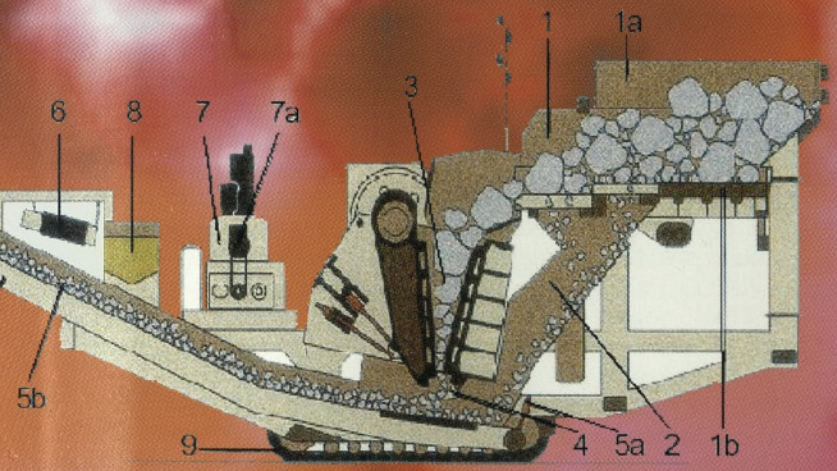
GRADBENI VESTNIK

GLASILO ZVEZE
DRUŠTEV
GRADBENIH INŽENIRJEV
IN TEHNIKOV SLOVENIJE
IN MATIČNE SEKCIJE
GRADBENIH INŽENIRJEV
PRI INŽENIRSKI ZBORNICI
SLOVENIJE

Poštnina plačana pri
pošti 1102 LJUBLJANA

NOVEMBER
2003



Glavni in odgovorni urednik:
Prof.dr. Janez **DUHOVNIK**

Lektorica:
Alenka **RAIČ - BLAŽIČ**

Lektorica angleških povzetkov:
Darja **OKORN**

Tehnični urednik:
Danijel **TUDJINA**

Uredniški odbor:
Mag. Gojmir **ČERNE**
Gorazd **HUMAR**
Doc.dr. Ivan **JECELJ**
Jan Kristjan **JUTERŠEK**
Andrej **KOMEL**
Janja **PEROVIC-MAROLT**
Marjan **PIPENBAHER**
Mag. Črtomir **REMEC**
Prof.dr. Franci **STEINMAN**
Prof.dr. Miha **TOMAŽEVIČ**
Doc.dr. Branko **ZADNIK**

Tisk:
TISKARNA LJUBLJANA d.d.

Naklada: 2750 izvodov

Revijo izdajata ZVEZA DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE, Ljubljana, Karlovška 3, telefon/faks: 01 422-46-22 in MATIČNA SEKCIJA GRADBENIH INŽENIRJEV pri INŽENIRSKI ZBORNICI SLOVENIJE ob finančni pomoči Ministrstva RS za šolstvo, znanost in šport, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani ter Zavoda za gradbeništvo Slovenije.

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

http://www.zveza-dgits.si

Letno izide 12 številk. Letna naročnina za individualne naročnike znaša 5500 SIT; za študente in upokojence 2200 SIT; za gospodarske naročnike (podjetja, družbe, ustanove, obrtnike) 40.687,50 SIT za 1 izvod revije; za naročnike v tujini 100 USD. V ceni je vštet DDV.

Poslovni račun se nahaja pri NLB, d.d. Ljubljana, številka:

0 2 0 1 7 - 0 0 1 5 3 9 8 9 5 5

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. Besedilo prispevkov mora biti napisano v slovenščini.

4. Besedilo mora biti izpisano z dvojnim presledkom med vrsticami.

5. Prispevki morajo imeti naslov, imena in priimke avtorjev ter besedilo prispevka.

6. Besedilo člankov mora obvezno imeti: naslov članka (velike črke); imena in priimke avtorjev; naslov POVZETEK in povzetek v slovenščini; naslov SUMMARY, naslov članka v angleščini (velike črke) in povzetek v angleščini; naslov UVOD in besedilo uvoda; naslov naslednjega poglavja (velike črke) in besedilo poglavja; naslov razdelka in besedilo razdelka (neobvezno); ..., naslov SKLEP in besedilo sklepa; naslov ZAHVALA in besedilo zahvale (neobvezno); naslov LITERATURA in seznam literature; naslov DODATEK in besedilo dodatka (neobvezno). Če je dodatkov več, so dodatki označeni še z A, B, C, itn.

7. Poglavja in razdelki so lahko oštevilčeni.

8. Slike, preglednice in fotografije morajo biti vključene v besedilo prispevka, oštevilčene in opremljene s podnapisi, ki pojasnjujejo njihovo vsebino. Slike in fotografije, ki niso v elektronski obliki, morajo biti priložene prispevku v originalu.

9. Enačbe morajo biti na desnem robu označene z zaporedno številko v okroglem oklepaju.

10. Uporabljena in citirana dela morajo biti navedena med besedilom prispevka z oznako v obliki [priimek prvega avtorja, leto objave]. V istem letu objavljena dela istega avtorja morajo biti označena še z oznakami a, b, c, itn.

11. V poglavju LITERATURA so uporabljena in citirana dela opisana z naslednjimi podatki: priimek, ime avtorja, priimki in imena drugih avtorjev, naslov dela, način objave, leto objave.

12. 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.

13. Pod črto na prvi strani, pri prispevkih, krajših od ene strani pa na koncu prispevka, morajo biti navedeni obsežnejši podatki o avtorjih: znanstveni naziv, ime in priimek, strokovni naziv, podjetje ali zavod, navadni in elektronski naslov.

14. Prispevke je treba poslati glavnemu in odgovornemu uredniku prof. dr. Janezu Duhovniku na naslov: FGG, Jamova 2, 1000 LJUBLJANA oz. janez.duhovnik@fgg.uni-lj.si. V spremnem dopisu mora avtor članka napisati, kakšna je po njegovem mnenju vsebina članka (pretežno znanstvena, pretežno strokovna) oziroma za katero rubriko je po njegovem mnenju prispevek primeren. Prispevke je treba poslati v enem izvodu na papirju in v elektronski obliki v formatu MS WORD.

Uredniški odbor

GRADBENI VESTNIK

GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE IN MATIČNE SEKCIJE GRADBENIH INŽENIRJEV PRI INŽENIRSKI ZBORNICI SLOVENIJE
UDK-UDC 05:625;ISSN 0017-2774
LJUBLJANA, NOVEMBER, 2003
LETNIK LII STR. 265 - 292

VSEBINA - CONTENTS

Članki, študije, razprave
Articles, studies, proceedings

Stran 266
V. Markelj
ZASNOVA AVTOCESTNEGA MOSTU ČEZ MURO

CONCEPTUAL DESIGN OF HIGHWAY BRIDGE OVER MURA RIVER

Stran 276
G. Petkovšek, L. Globevnik, M. Mikoš
POVRŠINSKA EROZIJA NA EKSPERIMENTALNEM POVODJU REKE DRAGONJE - TRENDI V ZADNJIH 40 LETIH

SURFACE SOIL EROSION IN THE EXPERIMENTAL WATERSHED OF RIVER DRAGONJA - TRENDS IN THE PAST 40 YEARS

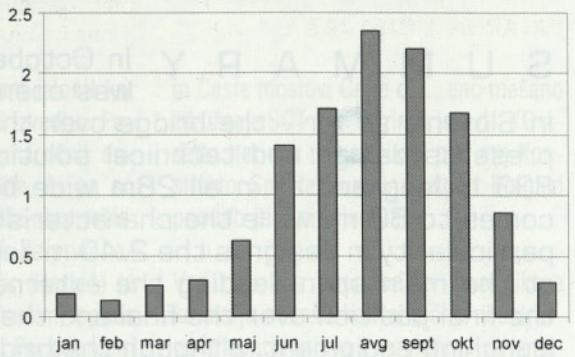
Stran 282
V. Kralj, V. Grilc
PROBLEMATIKA GRADBENIH ODPADKOV V SLOVENIJI - STANJE IN SMERNICE ZA RAVNANJE Z NJIMI

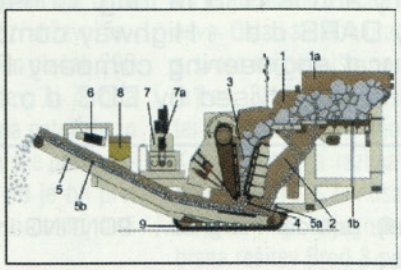
THE PROBLEM OF CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE IN SLOVENIJA - MANAGEMENT AND WAYS OF SOLUTION

Stran 288
B. Škraba
USTANOVLJEN EVROPSKI SVET INŽENIRSKIH ZBORNIC

Stran 289
J. K. Juteršek
KOLEDAR PRIREDITEV

Stran 290
J. K. Juteršek
NOVI DIPLOMANTI





Legenda:
1 vstopni trak
2 bypass za droben material
3 čeljustni drobilec
4 zapiralec kot varovalo
5 glavni transportni trak s hidravlično kontrolo (5a) z ojačitvenim pasom (5b)
6 magnetni odstranjevalec
7 motor z geeratorjem (7a)
8 tank za gorivo in olje
9 gosenice

ZASNOVA AVTOCESTNEGA MOSTU ČEZ MURO

CONCEPTUAL DESIGN OF HIGHWAY BRIDGE OVER MURA RIVER

STROKOVNI ČLANEK

UDK 624.21 : 625.745.1

VIKTOR MARKELJ

P O V Z E T E K

Oktobra 2003 je bil odprt avtocestni odsek Vučja vas – Beltinci, na katerem je bil zgrajen most čez Muro, ki je ta čas najdaljši most v Sloveniji. V prispevku je prikazana zasnova in tehnična rešitev 833 m dolgega mostu, ki je sestavljen iz dveh vzporednih mostov skupne širine 28 m. Glavni razpon preko reke znaša 80 m, drugi razponi pa so 40-metrski. Posebnost v zasnovi mostu je prednapeta zatega v glavnem razponu, ki jo sestavljajo poševni kabli in posebna jeklena deviatorska konstrukcija. Posebnost pri narivni gradnji pa je dvojna zakrivljenost mostu (R_h = 2.400 m, R_v = 40.000 m) in narivanje v celotni dolžini z eno narivno opremo preko končnih in začasnih vmesnih podpor. Gradnja je trajala tri leta. Objekt je zgradilo gradbeno podjetje GIZ Gradis po načrtih inženirskega biroja Ponting d.o.o. pod nadzorom DDC d.o.o. za naročnika DARS d.d..

S U M M A R Y

In October 2003, a highway section Vučja vas – Beltinci was opened. The section includes the longest bridge built in Slovenia so far – the bridge over the Mura River and its inundation area. The paper presents design and technical solutions of the bridge, consisting of two separated 833 m long and all in all 28m wide bridge structures. The main span over the river comes to 80 m, while the characteristic structural span amounts 40 m in length. The particularity in design is the 2.40 m deep steel deviator underneath the superstructure at the main span, leading the external cables out of the bridge profile. Launching in the final position over the final and the temporary supports was achieved with only one launching equipment, although the bridge is double curved (R_h = 2.400 m, R_v = 40.000 m) geometry and is 833 m long. Construction of the bridge took 3 years. The project, invested by DARS d.d. – Highway company in the republic of Slovenia, was designed by the structural engineering company Ponting d.o.o., built by GIZ Gradis Construction Company and supervised by DDC d.o.o. Consulting & Engineering Ltd.

Avtor:

Viktor Markelj, univ.dipl.inž.grad., PONTING inženirski biro d.o.o., Maribor, Strossmayerjeva 28

UVOD

Avtocesta A5 Koper - Lendava s svojim vzhodnim krakom povezuje Prekmurje z drugimi deli Slovenije ter na odseku Vučja vas – Beltinci prečka tudi reko Muro in njen poplavni pas. Prečkanje je izvedeno južno od Murske Sobote, tako da s spodnjim delom S krivine najprej teče južno od Vučje vasi na prleški strani, z zgornjim delom pa severno od Bakovcev na prekmurski strani. Na tem mestu je poplavni pas Mure najožji, širok samo dober kilometer, kar je bil tudi eden od kriterijev za umestitev AC v prostor.

Dokončanje odseka Vučja vas – Beltinci z mostom čez Muro v oktobru 2003 je močno izboljšalo prometno povezavo z našo najbolj vzhodno pokrajino, povezava pa bo končana šele z dograditvijo celotne avtoceste od Maribora do Lendave.

Najbolj zahteven, enkraten in inovativen gradbeni objekt na tem delu je prav 833 m dolg most čez Muro, ki je tudi najdaljši doslej zgrajen most v Sloveniji.

SPLOŠNI PODATKI O MOSTU IN IZVAJALCIH

• naročnik del	DARS Družba za avtoceste v RS, d.d., Celje
• projektant	PONTING Inženirski biro d.o.o., Maribor
• izvajalec	GIZ Gradis, Gradbeno podjetje Ljubljana d.d. s podizvajalci
• revizija in nadzor	DDC svetovanje inženiring, d.o.o., Ljubljana
• projekt ceste	Lineal d.o.o., Maribor
• čas gradnje	2000 – 2003
• velikost objekta	dolžina 833 m, širina 27,92 m, površina 23.257 m^2
• vrednost gradbenih del	2.693 mio SIT (vključno z 19% DDV - vezano na junij 2000)

IZBOR VARIANTE PREMOSTITVE

Projektiranje objekta oziroma pot do končne zasnove in oblike mostu je potekala postopoma. V idejni fazi so se določili osnovni parametri, kot so najprimernejši položaj, karakteristike osi in nivelete ceste, prečni profil ceste in mostu, analiza optimalne dolžine objekta ter hidravlični, oblikovalski in drugi pogoji za premostitev reke Mure.

Naslednja faza se je začela maja 1998, ko je DARS d.d. v sodelovanju z Inženirsko zbornico Slovenije ter strokovnimi društvi razpisal državni javni natečaj za zbiranje predlogov za pridobivanje natečajnih rešitev za most čez reko Muro. V roku za oddajo natečajnih del je prispelo 13 rešitev, ki jih je poslalo 5 različnih projektantskih skupin. Podeljene so bile 3 nagrade in nekaj odkupov natečajnih rešitev.

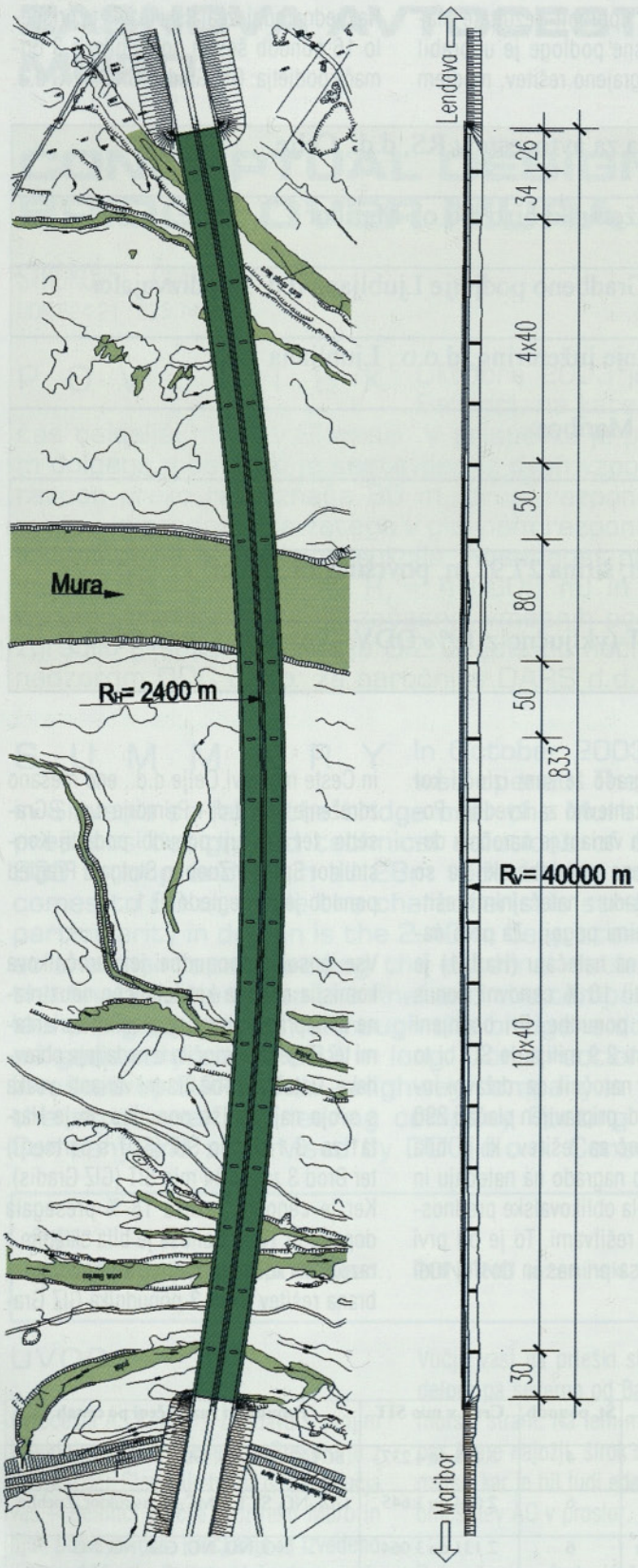
Sledila je faza izvajalskega razpisa (od marca do septembra 2000), za katerega je skladno z natečajnimi pogoji Naročnik DARS d.d. uporabil rezultate natečaja. Za razpisne podloge je uporabil prvo in tretje nagrajeno rešitev, medtem ko je drugo nagrado že sam izločil kot predrago in prezahtevno za izvedbo. Poleg obeh uradnih variant je naročnik dopustil še posebne ponudbe, ki pa so morale biti v skladu z natečajnimi rešitvami ter razpisnimi pogoji. Za prvo nagrajeno rešitev na natečaju (Harfa1) je naročnik dopustil 10 % cenovni bonus glede na ostale ponudbe. Pri ocenjeni razpisni vrednosti 2.9 milijarde SIT bi to pomenilo, da je naročnik oz. državni investitor DARS d.d. pripravljen plačati 290 milijonov SIT več za rešitev, ki je bila nagrajena s prvo nagrado na natečaju in naj bi s tem imela oblikovalske prednosti pred ostalimi rešitvami. To je bil prvi tak primer razpisa pri nas in doslej tudi edini.

Na mednarodni izvajalski razpis je prispelo 16 ponudb šestih ponudnikov: 3 domača podjetja: GIZ Gradis, Gradis NG d.d. in Ceste mostovi Celje d.d., eno mešano združenje SCT d.d.+Primorje d.d. +Grasetto ter dve tuji ponudbi podjetij Konstruktor Split ter Zueblin Stutgart: Pregled ponudb je v preglednici 1.

Vse posebne ponudbe je naročnikova komisija ocenila kot tehnično neustrezne in neprimerljive z razpisnimi variantami ter jih je zato izločila iz nadaljnje obravnave. Ostali sta obe uradni varianti, vsaka s svojo najcenejšo ponudbo, to je Harfa1 za 3.178 mio SIT (SCT s partnerji) ter Brod 3 za 2.694 mio SIT (GIZ Gradis). Ker je cenovna razlika 18 % presegala dopustnih 10 % bonusa je bila skladno z razpisom kot najugodnejša ponudba izbrana rešitev Brod 3 ponudnika GIZ Gra-

varianta	Št. ponudb	Cena v mio SIT	Ponudniki razvrščeni po cenah
Harfa1	4	3.178 do 4.237	SCT, Gradis NG, GIZ Gradis, Konstruktor
Brod 3	6	2.694 do 3.645	GIZ, NG, SCT, CMC, Konstruktor, Zueblin
Posebne ponudbe	6	2.131 do 3.064	NG, NG, NG, GIZ, NG, NG

Preglednica 1: Pregled ponudb izvajalcev



Slika 1: Tloris in vzdolžni prerez avtocestnega mostu čez Muro

dis iz Ljubljane za 2.694 mio SIT po projektu Ponting d.o.o. iz Maribora.

OPIS PROJEKTA

UMESTITEV PREMOSTITVE MURE V PROSTOR

Most čez Muro in poplavno območje prečka naravno zelo intenziven biotop, ki vsebuje zaradi specifičnosti ritmičnih poplav tudi redke in ogrožene živalske in rastlinske vrste. Poplavna ravnica je gosto zaraščena z visokim drevjem, bregovi Mure pa z gostim grmovjem. Morfološko gledano je področje med nasipi praktično ravno z manjšimi depresijami na mestu nekdanjih - danes mrtvih rokavov. Reka Mura je na tem mestu široka 70 m, poplavni pas med varnostnimi nasipi pa dober kilometer.

Zaradi tega je bilo že v postopku načrtovanja avtoceste, prostorskega usklajevanja njenega poteka in po izvedenem natečaju za most odločeno, da se ta prostor premosti z avtocesto, ki bo potekala po mostu in ne po nasipu, ki bi uničil pas v širini skoraj 70 m.

Vsa tri dosedanja cestna prečkanja poplavnega pasu Mure so izvedena z enim glavnim mostom preko reke (s stebri v glavni strugi) in z nekaj prepusti za občasno narasle vode ter z vmesnim nasipom. Takšna rešitev za avtocesto bi lahko bila nekoliko cenejša, vendar bi imela kar nekaj drugih slabosti. Zaradi različnih posedkov težkega nasipa med mostovi in prepusti bi bila ogrožena varnost prometa na avtocesti. Prav tako je rešitev z vmesnimi nasipi slabša glede na hidravliko (odtekanje poplavnih vod), odločilno vlogo v prid enega daljšega objekta na avtocestni trasi pa je imel že omenjen pozitivni naravovarstveni učinek.

ZASNOVA KONSTRUKCIJE

Poglavitna ideja zasnove je bila dobiti oblikovno primerno, vendar hkrati kakovostno, trajno in ekonomično konstrukcijo, ki z enotno tehnologijo rešuje konstruktorsko problematiko premoščanja enakomernih manjših razponov na poplavnem delu ter, kot izjemo, enega večjega razpona preko struge reke.

V sodelovanju s projektantom avtoceste smo predvideli traso v prostoru tako, da je imela na območju mostu geometrijo, ki omogoča izdelavo prekladne konstrukcije s pomočjo tehnologije narivanja. To pomeni, da ima

preko celotne dolžine mostu konstantno zakrivljenost. V tlorisu je polmer 2.400 m, v narisu pa 40.000 m s simetričnimi tangentami 1.3% (Sliki 1 in 2). Prostorska zakrivljenost osi z dvema poljubnima radijema teoretično sicer ne da krožnice, vendar smo izračunali, da se lahko zasnovana konstrukcija prilagaja tej obliki z zanemarljivimi vsiljenimi obremenitvami. Razlog so relativno blage zakrivljenosti glede na togost konstrukcije.

Tehnologija narivanja, ki je znana po visoki kakovosti konstrukcije ter ekonomičnosti izvedbe, pa ima kar precej omejitev pri uporabi. Poleg omejene geometrije osi je značilna omejitev velikosti ekonomičnih razponov ter značilno razmerje med višino konstrukcije in velikostjo razponov, ki se giblje med 1/12 do 1/15. Vsako odstopanje od enakomernih razponov povzroča velike probleme pri zasnovi in izvedbi.

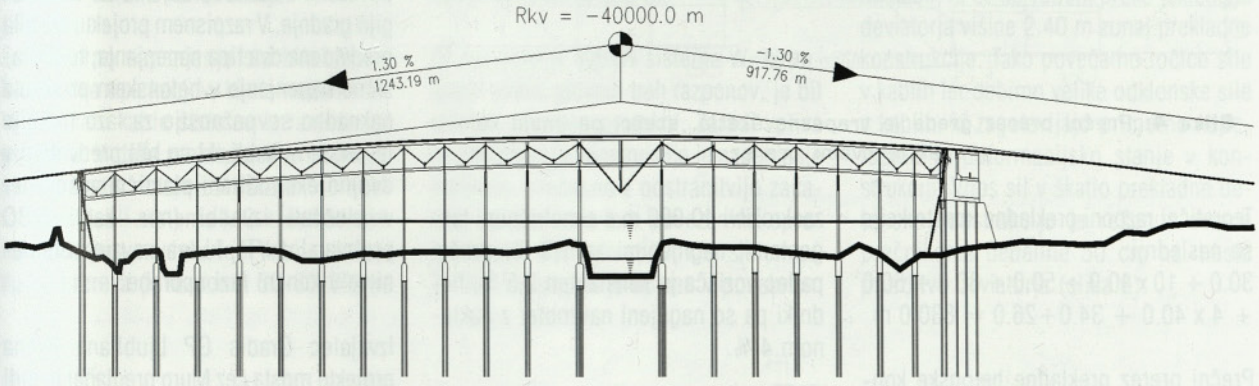
Premostitev reke brez stebrov v vodi je zahtevala razpon najmanj 80 m, kar bi za gredno konstrukcijo konstantnega prereza pomenilo višino približno od 3,6 do 4,0 m (1/22-1/20 razpona) in pri uporabi tehnologije narivanja brez podpor v nadaljevanju pomenilo razpone 50 m. Pri niveleti 10 do 12 m nad terenom so kljub globokemu temeljenju bolj ekonomični manjši razponi. Zato smo na večjem delu mostu (ca. 90 % dolžine) izbrali za tehnologijo narivanja razpone 40 m in temu primerno višino konstrukcije 2,80 m (1/14,2 razpona), ki omogoča narivanje brez vmesnih podpor. Premajhno nosilnost in togost v glavnem 80-metrskem razponu, kjer je razmerje med višino in razponom skoraj 1/29, pa smo reševali s prednapeto zatego, ki za stalno težo deluje kot nepomična podpora, za koristno pa kot elastična podpora. Nosilnost in togost smo dodatno povečali z odebelitvijo spodnje plošče nad stebri ob glavnem razponu (kar ta tehnologija omogoča brez težav), povese glavnega razpona zaradi stalne obtežbe pa zmanjšali s prehodnimi 50 m razponi (n x 40 + 50 + 80 + 50 + n x 40).

Zasnova s prednapeto zatego je zelo zahteven in relativno drag koncept, zato je relativno malo uporabljen v praksi gradnje mostov. V našem primeru je uporaba te zasnove na manjšem delu celotne dolžine objekta (enem samem daljšem razponu) omogočila ekonomično izvedbo na drugem mnogo večjem delu, kar je skupaj dalo učinkovito rešitev.

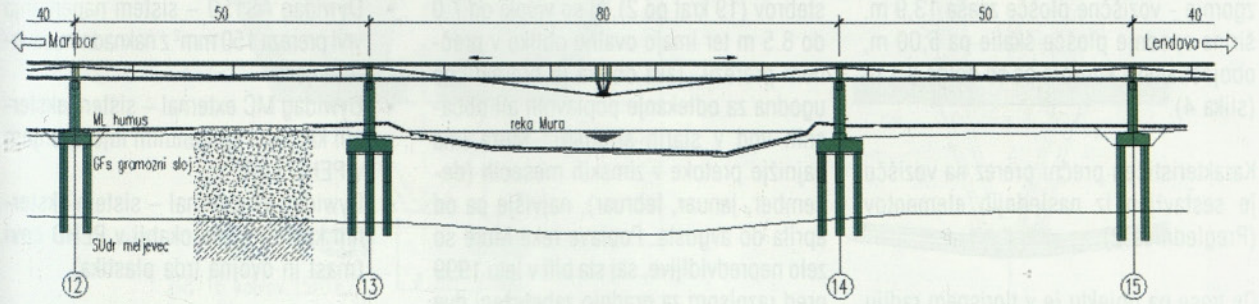
OPIS OBJEKTA

Most čez Muro je sestavljen iz dveh ločenih vzporednih objektov za vsako smer vožnje posebej skupne širine 27.92 m ter dolžine 833 m. Objekt poteka zvezno preko 20 razponov z glavnim razponom 80 m Mure, brez stebrov v vodi ter s tipičnimi razponi po 40 m na obeh poplavnih območjih.

Statični sistem je kontinuirana greda s prednapeto zatego v glavnem razponu, katere podobnost z brodom oziroma jekleno vrvjo, s pomočjo katere brod prečka reko, je dala varianti natečajno ime BROD (slika 3).



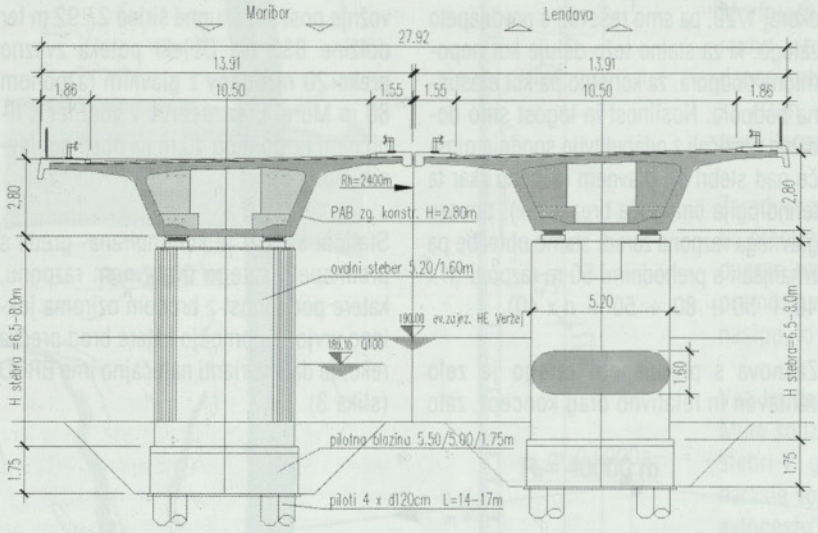
Slika 2: Vzdolžni prerez z vrhom nivelete nad reko



Slika 3: Vzdolžni prerez preko glavnega razpona

Zunanji rob (ograja+rev.hodnik+JVO)	0,25+0,75+0,36+0,50	1,86 m
Vozišče (odstavni + 2 x vozni pas + robni)	2,50+2x3,75+0,50	10,50 m
Notranji rob (JVO+venec)	0,50+0,36+0,69	1.,50 m
Skupaj levi objekt (smer MB)		**13,86 m**
Vmesni razmak		0,20 m
Enak simetrični desni objekt (smer Lendava)		**13,86 m**
Skupna širina objekta		**27.92 m**

Preglednica 2: Karakterističen prečni prerez na vozišču



Slika 4: Prečni prerez grede je trapezna škatla, stebri pa imajo kompaktni ovalni prerez

Teoretični razponi prekladne konstrukcije so naslednji:
30.0 + 10 x 40.0 + 50.0 + 80.0 + 50.0 + 4 x 40.0 + 34.0+26.0 = 830.0 m

Prečni prerez prekladne betonske konstrukcije je votla trapezna škatla s konstantno statično višino 2,80 m. Širina zgornje - voziščne plošče znaša 13,9 m, širina spodnje plošče škatle pa 5,00 m, obojestranske konzole pa so dolge 3,1 m (slika 4).

Karakterističen prečni prerez na vozišču je sestavljen iz naslednjih elementov (Preglednica 2).

Os trase na objektu je v tlorisnem radiju 2400 m, niveleta pa v konveksni zaokrožitvi 40.000 m s simetričnimi tangentami, nagnjenimi za 1,3 %, prečni padec vozišča je konstanten 2,5 %, hodniki pa so nagnjeni navznoter z naklonom 4 %.

Most v reki Muri nima stebrov, na poplavnem delu pa ima skupaj 38 vmesnih stebrov (19 krat po 2), ki so visoki od 7.0 do 8.5 m ter imajo ovalno obliko v prečnem prerezu. Taka oblika je hidravlično ugodna za odtekanje poplavnih ali občasnih vod v starih strugah. Mura ima najnižje pretoke v zimskih mesecih (december, januar, februar), najvišje pa od aprila do avgusta. Poplave reke Mure so zelo nepredvidljive, saj sta bili v letu 1999 pred razpisom za gradnjo zabeleženi dve (23. 7. 99 in 20. 8. 99), prej jih vsaj dve leti ni bilo, leta 1991 pa je Mura poplavljala kar devetkrat. Med gradnjo so nas poplave doletele dvakrat, in sicer avgusta in decembra 2002, v letih 2001 in 2003 pa jih ni bilo.

Temeljenje je izvedeno kot globoko, na pilotih – armiranobetonskih kolih premera 120 oz. 125 cm, kar ustreza geološkim razmeram. Na tem mestu sega murski prod do globin 13 do 15 metrov, globlje pa je polhribinska osnova, ki jo predstavlja laporasta glina. Koli segajo do laporaste gline ter imajo pod pilotno blazino še dolžino 14–17 metrov, pod oporniki pa do 20 m. Za vsak steber so bili predvideni 4 koli. Za natančnejšo določitev nosilnosti je bil izveden tudi poskusni pilot f80 cm, ki je izkazal precej visoko dopustno nosilnost, ki je, preračunana na uporabljeni pilot f125 cm, kar 6630 kN.

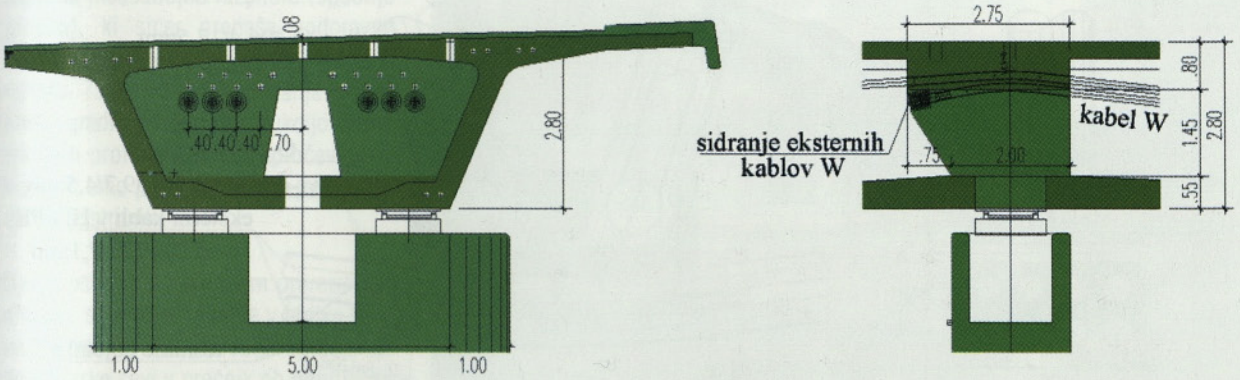
PREDNAPENJANJE

Prednapenjanje konstrukcije je tesno povezano z zasnovo objekta ter tehnologijo gradnje. V razpisnem projektu sta bila predvidena dva tipa napenjanja, to je klasično napenjanje v betonskem prerezu z naknadno sovpežnostjo za fazo gradnje ter eksterni kabli, ki so bili predvideni v dvojno ekstrudirani plastični zaščiti ter v ploščati izvedbi (npr. kabli MCC proizvajalca VT), ki uravnavajo obremenitve v končni fazi uporabe.

Izvajalec Gradis GP Ljubljana je na projektu mosta čez Muro predlagal in tudi vpeljal v uporabo novo tehnologijo napenjanja po sistemu Dywidag, in sicer:

- Dywidag AS150 – sistem napenjanja vrvi prereza 150 mm^2 z naknadnim sovpreženjem
- Dywidag MC external – sistem eksternih kablov s cementnim injektiranjem v PEHD cevi
- Dywidag W external – sistem eksternih kablov z monokabli v PEHD cevi (mast in dvojna trda plastika)

Sistem AS150 je bil uporabljen za kla-



Slika 5: Sidranje in prehod kablov W v prečniku nad glavnim stebrom

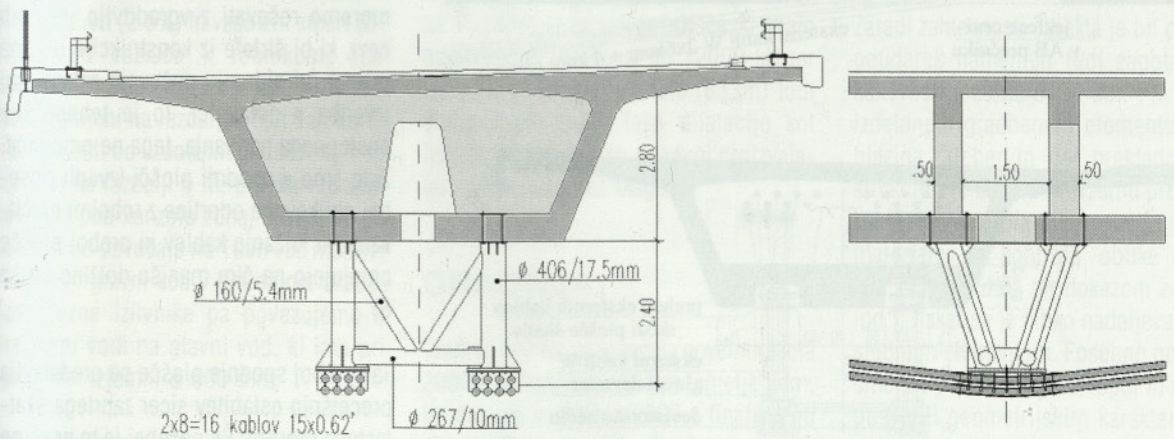
sično centrično napenjanje, kjer so bili uporabljeni kabli velikosti 15x150 (15 vrvi), napeti vsak s silo 2800 kN. Tipični kabli so bili dolgi 40 m (preko dveh taktov) ter podaljšani z nepomičnimi spojkami v kabel dolžine 833 m. V prerezu prekladne konstrukcije je 12 takih kablov, ki zagotavljajo preko 4,0 MPa centričnih tlakov v fazi gradnje, preprečujejo nastanek nateznih napetosti na zgornjem in spodnjem robu konstrukcije med narivanjem in s tem tudi nastanek razpok v betonu konstrukcije.

Za eksterno napenjanje sta bila uporabljena dva tipa kablov, ki sta nedomestila ploščate kable sistema iz razpisnega projekta. V delu preklade, kjer potekajo kabli samo v notranjosti škatle, so uporabljeni kabli sistema MC s cementnim injektiranjem, na delu, kjer kabli potekajo zunaj prereza (v razponih 50-80-50) pa kabli sistema W, ki so zaščiteni z mastmi, dvojno plastiko in vmesnim cementnim injektiranjem (Slika 5). Oba sistema omogočata zamenjavo in naknadno napenjanje kablov, kar je posebej pomembno za kontrolo deformacij v glavnem razponu 80 m. Zelo zanimive so rešitve pri sistemu MC, kjer so gole vrvi zaščitene s cementnim injektiranjem v plastični cevi, pa je kljub temu omogočeno do 20 cm dodatnega izvleka pri naknadnem napenjanju, kar popolnoma zadostuje za kable do dolžine 200 m.

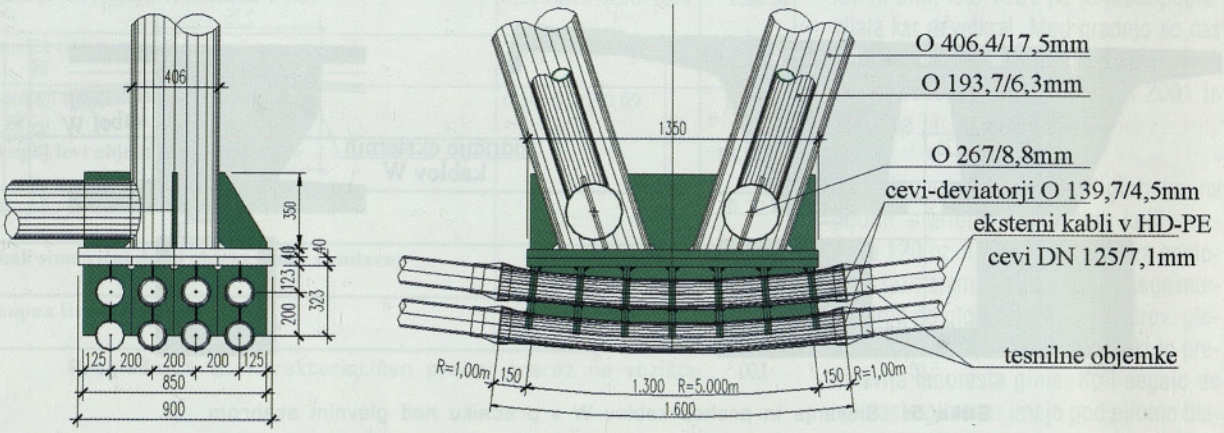
Za napenjanje kablov sistema W, ki potekajo preko glavnih treh razponov, je bil izdelan poseben protokol. Zaradi vpliva na deformacije konstrukcije je napenjanje potekalo istočasno z odstranitvijo začasnih podpor in s tem povezanimi spremembami statičnih vplivov in sistemov. Ta fazni postopek je opisan v posebnem prispevku o računski analizi konstrukcije.

PREDNAPETA ZATEGA

Centrično napeta konstrukcija za fazo gradnje ima za fazo uporabe poligonalno preko deviatorjev postavljene eksterne kable znotraj škatle. Tudi na največjem razponu 80.0 m so obremenitve, deformacije in napetosti uravnane z eksternimi kabli, le da so vodeni preko jeklenega deviatorja višine 2.40 m zunaj prekladne konstrukcije. Tako povečamo ročico sile v kablih ter dobimo velike odklonske sile v kablih, ki zagotavljajo primerno napetostno in deformacijsko stanje v konstrukciji. Vnos sil v škatlo prekladne betonske konstrukcije je rešen z dvema prečnikoma debeline 50 cm na mestu pritrditve deviatorja (slika 6).



Slika 6: Jekleni deviator v glavnem razponu

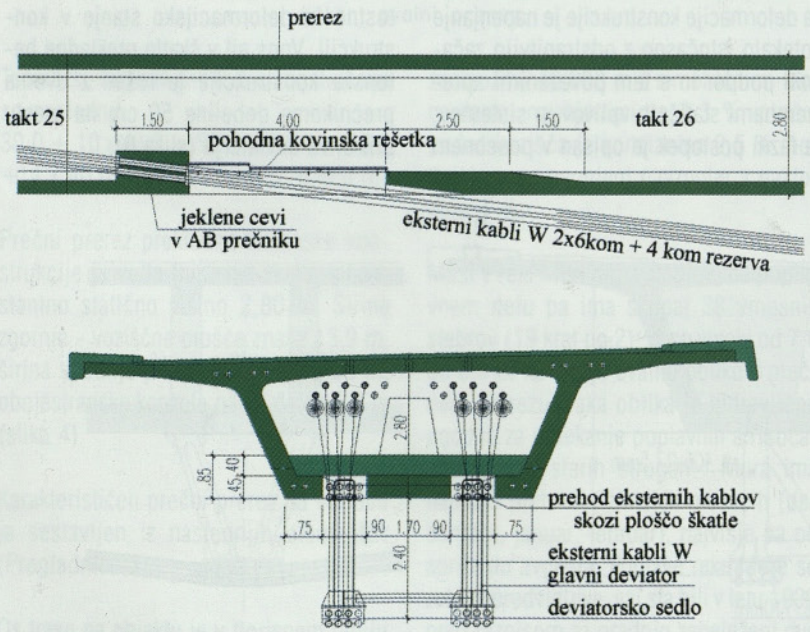


Slika 7: Detajl sedla za kable na dnu jeklenega deviatorja

Deviator je prostorska okvirna konstrukcija, sestavljena iz jeklenih okroglih cevi in deviatorskega sedla. V prerezu vzdolž mostu ima po dva piramidasto postavljena stebra v obliki črke V, v prečni smeri pa je to okvir s togostnimi diagonalami K oblike. Spodaj, na ožjem delu piramide, sta dve sedli (Slika 7), vsako s po 8 zakrivljenimi cevmi (R=5m) v dveh vrstah (2x4), skozi katere potekajo kabli. Prenos sil in ustrezno togost sedla zagotavlja sistem vzdolžnih in prečnih pločevin, na katere se naslanjajo cevi.

Glavni deviator v 80 m dolgem razponu skupaj z eksternimi kabli tvori elastično podporo za prednapeto betonsko kontinuirano konstrukcijo. Jeklena konstrukcija deviatorja prenaša odklonsko silo 12 kablov oz. s 4 rezervnimi skupaj 16 kablov. Vsak je prednapet s silo 2800 kN. Geometrija mostu in kablov je takšna, da se kabli lomijo na deviatorju za 6,6° v vertikalni smeri z odklonsko silo V =10304 kN, ter za 0,4° v horizontalni smeri s silo H=650 kN na celotno konstrukcijo glavnega deviatorja.

Konstrukcija deviatorja je narejena iz pločevin debelin od 20 do 40 mm ter iz okroglih cevi kvalitete jekla St 52-3, dimenzij ϕ406,4/17,5 mm za V stebre deviatorje, ϕ267/10 mm za horizontalne prečke, ϕ191/5,4 mm za diagonale ter ϕ139,7/4,5 mm zakrivljene v R=5,0m za deviatorske cevi v sedlu.



Slika 8: Vzdolžni in prečni prerez prehoda kablov skozi spodnjo ploščo

PREHOD KABLOV ZUNAJ KONSTRUKCIJE

Dokler potekajo eksterni kabli znotraj škatlaste konstrukcije, lahko sidranja in točke spreminjanja kabelske linije izvedemo z relativno enostavnimi in znanimi detajli, kot so prečniki in betonski deviatorji raznih izvedb. Če pa želimo s kabli izstopiti zunaj škatlaste konstrukcije, nastane precejšen zaplet.

Pri narivanju preboja kablov skozi spodnjo ploščo škatlaste konstrukcije ne moremo reševati z vgraditvijo jeklenih cevi, ki bi štrlele iz konstrukcije (kot na primer pri sidranju poševnih zateg), saj izvedba v delavnici, to je tehnologija postopnega narivanja, tega ne omogoča. Zato smo v spodnji plošči izvedli posebej oblikovane odprtine z robnimi ojačitvami, ki križanje kablov in preboj plošče omejujejo na čim manjšo dolžino (slika 8).

Tak preboj spodnje plošče pa predstavlja precejšnjo oslabitev sicer zaprtega škatlastega prereza. Še posebej je to nevarno v fazi narivanja zaradi poševnih stojin, ki

izgubita medsebojno razpiralo (spodnjo ploščo), ki sicer prenaša vodoravno komponento reakcije začasnega drsnega ležišča. Zato smo v fazi narivanja v oslabitev vgradili jekleno konstrukcijo iz treh jeklenih profilov IPB 300, pločevine in sider, ki smo jo po končanem potiskanju delno odstranili.

Da so oslabitve v prečnem prerezu čim manjše, smo združili kable v obliko snopa, za kar je bilo potrebno vgraditi še deviatorske cevi v prečnik ob odprtini za prehod kablov. S tem smo razpolovili prosto dolžino kablov, kar je ugodno zaradi vibracij. Prav tako pa smo ocenili, da je potek kablov v snopu estetsko primernejši od pahljačastega. Za prehod 16 kablov (od tega 4 rezerve) smo potrebovali dve odprtini, vsaka širine 0,90 m in dolžine 4,00 m.

OPREMA OBJEKTA

Pri opremi objekta je potrebno omeniti predvsem zasnovo odvodnjavanja objekta, ki je vplivala tudi na zasnovo celotnega objekta. Zaradi konveksne vertikalne zaokrožitve nivelete nad območjem Mure je most na tem mestu skoraj brez vzdolžnega padca, zato je tudi izvedba odvodnjavanja meteorne vode z vozišča dokaj problematična, saj znotraj poplavnega območja ni bilo dopuščeno zgraditi zadrževalnih oz. čistilnih bazenov.

Odvodnjavanje na mostu je urejeno v prečni smeri (2.5%) in vzdolžni smeri (0-1.3%) po vozišču k robnikom, kjer onesnaženo vodo zajemajo talni izlivniki. Ti so vgrajeni na razdaljah 5, 10 in 15 m v odvisnosti od vzdolžnih padcev. Kjer so izlivniki na razdalji 5 m, poteka vzdolžni cevovod pod konzolo zunaj škatle, ko pa se razdalje povečajo na 10 in več metrov, pa preide glavni vod v notranjost škatle, posamezne izlivnike pa povezujemo s prečnimi vodi na glavni vod, ki ima pri opornikih izjemni ϕ 500 mm.

Med detajlnim projektiranjem in izvedbo natančnih časovnih hidravličnih izračunov se je pokazalo, da je predvidena višine konstrukcija 2,80 m minimalna, da kanalizacija sploh še ostane v betonski škatli. Torej ob pogoju vodenja meteorne vode zunaj področja objekta brez vmesnih bazenov ni mogoče izvesti nižje konstrukcije, kot je izvedena.

Slika 9: Narivanje konstrukcije preko reke

Zaradi velike dolžine in zasnove glavnih nosilnih stebrov pri glavnem razponu, ki ni v sredini objekta, so dilatacije nesimetrične in precej velike, to je D400 mm ter kar D 640 mm na oporniku v osi 1. Vgradnja tako velikih dilatacij zahteva natančno spremljanje temperatur po celotni konstrukciji in dobro poznavanje reoloških karakteristik vgrajenega betona. Podobno velja tudi za ležišča, ki imajo maksimalno nosilnost do 12000 kN ter zaradi dolge zavorne enote (833m) tudi dolge drsne poti. Tako dilatacije kot ležišča je dobavil isti priznani proizvajalec, to je švicarska Magebe.

GRADNJA

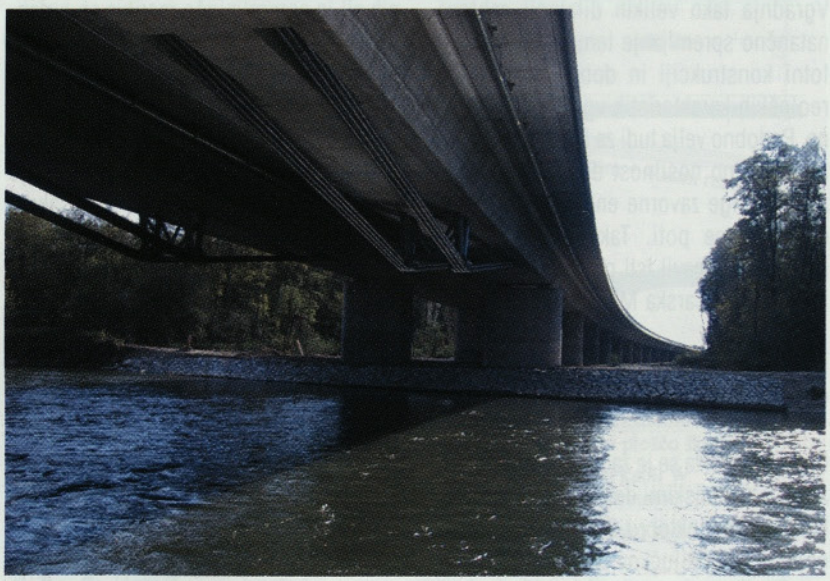
Gradnja objekta se je začela novembra leta 2000 z zemeljskimi deli ter temeljenjem, končala pa v oktobru 2003 s finalizacijo objekta in priključkov. Gradnja prekladne konstrukcije je potekala po postopku postopnega narivanja. Konstrukciji, vsaka sestavljena iz 43 betonskih segmentov, sta se gradili ena za drugo. Gradnja desne je potekala od junija 2001 do julija 2002, leve pa od novembra 2002 do oktobra 2003. Nekaj zanimivosti iz gradnje je opisano v posebnem prispevku izvajalca del.

Narivanje objekta dolžine preko 800 m v tako zahtevni geometriji z eno samo hidravlično opremo je posebnost, ki je nismo zasledili v literaturi. Izračuni potrebnih sil in spremljajoče meritve so opisani v prispevku, ki opisuje računsko analizo.

Zaradi zahtevnosti objekta je bil poseben poudarek namenjen tudi zagotavljanju kakovosti materialov in del. Pri vsakem izdelanem gradbenem elementu (pilot, blazina, steber in del prekladne konstrukcije) je bila ob prevzemu preverjena kakovost (dokazila o kakovosti vgrajenih materialov s kontrolo oblike in posnetkom položaja ter dokazom zveznosti ipd.), nakar se je lahko nadaljevalo z naslednjim elementom. Posebno pozornost smo pri projektiranju, izvedbi in nadzoru posvetili geometrijskim karakteristikam objekta, saj bi bili pri tako zahtevni geometriji in tehnologiji ob pomanjkljivi

Slika 10: Most med gradnjo, reka in poplavni pas

Slika 11: Detajl glavnega deviatorja



Slika 12: Most čez Muro

kontroli geometrije že na začetku obsojeni na neuspeh.

Investitor DARS d.d. se je med gradnjo mostu odločil, da spremeni profil celotne prekmurske avtoceste na tako imenovan varčni profil brez odstavnih pasov. Zato je na mostu, ki je izveden v polnem profilu, nastala »odvečna« širina, ki jo je investitor namenil kolesarski stezi. Leta je od avtocestnega prometa ločena z betonsko varnostno ograjo s transparentnim nastavkom, ki ločuje obe vrsti prometa.

Dodatno je investitor naročil izdelavo obeležja mostu, ki je izdelano kot elektronski prikazovalnik, namenjen obveščanju uporabnikov avtoceste.
Obojestranska elektronska obvestilna tabla dimenzij 3,20 x 6,00 m je nameščena na posebej oblikovani jekleni stolpni konstrukciji skupne višine 30 m, ki stoji ob objektu in na bregu reke Mure. Konstrukcija ima poleg praktičnega tudi simbolni pomen premoščanja reke, povezovanja pokrajine in obeležuje večletne napore ob planiranju, načrtovanju in gradnji tega objekta.

SKLEP

Objekti, ki jih lahko povezujemo z inovativnim pristopom v zasnovi, posegajo na področja, kjer ni dovolj izkušenj ne za projektante ne za izvajalce. Zato zahtevajo mnogo več razmisleka pri zasnovi natančnih, večkratnih in bolj detajlnih računskih analiz, več truda pri projektantih ter več natančnosti pri izvajalcih. Vendar sta skrb in trud obilno povrnjena v obliki zadovoljstva ob dobrem zgrajenem objektu.

Glede na velikost tega kapitalnega objekta, njegovo zahtevnost in inovativnost ter doseženi kakovosti materialov in izvedenih del je most čez Muro referenčni objekt tako za projektanta, izvajalca in nadzornika tudi na širšem mednarodnem področju. Za naročnika pa je to kakovostna in trajna rešitev premostitve reke Mure na

avtocesti ter racionalna poraba javnih sredstev, saj je bil objekt v velikosti 23.257 m^2 zgrajen za 2,694 milijarde SIT (vključno z 19% DDV vezano na junij 2000) oz. za kvadratni meter mostu 116.000 SIT oziroma 560 EUR/m^2.

ZAHVALA

Kapitalni objekti za svoje rojstvo zahtevajo mnogo truda in odrekanja vseh sodelujočih v vseh fazah priprave, projektiranja in izvedbe. Že pred natečajnimi rešitvami, ki smo jih oddali leta 1998, smo sodelovali pri idejnih skicah in postavljanju trase v prostor. Projektiranje razpisnega projekta v letu 1999, izvedbenega pa intenzivno v letih 2000-2001, projektno spremljanje do konca del na gradbišču ter izdelava PID dokumentacije so trajala tri leta od novembra 2000 do oktobra 2003. Približno 60 ljudi na gradbišču je delalo 3 leta v vročini in mrazu, zraven pa še vsi podizvajalci, dobavitelji, kontrola kvalitete, nadzor, tehnologi in tako dalje, vseh ni mogoče našteti. Ker je prispevek namenjen predvsem gradbenikom konstruktorjem, naj naštejemo sodelavce, ki so delali pri izdelavi projektne dokumentacije oz. vplivali na njen nastanek in vsebino in se jim kot odgovorni projektant še posebej zahvaljujem za sodelovanje. Hvala tudi partnerju v biroju, ostalim sodelavcem ter domačim za podporo in razumevanje v tem času.

Nekaj sodelujočih pri izdelavi tehnične dokumentacije in izvedbi

Projektant	odgovorni projektant	Viktor Markelj, univ. dipl. inž. grad.,
Ponting	sodelujoči arhitekt	Bogdan Reichenberg, univ. dipl. inž. arh.;
d.o.o.	statična analiza	Dušan Rožič, univ. dipl. inž. grad.,
		Miran Štern, univ. dipl. inž. grad.
	konstruktorska ekipa	Tone Karner, inž. grad.,
		Milena Karner, grad. teh, Miha Marinič, inž. grad.,
		Rok Mlakar, univ. dipl. inž. grad.
Nadzornik	recenzija oz. nadzor	Ivan Sečkar, univ. dipl. inž. grad.,
DDC d.o.o.		prof.dr. Milenko Pržulj, univ. dipl. inž. grad.,
		Rade Zeljković, univ. dipl. inž. grad.,
		Jože Klenovšek, univ. dipl. inž. grad.,
		Lojze Hozjan, univ. dipl. inž. grad.
Izvajalec	odgovorni vodja del	Maja Žiberna, univ. dipl. inž. grad.
Gradis GPL	priprava dela	Radovan Kotnik, univ. dipl. inž. grad.,
		Drago Kristan, univ. dipl. inž. str.

LITERATURA

Natečajna rešitev Most čez Muro pod šifro Brod3, Inženirski biro Ponting, avgust 1998
Končno poročilo strokovne komisije za oceno natečajnih rešitev za most čez reko Muro, DARS d.d., Ljubljana 22.9.1998
Projekt faze IP za most Muro, št.proj.: 205/99, avgust 99 ter faze PZR, DARS, januar 2000,
Projekt faze PGD/PZI za most Muro, Ponting, št.proj.: 232/00, nov.2000-okt. 2003

POVRŠINSKA EROZIJA NA EKSPERIMENTALNEM POVODJU REKE DRAGONJE - TRENDI V ZADNJIH 40 LETIH

SURFACE SOIL EROSION IN THE EXPERIMENTAL WATERSHED OF RIVER DRAGONJA - TRENDS IN THE PAST 40 YEARS

ZNANSTVENI ČLANEK
UDK 556:(551.311.2 + 551.312.3)

GREGOR PETKOVŠEK, LIDIJA GLOBEVNIK, MATJAŽ MIKOŠ

P O V Z E T E K

Prispevek obravnava trende sproščanja in odplavljanja zemljin na eksperimentalnem povodju Dragonje v zadnjih 40 letih. Analizirana sta dva poglavitna vzroka za spremembe, spremenjena raba tal in zmanjšana erozivnost padavin. Za določitev stopenj površinskega sproščanja in odplavljanja je bila uporabljena enačba RUSLE. Ugotovljeno je bilo, da se je v obdobju med leti 1960 in 2000 površinsko sproščanje zmanjšalo na 56 %. K temu je sprememba rabe tal prispevala nekoliko več kot zmanjšana erozivnost padavin. Ob upoštevanju sproščanja s klifov, kjer je bilo v istem obdobju zmanjšanje na delih povodja še večje, pa avtorji ocenjujejo, da se je celotno odplavljanje zemljin s povodja Dragonje v obravnavanem obdobju zmanjšalo na 45 %.

S U M M A R Y

The paper assesses soil erosion trends in the experimental catchment of the river Dragonja in the last 40 years. Two main affecting factors are analysed: the change in land use and the change in rainfall erosivity. The RUSLE equation was used to calculate average annual soil loss. It can be estimated that in the period 1960-2000 soil erosion rates were reduced to 56% of the initial amount. The contribution of land use change to this decrease is somewhat higher than the contribution of the decrease in rainfall erosivity. If the change in sediment production from cliffs is also taken into account, the reduction in sediment yield in the same period from the Dragonja river catchment can be estimated to 45% of the initial amount.

Avtorji:

dr. Gregor Petkovšek, univ. dipl. inž. grad., UL Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova 2, Ljubljana, gpetkovs@fgg.uni-lj.si
dr. Lidija Globevnik, univ. dipl. inž. grad., Inštitut za vode, Hajdrihova 28, Ljubljana
izr.prof.dr. Matjaž Mikoš, univ. dipl. inž. grad., UL Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova 2, Ljubljana, mmikos@fgg.uni-lj.si

1. UVOD

Erozijo tal povzročajo številni naravni dejavniki [Pintar & Mikoš 1983, Mikoš 1995], ki delujejo na zemeljsko površje, pa tudi človekovi posegi v okolje. V slovenskih podnebnih razmerah sta najbolj prisotni plazna erozija in površinska vodna erozija. V hidrologiji pogosto uporabljamo pojem erozija tal v ožjem pomenu, ki zajema samo površinsko vodno erozijo, ki je rezultat erozijskega delovanja padavin in površinskega odtoka. Pomen erozije tal v gradbeništvu je predstavljen v [Petkovšek & Mikoš, 2002].

Prve metode za vrednotenje erozije tal so se pojavile v prvi polovici dvajsetega stoletja in izhajajo iz področja kmetijstva. To so empirični modeli, namenjeni napovedovanju sproščanja, to je količini zemljine, ki jo voda izloči iz matičnih tal. Značilen primer takega modela je Univerzalna enačba izgub zemljine (USLE, "Universal Soil Loss Equation"). Model je sestavljen iz glavne enačbe in pomožnih enačb oziroma preglednic in grafikonov za določanje posameznih vrednosti glavne enačbe. Enačba je bila široko uporabljana za napovedovanje vpliva rabe tal na erozijo [Hahn et al., 1994]. Razvoj enačbe in podatki, na podlagi katerih je bila enačba razvita, so standardizirani in dobro dokumentirani. Izvirna oblika enačbe je namenjena oceni srednje letne izgube tal s kmetijskih zemljišč (v t/ha/leto).

Sčasoma so se na temelju novih spoznanj o dinamiki erozije pojavile razne izboljšave in različice te enačbe, med katerimi sta najbolj znani RUSLE (angl. orig. "Revised USLE", tj. poprávljena USLE) in MUSLE (angl. orig. "Modified USLE", spremenjena USLE). Poglavitna sprememba je v na novo definiranem dejavniku erozivnosti. Pojavile so se tudi izboljšane oblike topografskega dejavnika. Na podlagi omenjenih dveh algoritmov je mogoče napovedovati erozijo tal tudi ob posameznem erozijskem dogodku, tj. nalivu.

Sprva so enačbo in njene izpeljanke uporabljali v ZDA, kjer so za določevanje vsakega od omenjenih dejavnikov izdelane enačbe, grafikoni oziroma karte. V novejšem času pa je vse več primerov uporabe tudi iz Evrope, npr. na Bavarskem [Auerswald & Schmidt, 1986] in v Južnem Limburgu na Nizozemskem [De Roo, 1998]. Na začetku je bila uporaba omejena na manjše erozijske ali obdelovalne ploskve in kvečjemu še na pobočja, kasneje pa se je z razvojem koeficienta odplavljanja (model SEDD, [Ferro & Porto, 2000]) oziroma na novo definiranega dejavnika erozivnosti odtoka [Williams, 1975; Kinnell, 1997] možnost uporabe razširila tudi na manjša in celo večja povodja, npr. povodje Rena [van Dijk, 2001].

Za območje Sredozemlja je enačbo za izračun srednjega letnega sproščanja in odplavljanja zemljin predlagal [Gavrilović, 1970]. To enačbo so pogosto uporabljali tudi v Sloveniji. [Pintar et al., 1986] so ugotovili, da v omenjeni enačbi klimatski parametri niso primerni za slovenske razmere. Predlagali so svojo različico enačbe, v kateri so srednje letne padavine in temperaturni koeficient nadomestili z največjimi dnevnimi padavinami kot primernejšim parametrom erozivnosti padavin. Avtorji so navedli, da je enačba primerna za večja povodja in letna povprečja.

2. OBRAVNAVANO OBMOČJE

Eksperimentalno povodje reke Dragonje (91 km^2) se razprostira v Slovenski Istri na jugozahodu Slovenije, deloma pa tudi na Hrvaškem. Dragonja teče od vzhoda proti zahodu skozi dobro razčlenjen gričevnat svet in se v Sečoveljskih solinah izliva v Piranski zaliv. Kamninska sestava povodja je fliš, z izjemo spodnjega dela doline, ki leži na aluvialnih naplavinah, njen južni bok pa pripada apneniškemu obrobju Bujskega krasa [Globevnik, 2001]. Prevladujoča vrsta tal na območju povodja je karbonatna rend-

Slika 1: Povodje Dragonje z vrisanimi lokacijami hidrometeorološkega monitoringa.

zina na flišu [Stepančič et al., 1985].

Na območju povodja ali v njegovi neposredni bližini delujejo ali so delovali vodomerna postaja Podkaštel, ombrometri Seča, Koštabona in Kubed ter ombrograf na letališču v Portorožu (slika 1).

Na obravnavanem območju se je raba tal po drugi svetovni vojni začela spreminjati zaradi izseljevanja prebivalstva in posledičnega opuščanja kmetijskih in travniških površin, ki so se začele zaraščati [Globevnik, 2001]. Na območju povodja danes prevladuje gozd in površine v zaraščanju. Takoj po drugi svetovni vojni je bilo teh površin manj kot tretjina. K temu so pripomogli tudi inženirsko-biološki ukrepi na najbolj erodiranih območjih povodja, ki so se izvedli v začetku 70ih let 20. stoletja [Globevnik et al., 1998]. Analiza erozivnosti padavin in odtoka [Petkovšek, 2002] je pokazala, da so bila v obdobju zadnjih 40 let prisotna tudi znatna nihanja v erozivnosti padavin.

3. METODE IN PODATKI

Ker se je pokazalo, da je treba pri ocenjevanju sprememb erozijskih procesov upoštevati spremembe erozivnosti padavin, je bila za naš namen najprimernejša enačba RUSLE [Renard et al., 1997]:

$$A=RKLSCP \qquad (1)$$

A [kg/ha•leto] je povprečna izguba tal na enoto površine, ki je odvisna od aktivnih hidroloških in topografskih dejavnikov (R, L, S) in reaktivnih dejavnikov (K, C, P), ki opisujejo erodibilnost, pokrovnost in rabo tal. Posamezni dejavniki so [Hahn et al., 1994]:

R dejavnik padavin in odtoka, to je število enot dežja za energijo padavin in odtok, in vode iz taljenja snega za odtok [MJ•mm/ha•h•leto],

K dejavnik erodibilnosti zemljine glede na standardne razmere (raba tal, padec in dolžina pobočja),

L dejavnik dolžine pobočja, to je razmerje med izgubo tal pri podani dolžini in standardni dolžini 22.1 m,

S dejavnik naklona pobočja, to je razmerje med izgubo tal pri podanem padcu in standardnem padcu 9 %,

C dejavnik pokrovnosti in obdelave tal, to je razmerje med izgubo tal pri podani pokrovnosti in izgubo tal z neobdelanega polja,

P dejavnik kmetijskih zaščitnih ukrepov, to je razmerje med izgubo tal s polja, ki se obdeluje s podanimi ukrepi in izgubo tal s polja, ki se obdeluje z oranjem navzgor in navzdol.

Vrednost dejavnika K je v obravnavanem času in prostoru približno konstantna. Dejavnika C in P sta odvisna od vrste rabe tal. Pri analizah, kakršna je ta, je smiselno predpostaviti, da sta tudi dejavnika L in S odvisna od rabe tal, saj so npr. kmetijska območja v povodju Dragonje pretežno na položnejših hrbtih in v dolinah, medtem ko so pobočja poraščena.

Zaradi nezadovoljive časovne ločljivosti padavinskih podatkov dejavnika R nismo določili z neposrednim računom, kot ga priporočajo [Renard et al., 1997], temveč smo uporabili oceno, ki jo podajata [Petkovšek & Mikoš, 2002]. Ta temelji na empirično ugotovljeni zvezi med mesečno erozivnostjo padavin in vsoto kvadratov dnevnih padavin:

$$R_i = a_i \cdot \sum_i P_d^2 \qquad (2)$$

kjer se indeks i nanaša na mesece, R je erozivnost padavin in odtoka, P_d pa dnevne padavine.

Podatke o dnevnih padavinah je posredoval [ARSO, 2002]. Uporabili smo podatke iz Seče (spodnji del povodja, podatki od 1961 do 2000), Koštabone (osrednji del povodja, od 1966 do 1991) in Kubeda (zgornji del povodja, od 1945 do 1990). Manjkajoče podatke smo izračunali na podlagi razmerja povprečnih vrednosti R med postajo z znano vrednostjo R in postajo z manjkajočo vrednostjo R.

Dejavnik C [-] predstavlja razmerje med izgubo tal pri podani pokrovnosti in načinu obdelave tal v primerjavi z izgubo tal z neobdelanega polja, pri čemer so ostali dejavniki enaki. Dejavnik C je eden od najpomembnejših dejavnikov enačbe RUSLE, saj je razpon možnih vrednosti največji, razmerja med vrednostmi za posamezne vrste rabe tal so tudi več kot 100-kratna. Nanj vplivajo predhodna raba (poddejavnik PLU [-], angl. orig. *prior land use*), rastlinska zaščita (poddejavnik CC [-], angl. orig. *canopy cover*), zaščitenost površine (poddejavnik SC [-], angl. orig. *surface cover*), hrapavost površine (poddejavnik SR [-], angl. orig. *surface roughness*) in vlažnost tal (poddejavnik SM [-], angl. orig. *soil moisture*). Vrednost vsakega od teh poddejavnikov se lahko spreminja z vegetacijskim obdobjem. V tem primeru njegovo vrednost izračunamo na podlagi mesečnih stopenj izgub tal slr:

$$C = \frac{\sum_i slr_i \cdot R_i}{\sum_i R_i} \qquad (3)$$

Indeks i teče po mesecih od januarja do decembra.

Dejavnik P [-] ponazarja vpliv posebnih kmetijskih zaščitnih ukrepov. Vrednosti koeficienta so med 0.25 (terasiranje) in 1 (oranje vzdolž pobočja oziroma brez zaščitnih ukrepov). Na strmih pobočjih so razlike manjše. Pri njivah, sadovnjakih in vinogradih je bila privzeta vrednost P = 0.5, pri ostalih vrstah rabe tal je bila za vrednost koeficienta P predpostavljena enotna vrednost 1.

4. REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 EROZIVNOST PADAVIN

V obdobju 1966-1990, ko so bili na voljo podatki za vse postaje, je srednja letna erozivnost padavin znašala v Seči 2960 MJ/ha mm/h, v Koštaboni 2870

MJ/ha mm/h in v Kubedu 3860 MJ/ha mm/h. Razlike so posledica povečevanja srednje letne količine padavin v smeri proti notranjosti povodja [Ogrin, 1995] in povečevanje njihove koncentriranosti v smeri proti morju [Petkovšek, 2002]. Preglednica 1 podaja spreminjanje erozivnosti padavin po obdobjih in lokacijah.

Mesečno spremenljivost erozivnosti padavin, ki jo potrebujemo za izračun dejavnika C po enačbi (3), podaja slika 2. Prikazani so relativni deleži mesečne erozivnosti v primerjavi s povprečno mesečno erozivnostjo padavin (tj. eno dvanajstino letne erozivnosti). Na tej podlagi dobimo vrednost dejavnika C za njive C = 0.10.

4.2 RABA TAL

Analizo spremembe rabe tal v omenjenem obdobju v povodju Dragonje je opravila [Globevnik, 2001]. Vrednosti so podane na sliki 3. Na tej podlagi so bile določene vrednosti dejavnikov CP. V preglednici 2 je za vsako analizirano kategorijo podana vrednost koeficientov C in P ter naveden vir, po katerem je vrednost povzeta. Pri njivah je bila vrednost dejavnika C izračunana po enačbi (3), mesečne stopnje izgube tal slr pa povzete po [van Dijk, 2001].

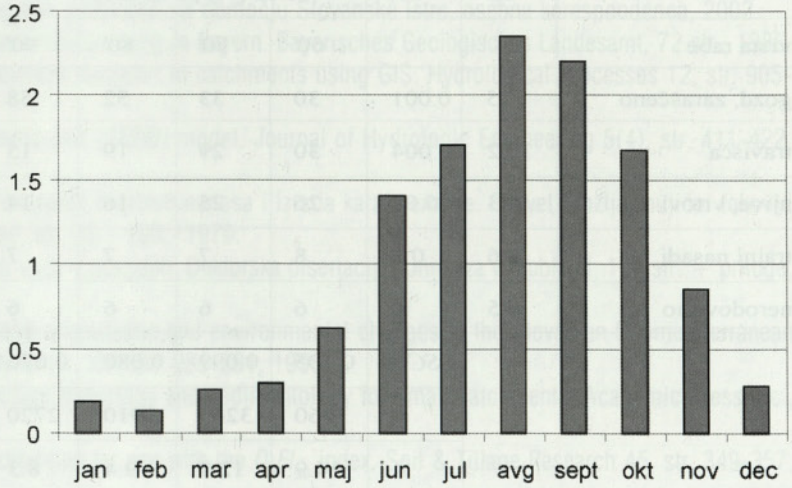
Značilne vrednosti dejavnikov L in S za posamezne vrste rabe tal smo povzeli po analizi [Petkovšek, 2002], ki je s pomočjo matematičnega modela analiziral sproščanje zemljin na SV delu povodja.

4.3 SPROŠČANJE ZEMLJIN

Na podlagi analiz v prejšnjih dveh točkah smo dobili oceno sprememb sproščanja zemljin v povodju Dragonje. Povzetek rezultatov podaja preglednica 3. Specifično sproščanje po posameznih obdobjih je prikazano na sliki 4.

obdobje	Seča	Koštabona	Kubed
60'	3259	3129*	4304
70'	2649	3154	3992
80'	2969	2485	3288
90'	2491	-	-
povprečje	2960	2870	3860

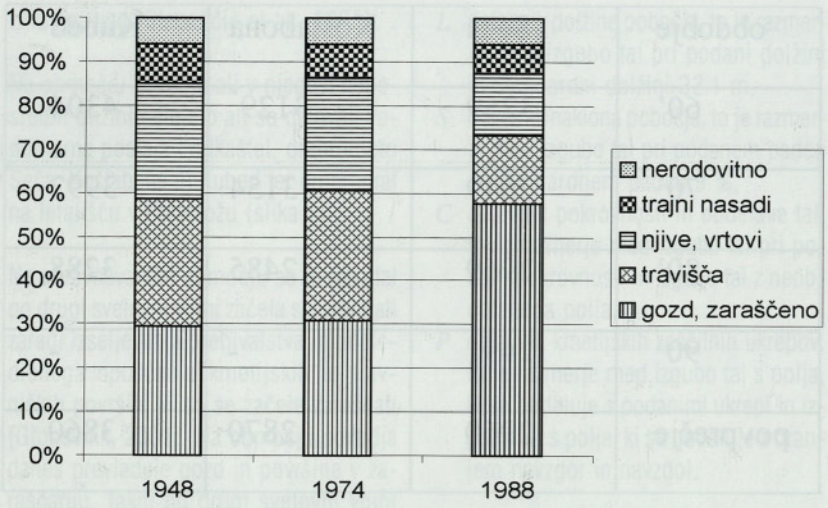
Preglednica 1: Spreminjanje vrednosti dejavnika R [MJ/ha mm/h] po obdobjih in lokacijah (* - niz ni popoln).



Slika 2: Spreminjanje deleža letne erozivnosti, podane kot razmerje med erozivnostjo padavin v izbranem mesecu in erozivnostjo povprečnega meseca, za povprečje obravnavanih postaj.

Opis	C	Vir	P
njiva, vrt	0.10	enačba (3)	0.5
trajni nasadi	0.20	2	0.5
travišča	0.004	1	1
gozd, zaraščeno	0.001	1	1
nerodovitno	0	-	1

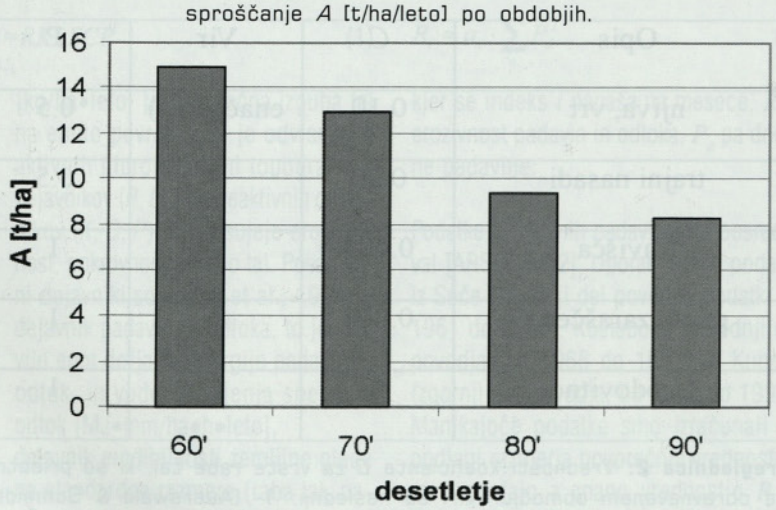
Preglednica 2: Vrednosti koeficienta C za vrste rabe tal, ki so prisotne na obravnavanem območju. Viri so naslednji: 1- [Auerswald & Schmidt, 1986], 2- [Richter, 1991].



Slika 3: Sprememba rabe tal na povodju Dragonje [Globevnik, 2001].

	LS	*CP*	delež (%) po obdobjih			
vrsta rabe			60'	70'	80'	90'
gozd, zaraščeno	25	0.001	30	33	52	58
travišča	10.2	0.004	30	29	19	15
njive, vrtovi	4.3	0.05	26	25	16	14
trajni nasadi	3.6	0.1	8	7	7	7
nerodovitno	6.5	0	6	6	6	6
		LSCP	0.105	0.099	0.080	0.076
		R	3560	3260	2910	2720
		A	14.9	12.9	9.4	8.3

Preglednica 3: Dejavniki *LS* in *CP* enačbe RUSLE za posamezne vrste rabe tal in njihov delež [%] po obdobjih, povprečna vrednost dejavnika erozivnosti padavin in odtoka *R* [MJ/ha mm/h] po obdobjih ter specifično sproščanje *A* [t/ha/leto] po obdobjih.



Slika 4: Specifično letno sproščanje [t/ha] po desetletjih.

Rezultati kažejo, da se je sproščanje zemljin pri površinski eroziji tal v devetdesetih letih zmanjšalo na 56 % sproščanja v šestdesetih letih. Pri tem je najpomembnejši vzrok spremenjena raba tal, na račun katere se je sproščanje zmanjšalo za 28 %. Velik delež pa prispeva tudi upadanje erozivnosti padavin, in sicer se je na račun zmanjšanja erozivnosti padavin sproščanje zemljin zmanjšalo za 23 %.

Pri tem je treba poudariti, da v tej analizi niso upoštevani klifi, ki so pomembna erozijska žarišča. Zaradi regulacije struge Dragonje in njenih pritokov ter drugih vzrokov so se nekateri klifi v tem času zarasli, tako da lahko predpostavimo, da niso več aktivni in ne prispevajo pomembnejših količin sedimentov v rečni sistem. Za podpovodje Rokave [Petkovšek, 2002] navaja, sta se v omenjenem obdobju zarasla dva od treh klifov. Meritve odplavljanja lebdečih plavin in erozije s klifov v podpovodju Rokave [Petkovšek, 2002] so pokazale, da preostali klif pripeva približno tretjino vseh sedimentov, ki se odplavljajo iz podpovodja. Če torej upoštevamo tudi te spremembe, lahko ocenimo, da je odplavljanje v devetdesetih letih znašalo približno 45 % odplavljanja v šestdesetih letih (preglednica 4).

5. SKLEP

Raziskava je pokazala nekaj zanimivih ugotovitev v zvezi s trendi sproščanja in odplavljanja zemljin na eksperimentalnem povodju Dragonje. Rezultati raziskave kažejo, da se je v zadnjih štiridesetih letih (1960-2000) sproščanje in odplavljanje zemljin s povodja reke Dragonje zmanjšalo tako na račun spremenjene rabe tal in stabilizacije ključnih žarišč sproščanja kot tudi zmanjšane erozivnosti padavin, pri čemer se je tudi drugi dejavnik pokazal skoraj kot enakovreden prvemu.

Na analiziranem območju se v zadnjem času znova povečuje človekova aktivnost. Na letne stopnje sproščanja in odplavljanja zemljin tal bo zlasti vplivalo po-

novno povečevanje rabe zemljišč za kmetijske namene. Zato v bodoče ni pričakovati nadaljevanja trendov iz analiziranega obdobja, bodo pa spremembe zahtevale skrbno spremljanje procesov tudi v prihodnje.

Preglednica 4: Sprememba odplavljanja zemljin za obravnavano obdobje.

vir	90' - delež	faktor zmanjšanja	60'
površinski	0.67	1.8	1.2
točkovni (klifi)	0.33	3	1.0
skupaj	1.0	-	2.2

LITERATURA

ARSO MOP, Podatki o 5-minutnih in dnevnih padavinah na območju Slovenske Istre, osebna korespondenca, 2002.

Auerswald K., Schmidt F., Atlas der Erosionsbefährdung in Bayern. Bayerisches Geologisches Landesamt, 72 str., 1986.

De Roo A.P.J., Modelling runoff and sediment transport in catchments using GIS. Hydrological Processes 12, str. 905-922, 1998.

Ferro V., Porto P., Sediment delivery distributed (SEDD) model. Journal of Hydrologic Engineering 5(4), str. 411-422, 2000.

Gavrilović S., Savremeni načini proračunavanja bujičnih nanosa i izrada karata erozije. Posvet Erozija, bujični tokovi i rečni nanos. Institut Jaroslav Černi, Beograd, str. 85 - 100, 1970.

Globevnik L., Celosten pristop k urejanju voda v povodjih. Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, 167 str. + priloge, 2001.

Globevnik L., Fazarinc R., Sovinc A., Land degradation and environmental changes in the Slovenian Submediterranean (The Dragonja River Catchment). Geoökodynamik, XIX, str. 281-291, 1998.

Hahn C.T., Barfield B.J., Hayes J.C., Design hydrology and sedimentology for small catchments. Academic Press Inc., San Diego, USA. 588 str., 1994.

Kinnell P.I.A., Converting USLE soil erodibilities for use with the $Q_R EI_{30}$ index. Soil & Tillage Research 45, str. 349-357, 1997.

Mikoš M., Soodvisnost erozijskih pojavov v prostoru. Gozdarski vestnik 9, str. 342 - 351, 1995.

Ogrin D., Podnebje Slovenske Istre. Knjižnica Annales, Koper, 381 str., 1995.

Petkovšek G. Kvantifikacija in modeliranje erozije tal z aplikacijo na povodju Dragonje. Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani,.169 str + priloge, Ljubljana 2002.

Petkovšek G., Mikoš M., Določitev dejavnika erozivnosti padavin in odtoka R na podlagi dnevnih padavin na povodju Dragonje, Gradbeni vestnik, str. 322-330, 2002.

Pintar J., Mikoš M., Izdelava smernic in normativov z globalno usmeritvijo urejanja po ekosistemih, pojavnostih in ekološki primernosti ter načinov gospodarjenja s povirji voda. Poročilo, VGI C - 432, Ljubljana, 133 str., 1983.

Pintar J., Mikoš M., Verbovšek V., Elementi okolju prilagojenega urejanja vodotokov. Drugi kongres o vodama Jugoslavije, Ljubljana. Knjiga II, str. 800-814, 1986.

Renard K.G., Foster G.R., Weesies G.A., McCool D.K., Yoder D.C., Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised universal soil loss equation (RUSLE). USDA, Agricultural Handbook No 703, 404 str., 1997.

Richter G., The Mosel region - Nature, land use and soil erosion problems on both sides of the border between Germany and Luxembourg. Forschungsstelle Bodenerosion der Universität Trier, 10, str. 7-24, 1991.

Stepančič D., Lobnik F., Rupreht T., Tla slovenskega Primorja. Kompleksna vodnogospodarska rešitev za povodja pritokov obalnega območja. Poročilo VGI, Ljubljana, 1985.

van Dijk P., Soil erosion and associated sediment supply to rivers. Doktorska disertacija, University of Amsterdam, 211 str, 2001.

PROBLEMATIKA GRADBENIH ODPADKOV V SLOVENIJI - STANJE IN SMERNICE ZA RAVNANJE Z NJIMI

THE PROBLEM OF CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE IN SLOVENIJA - MANAGEMENT AND WAYS OF SOLUTION

STROKOVNI ČLANEK
UDK 69.002.8 (497.12)

VESNA KRALJ, VIKTOR GRILC

P O V Z E T E K Gradbeništvo ima velik vpliv na okolje, ki sega od izkoriščanja naravnih virov, proizvodnje in prevoza materialov, gradnje in rušenja do vpliva zgradbe na okolje. Da bi ta vpliv lahko čimbolj zmanjšali, je potrebno raziskati možnosti ponovne uporabe in recikliranja gradbenih odpadkov. V prispevku so podane vrste, količine in stanje ravnanja z gradbenimi odpadki v Sloveniji ter nekatere možnosti za izboljšanje ravnanja s temi odpadki.

S U M M A R Y Construction activities have a huge harmful influence on environment, caused by the exploitation of natural resources, production and transportation of materials, construction and demolition and finally the building itself. To minimize that influence we need to find new possibilities for the reuse and recycling of construction/demolition waste. The paper presents types and quantities of these waste as well as their management in Slovenia, and suggests some improvements for more efficient management in the future.

Avtorja:
Vesna Kralj, prof. mat. in teh p., Šolski center Novo mesto, Šegova ulica112, Novo mesto
prof. dr. Viktor Grilc, univ. dipl. inž. kem., Kemijski inštitut, Hajdrihova ulica 19, Ljubljana

1. UVOD

Največ surovin v gradbeništvu, kot so pesek, gramoz, kamenje, lapor, apnenec in les se pridobiva iz naravnih virov. Njihovo izkoriščanje in prevoz povzroča različne vplive na okolje, kot so prah, hrup, onesnažen zrak in vode, onesnaženost prsti, sprememba krajine, zmanjšanje bioraznovrstnosti in zmanjševanje neobnovljivih surovinskih virov. Na drugi strani gradbeništvo kot dejavnost proizvede veliko količino gradbenih odpadkov, ki jih je potrebno ustrezno predelati in ponovno uporabiti ali odložiti. Da bi kar najbolj zmanjšali vpliv gradbeništva na okolje, je potrebno zmanjšati uporabo primarnih virov in poskrbeti za pripravo in uporabo sekundarnih surovin. Potencial za recikliranje gradbenih odpadkov je večinoma iz inertnih materialov, iz katerih lahko dobimo nove agregate in na manjše frakcije odpadkov, kot so plastične mase, kovine in lesni odpadki.

SELEKTIVNO RUŠENJE

Visoko stopnjo ponovne uporabe in reciklaže lahko dosežemo s selektivnim rušenjem [Symonds,1999]. To je tehnika, ki omogoča, da odpadke sortiramo na mestu nastanka, če iz zgradbe pred rušenjem izločimo uporabne dele (kakovostne portale, peči, intarzirane parkete, štukaturne strope, starinsko gradbeno pohištvo, stopniščne ograje, masivne lesene grede, banje, lijake in pipe...). Za te gradbene starine obstaja zanimanje in tržišče. Nato odstranimo vse dele, ki vsebujejo nevarne snovi: azbestne obloge in izolacije, svinčene cevi, rezervoarje in cevovode za kurilno olje, impregnirane lesene dele, bakrene kable, transformatorje, neonske žarnice in podobno. Konč-

no stavbo rušimo in ločimo opečni del od betonskega, steklenega ter lesa, ki jih nato ločeno prepeljemo v najbližji reciklažni center. Demontaža porabnih delov zgradbe in ločevanje komponent med potekom rušenja tako omogoča pridobitev frakcij, ki so najbolj specificirane in najmanj onesnažene s tujki ali celo z nevarnimi snovmi, zato omogoča visoko stopnjo reciklaže in velike prihranke. Glede na spreminjanje načina gradnje je potrebno upoštevati, da se bodo gradbeni odpadki v bodoče spreminjali, saj se npr. uporablja namesto klasične opeke vse več stekla [Symonds, 1999].

Kako lahko ravnamo z odpadki, nam v prvi vrsti narekuje država s svojimi predpisi, po drugi strani pa tržišče s cenami gradnje. Zato mora vsako gradbeno podjetje kot povzročitelj odpadkov dobro poznati vse materialne, strukturne, tehnične, organizacijske in finančne podatke v zvezi z njihovim ravnanjem. Slovenija je še vedno v fazi prilagajanja gospodarstvu Evropske skupnosti. Sprejela je že večino okoljevarstvene zakonodaje, med drugimi tudi pravilnike, kot so: Pravilnik o ravnanju z odpadki (1998), Pravilnik o odlaganju odpadkov (2000), Pravilnik o sežiganju odpadkov (2000), Pravilnik o ravnanju z odpadki, ki vsebujejo azbest (2000), Pravilnik o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (2003), Pravilnik o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih (2003), in druge. Nimamo pa še izdelanega operativnega programa ravnanja z gradbenimi odpadki. Zaradi neurejenega načina ravnanja z odpadki ti po nepotrebnem zapolnjujejo že tako premajhne kapacitete komunalnih odlagališč, odlagajo se na neurejena in črna odlagališča [ARSO, 2002].

Po ocenah so z razmahom gradbene dejavnosti količine gradbenih odpadkov dosegle četrtino vseh nastalih odpadkov v slovenskem prostoru (pribl. 2.3 mio ton/leto, imetniki, ki so zavezaci za poročanje o nastalih količinah, pa so prijavili 315.920 ton v letu 2002). Z uresničevanjem nacionalnega programa gradnje avtocest, razvoja železnic in letališča Brnik, obnove magistralnih in regionalnih cest ter z novim investicijskim ciklusom in stanovanjske gradnje je pričakovati nadaljnje naraščanje količin gradbenih odpadkov [MOP, 1996]. Gradbeništvo lahko snovno izrabi del odpadkov iz lastne dejavnosti, uporaben material pa so lahko tudi nekatere vrste mineralnih odpadkov iz energetike in metalurgije (predvsem žlindre in pepeli).

Od 2.3 milijona ton gradbenih odpadkov jih je lahko velik delež uporabna surovina, ki bi sprostila odlagališča in prihranila primarne vire. Za odlaganje preostankov gradbenih odpadkov bodo potrebne monodeponije [Zajc, 1997].

2. VRSTE GRADBENIH ODPADKOV

Glavne skupine gradbenih odpadkov, kot jih – razvrščene po materialih - sistematizira evropski katalog odpadkov v Pravilniku o ravnanju z odpadki (UL RS 84/98 in 20/01), so:

- Beton, opeka, ploščice in keramika
- Les in lesna tvoriva
- Steklo
- Plastika
- Bitumenske mešanice, premogov katran in katranski izdelki
- Kovine (vključno z zlitinami)
- Zemlja (vključno z izkopano zemljino z onesnaženih krajev), kamenje in zemeljski izkopi
- Izolirni materiali in gradbeni materiali, ki vsebujejo azbest
- Gradbeni materiali na osnovi gipsa
- Drugi gradbeni odpadki in odpadki pri rušenju objektov.

Posamezne vrste katalogiziranih gradbenih odpadkov so razvidne v preglednici 2. Skupaj imamo 38 vrst odpadkov, od katerih je 15 označenih z zvezdico, kar pomeni, da so potencialno nevarni in je treba z njimi ravnati po strožjih predpisih.

3. NASTAJANJE IN RAVNANJE Z GRADBENIMI ODPADKI V SLOVENIJI

V EU z okrog 350 milijoni prebivalcev je letna količina gradbenih odpadkov med 175 in 370 milijoni ton, kar pomeni med 500 in 1000 kg na prebivalca [EU, 2000]. V Sloveniji je bila letna količina nastalih gradbenih odpadkov sredi 90-tih let (gl. Strateške usmeritve ravnanja z odpadki) [MOP, 1996] ocenjena na okoli 4,5 milijona ton letno. Vendar se zdi, da je bila ta ocena močno pretirana. Po sedanjih podatkih ARSO je v letu 2002 v Sloveniji nastalo 315.920 ton gradbenih odpadkov oziroma 158 kg na prebivalca (kar je za 43 kg več kot v letu 2001). Vendar so ti podatki še zelo nezanesljivi, saj sistem poročanja še ni zadovoljivo upeljan; iz preglednice 1 je razvidno, da povzročitelji poročajo o manjši količini gradbenih odpadkov kot zbiratelji le-teh (preglednica 2). V letu 2002 je bilo po poročilih razvidno, da je bilo 44.134 ton gradbenih odpadkov odpeljanih na odlagališča, 13.882 tone je odstranilo 15 podjetij, 34 podjetij pa je predelalo 67.721 ton gradbenih odpadkov.

Z novimi predpisi oz. priporočili bo na področju gradbeništva spodbujena zamenjava nevarnih snovi (svinec, živo srebro, kadmij, azbest in halogenirani gorljivi ostanki) v novih zgradbah ter obvezno sortiranje odpadkov na mestu nastanka (beton, zidaki, PVC, les, steklo itd.) pa tudi ločevanje nevarnih odpadkov na izvoru. Ustrezna dovoljenja za predelovanje nekaterih vrst gradbenih odpadkov ima v RS 25 podjetij, ustrezna potrdila za zbiranje pa 42 podjetij (stanje 18.6.2003) [ARSO, 2003]. Skupne predelovalne kapacitete so 920.000 ton letno (ARSO, 2002), kar pomeni 46 % ocenjene količine nastalih gradbenih odpadkov. Glede na majhen slovenski trg je sedanje število predelovalcev primerno, vprašanje pa ostaja odprto glede ustreznosti njihove tehnične opremljenosti in marketinške povezave z uporabniki

Vrsta grad. odpadkov	Nastali	Zbrani	Odstranjeni	Predelani
Navadni GO	315.920	142.413	13.882	67.721
Nevarni GO	–	860	17	447

Preglednica 1: Količine gradbenih odpadkov za leto 2002 v tonah [ARSO, 2003]

ločeno zbranih in predelanih frakcij. To število zagotavlja ekonomsko poslovanje posameznih gospodarskih subjektov, omogoča pa tudi nadzor njihovega dela v skladu s predpisi.

3.1 ANKETA O NASTAJANJU IN RAVNANJU Z GRADBENIMI ODPADKI

Glede na število predelovalcev in sprejete predpise o gradbenih odpadkih bi pričakovali, da je stanje na tem področju zadovoljivo, a žal temu ni tako. Zato smo se odločili izvesti anketo, v kateri smo želeli preveriti, kako ravnajo z gradbenimi odpadki podjetja, ki se ukvarjajo z gradnjo in rušenjem. Nekaj pogovorov smo izvedli tudi s predelovalci gradbenih odpadkov v Sloveniji, za katera imajo dovoljenja. Adhoc anketo v elektronski obliki smo izvedli v letu 2003 pri največjih gradbenih podjetjih v Sloveniji. Bilo jih je 48, nekaj smo jih poklicali še po telefonu in tudi osebno obiskali [Kralj, 2003].

Podjetja smo prosili za podatke o njihovem ravnanju z gradbenimi odpadki, po uporabi sekundarnih materialov pri gradnji ter njihovih priporočilih za reševanje teh problemov. Vprašanja so bila naslednja:

1. Koliko gradbenih odpadkov imate letno v vašem podjetju?
2. V katero skupino klasifikacijskega seznama odpadkov uvrščate večino svojih gradbenih odpadkov?
3. Na kakšen način obdelujete oziroma kam in kako odlagate vaše gradbene odpadke?
4. Ali pri gradnji uporabljate materiale, ki so prijazni do okolja?
5. Ali uporabljate pri gradnji materiale, ki so narejeni iz gradbenih ali drugih odpadkov? Če da, katere?
6. Kolikšen del vaših odpadkov konča na deponiji in na kateri?
7. Po novem *Pravilniku o ravnanju z odpadki, ki nastanejo pri gradbenih delih* je potrebno za pridobitev gradbenega dovoljenja pred odstranitvijo objekta predložiti načrt gospodarjenja z gradbenimi odpadki. Ali so bili načrti v praksi že do sedaj in kaj menite da bomo z njimi pridobili, ali obstajajo kakšne težave za njihovo realizacijo?
8. S čim bi po vašem mnenju spodbudili reciklažo gradbenih odpadkov v Sloveniji?
9. Kaj bi vi predlagali za rešitev problema z gradbenimi odpadki?

Odziv na anketo je bil pod pričakovanjem. V prvem tednu se je odzvalo le eno podjetje, ki je zelo natančno opisalo svoje ravnanje z odpadki. Pri njih je bilo opaziti, da imajo izdelan natančen program ravnanja z odpadki. 19 podjetij se je odzvalo po telefonskem klicu, s tremi smo opravili izčrpen telefonski pogovor, 4 smo obiskali osebno, ostali pa niso bili dosegljivi ali pa se s tem področjem ne ukvarjajo. S predelovalci odpadkov ni bilo težav, saj so mi že po telefonu odgovorili na vsa vprašanja. Na Ministrstvu za okolje, prostor in energijo so nam natančne podatke posredovali v službi za stike z javnostjo, medtem ko se odgovorni za to področje niso odzivali na pošto in telefonske klice. Pridobljeni podatki so bili v glavnem tekstovne oblike, tako jih bomo tudi predstavili, zato jih ni bilo smiselno predstavljati v kvantitativni obliki.

3.2 REZULTATI ANKETE S KOMENTARJI

Odgovori udeležencev v anketi so bili različni, vsi pa so se stikali v eni točki: država oz. zakonodaja. Po novem zmletih ruševin namreč ne morejo uporabljati za nasutja ali posteljice cest (vsaj legalno ne), saj mora biti odpadek proglašen za umetno pripravljeno zemljino, kar določa *Pravilnik o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov*. Pred tem pa se mora takšno podjetje še registrirati za predelavo odpadkov. Po svetu poznajo več vrst uporabe ruševin oz. sekundarnih agregatov, kar bomo opredelili v naslednjem poglavju. Nekatera podjetja so vložila pobudo na Ministrstvo za okolje in prostor za sprejetje izvedbenih aktov uporabe gradbenih odpadkov. Do sedaj vozijo gradbene odpadke na komunalne deponije, to pa je drago in celo z zakonom prepovedano, ali z njimi zasipavajo gradbene jame. Mulje, ki imajo po oceni odpadka oznako, da ni škodljiv za okolje, odlagajo v opuščene dele kamnolomov.

Nekatera podjetja imajo izdelane programe ravnanja z odpadki in programe gospodarjenja z njimi. S tem se vzpostavlja podrobnejša evidenca in spremljanje ter nadzor nad odpadki, posledično se zmanjšujejo tudi količine odpadkov. Večja podjetja, ki najemajo izvajalce del (kot je npr. SCT) se ne ukvarjajo z odpadki, pač pa so zato zadolženi podizvajalci. Eden izmed njih je povedal, da ima tri stroje, namenjene odstranjevanju lesa, železa, mletju ruševin, sejanju, poleg je nakladač in boben za sejanje zemlje. Vsi stroji so novejše izvedbe in ščitijo okolje tudi pred hrupom in prahom. Železo preda predelovalcem kovin, največkrat Surovini, vendar ga ta sprejme le, če ga je več kot 300 kg. Les predelajo v palete, večje tramove (če so dobro ohranjeni) pa uporabijo za podpornike ali zavarovanje površin. Mineralni del ruševin zmelje v frakcije od 0 do 150 mm. Takšen agregat nato porabi za nasipanje peš poti, jahalnih stez in makadamskih cest. Kolikor so v stavbi nevarni gradbeni odpadki, te odstrani in jih pelje na deponijo poseb-

17	**GRADBENI ODPADKI IN ODPADKI PRI RUŠENJU OBJEKTOV (VKLJUČNO Z IZKOPANO ZEMLJINO Z ONESNAŽENIH KRAJEV)**	**Letne količine 2002 (kg)**
17 01	**Beton, opeka, ploščice in keramika**	**5.848.942***
17 01 01	Beton	945.240
17 01 02	Opeka	20.086
17 01 03	ploščice, keramika in strešna opeka	970.068
17 01 06*	mešanice ali ločene frakcije betona, opeke, ploščic in keramike, ki vsebujejo nevarne snovi	60.000
17 01 07	mešanice betona, opeke, ploščic in keramike, ki niso zajete v 17 01 06	3.853.548
17 02	**Les, steklo in plastika**	**2.584.528***
17 02 01	Les	624.550
17 02 02	Steklo	1.947.508
17 02 03	Plastika	12.770
17 02 04*	Steklo, plastika in les, ki so onesnaženi z nevarnimi snovmi ali vsebujejo nevarne snovi	-
17 03	**Bitumenske mešanice, premogov katran in katranski izdelki**	**2.077.010***
17 03 01*	bitumenske mešanice, ki vsebujejo premogov katran	-
17 03 02	bitumenske mešanice, ki niso zajete v 17 03 01	2.077.010
17 03 03*	premogov katran in katranski izdelki	-
17 04	**Kovine (vključno z zlitinami)**	**116.074.311***
17 04 01	baker, bron, medenina	2.098.365
17 04 02	aluminij	3.770.533
17 04 03	svinec	195.292
17 04 04	cink	140.861
17 04 05	železo in jeklo	97.711.719
17 04 06	kositer	26.190
17 04 07	mešane kovine	11.860.4800
17 04 09*	kovinski odpadki, ki so onesnaženi z nevarnimi snovmi	16
17 04 10*	kabli, ki vsebujejo olja, premogov katran in druge nevarne snovi	
17 04 11	kabli, ki niso zajeti v 17 04 10	270.855
17 05	**Zemlja (vključno z izkopano zemljino z onesnaženih krajev), kamenje in zemeljski izkopi**	**3.763.950***
17 05 03*	zemlja in kamenje, ki vsebujeta nevarne snovi	11.000
17 05 04	zemlja in kamenje, ki nista zajeta v 17 05 03	3.709.050
17 05 05*	zemeljski izkopi, ki vsebujejo nevarne snovi	10.740
17 05 06	zemeljski izkopi, ki niso zajeti v 17 05 05	33.1600
17 05 07*	tolčenec izpod železniških tirov in pragov, ki vsebuje nevarne snovi	-
17 05 08	tolčenec izpod železniških tirov in pragov, ki ni zajet v 17 05 07	-
17 06	**Izolirni materiali in gradbeni materiali, ki vsebujejo azbest**	**5.633.211***
17 06 01*	izolirni materiali, ki vsebujejo azbest	1.940
17 06 03*	drugi izolirni materiali, ki jih sestavljajo ali vsebujejo nevarne snovi	-
17 06 04	izolirni materiali, ki niso zajeti v 17 06 01 in 17 06 03	1.497.736
17 06 05	gradbeni materiali, ki vsebujejo azbest	4.133.535
17 08	**Gradbeni materiali na osnovi gipsa**	-
17 08 01*	gradbeni materiali na osnovi gipsa, ki so onesnaženi z nevarnimi snovmi	-
17 08 02	gradbeni materiali na osnovi gipsa, ki niso zajeti v 17 08 01	-
17 09	**Drugi gradbeni odpadki in odpadki pri rušenju objektov**	**6.431.012***
17 09 01*	gradbeni odpadki in odpadki pri rušenju objektov, ki vsebujejo živo srebro	-
17 09 02*	gradbeni odpadki in odpadki pri rušenju objektov, ki vsebujejo PCB (na primer: tesnila, ki vsebujejo PCB; tlaki na osnovi smol, ki vsebujejo PCB, kondenzatorji, ki vsebujejo PCB)	-
17 09 03*	drugi gradbeni odpadki in odpadki pri rušenju objektov (vključno z mešanimi odpadki), ki vsebujejo nevarne snovi	2.360
17 09 04	mešani gradbeni odpadki in odpadki pri rušenju objektov, ki niso zajeti v 17 09 01, 17 09 02 in 17 09 03	6.428.652
SKUPAJ		**142.413.264**

*seštevek količin odpadkov iz ustrezne podskupine

Preglednica 2: Vrste in količine zbranih gradbenih odpadkov v RS *za leto 2002 (podatki MOP RS, 2003)*

nih odpadkov. Ekonomsko se mu splača, saj mu ni potrebno voziti vseh odpadkov na deponijo, pri delih pa uporabi predelane odpadke, torej ni potrebno kupiti peska iz kamnoloma. Svoje odpadke predela 99 %. Želel je tudi razširiti delovanje najprej na območje občine Ljubljana, vendar mu tega na MOP-u in MOL-u nikakor ne dovolijo zaradi določenih formalnih razlogov. Na deponiji je želel postaviti stroje, dosledno sortirati gradbene odpadke, pridelovati različne frakcije, kovine, les pa oddajati ostalim predelovalcem. Snaga je letos izdala tudi razpis za predelovanje gradbenih odpadkov, vendar po postavitvi kontejnerjev za sortiranje, so se dela ustavila, sprožil se je pravni postopek (dovoljenje za predelovalnico GO naj bi dobilo Cestno podjetje Ljubljana).

Po novem Pravilniku o odpadkih, ki nastanejo pri gradbenih delih, je potrebno predložiti načrt gospodarjenja z odpadki na gradbišču. Tako je potrebno pred tehničnim pregledom podati poročilo z dokazili, kje in koliko je bilo odpadkov, kam so jih odpeljali, predelali ali odložili. Pravilnik naj bi rešil nelegalno in nekontrolirano odlaganje gradbenih odpadkov, a temu ni tako. V praksi se naredi nekaj takšnih poročil za inšpekcijo, z ostalimi količinami pa se ravna tako kot do sedaj.

Podjetja, ki proizvajajo gradbeni material, kot je npr. izolacijski material iz kamene volne, svoje odpadke granulira in jih ponovno uporabi kot talilni vložek v kupolni peči. Eventualne viške odpadkov odlagajo na deponije gradbenih organizacij. Tako npr. namesto skupnih 6000 t/letno odložijo le 600 t/letno, kar je komaj 10 %. Tudi proizvajalec steklene volne Pfleiderer Novoterm odvaža svoje odpadke v tamkajšnjo tovarno opečnih izdelkov, v letošnjem letu pa so posodobili peči in bodo svoje odpadke lahko uporabili kar sami.

Problemi so tudi pri recikliranju asfalta, saj ponekod še ni primernega bobna za večjo uporabo starega asfalta. Le-tega se lahko dodaja do 10 % za ceste nižjih kategorij. Zaenkrat še ni standardov, ki bi dovoljevali večje deleže starega asfalta. Podjetja moti, da certifikacijska komisija in tehnični odbor na MOP-u ne najdejo skupnega jezika in dovolijo oz. predpišejo uporabo odpadkov v gradbeništvu po določenih tehničnih standardih in predpisih. Predlagajo tudi dosledno sortiranje odpadkov, ureditev in registracijo deponij gradbenih odpadkov.

Seznam predelovalcev obsega 25 podjetij, ki predelujejo gradbene odpadke. Ko smo preverjali načine, kako predelovalci v resnici predelujejo odpadke, jih je kar nekaj odgovorilo, da ne predelujejo tistega, kar je napisano v registraciji MOP. Predelovalec lahko dobi dovoljenje za predelavo gradbenih odpadkov, tudi če jih ne predeluje [MOPE, 2003]. Kar nekaj predeluje le enega od naštetih odpadkov ali pa celo nobenega. Podjetja se namreč raje registrirajo za več dejavnosti, saj vsako dodatno registriranje pomeni dodatno birokracijo in stroške.

4. SMERNICE ZA RAVNANJE Z GRADBENIMI ODPADKI

Predelava gradbenih odpadkov lahko reši dva družbena problema:
- preneha se nesmotrno zapolnjevanje deponij z inertnim materialom in
- zmanjša se izkopavanje primarnih surovin iz kamnolomov, peskokopov in gramoznic.

V Sloveniji po današnji oceni nastane letno okoli 2.000.000 ton gradbenih odpadkov, ki so razpršeni po vsej državi. Količina se lahko primerja s kapaciteto enega evropskega reciklažnega centra. Gotovo ni smiselno graditi enega velikega reciklažnega centra v Sloveniji, pač pa več manjših – regionalnih, z mobilnimi reciklažnimi napravami. Vsaka regija bi morala imeti določene stalne prostore in naprave. V občinah bi moral obstajati poseben prostor, namenjen za odlaganje sortiranih gradbenih odpadkov (monodeponije). Ko bi se teh nabralo dovolj, bi tja odpeljali najbližje proste stroje in odpadke predelali. Izvajalci del na tem območju bi morali obvezno odkupiti recikliran gradbeni material. Tako bi preprečili tudi onesnaževanje okolja, ki ga povzročajo tovornjaki, ki prevažajo gradbene odpadke in gradbeni material.

Za uspešno predelavo je potreben pravilen postopek rušenja, selektivno rušenje. Tega opredeljuje tudi Pravilnik o odpadkih, ki nastanejo pri gradbenih delih. Žal se vse prepogosto uporablja člen, ki podaja izjeme, kdaj odpadkov ni potrebno sortirati. Največ gradbenih odpadkov je inertnih, torej za okolje neškodljivih. Transport je tisti dejavnik, ki odloča o upravičenosti reciklaže. Izračuni pokažejo upravičenost okrog 10 km, v EU do 20 km, zato je ključno zagotoviti prostor monodeponij. Kolikor možnost reciklaže določene vrste odpadka ne obstaja, ga je potrebno odložiti na mesto, ki bo dostopno prihodnjim generacijam. V Sloveniji so nekateri pripravljeni ponuditi sodobno predelavo gradbenih odpadkov, a so administrativne prepreke velike. Menimo, da je potrebno pri rešitvi okoljskih problemov upoštevati mnenja strokovnjakov, tehnično opremljenost in pripravljenost podjetij ter lastne rešitve in inovacije. Vsega tega je v Sloveniji še premalo. Država mora z vzpostavljanjem začetnih pogojev (ne le zakonodajnih in nadzornih, tudi organizacijsko-finančnih) spodbuditi pričetek predelave gradbenih odpadkov v okviru celovitega gospodarjenja z njimi po zgledu drugih držav EU. S tem v zvezi praksa predvsem pogreša *Operativni program ravnanja z gradbenimi odpadki,* ki naj bi izšel do konca tega leta, in dosledno kontrolo upoštevanja sprejetih predpisov in podeljenih dovoljenj za predelavo. Ocenjuje se, da samo na področju deponije v Ljubljani lahko dosežemo prihranek 1.000.000 • letno, če odpadki ne bodo šli v deponijo, ampak se bodo predelali in uporabili. Takim podjetjem bi država lahko dovolila vsaj poskusno obratovanje za dobo 6 mesecev in se nato odločila za trajno dovoljenje.

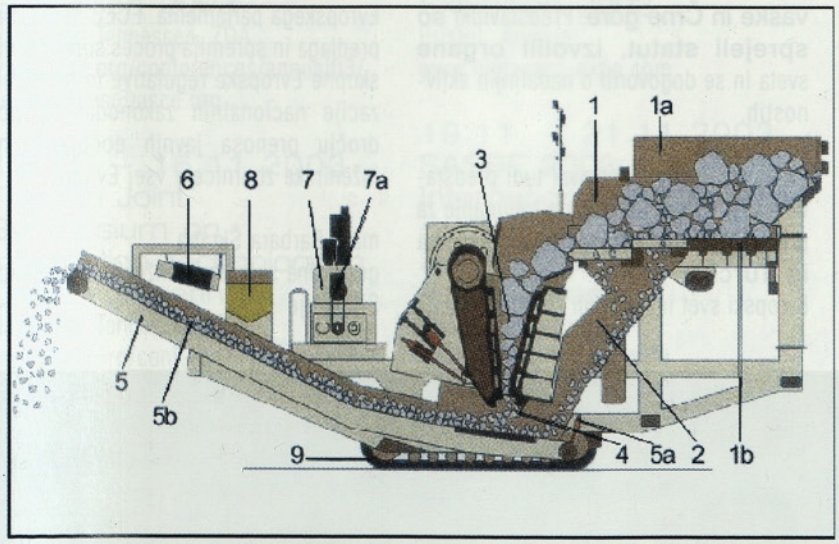
4. TIPIČNA OPREMA CENTRA ZA RECIKLAŽO GRADBENIH ODPADKOV

Tipičen center za reciklažo gradbenih odpadkov bi moral imeti drobilce za drobljenje kamenja, opeke, betona in asfalta (teh vrst je količinsko največ), sejalno napravo ter odstranjevalec železa [Symonds, 1999]. Vsak reciklažni center mora imeti rezervirane površine za skladiščenje manjših količin drugih gradbenih odpadkov, ki ne sodijo v njihovo predelavo (npr. lesa, stekla, instalacij) in jih predajajo drugim izvajalcem. Nepogrešljiva je tehtnica za kontrolo odpadkov, sortirnica in skladišče predelanih odpadkov, ki čakajo na odkup.

Reciklažni center za gradbene odpadke z naštetimi napravami in objekti trenutno gradijo na saniranem polju odlagališča Barje pri Ljubljani, ki bo nudil kapacitete za ljubljansko regijo. Zaenkrat bo naprava Cestnega podjetja Ljubljana mobilna in bo prihajala na lokacijo po potrebi, ko bo zbranih dovolj odpadkov. Lokacija leži na dostopnem kraju ob ljubljanski obvoznici, je primerno oddaljena od bivališč (problem hrupa in prahu!) in blizu potencialnim povzročiteljem teh odpadkov oz. porabnikom recikliranih materialov (gradbena podjetja ter gradbišča v Ljubljani in okolici).

SKLEP

Gradbeni odpadki predstavljajo enega od največjih tokov v vsaki dinamični družbi, hkrati pa jih je najlaže reciklirati. Zaradi varstva neobnovljivih naravnih mineralnih in drugih virov ter varstva okolja pred onesnaževanjem oz. nesmotrno rabo prostora z odlaganjem teh odpadkov vpeljuje tudi Slovenija vse potrebne ukrepe za zasnovo celostnega sistema za gospodarjenje z gradbenimi odpadki. Žal je inercija dosedanjega nesmotrnega ravnanja pri povzročiteljih odpadkov velika in bo terjala še veliko naporov za hitrejše izpolnjevanje določil predpisov o gradbenih odpadkih.



Legenda:
1 vstopni trak
2 bypass za droben material
3 čeljustni drobilec
4 zapiralec kot varovalo
5 glavni transportni trak s hidravlično kontrolo (5a) z ojačitvenim pasom (5b)
6 magnetni odstranjevalec
7 motor z geeratorjem (7a)
8 tank za gorivo in olje
9 gosenice

Slika 1: Reciklažna naprava z magnetom [Symonds 1999]

LITERATURA

MOP – Ministrstvo za okolje in prostor: *Zasnova sistemskega koncepta za ravnanje z odpadki*, 1995

MOP – Ministrstvo za okolje in prostor: *Strateške usmeritve Republike Slovenije za ravnanje z odpadki*, 1996

MOP – Ministrstvo za okolje in prostor: *Poročilo o delu Agencije RS za okolje za leto 2002*, november 2002

Symonds Group Ltd.: *Construction and demolition waste management practices and their economic impacts*, 1999; http://europa.eu.int/comm/environment/waste/rapport1-6.pdf

Keuc, A.: *Ravnanje z odpadki v Sloveniji*, Povzetek ocene izvajanja zakonodaje in doseganja strateških ciljev, Umanotera, april 2002

European Union: Management of Construction and Demolition Waste, Working document N°1, 2000: *http://europa.eu.int/comm/enterprise/environment/index_home/waste_management/constr_dem_waste_000404.pdf*

Zajc, A.:*Gradbeni odpadki in okolje*, Varstvo okolja 1997, 1-16

V.Kralj: Okoljevarstveni in tehno-ekonomski vidiki recikliranja gradbenih odpadkov, Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, FGG, 2003

USTANOVLJEN EVROPSKI SVET INŽENIRSKIH ZBORNIC

V petek, 26. septembra 2003 je bil na Dunaju ustanovljen Evropski svet inženirskih zbornic (ECEC) – Ustanovni dokument je podpisalo deset držav – Pooblaščeni inženirji, ki delujejo na področju graditve objektov, združeni v Evropi.

Deset evropskih inženirskih zbornic oziroma inženirskih organizacij kot nosilk javnih pooblastil na področju graditve objektov v svojih državah je v petek, 26. septembra na Dunaju podpisalo dokument, s katerim je bil **ustanovljen Evropski svet inženirskih zbornic** (European Council of Engineers Chambers ali krajše ECEC).

S tem so **pooblaščeni inženirji** iz Slovenije in Evrope **dobili predstavnike in zastopnike svojih interesov tudi v Evropi oziroma Evropski uniji.**

Ustanovitev sveta so pozdravili najvišji predstavniki dunajskih oblasti in avstrijski poslanci v Evropskem parlamentu.

Ustanovni dokument, katerega je v imenu **Inženirske zbornice Slovenije** podpisal predsednik zbornice, **mag. Črtomir Remec**, so podpisali še predstavniki pooblaščenih inženirjev iz **Nemčije, Italije, Avstrije, Češke, Poljske, Slovaške, Madžarske, Hrvaške in Črne gore**. Predstavniki **so sprejeli statut, izvolili organe** sveta in se dogovorili o nadaljnjih aktivnostih.

Ustanovitvi je prisostvoval tudi predstavnik **Litve**, medtem ko sta zanimanje za pridružitev ECEC pokazali že tudi **Grčija in Turčija**.
Evropski svet inženirskih zbornic (ECEC) je osnova, na kateri bo v prihodnosti zgrajena **Evropska inženirska zbornica** in je krovna organizacija vseh nacionalnih inženirskih zbornic in zvez, ki imajo javno pooblastilo na področju graditve objektov.

ECEC je neprofitna, nekomercialna in nevladna organizacija, ki aktivno zastopa profesionalne interese inženirjev, članov nacionalnih inženirskih zbornic, v razmerju do teles Evropske komisije in Evropskega parlamenta. ECEC spodbuja, predlaga in spremlja proces sprejemanja skupne Evropske regulative in harmonizacije nacionalnih zakonodaj na področju prenosa javnih pooblastil na inženirske zbornice v vsej Evropi.

mag. Barbara Škraba,
generalna sekretarka Inženirske zbornice Slovenije

Predsedniki inženirskih zbornic, ustanoviteljic ECEC, 26. 9. 2003 na Dunaju

KOLEDAR PRIREDITEV

12.11. - 14.11.2003
5th Asia-Pacific Conference on Shock and Impact Loads on Structures
Hunan, Kitajska
www.cipremier.com
cipremier@singnet.com.sg

12.11. - 15.11.2003
Civil Engineering Conference and Exposition 2003
Nashville, Tennessee, ZDA
www.asce.org/conferences/annual03/
conferences@asce.org

15.11. - 16.11.2003
The 4th Joint Symposium on Information Technology in Civil Engineering
Nashville, Tennessee, ZDA
www.asce.org/conferences/annual03/
conferences@asce.org

16.11. - 20.11.2003
10th World Congress and Exhibition on Inteligent Transport Systems
Madrid, Španija
www.madrid2003.itscongress.org
its@deferrante.com

17.11. - 18.11.2003
3rd Speciality Conference on Fibre Reinforced Materials
Hunan, Kitajska
www.cipremier.com
cipremier@singnet.com.sg

17.11. - 19.11.2003
International Symposium on Performance Based Design of Controlled Structures
Tokyo, Japonska
www.aij.or.jp/eng/events/TG44JSSI.pdf
kani@jssi.ne.jp

19.11. - 20.11.2003
Highways, Traffic & Transport Management Exhibition 2003
Bristol, Anglija
www.highways-expo.com

19.11. - 21.11.2003
SASBE 2003 CIB 2003 International Conference on Smart and Sustainable Built Environment
Brisbane, Avstralija
www.sasbe2003.qut.com
sasbe2003@qut.com

1.12. - 3.12.2003
Integrated Lifetime Engineering of Buildings and Civil Infrastructures
Kuopi, Finska
www.rilem.org/callilcdes.pdf
kaisa.venalainen@ril.fi

3.12. - 5.12.2003
Asphaltica Exhibition
Padova, Italija
estero@padovafiere.it

3.12. - 5.12.2003
6th Intertunnel Exhibition 2003
Basel, Švica
www.intertunnel2003.com
intertunnel2003@mackbrooks.co.uk

8.12. - 9.12.2003
ACI Conference Seismic Bridge Design and Retrofit
La Jolla, Kalifornija, ZDA

10.12. - 12.12.2003
CITC-2, 2nd international conference on Construction in the 21st Century - Sustainability and Innovation in Management and Technology.
Hong Kong, Kitajska
www.fiu.edu/~citc/
cesltang@polyu.edu.hk

18.12. - 20.12.2003
8th International Conference on Inspection, Appraisal, Repairs and Maintenance of Structures
Singapur, Singapur
www.cipremier.com
cipremier@singnet.com.sg

9.2. - 12.2.2004
Integrated Intelligent Transport Solutions
London, Anglija
www.iir-conferences.com/iits
registration@iir-conferences.com

16.2. - 20.2.2004
International Erosion Control Association's EC04 Environmental Connection Conference
Philadelphia, ZDA
www.ieca.org
ecinfo@ieca.org

7.3. - 10.3.2004
ASCE Conference Engineering, Construction and Operation in Challenging Environments
Houston, Texas, ZDA

28.3. - 31.3.2004
2004 ITE Technical Conference and Exhibit
California, ZDA
www.ite.org/meetcon/index.html
ite_staff@ite.org

29.3. - 4.4.2004
Bauma 2004
Minhen, Nemčija
www.bauma.de
info@imag.de

30.3. - 2.4.2004
Intertraffic Amsterdam
Amsterdam, Nizozemska
www.intertraffic.com/events/events_list.asp
intertraffic@rai.nl

31.3. - 2.4.2004
Cyclic Behaviour of Soils and Liquefaction Phenomena
Bochum, Nemčija
http://balkema.ima.nl/instructions.htm

Rubriko ureja Jan Kristjan Juteršek, univ. dipl. inž. grad., ki sprejema predloge za objavo na e-naslov: msg@izs.si.

NOVI DIPLOMANTI S PODROČJA GRADBENIŠTVA

UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

David Duh, Obdelavnost in mehanske karakteristike aeriranih samozgoščevalnih betonov iz domačih materialov, mentor doc. dr. Violeta Bokan Bosiljkov

Aleksandra Hribar, Vpliv zamenjave dela čistega portland cementa s kameno moko na mehanske karakteristike betona iz drobljenega apnenčevega agregata, mentor doc. dr. Violeta Bokan Bosiljkov, somentor doc. dr. Jana Šelih

Miha Kramar, Potresna ranljivost stebrov armiranobetonskih hal, mentor prof. dr. Matej Fischinger, somentor doc. dr. Tatjana Isaković

Darja Jošt, Analiza merjenih padavin v Solčavi za določanje erozivnih padavin, mentor izr. prof. dr. Matjaž Mikoš, somentor asist. dr. Gregor Petkovšek

MAGISTRSKI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Roman Trček, Ocenjevanje poplavne škode, mentor prof. dr. Franci Steinman, somentor doc. dr. Primož Banovec

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Aleš Kobolt, Analiza plošč z različnimi programi, mentor prof. dr. Branko Bedenik, somentor pred. Milan Kuhta

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

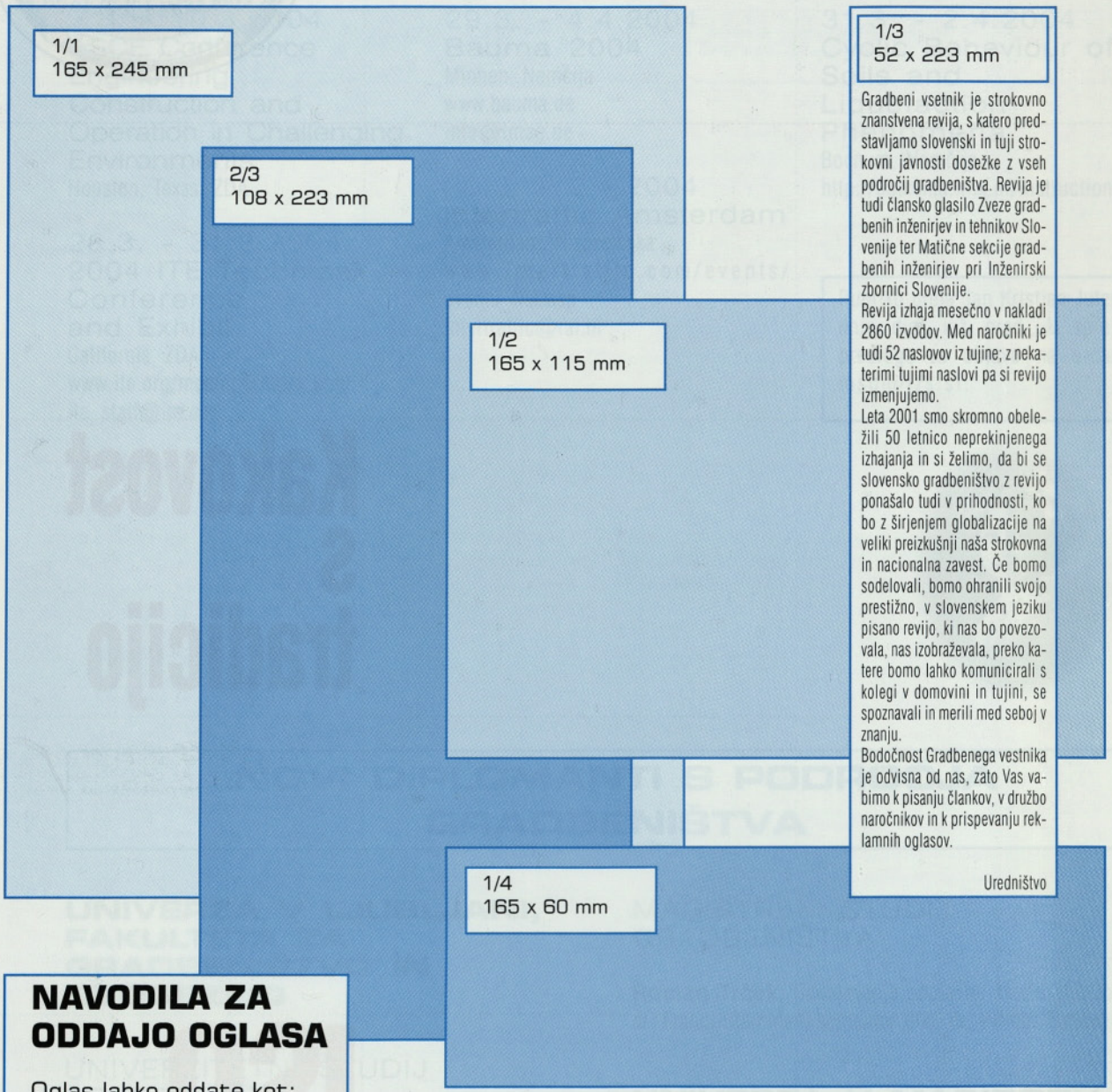
Kakovost s tradicijo

ISO 9001

tiskarna
ljubljana, d.d.

Poslovna enota:
1295 Ivančna Gorica, Stantetova 9
SLOVENIJA
telefon: ++386 (0)1 7887 222
telefax: ++386 (0)1 7887 237
e-mail: komerciala@tiskarna-ljubljana.si

ISO 9001



1/3
52 x 223 mm

Gradbeni vsetnik je strokovno znanstvena revija, s katero predstavljamo slovenski in tuji strokovni javnosti dosežke z vseh področij gradbeništva. Revija je tudi člansko glasilo Zveze gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije ter Matične sekcije gradbenih inženirjev pri Inženirski zbornici Slovenije.

Revija izhaja mesečno v nakladi 2860 izvodov. Med naročniki je tudi 52 naslovov iz tujine; z nekaterimi tujimi naslovi pa si revijo izmenjujemo.

Leta 2001 smo skromno obeležili 50 letnico neprekinjenega izhajanja in si želimo, da bi se slovensko gradbeništvo z revijo ponašalo tudi v prihodnosti, ko bo z širjenjem globalizacije na veliki preizkušnji naša strokovna in nacionalna zavest. Če bomo sodelovali, bomo ohranili svojo prestižno, v slovenskem jeziku pisano revijo, ki nas bo povezovala, nas izobraževala, preko katere bomo lahko komunicirali s kolegi v domovini in tujini, se spoznavali in merili med seboj v znanju.

Bodočnost Gradbenega vestnika je odvisna od nas, zato Vas vabimo k pisanju člankov, v družbo naročnikov in k prispevanju reklamnih oglasov.

Uredništvo

NAVODILA ZA ODDAJO OGLASA

Oglas lahko oddate kot:

- rastrski format JPEG, TIFF, EPS
- CDR (ver 8.0 ali manj), pri čemer je potrebno vse črke spremeniti v krivulje

Vsebine je mogoče poslati z redno pošto (disketa) ali po E-pošti na naslednja naslova:
gradb.zveza@siol.net
jtd.robert@siol.net

Za reklamne oglase se priporočamo po naslednjem ceniku:

Ovitek: zadnja stran 1/1 (165 x 245 mm)	200.000,00 SIT + DDV
Notranja stran 1/1 (165 x 245 mm)	150.000,00 SIT + DDV
N.S. 2/3 (108 x 233 mm)	130.000,00 SIT + DDV
N.S. 1/2 (165 x 115 mm)	100.000,00 SIT + DDV
N.S. 1/3 (52 x 233 mm)	75.000,00 SIT + DDV
N.S. 1/4 (165 x 60 mm)	40.000,00 SIT + DDV