozori na poti, ki jih je dobro vnaprej testirati. Pri tem je treba njihove elemente določiti kar se da natančno in z obvezo, da bi bili rezultati planiranega projekta čim bliže našim pričakovanjem oziroma predvidenim rezultatom.

Glede na to, da gre za razmerje med realnim



Slika 3 • Novi del potniške luke v Dubrovniku. Nadzor je med gradnjo vodila firma Investinženjering Zagreb, ki ji predseduje Mirko Orešković

(to, kar se je zgodilo) in virtualnim (to, kar pričakujemo, da se bo zgodilo), se moramo potruditi, da povečamo stopnjo verjetnosti, s katero pričakujemo rezultat projekta (stopnjo verjetnosti realizacije pričakovanih rezultatov projekta). Za to ni izdelanih receptov, tako da se niti imaginacija niti inventivnost ne moreta zamenjati s proceduro. Vendar je projekt graditve mogoče učinkovito in zanesljivo voditi samo, če se vnaprej zazna in oceni omejitve in vplive, ki se lahko zgodijo zunaj projekta ali se lahko pojavijo znotraj njega. Le na ta način se lahko predvidi in pridobi vsa orodja ter določijo postopki njihove uporabe v tistih točkah razvoja projekta, v katerih pričakujemo, da se bodo zgodile ali so se že zgodile motnje v razvoju projekta.

V tej knjigi o projektu graditve bo tekla beseda o tem, kako ta poteka s stališča teoretičnega in znanstvenega pristopa ter praktične uporabe, ki jo kreira osebna izkušnja.

Prav na osnovi izkušnje se odpirajo nova vprašanja in iščejo ustrezni odgovori. V tej knjigi/priročniku bom poskušal postaviti čim več vprašanj in usmeritev k iskanju odgovorov. Kajti vsak naslednji projekt graditve mora biti realiziran merljivo bolj uspešno kot projekti graditve, pri katerih smo pridobivali predhodne izkušnje.

2.2 Uvod

Ali ste se kdaj vprašali, zakaj je potreben filmski scenarij? Verjetno se niste. A zakaj se niste? Zato, ker je samo po sebi razumljivo, da si snemanja filma ni mogoče zamisliti brez scenarija. Predstavljajte si zmedo, ki bi se vsak dan zgodila na snemanju, če bi režiser poskušal napotiti vse udeležence, ki nastopajo pri snemanju filma, prav na dan, ko sami ne bi imeli pojma o tem, kaj jih na ta dan čaka, ali jih sploh potrebujejo oziroma kdaj pride na vrsto scena, v kateri sodelujejo. Popis udeležencev pri snemanju filma vam govori, da si je takšno naključje nemogoče zamisliti. Tako je povsod po svetu, pa tudi pri nas, na Hrvaškem.

Praksa pri upravljanju projektov graditve v Republiki Hrvaški kaže na širok razpon naporov v razumevanju ciljev pri upravljanju projektov, vloge, nalog, aktivnosti in orodij, ki jih je treba implementirati, da se odgovorno pristopi k razvoju določenega projekta in da se njegov napredek odvija skladno s pričakovani.

Predvsem ne smemo zanemariti niti ene izmed začetih razvojnih komponent projekta, od prve še motne ideje o nameri do zaključnih aktivnosti pri vpeljavi projekta v fazi njegove

uporabe in v kateri so potrebni rezultati projekta. Na tem mestu zato želim poudariti odločilno pomembnost izdelave dokumentov, ki enoznačno definirajo polje izpeljave projekta. Polje projekta je prostor razvoja projekta, ki se ga da poenostavljeno predstaviti v dvodimenzionalnem koordinatnem sistemu, kjer je abscisa čas izvedbe projekta, na ordinati pa so različni projektni resursi (viri).

Pri tem je zlasti pomembno vnaprej definirati projektno sprejemljiva nihanja v gibanju potrošnje resursov (virov) in morebitne nujno potrebne možne prilagoditve vmesnih ali končnih ciljev projekta. Pravzaprav je potrebno že na začetku projekta ovrednotiti posamezne variantne poti do ciljev projekta ter izbrati pravo in optimalno pot, po kateri do njih pridemo.

Ob vsem tem ne smemo zanemariti in prezreti obveznosti, da vnaprej enoznačno določimo pogoje, način in hierarhijo odločanja o planirani poti do posameznih kontrolnih vrat projekta. Prav na slednjih se prinaša odločitve o nadaljnjem razvoju projekta, o nadaljevanju poti ali začasnem ali trajnem odstopu od nadaljnjega razvoja projekta oziroma, figurativno rečeno, o odpiranju vrat ali zapiranju vrat, bodisi začasno ali trajno. Preprosto rečeno, na začetku projekta je treba izdelati predhodno analizo uspešnosti planiranega projekta, na osnovi te odpreti prva razvojna vrata projekta in z ustreznimi dokumenti zapisati projektno osnove, ki se v nadaljevanju z navedenimi dokumenti utrjujejo, dopolnjujejo, menjajo oziroma prilagajajo razmerju prehojene in preostale poti, ki jo potrebna za doseganje ciljev projekta.

Skup teh dokumentov je **knjiga projekta**. Seveda moram takoj poudariti, da pri tem vedno mislim gradbeni projekt kot investicijski podvig. Knjigo projekta moramo razumeti kot projektno nalogo, ki jo je treba izdelati za vsak (pod)projekt ne glede na stopnjo njegove zahtevnosti ter materialne in časovne velikosti.

To pomeni, da je zaželeno oziroma potrebno, da firma, ki je denimo prevzela opravljanje uslug strokovno-finančnega nadzora pri izvedbi del (ali gradnji gradbenega objekta), izdela knjigo podprojekta izvedbe nadzora, s katero se bo določilo procedure izvajanja s pogodbo določene usluge ter obnašanje v rednih in izrednih okoliščinah, in ne glede na dejstvo, ali obstaja knjiga projekta graditve.

Knjiga projekta je torej skup dokumentov, s katerimi so jasno postavljeni cilji projekta kot tudi naslednje aktivnosti ...

- Enoznačno definiranje začetne zahteve o izpeljavi projekta, s katerimi se postavijo prepoznavne omejitve projekta.
- Ugotavljanje pojavov možnih in nepričakovanih kasnejših omejitev.
- Kalkuliranje porabe posameznih resursov (virov), njihovega obstoječega in bodočega obsega.
- Vzpostavljane hierarhije odločanja o projektu.
- Vzpostavljane toka informacij oziroma vzpostavljane enotnega in transparentnega sistema procedur, v skladu s katerimi se planira realizirati projekt.

To pomeni, da se s knjigo projekta vzpostavi način dela, za katerega obstaja konsenz udeležencev. Pri tem je treba predvsem upoštevati dejstvo, da je projekt dinamičen sistem s svojo specifično rastjo, ki bo zahtevala dopolnitve ali spremembe posameznih dokumentov. Te spremembe bodo povzročale dopolnilne knjige projekta, na kar bodo nedvomno vplivali kakovost, obseg in dinamika motnje oziroma sprememb projekta.

S knjigo projekta planiramo razvoj projekta, določajo se zahteve in način njihovih sprememb ter dopustna nihanja pričakovanih rezultatov projekta. Ta knjiga je neobhodna osnova projekta, v kateri se omejujejo obnašanja posameznih udeležencev projekta in določajo obvezni elementi projektne discipline. Zato mora vsak (pod)projekt, ki mu želimo uspešen razvoj, imeti svojo knjigo projekta, ki jo je treba dopolnjevati med izvedbo in razvijati v skladu z njenimi določili.

Utemeljenost uporabe knjige projekta in zahteve, ki jih mora zagotavljati (izpolnjevati), so v tej knjigi predstavljene kot idealni okvir delovanja menedžmenta projekta in naročnika, projektantov, izvajalcev del in dobaviteljev opreme. Vsak od aktivnih udeležencev pri izvedbi gradbenega projekta, ki bo bral to knjigo, mora izhajati iz svojih interesov in svojih omejitev s spoštovanjem interesov in omejitev drugih.

Naloga te knjige ni, da omejuje delovanja, pač pa da daje smernice za inovativno in kreativno prilagajanje procedur celotnega procesa graditve zahtevam in omejitvam določenega projekta.

Knjiga v osnovi obravnava graditev kot proces in je osnova za interpretacijo zahtev gradbenega projekta, projekta nabave, projekta vzdrževanja kakovosti graditve, projekta pridobivanja gradbenega dovoljenja itd. Z implementacijo napisanega v tej knjigi je mogoče za vsak posamezen (pod)projekt gradbenega podviga izdelati specifično knjigo (pod)projekta.

3 • VSEBINA KNJIGE

Knjiga je sistematično in pregledno urejena. Ima osem poglavij, ki poleg teoretičnih osnov vsebujejo niz praktičnih primerov aplikacije knjige projekta pri izvedbi nekaterih večjih in kompleksnih gradbenih projektov. Knjiga ima naslednja poglavja:

1. Uvod
2. Uporabljeni model upravljanja projekta
3. Komunikacijski kanal projekta
4. Knjiga projekta
5. Izkušnje, pridobljene pri aplikaciji knjige projekta
6. Popis primerov
7. Indeks izrazov
8. Konzultirana literatura

Kar dve tretjini knjige sta posvečeni 4. poglavju, v katerem je podrobno opisana vsebina knjige projekta, dopolnjena z nizom praktičnih obrazcev, ki so njen sestavni del. Knjigi torej ne smemo očitati, da je le znanstvene narave, saj daje tudi povsem praktične prikaze uporabe posameznih elementov oziroma sestavnih delov knjige projekta.

Knjigo dragoceno dopolnjujeta dva članka, opisana v 5. poglavju, ki sta ju napisala strokovna sodelavca avtorja Mirka Oreškoviča. Oba članka opisujeta izkušnje, pridobljene pri uporabi knjige projekta pri izvedbi dveh večjih in strukturno kompleksnih gradbenih projektov na Hrvaškem. Prav v omenjenem poglavju avtor posebej poudarja, da je bilo v hrvaški

(pa tudi v slovenski, op. H. G.) gradbeni praksi premalo primerov pravega sistematičnega in preglednega vodenja in organiziranja velikih gradbenih projektov, kjer je bila improvizacija prevečkrat uporabljena metoda dela. Ob tem avtor knjige Mirko Orešković posebej omenja, da je treba tako (neurejeno) stanje spremeniti in da je prav v ta namen napisal to knjigo.

Darko Jakič, dipl. inž. grad., opisuje svoje izkušnje pri aplikaciji knjige projekta pri izvedbi večjega stanovanjsko-poslovnega kompleksa v Zagrebu. Pri tem projektu je naročnik podpisal več kot 20 pogodb o gradnji, 30 pogodb o projektiranju in deset pogodb o strokovnem nadzoru. Poleg navedenih je pri izvedbi projekta sodelovalo še niz drugih udeležencev. Prav zato je bil cilj nosilca vodenja projekta (Investinženiring, Zagreb), da za realizacijo tako kompleksnega projekta vzpostavi natančen in pregleden sistem procedur, v skladu s katerimi namerava realizirati projekt, ter »da se odstrani vse komunikacijske šume« (Orešković, 2011) med vsemi udeleženci projekta in se s tem prepreči vse možne negativne posledice za projekt kot tudi za udeležence v njem. Pri tem avtor članka navaja, da pred uvedbo knjige projekta med udeleženci projekta sprva ni bilo opaziti nobenega odpora, kar se sicer večkrat dogaja, ko neki nov način dela prekine z rutino stare prakse ali pa se

uvajajo nove inovativne metode dela. Vendar se je kasneje pokazalo, da nekateri postopki niso zaživel prav zaradi tihega odpora posameznih udeležencev pri projektu. Pri tem je že na začetku največ težav povzročala neusklajena projektna dokumentacija, ki se je v določenih primerih spustila celo na raven nedopustno nizke kakovosti.

Vse navedeno in še drugi problemi, ki so se sproti pojavljali, so privedli do izredno velikega števila sprememb med gradnjo in je zato obdelava sprememb postala eden ključnih procesov vodenja projekta. V končni fazi se je nabralo za več kot 750 predlogov sprememb oziroma zahtevkov.

Pri tem se je investitor obnašal dokaj neodgovorno, saj je odločanje oziroma potrjevanje sprememb potiskal v neko kasnejšo, časovno nedefinirano fazo projekta. To je le stopnjevalo negotovost izvedbe projekta. Opaziti je bilo tudi, da je bilo odstopanje investitorja od predpisanih in pogodbenih procedur posledica investitorjeve preračunljivosti in previdnosti, ki jim je mejo s špekulacijo največkrat težko določiti.

Opaziti je bilo še, da so bili zaradi naročnikovega nepravočasnega odločanja odnosi med vsemi udeleženci projekta slabši in da je to imelo negativen učinek na nadaljnji potek projekta. To se je v končni fazi poznalo v tem, da so bile nekatere odločitve naročnika sprejete šele eno leto po tem, ko je bil objekt že v uporabi. Prav tako je bil finančni obračun projekta zaključen mnogo kasneje, kot je bil objekt fizično končan.

4 • KAKŠNA JE PRAKSA V SLOVENSKEM GRADBENIŠTVU?

Danes o pravem gradbeništvu v Sloveniji le težko govorimo. Ekonomska kriza po letu 2008, ki ji je levji delež prispeval nepremičninski balon, je tudi zaradi neracionalnih, nezadostno preverjenih poslovnih potez ter nerazumne in lakomne politike kreditiranja v slovenskih bankah privedla do praktično popolnega zloma vseh večjih slovenskih gradbenih podjetij. Skoraj sočasno so se vrstili stečaji tistih gradbincev, ki so bili desetletja med nosilci razvoja Slovenije. Njihovega propada zato ni mogoče pripisati le ekonomski krizi. Nespametno kupovanje zemljišč za gradnjo brez poglobljenih študij in izračunov o upravičenosti nakupa zemljišča in graditve (predvsem stanovanj) na njem ter hkratni najem velikih bančnih posojil sta pač

opravila svoje. Velika gradbena podjetja so se pod težo nezmožnosti vračanja kreditov sesula kot hišice iz kart.

Zato se moramo spet vrniti k Oreškovičevi knjigi, v kateri avtor koncizno opisuje potrebne postopke pri vodenju vsakega večjega investicijskega oziroma gradbenega procesa. Dosledna vpeljava in aplikacija knjige projekta bi tudi v našem prostoru bistveno zmanjšala rizičnost (tveganje) vsakega projekta. Možen bi bil večji nadzor nad projektom, kar bi lahko pravočasno privedlo do korektivnih posegov v investicijski cikel projekta. Paradoks slovenske prakse je bil še v tem, da protagonisti, ki so vodili velike nepremičninske projekte (vključno z odgovornimi za odobravanje posojil pri bankah), niso bili dovolj strokov-

no usposobljeni za vodenje projektov, vsaj približno tako, kot to obravnava Oreškovičeva knjiga. Kadar nekoga žene pohlep po hitro zasluženem denarju, mu je aplikacija knjige projekta odveč in pravzaprav tudi ovira.

Sam bi Oreškovičevi knjigi, čeprav temu ni bila vsebinsko posvečena, a je to vseskozi skozi besedilo nakazovala, dodal še pripravo študije izvedljivosti (Feasibility Study), ki je potrebna pred začetkom vsakega projekta. V taki študiji se morajo izkristalizirati osnovne konture in upravičenost predvidenega investicijskega podviga. Ta študija mora biti izdelana z realnimi parametri in pričakovanji, ne pa da je po tem investicija presežena z mnogokratniki. To je evidentno v primeru graditve TEŠ 6 v Šoštanj, ko še danes nihče zapriseženo ne more napovedati končne cene investicije.

Pri tem bi izpostavil še problem nepravočasnega plačevanja naročnikov v procesu javnega naročanja. To je slikovito

prikazano v več primerih v Oreškovičevi knjigi. Enako je v Sloveniji. Ali kdaj niste pravočasno poravnali kakšne davčne obveznosti? Davčne oblasti (beri država) ti takoj izstavijo opomin in kmalu mu sledi izvršba z zamudnimi obrestmi in stroški postopka vred. Zakaj ni tako tudi v obratnem

procesu, ko javni naročnik (spet država) nepravočasno in z dolgimi zamiki plačuje gradbene izvajalce, pri tem pa velikokrat ni možnosti pritožbe, na zamudne obresti zaradi nepravočasnih plačil pa vsi pozabijo. Še slabše je z zahtevki za dodatna dela in več dela ter za spremenjene razmere

dela. Naročniki jih v bojazni za prekoračenje planiranih investicijskih sredstev s pomočjo inženirja na vso moč zavračajo in krivdo praviloma valijo na izvajalca. Postopki priznavanja zahtevkov se tako vlečejo tudi leta in za to nihče ne odgovarja, izvajalec pa največkrat ostane brez poplčila stroškov.

5 • SKLEP

Prav zaradi tega je Oreškovičevo delo o knjigi projekta univerzalno orodje, ki ga toplo priporočam vsem, ki želijo gradbeništvu dati bolj profesionalen okvir dela, hkrati pa je

napotek, kako se izogniti vsem težavam in njihovim vzrokom, ki jih knjiga slikovito opisuje. Oreškovičevo delo je zato dragocen knjižni biser, izluščen iz njegovega večdesetletnega

visoko strokovnega dela, oplemenitenega z bogato izkušnjo. Malo je takih avtorjev, ki tako suvereno pišejo o problematiki vodenja velikih gradbenih projektov. Mirko Orešković je upravičeno eden izmed njih.

6 • LITERATURA

Orešković, M., Projekt graditve in njegova knjiga, ISBN 978-953-169-232-8, 210 strani, cena 20 evrov, Založba Hrvatska sveučilišna naklada, hrvatska-sveucilisna-naklada@zg.t-com.hr, www.hsn.unizg.hr, 2011.

UTRJEVANJE KAMNITEGA ZIDOVJA S KOMPOZITNIMI OBLOGAMI

STRENGTHENING OF STONE MASONRY WALLS WITH COMPOSITE COATINGS

akad. prof. dr. Miha Tomaževič, univ. dipl. inž. grad.

miha.tomazevic@zag.si

dr. Matija Gams, univ. dipl. inž. grad.

matija.gams@zag.si

Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva 12, 1000 Ljubljana

Aleš Oblak, univ. dipl. inž. str.

oblak.ales@si.sika.com

Sika, d. o. o., Prevale 13, 1236 Trzin

Znanstveni članek

UDK 620.17:692.2

Povzetek | Raziskovali smo učinkovitost utrjevanja tradicionalno zidanega trislojnega kamnitega zidovja z različnimi vrstami kompozitnih oblog. Za oblogo smo uporabili mrežo oziroma tkanino iz steklenih vlaken v z vlakni ojačeni malti oziroma epoksidni smoli. Zidove smo obložili na štiri različne načine, bodisi samo na eni bodisi na obeh straneh, oblogo pa v nekaterih primerih v vogalih tudi dodatno sidrali v zidovje. S ciklično strižno obtežbo pri konstantni predobremenitvi smo preiskali deset zidov, med njimi sta bila dva za primerjavo preiskana v osnovnem, neutrjenem stanju. Vsi zidovi so se porušili strižno, preiskave pa so pokazale opazno, tudi štirikratno povečanje odpornosti utrjenih zidov v primerjavi z referenčnima, neutrjenima zidovima. Stopnja povečanja odpornosti ni bila toliko odvisna od tipa obloge kot od tehnologije nanašanja. Kot so pokazali rezultati preiskav, je oblaganje izboljšalo tudi sposobnost deformiranja in sipanja energije, vendar je hkrati povečalo togost zidov.

Ključne besede: kamnito zidovje, utrjevanje, obloga, mreža iz steklenih vlaken, obnašanje pri potresni obtežbi, ciklične strižne preiskave

Summary | The efficiency of strengthening traditional three-leaf stone masonry walls with different types of polymer coating has been investigated. Glass fibre grid or fabric and single component fibre reinforced mortar or epoxy resin were used as coating materials. Four different coating types have been applied, with coating placed on one or both sides of the walls and anchored or not anchored to the masonry at the corners. Altogether 10 walls have been tested by subjecting them to cyclic shear at constant precompression, among them two walls have been tested in the original state as control specimens. All walls failed in shear. Significant increase in lateral resistance of the strengthened walls with regard to control walls has been observed in all cases, amounting to 4.0-times the resistance of the control walls. The degree of improvement did not depend on the type of the coating but on the technology of application. Although the coating increased the rigidity of the walls, displacement and energy dissipation capacities have been also improved.

Keywords: stone masonry, strengthening, glass fibre grid, coating, seismic behaviour, cyclic shear tests

1 • UVOD

Lokalno pridobljen kamen je v Sredozemlju in hribovitih delih Evrope in drugod po svetu že od nekdaj najpogostejše uporabljen gradbeni material. Če ni šlo za monumentalne stavbe, katerih konstrukcije so zahtevale njegovo obdelavo, je bilo treba kamen le pobrati iz rečnih strug ali ga izkopati in razbiti na ustrezno velike kose, obdelati pa le toliko, da se ga je dalo vgraditi. Opeka je bila v teh krajih dražja, saj jo je bilo treba pripeljati od daleč. Tudi njena izdelava ni povsem preprosta. Zato je prišla v poštev le tam, kjer kamna ni bilo v izobilju, primerne surovine pa so bile pri roki – navadno v prostranih ravninskih predelih. Opeko so bodisi samo oblikovali in posušili na soncu bodisi žgali v pečeh, da je postala trdnjša. Tako kot drugod po svetu je bilo tudi pri nas. Ker je Slovenija pretežno hribovita dežela, je večina starejših hiš v mestih in na podeželju sezidanih iz kamna. Gradnja z opeko, ki so jo sicer že prej uporabljali predvsem v ravninskem, severovzhodnem delu dežele, je začela povsod prevladovati šele pred dobrimi sto leti.

Po vrsti surovine, tj. kamna, in načinu gradnje v svetu poznamo številne vrste kamnitega zidovja. Pri nas se je za kamnito zidovje uporabljal rečni ali lomljeni kamen lokalnega izvora, apnenec ali skrilavec, zidovje pa je bilo sezidano iz dveh zunanjih slojev večjih kamnov nepravilne velikosti z vmesnim zasutjem iz manjših kosov kamna, navadno ostalih pri obdelavi. Debelina takšnega zidu po navadi ni manjša od 50 cm. Kot vezivo se je uporabljala apnena malta boljše ali slabše kakovosti, z več ali manj blatnega peska. Zaradi načina gradnje ima takšno zidovje številne votline, katerih količina je odvisna predvsem od tega, kako je bil z malto zapolnjen vmesni sloj. V večjih krajih in mestnih središčih je zidovje bolj kompaktno. Izrazitih slojev tam ni videti, med kamne pa je večkrat pomešana tudi opeka. Zidovje iz obdelanega ali delno obdelanega kamna je zelo redko, redko pa so se za boljše povezavo glavnih slojev zidu vsake toliko vgrajevali tudi vezni kamni.

Kamnite hiše v mestnih jedrih in naseljih imajo tri do štiri nadstropja, medtem ko na podeželju višina stanovanjskih hiš le redko preseže dve nadstropji. Konstrukcijska zasnova hiš je po navadi ustrezna. Nosilni in vezni zidovi so enakomerno porazdeljeni v obeh pravokotnih smereh. Zaradi debeline zidov in omejene velikosti prostorov je razmerje med površino zidov in etažno tlorisno površino precej veliko, saj v vsaki smeri površina zidov presega deset odstotkov etažne tlorisne površine. Vendar so stropne konstrukcije in preklade navadno lesene, zidovje pa v višini stropov ni povezano z vodoravnimi zidnimi vezmi. Lesena so tudi ostrešja, ki so krita s težko kamnito ali opečno kritino, včasih celo položeno v malto. Lesene stropne nad kletmi in stopnišči ponekod zamenjujejo opečni ali kamniti oboki. Praviloma kamnite hiše nimajo posebnih temeljev, temeljni zidovi pa so slabše kakovosti kot zidovi nad nivojem terena. Kot po vrsti dokazujejo potresi, je potresna odpornost starih hiš na splošno problematična. Tudi če trdnost zidovja še ustreza, zaradi nepovezanih zidov lahko nastanejo poškodbe že pri zmerno močnih potresih.

Eksperimentalne raziskave, o katerih smo na tem mestu v preteklosti že poročali (Tomaževič, 1995), in analize poškodb po potresih kažejo ((Dolce, 1999), (Tomaževič, 2005)), da že samo povezovanje zidov pomembno izboljša obnašanje starih kamnitih hiš med potresi. Povezovanje pa ne pomaga, če je trdnost zidovja premajhna, da bi bili zidovi sposobni prevzeti med potresom nastale sile. Zato na potresnih območjih ni dovolj, da v kamnite hiše, ki jih ohranjamo, ker predstavljajo arhitekturno kulturno dediščino, vgradimo samo zidne vezi, pač pa moramo utrditi tudi zidovje. Med številni poznanimi metodami utrjevanja, ki so bile preizkušene v laboratorijih in tudi izvedene v praksi, se je pri kamnitem zidovju najbolj uveljavilo injektiranje s cementno-silikatno mešanico. Raziskave so pokazale, da se je mogoče s primerno sestavo injekcijske mase izogniti neprijetnostim, ki jih povzroča čista cementa injekcija, in se prilagoditi zahte-

vam varstva kulturne dediščine, ne da bi pri tem kaj posebej zmanjšali učinek injektiranja ((Tomaževič, 1993), (Vintzileou, 2006), (Uranjek, 2010)).

Alternativa injektiranju je oblaganje kamnitega zidovja na eni strani ali na obeh straneh z armiranimi ometi, ki se po polaganju in povezovanju jeklene armature nanašajo ročno ali strojno, ali pa »prefugiranje« (zamenjava obstoječe slabe malte v spojnica med kamni s trdnjšo). Metodi sta se pri opečnem zidovju izkazali kot učinkoviti, medtem ko za kamnito zidovje za zdaj še ni podatkov. Kot lahko sklepamo na podlagi nekaterih opažanj po potresih v Italiji, predvsem v Umbriji leta 1997 (Dolce, 1999), se nista posebej izkazali.

Kot metode injektiranja, kjer se poskuša cement zamenjati z inertnimi materiali ali apnom, se razvijajo tudi metode oblaganja kamnitega zidovja. Ker so se izkazali kot učinkoviti na konstrukcijah iz drugih materialov, predvsem na armiranobetonskih, sprejemljiva pa postaja tudi njihova cena, postajajo razmišljanja o možnostih, da bi tudi za utrjevanje kamnitega zidovja klasične materiale zamenjali s sintetičnimi, vedno močnejša. Kot armatura obloge pridejo v poštev mreže ali tkanine iz polimerov, ojačanih s steklenimi (GFRP) ali karbonskimi vlakni (CFRP). Mreže se polagajo v malto, ojačani z vlakni, ali v epoksidni smoli, tkanine pa se na izravnano površino zidu lepijo z epoksidnimi smolami. Po ne tako številnih eksperimentalnih raziskavah o učinkovitosti tovrstnih oblog na opečnih zidovih (glej npr. (Schwegler, 1994), (Triantafyllou, 1997), (ElGawady, 2006), (Konthesingha, 2010)) smo učinek večjega števila tehničnih rešitev oblaganja opečnih zidov raziskali tudi v Zavodu za gradbeništvo Slovenije. O izsledkih raziskav smo tudi na tem mestu že poročali (Tomaževič, 2011). Ker podatkov o učinkovitosti iste metode utrjevanja za kamnito zidovje praktično ni, smo v okviru istega raziskovalnega projekta poskušali ugotoviti, kakšne bi bile možnosti uspeha v primeru kamnitega zidovja. Kamnitih hiš, ki jih bo treba utrditi, je veliko, tehnologija je časovno učinkovita in razmeroma čista, pa tudi cena z vlakni ojačanih polimernih materialov in tehnologije nanosa oblog se vztrajno znižuje. O rezultatih eksperimentalnih raziskav poročamo v nadaljevanju.

2 • PROGRAM RAZISKAV, NAČINI OBLAGANJA IN MATERIALI

Pri zasnovi programa raziskav smo upoštevali izkušnje, ki smo jih pridobili med preiskavo

opečnih zidov, utrjenih na podoben način. Tako smo pozornost namenili učinku utrjevanja z

oblogami, katerih armaturo predstavlja mreža oziroma tkanina iz steklenih vlaken (GFRP) v mikroarmirani malti oziroma epoksidnem premazu. Metodo oziroma tehnologijo nanašanja oblog smo prilagodili kamnitemu zidovju. Obloga, armirana z GFRP-mrežo oziroma tkanino,

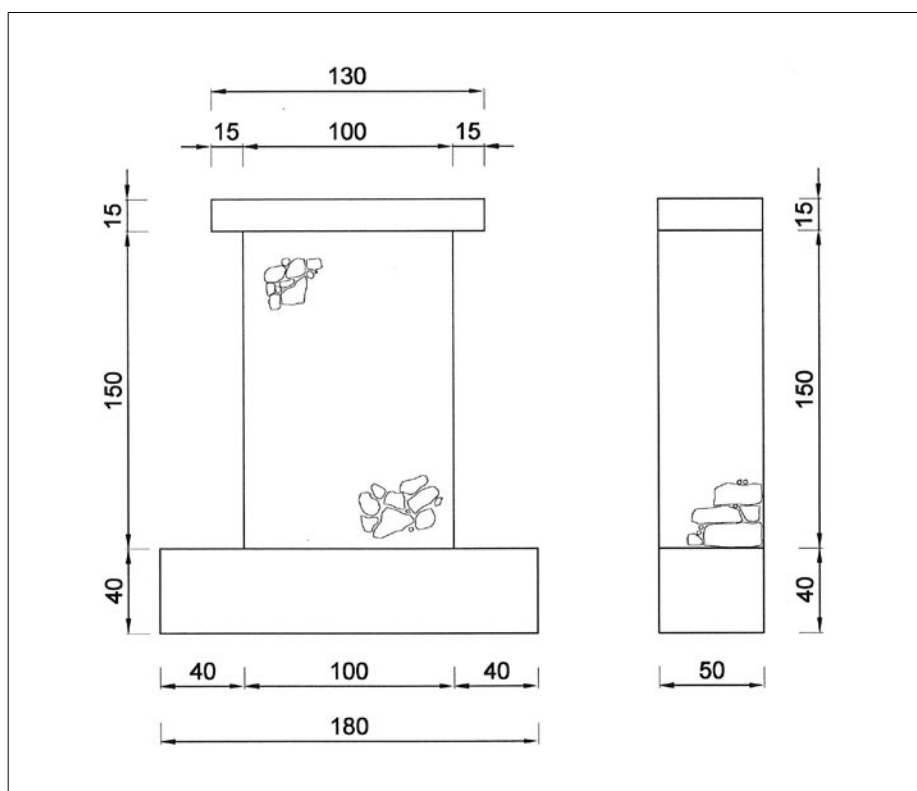
je manj toga kot obloga, armirana s CFRP, je cenejša in tako v primeru ugodnih rezultatov tudi primernejša za uporabo.

Izbranih utrditvenih rešitev oziroma posameznih tipov obloge je bilo manj kot pri opečnih zidovih, zato je bilo za raziskavo dovolj dvanajst zidov. Zidove dimenzij 1500/1000/500 mm (višina/dolžina/debelina) smo sezidali v laboratoriju na način, tipičen za slovensko podeželje. Za zidanje trislojnega kamnitega zidovja smo uporabili lomljeni apnenec tlačne trdnosti okoli 220 MPa, ki smo ga odvzeli iz porušene kamnite hiše v Posočju. Posamezni kamni, katerih dimenzije niso presegale 30 cm, so bili povezani z apnenno malto, ki smo ji za hitrejše strjevanje dodali majhno količino cementa. Tlačna trdnost malte, sestavljene iz rečnega peska (največji premer zrna 4 mm), hidriranega apna in cementa v volumskem razmerju 8:1:0,5, je bila v povprečju za vse zidove 3,3 MPa (s koeficientom variacije 0,35). Preizkusni zidovi so bili sezidani na armiranobetonskih temeljnih blokih, zgoraj pa so bili zaključeni z armiranobetonskim veznim blokom, preko katerega smo v zidove vnašali navpične tlačne in vodoravne strižne obremenitve. Dimenzije zidov prikazuje slika 1.

Na dveh zidovih smo ugotavljali tlačno trdnost zidovja, na drugih dveh pa parametre potresne odpornosti v osnovnem, neutrjenem stanju. Z obnašanjem referenčnih zidov smo primerjali obnašanje na različne načine utrjenih zidov in ugotavljali učinkovitost posameznih načinov oblaganja. Utrjene zidove smo preiskali na enak način kot referenčna zidova.

Izbrali smo štiri različne načine utrditve. Pri utrditvi tipa 1 in 2 smo utrdili zidove, ki so bili predhodno poškodovani, medtem ko smo pri utrditvah tipa 3 in 4 oblogo nanесли na predhodno nepoškodovani zid. Predhodno poškodovanih zidov pred nanosom oblog tipa 1 in 2 nismo sanirali. Program preiskav podajamo v preglednici 1.

Pri utrditvi tipa 1 je bil zid obložen z navpično položeno GFRP-mrežo v 15 do 20 mm debeli mikroarmirani cementni malti. Obloga, ki je bila v vogalih sidrana v zid, je bila nanescena samo na eni strani zidu. Pri utrditvi tipa 2 je bila enaka obloga nanescena na obeh straneh zidu, vendar ni bila sidrana. Pri utrditvi tipa 3 je bila GFRP-mreža postavljena v diagonalni smeri, obloga nanescena na obeh straneh zidu in v vogalih sidrana v zid. Pri utrditvi tipa 4 je bila GFRP-mreža v malti nadomeščena z GFRP-tkanino, položeno v sloj epoksidne smole (epoksidno matriko). 30 cm široki trakovi so bili ob robovih zidov položeni navpično,



Slika 1 • Dimenzije preizkusnih zidov (v cm)

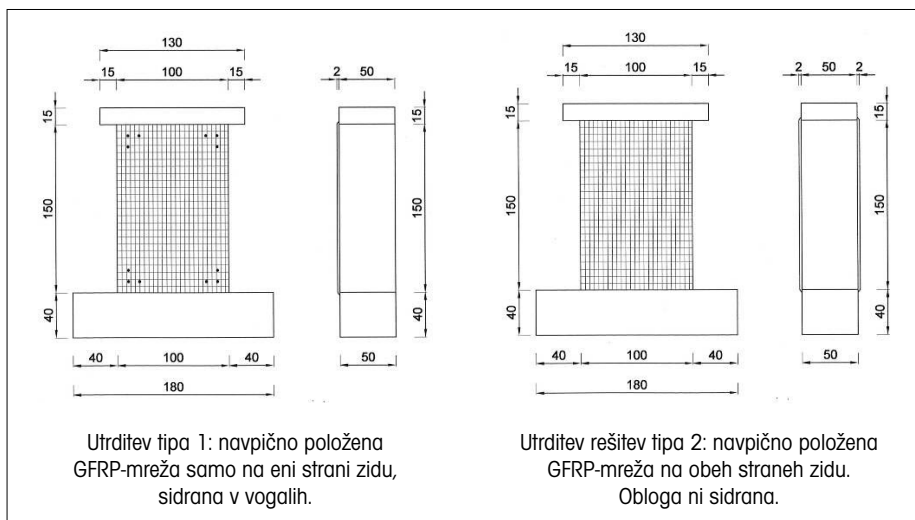
Oznaka zidu	Število zidov	Vrsta preiskave	Tip utrditve	Opomba
SM-V1, SM-V2	2	Tlačna	–	Referenčna zidova
SM-1, SM-2	2	Ciklična strižna	–	Referenčna zidova
SM-4S, SM-6S	2	Ciklična strižna	Tip 1	Poškodovan
SM-3S, SM-5S	2	Ciklična strižna	Tip 2	Poškodovan
SM-9S, SM-10S	2	Ciklična strižna	Tip 3	Nepoškodovan
SM7S, SM-8S	2	Ciklična strižna	Tip 4	Nepoškodovan

Preglednica 1 • Program preiskav

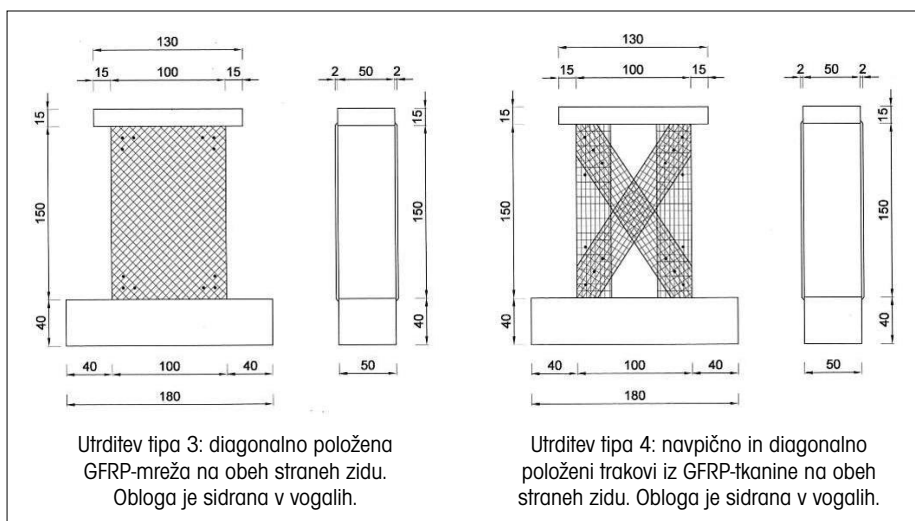
vmes pa še diagonalno. Pred nanosom obloge je bila neravna površina kamnitega zidu zglačena s cementno mikroarmirano malto. Obloga je bila v vogalih sidrana v zid, tkanina pa ni bila prilepljena niti spodaj na armiranobetonski temeljni niti zgoraj na zaključni vezni blok. Preiskani tipi utrditve so shematično prikazani na slikah 2 in 3.

Za utrjevanje smo uporabili material, ki ga je mogoče dobiti na trgu in ga je dobavilo v aplikativnem raziskovalnem podjetju sodelujoče podjetje, katerega tehnično osebje je tudi opravilo utrditvena dela. Mehanskih lastnosti nismo posebej preiskovali. Ker točnejših ni-

smo potrebovali, smo povzeli kar tovarniške podatke. Za obloge tipa 1, 2 in 3 smo uporabili mrežo z oznako SikaWrap®-350G in mikroarmirano cementno malto Sika® MonoTop®-722 Mur. Mreža z okenci približno 17/15 mm (nominalno 15,7/10,1 mm) je mreža iz steklenih vlaken z alkalno odporno oblogo. Trdnost posamezne niti je 3,4 GPa, obremenitve, ki jih prenese mreža, pa so 77 kN/m v vzdolžni in 76 kN/m v prečni smeri. Natezna togost, ki se izraža z obremenitvijo pri 1 % raztezka, je 20 kN/m v vzdolžni in 25 kN/m v prečni smeri. Raztezek pri porušitvi je 3 %. Tlačna trdnost malte po 28 dneh, določena



Slika 2 • Shematični prikaz utrditvenih rešitev tipov 1 in 2 (dimenzije v cm)



Slika 3 • Shematični prikaz utrditvenih rešitev tipov 3 in 4 (dimenzije v cm)

3 • ZASNOVA PREISKAV IN MERITVE

Kot rečeno v uvodu, smo dva zidova v osnovnem, neutrjenem stanju preiskali na tlak, da bi ugotovili tlačno trdnost, f_c , in modul elastičnosti zidovja, E . Preiskavo mehanskih lastnosti pri tlačni obremenitvi smo opravili na način, ki ga predpisuje standard SIST EN 1052-1. Povprečne vrednosti, dobljene s preiskavo obeh zidov, so: tlačna trdnost $f_c = 1,26$ MPa in modul elastičnosti $E = 470$ MPa.

Vse preostale zidove smo preiskali s ciklično vodoravno obtežbo, delujočo v osi zidne vezi, pri čemer smo jih obremenili s konstantno

navpično silo, ki je v zidovih ves čas preiskave povzročala tlačne napetosti, σ , v velikosti 26 % izmerjene tlačne trdnosti zidovja (razmerje predobremenitve $\sigma/f_c = 0,26$). Vodaravne potresne sile, delujoče v ravnini zidov, smo ponazorili z vsiljenimi, programiranimi cikličnimi pomiki, ki jih je povzročal dvosmerno delujoči hidravlični bat, preko kardanske gredi pritrjen na zaključno vez zidu. Amplitude vsiljenih pomikov smo postopoma povečevali vse do porušitve zidov. Pri vsaki amplitudi smo obremenjevanje trikrat ponovili, s čimer smo ugotavljali upadanje odpornosti in togosti

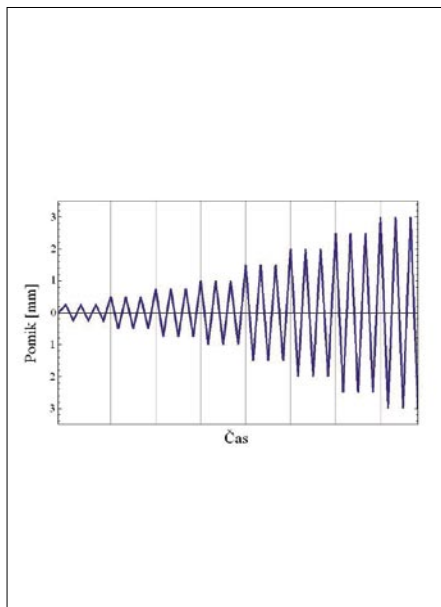
po standardu EN 196-1, je 22 MPa, upogibna trdnost 7 MPa in modul elastičnosti, določen po EN 13412, je 8 GPa.

Za oblogo tipa 4 smo uporabili tkanino SikaWrap®-430G in dvokomponentno epoksidno smolo SikaDur-330. Tkanina iz steklenih vlaken je enosmerno pletena tkanina, debela 0,17 mm, in ima modul elastičnosti v nategu 76 GPa. Deformacija pri pretrgu je 2,8 %, natezna trdnost vlaken pa 2,3 GPa. Lastnosti dvokomponentne epoksidne smole, izmerjene v skladu s standardom DIN 53455 pri sedmih dneh, so: natezna trdnost 30 MPa, upogibni modul elastičnosti 3,8 GPa, natezni modul elastičnosti 4,5 GPa in raztezek pri porušitvi 0,9 %.

Sidra, s katerimi smo oblogo v vogalih sidrali v zidove, so v gazo zavita karbonska vlakna, pripravljena v obliki vrvi premera 10 mm, ki se razreže na primerne kose. Natezna trdnost vlaken je 1,59 GPa. Preden se vložijo v luknje, na zahtevanih mestih izvrtane skozi zid, se razrežejo na kose, ki so približno 200 mm daljši od debeline zidu. Z njih se odstrani ovaj (gaza), sidra pa se prepoji s počasi vezočo epoksidno smolo. Sidra se skozi luknje, zapolnjene z epoksidno smolo, vstavijo z enostavnim orodjem. Vlakna se na zunanji strani zidu pahljačasto razširijo in prilepijo na pripravljeno površino z epoksidno smolo.

pri ponavljajočih se cikličnih obremenitvah. Potek vsiljenih pomikov med preiskavo je shematično prikazan na sliki 4.

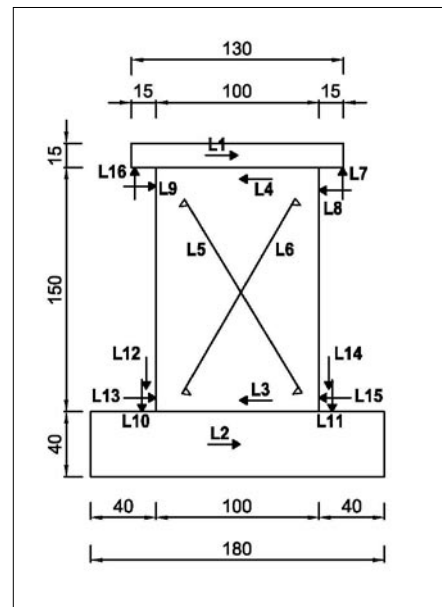
Preizkuševalni sistem je bil prilagojen laboratorijskim razmeram in dimenzijam preizkusnih zidov. Na jekleni okvir, katerega navpični elementi so bili zaradi večje togosti sestavljeni iz več profilov, so bili pritrjeni hidravlični bati za nanos navpične in vodoravne obtežbe. Konstantno navpično silo, ki se je preko jeklenega profila in valjčnega ležišča prenašala na zaključno vez zidu, sta povzročala dva enosmerno delujoča bata, povezana s plinskim akumulatorjem. Vodoravno obtežbo je povzročal dvosmerno delujoči programski bat, ki je bil z zidom oziroma zaključno vezjo povezan s členkasto priključenim jeklenim drogom.



Slika 4 • Shematični prikaz časovnega poteka vsiljenih pomikov med preiskavo zidov



Slika 5 • Preizkuševalni sistem



Slika 6 • Porazdelitev merilnih instrumentov

Armiranobetonski temeljni bloki, na katerih so bili zidovi sezidani, so bili z vijaki pritrjeni na laboratorijsko preizkuševalno ploščad. Da bi se zidovi med preiskavo obnašali kot simetrično vpeti oziroma da bi preprečili njihovo sukanje, pri tem pa obdržali navpično obremenitev nespremenjeno, smo sukanje zaključne vezi nad zidom med vsiljevanjem vodoravnih pomikov

kontrolirali s sistemom navpičnih jeklenih vezi, postavljenih ob navpičnih robovih zidu. Vezi smo prednapeli toliko, da je na vsaki strani zidu sila v vezeh znašala 10 % celotne predobremenitve (sila v batu 80 %). Silo v palicah vezi smo med preiskavo merili in jo, če je bilo treba, po vsakem ciklu obremenjevanja zidu nastavili na novo.

Zidovi so bili opremljeni z merilniki pomikov, deformacij in sil, s katerimi smo merili pomike, zasuke in sile. Preizkuševalni okvir in postavitve zidu, opremljena z merilnimi instrumenti med preiskavo, prikazuje slika 5, postavitve merilnikov, s katerimi smo spremljali pomike, zasuke in deformacije zidu, pa je shematično prikazana tudi na sliki 6.

4 • REZULTATI PREISKAV

4.1 Porušni mehanizem

Med ciklično strižno preiskavo je pri vseh, tako referenčnih, neutrjenih kot tudi z oblogo utrjenih zidovih prevladovalo pričakovano strižno obnašanje. Pri referenčnih zidovih so razpoke najprej nastale v osrednjem delu zidov v malti med posameznimi kamni. Razpoke so bile usmerjene poševno, v smereh obeh diagonal. Pri povečanih amplitudah vsiljenih pomikov so se razpoke razširile po celotni površini zidov, povečala pa se je tudi njihova širina (slika 7). Pred porušitvijo se je zid razslojil, iz njega pa so začeli izpadati tudi posamezni kamni.

V splošnem so bili tudi porušni mehanizmi utrjenih zidov podobni, saj so v vseh primerih v oblogah nastale diagonalno usmerjene, razmeroma enakomerno porazdeljene razpoke, v končni fazi pa se je zid razslojil. Kljub temu

je bilo med posameznimi tipi utrditve opaziti razlike. Pri zidovih, utrjenih z oblogo samo na eni strani (utrditev tipa 1 – slika 8), je bila porazdelitev razpok na neobloženi strani podobna kot pri referenčnem, neutrjenem zidu. Razpoke v oblogi, ki je bila v vogalih sidrana v zid, so nastajale in potekale podobno kot na neutrjeni strani. V končni fazi, pri porušitvi, se je neutrjeni sloj zidu ločil in deloma porušil, medtem ko je sloj, utrjen z oblogo, kljub poškodbam ostal celovit.

Čeprav je bila razslojitev (ločevanje posameznih slojev zidu) razlog za porušitev tudi v primerih, ko je bila obloga nanescena na obeh straneh zidu, je bil potek razpok odvisen od tipa utrditve (slike 9b, 10b in 11b). Pri oblogi z navpično položeno mrežo, ki ni bila sidrana v zid (utrditev tipa 2), so bile razpoke enakomerno porazdeljene po celotni površini



Slika 7 • Poškodbe referenčnega neutrjenega zidu pri končnem mejnem stanju



a)



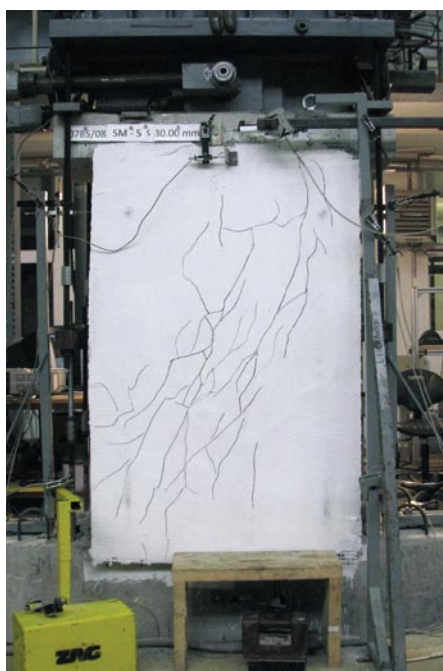
b)



c)

Slika 8 • Utrditev tipa 1. a) Poškodbe na neobloženi strani zidu pri končnem mejnem stanju; b) razpoke v oblogi; c) raszlojitev zidu

obloge (slika 9a), medtem ko so bile pri oblogi z diagonalno položeno mrežo, sidrano v vogalih, razpoke skoncentrirane v osrednjem delu zidu (slika 10a). Pri oblogi z navpičnimi in diagonalno položenimi trakovi CFRP-kanine, sidranimi v vogalih, pa so bile razpoke vidne samo na tistem delu površine zidov, ki ni bil prekrit z oblogo (slika 11a).



a)



b)

Slika 9 • Utrditev tipa 2. a) Razpoke v oblogi pri končnem mejnem stanju; b) raszlojitev zidu

4.2 Odpornost in sposobnost deformiranja

Histerezne odvisnosti med vodoravno obtežbo (odpornostjo) in pomiki (relativni pomik med osjo vezi in temeljem), izmerjene med preiskavo, so za tipične predstavnike posameznih tipov utrditve prikazane na slikah 12 in 13. Za primerjavo je na diagramih vrisana tudi povprečna ovojnica odpornosti, dobljena s

preiskavo referenčnih, neutrjenih zidov (rdeča črta).

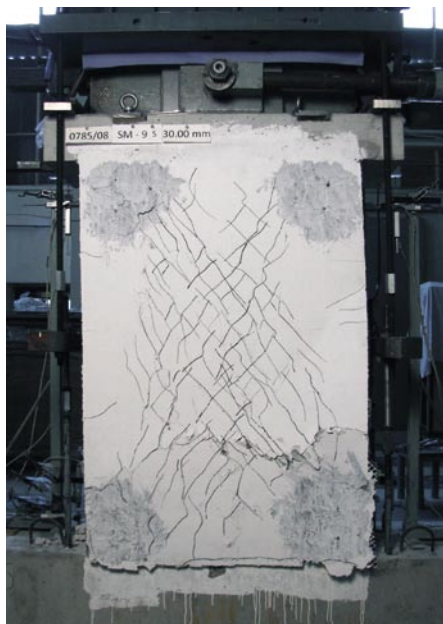
Da bi ocenili učinkovitost posameznega tipa utrditve, smo primerjali odpornost in odgovarjajoče pomike na posamezne načine utrjenih in neutrjenih zidov pri treh značilnih mejnih stanjih:

a) mejnem stanju poškodb (razpok), ki določata odpornost, H_{cr} in pomik, d_{cr} , pri katerih v zidu nastanejo prve poškodbe oziroma se njegova togost opazno spremeni;

b) maksimalni odpornosti, ki jo določata maksimalna sila, dosežena sila med preiskavo, H_{max} , in njej pripadajoči pomik, d_{Hmax} ;

c) končnem mejnemu stanju (mejnemu stanju porušitve), ki ga določa maksimalni, med preiskavo doseženi pomik, d_u , in temu pomiku pripadajoča preostala odpornost, H_{du} .

Rezultati preiskav so povzeti v preglednici 2, kjer so pri značilnih mejnih stanjih navedene vrednosti vodoravne sile, H , pomika, izmerjenega v višini zaključne vezi, d , in pomika, izraženega v brezdimenzijski obliki s kotom zasuka, Φ , to je z razmerjem med pomikom zidu v višini zaključne vezi in višino zidu, h , $\Phi = d/h$ (v % h). V preglednici 2 navedene vrednosti so izmerjene pri prvem amplitudnem ciklu od treh v pozitivni in negativni smeri. Vrednosti so povprečja vrednosti, izmerjenih med preiskavo dveh enakih preizkušancev. Za primerjavo so navedene tudi vrednosti, izmerjene med preiskavo referenčnih zidov.



a)



b)

Slika 10 • Utrditve tipa 3. a) Razpoke v oblogi pri končnem mejnem stanju; b) izbočenje obloge in razslojitev zidu



a)



b)

Slika 11 • Utrditve tipa 4. a) Razpoke v zidu pri končnem mejnem stanju; b) razslojitev zidu

Učinek utrjevanja je analiziran v preglednici 3, kjer so povprečne vrednosti odpornosti in pomikov dveh, na enak način utrjenih zidov primerjane s povprečnimi vrednostmi, izmerjenimi med preiskavo neutrjenih, referenčnih zidov.

Kot kažejo rezultati, zbrani v preglednici 3, je utrjevanje tradicionalno sezidanega trislojnega zidovja z nanosom polimernih oblog precej izboljšalo odpornost in sposobnost deformiranja preiskanih zidov. Učinkovitost ni bila toliko odvisna od tipa utrditve (navpično

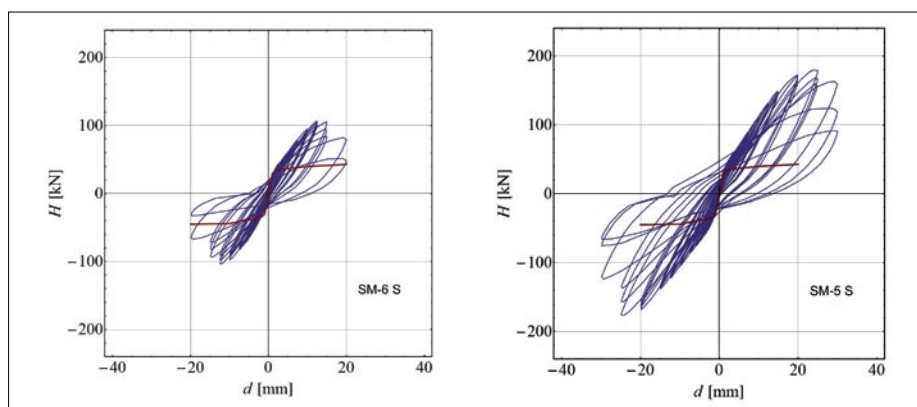
oziroma v diagonalni smeri položena CFRP-mreža v malto, ojačeni z vlakni; navpično in v diagonalnih smereh položena CFRP-tkanina v epoksidni smoli), pač pa bolj od tega, kako je bila obloga nanášena (eno- ali obojestransko, brez sider ali sidrana vogalih). Analiza rezultatov preiskav ne pokaže bistvenih razlik, ki bi jih lahko pripisali nanašanju obloge na predhodno nepoškodovan zid oziroma na zid, ki je bil predhodno poškodovan, vendar poškodbe pred nanosom obloge niso bile sanirane. Če analiziramo mehanizem obnašanja, manjše odpornosti zidov, utrjenih s tipoma utrditve 1 in 2, ne moremo pripisati predhodnim poškodbam zidov.

Nanašanje obloge samo na eni strani zidu je bilo manj učinkovito kot nanašanje na obeh straneh, čeprav je bila enaka obloga v prvem primeru sidrana. Nanašanje obloge samo na eni strani tudi ni bistveno izboljšalo sposobnost deformiranja. Analiza rezultatov pokaže, kako pomembno je, da se obloga sidra v zid vsaj v vogalih. Kot je razvidno iz preglednice 3, je povečanje odpornosti in sposobnosti deformiranja večje v primeru utrditve tipov 3 in 4, kjer je bila obloga sidrana v vogalih, kot v primeru utrditve tipa 2, kjer obloga ni bila sidrana. Razlike v odpornosti in sposobnosti deformiranja med utrditvijo tipa 3 (mreža v malto) in tipa 4 (tkanina v epoksidni smoli) niso pomembne.

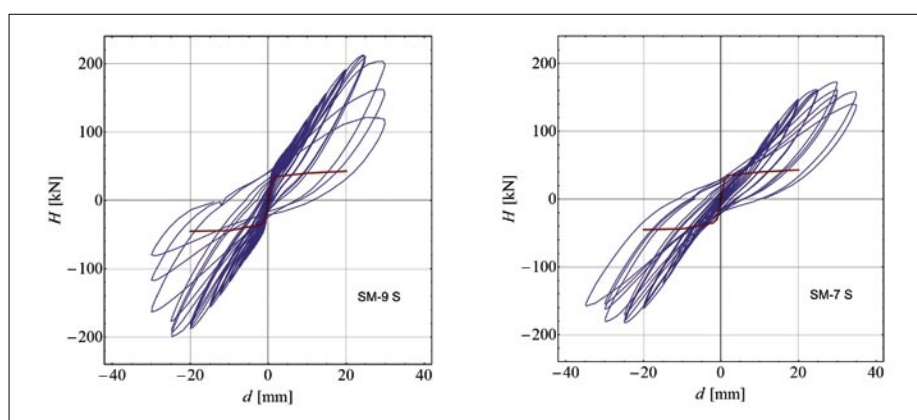
Vrsta in smer nanosa polimerne armature obloge (mreža/tkanina; navpično/diagonalno) vplivata na položaj in porazdelitev razpok. Čeprav se obloga zaradi drugačnih lastnosti površine kamnitega zidovja v nobenem primeru ni ločila od zidu (delaminacija) kot pri opečnih zidovih, oblaganje s polimernimi oblogami ni moglo preprečiti razslojevanja zidov. Kot posledica razslojevanja, izpadanja posameznih kosov kamna in stisnjenja zidu, je v zadnji fazi preiskave prišlo tudi do izbočenja obloge in do hitrega velikega upadanja odpornosti (glej slike 12 in 13).

V preglednici 3 so med seboj primerjane tudi vrednosti efektivne togosti, dogovorno definirane z razmerjem med vodoravno silo in pomikom pri mejnem stanju poškodb, $K_e = H_{cr}/d_{cr}$. Kot kaže primerjava, se je togost zidov z obojestranskim nanosom obloge povečala za dvakrat, če je bila obloga v vogalih sidrana v zid (tipa utrditve 3 in 4). Če je bila obloga nanášena samo na eni strani zidu oziroma če obojestransko nanášena obloga ni bila sidrana, povečanje togosti ni bilo tako izrazito.

Analizirali smo tudi razmerja med vhodno in disipirano histerezo energijo, ugotovljeno



Slika 12 • Histerezne odvisnosti odpornost–pomik, dobljene s preiskavo utrjenih zidov
a) Utrditev tipa 1, b) Utrditev tipa 2. Rdeče: ovojnica odpornosti neutrjenih zidov



Slika 13 • Histerezne odvisnosti odpornost–pomik, dobljene s preiskavo utrjenih zidov
a) Utrditev tipa 3, b) Utrditev tipa 4. Rdeče: ovojnica odpornosti neutrjenih zidov

Tip utrditve	Meja poškodb			Maksimalna odpornost			Porušitev		
	H_{cr} (kN)	d_{cr} (mm)	Φ_{cr}	H_{max} (kN)	d_{max} (mm)	Φ_{max}	H_u (kN)	d_u (mm)	Φ_u
Neutrjen	27,5	1,5	0,05	45,2	11,13	0,75	26,6	20,0	1,35
1	32,3	1,5	0,10	123,6	14,8	1,00	45,6	22,5	1,52
2	35,1	1,3	0,08	169,8	22,2	1,50	64,7	27,5	1,86
3	39,0	1,1	0,08	191,5	23,5	1,60	79,9	30,3	2,06
4	40,3	1,0	0,07	188,6	24,3	1,84	93,2	32,5	2,20

Preglednica 2 • Rezultati preiskav: odpornost, H , pomik, d , in zasuk, Φ , pri značilnih mejnih stanjih

Tip utrditve	Togost		Odpornost		Mejni pomik	
	K_c (kN/mm)	Utrjen/ neutrjen	H_{max} (kN)	Utrjen/ neutrjen	d_u (mm)	Utrjen/ neutrjen
Neutrjen	18,33	–	45,2	–	20,0	–
1	21,53	1,17	123,6	2,73	22,5	1,13
2	27,00	1,47	169,8	3,76	27,5	1,38
3	35,45	1,93	191,5	4,24	30,3	1,51
4	40,30	2,20	188,6	4,17	32,5	1,63

Preglednica 3 • Učinek utrjevanja

med preiskavo posameznega zidu. Kapaciteto sipanja energije smo analizirali s primerjavo med disipirano histezno energijo, E_{hys} , in kumulativno vhodno energijo, E_{inp} , potrebno za deformacijo zidu od začetka preiskave do pomika, pri katerem razmerje analiziramo. Disipirano energijo smo izvednotili na podlagi izmerjenih histeznih odvisnosti med vodoravno silo in pomikom. Količino disipirane energije v enem ciklu obremenjevanja predstavlja površina histezne zanke med dvema zaporednima amplitudnima vrhovoma, kumulativno disipirano energijo pa vsota površin vseh histeznih zank od začetka preiskave do obravnavane amplitude pomika. Kumulativno vhodno energijo smo definirali kot skupno delo hidravličnega bata, opravljeno na celotni poti od začetka preiskave do deformacije zidu pri obravnavani amplitudi pomika. V posameznem ciklu obremenjevanja vhodna energija predstavlja delo hidravličnega bata, potrebno za potisk zidu od neobremenjenega položaja do amplitudnega vrha, ter povlek zidu od razbremenjenega položaja do amplitudnega vrha v nasprotni smeri. Razmerja med disipirano histezno in kumulativno vhodno energijo pri posameznih značilnih mejnih stanjih so izračunana v preglednici 4, razmerja med vhodno oziroma disipirano energijo pri meji nastanka poškodb ($E_{hys,cr}$, $E_{inp,cr}$) in porušitvi ($E_{hys,coll}$, $E_{inp,coll}$) glede na vhodno oziroma disipirano energijo pri maksimalni odpornosti ($E_{hys,max}$, $E_{inp,max}$) pa so izračunana v preglednici 5.

Kot lahko ugotovimo, razmerja niso bistveno odvisna od tipa utrditve. Lahko tudi ugotovimo, da so razmerja stabilna, vse dokler v zidu ne nastanejo resne poškodbe tik pred porušitvijo. Opažanja so v skladu z mehanizmi obnašanja.

Tip utrditve	Meja poškodb	Maksimalna odpornost	Porušitev
	$\frac{E_{hys}}{E_{inp}}$	$\frac{E_{hys}}{E_{inp}}$	$\frac{E_{hys}}{E_{inp}}$
Neutrjen	0,47	0,42	0,51
1	0,30	0,30	0,43
2	0,30	0,32	0,41
3	0,29	0,29	0,37
4	0,31	0,30	0,37

Preglednica 4 • Razmerja med disipirano histerezo in kumulativno vhodno energijo, E_{hys}/E_{inp} , pri posameznih mejnih stanjih

Tip utrditve	Vhodna		Disipirana	
	$\frac{E_{inp,cr}}{E_{inp,max}}$	$\frac{E_{inp,coll}}{E_{inp,max}}$	$\frac{E_{hys,cr}}{E_{hys,max}}$	$\frac{E_{hys,coll}}{E_{hys,max}}$
Neutrjen	0,01	1,72	0,02	2,11
1	0,02	1,53	0,02	2,21
2	0,01	1,30	0,01	1,64
3	0,01	1,26	0,01	1,59
4	<0,01	1,25	<0,01	1,51

Preglednica 5 • Razmerja med disipirano histerezo oziroma kumulativno vhodno energijo na meji nastanka poškodb in porušitve glede na energijo pri maksimalni odpornosti

5 • POVZETEK IN SKLEPI

Raziskovali smo možnost protipotresnega utrjevanja kamnitih zidov z oblogo, armirano s kompozitnimi materiali. Z zidovi, ki smo jih sezidali v laboratoriju, smo ponazorili trislojno kamnito zidovje iz neobdelanega kamna, značilno za starejše hiše in stavbe arhitekturne kulturne dediščine. Sezidali smo dvanajst zidov, med katerimi smo jih deset namenili za ciklične strižne preiskave, s katerimi ugotavljamo obnašanje zidov pri potresni obtežbi. Osem zidov smo utrdili z oblogo z armaturo iz polimerov, ojačanih s steklenimi vlakni (GFRP), dva zidova pa smo za primerjavo preiskali v osnovnem, neutrjenem stanju. Med seboj smo primerjali dve različni vrsti oblog, ki smo ju na površino zidov nanесли na štiri različne načine. Pri treh tipih utrditve smo

zid obložili z navpično oziroma diagonalno položeno GFRP-mrežo v 15 do 20 mm debelom sloju mikroarmirane cementne malte, pri enem tipu utrditve pa s 30 cm širokimi trakovi iz GFRP-tkanine, ki so bili z epoksidno smolo nalepljeni na z malto izravnano površino zidu. Načini nanosa oblog so se med seboj razlikovali: na eni strani ali na obeh straneh zidu, s sidri ali brez njih, nanos na nepoškodovan ali predhodno poškodovan zid.

Preiskave so nakazale, da je lahko učinkovitost oblaganja kamnitega zidovja s polimernimi oblogami nepričakovano velika. Primerjava med odpornostjo in sposobnostjo deformiranja med osnovnim, neutrjenim zidom in zidovi, utrjenimi s polimernimi oblogami, v danem primeru pokaže, da se odpornost kamnitega

zidu z oblaganjem lahko poveča tudi do štirikrat. Izboljšanje sposobnosti deformiranja in sipanja energije ni toliko izrazito, so pa te sposobnosti pri utrjenih zidovih še vedno do 50 % večje kot pri zidovih v osnovnem stanju, odvisno od tipa utrditve. Oblaganje s polimerno oblogo poveča tudi togost zidu. Najboljše rezultate sta dali obojestranski oblogi z armaturo v obliki mreže ali tkanine v diagonalnih smereh, ki sta bili sidrani v zid. Na podlagi rezultatov preiskav ne moremo sklepati, da bi na učinek utrditve lahko bistveno vplivale predhodno nesanirane poškodbe. Čeprav lahko ugotovimo, da so kompozitne obloge učinkovito povečale odpornost in deformacijske sposobnosti tradicionalno zidanega trislojnega kamnitega zidovja, je treba pred njihovo širšo uvedbo v prakso razviti in preizkusiti tehnološke rešitve, ki bodo preprečile razslojevanje zidovja in preprečile hipno upadanje odpornosti in togosti v fazi rušenja.

6 • ZAHVALA

Raziskave, ki jih predstavljamo v članku, so del aplikativnega raziskovalnega projekta L2-0578, ki ga je financirala Agencija Republike Slovenije

za raziskovalno dejavnost (ARRS), sofinanciralo pa podjetje Sika, d. o. o., iz Trzina, slovenska podružnica matične korporacije Sika AG iz

Švice, in programa P2-0273 Gradbeni objekti in materiali, ki ga prav tako financira ARRS. Pri pripravi programa raziskav so sodelovali strokovnjaki iz podjetja Sika iz Ljubljane in Züricha, materiale za utrjevanje je dobavila italijanska podružnica korporacije, zidove pa so utrdili inštruktorji slovenske podružnice podjetja Sika.

7 • LITERATURA

- Dolce, M., Massi, A., Goretti, A., Damage to buildings due to 1997 Umbria-Marche earthquake, Proceedings, Seismic damage to masonry buildings, A. A. Balkema, Rotterdam, 1999.
- ElGawady, M., Lestuzzi, P., Badoux, M., Shear Strength of URM Walls Retrofitted Using FRP, Engineering Structures, 28(12): 1658–1670, 2006.

- Konthesingha, C., Masia, M., Petersen, R., Mojsilović, N., Simundic, G., Page, A., Cyclic In-plane Shear Behaviour of Unreinforced Masonry Panels Retrofitted with Fibre Reinforced Polymer Strips, Proceedings, 8th International Masonry Conference, Dresden, 2010.
- Schwegler, G., Masonry Construction Strengthened with Fiber Composites in Seismically Endangered Zones, Proceedings, 10th European Conference on Earthquake Engineering, Dunaj, 1994.
- Tomaževič, M., Apih, V., Ojačevanje kamnitega zidovja z zidovju prijaznim injektiranjem, Gradbeni vestnik, 42(1/2): 45–48, 42(3/4): 115–122, 1993.
- Tomaževič, M., Weiss, P., Lutman, M., Eksperimentalna raziskava povezovanja zidov opečnih hiš z jeklenimi vezmi, Gradbeni vestnik, 44(4/5/6): 123–129, 1995.
- Tomaževič, M., Lutman, M., Klemenc, I., Weiss, P., Obnašanje zidanih stavb med potresom v Bovcu 12. 7. 2004, Gradbeni vestnik, 54(1): 2–12, 2005.
- Tomaževič, M., Gams, M., Oblak, A., Protipotresno utrjevanje opečnih zidov s kompozitnimi oblogami, Gradbeni vestnik, 60(10): 246–257, 2011.
- Triantafyllou, T.C., Fardis, M.N., Strengthening of Historic Masonry Structures With Composite Materials, Materials and Structures, 30(8): 486–496, 1997.
- Uranjek, M., Žarnić, R., Bokan-Bosiljkov, V., Design of Mortars and Grouts for Restoration and Strengthening of Historic Buildings, Proceedings of the 2nd Historic Mortars Conference and RILEM TC 203-RHM Repair Mortars for Historic Masonry final Workshop, Prague, 2010.
- Vintzileou, E., Grouting of three-leaf stone masonry: types of grouts, mechanical properties of masonry before and after grouting, Proceedings, Structural analysis of historical constructions, Vol.1., Delhi, 2006.

MERITVE KAKOVOSTNIH PARAMETROV ZA MODELIRANJA PRVEGA VALA ONESNAŽENIH VODA S CESTNIH POVRŠIN

MEASUREMENTS OF QUALITY PARAMETERS FOR THE MODELING OF THE FIRST FLUSH OF POLLUTED WATER FROM ROADS

asist. dr. Mario Krzyk, univ. dipl. inž. grad.

mario.krzyk@fgg.uni-lj.si

UL FGG, Inštitut za zdravstveno hidrotehniko, Ljubljana

prof. dr. Davor Malus, univ. dipl. inž. grad.

malus@grad.hr

Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet, Zagreb, Hrvatska

izr. prof. dr. Jože Panjan, univ. dipl. inž. grad.

joze.panjan@fgg.uni-lj.si

UL FGG, Inštitut za zdravstveno hidrotehniko, Ljubljana

Znanstveni članek

UDK 628.33:656.1

Povzetek | Konične koncentracije onesnažil v padavinski odpadni vodi se pojavijo v začetni fazi padavin, znani kot prvi val onesnaženja. Da čistilne naprave in odvodniki niso preobremenjeni, gradimo na mešanih kanalizacijskih sistemih zadrževalne bazene deževnih voda. Po ATV-predpisih je pri dimenzioniranju zadrževalnih bazenov za zadrževanje dela prvega vala onesnaženja treba upoštevati ca. 30 parametrov. Eden od najpomembnejših kazalnikov onesnaženja je KPK – kemijska poraba kisika, ki smo jo podrobneje analizirali. V prispevku so podane lastne večletne meritve kakovosti onesnaženih padavinskih voda s cest, ki so primerjane s kanalskimi odpadnimi vodami.

Ključne besede: ceste, prvi val, kakovost, zadrževalni bazeni, KPK – kemijska poraba kisika, suspendirane snovi, kovine

Summary | Peak concentrations of pollutants in stormwater effluent occur in the early stages of precipitation known as the "first flush". To avoid overloading of waste water treatment plants and sewage channels, retaining pools of rain water should be built on joint sewage systems. After the ATV regulations in dimensioning of retaining pools for the retention of the first flush it is necessary to consider approx. 30 parameters. One of the most important indicator of polluted water is COD - chemical oxygen demand, which was analysed in detail. In the paper the results of own multi-year measurements of contaminated rainwater from the roads are presented and compared with sewage channel wastewater.

Keywords: road, first flush, quality, retention basins, COD, chemical oxygen demand, suspended solids, metals

1 • UVOD

Za projektantske namene pri odtoku vode s cestišč in za varstvo hidrosfere moramo poznati nalive (e) oziroma kritični nalive, čase odtoka in čase zadrževanja. Pomembno je definirati potrebni volumen prvega vala onesnaženja oziroma njegov specifični volumen V_s (m^3/ha). Ta nam pove, koliko m^3 zelo onesnažene padavinske vode na hektar reducirane prispevne površine moramo zadržati pred izpustom v vodotok. Z občutljivostno analizo lahko ugotovimo, kateri parametri so pomembni in močno vplivajo na volumen in kateri parametri imajo manjši vpliv. Rezultati take analize nam dajo kriterije, ki nam povedo, pri določanju katerih parametrov moramo biti posebno previdni.

Kopičenje in izpiranje onesnažil s prispevne površine je določeno s kategorijami rabe območja. Z rabo ovrednotimo razvojno aktivnost prispevnega območja. Primeri rabe prispevne površine so urbana, komercialna, industrijska in nepozidana območja. Na pris-

pevnem območju definiramo površinske karakteristike posameznih delov. Sem prištevamo strešine, asfalt, travnike, neutrjeno ozemlje ... Raba območja je v programu SWMM (Storm Water Management Model) uporabljena le kot spremenljivka pri izračunu kopičenja onesnažil in vrednosti izpiranja znotraj prispevnih površin ((Bertrand-Krajewski, 1998), (Deletic, 1998)).

Za vsako rabo območja lahko določimo procese, kot so kopičenje onesnažil na površju, izpiranje onesnažil s površja in izpiranje z vozniških površin. Količina nakopičenih onesnažil je funkcija števila zaporednih dni brez padavin. Pri tem je treba upoštevati mehansko oziroma strojno čiščenje in izpiranje cestnih površin (čiščenje cestišč), kar zmanjša količino določenih nakopičenih onesnažil med padavinskim obdobjem. Izpiranje onesnažil nastopi po procesu padanja padavin ((Mangani, 2005), (Rep, 2007)). Pomembno je tudi dejstvo, da je lahko v povprečju do 70 %

KPK vezanega na usedljive ali suspendirane delce. Ti delci privlačijo polutante zaradi svoje specifične površine. Če jih odstranimo, odstranimo tudi večji del KPK, predvsem pa tudi težke kovine in policiklične aromatske ogljikovodike idr. Za oceno stopnje odstranjevanja teh delcev v sedimentacijskih razmerah so najpomembnejše značilnosti čas usedanja oziroma zadrževalni čas zadrževalnika in površinska obremenitev, kar pomeni hitrost usedanja delcev, ki res prispejo na dno zadrževalnika (Stenstrom, 2005).

Za vrednotenje prvega vala onesnaženih voda nas predvsem zanima masna bilanca snovi dogodka najpomembnejših onesnažil prvega vala onesnaženja in celotnega padavinskega vala. Po navedeni literaturi in naših meritvah onesnaženost oziroma koncentracija nekaterih najpomembnejših onesnažil padavinske vode v primerjavi z mešanim kanalizacijskim sistemom (KS) precej niha in znaša za: SS (suspendirane snovi) 100 do 11.200 mg/l, pri mešanem kanalizacijskem sistemu 35 do 2000, KPK od 30 do 1500 mg/l, v mešanem kanalskem sistemu od 80 do 1760 (povprečje 600) itd.

2 • VPLIVNI PARAMETRI

Zaradi ekonomskih in tehničnih razlogov se del odtokov z zadrževalno-razbremenilnimi objekti ob nalivih odvaja v odvodnik, najbolj onesnaženi del ali prvi val pa morata na čistilno napravo. Na dovoljeno količino prelite vode in koncentracijo onesnažil v tej vodi imajo znaten vpliv lastnosti prispevnega območja na kanalizacijskem sistemu – KS, kot so količina padavin, dotočni čas, padec kanalov, zadrževalna sposobnost kanalov, prisotnost večjega onesnaženja in priključeni ločeni sistemi za odvajanje sušnega odtoka. Pri analizi najpomembnejših parametrov (Krzyk, 2012) smo upoštevali predvsem nemške standarde ATV-A 128E (1992), ki obravnavajo projektiranje razbremenilnikov, deževnih, zadrževalnih, prelivnih in kombiniranih bazenov ter kanale z zadrževalno prostornino in prelivom na mešanih kanalizacijskih sistemih in kakovostni del programa SWMM (Storm Water Management Model) ((Mlakar, 2007), (Rutar, 2008)).

Tehnične zahteve za običajne primere so določene na podlagi emisijskih mejnih vrednosti, ne upoštevajo pa kakovosti rek ali jezer. Standard privzema, da te zahteve zadoščajo,

razen v primeru posebnih pogojev varovanja reke oziroma jezera. Kakovost prelite vode mora biti večja oziroma koncentracije prelitih onesnažil morajo biti manjše od koncentracij v manj občutljivih odvodnikih. Obremenitve vodotoka so odvisne od vrst, količin in koncentracij onesnaževal ter od trajanja in pogostosti razbremenjevanja. Standard kot glavni indikator onesnaženja uporablja KPK (kemijsko porabo kisika). Kriterij za določanje zadrževalnega volumna po standardu je teoretična obremenitev s KPK, ki pri povprečnih razmerah dosega reke oziroma jezera v prelitih vodi. Standard pri določanju volumnov za osnovo uporablja naslednje privzete vrednosti, ki so značilne za povprečne razmere v Nemčiji:

- povprečna letna višina padavin ... 800 mm,
- vrednost KPK deževnega odtoka C_r ... 107 mg/l,
- vrednost KPK sušnega odtoka C_{dw} ... 600 mg/l,
- vrednost KPK izpusta iz ČN v odvodnik C_{ip} ... 70 mg/l.

Predvideno povprečno razmerje KPK je torej: $C_{dw} : C_r : C_{ip} = 600 : 107 : 70$,

kjer je:

- C_{dw} – KPK sušnega odtoka (mg/l),
- C_r – KPK deževnega odtoka (mg/l),
- C_{ip} – KPK na izpustu iz ČN (mg/l).

Vrednost KPK deževnega odtoka je izračunana iz letne obremenitve s KPK 600 kg/ha ne-prepusne prispevne površine, ki je izprana s povprečno letno višino padavin 800 mm, reducirano s koeficientom odtoka 0,70. Efektivna letna višina padavin je tako 560 mm (padavine, ki dosežejo mešani KS).

Odstopanja od teh vrednosti v dejanski situaciji se upoštevajo z dejanskimi količinami in zahtevami, na primer večje padavine, vodotok z majhnim odtokom ali občutljiv odvodnik, jezera ali akumulacije.

Na podlagi privzetih vrednosti in z upoštevanjem dejanskih razmer se s postopkom dimenzioniranja določi zadrževalni volumen v KS. S tem volumnom je zagotovljeno učinkovito varovanje rek in jezer pred onesnaženjem s cestnih površin, še posebno avtocest (Malus, 2000). V primeru preseganja območja uporabe postopka dimenzioniranja podaja standard še dodaten strožji kontrolni postopek. To hkrati pomeni, da morajo biti volumni zadrževalnih bazenov onesnaženih voda večji.

Standard priporoča tudi, da se razišče, ali je mogoče količine mešane odpadne vode

zmanjšati in s tem zmanjšati emisije v razbremenilnih sistemih in na izpustih iz ČN ter investicijske in obratovalne stroške. Velikost deževnega odtoka je najbolj odvisna od velikosti neprepustnih prispevnih površin KS. Ukrepi za zmanjšanje deževnega odtoka v KS so: izločanje neonesnaženih padavinskih voda, izogibanje odtokom z nevtrjenih površin, zadrževanje padavinske vode pred izpustom v kanalizacijo, uporaba neonesnažene padavinske vode za druge namene (denimo za zalivanje vrtov).

V standardu so definirani poleg že omenjenih parametrov še naslednji parametri: reducirana prispevna površina A_{redr} , dotočni čas t_f ,

povprečni koeficient nagnjenosti terena SG_{tr} , odtok mešane odpadne vode na ČN Q_{chw} , povprečni dnevni sušni odtok Q_{dW24r} , maksimalni urni sušni odtok Q_{dWUr} , odtok tujih voda z območij z ločenim sistemom Q_{rS24r} , deževni odtok skozi dušilko Q_{r24r} , kritični deževni odtok Q_{kritib} , kritični odtok mešane odpadne vode Q_{kritib} , povprečni deževni odtok med prelivanjem Q_{rov} , razmerje sušnega odtoka q_r , povprečno mešalno razmerje m , KPK sušnega odtoka C_{dW} , faktor vpliva večjega onesnaženja a_p , faktor vpliva letnih padavin a_p , faktor vpliva kanalizacijskih usedlin a_{dr} , računaska vrednost KPK sušnega odtoka C_{dr} , teoretična vrednost KPK prelivov

C_{cc} in dovoljena letna mera prelivanja e_o . Med najpomembnejša parametra spadata KPK prelite vode C_{cc} v vodotok in dovoljena letna mera prelivanja e_o .

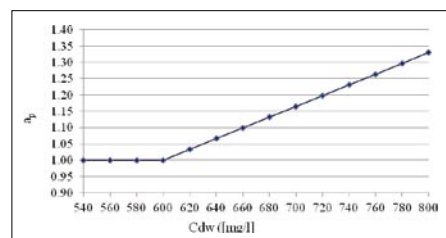
Na terenu smo opravili odvzem vzorcev vode med letoma 2004 in 2008, in sicer na cesti, v kanalizacijskem sistemu in v odvodniku – reki. Poleg meritev na terenu smo opravili laboratorijske meritve vseh ključnih kakovostnih parametrov, kot so suspendirane snovi – TSS, kemijska porabo kisika – KPK, celotni dušik – TKN, in celotni fosfor – TP, ter nekatere kovine, kot so Cu, Cr, Cd, Ni, Zn in Pb, ter sulfate in kloride.

3 • REZULTATI IN DISKUSIJA

Cilj učinkovitega odvajanja in čiščenja odpadnih voda je doseči primeren kakovostni razred odvodnika (da kakovost vode in njegova uporabnost ni ogrožena) ter enakomerno hidravlično in optimalno biološko obremenitev ČN. To lahko dosežemo z zagotavljanjem zadostne zadrževalne kapacitete na kanalizacijskem omrežju, s primerno razporeditvijo objektov za razbremenjevanje in zadrževanje, s pravilnim dimenzioniranjem in pravilnim obratovanjem notranje opreme. Treba je tudi čim bolj zmanjšati vtok čiste padavinske vode in zagotoviti nizko stopnjo infiltracije tuje vode in sistem.

3.1 Analiza vpliva KPK sušnega in deževnega odtoka po standardu DWA (ATV-A) 128E

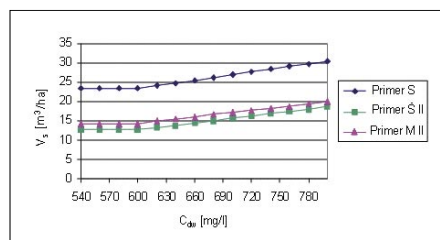
Naraščanje koncentracij v prelihi mešani odpadni vodi je predvsem odvisno od vrednosti KPK sušnega odtoka C_{dW} , KPK deževnega odtoka C_r , mešalnega razmerja med obema odtokoma v času prelivanja in sedimentov v



Slika 1 • Odvisnost med koeficientom vpliva večjega onesnaženja a_p in koncentracijo KPK sušnega odtoka C_{dW}

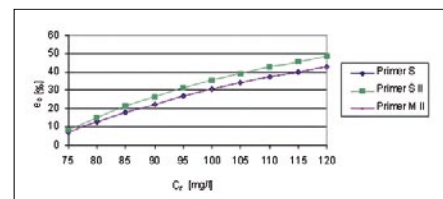
kanalizaciji. Bolj ko je mešana odpadna voda onesnažena, manj se je sme preliti, večji je zadosten volumen zadrževalnega bazena. V standardu ATV-A 128E je privzeta vrednost KPK sušnega odtoka 600 mg/l. Odstopanja v dejanskem primeru se upoštevajo s faktorjem vpliva večjega onesnaženja a_p . Slika 1 prikazuje odvisnost med koeficientom vpliva večjega onesnaženja a_p in vrednostjo KPK sušnega odtoka C_{dW} .

Vrednost KPK sušnega odtoka smo spreminjali v intervalu od 540 do 800 mg/l. Do vrednosti KPK sušnega odtoka 600 mg/l je koeficient vpliva večjega onesnaženja 1, pri večjih dejanskih vrednostih pa z večanjem onesnaženja linearno narašča. Zato se povečuje tudi računaska vrednost KPK sušnega odtoka in teoretična KPK prelite vode. Dovoljena letna mera prelivanja se v intervalu 600 do 800 mg/l zmanjša povprečno za 5,2 % po DWA (ATV-A) 128E. Diagram na sliki 2 prikazuje odvisnost med dejansko vrednostjo KPK sušnega odtoka in specifičnim volumnom za tri različne primere kanalizacijskega omrežja S, Š II, M II. Pri koncentracijah, manjših od



Slika 2 • Diagram vpliva KPK sušnega odtoka C_{dW} na specifični volumen V_s

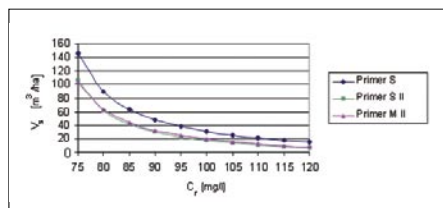
600 mg/l, je specifični volumen vedno enak, pri koncentracijah v intervalu 600 do 800 mg/l pa se poveča v povprečju za 6,2 m³/ha. Vrednost KPK deževnega odtoka smo spreminjali v intervalu od 75 do 120 mg/l. Sprememba dovoljene letne mere prelivanja v tem intervalu v povprečju znaša 36,9 %. Pri koncentraciji KPK deževnega odtoka 75 mg/l se letno lahko prelije približno 6,9 % vsote deževnega odtoka v enem letu, pri 120 mg/l pa 45,6 % (slika 3).



Slika 3 • Diagram odvisnosti med koncentracijo KPK deževnega odtoka C_r in dovoljeno letno mero prelivanja e_o

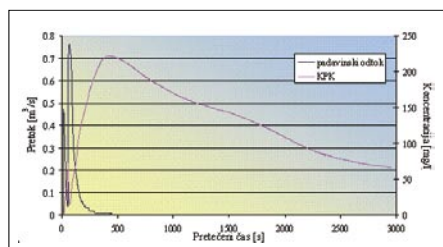
Iz diagrama na sliki 3 je razvidno, da se specifični volumen z večanjem KPK deževnega odtoka ob nespremenjenih drugih vhodnih podatkih manjša. Sprememba specifičnega volumna v intervalu 75 do 120 mg/l povprečno znaša 108,3 m³/ha (slika 4). Zmanjšanje specifičnega volumna je posledica zahteve, iz katere izhajajo avtorji standarda, da lahko mešani sistem z emisijami iz kanalizacijskega sistema in čistilne naprave obremenjuje odvodnik največ v tolikšni meri kot del ločenega kanalizacijskega sistema za odvajanje padavinske vode brez čiščenja. Skupno letno kopičenje onesnažil iz KS ne sme biti večje od letnega onesnaženja zaradi deževnega odtoka. Če predpostavimo, da je onesnaženje KPK deževnega odtoka večje,

je to milejši kriterij za dovoljene emisije iz mešanega KS v odvodnik.

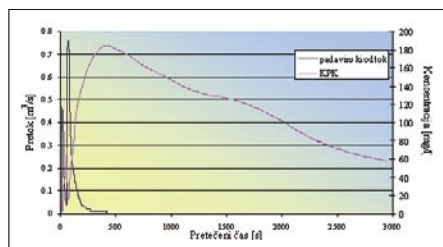


Slika 4 • Vpliv koncentracije KPK deževnega odtoka C_p na specifični volumen V_s

Sliki 5 in 6 prikazujeta dejanski odtok in koncentracijo KPK, izračunano z modelom SWMM, med padavinskim dogodkom na razbremenilniku RVV M II v primeru, ko je na mreži KS prisoten ZBDV Š II oziroma ko na mreži ta ni prisoten.



Slika 5 • Padavinski odtok in koncentracija KPK, izračunana z modelom SWMM, pri petminutnem nalivu na RVV M II



Slika 6 • Padavinski odtok in koncentracija KPK, izračunana z modelom SWMM, pri petminutnem nalivu na RVV M II in prisotnem ZBDV Š II

3.2 Rezultati terenskega vzorčenja in laboratorijskih analiz

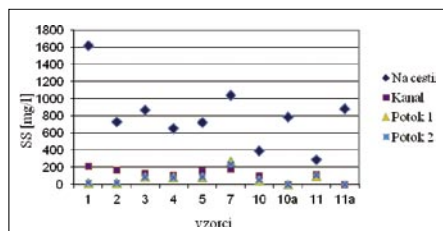
Na Viču v Ljubljani smo opravili serijo teren-skih vzorčenj in laboratorijskih analiz kako-vosti vode. Vzorce smo zajeli na cestišču in na iztoku iz razbremenilnega bazena kana-lizacijskega sistema v potok Gradaščica. Mesti zajema vzorcev sta prikazani na slikah 7 in 8. Na sliki 9 so prikazane meritve suspendiranih snovi na cestišču v Ljubljani na Viču (Kolezija), v kanalu in odvodniku nad in pod izpustom prelite vode iz kanalizacijskega sistema pri različnih datumih odvzema vzorcev.



Slika 7 • Cestišče po padavinah

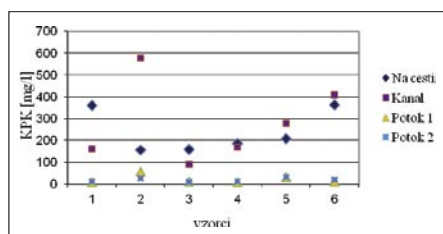


Slika 8 • Izpust iz razbremenilnika v odvodnik



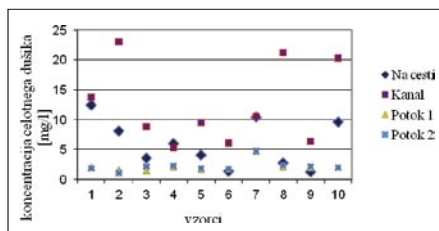
Slika 9 • Prikaz izmerjenih vrednosti SS na cestišču, v kanalu in odvodniku

Na sliki 10 so prikazane meritve KPK na cestišču, v kanalu in odvodniku nad in pod izpustom prelite vode iz kanalizacijskega sistema pri različnih datumih odvzema vzorcev.

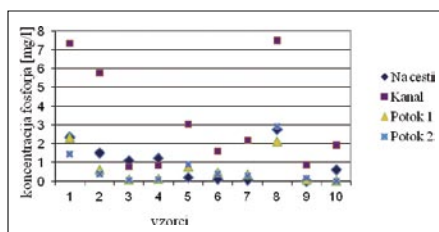


Slika 10 • Prikaz izmerjenih vrednosti KPK na cestišču, v kanalu in odvodniku

Na sliki 11 so prikazane meritve celotnega dušika na cestišču, v kanalu in odvodniku nad in pod izpustom prelite vode iz kanalizacijskega sistema pri različnih datumih odvzema vzorcev.

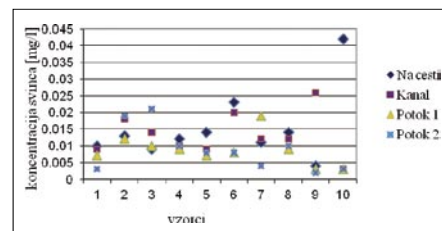
Slika 11 • Prikaz izmerjenih vrednosti N_{cel} pri meritvah na cestišču, v kanalu in odvodniku

Na sliki 12 so prikazane meritve koncentracije fosforja na cestišču, v kanalu in odvodniku nad in pod izpustom prelite vode iz kanalizacijskega sistema pri različnih datumih odvzema vzorcev.



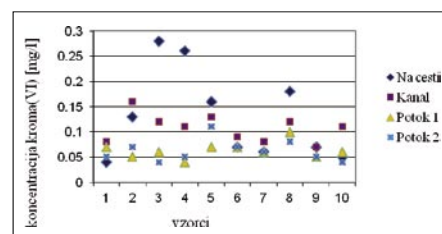
Slika 12 • Prikaz meritev fosforja na cestišču, v kanalu in odvodniku

Na sliki 13 so prikazane meritve koncentracije svinca na cestišču, v kanalu in odvodniku nad in pod izpustom prelite vode iz kanalizacijskega sistema pri različnih datumih odvzema vzorcev.



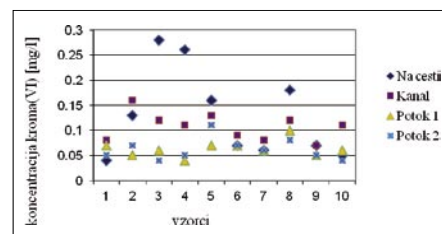
Slika 13 • Prikaz meritev svinca na cestišču, v kanalu in odvodniku

Na sliki 14 so prikazane meritve koncentracije šestvalentnega kroma na cestišču, v kanalu in odvodniku nad in pod izpustom prelite vode iz kanalizacijskega sistema pri različnih datumih odvzema vzorcev.



Slika 14 • Prikaz meritev šestvalentnega kroma na cestišču, v kanalu in odvodniku

Na sliki 15 so prikazane meritve koncentracije kadmija na cestišču, v kanalu in odvodniku nad in pod izpustom prelite vode iz kanalizacijskega sistema pri različnih datumih odvzema vzorcev.



Slika 15 • Prikaz meritev kadmija na cestišču, v kanalu in odvodniku

4 • SKLEP

Cilj učinkovitega odvajanja in čiščenja odpadnih voda je doseči primeren kakovostni razred odvodnika (da njegova kakovost, ki se ohranja s samočistilno sposobnostjo, ni ogrožena) ter enakomerno hidravlično in optimalno biološko obremenitev ČN. Zato je treba s pravilnim dimenzioniranjem na kanalizacijskem omrežju

zagotoviti zadostno prostorninsko zadrževalno kapaciteto, primerno razporeditev objektov in pri delovanju kanalizacijskega sistema pravilno obratovanje notranje opreme. Pomembno je tudi čim bolj zmanjšati vtok čiste padavinske vode in zagotoviti nizko stopnjo infiltracije tuje vode v mešanem kanalizacijskem sistemu.

Za posodobitev mešanega kanalizacijskega sistema je treba opraviti količinsko in kakovostno analizo sistema in določitev volumnov zadrževalnih bazenov, ki zagotavljajo kakovost odvodnika v vseh primerih, ko se pojavlja prelivajoča se voda na razbremenilnikih. Zato smo ugotavljali občutljivost posameznih parametrov za različne primere kakovosti in njihov vpliv na odvodnik. Kakovost prelivajoče se vode padavinskega odtoka smo modelirali z računalniškim modelom SWMM, ki omogoča

kratkoročne in dolgoročne kvantitativne in kvalitativne simulacije le-tega. Ovrednotili smo fenomen prvega vala onesnaženja, ki se nanaša na začetno stanje padavinskega dogodka, ki vsebuje veliko količino onesnažil glede na relativno nizek volumen padavinskega odtočnega vala.

Na podlagi nemških tehničnih standardov ATV-A 128E, ki se uporabljajo za načrtovanje in dimenzioniranje zadrževalno-razbremenilnih objektov v mešanih KS, smo podrobneje obravnavali vse ključne parametre. Z njim lahko na podlagi preračuna emisij – teoretične obremenitve s KPK v prelihti vodi – določimo dopustne količine razbremenjevanja odpadnih voda in potrebne zadrževalne volumne. Standard upošteva vrsto krajevno specifičnih

vhodnih parametrov. Analizirali smo njihov vpliv na kakovost prelite vode in specifične volumne.

Parametri, ki imajo velik vpliv na specifični volumen, so koncentracija KPK deževnega odtoka, koeficient maksimalne urne porabe – torej razporeditev odtoka v dnevu, norma porabe vode, velikost reducirane prispevne površine, število prebivalcev, koeficient velikosti odtoka skozi dušilko in delež gospodinjstev, priključenih na ločen sistem. Od obeh spremenljivk, ki neposredno vplivata na specifični volumen – razmerja deževnega odtoka in dovoljene letne mere prelihanja –, ima večji vpliv razmerje deževnega odtoka. Dovoljena letna mera se najbolj spremeni pri spremembah KPK deževnega odtoka in povprečne letne višine padavin.

Z meritvami kakovostnih parametrov na cestišču, v kanalu in odvodniku smo ugotovili, da je onesnaženost padavinskih voda na cesti glede na nekatere parametre večja kot odpadna voda v kanalizaciji (suspendirane snovi, kovine in klorid). Zastavimo si vprašanje, ali si lahko privoščimo tako onesnažene vode izpuščati neposredno v vodotoke, na primer pri ločenih kanalizacijskih sistemih, v občutljive odvodnike ali odvodnike v varstvenih pasovih vodnih virov.

Velja naj pravilo, da lahko prelijemo v odvodnik le malo onesnaženo dotekajočo vodo (pod 106 mg/l KPK). Kakovost prelite vode v odvodnik naj bo v dopustnih mejah samočistilne sposobnosti odvodnika ali pa zelo blizu kakovosti izpustom iz komunalnih čistilnih naprav.

5 • LITERATURA

- ATV-A 128E, Standards for the Dimensioning and Design of Stormwater Overflows in Combined Wastewater Sewers, 1992.
- Bertrand-Krajewski, J.-L., Ghassan, C., Saget, A., Distribution of Pollutant Mass vs. Volume in Stormwater Discharges and the First Flush Phenomenon, *Water Research*, Volume 32, Issue 8, August, str. 2341–2356, 1998.
- Deletic, A., The first flush load of urban surface runoff, *Water Research*, 32(8), 2462–2470 (Rank 1/57, Water Resources Category), 1998.
- Krzyk, M., Panjan, J., Občutljivostna analiza parametrov modeliranja prvega vala onesnaženih voda s cestnih površin, *Gradbeni vestnik*, letnik 61, december 2012, str. 275–283, 2012.
- Malus, D., Petraš, J., Highway Runoff Treatment in Croatia, *Water Supply and Water Quality*, IV International Conference, Krakow, Poland, September 11–13, 2000, Conference Proceedings, Sozanski Marek, M. (ur.), Krakow, Poland, Polskie Zrzeszenie Inżynierów, Techników Sanitarnych, 311–321, poster, 2000.
- Mangani, G., Berloni, A., Bellucci, F., Tatano, F., Maione, M., Evaluation of the pollutant content in road runoff first flush waters, *University of Urbino, Centro di Studio per la Chimica dell' Ambiente e le Technologie Strumentali Avanzate*, 6, Piazza Rinascimento, Urbino, Italy, *Water, Air and Soil Pollution* 160, str. 213–228, 2005.
- Mlakar, J., Modeliranje zadrževanja in razbremenjevanja onesnaženosti padavinskih voda v kanalizacijskih sistemih, *diplomska naloga*, UL, FGG, Vodarstvo in komunalno inženirstvo, 2007.
- Rep, D., Uporaba programa SWMM in smernic ATV-A 128 za dimenzioniranje kanalizacijskih sistemov in zadrževalnih bazenov, *diplomska naloga*, UL, FGG, Oddelek za gradbeništvo, Hidrotehnična smer, 2007.
- Rutar, A., Analiza vpliva parametrov po standardu ATV-A 128E. *Diplomska naloga*, UL, FGG, Oddelek za gradbeništvo, Komunalna smer, 2008.
- Stenstrom, M. K., Kayhanian, M., First Flush Phenomenon Characterization, *Kalifornian Department of Transportation, Division of Environmental Analysis*, Sacramento, 2005.

NOVI DIPLOMANTI

UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Marko Kolenac, "Celovita" energetska izkaznica, mentor prof. dr. Aleš Krainer, somentor doc. dr. Mitja Košir

Adis Čović, Spreminjanje stroškov gradnje enostanovanjskih hiš glede na lokacijo in čas gradnje, mentor izr. prof. dr. Maruška Šubic-Kovač

Mitja Jakše, Program za dimenzioniranje AB prereza na osno-upogibno in strižno obremenitev, mentor doc. dr. Sebastijan Bratina

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Matjaž Ozič, Problematika čiščenja in dispozicija blata na Krasu, mentor izr. prof. dr. Jože Panjan, somentor asist. dr. Mario Krzyk

Gregor Podkrajšek, Račun masnih nihanj v vodostanih, mentor prof. dr. Matjaž Četina, somentor dr. Andrej Širca

Uroš Sebastijan Belak, Projektiranje integralnega cestnega nadvoza, mentor izr. prof. dr. Jože Lopatič

Katja Čerkez, Analiza stroškov rabe vode v izbranih lokalnih skupnostih, mentor izr. prof. dr. Albin Rakar

Aleš Blumauer, Preusmeritev tovornega prometa s cest na železnice, mentor prof. dr. Bogdan Zgonc, somentor asist. Darja Šemrov

Anže Babič, Upogibne preiskave in modeliranje lameliranega stekla, mentor prof. dr. Roko Žarnić, somentor asist. David Antolinc

Bojan Bogdan, Znižanje nivoja podzemne vode na primeru gradbene jame Tobačna mesto v Ljubljani, mentor izr. prof. dr. Janko Logar, somentor asist. mag. Sebastijan Kuder

Miha Klemenčič, Primerjava podtladne kanalizacije z gravitacijsko kanalizacijo v naselju Ponikve, mentor izr. prof. dr. Jože Panjan, somentor asist. dr. Mario Krzyk

Nataša Lazarevič, Zasnova hitre proge Divača–Ljubljana in koncept varnosti v predorih, mentor prof. dr. Bogdan Zgonc, somentor asist. Darja Šemrov

Rok Pevec, Tehnologija proizvodnje in analiza uporabe gumiranega asfalta, mentor prof. dr. Janez Žmavc, somentor mag. Dejan Hribar

Katarina Kavčič, Hidrološka regionalizacija verjetnostnih analiz visokovodnih konic v Sloveniji, mentor doc. dr. Mojca Šraj, somentor prof. dr. Mitja Brilly

Dejan Papič, Analiza osončenosti turističnega naselja pri Tolminu, mentor doc. dr. Živa Kristl, somentor doc. dr. Mitja Košir

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ VODARSTVA IN KOMUNALNEGA INŽENIRSTVA

Blaž Kogovšek, Primerjava med vodarstvom v Sloveniji in Avstriji, mentor prof. dr. Matjaž Mikoš, somentor asist. mag. Jošt Sodnik

Miha Žlindra, Analiza količine tujih voda na območju IOC Trzin, mentor izr. prof. dr. Jože Panjan, somentor asist. dr. Mario Krzyk

Špela Vrhovec, Zatiranje legionel: termična dezinfekcija omrežja pitne vode v bolnišnici, mentor prof. dr. Boris Kompare, somentor doc. dr. Viktorija Tomič

Dejan Kozakiv, Vpliv vegetacije na vodno bilanco porečja, mentor doc. dr. Mojca Šraj

MAGISTRSKI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Simona Perme, Kapaciteta krožnega križišča z upoštevanjem izvoznega toka, mentor izr. prof. dr. Marijan Žura

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Matej Brezovšek, Konstruiranje armature s pomočjo programa ArmCAD, mentor doc. dr. Milan Kuhta, somentor pred. Aljoša Klobučar

Jernej Levstik, Izvedba mostu Port Milena v Ulcinju, mentor doc. dr. Milan Kuhta, somentor Dušan Rožič, univ. dipl. inž. grad.

Srečko Mernik, Trietažni jekleni poslovni objekt florisa 21 x 35 m, mentor red. prof. dr. Stojan Kravanja, somentor doc. dr. Tomaž Žula

Kristijan Mesarič, Sovprežni cestni most razpona 55 m iz jekla S355, mentor red. prof. dr. Stojan Kravanja, somentor doc. dr. Tomaž Žula

Rok Sagadin, Vakuumska kanalizacija, predstavitev in utemeljitev odločitve o izbiri, mentor viš. pred. Matjaž Nekrep Perc, somentor izr. prof. dr. Bojan Žlender

Natalija Ternik, Reciklaža in ponovna uporaba gradbenih materialov, mentor doc. dr. Milan Kuhta, somentor doc. ddr. David Kralj

Matej Toplak, Zasnova in gradnja stanovanjske hiše z Quad-lock in Ytong sistemom, mentor doc. dr. Milan Kuhta, somentor doc. dr. Kaja Pogačar

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

David Pesek, Računska analiza jeklenega silosa pravokotnega prečnega prereza višine 12,7 m, mentor red. prof. dr. Stojan Kravanja, somentor doc. dr. Tomaž Žula

MAGISTRSKI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Stanislav Zotlar, Ocena ukrepov za izboljšanje ravni cestne infrastrukture na prometno varnost enoslednih motornih vozil, mentor red. prof. dr. Tomaž Tollazzi in somentor doc. dr. Marko Renčelj

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO – EKONOMSKO POSLOVNA FAKULTETA

INTERDISCIPLINARNI MAGISTRSKI ŠTUDIJ GOSPODARSKEGA INŽENIRSTVA – SMER GRADBENIŠTVO – Bolonjski študijski program 2. stopnje

Sandra Pandža, Vpliv inflacije na cene nepremičnin, mentorja izr. prof. dr. Igor Pšunder – FG in red. prof. dr. Polona Tominc – EPF

INTERDISCIPLINARNI UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GOSPODARSKEGA INŽENIRSTVA – SMER GRADBENIŠTVO

Rasto Bejakovič, Ekonomski vidik gradnje nizkoenergijske in pasivne hiše, mentorja doc. dr. Nataša Šuman – FG in izr. prof. dr. Tanja Markovič Hribernik – EPF

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

KOLEDAR PRIREDITEV

8.-13.9.2013

35th IAHR World Congress

Chengdu, Kitajska
www.iahr2013.org

23.9.2013

CONSEC13

7th International Conference on Concrete under Severe Conditions

Nanjing, Kitajska
www.consec13.com

24. 9. 2013

1. slovenska konferenca trajnostne gradnje

Kongresni center Brdo pri Kranju, Slovenija
<http://konferencatrajnostnegradnje.si>

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>

1.10.2013

Second International Symposium on UHPFRC

Marseille, Francija
www.afgc.asso.fr

4.-5.10.2013

**7th International Conference
 Bridges in Danube Basin**

Timisoara, Romunija / Beograd, Srbija
<http://danubebridges.com/>

16.10.2013

SLOCOLD 2013

Slovenski nacionalni komite za velike pregrade

Ljubljana, Slovenija
www.slocold.si/symp20years/index-forma.php

16.-17.10.2013

Dam engineering in Southeast and Middle Europe – Recent experience and future outlooks

Ljubljana, Slovenija
www.slocold.si

6.-9.11.2013

ECOMONDO 2013

17th International Trade Fair of Material & Energy Recovery and Sustainable Development

Rimini, Italija
<http://en.ecomondo.com/>

28.-29.11.2013

Združenje asfalterjev Slovenije 14. kolokvij o asfaltih in bitumnih

Bled, Slovenija
www.zdruzenje-zas.si

27.3.2014

3. Trienadni znanstveni posvet Naravne nesreče v Sloveniji

Lj, Slovenija
<http://giam.zrc-sazu.si/?q=sl/nns>

3.-5.4.2014

Structures Congress 2014

Boston, Massachusetts, ZDA
<http://content.asce.org/conferences/structures2014/index.html>

27.4.-2.5.2014

EGU General Assembly

Dunaj, Avstrija
www.egu2014.eu

2.-6.6.2014

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

Peking, Kitajska
www.wlf3.org

23.-27.6.2014

10th International Symposium on Ecohydraulics

Trondheim, Norveška
<http://www.ntnu.edu/ecohydraulics2014>

30.6.-2.7.2014

EURODYN 2014

9th International Conference on Structural Dynamics

Porto, Portugalska
<http://paginas.fe.up.pt/~eurodyn2014/>

16.-18.7.2014

Footbridge 2014: Past, Present & Future

London, Anglija
www.footbridge2014.com

15.-19.9.2014

IAEG XII Congress Engineering Geology for Society and Territory

Torino, Italija
www.iaeg2014.com

12.-17.4.2015

7th World Water Forum

Daegu-Gyeongbuk, Republika Koreja
<http://worldwaterforum7.org/en>

25.-29.5.2015

XVth IWRA World Water Congress

Edinburgh, Škotska
www.worldwatercongress.com

22.6.-2.7.2015

XXVIth IUGG General Assembly

Praga, Češka
www.iugg.org/programmes/grants2015.php

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