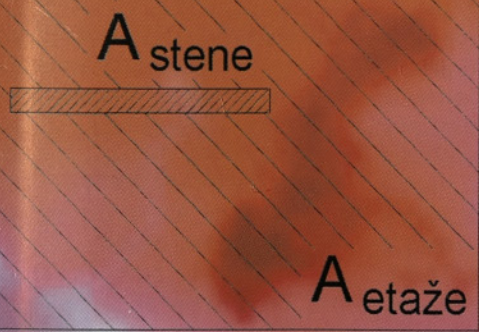


GRADBENI VESTNIK

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

Poštnina plačana pri
pošti 1102 LJUBLJANA

SEPTEMBER 2002

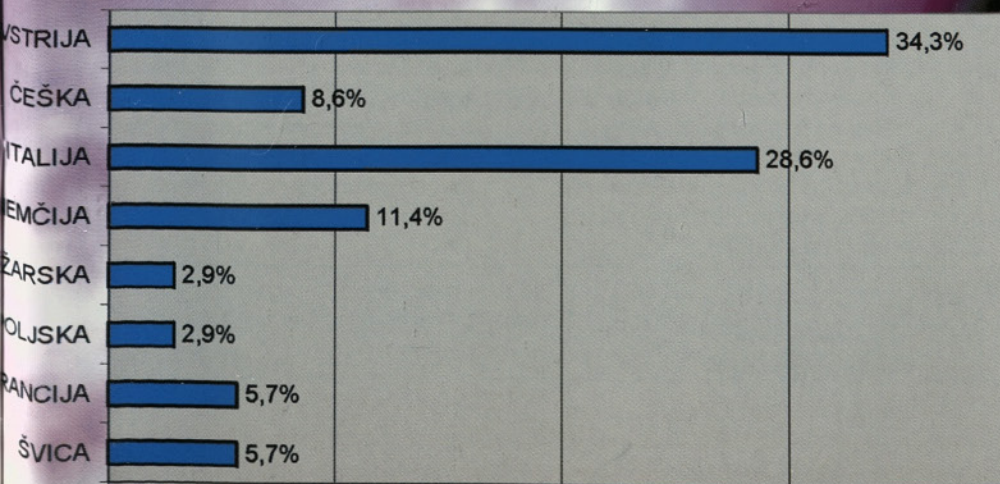


A_{stene}

$$\rho_1 = \frac{A_{stene}}{A_{etaže}}$$

$A_{etaže}$

države iz katerih uvažamo jeklene profile in pločevine



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

Lektorica:
Alenka **RAIČ - BLAŽIČ**

Tehnični urednik:
Danijel **TUDJINA**

Uredniški odbor:
Mag. Gojmir **ČERNE**
Gorazd **HUMAR**
Doc. dr. Ivan **JECELJ**
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

Revija 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 števk. Letna naročnina za individualne naročnike znaša 5000 SIT; za študente in upokojene 2000 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 všteti 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 dvojnimi presledki 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

VSEBINA - CONTENTS

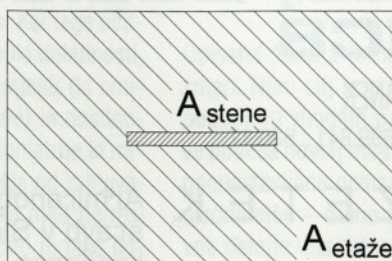
Članki, študije, razprave
Articles, studies, proceedings

Stran 246

Matej Fischinger, Peter Kante

PARAMETRIČNA ŠTUDIJA SEIZMIČNEGA ODZIVA AB STEN, PROJEKTIRANIH PO EC8

PARAMETRIC STUDY OF THE SEISMIC RESPONSE OF RC WALLS, DESIGNED ACCORDING TO EC8



$$\rho_1 = \frac{A_{stene}}{A_{etaže}}$$

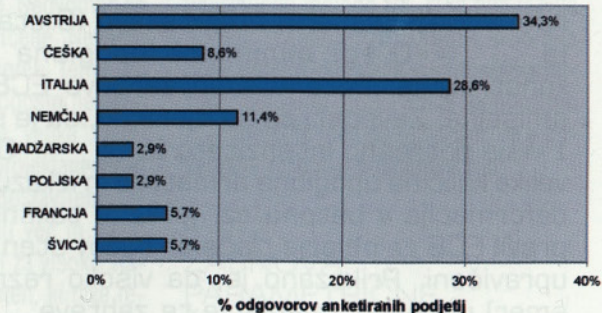
Stran 254

Uroš Klanšek, Boris Snoj, Stojan Kravanja

RAZISKAVA TRGA GRADBENIH JEKLENIH PROFILOV

MARKETING RESEARCH OF STEEL SEMI-FINISHED PRODUCTS

države iz katerih uvažamo jeklene profile in pločevine



Stran 262

Gorazd Urbanič, Matjaž Mikoš

VREDNOTENJE KAKOVOSTNEGA STANJA VODOTOKOV - 1. PREGLED NEKATERIH METOD VREDNOTENJA

ASSESSMENT OF THE QUALITY STATUS OF WATERCOURSES - 1. AN OVERVIEW OF SOME ASSESSMENT METHODS

razred	točke	stanje	barva	priporočljivi ukrep
I	293 - 360	odlično	modra	spremljanje stanja in zaščita stanja
II	224 - 292	zelo dobro	zelena	določene spremembe in spremljanje stanja
III	154 - 223	dobro	rumena	nujne so manjše spremembe
IV	86 - 153	zadovoljivo	rjava	nujne so večje spremembe
V	16 - 85	slabo	rdeča	nujna je strukturna reorganizacija

V avgustovski številki smo v vsebini pri članku Andreja Rebca, Friderika Kneza in Primoža Plešča TEMPERATURNI ODZIV POŽARU IZPOSTAVLJENIH KONSTRUKCIJ REZERVOARJEV za avtorja pomotoma navedli Jožeta Guština. Avtorjem se opravičujemo.

PARAMETRIČNA ŠTUDIJA SEIZMIČNEGA ODZIVA AB STEN, PROJEKTIRANIH PO EC8

PARAMETRIC STUDY OF THE SEISMIC RESPONSE OF RC WALLS, DESIGNED ACCORDING TO EC8

ZNANSTVENI ČLANEK

UDK 624.012.45 : 699.841 : 620.17

MATEJ FISCHINGER, PETER KANTE

P O V Z E T E K Armiranobetonske stene so pogost konstrukcijski element stavb v Sloveniji. Novi evropski standardi EC8 uvajajo nove koncepte in zahteve za projektiranje takšnih sten. Kaže pa, da so določene zahteve EC8 preveč stroge za naš tip stavb. S parametrično študijo smo poskušali oceniti vpliv novih zahtev na izbiro armature pri projektiranju kakor tudi vpliv le-teh na neelastični odziv konstrukcije. Upoštevali smo različne parametre, kot so maksimalni pospešek temeljnih tal ($a_{g,max}$), redukcijski faktor za potresne sile (faktor obnašanja q), število etaž ter razmerje površine sten in etaže. Rezultati prikazujejo, da nam v vseh primerih nizkih stavb (5 etaž) in v vseh primerih nizke potresne intenzitete ($a_{g,max} = 0.1g$) minimalna upogibna armatura omogoča praktično elastični odziv konstrukcije. Potemtakem zahteve EC8 za duktilne stene v teh primerih morda niso smiselne. Zavedati pa se moramo, da je situacija pri višjih stavbah (10 etaž) na področjih z višjo potresno intenziteto ($a_{g,max} = 0.2 - 0.3g$) povsem drugačna. Potrebna je precej velika količina upogibne armature in izkazujejo se visoke lokalne zahteve za tlačne in natezne deformacije v betonu oz. jeklu. V takšnih primerih sta uporaba dokaj strogih zahtev in pravil EC8 za objetje tlačnih robov sten ter prepoved uporabe jekel z majhno duktilnostjo upravičeni. Prikazano je, da visoko razmerje površine sten na etažo (2-3 % za vsako smer) uspešno zmanjšuje te zahteve.

S U M M A R Y Reinforced concrete structural walls are frequently used in Slovenia. New European standards EC8 have introduced new concepts and requirements for the design of such walls.

There have been also indications that some of these requirements are too strict for certain typical structures built in Slovenia. Parametric study has been done to evaluate the influence of these new requirements on the design of the reinforcement as well as on the inelastic response. The parameters varied included the maximum ground acceleration ($a_{g,max}$), the seismic force reduction factor (behaviour factor q), the number of stories and the wall-to-floor ratio. It has been demonstrated that in all cases of low buildings having 5 stories (regardless the seismic intensity) and all cases of low seismic intensity ($a_{g,max} = 0.1g$) the minimum flexural reinforcement ensured practically elastic response. Consequently, in such cases rigorous EC8 design requirements for ductile walls may not be required. The situation has been completely different for the higher buildings (10 stories) in the regions of the higher seismicity ($a_{g,max} = 0.2 - 0.3g$). Very high amounts of flexural reinforcement were required and high local demand (in terms of deformations in compression and tension) was identified in typical Slovenian wall

structures. This calls for rigorous requirements (as defined in EC8) to confine the compression edges of the wall as well as precludes the use of limited ductile steel reinforcement. Finally, it has been demonstrated that high wall-to-floor ratios (2-3 % in each direction) effectively reduce this demand.

Avtorja:

prof. dr. Matej Fischinger, univ. dipl. gradb. inž., Univerza v Ljubljani, FGG-IKPIR, Jamova 2
Peter Kante, univ. dipl. gradb. inž., Univerza v Ljubljani, FGG-IKPIR, Jamova 2

UVOD

V Sloveniji in sosednjih državah so nosilne armiranobetonske stene priljubljen konstrukcijski element, ki se že desetletja uporablja v večini višjih stanovanjskih in poslovnih stavb. Že same značilne dimenzije nosilnih sten konstruktorjem vzbujaajo zaupanje v potresno varnost. Način projektiranja tako ni bil nikoli pretirano zahteven, uporabljene konstruktivne detajle pa lahko s stališča sodobne stroke ocenimo le kot delno duktilne. Ti so v primerjavi z zahtevami sodobnih evropskih standardov EC8 za duktilne stene dokaj skromni. Tako se ob uveljavitvi EC8 in ob primerjavi z nekaterimi drugimi predpisi v državah z razvitim potresnim inženirstvom (ZDA, Japonska, Nova Zelandija) odpirata samo dve možnosti. Ali dosedanja projektantska in gradbena praksa stenam ni zagotavljala zadostne potresne varnosti, ali pa so zahteve teh predpisov za naš tip stavb in prostor preveč stroge? Pri tem ta dilema ni le naša, ampak na splošno evropska.

Dejstvo je namreč, da imajo stenaste konstrukcije v srednjeevropskem prostoru nekaj posebnih značilnosti. Najprej so pogosto precej nizke. Zlasti za stanovanjske stavbe, kjer imajo nosilne stene tudi predelno funkcijo, pa je značilno, da imajo praviloma razmeroma veliko sten, oziroma veliko razmerje prereza sten glede na tloris. Po drugi strani pa je slaba lastnost ta, da so pri nas stene precej tanke in da na konceh praviloma niso utrjene z robnimi stebri.

Empirične izkušnje pri potresih [Fajfar et al., 1981; Wood et al., 1987] na srečo

potrjujejo, da se takšne stavbe med potresi lahko dobro obnašajo. Ker tega očitno ne moremo pripisati veliki duktilnosti, je lahko odgovor v veliki togosti (ki omili nekonstruktivne poškodbe) in nosilnosti, ki je pogosto zaradi geometrije in minimalnih zahtev precej večja od zahtevane. Zato se te stavbe lahko med potresi obnašajo praktično elastično in tako posebna duktilnost niti ni potrebna.

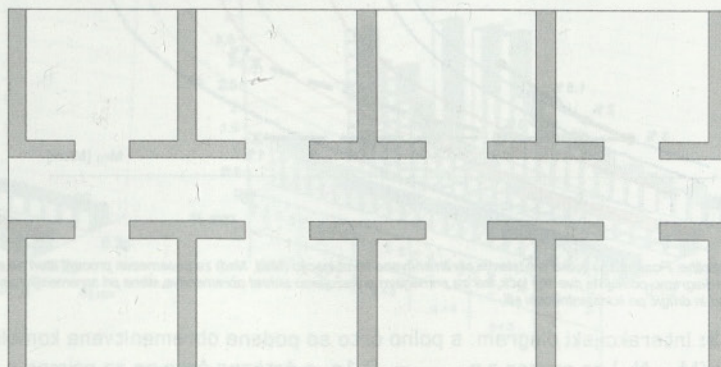
Naravna reakcija po teh spoznanjih je zahteva po zmanjšanju računskih potresnih sil in predvsem zahtevnosti konstrukcijskih detajlov v EC8. Nedvomno so te zahteve pogosto upravičene. Nevarno pa jih je uveljavljati vseprek. Temeljijo namreč na izkustvenih, pogosto nejasno opredeljenih pojmi, kot je "velika" rezerva v nosilnosti. Kaj pa če projektant enaka omiljena pravila (s predpostavljeno redukcijo potresnih sil 5 ali več in slabo duktilnimi detajli) uporabi za visoko stavbo z majhnim deležem sten, ki take rezerve v nosilnosti nima? Očitno so potrebni jasnejši in številčno opredeljeni kriteriji, ki pa jih dosedanje redke raziskave [Wood, 1989; Lutman in Tomažević, 1997; Fischinger et al., 2002] še niso

dokončno opredelile.

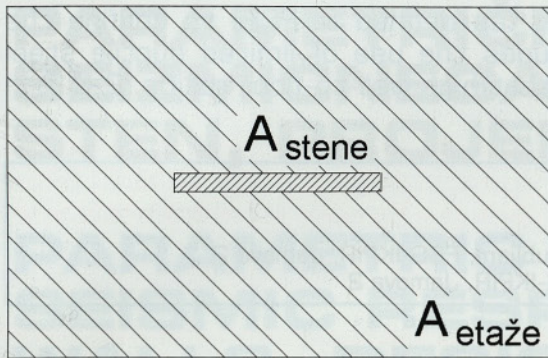
Opisana študija je nadaljnji korak v tej smeri. Njen cilj je opredeliti, ob kakšnih pogojih in vhodnih parametrih so zahteve potresa dovolj majhne, da upravičujejo poenostavljene postopke projektiranja in skromnejše – delno duktilne konstruktivne detajle. Elastična analiza, ki jo uporabljamo v praksi, tega odgovora očitno ne more dati, saj ne more opredeliti ne dejanske nosilnosti, ne neelastičnih deformacij, ki so povezane s poškodbami konstrukcije. Zato smo v študiji uporabili neelastično metodo N2, ki je bila razvita pri nas (Fajfar et al., 1988) in je bila pred kratkim vključena v najnovejšo verzijo standarda EC8. Nekaj poglobitvenih značilnosti te metode je podano še v posebnem razdelku v nadaljevanju.

ZASNOVA PARAMETRIČNE ŠTUDIJE

Izhajali smo iz idealiziranega tlorisa značilne stanovanjske stavbe z nosilnimi armiranobetonskimi stenami (slika 1).



Slika 1: Idealiziran tloris značilne stanovanjske stavbe z nosilnimi AB stenami



$$\rho_1 = \frac{A_{stene}}{A_{etaže}}$$

Slika 2: Poenostavljen tloris

Tak konstrukcijski sistem lahko še naprej v vsaki smeri posebej dovolj dobro idealiziramo z eno samo steno in pripadajočim tlorisom (slika 2). Pri tem smo v prvem delu študije (raziskava se namreč še nadaljuje) zanemarili vplive prirobnic in prečk nad odprtini.

Fiksirali smo dimenzije stene (0.2m × 5.0m; $A_{stene} = 1.0 \text{ m}^2$) in celotno študijo zasnovali na štirih osnovnih parametrih.

Velikost potresnega vpliva smo opredelili z maksimalnim pospeškom temeljnih tal ($a_{g,maks}$). V skladu s pravkar sprejeto

karto potresne nevarnosti Slovenije in značilnimi vrednostmi za sosednje države smo upoštevali naslednje vrednosti $a_{g,maks} = 0.1g, 0.2g$ in $0.3g$.

Reducirano (računsko) potresno obtežbo smo opredelili s faktorjem obnašanja (q) iz EC8. Upoštevali smo vrednosti $q = 1.5, 2, 3, 4, 5$ in 6 . Spodnja vrednost je bila v EC8 predpisana za neduktilne stene, zgornja pa po najnovjšem predlogu EC8 velja za duktilno steno ob upoštevanju faktorja rezervne nosilnosti.

Število etaž (n) vpliva na obremenitev stene neposredno zaradi večje mase in

posredno zaradi spremembe nihajnega časa konstrukcije. V skladu z značilno slovensko prakso smo upoštevali vrednosti $n = 5, 10$ in 15 .

Kot četrti, ključni parameter smo izbrali razmerje prereza sten v smeri potresnega vpliva in tlorisa konstrukcije $\rho_1 = A_{stene} / A_{etaže}$. Izhajali smo iz minimalne predpisane zahteve v dosedanjih slovenskih predpisih ($\rho_1 = 1.5 \%$) in parameter spreminjali okoli te vrednosti: $\rho_1 = 1 \%, 1.5 \%, 2 \%$ in 3% .

V nadaljevanju študije smo upoštevali še kombinirani parameter, $\rho_2 = A_{stene} / (n \times A_{etaže})$, ki je proporcionalen tlačni napetosti ob vpetju stene oziroma (ob predpostavki iste nihajne dobe) tudi strižni napetosti ob vpetju.

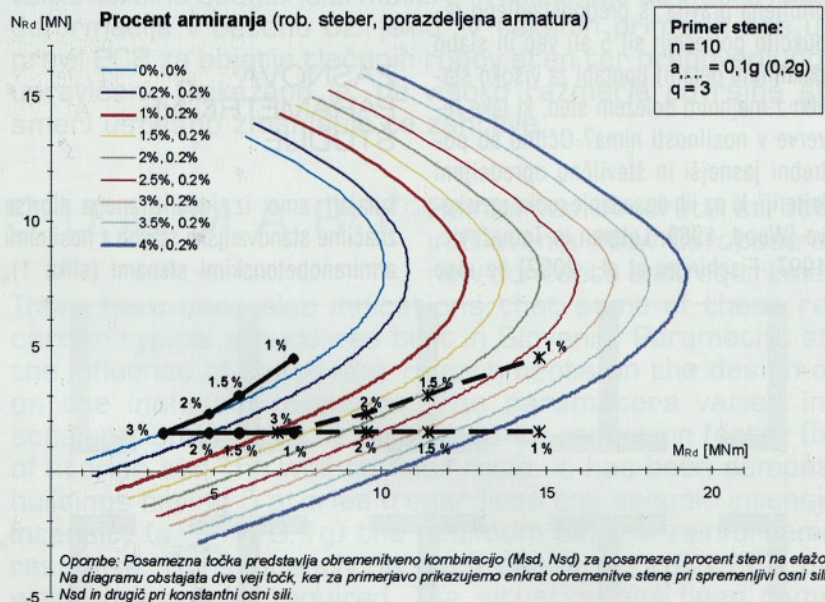
Pri dimenzioniranju smo upoštevali tudi to, da lahko stene v določeni smeri stavbe prevzamejo različna deleža navpične in potresne obtežbe. Kot skrajna primera smo enkrat upoštevali, da je tlačna osna sila obratno sorazmerna ρ_1 in drugič, da je neodvisna od ρ_1 .

Rezultati dimenzioniranja in neelastične analize v tem članku so prikazani za primer, ko je tlačna osna sila odvisna (obratno sorazmerna) od prereza sten.

V analizi smo upoštevali še višino etaže 3.0 m , obtežbo etaže 10.0 kN/m^2 , beton C 25/30 in jeklo S 400.

V raziskavi smo skušali ugotoviti vpliv navedenih parametrov na:

- potrebno količino upogibne armature
- zahteve potresa, izražene z značilnimi veličinami neelastičnega odziva. Za globalni parameter odziva smo med drugim izbrali maksimalni pomik stene, za lokalna parametra pa največjo tlačno in natezno deformacijo na robovih sten.



Slika 3: Interakcijski diagram: s polno črto so podane obremenitvene kombinacije (M_{sd}, N_{sd}) za primer z $a_{g,maks} = 0.1g$, s črtkano črto pa za primer z $a_{g,maks} = 0.2g$

DIMENZIONIRANJE

S projektnim spektrom po EC8 smo

izračunali upogibno obremenitev (M_{sd} , N_{sd}) za vse obravnavane stene. Nato smo s pomočjo vnaprej pripravljenih interakcijskih diagramov (slika 3) ugotovili potrebne odstotke upogibne armature za različne kombinacije projektnih parametrov. Pri tem so nas zanimali predvsem trije mejni primeri:

- V katerih primerih zadošča armirano-betonski prerez brez kakršnekoli armature?
- Kdaj zadošča minimalna upogibna armatura, ki je bila določena glede na zahteve EC?

Ta je po EC2 0.4 % skupnega prereza stene, kar približno ustreza minimalnim zahtevam v EC8. Ta je 0.2 % v srednjem delu stene in 1 % na robovih stene. Robovi so dolgi 15 % cele dolžine stene. Tako dobimo skupaj 0.44 % celega prereza stene.

- Kdaj stene ne moremo izvesti, ker je armatura večja od maksimalne dovoljene (oziroma smiselne)? Teoretično EC8 dovoljuje 4 % armiranje prereza stene, kar pa se praktično ne izvaja. Če armiramo s 4 % armature le robne stebre, bi bila smiselna največja armatura v steni okoli 1.5 % celega prereza stene.

Ilustracija dimenzioniranja z interakcijskimi diagrami na sliki 3 pove zelo veliko. Zlasti pomembna je ugotovitev, da

je lahko upogibna nosilnost minimalno armiranih sten zelo velika. Zato minimalna armatura zadošča za veliko število kombinacij vhodnih parametrov, kar pomeni, da ti pogosto nimajo nobenega vpliva na rezultat dimenzioniranja. Ko pa se obremenitve približajo interakcijski črti za minimalno armaturo, se situacija povsem spremeni in že pri razmeroma majhnem nadaljnjem povečanju obremenitev presežemo maksimalno možno armaturo. Pri osni sili 5MN lahko npr. z minimalno armaturo prevzamemo upogibni moment okoli 11MNm, pri maksimalni armaturi pa se nosilnost poveča samo na 18MNm. To je le za 63 %, kar je precej manj od možnih variacij v vhodnih parametrih.

Popolnejši pregled parametrične študije dajejo diagrami na sliki 4. Tu je prikazana zahtevana upogibna armatura (izražena z odstotkom celega prereza stene) v odvisnosti od vzajemnega vpliva treh poglavitnih parametrov ρ_1 , q in $a_{g,max}$ naenkrat. Ločeno so prikazani le rezultati za 5-etažne (slika 4a) in 10-etažne (slika 4b) stene oziroma stavbe.

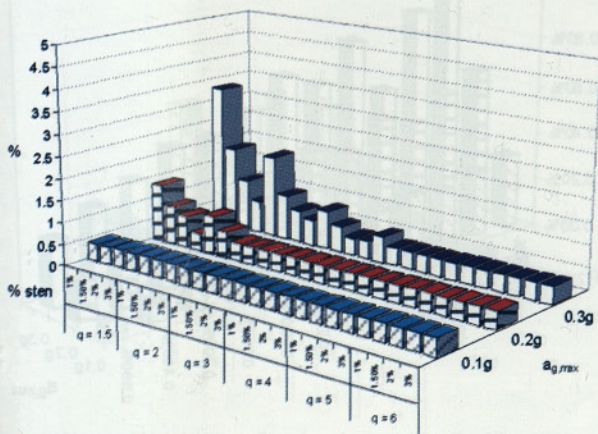
Ugotovimo lahko, da na področjih s šibkejšimi potresi, kot so Štajerska, Koroška, Prekmurje in Obala (maksimalni pospešek tal 0.1g, VII. potresna cona po starih predpisih) minimalna armatura po evropskih standardih zadošča praktično v

vseh primerih, celo za 10-etažne stavbe.

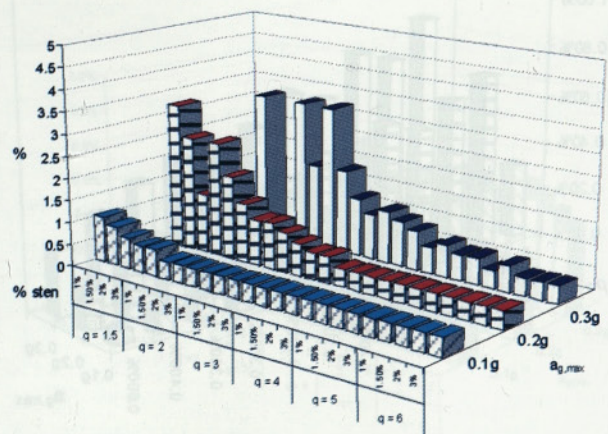
Pri pospešku temeljnih tal 0.2g, ki ustreza večini področij osrednje Slovenije so za 5-etažne stene zahteve (z izjemo primerov z zelo nizkimi redukcijskimi faktorji q) še vedno zmerne. Razmere pa se bistveno spremenijo pri 10-etažnih stavbah. Tu je z zmerno upogibno armaturo možno projektirati le še duktilne stene (z vrednostjo q okoli 4), neduktilne stene (q je 2 ali 1.5) pa le, če je odstotek sten velik – 3 % (opozoriti je potrebno, da v diagramih niso narisani stolpci, kjer je račun zahteval armaturo, ki je ni možno izvesti).

Pri pospešku temeljnih tal 0.3g (kar je nekaj več kot pričakujemo v najbolj ogroženih območjih Slovenije, kot so Ljubljana, Posočje in okolica Brežic) pa je očitno smiselno projektirati le duktilne 10-etažne stene. Pa še tu bo odstotek armature primerljiv z dosedanjimi praksami, če bo odstotek sten glede na tloris velik (2 ali 3 % v vsaki smeri).

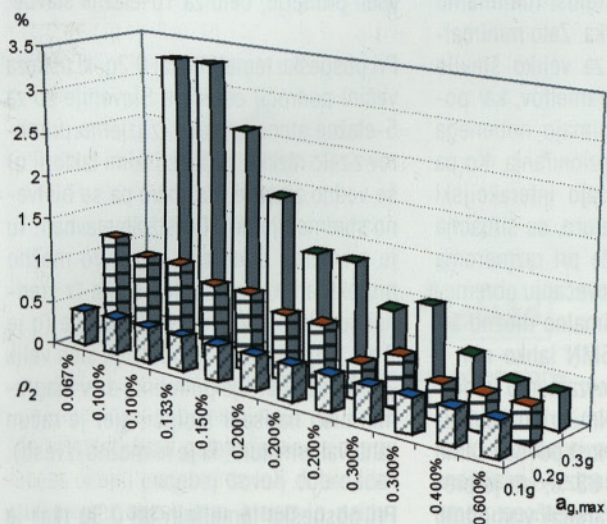
Iste rezultate smo prikazali v še bolj kompaktni obliki v odvisnosti od parametra $\rho_2 = A_{stene} / (n \times A_{etaže})$ na slikah 5a in 5b. Tu je potrebno opozoriti, da lahko dobimo pri različnih kombinacijah n in A_{stene} enako vrednost ρ_2 , ne pa tudi nihajne dobe in s tem velikosti potresnega vpliva. Zato lahko dobimo pri istem ρ_2 različne rezultate. Sliki kažeta, da lahko



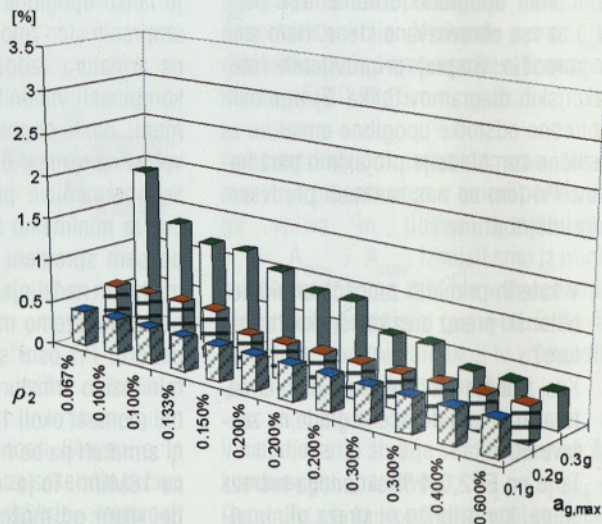
Slika 4a: Zahtevani odstotek upogibne armature ($n = 5$)



Slika 4b: Zahtevani odstotek upogibne armature ($n = 10$)



Slika 5a: Zahtevani odstotek upogibne armature (kompakten prikaz, $q = 3$)



Slika 5b: Zahtevani odstotek upogibne armature (kompakten prikaz, $q = 4$)

razmeroma majhna razlika v q (3 oziroma 4) v določenih primerih močno vpliva na količino zahtevane upogibne armature.

OCENA NEELASTIČNEGA OBNAŠANJA

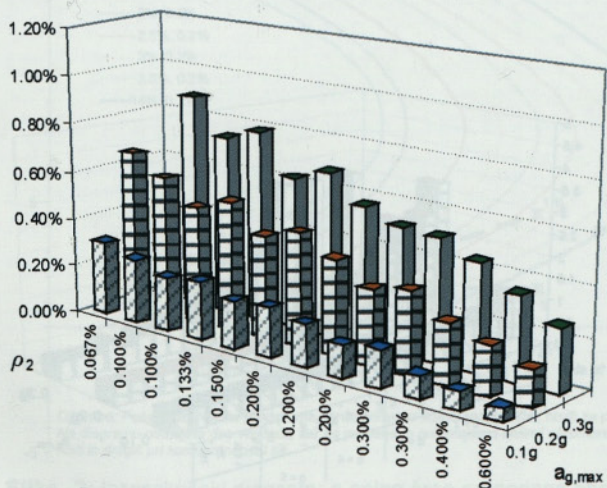
Učinkovitosti predpisa očitno ni možno ocenjevati le s stališča zahtevane količine armature. Bistveno vprašanje je, kako

učinkovit odziv na potresni vpliv ta armatura zagotavlja.

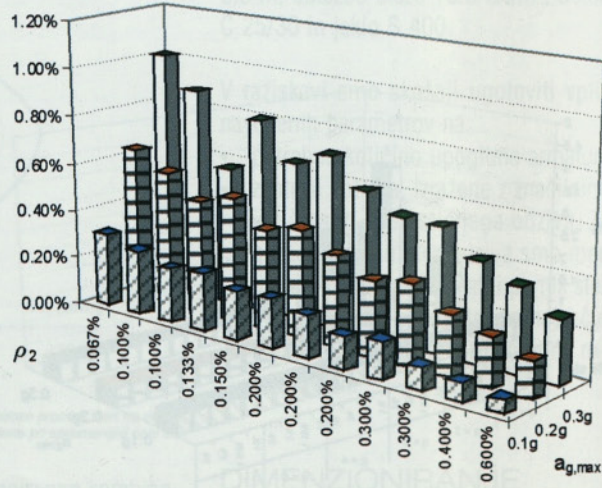
Za oceno neelastičnega obnašanja smo uporabili N2 metodo [Fajfar et al., 1988], ki temelji na nelinearni statični (push over) analizi in uporabi spektra odziva. Metoda omogoča izračun bistvenih neelastičnih značilnosti obravnavane konstrukcije s pomočjo idealiziranega neelastičnega spektra pospeškov. V tej študiji smo upoštevali spekter za tip tal B iz EC8 in projektni pospešek, ki smo ga

upoštevali pri dimenzioniranju. Rezultat analize so običajno pomiki, zasuki ali etažni zamiki, ki jih določena potresna obtežba zahteva. V nadaljevanju lahko tako pridobljene veličine primerjamo še z dejansko kapaciteto obravnavane konstrukcije. N2 metoda daje sprejemljive rezultate, če konstrukcija niha predvsem v eni nihajni obliki.

Iz množice rezultatov študije smo izbrali nekaj najbolj značilnih primerov, ki ilustrirajo zahteve potresa pri različnih vho-



Slika 6a: Pomik na vrhu, izražen z odstotkom višine stavbe ($q = 3$)



Slika 6b: Pomik na vrhu, izražen z odstotkom višine stavbe ($q = 4$)

dnih parametrov. Za oceno obnašanja bi bila seveda potrebna tudi natančna določitev potresne odpornosti obravnavanih sten s katero bi primerjali zahteve potresa. V komentarju rezultatov smo se zadovoljili le s približno globalno oceno kapacitete obravnavanih sten.

ANALIZA GLOBALNEGA ODZIVA

Za parameter odziva, ki dobro opredeljuje globalno obnašanje stene, smo izbrali pomik na vrhu, izražen z odstotkom višine stavbe. Ugotovili smo, da je pomik stabilen parameter, ki je zelo malo odvisen od faktorja obnašanja q . V ilustraciji te trditve so na sliki 6a prikazani rezultati za $q = 3$, na sliki 6b pa za $q = 4$

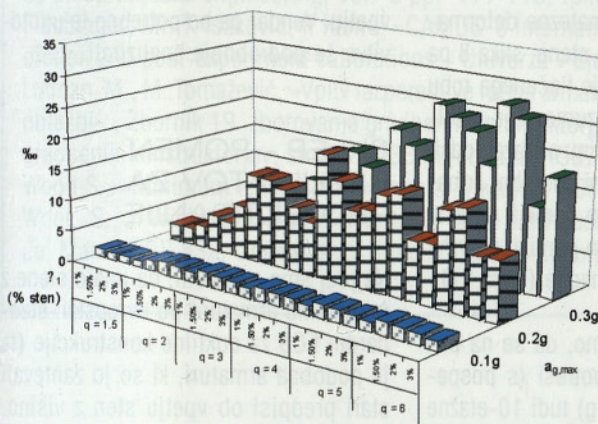
(pri primerjavi je potrebno upoštevati, da na sliki 6a ni rezultata v skrajnem levem kotu, ker je bila za ta primer zahtevana upogibna armatura prevelika). Enakost pomikov delno pojasnjuje slika 5, ki kaže, da je bila v več primerih za oba redukcijska faktorja potrebna enaka (minimalna) armatura. Vendar pa smo zelo podobne pomike dobili tudi v primerih, ko je bila armatura za različna faktorja obnašanja bistveno različna.

Rezultati na slikah 6 kažejo tudi, da razmerje med pomikom stene na vrhu in višino stene zelo regularno pada z večanjem faktorja r_2 ter da se praktično linearno povečuje z večanjem pospeška temeljnih tal.

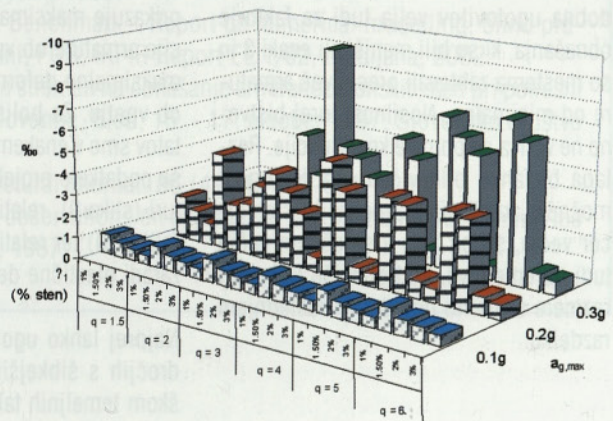
Pomembna ugotovitev je, da niti v enem

primeru pomik stene na vrhu ni presegel vrednosti 1 %, za katero se običajno predpostavlja, da bi jo morale armiranobetonske stavbe s primerno duktilnimi stenami prenesti brez težav. Na podlagi tega lahko sklepamo, da evropski standardi EC8 na nivoju cele konstrukcije (lokalne razmere bomo obravnavali v nadaljevanju) obravnavanim stenastim stavbam zagotavljajo ustrezno potresno odpornost.

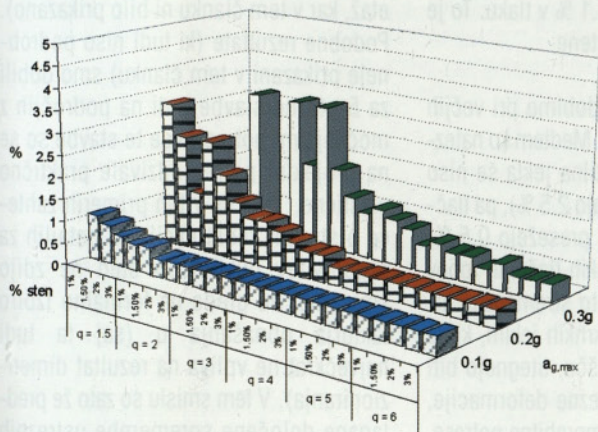
Težje razumljiva se zdi trditev, da rezultat skoraj ni odvisen od redukcije (velikosti) računskih potresnih sil (faktorja obnašanja q). Kot smo omenili, je to za vrednosti q med 4 in 6 jasno, saj je tu v večini primerov zadoščala minimalna armatura in zato redukcija potresne obtežbe ne more vplivati na rezultat. Vendar po-



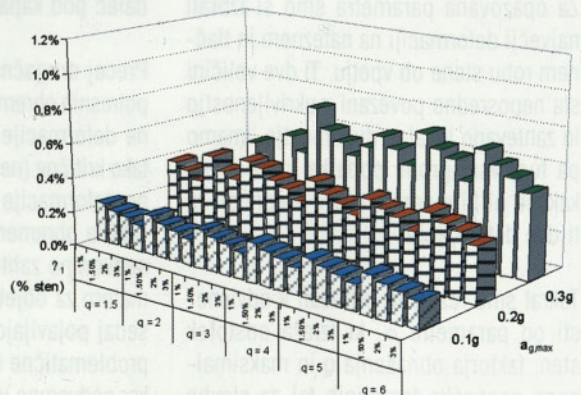
Slika 7: Maksimalna natezna deformacija armature ($n = 10$)



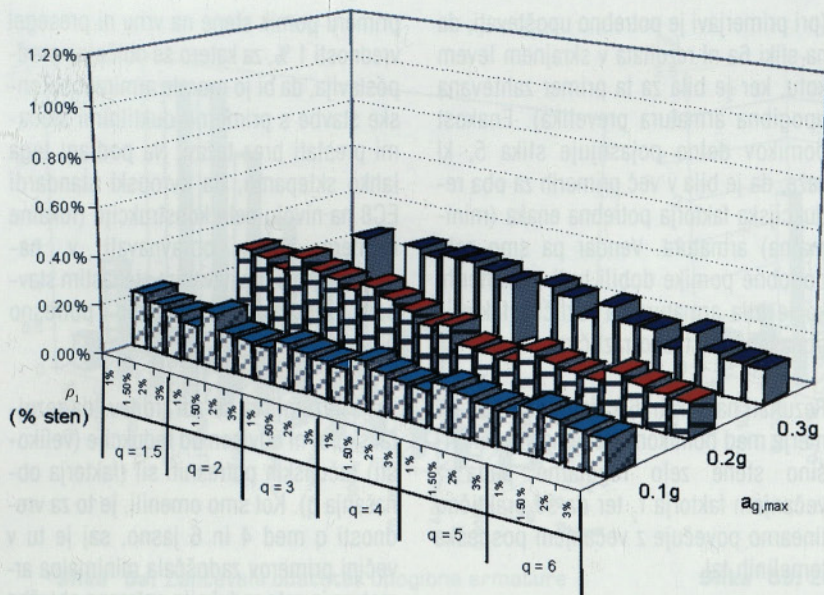
Slika 8: Maksimalna deformacija tlačnega robu ($n = 10$)



Slika 9: Zahtevani odstotki upogibne armature ($n = 10$)



Slika 10: Relativni pomik na vrhu ($n = 10$)



Slika 11: Relativni pomik na vrhu zaradi elastične deformacije (n = 10)

dobna ugotovitev velja tudi za faktorje obnašanja, ki so bili manjši ali enaki 3 in so mestoma zahtevali precej več armature od minimalne. Nosilnost torej bistveno ne vpliva na pomike konstrukcije. Razlaga bi lahko bila v tem, da je togost močnejše armiranih (razpokanih) sten sicer večja, so pa zato v splošnem večje tudi obremenitve. Podrobnejše (lokalne) razmere si bomo ogledali v naslednjem razdelku.

ANALIZA LOKALNEGA ODZIVA OB VPETJU STENE

Za opazovana parametra smo si izbrali največji deformaciji na nateznem in tlačnem robu stene ob vpetju. Ti dve veličini sta neposredno povezani z ukrivljenostjo in zahtevano lokalno duktilnostjo. Imamo pa tudi vsaj grobe podatke in občutek, kakšne bi bile sprejemljive vrednosti za ti dve deformaciji.

Tokrat smo rezultate prikazali v odvisnosti od parametra ρ_1 , ki izraža odstotek sten, faktorja obnašanja q in maksimalnega pospeška temeljnih tal za stavbe izbrane višine (n = 10). Slika 7

prikazuje maksimalne natezne deformacije armature ob vpetju stene, slika 8 pa maksimalne deformacije tlačnega robu ob vpetju. Za boljše razumevanje rezultatov smo v enakem načinu prikaza dodali še podatke o projektirani upogibni armaturi (slika 9), relativnem pomiku na vrhu (slika 10) ter relativnem pomiku na vrhu zaradi elastične deformacije (slika 11).

Najprej lahko ugotovimo, da se na področjih s šibkejšimi potresi (s pospeškom temeljnih tal 0.1g) tudi 10-etažne stene z minimalno armaturo obnašajo elastično. Maksimalne deformacije obeh robov so tako seveda pod mejo elastičnosti v nategu in pod 0.1 % v tlaku. To je daleč pod kapaciteto stene.

Precej drugačno sliko dobimo pri večjih potresnih obremenitvah. Medtem ko natezne deformacije za duktilna jekla še niso tako kritične (ne presegajo 2.5 %), pa tlačne deformacije večkrat presežejo 0.5 %. Takšna obremenitev tankih tlačnih robov nedvomno zahteva gosto stremensko armaturo za objetje. Pri krhkih jeklih, ki se sedaj pojavljajo na tržišču, utegnejo biti problematične tudi natezne deformacije, kar nedvomno velja za morebitne potrese, ki bi bili močnejši od projektne.

Iz slik 7 in 8 je razviden tudi ključen pomen parametra odstotka sten. Pravkar navedeni problemi namreč veljajo le za stavbe z majhnim odstotkom sten. Večji odstotki (3 % pa tudi 2 %) praviloma zagotavljajo ugodno obnašanje.

Stene z močno armaturo (slika 10) izkazujejo precej manjše lokalne deformacije in s tem tudi ukrivljenosti ob vpetju. To je težko uskladiti z ugotovitvijo, da so pomiki na vrhu sten dokaj neodvisni od redukcijskega faktorja q oziroma od količine armature v steni. Razlaga je morda možna s sliko 11, ki kaže, da se pri močnejše armiranih stenah poveča elastična deformacija. To bi lahko povezali tudi z večjo togostjo močnejše armiranih sten. Vidi se tudi, da pomik zaradi elastične deformacije povzroči razmeroma velik del pomika na vrhu, kljub znatni plastifikaciji stene ob vpetju. Vendar pa bo potrebno te ugotovitve še podrobneje analizirati.

SKLEP – POMEN REZULTATOV ZA PROJEKTIRANJE

Najprej smo ugotovili, da imajo stene z minimalno armaturo po evropskih standardih EC8 za duktilne konstrukcije (ta je podobna armaturi, ki so jo zahtevali stari predpisi ob vpetju sten z višino, večjo od 5 etaž) zadostno nosilnost, za primere šibkejših potresov ($a_{g,max} = 0.1g$) tudi če imajo 10-etaž (in celo 15-etaž, kar v tem članku ni bilo prikazano). Podobne rezultate (ki tudi niso podrobneje prikazani v tem članku) smo dobili za 5-etažne stavbe tudi na področjih z močnejšimi potresi. Vse te stavbe so se na projektni potres odzivale praktično elastično. Tako se v teh primerih zahteve o strogih konstrukcijskih detajlih za zagotovitev duktilnosti sten ne zdijo smiselne, ne glede na formalno izbiro faktorja obnašanja q (saj ta tudi največkrat ne vpliva na rezultat dimenzioniranja). V tem smislu so zato že predlagane določene spremembe ustreznih določil v EC8.

Ko pa enkrat prestopimo mejo statično potrebne armature, se zahtevana količina upogibne armature začne hitro večati. Pri višjih stavbah na področjih z močnejšimi potresi ($a_{g,max} = 0.2g$ ali $0.3g$) se spremeni tudi situacija glede ustreznosti odziva na projektni potres. Globalno obnašanje sicer ne kaže na probleme, saj je bil pomik na vrhu obravnavanih sten v vseh primerih te študije pod 1 % višine stavbe. Ugotovili pa smo veliko primerov, ko so bile lokalne deformacije ob vpetju sten velike. To zlasti velja za tlačne de-

formacije tankih sten brez prirobnice, pa tudi za natezne deformacije v primeru uporabe jekel z manjšo duktilnostjo, ki se žal vse pogosteje pojavljajo na tržišču.

V teh primerih je odločilen odstotek sten v vsaki nosilni smeri stavbe v primerjavi s tlorisom stavbe. Ta odstotek upošteva ta parametra ρ_1 , oziroma ρ_2 , ki sta predlagana v tem članku. Vrednost 1.5 % sten, ki ga dovoljujejo naši stari predpisi, je pri 10-etažnih stavbah in močnejših potresih (na primer na območju osrednje Slove-

nije) premajhna. Rešitev za tlačni rob je v večjem odstotku sten, ali pa uporabi strožjih zahtev iz evropskih standardov za dimenzije in armaturo objetja robov sten brez prirobnic. Za natezne deformacije pa se moramo zavedati, da bodo pri višjih in močnejše obremenjenih stavbah vedno precejšnje. Zavedati se moramo tudi, da je to povezano s precejšnjimi lokalnimi poškodbami. Pri tem lahko poleg večjega odstotka sten delno pomaga močnejša armatura, predvsem pa mora biti prepovedana uporaba jekel z majhno duktilnostjo.

LITERATURA

- Fajfar, P., J. Duhovnik, J. Reflak, M. Fischinger in Z. Breška, »Obnašanje gradbenih objektov med potresi v Črni gori 1979.«, Univerza v Ljubljani, FAGG, publikacija IKPIR št.19., Ljubljana, 1981.
- Fajfar, P., M. Fischinger, »N2 – a method for non-linear seismic analysis of regular buildings«, Proc. 9th world conference on earthquake engineering, Vol. 5 pp. 111-116, Tokyo, Kyoto, 1988.
- Fischinger, M., T. Isaković, P. Kante, »CAMUS-3 International Benchmark – Report on numerical modelling, blind prediction and post-experiment calibrations.« Univerza v Ljubljani, FGG, IKPIR Report EE 1/02, Ljubljana, 2002.
- Lutman, M., M. Tomažević, »Vpliv razporeditve robne armature in stremen na obnašanje armiranobetonskih sten pri potresni obtežbi«, Zbornik 19. zborovanja gradbenih konstruktorjev Slovenije, Bled, 16. - 17. oktober 1997, Slovensko društvo gradbenih konstruktorjev, str. 231-238., Ljubljana, 1997.
- Wood S., »Minimum tensile requirements in walls«. ACI Structural Journal, 86 (4), str. 582-591, 1989.
- Wood, S., J. Wight, J. Moehle, »The 1985 Chile earthquake – observations on earthquake resistant construction in Vina del Mar.«, SRS 532, University of Illinois, Urbana-Champaign, 1987.

RAZISKAVA TRGA GRADBENIH JEKLENIH PROFILOV

MARKETING RESEARCH OF STEEL SEMI-FINISHED PRODUCTS

ZNANSTVENI ČLANEK

UDK 624.014.2 : 339.138

UROŠ KLANŠEK, BORIS SNOJ, STOJAN KRAVANJA

P O V Z E T E K Jeklo je v razvitem svetu uveljavljeni gradbeni material. Njegove temeljne značilnosti so visoka trdnost, širok spekter uporabe in možnost predelave. Z jeklom gradimo poslovne, industrijske in stanovanjske zgradbe, hale, mostove, žerjave, hidromehansko opremo, rezervoarje, naftovode, žičnice, itd. Iz jekla so zgrajene najvišje stolpnice na svetu in mostovi z najdaljšimi razponi. Kljub temu pa ugotavljamo, da Slovenija z gradnjo novih jeklenih konstrukcij močno zaostaja za razvitim svetom. Poraba jekla za jeklene konstrukcije v Sloveniji znaša 5.5 kg/prebivalca/leto, kar je skoraj 4 krat manj kot v Evropski uniji. Z raziskavo trga jeklenih profilov smo želeli ugotoviti vzroke za takšno stanje in podati smernice za povečanje gradnje jeklenih konstrukcij.

S U M M A R Y Construction steel is among of the most common used materials in civil engineering in the most of the developed countries of the world. Its basic characteristics are high strength, a wide specter of the application and the possibility of the prefabrication. A frame type of structures for business, housing and industry as well as halls, bridges, cranes, hydro-mechanical equipment, reservoirs, oil pipes, cables, etc. are made of steel. The highest skyscrapers in the world and bridges with the longest spans are made of steel. In spite of that, steel structures are very rarely used in Slovenia. The consumption of steel in construction industry in Slovenia is 5.5 kg/inhabitant/year that is nearly 4 times less than in the European Union. With the marketing research of steel semi-finished products we wanted to find out the reasons for this situation and to define directions for increasing the building of steel structures.

Avtorji:

Uroš Klanšek, univ. dipl. gosp. inž., mladi raziskovalec, Univerza v Mariboru, FG, Smetanova 17, 2000 Maribor
 Izred. prof. dr. Boris Snoj, univ. dipl. ekon., Univerza v Mariboru, EPF, Razlagova 14, 2000 Maribor
 Izred. prof. dr. Stojan Kravanja, univ. dipl. inž. gradb., Univerza v Mariboru, FG, Smetanova 17, 2000 Maribor

1 UVOD

Jeklo je v razvitem svetu uveljavljen gradbeni material [ESDEP, 1994]. Njegove temeljne značilnosti so visoka trdnost, širok spekter uporabe in možnost prede-

lave [Kravanja, 1996]. Z jeklom gradimo poslovne, industrijske in stanovanjske zgradbe, mostove, žerjave, hidromehansko opremo, rezervoarje, naftovode, žičnice, itd. Iz jekla so grajene najvišje stolpnice na svetu in mostovi z najdalj-

šimi razponomi. Kljub temu da so nekatera slovenska podjetja v preteklosti dosegala zavidljiv nivo kakovosti in gradila objekte svetovnih referenc (Metalna, Litostroj), pa danes Slovenija z gradnjo novih jeklenih konstrukcij močno zao-

staja za razvitim svetom [Lagoja, 2000], [Novak, 2000]. Poraba jekla za jeklene konstrukcije v Sloveniji znaša 5.5 kg/prebivalca/leto, kar je skoraj 4 krat manj kot v Evropski uniji. Zaradi nizke uporabe jeklenih konstrukcij v Sloveniji smo se na katedri za gradbene konstrukcije Fakultete za gradbeništvo Univerze v Mariboru odločili poiskati vzroke za takšno stanje. K sodelovanju smo povabili katedro za marketing Ekonomsko-poslovne fakultete iz Maribora. Skupaj smo izvedli študijo raziskave slovenskega trga jeklenih gradbenih profilov, s katero smo želeli odgovoriti na vprašanje: »Zakaj v Sloveniji gradimo tako malo jeklenih objektov?« V nadaljevanju članka je predstavljen postopek raziskave trga v Sloveniji in sklep na podlagi analize in interpretacije rezultatov ankete.

2 OPREDELITEV CILJEV RAZISKAVE

Na podlagi opazovanja gradbene dejavnosti v Sloveniji v zadnjih letih in na podlagi aktualne literature in statistike smo sprejeli trditev, da je v Sloveniji v primerjavi z masivno gradnjo uporaba jeklenih konstrukcij zelo majhna. Naša hipoteza je bila, da vzroki za nizko porabo jekla v gradbene namene niso odvisni le od njegovih materialnih lastnosti in cene. Vzroki, ki narekujejo količino porabe jekla za gradbene namene, so cilj raziskave in so hkrati odgovori na naslednja vprašanja:

- Kateri je bistveni dejavnik, ki vpliva na gradnjo jeklenih konstrukcij?
- Katera je glavna slabost jeklenih profilov in pločevin?
- Katera je glavna prednost jeklenih profilov in pločevin?
- Kdo so glavni domači dobavitelji jeklenih profilov in pločevin?
- Katere so glavne prednosti domačih dobaviteljev?
- Katere so glavne prednosti tujih dobaviteljev?
- Iz katerih držav uvažamo največ jeklenih profilov in pločevin?
- Kako uporabniki opredeljujejo ob

stoječe cene jeklenih profilov in pločevin v Sloveniji?

- Kako uporabniki opredeljujejo kakovost jeklenih profilov in pločevin slovenskih dobaviteljev?
- Katere jeklene konstrukcije gradijo podjetja, ki gradijo pretežno z betonom?
- Katere jeklene konstrukcije gradijo podjetja, ki gradijo pretežno z jeklom?
- Kolikšen je delež tujih investicij v gradbeništvo?

3 PREDPOSTAVKE RAZISKAVE

Predpostavke, ki smo jih upoštevali pri raziskavi trga, so naslednje:

- predpostavka »ceteris paribus«; ob opazovanju vpliva enega dejavnika vsi ostali dejavniki ostajajo nespremenjeni in tako ne vplivajo na problem,
- predpostavka »homo oeconomicus«; gradbena podjetja in investitorji bodo ravnali tako, da bodo minimizirali svoje napore in maksimirali svoje koristi,
- predpostavka »svobodno odločanje«; gradbena podjetja in investitorji se glede na svoje preference, želje in potrebe svobodno odločajo, kje bodo nakupovali.

4 UPORABLJENA METODA RAZISKOVANJA

Uporabili smo popisni pristop zbiranja informacij, za vrsto kontaktne metode pa metodo anketiranja po pošti s pomočjo vprašalnika [Deželak, 1978], [Kotler, 1994]. Za merjenje stališča anketiranca do cene in kakovosti jeklenih proizvodov smo uporabili razčlenjeno ocenjevalno lestvico brez primerjanja. To metodo raziskovanja smo uporabili, ker smo lahko v relativno kratkem času zajeli velik statistični vzorec.

5 STATISTIČNI VZOREC

Odločili smo se anketirati tista podjetja iz

populacije slovenskih gradbenih podjetij, ki bi lahko vplivala na povpraševanje po jeklenih profilih in pločevinah. Mednje sodijo projektantska in izvajalska podjetja s področja stavb in prometnih zgradb, hidrotehničnih zgradb ter jeklenih konstrukcij. Tako smo izbrali naključni vzorec 260 gradbenih podjetij, ki smo jim poslali anketni vprašalnik.

Na raziskavo se je odzvalo 63 podjetij, pri čemer je bilo neveljavno izpolnjenih 7 anketnih vprašalnikov. Analizo smo izvršili na podlagi 56 pravilno izpolnjenih anketnih vprašalnikov, kar predstavlja 21.5 % celotnega vzorca. Omenjeni odstotek odzivnosti podjetij na anketo je daleč nad siceršnjo ravniyo odzivnosti podobnih anket. Veliko o reprezentativnosti vzorca pove tudi podatek, da je v anketi sodelovalo 56 podjetij iz 31 slovenskih občin.

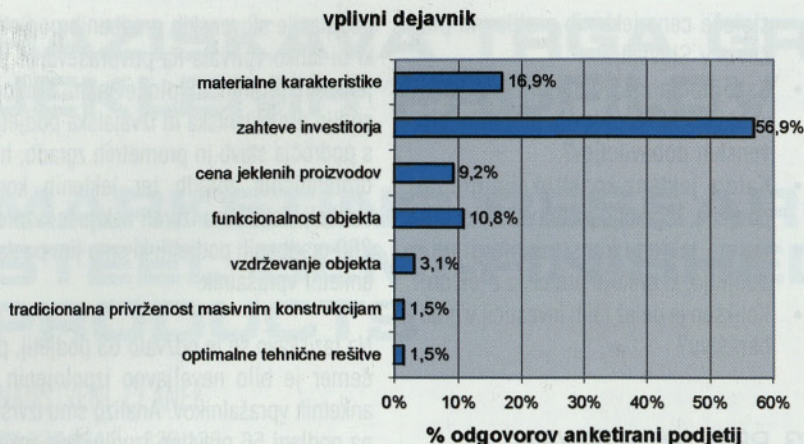
6 INTERPRETACIJA REZULTATOV

6.1 PODATKI O STRUKTURI ANKETIRANIH PODJETIJ

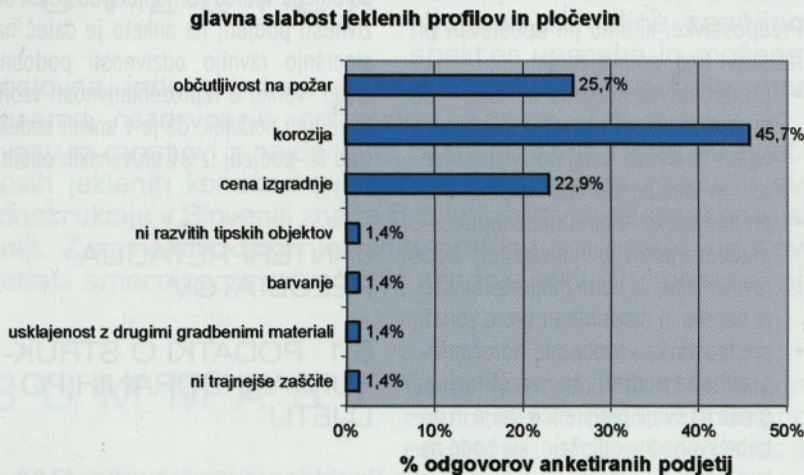
Izvajalska podjetja predstavljajo 67.9 % od vseh podjetij, ki so se odzvala na raziskavo, 28.6 % je podjetij, ki se ukvarjajo z izvajanjem in projektiranjem objektov; projektantskih podjetij pa je le 3.6 %. Iz tega je razvidno, da na rezultate najbolj vplivajo značilnosti izvajalskih podjetij.

Glede na vrsto objektov je v preučevanem vzorcu največji delež podjetij, ki se ukvarjajo s stavbami: 41.8 %; sledijo podjetja, ki se specializirano ukvarjajo z natančno določeno obliko konstrukcij (npr. dvigala, žerjavi, silosi ipd.), teh je 29 %; zatem gradbena podjetja, ki grade prometne zgradbe, teh je 25.3 %; najmanj pa je podjetij, ki grade hidrotehnične zgradbe (3.3 %).

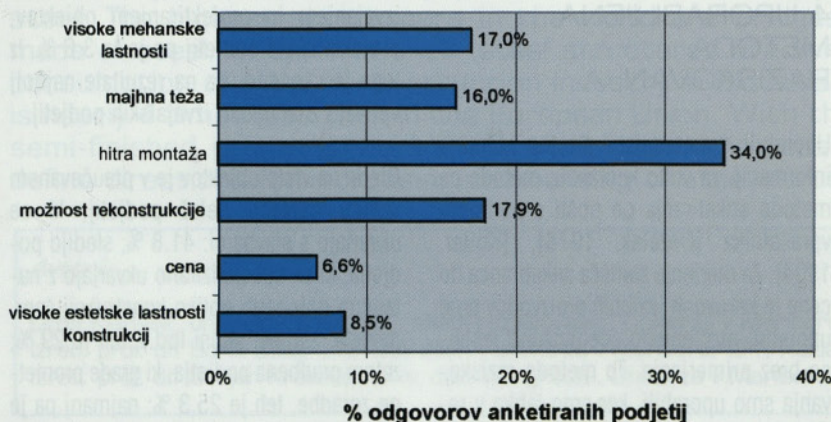
Iz analize vprašalnikov smo ugotovili, da je bil največji odziv na anketo med podjetji, ki uporabljajo jeklene profile in pločevine kot osnovni gradbeni material.



Slika 1: Bistveni dejavnik, ki vpliva na gradnjo jeklenih konstrukcij



Slika 2: Glavna slabost jeklenih profilov in pločevin



Slika 3: Glavna prednost jeklenih profilov in pločevin

Njihov delež je znašal 41.1 %. Sledijo podjetja, ki uporabljajo pretežno beton s 35.7 % in podjetja, ki enakovredno uporabljajo jeklo in beton, teh je 23.2 %.

6.2 REZULTATI PO VPRAŠANJIH

Anketno polo sestavlja petnajst vprašanj. Prva tri vprašanja se dotikajo same dejav-

nosti podjetja, ostalih dvanajst pa vzrokov, ki narekujejo obstoječo porabo jeklenih proizvodov v gradbeništvu. Podatke o lokaciji anketiranih podjetij smo dobili iz pregleda poštinih žigov na kuvertah. Pri tem smo uporabili tri tipe vprašanj, in sicer odprti tip, zaprti tip in kombinirani tip. Pri odprtem tipu vprašanj lahko vprašani samostojno navede odgovor. Zaprti tip omogoča vprašanemu, da se odloči in izbere enega ali več možnih podanih odgovorov. Pri kombiniranemu tipu vprašanj vprašanemu omogočimo izbor enega ali več podanih odgovorov in mu hkrati omogočimo, da lahko samostojno navede tudi svoj odgovor. Rezultati so v nadaljevanju našega prispevka podani po posameznih vprašanjih.

- Kateri je bistveni dejavnik, ki vpliva na gradnjo jeklenih konstrukcij? (kombinirani tip)

56.9 % anketiranih podjetij meni, da so zahteve investitorjev tiste, ki narekujejo uporabo jeklenih profilov in pločevin, sledijo drugi dejavniki, kot so materialne lastnosti jekla (16.9 % odgovorov), funkcionalne zahteve objekta (10.8 % odgovorov), cena jeklenih proizvodov (9.2 % odgovorov), vzdrževanje objekta (3.1 % odgovorov), tradicionalna privrženost masivnim konstrukcijam (1.5 % odgovorov) in optimalne tehnične rešitve (1.5 % odgovorov).

- Katera je glavna slabost jeklenih profilov in pločevin? (kombinirani tip)

45.7 % anketiranih podjetij meni, da je glavna slabost jeklenih profilov in pločevin korozija, s tem pa tudi drago vzdrževanje jeklenih konstrukcij po izgradnji. Po številu odgovorov sledita občutljivost na požar (25.7 % odgovorov) in cena izgradnje konstrukcije (22.9 % odgovorov). Relativno malo anketiranih podjetij meni, da je glavna slabost jeklenih profilov in pločevin to, da ni mogoče izvesti trajnejše zaščite (1.4 % odgovorov), da je slaba usklajenost jekla z drugimi materiali (1.4 % odgovorov), da ni razvitih tipskih objektov (1.4 % odgovorov).

rov); problem pa predstavlja tudi samo barvanje površin (1.4 % odgovorov).

• Katera je glavna prednost jeklenih profilov in pločevin? (kombinirani tip)

Glede na to, da večino anketiranih podjetij predstavljajo prav izvajalska podjetja, je razumljivo, da se največji delež odgovorov na to vprašanje zadeva hitro montažo jeklenih konstrukcij (34.0 % odgovorov). S 17.9 % odgovorov sledi možnost rekonstrukcije, nato visoke mehanske lastnosti jekla 17.0 % in majhna teža 16.0 %. Pomemben delež odgovorov navaja kot prednost jeklenih konstrukcij visoke estetske lastnosti jeklenih konstrukcij (8.5 % odgovorov), najmanj podjetij pa je kot glavno prednost jeklenih profilov in pločevin navedlo ceno (6.6 % odgovorov).

• Kdo so glavni domači dobavitelji jeklenih profilov in pločevin? (odprti tip)

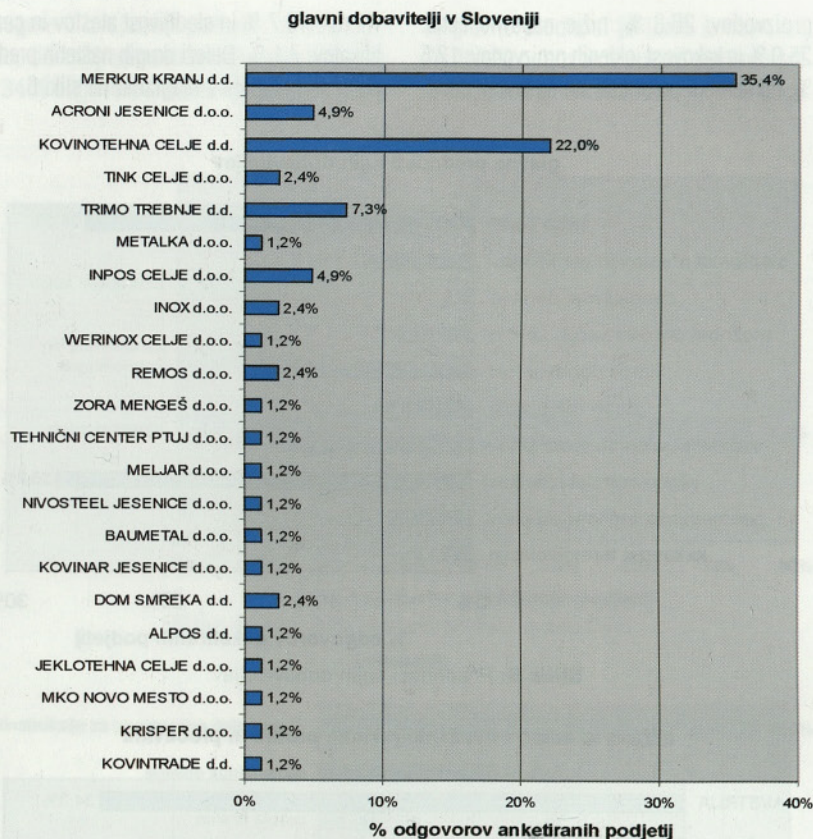
Pri tem vprašanju so podjetja navedla, pri katerih domačih dobaviteljih nabavljajo jeklene profile in pločevine. Ugotovili smo, da posebej izstopata deleža dveh podjetij in sicer Merkurja Kranj d.d. s 35.4 % in Kovinotehne Celje z 22.0 %. Z vidnim deležem so prisotni še Trimo Trebnje s 7.3 % ter Acroni Jesenice in Inpos Celje vsak s 4.9 %. Deleži drugih slovenskih dobaviteljev so prikazani v diagramu na sliki 4.

• Katere so glavne prednosti domačih dobaviteljev? (odprti tip)

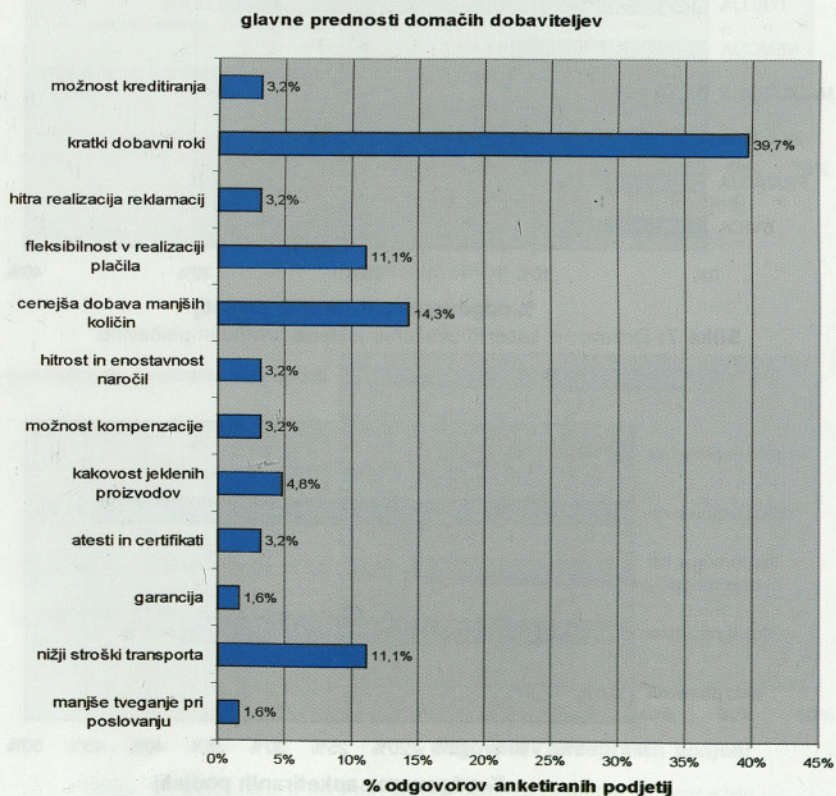
Iz analize odgovorov smo ugotovili, da je po mnenju 39.7 % anketiranih gradbenih podjetij glavna prednost domačih dobaviteljev kratek dobavni rok. Izstopajo še cenejša dobava manjših količin s 14.3 %, nižji stroški transporta 11.1 % in fleksibilnost v realizaciji plačila 11.1 %. Deleži drugih naštetih prednosti so prikazani na sliki 5.

• Katere so glavne prednosti tujih dobaviteljev? (odprti tip)

Po deležih odgovorov sklepamo, da pri tujih dobaviteljih anketirana podjetja najbolj cenijo raznovrstnost jeklenih



Slika 4: Glavni slovenski dobavitelji jeklenih profilov in pločevin



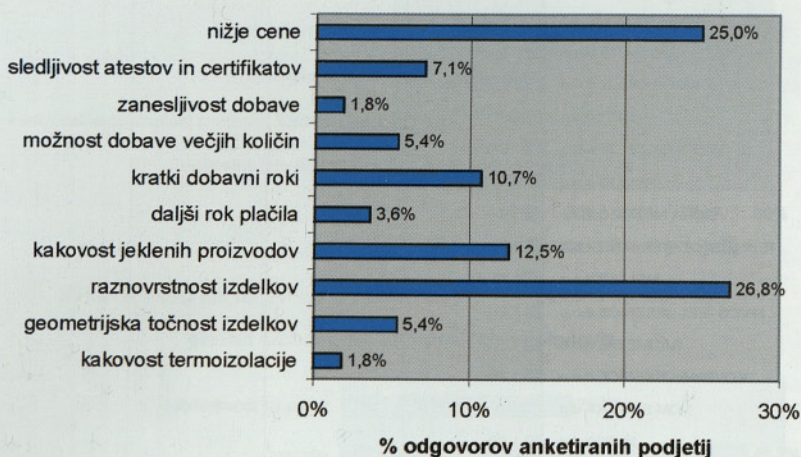
Slika 5: Prednosti domačih dobaviteljev

proizvodov: 26.8 %, nižje nabavne cene: 25.0 % in kakovost jeklenih proizvodov: 12.5 %. Pomembni prednosti sta še kratak doba-

vni rok: 10.7 % in sledljivost atestov in certifikatov: 7.1 %. Deleži drugih naštetih prednosti so prikazani v diagramu na sliki 6.

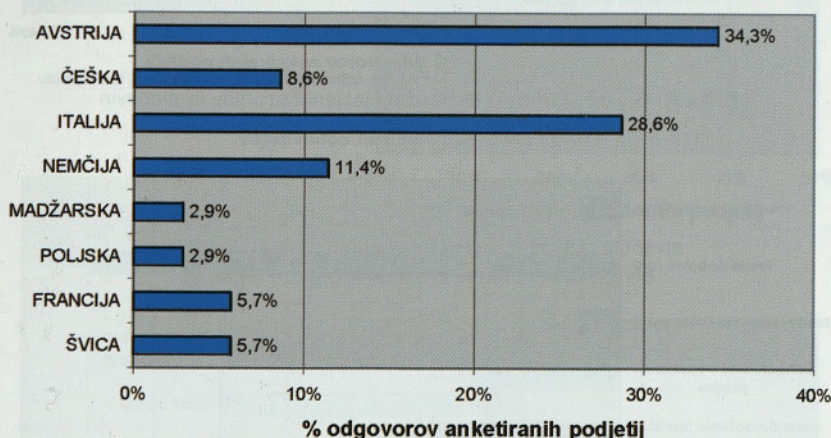
- Iz katerih držav uvažamo največ jeklenih profilov in pločevin? (odprti tip)

glavne prednosti tujih dobaviteljev



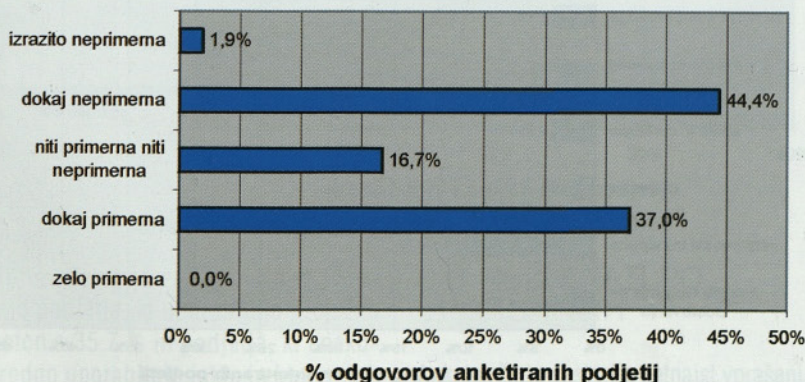
Slika 6: Prednosti tujih dobaviteljev

države iz katerih uvažamo jeklene profile in pločevine



Slika 7: Države, iz katerih uvažamo jeklene profile in pločevine

cena



Slika 8: Cena jeklenih profilov in pločevin

34.3 % vseh anketiranih gradbenih podjetij večinoma uvažuje jeklene profile in pločevine iz sosednje Avstrije. Takoj za Avstrijo sledita Italija z 28.6 % in Nemčija z 11.4 % deležem. Podjetja so omenila še nekaj držav, kot so Švica, Francija, Poljska, Madžarska in Češka. Deleži teh držav so prikazani v diagramu na sliki 7.

- Kako bi uporabniki opredelili obstoječe cene jeklenih profilov in pločevin v Sloveniji? (merilna lestvica)

Mnenja gradbenih podjetij so pri tem vprašanju deljena. 44.4 % anketiranih podjetij sodi, da je cena dokaj neprimerna. 37.0 % podjetij razmišlja povsem obratno, da je cena dokaj primerna. Niti eno podjetje med anketiranimi ni odgovorilo, da je cena zelo primerna. 1.9 % podjetij meni, da je cena izrazito neprimerna, 16.7 % podjetij pa, da cena ni niti primerna niti neprimerna.

- Kako bi uporabniki opredelili kakovost jeklenih profilov in pločevin slovenskih dobaviteljev? (merilna lestvica)

Izrazita večina anketiranih podjetij (74.1 %) meni, da je kakovost jeklenih profilov in pločevin dobaviteljev iz Slovenije dokaj primerna. 13.0 % izmed anketiranih podjetij meni, da je kakovost dokaj neprimerna, 1.9 % podjetij ugotavlja, da je kakovost jeklenih profilov zelo primerna, 11.1 % podjetij pa trdi, da ni niti primerna niti neprimerna.

- Katere jeklene konstrukcije gradijo podjetja, ki gradijo pretežno z betonom? (zaprti tip)

To vprašanje zadeva samo 20 podjetij, ki gradijo pretežno z betonom. Upoštevana so samo konstrukcije, ki so jih ta podjetja gradila ali projektirala v obdobju zadnjih petih let. Največji delež odgovorov podjetij (65.0 % odgovorov) je zadevalo konstrukcije za posamezne dele stavb (stropovi, stebri, nosilci, stopnice itd.), sledijo

strešne konstrukcije (26.4 % odgovorov) ter hale in skeleti (8.2 % odgovorov). Na druge oblike konstrukcij je bilo manj odgovorov. Ti so prikazani v diagramu na sliki 10.

- Katere jeklene konstrukcije gradijo podjetja, ki gradijo pretežno z jeklom? (zaprti tip)

To vprašanje zadeva samo 23 anketiranih podjetij, ki gradijo pretežno z jeklom. Upoštevane so samo konstrukcije, ki so jih ta podjetja gradila ali projektirala v obdobju zadnjih petih let. Ta podjetja uporabljajo jeklo za izgradnjo konstrukcij za posamezne dele stavb (47.8 % odgovorov) in za strešne konstrukcije (15.6 % odgovorov). Delež odgovorov za skupino konstrukcij, kot so drogovi, antene, žičnice in stolpi znaša 14.7 %, za rezervoarje in hidrotehnične naprave pa 13.7 %. Žerjavom je bilo namenjeno 1.7 % odgovorov, mostovom pa 0.8 % odgovorov.

- Kolikšen je delež tujih investicij v gradbeništvu? (odprti tip)

Pri tem vprašanju so anketirana podjetja opredelila kolikšen je delež tujih investicij glede na celoten obseg investicij zadnjih petih let. Z analizo odgovorov smo ugotovili, da je delež tujih investicij v anketiranih podjetjih v povprečju 13.6 % od vseh investicij.

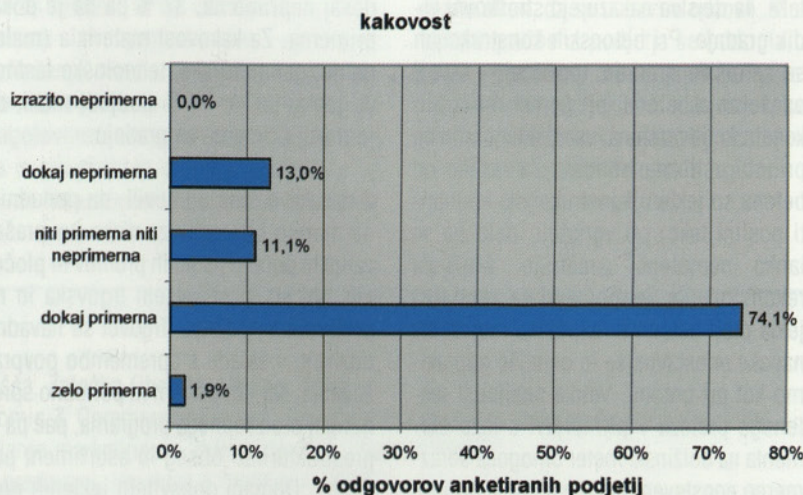
7 RAZPRAVA O REZULTATIH

Najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na uporabo jeklenih profilov in pločevin za gradbene namene, so po mnenju 57 % anketiranih podjetij zahteve investitorja. V Sloveniji imajo očitno odločilni vpliv na izbor materiala predvsem investitorji. Cena jekla po številu odgovorov zaseda šele četrto mesto za funkcionalnostjo objekta in materialnimi lastnostmi, ki sta na drugem in tretjem mestu.

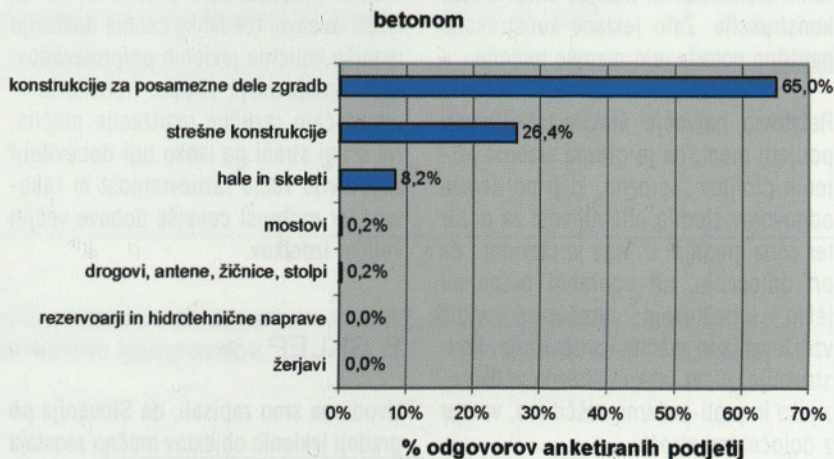
Glede na dejstvo, da dve tretjini anketiranih podjetij (68 % odgovorov) sodi v

segment izvajalskih podjetij, je razumljivo, da tretjina vseh anketiranih podjetij (34 % odgovorov) postavlja hitro montažo

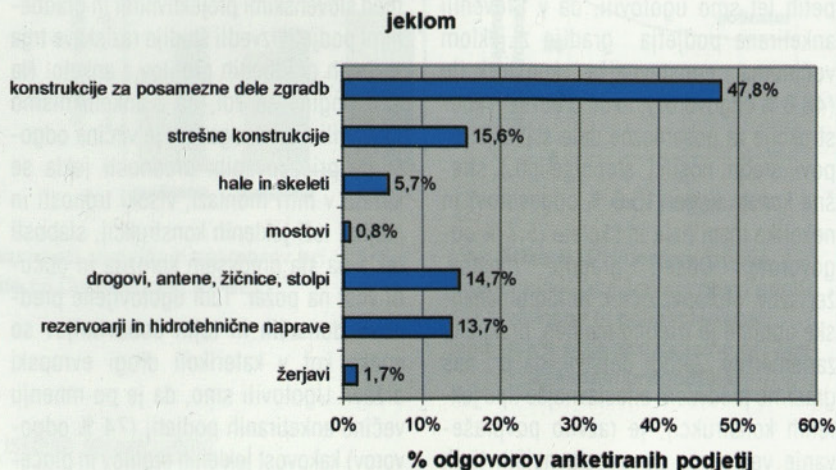
za glavno prednost jeklenih konstrukcij. Po deležu odgovorov v zvezi z glavno prednostjo jeklenih konstrukcij (17 % odgo-



Slika 9: Kakovost jeklenih profilov in pločevin



Slika 10: Struktura jeklenih konstrukcij za podjetja, ki pretežno uporabljajo beton



Slika 11: Struktura jeklenih konstrukcij za podjetja, ki pretežno uporabljajo jeklo

vorov) sledijo še druge operative lastnosti jekla, kot so možnost rekonstrukcije, visoke mehanske lastnosti in majhna teža. Ta dejstva nakazujejo stroškovni vidik gradnje. Pri betonskih konstrukcijah se stroški gradnje povečajo zaradi opaževanja betona, pri čemer mora biti konstrukcija opažena, vse dokler beton ne pridobi ustrezne trdnosti. Za razliko od betona so jekleni konstrukcijski elementi nosilni takoj po vgradnji, delo pa se lahko nemoteno nadaljuje. Možnost rekonstrukcije je pomembna prednost jekla pred betonom, saj lahko morebitne napake enostavnejše in cenejše odpravimo kot pri betonu. Velika nosilnost jeklenega prereza v primerjavi s težo elementa na dolžinski meter omogoča sorazmerno enostaven in poceni transport jeklenih elementov in manjšo skupno težo konstrukcije. Zato jeklene konstrukcije navadno potrebujejo manjše temelje.

Relativno največje število anketiranih podjetij meni, da je glavna slabost jeklenih profilov korozija, ki ji po deležu odgovorov sledita občutljivost za požar ter cena gradnje. Iz tega je razvidno, da pri odločanju, ali uporabiti beton ali jeklo, upoštevajo stroškovni vidik vzdrževanja in zaščite konstrukcije. Konstrukcijo sicer lahko ustrezno antikorozijsko in proti-požarno zaščitimo, vendar z določenimi stroški.

Iz analize odgovorov za obdobje zadnjih petih let smo ugotovili, da v Sloveniji anketirana podjetja gradijo z jeklom večinoma enostavnejše konstrukcije (48.8 % odgovorov), to so predvsem konstrukcije za posamezne dele stavb (stropovi, stebri, nosilci, stopnice ipd.), strešne konstrukcije (15.6 % odgovorov) in nekoliko manj hale in skelete (5.7 % odgovorov). Obseg gradnje mostov, žerjavov, stolpov, žičnic in hidromehanske opreme je izredno majhen, praktično zanemarljiv. Zaradi dejstva, da pri nas gradimo predvsem enostavnejše tipe jeklenih konstrukcij, je razvito povpraševanje večinoma po enostavnejših tipih jekel v manjših količinah pri domačih dobaviteljih.

Pri cenah jeklenih profilov in pločevin v Sloveniji so mnenja anketiranih podjetij zelo deljena. 44 % jih meni, da je cena dokaj neprimerna, 37 % pa da je dokaj primerna. Za kakovost materiala (materialne, geometrijske, tehnološke lastnosti jekla) pa kar 74 % podjetij meni, da je dokaj primerna za gradnjo.

Z raziskavo smo ugotovili, da ponudniki ne morejo biti vzrok za nizko povpraševanje in porabo jeklenih profilov in pločevin, saj so to predvsem trgovska in ne proizvodna podjetja. Trgovci se navadno odzivajo v skladu s spremembo povpraševanja, saj jim pri tem ni potrebno spreminjati proizvodnega programa, pač pa le prestrukturirati obseg in asortiment ponudbe. Domači dobavitelji jeklenih profilov in pločevin so v prednosti, ker za krajši dobavni rok lahko ceneje dostavijo manjše količine jeklenih polproizvodov, zagotavljajo nižje stroške transporta in omogočajo različne realizacije plačila. Na drugi strani pa lahko tuji dobavitelji zagotovijo večjo raznovrstnost in kakovost ter možnost cenejše dobave večjih količin izdelkov.

8 SKLEP

Uvodoma smo zapisali, da Slovenija po gradnji jeklenih objektov močno zaostaja za razvitim svetom. Z namenom, da bi ugotovili vzroke za takšno stanje, smo med slovenskimi projektivnimi in gradbenimi podjetji izvedli študijo raziskave trga jeklenih gradbenih profilov z anketo. Na prvi pogled se zdi, da z anketo nismo ugotovili nič novega, saj je večina odgovorov pričakovanih: prednosti jekla se kažejo v hitri montaži, visoki trdnosti in majhni teži jeklenih konstrukcij, slabosti jekla pa sta predvsem korozija in občutljivost na požar. Tudi ugotovljene prednosti domačih in tujih dobaviteljev so enake kot v katerikoli drugi evropski državi. Ugotovili smo, da je po mnenju večine anketiranih podjetij (74 % odgovorov) kakovost jeklenih profilov in pločevin dokaj primerna. Presenetljivo pa je deljeno mnenje o ceni jeklenih profilov:

eni trdijo, da je dokaj primerna, drugi pa, da je dokaj neprimerna. Ugotovitev kaže na to, da so v zvezi z odgovorom anketiranih podjetij do cen potrebne nadaljnje kvalitativne raziskave, s katerimi bi ugotavljali vzroke za takšno razdeljenost podjetij v odgovorih. Ko nadalje ugotovimo, da jeklene profile v Sloveniji uporabljamo predvsem za gradnjo enostavnih konstrukcij, kot so posamezni deli zgradb (stebri, nosilci, stropovi) in strešne konstrukcije, gradnje mostov in žerjavov pa praktično ni, se zdi, da smo na področju uporabe jeklenih konstrukcij povsem nerazviti. Na srečo nas malo višji delež izgradnje stolpov, žičnic, rezervoarjev in hidromehanske opreme lahko prepriča o nasprotnem in nekoliko omili splošno sliko.

Daleč najpomembnejši podatek, ki smo ga ugotovili z anketo, je ta, da je 57 % anketiranih podjetij mnenja, da so zahteve investitorja tisti bistveni dejavnik, ki vpliva na gradnjo jeklenih konstrukcij. V Sloveniji torej narekujejo izbor materiala in vrsto konstrukcij predvsem investitorji, saj cena jekla, mehanske lastnosti, vzdrževanje in funkcionalnost objekta niso ugotovljeni kot odločilni bistveni dejavniki pri izboru materiala. Cena jekla po številu odgovorov (9.2 % odgovorov) zaseda šele četrto mesto. Investitor pa bi se moral, razen v izjemnih primerih, praviloma odločiti za najcenejšo konstrukcijo, če le ustreza vsem predpisanim zahtevam. Ko ob tem vemo, da pri nas gradimo večinoma samo enostavne jeklene konstrukcije, lahko pomislimo, da obstaja pri naših investitorjih ne le nezaupanje do jekla kot materiala, temveč tudi ne dovolj dobro poznavanje jeklenih konstrukcij in njihovih prednosti.

Ker pa investitorjem s svojimi projektantskimi rešitvami pogosto svetujejo tudi projektanti, izvajalci del pa ob obvladovanju svoje tehnologije dostikrat tudi narekujejo tip gradnje, bi *zaključek o splošnem ne dovolj dobrem poznavanju jeklenih konstrukcij v Sloveniji* lahko bil odgovor na uvodno vprašanje: »Zakaj v Sloveniji gradimo tako malo jeklenih objektov?«

Velikega zaostajanja pri uporabi jeklenih konstrukcij za evropsko prakso ne bomo zmanjšali samo s pomočjo tujih investicij, kar bi v splošnem lahko narekovalo bolj "evropsko", t.j. večjo uporabo jekla za gradbene konstrukcije, temveč predvsem z usposabljanjem in dvigom ravni znanja in zavesti domačih investitorjev, projektantov in izvajalcev o smotrnosti gradnje jeklenih objektov. Inženirji mo-

rajo biti seznanjeni s področji uporabe jeklenih konstrukcij, kjer le-te pridejo najbolj do izraza in pomenijo najoptimalnejšo rešitev. To bo omogočilo investitorjem in projektantom optimalno odločanje med izbiro jekla in betona, vendar seveda le v primeru, če jim bo zagotovljena ustrezna strokovna literatura in programska oprema. Investitorji se bodo tedaj vsekakor pogosteje kot doslej

odločali za objekte z občutno večjim deležem jeklenih elementov. Povečano povpraševanje bo potem prisililo ponudbeno stran, da se ustrezno odzove. Slovenska gradbena podjetja se bodo na ta način pravočasno prestrukturirala na raven obvladovanja jeklenih materialov, kar jim bo na daljši rok zagotovilo obstoj na bodočih povezanih evropskih trgih.

LITERATURA

Deželak, B., Teorija in praksa raziskave tržišča, Založba Obzorja, Maribor, 1978.

ESDEP, Group 1A, Steel Construction: Economic & Commercial Factors, The Steel Construction Institute, V. Britanija, 1994.

Kotler, P., Marketing Management – Upravljanje marketingom. Informator d.d., Zagreb, 1994.

Kravanja, S., Jeklene konstrukcije, Zapiski predavanj, Univerza v Mariboru, 1996.

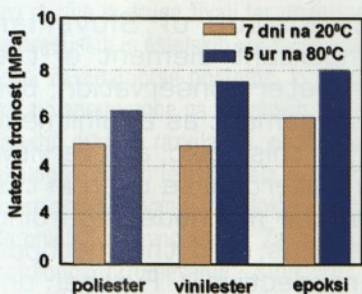
Lagoja, A., Jeklo – material tudi za tretje tisočletje, Gradbenik, 1, str. 16–17, 2000.

Novak, A., Jeklo – konstrukcijski material bodočnosti tudi v Sloveniji, Gradbenik, 1, str 18–19, 2000.

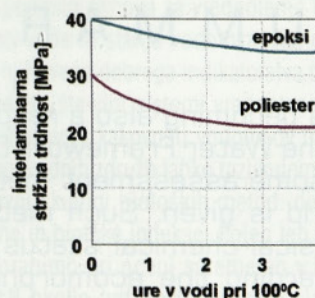
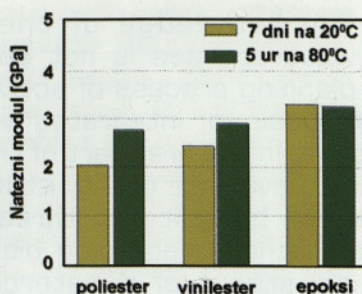
POPRAVEK!

V junijski številki revije GV je zaradi tehnične napake pri postavljanju strani prišlo do zamenjave slik v članku izr. prof. dr. Roka Žarniča - **Osnovne lastnosti polimernih kompozitov**.

Pravilni raspored slik je naslednji:



Slika 2: Primerjava mehanskih lastnosti matričnih polimerov pri različnih pogojih nege [Guide to Composites, 2002]



Slika 9. Primerjava izgube medplastne strižne trdnosti epoksidnega in poliestrskega laminata s stekleno tkanino pri pospešenem propadanju

Avtorju in bralcem se za nastalo napako iskreno opravičujemo.

Uredništvo

VREDNOTENJE KAKOVOSTNEGA STANJA VODOTOKOV - 1. PREGLED NEKATERIH METOD VREDNOTENJA

ASSESSMENT OF THE QUALITY STATUS OF WATERCOURSES - 1. AN OVERVIEW OF SOME ASSESSMENT METHODS

STROKOVNI ČLANEK

UDK 556.53 : 628-1 : 556.11

GORAZD URBANIČ, MATJAŽ MIKOŠ

P O V Z E T E K Poznavanje kakovostnega stanja slovenskih vodotokov je pomemben element ne le načrtovanja dejavnosti za zaščito voda, ampak tudi vse bolj upoštevanja vredna podlaga za celovito (integralno) urejanje voda, kakor to zahteva evropska Direktiva o vodah. V prvem prispevku na to temo je podan pregled nekaterih metod vrednotenja kakovostnega stanja vodotokov, ki se uporabljajo v svetu. Tovrstne metode lahko razdelimo na tri skupine, glede na to, ali slonijo na vrednotenju fizikalno-kemijskega stanja, biološkega stanja ali ekomorfološkega stanja vodotoka. Prikazane so metode, ki se uporabljajo v svetu in še posebej v Nemčiji, Italiji, na Švedskem, v ZDA, Avstriji in Veliki Britaniji. V drugem delu prispevka bo sledil prikaz trenutnega stanja v Sloveniji in medsebojna primerjava kakovostnih stanj vodotokov, določenih na podlagi različnih metod vrednotenja.

S U M M A R Y The knowledge of the quality status of Slovenian watercourses is not only an important element of the planning process of activities for water conservation, but it is becoming also a respectful basis for integrated water management as a fulfillment of the Water Framework Directive. In the first part of the paper on this topic, an overview of some assessment methods to evaluate quality status of a watercourse used in the world is given. Such methods can be split into three groups: the methods regarding physical-chemical status, the methods regarding biological status, and the methods regarding the ecomorphological status of a watercourse, respectively. Further on, different methods used in the world are shown, especially those used in Germany, Italy, Sweden, the USA, Austria, and Great Britain. In the second part of the paper, a report on the situation in Slovenia regarding quality status of watercourses follows, as well as a comparison between quality statuses of watercourses, determined on the basis of different assessment methods.

Avtorja:

Gorazd Urbanič, univ. dipl. biol., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, Ljubljana
Matjaž Mikoš, izr. prof. dr., mag. grad., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo,
Jamova 2, Ljubljana

1 UVOD

Z ekološkega stališča so se vodotoki razvili skupaj z in hkrati v odgovor na obdajajoče ekosisteme. Spremembe v teh ekosistemih vplivajo na fizikalne, kemijske in biološke procese znotraj vodotoka. Sistem vodotoka deluje znotraj naravnih nihanj okoljskih dejavnikov (temperatura, hitrost, pretok, premikanje plavin/usedlin...) v okviru t. i. dinamičnega ravnotežja. Ko spremembe presežejo to naravno nihanje, pride do njegovega porušenja, posledica česar so spremembe v ekosistemu. Preden se dinamično ravnotežje ponovno vzpostavi, običajno preteče veliko časa in tudi spremembe na vodotoku so običajno značilne. Človeške aktivnosti na vodotokih pogosto prispevajo k spremembi dinamičnega ravnotežja. Te spremembe so odraz izkoriščanja vodotokov za različne namene; izkoriščanje vode za energetske namene, transport, nadzor poplav, rekreacija, ribolov itd. Seveda pa se z večanjem števila prebivalstva in razvojem družbe pojavljajo večje zahteve po izrabi vode. Skupni učinki teh aktivnosti se odražajo kot spremembe, in to ne samo na vodotoku, ampak celotnem ekosistemu, katerega del je vodotok. Te spremembe vključujejo slabšanje kakovosti vode, zmanjšanje zaloga vode in izgubo življenjskih prostorov za ribe in druge živali ter zmanjšanje rekreacijskih in estetskih vrednosti vodotoka. Zavedajoč se posledic, ki jih prinašajo spremembe na vodotokih, se je v razvitih državah razvila t. i. obnovitvena ekologija. Njeno težišče dela je v ponovnem preoblikovanju vodotokov v njihovo prvotno-naravno stanje. Za to delo je potrebno razumevanje strukture in funkcije ekosistema, katerega del je vodotok, ter fizikalnih, kemijskih in bioloških procesov, ki ga oblikujejo [Dunster in Dunster, 1996]. S poznavanjem teh procesov pa lahko ovrednotimo stanje vodotoka, kar je prvi pogoj za opravljanje potrebnih sprememb na vodotoku.

Vrednost izraža človekov odnos do stvari ali predmetov in vrednotenje je vzpostavljanje ali prepoznavanje takega odnosa

[Marušič, 1991]. Funkcionalno gledano je vrednotenje raziskovalno opravilo in pomeni obliko preverjanja ustreznosti stanja v okolju. Prav stanje vodotokov pa je ob njihovi vsestranski uporabi in izkoriščanju ter dejstvu, da imajo danes vodotoki velik ekonomski, socialni, kulturni in okoljski pomen, vse bolj pomembno. Zato se je v zadnjih letih močno pridobila pomen vrednotenja vodotokov kot ocena stanja in osnova za smernice nadaljnjega razvoja in poseganja v vodotoke.

V zadnjih 40 letih so v svetu razvili različne metode vrednotenja stanja vodotokov. Uporabljajo se različni pristopi, vendar je večina metod in modelov vrednotenja stanja narejenih na podlagi:

- a) fizikalno-kemijskih značilnosti,
- b) bioloških značilnosti ali
- c) ekomorfoloških značilnosti vodotokov.

2 VREDNOTENJE STANJA VODOTOKOV NA PODLAGI FIZIKALNO-KEMIJSKIH ZNAČILNOSTI

Vrednotenje stanja in razdelitev vodotokov na podlagi fizikalno-kemijskih parametrov je iz vidika kakovosti vodotoka ena najpogostejših. Skupaj z biološkimi analizami se uporablja v ZDA in v mnogih evropskih državah. Pri tem vrednotenju gre predvsem za oceno kakovosti vode, vendar se kot del kakovosti izvajajo tudi analize usedlin. S tem kompleksnejšim pristopom se dejansko dobi kakovost vodotoka in ne zgolj vode. Vsekakor pa na fizikalno-kemijske značilnosti vode gledano v celoti pomembno vpliva tudi t. i. naravno ozadje; predvsem kamninska podlaga in same aktivnosti v prispevnem območju (npr. kmetijstvo...).

Za vrednotenje stanja vodotokov se najpogosteje izvedejo analize naslednjih fizikalno-kemijskih parametrov: pH, temperatura, vsebnost kisika, nasičenost vode s kisikom, BPK in KPK, analize pri-

sotnih organskih snovi in analize prisotnih anorganskih snovi.

Omejitev pri tem vrednotenju je v tem, da so dobljeni rezultati odraz trenutnega stanja. Fizikalno-kemijske značilnosti vode pa se v vodotoku lahko hitro spreminjajo, tudi tekom dneva. Za prikaz dejanskih razmer je potrebno pravilno in predvsem dovolj pogosto vzorčenje. Za pridobitev zelo natančne slike sprememb fizikalno-kemijskih parametrov v vodotoku bi se morale meritve izvajati kontinuirano. Samo tako bi se lahko ovrednotilo dejansko stanje in spremembe, ki se pojavljajo. Pogost vzrok majhnega števila vzorčenj je omejena finančna podpora, ki prepogosto določa kakovost rezultatov.

3 BIOLOŠKO VREDNOTENJE STANJA VODOTOKOV

Vodni organizmi so dober kazalec razmer v vodi. Ne odzivajo se samo na fizikalno-kemijske značilnosti vode, ampak s svojo prisotnostjo ali odsotnostjo dobro odražajo tudi morfološke značilnosti vodotoka. Z analizami različnih vodnih združb vodotokov lahko dobro pojasnimo razmere v vodotoku in v zaledju. Prav vodni nevretenčarji, alge, makrofiti in ribe so pogosto osnova za vrednotenje kakovosti vode in stanja vodotoka. Kot rezultat njihovega dobrega indikatorstva so bili narejeni številni sistemi vrednotenja. Pri ocenjevanju kakovosti vodotokov na podlagi vodnih združb lahko razlikujemo dve glavni skupini bioloških metod: diverzitetne in biotske indekse. Poleg teh lahko uporabimo pri oceni sprememb v kakovosti okolja tudi različne mere stopnje podobnosti med združbami (indeksi podobnosti), tako prostorsko kot časovno.

3.1 DIVERZITETNI INDEKSI

Diverzitetni indeksi so bili v glavnem razviti in uporabljeni v Severni Ameriki, nekateri med njimi pa tudi v Evropi. Za-

snovani so na načelu, da vrstna diverziteteta v ekosistemu pod stresom oz. v onesnaženem ekosistemu upada. Danes je najrazširjenjša mera diverzitetete Shannonov diverzitetni indeks H' [Washington, 1984]:

$$H' = - \sum \frac{N_i}{N} \log_2 \frac{N_i}{N}, \quad (1)$$

kjer je H' diverziteteta, N skupno število vseh osebkov, najdenih v vzorcu in N_i število osebkov vrste i . Višja je vrednost H' , večja je diverziteteta. Parameter H' teži k doseganju maksimalne vrednosti pri vrednosti indeksa 4-5 v analizi ekosistema. Dobra stran tega diverzitetnega indeksa je, da ni odvisen od površine, s katere so bili vzorci pobrani, je nedimenzijski in upošteva relativno abundanco vsakega taksona. Odvisen pa je od sezone in taksonomskega nivoja določevanja organizmov (razen pri striktni uporabi istih taksonomskih nivojev določitve pri izračunu). Slaba stran diverzitetnih indeksov pa je ta, da osnovna domneva upadanje diverzitetete z naraščajočim onesnaženjem ni povsem resnična. To se pokaže v primeru neonesnaženega izvirnega dela vodotoka, ki ima pogosto zelo različne in nizke H' vrednosti. Na diverziteteto organizmov pa razen onesnaženja vpliva tudi diverziteteta mikrohabitatov v vodotoku. Večja pestrost omogoča ugodne življenjske pogoje večjemu številu vrst kljub isti obremenjenosti z organskimi snovmi.

Na podlagi Shannonovega diverzitetnega indeksa sta Wilhm in Dorris leta 1966 predlagala interpretacijo vrednosti H' v smislu kakovosti vode, kjer pomeni $H' > 3$ čisto vodo, $H' = 2-3$ rahlo onesnaženo vodo, $H' = 1-2$ srednje onesnaženo vodo in $H' < 1$ močno onesnaženo vodo.

3.2 BIOTSKI INDEKSI

3.2.1 Saprobni indeks (SI)

V tem sistemu gre za vrednotenje kakovosti vodotokov na podlagi prisotnih organizmov in njihove pogostosti. Sa-

probni sistemi so bili narejeni za različne skupine vodnih organizmov (alge, ribe, vodni nevretenčarji). Danes se najpogosteje uporabljajo indeksi na podlagi združbe vodnih nevretenčarjev. Večina danes uporabljanih saprobnih indeksov je bilo izpeljanih iz saprobnega sistema, ki sta ga vpeljala Kolkowitz in Marsson na začetku 20. stoletja. Omenjeni sistem so kasneje razvijali številni avtorji, med njimi Sladeček [1973] in Wegl [1983].

Kot primer modernega saprobnega indeksa je predstavljen saprobni indeks SI , ki obsega štiri kategorije onesnaženja: I. oligosaprobnno (neonesnaženo), II. b-mezosaprobnno (zmerno onesnaženo), III. a-mezosaprobnno (močno onesnaženo) in IV. polisaprobnno (zelo močno onesnaženo). Za vsako vrsto je določena povprečna saprobna vrednost s . Ta vrednost je v bistvu ocena ekološkega pojavljanja neke vrste, s tem da je 10 točk empirično porazdeljeno preko štirih kategorij onesnaženja oziroma saprobnih kategorij (preglednica 1).

Vrste s širokim ekološkim pojavljanjem oziroma pojavljanjem v vodotokih s širokim nihanjem stopnje onesnaženja imajo teh 10 točk razdeljeno preko več kategorij onesnaženja, medtem ko imajo vrste z zelo ozkim ekološkim pojavljanjem vseh 10 točk v eni kategoriji onesnaženja. Povprečno saprobno vrednost s dobimo tako, da pomnožimo število točk v vsaki

kategoriji onesnaženja s številom kategorije in nato vsoto zmnožkov delimo z 10. Da bi večjo težo dali vrstam z ožjo ekološko distribucijo, je za vsako vrsto določena tudi indikatorska vrednost G v rangu od 1 do 5 (v smeri širokega k ozkem ekološkem pojavljanju). Saprobni indeks danega mesta v vodotoku nato izračunamo po enačbi:

$$SI = \frac{\sum (h s G)}{\sum (h G)}, \quad (2)$$

kjer je h absolutna ali relativna abundanca taksona, s saprobna vrednost in G indikatorska vrednost tega taksona. Razdelitev izračunanih vrednosti saprobnega indeksa SI po saprobnih kategorijah sledi posebni shemi (preglednica 2).

V osnovi morajo biti vsi taksoni določeni do nivoja vrste, kar zahteva izkušene taksonome, včasih pa so take določitve nemogoče ali zelo drage, zato nekateri saprobni sistemi, kot npr. Weglov [1983], vključujejo tudi saprobne in indikatorske vrednosti za rod in višje taksonomske kategorije.

3.2.2 Trent biotski indeks (TBI)

Trent biotski indeks je bil osnova za številne zahodnoevropske biotske indekse [Woodiwis, 1964]. Osnova sta dve posta-

Takson	G	Saprobna kategorija				s
		I	II	III	IV	
Corixa sp.	1	3	4	3		2
Eristalis sp.	4		1	2	7	3,6
Gammarus pulex	3	4	4	2		1,8
Ephemera sp.	3	2	6	2		2
Protonemura sp.	4	8	2			1,2

Preglednica 1: Povprečne saprobne vrednosti s in indikatorske vrednosti G za izbrane makroinvertebrate (povzete po [Wegl, 1983]).

saprobna kategorija	I	I - II	II	II - III	III	III - IV	IV
saprobni indeks SI	1.0 do <1.5	1.5 do <1.8	1.8 do <2.3	2.3 do <2.7	2.7 do <3.2	3.2 do <3.5	3.5 do <4.0

Preglednica 2: Saprobne kategorije in pripadajoče vrednosti saprobnega indeksa SI .

vki, t.j. da organsko onesnaženje reducira vrstno diverzitetu in da z naraščajočim onesnaževanjem določene skupine izginjajo v tem vrstnem redu: Plecoptera, Ephemeroptera, Trichoptera, *Gammarus*, *Chironomus* in Tubificidae (preglednica 3). Vendar na prisotnost organizmov ne vpliva samo onesnaženje, ampak tudi strukturne značilnosti vodotoka, predvsem tip substrata in njegova stabilnost. Pri oceni je uporabljen relativno lahko določljiva vrsta, kot sta *Baetis rhodani*, ter višje taksonomske enote pri ostalih taksonih, kot sta rod in družina. Taksonomske skupine za Trent biotski indeks so tako naslednje: vsak rod Tricladida; Maloščetinci (razen družina Naididae); družina Naididae; vsak rod Pijavk; vsak rod Mehkužcev; vsak rod Nižjih rakov; vsak rod Enodnevnice, razen *Baetis rhodani*; *Baetis rhodani*; vsak rod Vrbnic; vsaka družina Mladoletnic; vsak rod Mrežekrilcev; družina Chironomidae, razen *Chironomus sp.*; družina Simuliidae; vsaka družina ostalih Dvokrilcev; vsak rod Elmiidae & Helodiidae; vsaka družina ostalih Hroščev; Vodne pršice (Hydracarina). Vrednosti Trent biotskega indeksa so razvrščene od 0 do 10 in jih lahko izrazimo v smislu kakovostnih razredov vodotoka z naslednjimi štirimi razredi: I.kakovostni razred – neonesnaženo (vrednosti indeksa 9–10), II.kakovostni razred – rahlo onesnaženo in prizadeta favna (vrednosti indeksa 7–8), III.kakovostni razred – onesnaženo (vrednosti indeksa 5–6) in IV.kakovostni razred – močno onesnaženo (vrednosti indeksa manjše od 4).

4 EKOMORFOLOŠKO VREDNOTENJE STANJA VODOTOKOV

Vrednotenje stanja vodotokov na podlagi njegovih ekomorfoloških značilnosti se je pojavilo v zadnjem desetletju v t. i. obdobju ekohidrologije kot odraz drastičnih sprememb v strukturi vodotokov. Gre za celovit pristop k vrednotenju vodotokov, pri čemer so pod pojmom ekomorfološko vrednotenje združene lastnosti struge, bregov in zemljišča ob samem vodotoku. Vrednoti se ekološka kvaliteta oziroma stanje strukture vodotoka v primerjavi s potencialnim naravnim stanjem. To potencialno naravno stanje pa se spreminja med pokrajinami in je odvisno od geografskih značilnosti (temu lahko rečemo tudi ekoregija, ki jih je Slovenija določila pred kratkim). Zaradi tega je potrebno za vsako geografsko enoto ovrednotiti referenčni vodotok, ki naj predstavlja tipične naravne značilnosti struge, bregov in zaledja izbranega območja. Referenčni vodotok mora biti v antropogeno nespremenjenem okolju brez opaznih človeških vplivov. Če takšen vodotok ne obstoji, se morajo prvotne značilnosti vodotokov rekonstruirati na podlagi opisov vodotokov iz »zgodovinskih« zapisov. Ta zgodovina bi naj predstavljala vodotok pred regulacijami in ostalimi večjimi spremembami na vodotoku ter spremembami ekosistemov ob vodotoku. Na podlagi današnjih znanj o ekosistemi nam ti opisi omogočajo narediti prvotni opis stanja reke s prisotnimi združbami in diverzitetu življenjskih prostorov. V

nemškem govornem področju se je uveljavil izraz »Leitbild« oziroma poslovenjeno »vzorčna podoba« vodotoka.

Ocena današnjega stanja rabi za predstavitev pomanjkljivosti v strukturi habitatov in opisuje stopnjo odstopanja od prvotnega stanja ali vodilne podobe. Sama vrednost dejansko nakazuje sposobnost vodotoka, da vzdržuje dinamične procese in služi vodnim in amfibijskim organizmom kot življenjski prostor. Kljub istemu cilju, t. j. vrednotenju stanja vodotoka, so se v različnih državah razvili različni modeli vrednotenja in klasifikacije. Različne raziskovalne skupine so na podlagi opazovanj in izkušenj v model vrednotenja vključile različno število ekomorfoloških dejavnikov in jih tudi različno vrednotile. Razlike med sistemi so odraz širine namena uporabe metode in subjektivnosti.

Z znanjem o strukturnem stanju vodotokov se pričena nova faza v varovanju vodotokov, v tujini imenovana kot »druga pobuda varovanja voda« in bi naj dopolnjevala prvo, t. i. »izboljšanje kakovosti vode«. V prihodnosti naj bi karte ohranjenosti oziroma spremenjenosti vodotokov rabile kot osnova za sanacije, renaturacije in rehabilitacije vodotokov. Nekatera izmed ekomorfoloških vrednotenj že predvidevajo tudi potrebne posege oziroma aktivnosti na vodotoku glede na stopnjo kakovosti vodotoka.

4.1 EKOMORFOLOŠKO VREDNOTENJE STANJA VODOTOKOV V NEMČIJI

Ekomorfološko vrednotenje, ki so ga v zadnjih letih razvili v Nemčiji sloni na oceni 25 značilnosti in 14 funkcionalnih enot (preglednica 4). Te so bile izkustveno izbrane na podlagi raziskav po vsej Nemčiji in so se izkazali za pomembne pri vrednotenju ekomorfoloških značilnosti vodotokov. Sistem je uporaben za vse vodotoke z izjemo potočkov ožjih od 0,5 m. Pri vrednotenju se izbere 100 m odsek vodotoka, na katerem se opazujejo

prisotna skupina	celotno število skupin prisotnih v vzorcu				
	indeks				
	0 do 1	2 do 5	6 do 10	11 do 15	16
nimfe Vrbnic	- (-)	7 (6)	8 (7)	9 (8)	10 (9)
nimfe Enodnevnice	- (-)	6 (5)	7 (6)	8 (7)	9 (8)
ličinke Mladoletnic	-4	5 (4)	6 (5)	7 (6)	8 (7)
<i>Gammarus</i>	3	4	4	6	7
<i>Asellus</i>	2	3	4	5	6
Tubificidae in/ali rdeči Chironomidae	1	2	3	4	-
nihče od navedenih skupin	0	1	2	-	-

Opomba: vrednosti v oklepajih pri nekaterih skupinah veljajo, če je prisotna samo ena skupina

Preglednica 3: Trent biotski indeks (povzeto po [Woodiwis, 1964]).

	glavni parameter	funkcionalna enota	posamezna značilnost	
dno vodotoka	vodni tok	rečni zavoji, okljuk (meander)	zavijanje toka	
			vzdolžna prodišča	
	vzdolžni profil	naravni vzdolžni elementi	posebne tvorbe toka	
			premičnost	erozija v zavojih
			globina profila	
			utrditev bregov	
			prečne pregrade	
			razgibanost pretoka	
	bregovi	vzdolžni profil	umetne pregrade, ki onemogočajo gorvodne migracije	razgibanost globine vodotoka
				zgrajene prečne pregrade
struktura dna		vrsta in razporeditev substrata	prisotnost kanalov	
			zapornice	
			zaježitve	
			tip substrata	
			različnost substratov	
			posebne strukture na dnu	
			utrditev dna	utrditev dna
			višina profila	višina profila
struktura bregov	naravne tvorbe	razvitost bregov - širjenje	erozija bregov	
		oblika profila	variabilnost brega	
		tip profila		
		posebne strukture bregov		
		naravna obraščenost	obrežna vegetacija	
		obrežje	obrežje	
pokrajina ob vodotoku	okolica vodotoka	širše ozemlje ob vodotoku	raba zemljišča	
		siceršnja struktura območja		

Preglednica 4: Značilnosti, uporabljene pri ekomorfološkem vrednotenju stanja vodotokov v ZR Nemčiji (povzeto po [Blank et al., 1999]).

posamezne ekomorfološke značilnosti. Končni rezultat vrednotenja je rezultat dveh komponent: indeksnega sistema in sistema funkcionalnih enot. Gre za dva sistema vrednotenja istih značilnosti na istem vodotoku na dva različna načina. Pri indeksnem sistemu vrednotenja je rezultat izračunan na podlagi vrednotenja 25 značilnostih vodotoka, pri sistemu funkcionalnih enot pa je vodotok ovrednoten na terenu na podlagi kartiranja in primerjave štirinajstih funkcionalnih enot z naravnim vodotokom. Končni rezultat je podan na podlagi primerjanja in upoštevanja obeh načinov vrednotenja.

Na podlagi dobljenih vrednosti (maksimalna vrednost in s tem naravno stanje je odvisna od naravnogeografskih danoosti območja) in v odvisnosti od naravnih

značilnosti vodotokov so oblikovali sedem kakovostnih razredov, ki jih lahko gledamo tudi kot nekakšen ekvivalent sedmim stopnjam biološkega vrednotenja kakovostnega stanja vodotokov.

Tako prvi razred opisuje naravno stanje vodotoka, medtem ko sedmi razred predstavlja najbolj močno spremenjen-denaturiran vodotok (preglednica 5).

ekomorfološka kakovost vodotoka - razred	stopnja naravnega stanja vodotoka
1	naravno stanje
2	pogojno naravno stanje
3	zmerno zmanjšano naravno stanje
4	jasno zmanjšano naravno stanje
5	opazno denaturirano
6	močno denaturirano
7	prekomerno denaturirano

Preglednica 5: Razredi ekomorfološkega vrednotenja stanja vodotokov v ZR Nemčiji.

4.2 EKOMORFOLOŠKO VREDNOTENJE STANJA VODOTOKOV V VELIKI BRITANIJ

V Veliki Britaniji raziskave ekomorfološkega vrednotenja vodotokov aktivno potekajo v zadnjem desetletju [Raven et al., 1997]. V raziskavah so upoštevali vse svoje vodotoke vključno z izvirnimi predeli. Vodotoke so najprej razdelili glede na nekatere geografske značilnosti (nagib in nadmorska višina) v štiri skupine:

- vodotoki s strmim nagibom,
- vodotoki v gorskih dolinah,
- vodotoki na apnenčasti podlagi in
- majhni nižinski vodotoki.

V posebno peto skupino so uvrstili vse antropogeno spremenjene vodotoke. Za vsako od prvih štirih skupin so poiskali ustrezno referenčno stanje, ga ovrednotili in rabi za primerjavo z ostalimi vodotoki. Vzorčno mesto predstavlja razdaljo 500 m, na katerem se izbere 10 točk, oddaljenih med seboj 50 m. Ocenjevanje poteka na vsaki točki v širini 10 m, pri čemer je rezultat vsota ocen posameznih ocenjevalnih točk. Na podlagi izbranih parametrov so izdelali dva različna sistema vrednotenja:

- a) ocena kakovosti vodnega habitata
- b) ocena spremenjenosti vodnega habitata.

V primeru ocene kakovosti vodnega habitata podaja rezultat, izražen v številki, razširjenost in različnost zabeleženih naravnih značilnosti na izbranem mestu vodotoka. Višja kot je vrednost, bolj ima vodotok ohranjeno naravno strukturo. Pri vrednotenju se upoštevajo naslednje značilnosti: tip toka, usedline v vodotoku, značilnosti struge, značilnosti brega, značilnosti obrežne vegetacije, prisotnost prodišč, tip vodne vegetacije, raba zemljišča v oddaljenosti 50 m od bregov, prisotnost dreves in drevesne vegetacije in posebne značilnosti.

Spremenjenost habitata podaja stopnjo spremenjenosti naravnih značilnosti značilnosti vodotoka. Višja kot je vred-

<p>1. Raba zemljišča za obrežno vegetacijo Nespremenjena (prvotna), sestoji iz gozda, naravna mokrišča, in/ali močvirja 30 Izmenjevanje pašnih površin, gozdov in močvirij, nekaj vrst poljskih kultur 20 Izmenjevanje obdelovalnih (polja) in pašnih površin 10 Prevladujejo obdelovalne površine (polja) 1</p> <p>2. Širina cone obrežne vegetacije od roba struge do polj Poplavna obrežna ali gozdna vegetacija > 30 m širine 30 Poplavna obrežna ali gozdna vegetacija od 5 do 30 m širine 20 Poplavna obrežna ali gozdna vegetacija od 1 do 5 m širine 5 Poplavne obrežne ali gozdne vegetacije ni 1</p> <p>3. Sklenjenost obrežne vegetacije Sklenjena obrežna vegetacija 30 Prekinitve se pojavljajo na razdaljah > 50m 20 Prekinitve pogoste z nekaj žlebovi(gully) in brazgotinami vsakih 50 m 5 Globoko zarezana z žlebovi(gully) po celotni dolžini 1</p> <p>4. Obrežna vegetacija znotraj 10 m pasu ob strugi > 90% pokrovnosti predstavljajo nepionirska drevesa ali grmovja ali močvirske rastline 25 Različne pionirske vrste vzdolž struge z drevesi v ozadju 15 Vegetacija travnih vrst in redka pionirska drevesa ali grmovja 5 Travnata vegetacija, nekaj dreves ali grmovja 1</p> <p>5. Zadrževalni predmeti Struga s skalami in starimi kladami, trdno zabiti v dno 15 Skale in klade prisotne, vendar odzadaj zapolnjene s sedimentom 10 Zadrževalni predmeti zrahljani; se premikajo ob poplavih 5 Zrahljana peščena naplavina; le nekaj zadrževalnih predmetov 1</p> <p>6. Oblika struge Zadostna za sedanje in najvišje letne pretoke, širina/globina <7 15 Ustrezna, z redkimi preplavljanji bregov, širina/globina 8 do 15 10 Komaj vzdržuje sedanje najvišje pretoke, širina/globina 15 do 25 5 Preplavljanje bregov običajno, širina/globina >25, ali pa je vodotok kanaliziran 1</p> <p>7. Sedimenti v strugi Majhno ali nobeno povečanje struge zaradi kopičenja sedimenta 15 Prisotnost ovir iz grobega kamenja in dobro izpranih naplavin, malo mulja 10 Sedimentne ovire iz skal, peska ali mulja so običajne 5 Struga je razdeljena v kite ali pa je vodotok kanaliziran 1</p> <p>8. Struktura bregov Stabilna bregova iz skal in zemlje, čvrsto utrjena s travo, grmičevjem in drevesnimi koreninami 25 Čvrsta bregova, vendar rahlo utrjena s travo in grmičevjem 15 Bregova iz rahle zemlje, ki jo zadržuje skromna plast trave in grmičevja 5 Nestabilna bregova iz rahle zemlje ali peska, ki se hitro premakneta 1</p>	<p>9. Spodjedanje bregov Rahlo ali nikakršno, oziroma omejeno na predele, ki jih utrjujejo drevesne korenine 20 Zajedanje le na zavojih in ožinah 15 Pogosto zajedanje, spodjedanje bregov in korenin 5 Močno zajedanje vzdolž struge, bregova se osipata v vodo 1</p> <p>10. Kamnit substrat: otip in oblika Kamenje čisto, z ostrimi robovi in brez sedimentne prevleke; lahko je počrnelo 25 Kamenje brez ostrih robov in z rahlo peščeno prevleko 15 Nekaj kamenja z ostrimi robovi, očitna peščena prevleka 5 Svetlo kamenje; muljna, peščena prevleka in ostri robovi so običajni 1</p> <p>11. Dno vodotoka Dno iz nagnetelega kamenja različne velikosti, z očitnimi razmiki 25 Kamnito dno, ki se hitro premakne in z malo mulja 15 Dno iz mulja, peska in gramoza; stabilno na nekaterih mestih 5 Enotno dno iz peska in mulja, ki se rahlo oprijemata; odsotnost kamnitega substrata 1</p> <p>12. Brzice in tolmuni ali meandri Izraziti, na razdaljah 5 do 7-kratne širine vodotoka 25 Nepravilno razporejeni 20 Dolgi tolmuni, ki ločujejo kratke brzice; odsotnost meandrov 10 Odsotnost meandrov in brzic/tolmunov ali pa je vodotok kanaliziran 1</p> <p>13. Vodna vegetacija Če je prisotna, sestoji iz mahu ali zaplat alg 15 Alge prevladujejo v tolmunih, vaskularno rastlinje pa vzdolž roba 10 Prisotnost zaplat alg, nekaj vaskularnega rastlinja, malo mahu 5 Zaplate alg prekrivajo dno, vaskularno rastlinje pa prevladuje v strugi 1</p> <p>14. Ribe Prisotnost reofilnih rib, izvima populacija prisotna v večini tolmunov 20 Malo reofilnih rib, ki jih je težko locirati 15 Nobenih reofilnih rib, nekaj lentičnih rib v tolmunih 10 Nobenih rib ali zelo poredkoma 1</p> <p>15. Detritus V glavnem sestoji iz listja in lesa brez sedimenta 25 Malo listja in lesa; drobne kosmičaste organske naplavine brez sedimenta 10 Odsotnost listnatih in lesenih naplavin; groba in drobna organska snov s sedimentom 5 Droben anaerobičen sediment, odsotnost naplavin 1</p> <p>16. Makrobentos Prisotnost velikega števila vrst na vseh vrstah substrata 20 Veliko vrst, vendar le v dobro oksidiranih habitatih 15 Majhno število vrst, vendar v večini habitatov 5 Malo ali če sploh kaj vrst, in še te v dobro oksidiranih habitatih 1</p>
---	--

Preglednica 6: RCE obrazec za vrednotenje stanja vodotokov ([Petersen, 1992]), prikazuje število točk za posamezno značilnost.

nost, bolj je vodotok antropogeno spremenjen. Pri vrednotenju spremenjenosti habitata se upoštevajo spremembe, opazne na bregovih, v strugi, upošteva se prisotnost vodnih zgradb.

4.3 RCE SISTEM VREDNOTENJA STANJA VODOTOKOV

RCE metoda [Petersen, 1992] je bila razvita za ekomorfološko vrednotenje majhnih nižinskih vodotokov v kmetijskih območjih (njihova širina je manjša od 3 metrov) na podlagi ekomorfoloških značilnosti, z upoštevanjem biotske kompo-

nente. Preizkušena je bila na vodotokih v Združenih državah Amerike, Italiji in na Švedskem. Metoda je uporabna za primerjanje fizikalnih in bioloških pogojev med različnimi vodotoki znotraj ene regije. Osnovana je na 16 značilnostih, ki vključujejo strukturo obrežne vegetacije in zaledja, morfološke značilnosti struge in biološke pogoje v vodnih in obrežnih habitatih. Pri vrednotenju opazovalec upošteva odsek, ki sega 50 m po toku navzdol in 50 m po toku navzgor od mesta opazovanja. Opazovane značilnosti so združene v t. i. RCE obrazec (preglednica 6), v katerem je vsaka od značilnosti razdeljena v štiri kategorije, ki so različno ovrednotene. Vrednost 1 označuje

najbolj spremenjeno ali degradirano stanje izbrane značilnosti vodotoka, medtem ko najvišja vrednost (se spreminja med 15 in 30) označuje najbolj naravno stanje. Najvišja vrednost variira v odvisnosti od pomena posamezne značilnosti k celotnemu vrednotenju in sposobnosti ocenjevalca, da pravilno ovrednoti stanje. Sistem vrednotenja kakovosti vodotoka je razdeljen v pet razredov z vrednostmi med 16 in 360. Vsak razred ima ustrezno barvno oznako in predvideva stopnjo aktivnosti potrebno za izboljšanje stanja (preglednica 7).

4.4 EKOMORFOLOŠKO VREDNOTENJE STANJA VODOTOKOV V AVSTRIJI

V Avstriji so izdelali enega najbolj kompleksnih sistemov ekomorfološkega vrednotenja vodotokov [ÖNORM, 1995]. Pri vrednotenju upoštevajo hidrografske, morfološke, ekotoksikološke in biološke značilnosti vodotoka ter nekatere značilnosti ozemlja ob vodotoku (preglednica 8). Pri rezultatu so upoštevane vrednosti vseh posameznih dejavnikov, pri čemer je dejavnikom z bolj negativnim rezultatom dana večja teža. Vrednosti so razporejene med sedem stopenj (4 razredi in tri prehodne stopnje) in vsaka od njih ponazarja določeno stopnjo ekomorfološke spremenjenosti vodotoka (preglednica 9).

5 SKLEP

V zadnjih 30 letih so bile z naravovarstvenega vidika podane zahteve o izboljšanju kakovosti tekočih voda. Vsa vrednotenja so bila usmerjena v vrednotenje vodotokov na podlagi kakovosti vode. Z dviganjem zavesti ljudi o pomembnosti vodotokov ne samo z vidika kakovosti vode v njih, ampak tudi z vidika življenjskega prostora, se v zadnjih letih v ospredje postavlja vodotok kot habitat in kot del ekosistema. Vzporedno s to miselnostjo se je predvsem v razvitih državah razvila

razred	točke	stanje	barva	priporočljivi ukrep
I	293 - 360	odlično	modra	spremljanje stanja in zaščita stanja
II	224 - 292	zelo dobro	zelena	določene spremembe in spremljanje stanja
III	154 - 223	dobro	rumena	nujne so manjše spremembe
IV	86 - 153	zadovoljivo	rjava	nujne so večje spremembe
V	16 - 85	slabo	rdeča	nujna je strukturna reorganizacija

Preglednica 7: Razredi stanja vodotokov po metodi RCE (povzeto po [Petersen, 1992]).

področje	potrebni podatki	ocenjevalni kriterij	ocenjevalna shema
hidrografija	hidrografija	odstopanja od naravnega režima pretoka	ustno
ravnostje sedimenta in nalaganje	morfologija in struktura,	odstopanja od naravnega stanja	ustno
	horiotip	rečni kontinuum	ustno
morfologija vodotoka in tipologija sedimenta	fizikalno-kemijski podatki	toplotna kapaciteta, kisikova bilanca, anorganski kopičenje, kopičenje nutrientov, regulacija vtoka polutantov	mejne vrednosti, ustno
vitalnost in ekotoksikologija	ribe in ekotoksikologija	mejne vrednosti	faktorji razredčevanja
makrofiti in alge	makrofiti, perifiton-alge	odstopanja od naravnega stanja	ustno
	saprobijologija: perifiton-alge	saprobn sistem, diagnoza skupin vrst	4 kakovostni razredi (3 prehodne stopnje)
makrozoobentos	makrozoobentos	vrstni sestav, dominantna struktura, pogostost, longitudinalna razporeditev, prehranske skupine	4 kakovostni razredi (3 prehodne stopnje)
	biološka kvaliteta vode	saprobn sistem	4 kakovostni razredi (3 prehodne stopnje)
ribova fauna	ribe	vrstni sestav, pogostost, dominanca, populacijska struktura	4 kakovostni razredi (3 prehodne stopnje)
flora in fauna zaledja vodotoka	obrežna vegetacija: podatki so odvisni od objekta raziskave	odstopanje od naravnega stanja	ustno

Preglednica 8: Raziskave in ocenjevalni parametri.

t. i. obnovitvena ekologija. Pri tem gre za prizadevanje za vzpostavljanjem naravnega stanja, kakršno je bilo pred večjimi posegi človeka v obvodne in vodne habitate. Pri tem je nujno razumevanje strukture in funkcije ekosistema, katerega del je vodotok, ter fizikalnih, kemijskih in bioloških procesov, ki ga oblikujejo [Dunster in Dunster, 1996]. Prvi pogoj za izvršitev nujnih sprememb na vodotoku v vodarskem (izvedbenem) smislu je vrednotenje ekomorfološkega stanja vodotoka v primerjavi z referenčnim naravnim stanjem.

Fizikalno-kemijsko in biološko vrednotenje kakovostnega stanja vodotokov postaja pri novih pristopih vrednotenja samo del celostnega vrednotenja. Prvopogoj, ki pa vsekakor mora biti izpolnjen, je

sposobnost vrednotiti fizikalno-kemijske in biološke značilnosti. To je pravzaprav prva faza vrednotenja kakovostnega stanja. V drugi fazi pa se poleg ekoloških značilnosti v metodo vrednotenja kakovostnega stanja vključijo tudi morfološke značilnosti, s čimer dosežemo vrednotenje kakovostnega stanja celotnega ekosistema, katerega del je vodotok.

V svetu se v zadnjih letih pojavljajo številne metode vrednotenja, ki so zasnovane na različnem številu značilnosti, ki opisujejo vodotok kot življenjski prostor. V enostavnejših metodah je zajeto manjše število parametrov. Sama metoda je zasnovana na vodotokih, za katere veljajo posebne morfološke značilnosti (npr. omejena širina vodotoka, specifičen naklon struge...) ali pa so vezani na pro-

stor s specifično rabo zemljišča, kot je to v primeru RCE metode [Petersen, 1992], ki je narejena zgolj za vrednotenje nižinskih vodotokov, širših od tri metre in v kmetijskih območjih. Večina modelov je zasnovana na upoštevanju večjega števila značilnosti in tudi uporabna za vodotoke na širšem območju. Razlika med vodotoki je upoštevana v razdelitvi vrednosti v razrede in kasnejši klasifikaciji vodotokov glede na naravne danosti. To pomeni, da nižinski in gorski vodotok ne moreta imeti z vrednotenim referenčnim stanjem enake vrednosti, ampak je ta odvisna od naravnih značilnosti posameznega tipa vodotoka.

Prikazani pregled različnih metod vrednotenja kaže na različne pristope k vrednotenju vodotokov v svetu. Težko je oceniti, kateri pristop je najbolj primeren, saj vsak pristop pove kaj drugega in se tako različni pristopi medsebojno dopolnjujejo. Obenem iz prikaza sledi, da tudi ni enotnosti v posameznem načinu vrednotenja, npr. ekomorfološkem. Zato je nastalo veliko različic (indeksov) pri posamezni metodi. V drugem prispevku na isto temo [Mikoš in Urbanič, 2002] bomo nadaljevali s prikazom stanja vrednotenja slovenskih vodotokov.

stopnja	ekomorfološko stanje	ekomorfološka kakovost vodotoka
1	prvotno-naravno	visoka
1-2	malo spremenjeno	visoka
2	zmerno spremenjeno	dobra
2-3	značilno spremenjeno	odstopanja
3	močno spremenjeno	odstopanja
3-4	zelo močno spremenjeno	odstopanja
4	popolnoma okvarjeno	odstopanja

Preglednica 9: Razredi ekomorfološke neokrnjenosti po avstrijskem sistemu (povzeto po [ÖNORM, 1995]).

LITERATURA

- Blank, M., von Keitz, S., Niehoff, N., Gewässerstrukturgüte – Management - Herausforderung für die Wasserwirtschaft im 21. Jahrhundert? Wasser & Boden, 51:7-13, 1999.
- Dunster, J., Dunster, K., Dictionary of natural resource management. University of British Columbia, 1996.
- Marušič, J., Oblike vrednotenja v krajinskem načrtovanju. Urbani izziv, 18:37-45, 1991.
- Mikoš, M., Urbanič, G., Vrednotenje kakovostnega stanja vodotokov – 2. razmere v Sloveniji. Gradbeni vestnik, 51 (poslano v objavo), 2002.
- ÖNORM, Richtlinien für die ökologische Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern (ÖNORM M 6232). Österreichische Normung Institut, 84 str., 1995.
- Petersen, R.C., The RCE: a Riparian, Channel, and Environmental inventory for small streams in the agricultural landscape. Freshwater Biology 27:295-306, 1992.
- Raven, P. J., Holmes, N. T. H., Dawson, P. H., Fox, P. J. A., Everard, M., Fozzard, I. R., Rouen, K. J., River Habitat Quality, the physical character of rivers and streams in the UK and Isle of Man. River Habitat Survey Report No.2, Environmental Agency, 84 str., 1998.
- Sladeček, V., System of water quality from biological point of view. Arch. Hydrobiol. Berh. Ergebn. Limnol. 7:1-218, 1973.
- Washington, H. G., Diversity, biotic and similarity indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems. Water Research 18:653-694, 1984.
- Wegl, R., Index für die Limnosaprobität. Wasser und Abwasser 26:1-175, 1983.
- Woodiwis, F., The biological system of stream classification used by the Trent river board. Chemistry & Industry :443-447, 1964.

24. ZBOROVANJE

GRADBENIH KONSTRUKTORJEV SLOVENIJE

Bled, Festivalna dvorana, 14.-15. november 2002

PRIJAVA

Udeležbo na zborovanju prijavite s tem, da nam pošljete izpolnjeno prijavo (po faxu na št.: **01/ 425 06 83** ali na naslov **SDGK, Jamova 2, 1000 Ljubljana**) in nakažete kotizacijo na transakcijski račun Slovenskega društva gradbenih konstruktorjev št. **02085-0015319187** s pripisom Za 24. zborovanje gradbenih konstruktorjev. Prijavi priložite potrdilo o plačani kotizaciji.

KOTIZACIJA

Kotizacija, v kateri so stroški organizacije in publikacije zborovanja, kakor tudi stroški družabnega srečanja, znaša 34.000 SIT na osebo v primeru plačila do 31. 10. 2002, kasneje pa 39.000 SIT.

PROMOCIJA DEJAVNOSTI

Na podlagi dogovora z organizatorjem bo na zborovanju mogoča tudi promocija vaših izdelkov in storitev z razstavami, posterji in predvajanjem filmov. Za morebitne dodatne informacije pokličite na številko: **01/ 476 86 00**.

PRIJAVA

za 24. zborovanje gradbenih konstruktorjev Slovenije
14. in 15. novembra 2002 na Bledu

Ime in priimek: _____ Davčna številka: _____

Podjetje oz. ustanova: _____ Podpis: _____

Naslov: _____ Kotizacija je bila nakazana na transakcijski račun
Slovenskega društva gradbenih konstruktorjev,

Telefon: _____ Jamova 2, Ljubljana, št. 02085-0015319187.

E-mail: _____ Potrdilo o plačani kotizaciji je priloženo.

1/1
165 x 245 mm

2/3
108 x 223 mm

1/2
165 x 115 mm

1/4
165 x 60 mm

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 2750 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



**Kakovost
S
tradicijo**

**ISO
9001**



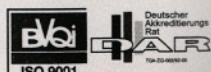
**tiskarna
ljubljana, d.d.**

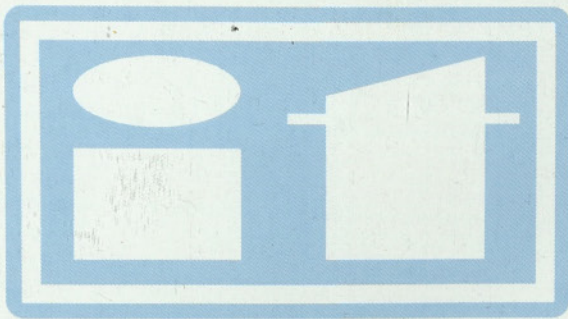
1000 Ljubljana, Tržaška 42,
SLOVENIJA
telefon: ++386 (0)1 423 15 15
telex: ++386 (0)1 257 14 61, 423 41 23
e-mail: tiskarna.ljubljana@mrak.si



**tiskarna
ljubljana, d.d.**

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





PRIPRAVLJALNI SEMINARJI ZA STROKOVNI IZPIT V GRADBENIŠTVU, ARHITEKTURI IN KRAJINSKI ARHITEKTURI V LETU 2002

MESEC	SEMINAR	IZPITI		
		GRADBENIKI	ARHITEKTI	KRAJINARJI
Oktober	21.-25.	pisni: 26.10.		
November	18.-22.	ustni: 4. - 7.11. pisni: 23.11.	pisni: 9.11. ustni: 18. - 21.11.	
December	16.-20.	ustni: 2. - 5.12.		

A. PRIPRAVLJALNE SEMINARJE

organizira **Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS)**, Karlovška 3, 1000 Ljubljana (telefon/fax: 01 / 422-46-22), E-mail: gradb.zveza@siol.net

Seminar za GRADBENIKE poteka 5 dni (46 ur) in pripravlja kandidate za splošni in posebni del strokovnega izpita, Cena seminarja znaša 90.000,00 SIT z DDV.

Seminar za ARHITEKTE IN KRAJINSKE ARHITEKTE poteka (prve) 3 dni in jih pripravlja za splošni del strokovnega izpita. Cena seminarja je 45.600,00 SIT z DDV.

K seminarju vabimo tudi kandidate, ki so že opravili strokovni izpit po določeni stopnji izobrazbe, pa so si pridobili višjo in morajo opravljati dopolnilni strokovni izpit. Ponujamo jim predavanje iz področja "Investicijski procesi in vodenje projektov". Cena predavanja in literature je 12.600,00 SIT z DDV.

Seminar ni obvezen! Izvedba seminarja je odvisna od števila prijav (najmanj 20 kandidatov). Udeleženca prijavi k seminarju plačnik (podjetje, družba, ustanova, sam udeleženec ...). Prijavo v obliki dopisa je potrebno poslati organizatorju **najkasneje 20 dni** pred pričetkom določenega seminarja. Prijava mora vsebovati: priimek, ime, poklic (zadnja pridobljena izobrazba), in naslov prijavljenega kandidata ter naslov in davčno številko plačnika. Samoplačnik mora k prijavi priložiti kopijo dokazila o plačilu. Poslovni račun ZDGITS je 02017-0015398955; davčna številka 79748767.

B. STROKOVNI IZPITI

potekajo pri **Inženirski zbornici Slovenije (IZS)**, Jarška 10 B, 1000 Ljubljana. Informacije je mogoče dobiti pri Ge. Terezi Rebernik od 10.00 do 12.00 ure, po telefonu 01 / 547-33-15.