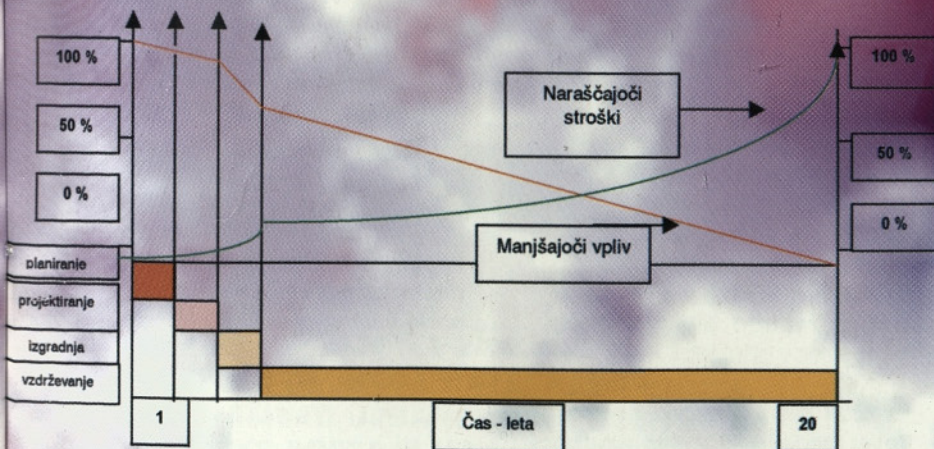


GRADBENI VESTNIK

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

Poština plačana pri
pošti 1102 LJUBLJANA

OKTOBER 2002



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: 2860 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 števil. 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. Poglavlja 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 274

M.Mikoš, G. Urbanič

VREDNOTENJE KAKOVOSTNEGA STANJA VODOTOKOV - 2. RAZMERE V SLOVENIJI

ASSESSMENT OF THE QUALITY STATUS OF WATERCOURSES - 2. SITUATION IN SLOVENIA

Stran 279

Roko Žarnić

UTRDITEV KONSTRUKCIJ Z ARMIRANIMI PLASTIČNIMI MASAMI

STRENGTHENING OF STRUCTURES WITH FIBRE-REINFORCED PLASTICS

Stran 290

Janko Breclj

GOSPODARJENJE S CESTAMI IN PROMETNA VARNOST NA KOROŠKEM IN V PODRAVJU

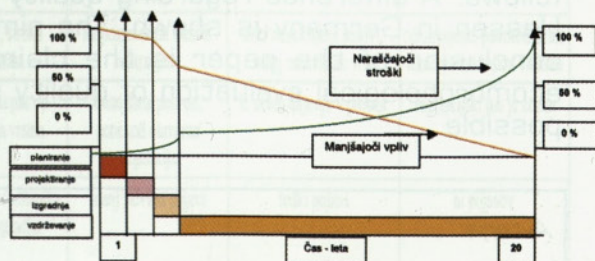
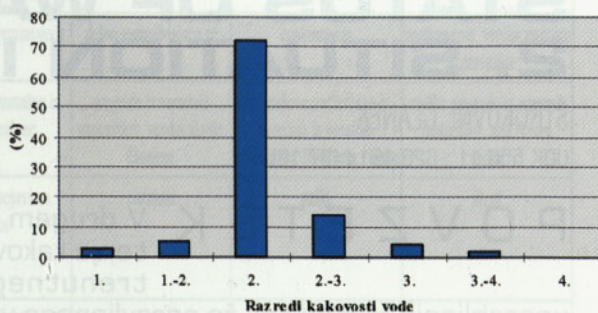
ROAD MANAGEMENT AND TRAFFIC SAFETY IN KOROŠKA AND PODRAVJE REGION

Mnenja in odmevi

Stran 298

Jožef Slokar

LOČENO MNENJE NA ZAKLJUČNO POROČILO JAVNEGA NATEČAJA ZA PROGRAMSKO URBANISTIČNO REŠITEV POTNIŠKE POSTAJE V LJUBLJANI



VREDNOTENJE KAKOVOSTNEGA STANJA VODOTOKOV - 2. RAZMERE V SLOVENIJI

ASSESSMENT OF THE QUALITY STATUS OF WATERCOURSES - 2. SITUATION IN SLOVENIA

STROKOVNI ČLANEK

UDK 556.11 : 628.161 (497.12)

MATJAŽ MIKOŠ, GORAZD URBANIČ

P O V Z E T E K V drugem delu prispevka na temo različnih metod vrednotenja kakovostnega stanja vodotokov je najprej podan prikaz trenutnega stanja v Sloveniji, to je povzetek doma uporabljenih metod ter že opravljenega vrednotenja kakovostnega stanja vodotokov. Temu sledi medsebojna primerjava kakovostnega stanja vodotokov, določenega na podlagi različnih metod vrednotenja. Prikazana je razlika v oceni kakovostnega stanja vodotokov v nemški zvezni deželi Hessen glede na izbrane metode vrednotenja. Sledi enaka primerjava v Sloveniji. Poglavitni zaključek prispevka je ugotovitev, da je nujno pripraviti ustrezno metodologijo za ekomorfološko vrednotenje kakovostnega stanja vodotokov v Sloveniji, ki je še nimamo.

S U M M A R Y In this second part of the paper on the topic of assessment methods of quality status of watercourses, firstly, the situation in Slovenia regarding the used assessment methods and available quality status assessments is presented. A comparison between quality status of watercourses, determined by using different assessment methods follows. A difference regarding quality status of watercourses in the federal state of Hessen in Germany is shown. The similar comparison is given for Slovenia. The main conclusion of the paper is the claim to start preparing a methodology for the ecomorphological evaluation of quality status of watercourses in Slovenia, as soon as possible.

Avtorja:

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

1 UVOD

V prvem delu prispevka na temo vrednotenja kakovostnega stanja vodotokov [Urbanič in Mikoš, 2002] smo podali pre-

gled nekaterih metod vrednotenja, ki se uporabljajo v svetu. Pregled je bil namenjen prikazu posebnosti med seboj različnih metod, ki se bolj dopolnjujejo kakor izključujejo. V tem delu prispevka

bomo podali prikaz razmer na področju vrednotenja stanja vodotokov v Sloveniji in nato prikazali, kako se pozna vpliv izbranega načina vrednotenja na oceno stanja vodotokov v nekem okolju.

2 VREDNOTENJE STANJA VODOTOKOV V SLOVENIJI

2.1 Monitoring kakovosti površinskih voda Slovenije

V Sloveniji se od leta 1980 izvajajo analize kakovosti površinskih vodotokov kot program "Monitoring površinskih voda". Naloge izvaja Agencija Republike Slovenije za okolje, ki deluje v sestavi Ministrstva za okolje, prostor in energijo RS v sodelovanju z nekaterimi drugimi ustanovami. Analize izvajajo na več kot 100 vzorčnih mestih v večjih ekonomsko pomembnih vodotokih. Zajemanje vzorcev poteka 2 do 6-krat letno na vsakem vzorčnem mestu. Metoda določanja kakovosti je zasnovana na programu, ki so ga priporočile mednarodne organizacije ob upoštevanju standardov Agencije za varstvo okolja (EPA) ZDA, upoštevajo pa tudi lastne izkušnje. Rezultat kakovosti vodotoka je rezultat različnih analiz: fizikalno-kemijskih (fizikalno-kemijski parametri, analize kovin in analize organskih spojin v vodi in v sedimentu), bakterioloških in saprobioloških.

Z uporabo različnih analiz dobijo trenutno stanje vodotoka (predvsem fizikalno-kemijske analize, bakteriološke) in pa stanje, ki je posledica dalj časa trajajočih vplivov abiotičnih in biotičnih dejavnikov (saprobiološke analize obrasti in vodnih nevretenčarjev). Za razdelitev vodotokov na podlagi kakovosti uporabljajo štiri osnovne kakovostne razrede s tremi medrazredi:

- 1. razred: vode, ki so v naravnem stanju ob morebitni dezinfekciji primerne za pitje in uporabo v živilski industriji ter za gojitev plemenitih vrst rib (salmonidae).
- 2. razred: vode, ki so v naravnem stanju primerne za kopanje in rekreativne namene, za gojitev drugih vrst rib (ciprinide), po običajni predhodni obdelavi (koagulacija, filtracija in dezinfekcija) pa tudi za pitje in v živilski industriji.

	1. razred	2. razred	3. razred	4. razred
morfologija struge	naraven potek struge	na posameznih mestih delno spremenjena struga	delno umetna struga	povsem umetna struga
dno struge	razgibano dno	razgibano, vendar poglobljeno dno	dno struge je poravnano, vendar ne umetno	gladko, umetno dno
struga	zelo strukturirana struga	delno strukturirana, manjši odvzemi proda	struga ni več strukturirana	gladka struga
brežina	stabilna brežina	manj stabilna	nestabilna brežina	nestabilna brežina
globina vode	spreminjajoča se, menjavanje tolmunov in prodišč	delno spreminjajoča se	enakomerna, brez tolmunov	povsem enakomerna
hitrost vode	hitrost vode je spreminjajoča se	delno spreminjajoča se	enakomerna	enakomerna, vendar pogosto prevelika
pregrade	pregrade so horizontalno in vertikalno členjene	pregrade iz naravnih materialov, vendar slabše členjene	pregrade so nečlenjene iz naravnih in umetnih materialov, 50-80 cm visoke	visoke pregrade iz umetnih materialov, nad 80 cm višine
vodni pojavi (skale, kamni, pesek, prodišča, tolmuni brzice, soteske ipd.)	številni vodni pojavi na vodotoku	okrnjeni	redki	jih ni
ekosistemi	primarni, neokrnjeni habitati	manjše motnje, ki se ne preprečujejo samouravnave	sekundarni habitati, možnosti za obnovo	sekundarni habitati, ni več možnosti za obnovo
živalstvo - v vodi in ob njej	velika pestrost vrst in habitatov	na posameznih mestih okrnjena sestava vrst in habitatov	biodiverzitetna občutno zmanjšana, pojav vrst, ki prej niso bile prisotne	majhno število vrst
rastlinstvo v vodi	velika pestrost vrst	okrnjeno število prvotnih vrst	okrnjeno število vrst, pojav drugih vrst	zelo okrnjeno število vrst
rastlinstvo ob vodi	zastopane značilne avtohtone vrste, vsi razvojni stadiji, pestra zastopanost vrst, gosta sklenjena zarast	na posameznih mestih je obrežna vegetacija okrnjena	maloštevilne rastlinske vrste, posamezni razvojni stadiji, dvoredne zasaditve	odstranjena prvotna obrežna vegetacija
rastlinstvo- širši prostor	prisotnost avtohtonih vrst, razvit gozdni rob	nesklenjen gozdni rob, prisotne tudi neavtohtone vrste	zelo zabrisan, prisotne neavtohtone vrste	golosek
živice, grmišča	avtohtone vrste, široka sklenjena zarast	na posameznih mestih odstranjene	ozki nesklenjeni pasovi, manj rastlinskih vrst	odstranjene, ponekod delno zamenjane s tujimi vrstami
obvodno rastlinstvo - kontaktna cona, razčlenjenost	širok vegetacijski pas ob vodotoku, pestra vrstna sestava	zmanjšana pestrost, ponekod okrnjena vegetacija	le delno širjenje v prostor	vegetacijski pas je zožan
vidno likovne vrednosti (strukturna členjenost)	številni hidro-geomorfološki pojavi, pestra zgradba	manj številni pojavi	redki pojavi	ni pojavov

Preglednica 1: Predstavitev osnovnih klasifikacijskih razredov in njihovih značilnosti (povzeto po [Bratina-Jurkovič, 1999]).

- 3. razred: vode, ki jih je mogoče uporabljati za namakanje po običajnih metodah predhodne obdelave, pa tudi v industriji, razen živilski industriji.
 - 4. razred: vode, ki jih je mogoče uporabljati za druge namene le po ustrezni obdelavi.
- Raziskave vodotokov, ki jih opravljajo, so v zadnjih letih pokazale trend izboljšanja

M. MIKOŠ, G. URBANIČ: Vrednotenje kakovostnega stanja vodotokov - 2. razmere v Sloveniji

stanja vodotokov, pri čemer večina vodotokov spada v 2. in 2.-3. razred, četrtega razreda pa skoraj ni več opaziti. V veliki meri gre tovrstni preobrat v trendu pripisati tako upadu »umazane« industrije v Sloveniji kakor tudi vse zahtevnejši okoljski zakonodaji s principom »onesnaževalec plača«.

2.2 Vrednotenje vodotokov Slovenije na podlagi krajinskih značilnosti

Vrednotenje vodotokov na podlagi krajinskih značilnosti je bilo narejeno na osnovi potrebe po sistematičnem interdisciplinarnem popisu, obdelavi in ovrednotenju slovenskih vodotokov. Izdelan je bil kot osnova za usmerjanje posegov v območje vodotoka in bi naj služil tudi kot osnova za izdelavo izključno naravovarstvenega modela vrednotenja. V raziskavi so bile upoštevane ekomorfološke značilnosti vodotoka (struga, breg in prispevno območje), spremembe na vodotoku, krajinske značilnosti ter naravovarstven pomen (preglednica 1). Merila so povzeta po avstrijski metodi, vendar prilagojena slovenskim razmeram in usklajena z merili vrednotenja za naravno dediščino. V ocenjevanje so zajete samo značilnosti, ki so na vodotoku lahko ocenjene vidno, vse ostale, predvsem natančnejši pregled biotske komponente pa ni zajet. Vodotoki, ki so bili obdelani, so ustrezali določenim merilom:

- površinski vodotok
- dolžina pritokov je daljša od 7 km
- pretok stoletne visoke vode Q_{100} (verjetnost nastopa 1 % oziroma povratna doba 100 let) je večji od $50 \text{ m}^3/\text{s}$ in struga ne presahne.

V obravnavo so bili vključeni tudi vodotoki, ki so ustrezali vsaj enemu od naslednjih treh meril:

- vodotoki, v/n katerih je evidentirana naravna dediščina
- vodotoki, ki so zanimivi zaradi urejanja voda

razred	stanje vodotoka
1.	naravni vodotoki
1.-2.	delno naravni vodotoki
2.	opazne naravne in sonaravne ureditve
2.-3.	vidne ureditve
3.	tehnične ureditve iz naravnih materialov
3.-4.	naravi tuje ureditve
4.	nenaravne toge ureditve iz umetnih materialov

Preglednica 2: Razvrstitev vodotokov v razrede na osnovi krajinskega vrednotenja.

- vodotoki, ki so zanimivi zaradi rabe voda (male hidroelektrarne, ribogojnice, idr.).

Vodotoki so razvrščeni v štiri osnovne razrede s tremi medrazredi, podobno kot pri razvrstitvi vodotokov na osnovi kakovosti vode. V 1. razred so uvrščeni najbolj ohranjeni-naravni vodotoki, med tem ko so v četrti razred uvrščeni najbolj spremenjeni vodotoki (preglednica 2).

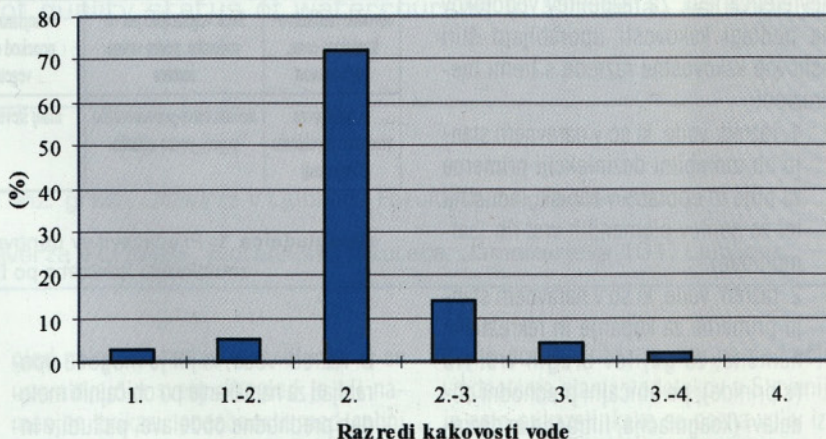
3 PRIMERJAVA KAKOVOSTNEGA STANJA VODOTOKOV DOLOČENEGA NA PODLAGI RAZLIČNIH METOD VREDNOTENJA

3.1 Primerjava kakovostnega stanja vodotokov v ZR Nemčiji

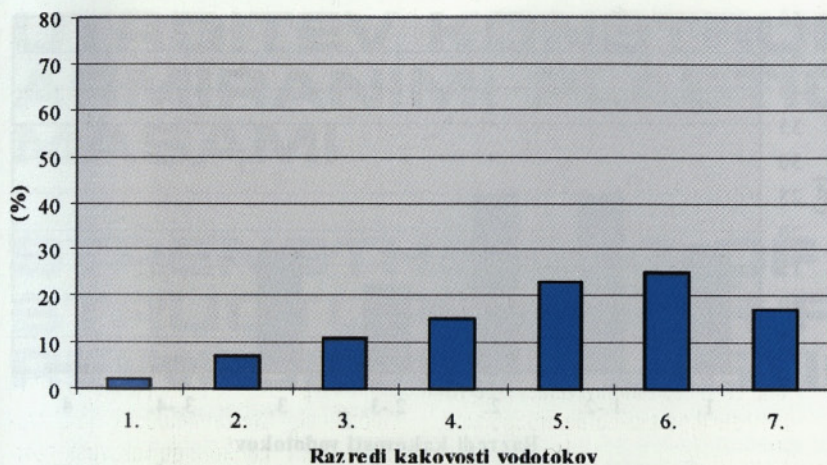
V Nemčiji se kot uradna metoda vredno-

tenja kakovosti vode uporablja biološko vrednotenje. Gre za metodo, ki jo uporabljajo tudi v monitoringu kakovosti površinskih voda. V začetku vrednotenja v 70. letih je bila večina vodotokov uvrščena v 3. oziroma v 3. do 4. kakovostni razred. S programom načrtnega izboljševanja kakovosti površinskih tekočih voda so uspeli v zadnjih letih zmanjšati vnos polutantov. Danes je večina vodotokov uvrščeni v 2. kakovostni razred [Blank et al., 1999] (slika 1). S tem je bil dosežen cilj, ki so si ga zastavili.

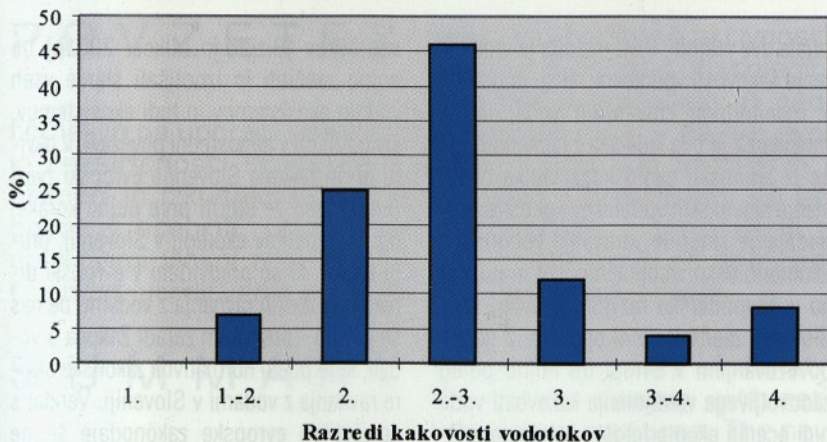
S spoznanji o pomenu vodotoka kot življenjskega prostora se je v zadnjem desetletju razvilo ekomorfološko vrednotenje vodotokov. Podatki o stanju vrednotenih vodotokih iz nemške zvezne dežele Hessen so pokazali, da je krivulja razporeditve kakovosti vodotokov močno asimetrična in premaknjena v desno, kar pomeni, da je večina vodotokov uvrščeni v najslabše razrede (5., 6., in 7. kakovostni razred, slika 2). To je tudi dokaz,



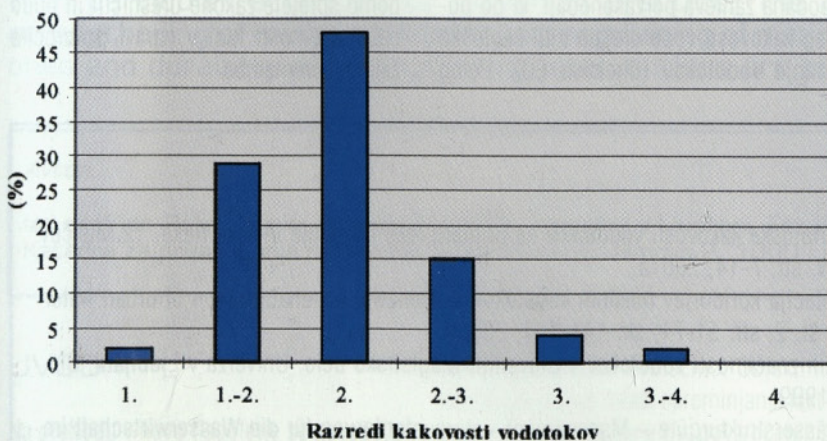
Slika 1: Prikaz deleža kakovostnega stanja vodotokov v ZR Nemčiji na osnovi bioloških analiz [Blank et al., 1999].



Slika 2: Prikaz deleža kakovostnega stanja vodotokov v zvezni deželi Hessen (ZR Nemčija) na osnovi ekomorfološkega vrednotenja [Blank et al., 1999].



Slika 3: Prikaz deleža kakovostnega stanja vodotokov v Sloveniji na osnovi fizikalno-kemijskih in bioloških analiz [HMZ, 1995].



Slika 4: Prikaz deleža kakovostnega stanja vodotokov v Sloveniji na osnovi saprobioloških analiz [HMZ, 1995].

da gre za dve metodi vrednotenja, ki vsaka iz svojega zornega kota vrednotita stanje vodotoka. Obe metodi sta tudi povezani,

saj je v vodotokih z večjo diverzitetno mikrohabitatom oziroma boljšem ekomorfološkem stanju samočistilna sposobnost

vodotoka večja, s tem pa se kakovost vode izboljša že na krajši razdalji.

3.2 Primerjava kakovostnega stanja vodotokov v Sloveniji

Po podatkih Agencije RS za okolje, ki opravlja vrednotenje kakovosti slovenskih vodotokov, je večina vodotokov uvrščena v 2.-3. kakovostni razred (slika 3). Upoštevati je treba dejstvo, da v to vrednotenje niso zajeti vsi vodotoki, ampak samo tisti s povprečnim letnim pretokom večjim od 0,5 m³/s in nekateri drugi pomembni vodotoki. V to kategorijo spada večina vodotokov ekonomskega pomena.

Ocenjeno stanje je v primerjavi z nemškimi vodotoki nekoliko slabše, vendar bi z upoštevanjem samo biološkega vrednotenja vodotokov dobili podobne rezultate kot v Nemčiji, saj je večina vodotokov uvrščena v 2. kakovostni razred (slika 4). Pomemben delež pri izboljšanju stanja slovenskih vodotokov je imel propad velikih tovarnih, kar je evidentno tudi iz poročil o izboljšanju kakovosti vodotokov po letu 1991.

Ekomorfološko vrednotenje vodotokov zaenkrat v slovenskem prostoru še ni bilo opravljeno. V pripravi je predlog ustrezne metodologije, ki bo slonela na tujih izkušnjah, prenesenih v slovenski prostor ob upoštevanju slovenskih razmer in preizkušena na nekaterih značilnih slovenskih vodotokih [Bizjak in Mikoš, 2001a]. Delo na pripravi tovrstne metodologije poteka od začetka leta 2001 na Katedri za splošno hidrotehniko Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani v okviru raziskovalnega programa "Hidrologija in urejanje vodnega režima".

Vrednotenje, ki je s stališča upoštevanja strukture vodotoka najbližje ekomorfološkem vrednotenju in je bilo opravljeno v Sloveniji v letih 1997 do 1999, je vrednotenje na podlagi krajinskih značilnosti [Bratina-Jurkovič, 1999]. Delo je opravila

interdisciplinarna skupina strokovnjakov (hidrotehnik, biolog, geolog, krajinski arhitekt) pod vodstvom Vodnogospodarskega inštituta iz Ljubljane. Pregledanih je bilo 7522,60 km vodotokov, kar znaša po podatkih Uprave RS za varstvo narave 55,8 % skupne dolžine vodotokov v Sloveniji. Rezultati kažejo, da skoraj 70 % slovenskih vodotokov spada v najkakovostnejše razrede (1., 1.-2. in 2.) (slika 5). Vodotokov, ki bi bili zelo močno spremenjeni (3.-4. in 4. razred) je v Sloveniji pod 5 % (slika 5). V primerjavi z rezultati iz nemškega območja imamo v Sloveniji mnogo več naravno ohranjenih vodotokov. Problem, ki se v Sloveniji pojavlja, je dejstvo, da se zaradi različne rabe vodnega in obvodnega prostora še vedno izvajajo regulacije vodotokov. S približevanjem Slovenije k Evropski uniji bo potrebno upoštevati tudi navodila o varovanju vodnih in obvodnih habitatov. Vsak poseg v strukturo in s tem v funkcijo vodnega ekosistema bo moral biti predhodno dobro utemeljen. Evropa bo v nekaterih primerih zahtevala tudi renaturacije ali rehabilitacije vodotokov, ki pa ne bodo potrebne s predhodnim preudarnim ravnanjem in omejitvijo poseganj v t.i. pomembne vodne habitate.

4 SKLEP

V Sloveniji se s stališča vrednotenja kakovostnega stanja stanja vodotokov upora-



Slika 5: Prikaz deleža kakovostnega stanja vodotokov v Sloveniji na osnovi krajinskih značilnosti [Bratina-Jurkovič, 1999].

bljata dve metodi. Prva metoda je vrednotenje kakovosti vodotokov, ki se uporablja v monitoringu slovenskih voda, druga metoda pa je bila izdelana z namenom, da se iz krajinsko ekološkega vidika oceni stanje slovenskih vodotokov kot osnova za podajanje smernic varovanja vodotokov. Ekomorfološko vrednotenje, kot je poznano v gospodarsko razvitih državah, se v Sloveniji zaenkrat še ni opravilo. Z našim povezovanjem v Evropi bo nujno poleg zadovoljivega vrednotenja kakovosti vode tudi oceniti ekomorfološko stanje vodotokov v Sloveniji. V direktivi Evropskega parlamenta o okvirih ravnanja z vodami je podana zahteva po zakonodaji, ki bo poleg kakovosti vode urejala tudi ekološko stanje vodotokov (direktiva EU). Poleg

vodotokov [Bizjak in Mikoš, 2001b] bo nujno zaščititi in izboljšati stanje vseh vodnih ekosistemov in tudi ekosistemov, ki so z njimi v neposredni povezavi. V okviru pridruženja Slovenije Evropski zvezi (uniji) smo že storili prve nujne korake, npr. opredelitev ekoregij v Sloveniji, drugi koraki, ki so predvideni v evropski direktivi o okvirih ravnanja z vodami, pa nas še čakajo - predvsem zaradi Zakona o vodah, ki je podal normativne zakonske okvire ravnanja z vodami v Sloveniji. Vendar s sprejetjem evropske zakonodaje še ne bomo dobili kakovostnejšega okolja. Dejansko se bodo razmere izboljšale, ko bomo sprejete zakone uresničili in bodo naše aktivnosti tudi v naravi povzročile zelene spremembe.

LITERATURA

- Bizjak, A., Mikoš, M., Vrednotenje ekomorfološke kakovosti vodotokov na primeru reke Dragonje in reke Reke. 12. Mišičev vodarski dan, Maribor, Zbornik referatov, str. 7-14, 2001a.
- Bizjak, A., Mikoš, M., Obnova ali rehabilitacija koridorjev mestnih vodotokov = Renewal or rehabilitation of urban water courses corridors. *Urbani izziv*, let. 12, št. 2, str. 51-71, str. 141-144, 2001b.
- Bratina-Jurkovič, N., Vrednotenje krajinskih značilnosti vodotokov v Sloveniji. Magistrsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, 140 str., 1999.
- Blank, M., von Keitz, S., Niehoff, N., Gewässerstrukturgüte – Management - Herausforderung für die Wasserwirtschaft im 21. Jahrhundert? *Wasser & Boden*, 51:7-13, 1999.
- HMZ, Raziskave kakovosti površinskih vodotokov v Sloveniji v letu 1994. RS-MOP, Hidrometeorološki zavod Republike Slovenije, Ljubljana, 1995.
- Urbanič, G., Mikoš, M., Vrednotenje kakovostnega stanja vodotokov – 1. pregled nekaterih metod vrednotenja. *Gradbeni vestnik*, 51: str. 262-269, 2002.

UTRDITEV KONSTRUKCIJ Z ARMIRANIMI PLASTIČNIMI MASAMI

STRENGTHENING OF STRUCTURES WITH FIBRE- REINFORCED PLASTICS

ZNANSTVENI ČLANEK

UDK 69.059.3 : 691.33

ROKO ŽARNIČ

P O V Z E T E K Velik del gradbenih aktivnosti v svetu in pri nas je posvečeno prenovi in utrditvi obstoječih objektov. Tradicionalne metode vse bolj dopolnjujejo in nadomeščajo sodobne metode, ki temeljijo na uporabi armiranih plastičnih mas. V članku je podan kratek pregled značilnosti in razširjenosti utrditvenih tehnik z uporabo armiranih plastik. Posebej so poudarjeni primeri in izkušnje iz domače prakse. Obravnavani so učinek polimernih ovojev na oviti beton v stebrih, utrditev zidanih zgradb z armiranimi plastikami, učinek jeklenih in z ogljikovimi vlakni armiranih trakov, nalepljenih na armiranobetonske nosilce in plošče in trajnost utrditvenih posegov z dolepljanjem trakov.

S U M M A R Y A significant part of construction practice abroad and in Slovenia is dealing with retrofitting and strengthening of existing structures. The new methods based on application of fibre-reinforced plastics gradually replace the traditional ones. In the paper, the brief overview of main characteristics and extension of strengthening techniques is addressed with particular attention to Slovenian practice. The cases of concrete wrapping, strengthening of reinforced beams, strengthening of masonry buildings including heritage ones and durability of strengthening interventions are briefly discussed.

Avtor:

izr. prof. dr. Roko Žarnič, univ. dipl. inž. grad., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za preskušanje materialov in konstrukcij, Jamova 2, 1000 Ljubljana, rarnic@fgg.uni-lj.si

UVOD

Na prehodu v novo tisočletje se povečuje zanimanje za utrditev, prenovi in ohranjanje obstoječih objektov, ki se želijo ohraniti in jim dati novo uporabno vrednost. Posebna pozornost velja infrastrukturnim objektom, industrijskim zgradbam in zgradbam, ki predstavljajo kul-

turno-zgodovinsko dediščino. Objekti in stavbe propadajo zaradi spreminjanja lastnosti vgrajenih materialov, povzročenih s staranjem in agresivnim vplivom okolja ter zaradi izrednih obremenitev, ki niso bile predvidene v času gradnje. Sodoben način življenja povzroča zvišanje zahtev glede nosilnosti in trajnosti objektov kakor tudi povečanje njihove uporabno-

sti. Povečujejo se prometne obtežbe, število in zahteve uporabnikov. Skrb za kulturno dediščino obsega tako napore za ohranjanje njene kulturnozgodovinske vrednosti kot iskanje novih načinov uporabe, ki bi s svojo donosnostjo omogočila stalno vzdrževanje in periodično revitalizacijo. Poglobljena strokovna znanja in razširjeno razumevanje odziva materia-

R. ŽARNIČ: Utrditev konstrukcij z armiranimi plastičnimi masami

lov in konstrukcij na trajne in kratkotrajne razdiralne vplive, kot so korozija materialov in naravne nesreče, vodijo k razvoju novih predpisov in standardov in s tem tudi spoznavanju šibkosti obstoječih konstrukcij in potrebe po njihovi utrditvi.

UPORABA ARMIRANIH PLASTIČNIH MAS V GRADBENIŠTVU

Skupina kompozitov, ki jo zaradi natančnejšega opisa njihove sestave imenujemo lahko tudi armirane plastične mase ali plastike, se v zadnjem desetletju pospešeno uveljavlja tudi v gradbeništvu. Z masovno uporabo se znižuje njihova cena, nova znanja pa omogočajo pravilno uporabo tega razmeroma novega materiala. Prvotni uporabi za popravila in utrditev obstoječih konstrukcij je sledila uporaba v novogradnjah. Metode popravil in utrditev konstrukcij z armiranimi plastikami so se prvotno zgledevale po metodah, razvitih za utrditev konstrukcij s kovinskimi elementi. Zadnjih nekaj let se način uporabe plastik vse bolj približuje optimalnem izkoriščanju njihovih značilnosti in s tem oddaljuje od enostavne zamenjave plastik s kovinami.

Dober primer je nova generacija metod za utrditev armiranobetonskih stebrov z ovijanjem fleksibilne folije iz poliestra [Kabeyasawa et al, 2001], ki se pojavlja kot izredno učinkovita alternativa ovijanju stebrov z razmeroma togimi armiranimi plastikami [FIP Bulletin 14, 2001]. Uporaba armiranih plastik je doživela razcvet in potrditev na začetku devetdesetih let prejšnjega stoletja neposredno pred in po potresih v Oaklandu, ZDA, Los Angelesu, ZDA in Kobeju, Japonska. V naslednjih letih se pričakuje razvoj novih metod, ki bodo vse bolj upoštevale posebnosti polimernih kompozitov in njihovo kompatibilnost s tradicionalnimi materiali. Lesene konstrukcije se uspešno upogibno in strižno utrjujejo z epoksidnimi trakovi, armiranimi s steklenimi ali ogljikovimi vlakni [Plevris in Triantafillou, 1992], [Kropf, 2000] ter pri obnovi preperelih delov lesenih konstrukcij v stavbni dediščini [Giorgi, 2000]. Med postopke za utrditev zidanih konstrukcij in povečanje njihove potresne odpornosti se uvaja povezovanje zidov s trakovi iz armirane plastike [Triantafillou in Fardis, 1997], ki zamenjujejo jeklene vezi, oblepljanje površin zidov s ponjavami iz armirane plastike, ki zamenjujejo armirane cementne omete, in nalepljanja plastičnih trakov za zvišanje upogibne nosilnosti

zidov, obremenjenih pravokotno na njihovo ravnino [Triantafillou, 1998]. Armirani plastični trakovi vse bolj zamenjujejo jeklene v vlogi dodatne zunanje armature pri utrditvi armiranobetonskih prekladnih konstrukcij [Žarnič et al, 1998] in armiranobetonskih sten. Armiranobetonske stene in vozlišča okvirnih konstrukcij se utrjujejo tudi s širokimi trakovi ali ponjavami iz armirane plastike. Rezultati mnogih raziskav in razvojnega dela na Japonskem, v ZDA in Evropi so omogočili nastanek vrste specializiranih podjetij, ki ponujajo celoten spekter utrditvenih materialov in postopkov in ki svoje storitve in referenčne projekte objavljajo na spletnih straneh [<http://www.composit-wrap.com>], [<http://www.sika.com>], [<http://www.iar-restauri.it>].

Pri obstoječih konstrukcijah se z uporabo armiranih in nearmiranih plastičnih mas ter reparaturnih malt in večplastnih debelih premazov odpravljajo poškodbe konstrukcijskih elementov in izvajajo zaščite pred propadanjem. Z utrditvenimi ukrepi se zvišuje odpornost konstrukcije proti običajnim in izrednim obremenitvam kakor tudi vplivom agresivnega okolja (slika 1). Utrditveni ukrepi zelo učinkovito ščitijo konstrukcije pred izrednimi obremenitvami, ki jih povzročajo



Slika 1: Primer popravila in protipotresne utrditve poškodovane armiranobetonske podporne konstrukcije mostu z ovojem iz epoksidne matrice, armirane s steklenimi vlakni (TYFO® Sytem, Composite Retrofit Intl., Montreal, Kanada)

potresi ali druge ujme. Tehnike utrditve in popravila obstoječih konstrukcij se vse bolj odmikajo od tehnik, ki so nastale s prilagajanjem tistim, ki so jih razvili za uporabo tradicionalnih gradiv za utrditev poškodovanih in šibkih konstrukcij. V preglednici 1 so navedene nekatere izmed sodobnih tehnik utrditve konstrukcij z armiranimi plastičnimi masami in smolami. Starejšo tehniko utrjevanja konstrukcij z lepljenjem trakov z enosmernimi vlakni, narejenih s postopkom pultruzije (ogljikove lamele) v novejšem času dopolnjuje in ponekod tudi nadomešča tehnika lepljenja trakov iz tkanin, stkanih iz ogljikovih ali drugih vlaken. Ogljikove lamele se lepijo na pripravljeno površino konstrukcije, lepilo pa ne prepoji armirane plastike. Pri novejšem postopku se površina konstrukcije premaže s polimerno smolo, v katero se vtisne tkanina iz ogljikovih ali kakih drugih vlaken. Nato se tkanina preplasti z drugo plastjo lepilne smole. Pri tem postopku smola prepoji tkanino in se poveže s spodnjo pla-

stjo smole. Takšna utrditev je bolj učinkovita od utrditve z lamelami, ker je pojav porušitve z razslojevanjem vzdolž stika lepila in podlage oz. lepila in lamele manj verjeten. Poleg tega se s tehniko utrditve s tkanimi trakovi lažje sledi obliki konstrukcije, kar je še posebej dobrodošlo pri utrditvi starih stavb, med katerimi so tudi zgodovinski spomeniki.

V slovenski gradbeni praksi se armirane plastike v glavnem uporabljajo kot zunanja, nalepljena armatura pri utrditvi obstoječih armiranobetonskih konstrukcij, pri čemer se izkoriščajo več kot dvajsetletne izkušnje na področju utrjevanja armiranobetonskih konstrukcij z jeklenimi trakovi [Boštjančič et al., 1982]. V zadnjem času se vključujemo v raziskovalne projekte v 5. evropskem okvirnem programu na področju razvoja konstrukcij. Tako raziskovalci s Katedre za preskušanje materialov in konstrukcij na UL FGG skupaj s partnerji iz Španije, Velike Britanije, Nemčije, Grčije in Italije

[SAFEFLOOR, 2000] razvijamo lahko kompozitno (sandwich) medetažno konstrukcijo razpona 5 × 5 m, ki bo namenjena vgradnji v nove potresovarne večetažne okvirne in stenaste konstrukcije. Na osnovi te konstrukcije bomo razvili tudi lahke medetažne elemente za vgradnjo v prenovljene zgradbe na potrebnih območjih.

V nadaljevanju bomo obravnavali učinek polimernih ovojev na objeti beton v stebrih, utrditev zidanih zgradb z armiranimi plastikami, primerjavo učinka jeklenih in z ogljikovimi vlakni armiranih trakov, nalepljenih na armiranobetonske nosilce in plošče, in trajnost utrditvenih posegov z dolepljanjem trakov.

UTRDITEV ARMIRANOBETONSKIH KONSTRUKCIJ

Pri uporabi kompozitov za utrditev obstoječih konstrukcij je tveganje zaradi manj znanega obnašanja novih materialov manjše kot pri njihovi uporabi za gradnjo novih konstrukcij. Poleg tega pomanjkanje ustreznih predpisov ni tako pereč problem kot pri novogradnjah. Čas izvedbe utrditev in začasna neuporabnost konstrukcije sta pri uporabi kompozitov krajši kot pri uporabi tradicionalnih materialov. Zato se uporaba kompozitnih materialov za utrditev armiranobetonskih konstrukcij povečuje. V preglednici 2 je navedeno nekaj najpogostejših primerov uporabe armiranih plastik za utrditev armiranobetonskih konstrukcij.

Ovijanje stebrov

Utrditev stebrov z ovijanjem je poleg utrjevanja nosilcev in plošč s trakovi ena najstarejših vrst uporabe armiranih plastičnih mas pri armiranobetonskih konstrukcijah. Sistem se je uveljavil po potresih v Kaliforniji na začetku devetdesetih let prejšnjega stoletja. Razvili so številne tehnologije, med katerimi je tudi avtomatično ovijanje stebrov s pomočjo

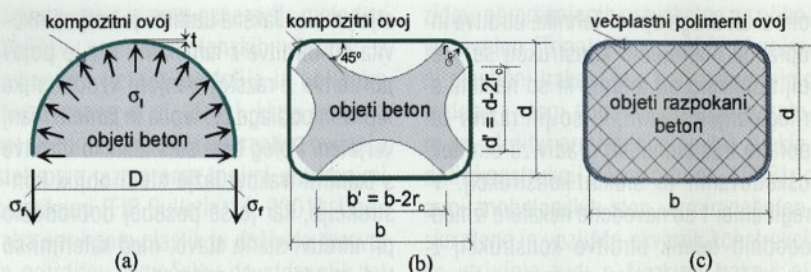
Postopek	Značilnosti postopka
Vlažno polaganje mrežastih tkanin	tekoča kopol ali impregator, ročno delo, strjevanje v običajnem okolju, fleksibilnost, primerno za omejen prostor
Vlažno ovijanje tkanin z enosmernimi vlakni	mokro impregnirane suhe tkanine, zvezna vlakna, napenjanje vlaken pomaga strjevanju, strjevanje v običajnem okolju
Avtomatizirano ovijanje predimpregniranih tkanin	uporaba stroja, kontrola vhodnega materiala, zvezna vlakna, strjevanje pri povišani temperaturi, nadzor nategnenosti tkanine
Infuzija smol	polaganje suhih tkanin in nato vakuumaska infuzija smol, zapolnitev razpok, primerno za neenakomerno geometrijo
Nalepljanje trakov, profilov in plošč	predizdelani elementi, lepljenje na gradbišču, hiter in enostaven postopek

Preglednica 1: Sodobne tehnike utrditve obstoječih konstrukcij z armiranimi plastikami in smolami

Konstrukcija	Način utrditve
Nosilci	Popravila: udarne in druge obratovne poškodbe, korozijske poškodbe Utrditev: zvišanje odpornosti proti upogibnim, strižnim in torzijskim obremenitvam, utrditev vozlišč, preprečevanje izklona armature in odpravljanje posledic prekratkih sidrnih dolžin armature
Stebri	Utrditev: zvišanje strižne odpornosti, odprava posledic nezadostne stremenske armature, zvišanje meje plastifikacije vozlišč, preprečevanje izklona armature in odpravljanje posledic prekratkih sidrnih dolžin armature
Plošče	Utrditev: odprava posledic preobremenitev (razpoke) in zvišanje upogibne nosilnosti
Temelji	Popravilo in utrditev: glave pilotov in temeljni nosilci, pomoli in stebri pomolov

Preglednica 2: Popravilo in utrditev armiranobetonskih konstrukcij z armiranimi plastikami

robova. Z ovajem se zaradi triosnega napetostnega stanja doseže zvišanje tlačne nosilnosti betonskega jedra v stebri in povečanje strižne nosilnosti stebra zaradi učinka objetja betonskega prereza in oviranja izklona vzdolžne armature. Z ovijanjem se tudi spremeni togost stebra, kar je treba upoštevati pri analizi potrebne odpornosti konstrukcije z utrjenimi stebri. Na sliki 2 so shematsko prikazane razmere v objemnem betonskem prerezu pri delovanju navpične obtežbe. Pri krožnemu prerezu se aktivira ovoj po celotnem obodu prereza takoj, ko sta beton in ovoj v polnem stiku. Pri ovajih, ki ne nalegajo tesno na beton, pride do aktiviranja po radialni deformaciji betona, v kateremu že nastopijo razpoke oz. začetek porušitve. Ovoj krožnega prereza, ki ovira radialne deformacije betona, je enakomerno obremenjen tako, da ni obremenitvenih konic, ki bi lahko lokalno obremenjevale kompozit (slika 2a). To se dogaja pri pravokotnih prerezih z nezaobljenimi vogali, kjer je učinkovitost ovoja bistveno manjša kot pri krožnih prerezih. Z zaokroževanjem vogalov pravokotnih stebrov se razmere nekoliko izboljšajo, kot je to razvidno iz slike 2 (b). Alternativa ovajem iz armiranih plastik je ovijanje stebrov z več plastmi tenkih, nearmiranih plastičnih folij. Ovoj se aktivira po nastanku razpok v betonu in



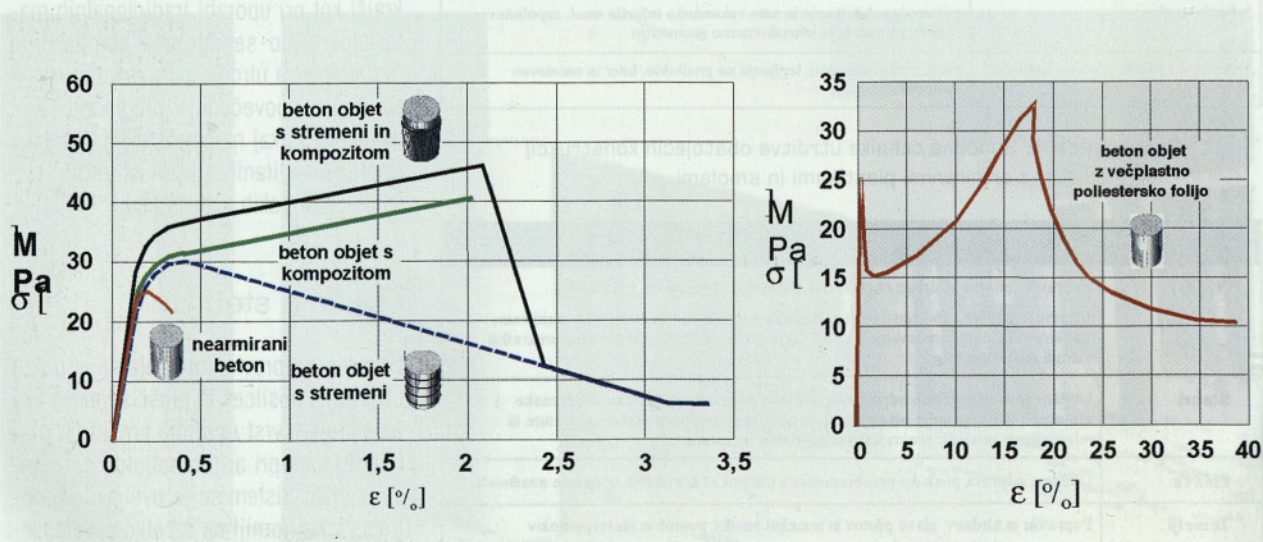
Slika 2: Sheme delovanja kompozitnega ovoja na stebre krožnega prereza (a), pravokotnega prereza (b) in polimernega ovoja stebra pravokotnega prereza (c)

omogoča velike vodoravne medetažne deformacije ovitega stebra za razliko od bistveno manjših medetažnih deformacij stebrov ovitih z armiranimi plastikami.

Na sliki 3 so prikazani $\sigma-\varepsilon$ diagrami, dobljeni s tlačnim preskusom betonskih valjev brez in z ovajem iz armirane plastike (a) in s poliestersko folijo (b). Diagrame na sliki 3a smo izračunali na podlagi predlogov različnih avtorjev in z izrazom, ki smo ga razvili za primer hkratnega ovoja z jeklenimi stremeni in z ogljikovimi vlakni armirane epoksidne smole. Pri tem so bili upoštevani naslednji parametri: premer betonskega valja $D=300$ mm, trdnost betona $f_{cc} = 25$ MPa, jeklena stremena $\phi 12/150$ mm ($f_y = 400$ MPa, $E = 200$ GPa), z ogljikovimi vlakni armirana plastika debeline $t=1$ mm, natezne trdnosti $f_p = 600$ MPa in modula elastičnosti

$E_p = 20$ GPa. Podatke za ovoj smo prevzeli po literaturi. Učinek ovoja je relativno večji pri betonih nižjih trdnosti. Objetje betona s stremeni zagotavlja duktilno porušitev jedra, pri ovitju samo z armirano plastiko pa po pretrgu ovoja nastane hipno porušitev betona. Z ovitjem betonskega prereza, objetega s stremeni, se doseže, da po pretrgu plastičnega ovoja stremena do določene mere zadržijo hipno porušitev betona. Armirani plastični ovoj omogoča, da se oviti beton pri doseganju nosilnosti deformira približno desetkrat bolj kot neoviti beton. Oblika $\sigma-\varepsilon$ diagrama betona ovitega z armirano plastiko je značilno bilinearen zaradi linearnosti $\sigma-\varepsilon$ diagrama armirane plastike.

Na Japonskem so preskusili učinek ovijanja betonskih stebrov z več plastmi



Slika 3: Primerjava diagramov napetost-specifična deformacija tlačno obremenjenih betonskih valjev, utrjenih z različnimi ovaji

poliestrske folije [Kabeyasawa et al., 2001] in pri tem opravili tudi spremeljajoče tlačne preiskuse ovitih betonskih cilindrov. Na sliki 3 b je prikazan $\sigma-\varepsilon$ diagram, izmerjen na valju premera 150mm in višine 300mm iz betona trdnosti $f_{cc}=25\text{MPa}$, ovitega s tremi plastmi armirane poliestrske folije debeline 0,9 mm. Natezna trdnost folije je znašala 164MPa in specifični raztezek pri pretrgu 0,14. Mehanizem tlačne porušitve je bil v tem primeru povsem drugačen kot pri betonskih valjih, ovitih z armirano plastiko (slika 3a). Po doseganju trdnosti betona se je ta delno porušil (zdrobil) in s tem povečal prostornino valja. Ovita folija je preprečila razpad valja in omogočila dodatno nosilnost razpokanega betona s sposobnostjo velikega deformiranja. Vertikalne deformacije ovitega betona so bile približno stokrat večje od deformacij samega betona na meji nosilnosti. Končna porušitev ovitega valja je nastopila, ko se je ovoj pretrgal po celotni višini valja. Obnašanje razdrobljenega betona znotraj poliestrskega ovoja lahko primerjamo z obnašanjem obremenjenega gramoza v močni polimerni vreči, le da je razpokani beton bolj kompakten.

Iz primerjave obeh sistemov utrditve betonskih elementov se da sklepati, da je

ovijanje z armirano plastiko bolj učinkovito glede na zvišanje tlačne trdnosti betonskega prereza, ovijanje s poliestrsko folijo pa bolj učinkovito glede duktilnosti in deformabilnosti betonskega prereza. Ta lastnost je pomembna v primerih, ko so armiranobetonski stebri (kratki stebri) izpostavljeni relativno velikim medetažnim pomikom zaradi potresa, saj ovoj omogoča izjemne deformacije stebrov (slika 4d). V primerih, ko je bolj pomembno zvišanje nosilnosti stebrov na navpično obtežbo ob manjših medetažnih pomikih, le ovijanje z armiranimi plastikami omogoča ustrezno rešitev problema. To je pomembno takrat, ko so vitki stebri narejeni iz betona slabe kakovosti in šibko armirani s stremeni (slika 4a). Zaradi povečanja togosti stebrov z ovijanjem je treba poskrbeti tudi za zvišanje upogibne nosilnosti stebra v območju vozlišča, kot je to razvidno iz slike 4 b. Vpliv oglatosti prereza na mehanizem porušitve ovoja je viden v območju vozlišča stebra na sliki 4 c. Kratki steber, ki je ovit s polipropilensko folijo, lahko prenese velike medetažne pomike pred porušitvijo (slika 4 d) zaradi opisanega mehanizma obnašanja ovitega razpokanega betona. Po podatkih iz literature se z ovijanjem stebrov z epoksidnimi ovoji, armiranimi z ogljikovimi vlakni, doseže

[Nakano, 1998 in 2002] več kot desetkratno povečanje duktilnosti ob nezmanjšani odpornosti stebrov, obremenjenih s stalno navpično in ciklično vodoravno obtežbo. Z ovijanjem stebrov z armirano polietilensko folijo se lahko doseže tudi do petdesetkrat večja duktilnost in skoraj podvoji odpornost na ciklično vodoravno obtežbo ob stalni navpični obtežbi [Kabeyasawa et al., 2002]. Ti podatki veljajo za primere, opisane v navedenih virih in jih ni možno posploševati, temveč razumeti kot možnosti, ki jih nudijo predstavljene metode utrditve. Zaradi zahtevnosti izvedbe utrditve in računskih metod, ki temeljijo na eksperimentalno določenih parametrih, morajo vsak tak poseg v obstoječe objekte spremljati ustrezne laboratorijske preiskave.

Upogibna utrditev prekladnih konstrukcij z nalepljenjem lamel

Prve utrditve armiranobetonskih konstrukcij z dolepljanjem jeklenih lamel so bile uvedene v gradbeno prakso sredi sedemdesetih let prejšnjega stoletja, deset let kasneje pa so se začele uporabljati tudi lamele iz polimernih kompozi-



Slika 4: Primeri preiskanih stebrov v laboratoriju ELSA v Ispri (a), v laboratoriju UCSD La Jolla (b in c) ter v laboratoriju Nacionalne univerze v Yokohami na Japonskem (d).

R. ŽARNIČ: Utrditev konstrukcij z armiranimi plastičnimi masami

tov. Izkušnje, ki so jih pridobili z nalepljenjem jeklenih lamel, so uporabljali tudi pri izvedbi utrditev s polimernimi kompoziti. Vendar pa se mehanizem obnašanja armiranobetonske konstrukcije, utrjene z duktilnimi jeklenimi trakovi, razlikuje od obnašanja armiranobetonske konstrukcije, utrjene z neduktilnimi armiranimi plastičnimi trakovi. V laboratoriju UL FGG smo opravili vrsto porušnih preiskav nosilcev in plošč, utrjenih z jeklenimi in armiranoplastičnimi trakovi, zato da bi raziskali razlike mehanizmov porušitev in preverili v praksi pogosto uporabljane metode dimenzioniranja po navodilih prodajalcev kompozitnih trakov. Na sliki 5 sta prikazana nosilec in plošča, ki sta bila utrjena z obema vrstama trakov. Pri nosilcu je bilo razmerje med višino in svetlo razpetino 1/10 pri plošči pa 1/25. Nosilci so bili narejeni iz betona trdnosti

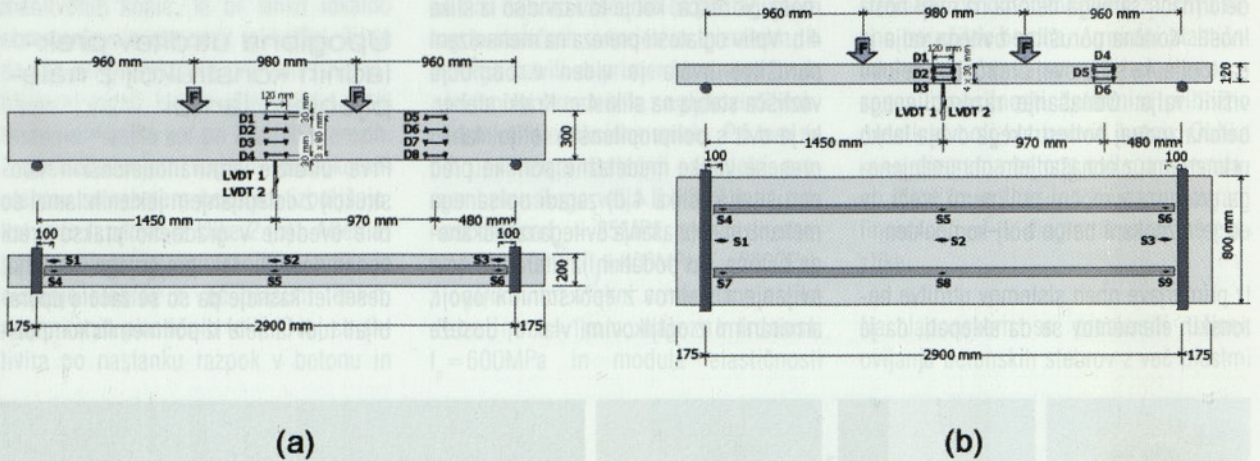
25 MPa (karakteristična tlačna trdnost valja). Armirani so bili z rebrasto armaturo ($f_y=400\text{MPa}$). Odstotek armiranja prereza nosilca je znašal 0,6 %, plošče pa 0,48 %. Preskusili smo po tri enake preskušance, utrjene s trakovi vsake vrste in po en preskušavec brez dodatne utrditve.

Lamele so bile iz mehkega jekla oz. trakov (pultrudirane lamele) iz epoksida, armiranega z ogljikovimi vlakni (SIKA Carbo-dur S). Trakovi so bili na betonske nosilce prilepljeni z epoksidnim lepilom SIKADUR 31.

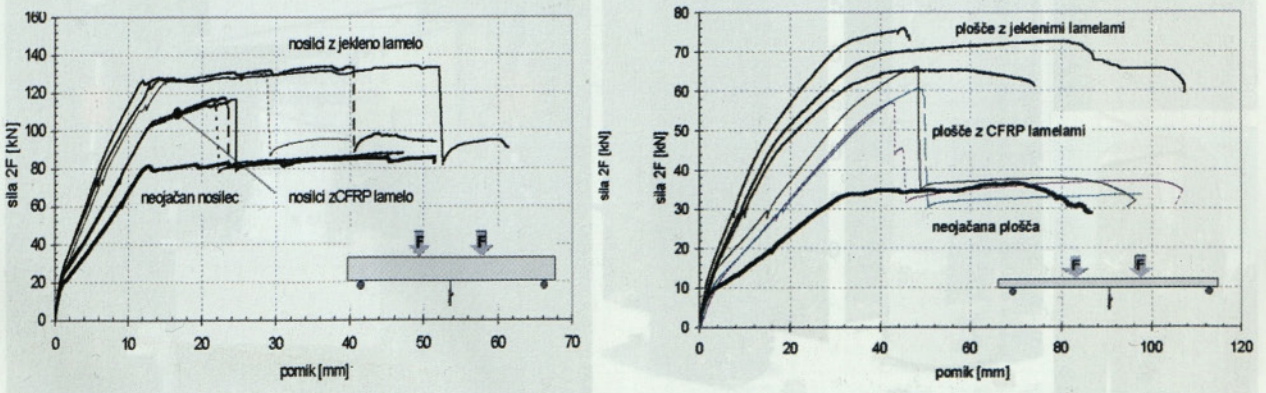
Diagrami na sliki 6 ponazarjajo upogibno obnašanje osnovnih in utrjenih nosilcev. Meja nastanka prvih razpok je jasno vidna, saj se togosti posameznih nosilcev od te točke dalje močno razlikujejo. Utrditev z jeklenimi trakovi je prispevala

k zvišanju togosti in duktilnosti nosilcev veliko bolj kot utrditev z ogljikovimi trakovi. Ponovljivost rezultatov preiskav je bila večja v primeru nosilcev, utrjenih z jeklenimi trakovi, kar je posledica večje robustnosti tako utrjenega betonskega prereza.

Zaradi jeklenih trakov se je nosilnost nosilcev v povprečju povečala za 53 %, zaradi ogljikovih trakov pa približno za 35 %. Osnovni nosilec se je porušil pri obtežitvi s 86,5 kN. Pri ploščatih nosilcih se je zaradi jeklenih trakov nosilnost zvišala v povprečju za 97,6 % zaradi ogljikovih trakov pa za 72,5 %. Nosilnost osnovnega preskušanca je znašala 36,5 kN. Pri tem velja omeniti, da so bile utrditve vseh preskušancev dimenzionirane tako, da bi utrjeni nosilci dosegli približno enake nosilnosti. V vseh prime-



Slika 5: Armiranobetonski nosilec (a) in plošča (b), utrjena s trakovi iz jekla oz. armirane plastike, pripravljene za upogibne preiskave (LVDT – merilci pomikov, S – uporovni merilni lističi, D – elektronski deformetromi)



Slika 6: Diagrami obtežba – upogib na sredini razpetine preskušanih nosilcev in plošč utrjenih z jeklenimi trakovi in trakovi iz ogljikovih vlaken

rih je do porušitve prišlo po delaminaciji stikov med trakovi in betonom s poružitvijo po betonu v primeru jeklenih trakov in poružitvijo vzdolž lepljenega stika pri ogljikovih trakovih.

Izmerjeni potek specifičnih deformacij po višini prereza na sredini in šestini razpona je potrdil veljavnost Bernoullijeve hipoteze pri obeh vrstah utrditve in pri vseh vrstah nosilcev. Na podlagi analize mehanizma razvoja razpok in specifičnih deformacij smo podrobneje spoznali vpliv posameznih vrst trakov na obnašanje nosilcev. Iz diagramov je jasno vidna vloga obeh vrst trakov pri oviranju nastanka razpok. Pri doseganju maksimalne obremenitve preskušancev je pri jeklenih trakovih presežena meja elastičnosti, ogljikovi trakovi pa so ves čas ostali v elastičnem območju.

Med preiskavami so nastopili trije različni mehanizmi porušitve, ki so jih pri podobnih preiskavah ugotovili tudi drugi raziskovalci. Pri vseh treh nosilcih, utrjenih z jeklenimi trakovi, je do porušitve prišlo zaradi odluščenja trakov na koncih ob podpori zaradi izčrpanja natezne trdnosti betona pod lepilom. Pri nosilcih, utrjenih z ogljikovimi trakovi, je do porušitve prišlo zaradi odlepitve trakov pod prerezom, v katerem je delovala koncentrirana zunanja obtežba (na tretjini razpetine). Porušitve pri nosilcih, utrjenih z ogljikovimi vlakni, je nastopila v hipu,

pri nosilcih utrjenih z jeklenimi trakovi pa postopno v daljšem času.

Ploščati nosilci so se v vseh primerih porušili zaradi razmer v razmeroma kratkem območju na sredini razpetine. Pri jeklenih trakovih je porušitev nastala, ko je jeklo preseglo mejo tečenja in so se razpoke v betonu začele neovirano širiti do porušitve tlačene cone betonskega prereza, kar so pokazali rezultati meritev specifičnih deformacij. Pri ogljikovih trakovih je porušitev nastala po hipnem odlepljanju trakov od spodnje površine nosilcev (slika 7), kateremu je sledila klasična porušitev armiranobetonskega prereza zaradi izčrpanja tlačne trdnosti betona.

V bodoče bo zanimivo nadaljevati opisane preiskave na enakih osnovnih preskušancih, utrjenih s trakovi iz tkanin, kjer pričakujemo bolj duktilno obnašanje in višje nosilnosti kot v primeru utrditve s togimi ogljikovimi trakovi, izdelanimi s pultruzijskim postopkom.

UTRDITEV ZIDANIH KONSTRUKCIJ IN KULTURNOZGODOVINSKIH OBJEKTOV

Pri zidanih konstrukcijah, ki tvorijo tudi večino kulturnozgodovinskih spomenikov, se potresna odpornost poveča z utr-

ditvijo zidov in temeljev, povezovanjem zidov in medetažnih konstrukcij, utrditvijo ali zamenjavo medetažnih konstrukcij, utrditvijo ostrejših in sidranjem ter pritrditvijo nekonstrukcijskih elementov. Vse našteje ukrepe se da izvesti s pomočjo različno oblikovanih in pripravljenih armiranih plastik. Uporaba polimernih materialov je neekonomična le tedaj, ko je treba z velikimi količinami injekcijske mase zapolniti votlikave kamnite ali mešane kamnito-opečne zidove.

Tehnike utrjevanja opečnih zidov so se razvile na osnovi znanih tradicionalnih tehnik, s katerimi se zvišuje strižna in upogibna nosilnost zidov. Strižna trdnost se lahko učinkovito zviša z nalepljenjem dveh ali več tankih kompozitnih ponjav. Ponjavi, ki sta nalepljeni na površino zidu, se skozi zid povežeta z veznimi sidri (slika 8a). Upogibna ali prevrtnostna odpornost zidu se lahko zviša z nalepljenjem trakov v navpični smeri (slika 8b). V obeh primerih se posebej utrdi stik med medetažno konstrukcijo in zidom. Postopek je navidezno zelo enostaven, a učinkovit le ob pogoju kakovostne izvedbe. Zagotavljanje kakovosti utrditvenih del s pomočjo kompozitov je veliko bolj zahtevno kot pri izvedbi utrditev s tradicionalnimi metodami. Velika prednost dobro izvedene utrditve s kompoziti je veliko zvišanje nošilnosti ob razmeroma nizkem zvišanju togosti zidov, kar je posebej pomembno pri protipotresnih utr-



Slika 7: Začetek porušitve utrjene plošče z odlepljanjem ogljikovih trakov

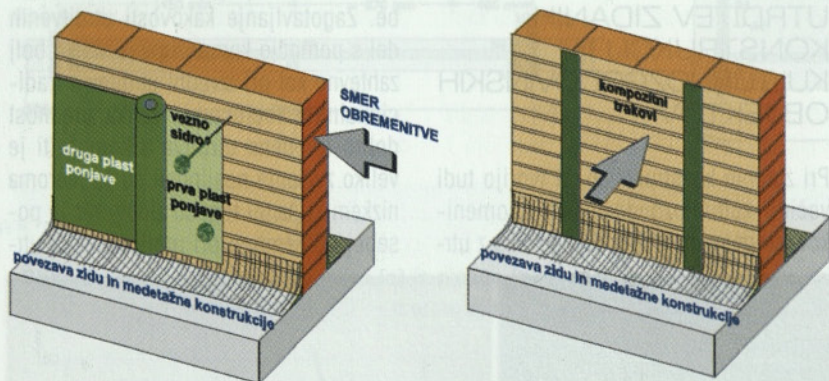
ditvah zidanih zgradb. Slabost prekrivanja celotnih površin zidov pa je v spremembi gradbeno-fizikalnih lastnosti zidov, saj so kompozitne ponjave slabo prepustne za paro. Ta lastnost ima lahko za posledico hiter proces propadanja stičnih površin med ponjavo in zidom še zlasti, ko zidovi vsebujejo v opekah in maltah občutno količino soli. Zaradi tega se v praksi zidovi večinoma utrjujejo s trakovi.

Sodelovanje zidov in enakomerni prenos vztrajnostnih sil z medetažnih konstrukcij na obodno zidovje se pri zidanih zgradbah zagotavlja s pomočjo vodoravnih vezi. Tradicionalno povezovanje z jeklenimi vezmi se je izkazalo kot zelo uspešno. Vendar pa je zaradi zaščite in iz estetskih razlogov velikokrat treba izsekati razmeroma globoke žlebove v zidove, v katere se položijo vezi. Tanjši in korozijsko odporni kompozitni trakovi omogočajo izvedbo vezi z manjšim posegom v zidno tkivo. Problem, ki nastopi zaradi mehanskih lastnosti armiranih plastičnih

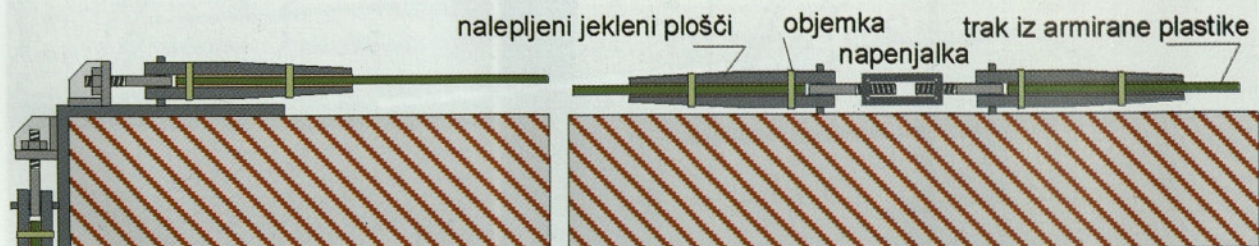
mas, je njihova neduktilnost. Ta problem se lahko odpravi s kombinacijo kompozitnih trakov in sidrišč, narejenih iz duktilnega jekla (slika 9).

Proizvajalci armiranih plastik in tehnologij utrditve, temelječih na uporabi polimernih kompozitov so vse bolj prisotni na področju utrditve zidanih zgradb. Pri tem jim pomaga dejstvo, da je tovrstne postopke možno pogojno uvrstiti med reverzibilne, kar je eden izmed temeljnih zahtev restavratorske stroke, ki sledi Beneškemu dogovoru iz leta 1976. Res je, da je glavna ovira vprašanje učinkovitosti utrđenih ukrepov s pomočjo kompozitnih materialov, zlasti kar zadeva daljši čas. Ko namreč protipotresno utrjujemo neko zgradbo, se bo učinek te utrditve pokazal šele pri naslednjem potresu. Ker se ta lahko zgodi nekaj desetletij po utrditvi, je velika neznanca učinkovitost starega polimernega materiala. Uspešnost utrditve s kompozitnimi trakovi je dokazana z rezultati mnogih laboratorijskih preiskav kakor tudi med enim od

ponovljenih potresov v Assisiju. Oboke zgornje bazilike Sv. Frančiška v Assisiju (slika 10) so utrđili s tkanimi ogljikovimi trakovi, pritrjenimi s fino epoksidno malto leta 1997 in tako utrđeni oboki so brez dodatnih poškodb prenesli naslednje potresne sunke. Tovrstne reference so odprle pot uporabi kompozitnih trakov in ponjav v svet zaščite kulturnozgodovinskih spomenikov še zlasti v Italiji in v zadnjem času tudi v južni Hrvaški (otok Rab, Zadar). Na sliki 10 prikazana primera sta samo dva izmed mnogih. V Sloveniji se je pravkar končal prvi tovrstni poseg v kulturno dediščino, in sicer utrđitev zidane kupole cerkve Karmelske matere božje v Kopru, katere notranji premer znaša 10,60 m, višina 4,55m in debelina 0,34m. Mnogi slovenski konzervatorji so utrđitev kulturnozgodovinskega spomenika s tkanimi ogljikovimi trakovi položenimi med dve plasti fine epoksidne malte, sprejeli kot pozitivno novost pri utrđitvi kulturnozgodovinskih objektov. Zaradi tega lahko pri nas v bodoče pričakujemo še več podobnih rešitev. Pri tem velja omeniti, da je uspešnost takih posegov pogojena z natančno tridimenzionalno analizo obremenitev in deformacij obravnavane konstrukcije, ki se običajno opravi z računalniškimi programi, ki temeljijo na metodi končnih elementov. Z natančnim pregledom konstrukcije in natančno računsko analizo je najprej treba odkriti razloge za eventualno poškodovanost konstrukcije in na pod-



Slika 8: Utrditev opečnih zidov s kompozitnimi ponjavami in trakovi



Slika 9: Sistem sidranja in povezovanja kompozitnih trakov pri povezavi zidov v ravnini medetažne konstrukcije [Triantafyllou in Fardis, 1997]

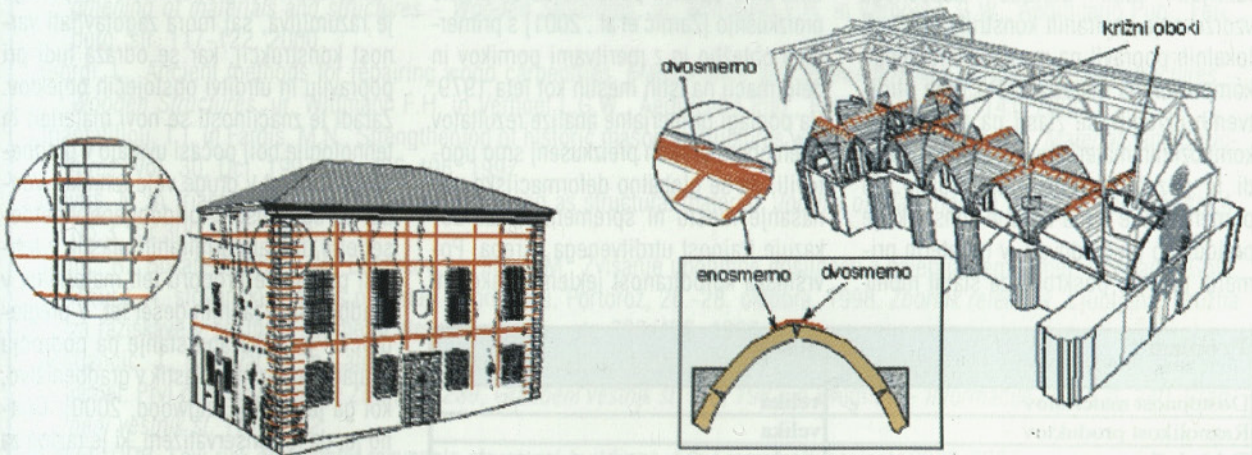
lagi tega natančno načrtovati količino in lego utrditvenih trakov. Ker gre za dokaj zahtevno tehnologijo, taka dela lahko kakovostno opravijo le specializirane ekipe na osnovi kakovostnih načrtov.

TRAJNOST IN KONTROLA KAKOVOSTI UTRDITVE KONSTRUKCIJ

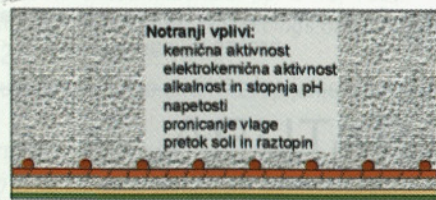
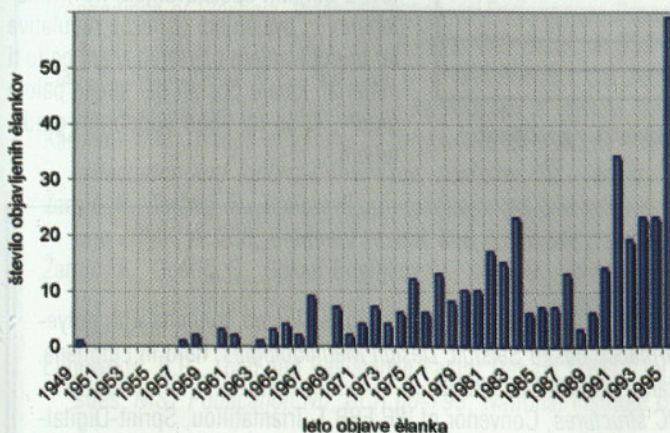
Eno izmed prvih vprašanj, ki spremljajo uvedbo novih materialov, je vprašanje njihove trajnosti. Pri kompozitnih materialih je to vprašanje povezano tudi z vprašanjem o kompatibilnosti tradicionalnih in novih materialov. Kar se tiče samih kompozitov, je prvo obravnavo

problema njihove trajnosti zaslediti v članku, objavljenem 1949. leta in nato od leta 1957 dalje vse pogostejšemu obravnavanju tega problema v znanstvenih člankih (slika 11). Kompoziti so se v gradbeništvu začeli uveljavljati sredi osemdesetih let prejšnjega stoletja in je zato tudi porast zanimanja za njihovo trajnost pokazal v povečanju objav s tega področja, ki je leta 1995 dosegla blizu 60 objav v mednarodno priznanih publikacijah. Jasno je, da diagram na sliki 11 a ne prikazuje vseh objav s področja trajnosti kompozitov, temveč le tiste, na katere se v svojem temeljitem in obsežnem članku sklicujejo [Liao et al, 1998]. Vsekakor pa je na diagramu prikazani trend povečanja zanimanja za trajnost kompozitov dovolj zgovoren. Po petdeset-

letnem razvoju in izkušnjah o uporabi kompozitov za gradnjo zahtevnih konstrukcij, kot so konstrukcije ekstremno obremenjenih zračnih in vodnih plovil, jim lahko zaupamo. Bolj kot samo obnašanje kompozitov, nas v gradbeništvu skrbijo procesi, ki lahko povzročijo pospešeno propadanje materialov v stičnih ploskvah zaradi njihove nekompatibilnosti in različnih procesov, ki so lastni naravi posameznih materialov ali so posledica zunanjih vplivov. [Kharbari, 1996] je v svojem članku obravnaval nekatere izmed vplivov, ki so shematsko prikazani na sliki 11b. Korozijo in popolni razpad nekaterih matric in vlaken povzročajo kemijske spojine, ki so prisotne v cementu ali v soli, ki so prisotne v zidovih. Polimerne materiale ogrožajo tudi biološki



Slika 10: Utrditev zidanih zgradb (knjižnica Cini di Monselice v Padovi) in kulturnih spomenikov (zgjornja bazilika Sv. Frančiška v Assisiju) s trakovi, tkanimi iz ogljikovih vlaken (sistem Carboniar®, <http://www.iar-restauri.it>)



Notranji vplivi:
 kemična aktivnost
 elektrokemična aktivnost
 alkalnost in stopnja pH
 napetosti
 pronicanje vlage
 pretok soli in raztopin

Zunanji vplivi:
 vlaga in toplota
 temperaturne spremembe (dnevni in sezonski cikli)
 agresivnost okolja

UV sevanje:
 oksidacija
 biodegradacija (bakterije, gljivice, plesen)

Medplastni vplivi:
 vodni in zračni žepki
 difuzija pare
 pretok kemičnih suspcstanc
 termalna nekompatibilnost

Slika 11: Število objavljenih člankov o propadanju kompozitov v obdobju od leta 1949 do 1995 [LiaoLiao et al, 1998] in prikaz vplivov, ki povzročajo propadanje [Kharbari, 1996]

R. ŽARNIČ: Utrditev konstrukcij z armiranimi plastičnimi masami

organizmi ali atmosferski vplivi in žarčenja (UV, infra). Zunanjo površino kompozitov se da uspešno zaščititi za dalj časa in nato zaščitno obnavljati. Večji problem pa je zaviranje procesov propadanja na notranjih površinah, kot so lepljeni stiki ali celo procesi vzdolž stikov vlaken in matrice. Poseben problem predstavlja tudi požarna odpornost kompozitnih materialov, saj ti pri temperaturah blizu temperature steklastega prehoda najprej spremenijo mehanske lastnosti in nato pri višjih temperaturah zagorijo. Skrb za požarno zaščito z ustreznimi krovnimi plasti je del uspešnega sanacijskega posega povsod tam, kjer so s kompoziti utrjene konstrukcije lahko izpostavljene visokim temperaturam. Določeni primeri iz prakse kažejo, da bo v bodoče treba razvijati tudi metode uspešnega vzdrževanja saniranih konstrukcij in tudi lokalnih popravil na mestih dotrajanosti kompozitnega materiala. Pri vseh utrditvenih ukrepih, še zlasti pa pri uporabi kompozitnih materialov, je pravilo "naredi in pozabi" strogo prepovedano. To pomeni, da je treba utrjene konstrukcije periodično pregledovati, v nekaterih primerih pa celo poskrbeti za stalni moni-

toring obnašanja sanirane konstrukcije. V sodobni praksi zaščite kulturnozgodovinskih spomenikov se vse bolj uveljavlja spoznanje, da s stalnim opazovanjem in rednim vzdrževanjem lahko zelo podaljšamo učinkovitost utrditvenih ukrepov.

Glede ugotavljanja učinkovitosti utrditve z nalepljenjem zunanje armature je zanimiv primer iz naše prakse. Leta 1979 smo [Žarnič in Terčelj, 1982] po utrditvi armiranobetonskega mostu čez Mežo v Črni na Koroškem [Boštjančič et al, 1982] opravili ponovno obremenilno preizkušnjo mostu, s katero smo ugotovili, da je utrditev izpolnila pričakovanja. Most je bil utrjen z nalepljenjem jeklenih trakov na spodnjo betonsko površino z epoksidnim lepilom SIKADUR 31. Po enaindvajsetih letih smo opravili ponovno obremenilno preizkušnjo [Žarnič et al., 2001] s primerljivo obtežbo in z meritvami pomikov in deformacij na istih mestih kot leta 1979. Na podlagi primerjalne analize rezultatov obeh obremenilnih preizkušenj smo ugotovili, da se globalno deformacijsko obnašanje mostu ni spremenilo, kar dokazuje trajnost utrditvenega ukrepa. Površinska korodiranost jeklenih trakov ni

vplivala na njihovo nalepljenost. Kljub enakosti globalnega obnašanja utrjenega mostu po več kot dveh desetletjih dopuščamo možnost pojava lokalnih odstopanj lamel, vendar ta v času ponovljene obremenilne preizkušnje decembra leta 2000 ni vplival na celotno obnašanje konstrukcije. Vsekakor pa bo v bodoče treba razvijati ali uporabljati že razvite neporušne metode, s katerimi bomo lahko natančno ugotavljali kakovost stika med trakovi in površino konstrukcije. Take metode pa so dobrodošle tudi za kontrolo kakovosti izvedbe utrditvenih del.

SKLEP

Konservativnost gradbeništva kot panoge je razumljiva, saj mora zagotavljati varnost konstrukcij, kar se odraža tudi pri popravilu in utrditvi obstoječih objektov. Zaradi te značilnosti se novi materiali in tehnologije bolj počasi uvajajo v gradbeno prakso kot v druge veje tehnike. Vendar pa so izkušnje, pridobljene v petdesetletni uporabi armiranih plastik v tehniki pomagale prodoru teh materialov v gradbeništvo zadnjih deset let. V preglednici 3 je prikazano stanje na področju uvajanja armiranih plastik v gradbeništvo, kot ga je videl [Elingwood, 2000]. Očitno je, da je konservativnost, ki je razlog za nizko stopnjo zaupanja v zanesljivost konstrukcij, še vedno ena osnovnih ovir za večjo uporabo teh sodobnih materialov. Z boljšim spoznavanjem novih materialov in uvajanjem ustrezne regulative ter pridobivanjem ustreznih znanj bodo ti materiali kmalu postali del široke palete gradiv, ki so na voljo sodobnim graditeljem.

Problem	Stanje
Dostopnost materialov	velika
Raznolikost produktov	velika
Tehnološka raven	visoka
Cena	postaja konkurenčna
Znanje o mehaniki konstrukcij	razmeroma dobro
Razumevanje mehanizmov obnašanja	neenakomerno razširjeno
Podporne podatkovne baze	omejene
Standardi in specifikacije	pomanjkanje
Metodologija dimenzioniranja	začetniška
Zaupanje v zanesljivost konstrukcij	slabo

Preglednica 3: Stanje na področju uvajanja armiranih plastik v gradbeno prakso [Elingwood, 2000]

LITERATURA

- Kabeyasawa, T., Tasai, A., Igarashi, S., An efficient and economical method of strengthening reinforced columns with polyester, *Proceedings of Slovenia-Japan Workshop on Performance Based Seismic Design Methodologies*, held in Ljubljana, Oct. 2-3 2000 and Oct.1-2, 2001, ed. P. Fajfar & S. Otani, str.355-367, 2002.
- FIB Bulletin 14, *Externally bonded FRP reinforcement for RC structures*, Convener of WP EBR T. Triantafillou, Sprint-Digital-Druck Stuttgart, 2001.

Statična in dinamična
analiza prostorskih
konstrukcij

ARMCAD

ZEIA d.o.o.
Maribor

www.zeia.si
info@zeia.si

Planet

Tower
3D model builder

PanelPro

Kropf, F.W., Detail design and retrofitting/restrengthening of weather-exposed timber structures, *Maintenance and restrengthening of materials and structures – Wooden Structures*, ur. Wittmann F.H. in Verhoef L.G.W., Aedificatio Pub., Feiburg, str. 117-122, 2000.

Giorgi, L., Ancient methods for repairing wood carpentries, *Maintenance and restrengthening of materials and structures – Wooden Structures*, ur. Wittmann F.H. in Verhoef L.G.W., Aedificatio Pub., Feiburg, str. 131-141, 2000.

Triantafyllou, T.T. in Fardis, M.N., Strengthening of historic masonry structures with composite materials, *Materials and Structures*, Vol. 30, Oct. 1997, str. 486-496, 1997.

Plevris, N. in Triantafyllou, T.T., FRP-reinforced wood as structural material, *Journal of Materials in Civil Engineering*, Vol. 4, No.3, str.300-317, 1992.

Žarnič, R., Bokan-Bosiljkov, V., Bosiljkov, V., Jarc, M., Zvišanje upogibne nosilnosti z nalepljanjem lamel. V: Ašanin-Gole, P. (ur.). 4. slovenski kongres o cestah in prometu, Portorož, 26.-28. oktobra, 1998. *Zbornik referatov*. Ljubljana: Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije, str. 398-406, 1998.

Boštjančič, J., Hočevar, B. in Cafnik, F., Projekt in izvedba utrditve armirobetonske konstrukcije z dolepljanjem jeklenih lamel, Prvi del - *Informacije ZRMK št. 239, Gradbeni vestnik št. 7/8, 1982* in Drugi del - *Informacije ZRMK št. 240, Gradbeni vestnik št. 7/8, 1982*.

SAFEFLOOR, Low risk and totally recycable structural buildings, 5th Framework project, 2000-2004.

Nakano, Y., "Recent seismic retrofit techniques of existing RC buildings in Japan", *Proceedings of ESNS International Seminar on New Building Construction Technology for the 21st Century*, ESNS Structure Research Center, Seoul, Korea, 1998, objavljeno tudi v:

Proceedings of Slovenia-Japan Workshop on Performance Based Seismic Design Methodologies, held in Ljubljana, Oct. 2-3 2000 and Oct.1-2, 2001, edt. P. Fajfar & S. Otani, str.339-353, 2002.

Liao, K., Schultheisz, C.R., Hunston, D. L. and Brinson, L.C., Long-term Durability of Fiber-Reinforced Polymer-Matrix Composite Materials for Infrastructure Application: A Review, *Journal of Advanced Materials*, pp. 3-40, 1998.

Karbhari, V.M., Issues in joining of composites to concrete – rehabilitation and retrofit. *Proceedings of Composites '96 Manufacturing and Tooling Conference*, Anaheim, Ca., January 22-24, p. 345-363, 1996.

Žarnič, R., Terčelj, S., Preiskave armirobetonske prekladne konstrukcije mostu po utrditvi z lepljenjem armature, *Informacije ZRMK št. 238, Gradbeni vestnik št.6, Ljubljana, 1982*.

Žarnič, R., Gostič, S., Bokan-Bosiljkov, V., Jarc, M., Študija primernosti ojačitev armirobetonskih premostitvenih objektov z dolepljanjem jeklenih in ogljikovih lamel, *Končno poročilo o raziskovalni nalogi*, po naročilu DRSC in DARS izdelano v GI ZRMK Ljubljana, 58 str., 2001.

Elingwood, B.R., Load and Resistance Factor Design (LRFD) for Structures using Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Composites, *NIST Publication No. GCR 00-793*, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, 2000.

GOSPODARJENJE S CESTAMI IN PROMETNA VARNOST NA KOROŠKEM IN V PODRAVJU

ROAD MANAGEMENT AND TRAFFIC SAFETY IN KOROŠKA AND PODRAVJE REGION

STROKOVNI ČLANEK

UDK 656.1.05 "KOROŠKA". "PODRAVJE"

JANKO BRECL

P O V Z E T E K Stanje cestnoprometne infrastrukture odločilno vpliva na gospodarsko rast regij in države. Njen razvoj mora v bodoče temeljiti na ekonomičnosti in učinkovitosti upravljanja in gospodarjenja pri načrtovanju, gradnji in vzdrževanju. Z načinom gospodarjenja s cestami je možno vplivati na stroške vzdrževanja in na pogoje zagotavljanja varnosti vožnje, zato naj bodo kriteriji za izbor ukrepov strokovno utemeljeni. Namen prispevka je pojasniti vplive gospodarjenja s cestami na varnost v cestnem prometu. Prometne nesreče so spremljajoč pojav v dinamičnem prometnem procesu. Nastajajo pri premagovanju negativnih vplivov, med seboj povezanih dejavnikov, kot so človek, vozilo in prometno okolje. V prispevku so analizirani kazalci varnosti v cestnem prometu za koroško in podravsko statistično regijo. Analiza kaže, da izbira načina gospodarjenja s cestami posredno in neposredno pomembno vpliva na število in težavnostno stopnjo nesreč v cestnem prometu.

S U M M A R Y The condition of road traffic infrastructure has an important impact on the economic development of the regions and of the state. The development will have to be based on the effectiveness and efficiency of road building, road management and road maintaining. By choosing a certain Pavement Management System, we can have a great impact on the costs of maintaining and the conditions of safe driving as well. Therefore, the choice of criteria for roads should be technically founded. The aim of the work was to find out the influences of road management on traffic safety. The accidents are an important side phenomenon in dynamic traffic process and usually occur due to combined negative factor such as human errors, technical damages, and traffic environment. Several different levels of traffic safety in Koroška and Podravje region are presented.

Avtor:

Janko Brecl, univ. dipl. inž. grad., Ministrstvo za promet, Prometni inšpektorat Republike Slovenije, Ul. h. Tomšiča 2, 2000 MARIBOR

1 UVOD

Javne ceste so prometne površine splošnega pomena za javni promet in jih lahko vsakdo uporablja na način in pod pogoji, določenimi s predpisi, ki urejajo javne

ceste in varnost potekanja prometa na njih, so javno dobro zunaj pravnega prometa.

Vlada Republike Slovenije je z Zakonom o javnih cestah v Uradnem listu št. 29/97

predpisala, da je vzdrževanje cest obvezna javna gospodarska služba. Z državnimi cestami gospodari in upravlja Direkcija RS za ceste, z občinskimi cestami gospodari in upravlja na svojem, krajevno pristojnem območju posamezna občina.

Gospodarjenje z javnimi cestami je bilo v preteklosti prilagojeno funkciji ceste, nivoju tehnične kulture ter materialnim zmožnostim družbenih skupnosti v različnih obdobjih. Na stanje cestne infrastrukture vplivajo naravne danosti, kot so topografske, klimatske, hidro-geološke in druge danosti. Na varnost in ekonomičnost poteka cestnega prometa vplivajo mnoge lastnosti cestnega omrežja, kot so gradbeno stanje cestne infrastrukture, količina, struktura in model vodenja prometa, način vzdrževanja in pogostost obnavljanja elementov prečnega profila in druge lastnosti.

Na cestah neprestano poteka promet v vseh vremenskih razmerah. Stanje vozišča in cestnega okolja posredno in/ali neposredno vpliva na pogoje za nastanek prometnih nesreč.

Z ukrepi rednega vzdrževanja in obnovami omogočamo razmere za varno vožnjo, ves čas in na vsem omrežju. To pa se dogaja skoraj vedno ob omejenih finančnih sredstvih.

Namen tega prispevka je tudi opozorilo vzdrževalnih služb na širše razsežnosti vplivov izvedenih ukrepov, kot jih podaja uradna statistika. Učinkovit sistem varnosti v cestnem prometu je pomemben dejavnik ekonomskega in družbenega razvoja regije in države.

2 GOSPODARJENJE S CESTNIMI VOZIŠČI

Na podlagi spremljanja in analize večletnega gospodarjenja z javnimi cestami je mogoče priti do sklepa, da bi bilo potrebno obstoječi sistem dopolniti predvsem na področju občinskih cest. Usmeritve sedanjega družbenega pristopa k prometni varnosti se kažejo v težnji po zagotavljanju povsem varne uporabe cest, kar je z Ustavo in zakoni zagotovljeno. Republika Slovenija ima na področju cest ustanovljene vse ključne institucije za izvajanje pravnega reda Evropske unije.

tami je v relativno dobri organiziranosti in ugodni zasedenosti pristojnih strokovnih služb. Ta ugotovitev pa ne velja za mnoge občinske službe, ki so pristojne za ceste in promet.

Na državnem cestnem omrežju se opravlja gospodarjenje s cestnimi vozišči v glavnem z upoštevanjem principov, ki so uveljavljeni v sistemih za gospodarjenja s cestnimi vozišči - Pavement Management System (PMS). Ti vključujejo specifičnosti omrežja, prometa, prostora in drugih pogojev. Na občinskih nivojih bo treba te sisteme najprej opredeliti in jih vzpostaviti. Podana izhodišča so v skladu s prakso evropskih in drugih držav z razvito cestno infrastrukturo. Ta način gospodarjenja je celovit, sodoben in primernejši od mnogih parcialnih pristopov in predstavlja enega od perspektivnih sistemov.

PMS imajo za skupen cilj optimizacijo uporabe razpoložljivih proračunskih sredstev za vzdrževanje in obnove [Haas, 1994].

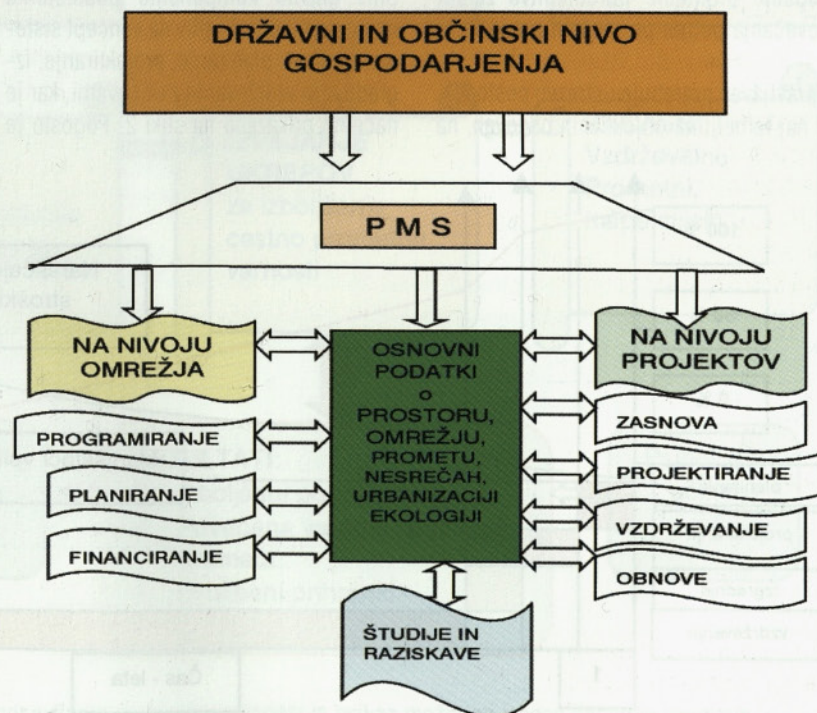
PMS opredeljuje optimalne strategije

različnih strokovnih in organizacijskih nivojev ter uporabo teh strategij. To je vseobsegajoči proces, ki vključuje predvidevanja in vzdrževanje cestišča na ustreznem strokovnem nivoju. Proces vključuje vrsto aktivnosti: od zbiranja informacij, planiranja, programiranja in izvedbe novih konstrukcij, vzdrževanja, obnove, vse do podrobnosti v posameznih projektih ter periodično opazovanje cestišča pri vsakdanji uporabi.

2.1 Glavne sestavine gospodarjenja

PMS zagotavlja, da so odločitve na vseh nivojih odločanja skladne z optimalno strategijo, ki je zasnovana na racionalnih postopkih in omogoča nastanek alternativnih strategij, na osnovi specialnih analiz, pri čemer je potrebno uravnotežiti obravnavane lastnosti cestišča po vnaprej določenih kriterijih.

Celoviti sistem gospodarjenja vključuje usklajeni sklop dejavnosti, s katerimi se dosega najučinkovitejšo porabo razpoložljivih javnih finančnih sredstev ter



Slika 1: Bistvene komponente gospodarjenja PMS in njihove povezave.

Prednost gospodarjenja z državnimi ces-

hkrati zagotavlja dobro vozišče, varnost prometa in ekonomičnost vlaganj. Medsebojna soodvisnost glavnih komponent gospodarjenja s cestno infrastrukturo je grafično prikazana na sliki 1. Izbor optimalne strategije gospodarjenja s cestnim voziščem zaradi učinka posameznih ukrepov vzdrževanja direktno vpliva na kakovost predvidevanja prihodnjega stanja.

Način gospodarjenja s cestami mora biti usklajen s kapacitetami in z usposobljenostjo tehničnih in administrativnih služb. Za zagotavljanje izboljšav na cestnem omrežju morajo biti vse odločitve umeščene v večplastne procese projektiranih odločitev, ki omogočajo programiranje, projektiranje, vzdrževanje, kot tudi opazovanje dejanskega stanja in raziskave, z upoštevanjem razpoložljivih finančnih zmožnosti.

Zaradi ohranjanja vrednosti v cesto vložene kapitala, prevoznosti cest, varnosti prometa, zaščite okolja in drugih dejavnikov je v svetu opazen premik od novogradenj k vzdrževanju cest, saj mora obstoječe cestno omrežje prevzemati dodatne prometne obremenitve zaradi povečanja potreb po cestnih prevozihi.

Upravljevec potrebuje ustrezen postopek, ki naj temelji na objektivnih osnovah, na

merjenju in drugih podatkih za optimalno porabo sredstev za vzdrževanje cest.

Posledice prekomernega omejevanja sredstev za vzdrževanje se kažejo v tem, da skromnejši ukrepi niso dovolj učinkoviti, znižuje se varnost in udobnost vožnje ter upada gospodarna uporaba ceste in prevoznost odsekov, tudi do stanja, ko nastopi potreba po začasni zapori ceste ali vrste prometa.

Vzdrževanje brez sistema pa je le popraviljanje poškodb in reakcija na reklamacije.

Za primerjavo naj navedem, da v Avstriji, kjer imajo sorazmerno novo cestno omrežje, ocenjujejo stroške letnega vzdrževanja in obnov v letu 2000 na okoli 0,8 % sedanje vrednosti omrežja, v 30 letih pričakujejo porast na 1,5 % in v 70. letih porast od 1,9 do 2,0 % letno [Breyer, 2000].

2.2 Vpliv nivojev in komponent na gospodarjenje

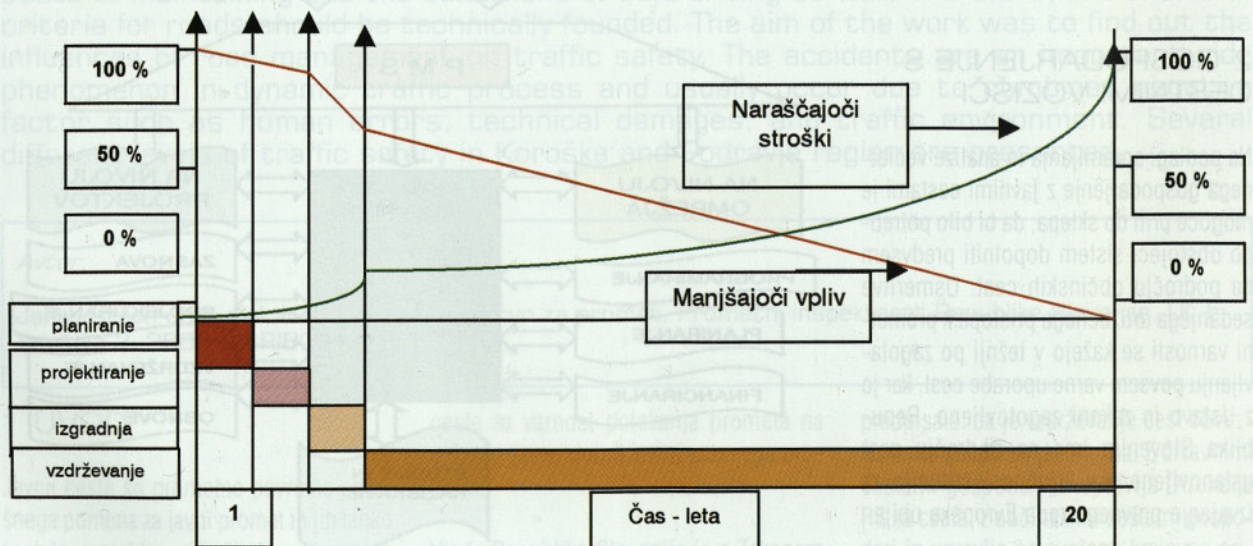
Štiri glavne komponente podsistema imajo prevladujoč vpliv na koncept sistema, in sicer: planiranje, projektiranje, izgradnja in vzdrževanje z obnovami, kar je načelno prikazano na sliki 2. Pogosto je

nemogoče podati jasne odgovore na področju kvantitete, prav tako je tudi težavno opredeliti optimalne kriterije v inženirskih projektih. PMS ni sistem, ki bi sam po sebi nakazoval odločitve, saj v vsaki zadevi odloča pooblaščen osebja. Na višjem nivoju odločitve sprejemajo voljeni predstavniki ljudstva. Dogovori in odločitve se sprejemajo na treh nivojih gospodarjenja, in sicer: na zakonodajnem, na administrativnem in na tehničnem nivoju.

Slika 2 pojasnjuje globalne odnose dogajanja v življenjskem ciklusu cestnega objekta. Pomembno je poznavanje velikosti in strukture vplivov na celotne stroške v življenjski dobi vozišča. Manjši vpliv nivojev podsistemov povzročata naraščanje celotnih stroškov poškodb zaradi staranja in uporabe.

Spodnji del sheme kaže, kako dolgo posamezna glavna komponenta podsistema vpliva na celokupne stroške in predstavlja trajanje vsake od glavnih komponent. Zgornji del sheme prikazuje naraščanje stroškov in zmanjševanje vpliva na celokupne stroške, kar je prikazano v celotni življenjski dobi objekta.

Stroški, ki nastanejo v fazi planiranja, so relativno majhni v primerjavi s celotnimi stroški. Odločitve, sprejete v zgodnji fazi



Slika 2: Vpliv velikosti nivojev podsistemov PMS na celokupne stroške

projekta imajo mnogo večji vpliv na kasnejše stroške kot pa druge kasnejše aktivnosti. Z zasnovo objekta naročnik dolgoročno odloča o višini bodočih izdatkov. Na začetku projekta naročnik lahko vpliva in kontrolira v celoti vse odločitve, ki določajo kasnejše stroške. Osnovna dilema je, ali graditi ali ne zgraditi. Odločitev, da ne gradimo, ne zahteva kasnejših stroškov. Odločitev za graditev pa zahteva mnoge odločitve na začetku projekta.

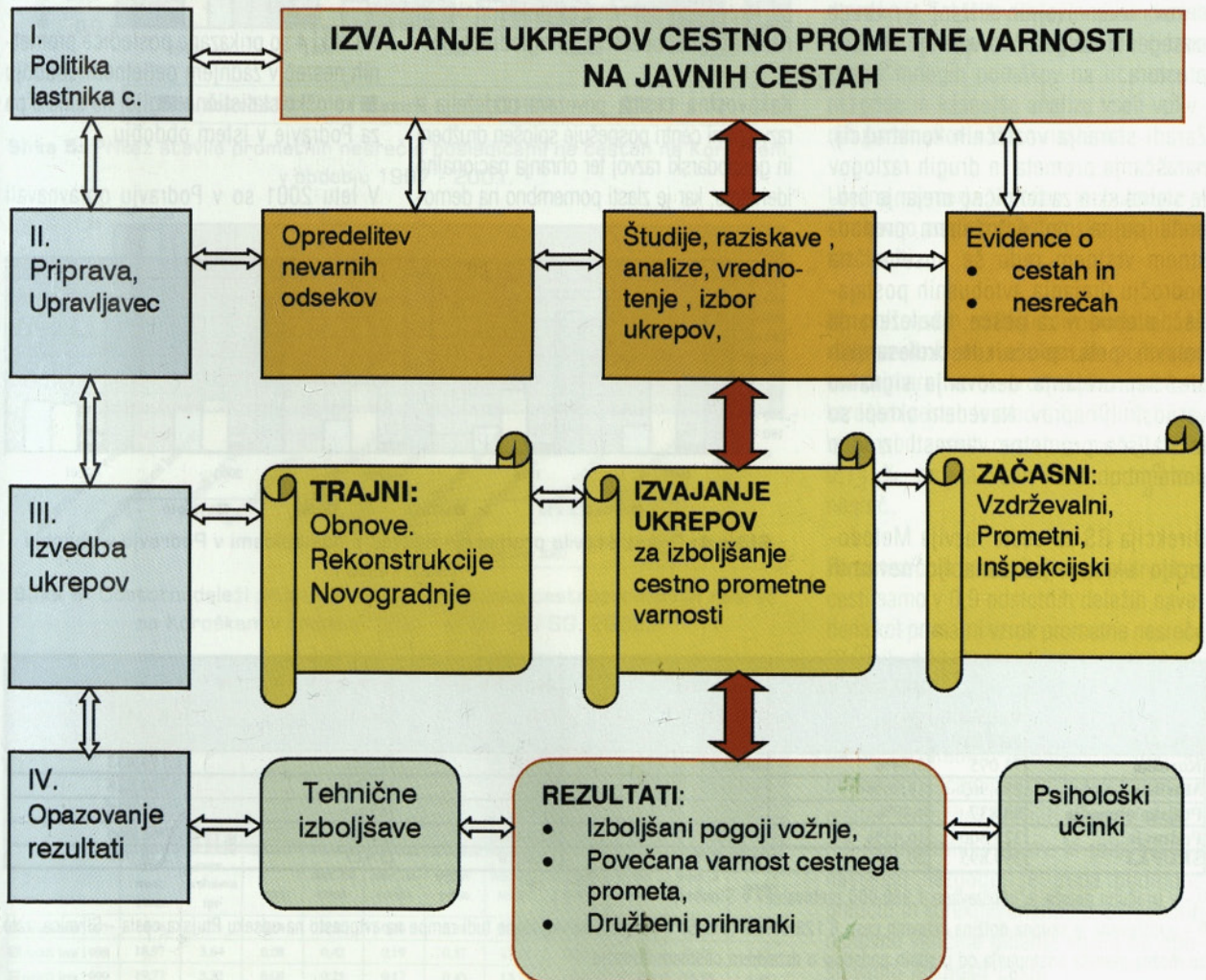
Nedorečene tehnične in funkcionalne rešitve pri zasnovi in izvedbi objekta zahtevajo v času obratovanja dodatne stroške, ki bi bili sicer manjši ali celo nepotrebni.

3. IZBOLJŠANJE PROMETNE VARNOSTI

Cestnoprometne nesreče so posledica nepravilnosti v sodelujočih dejavnikih v prometnem procesu, in sicer: človeka, vozila in ceste z okoljem. Zaradi velikih izgub v nesrečah je nujno, da država in občine opredelijo učinkovito strategijo za izboljšanje varnosti na cestah, ki naj temelji na: bazi podatkov o prometu, prometno - tehničnih in voznih lastnostih cestnega omrežja, na statističnih podatkih o prometnih nesrečah, na prostorskih in drugih podatkih.

V strokovni literaturi je bilo objavljenih več teoretičnih raziskav s področja varnosti prometa. V praksi ugotavljamo, da se je z uporabo spoznanj iz raziskovalnih nalog in študij izboljšal operativni pristop in kvaliteta obravnave povezanosti prometnih nesreč s stanjem cest, še posebno z uporabo baze cestnih podatkov in geografskega informacijskega sistema [Kastelic, 1994], [Bensa, 2000a], [Bensa, 2000b].

To potrjujejo statistični podatki MNZ o gostitvi nesreč na izbranih cestnih odsekih. Nadpovprečno gostitev prometnih nesreč beležimo zaradi neustreznosti ve-



Slika 3: Načelni prikaz procesa zagotavljanja prometne varnosti in prikaz možnega izbora sanacije nevarnih mest na javnih cestah.

ličin in sosledja horizontalnih elementov osi, zaradi neustreznih elementov prečne-ga profila, zaradi slabega stanja vozne površine in drugih vzrokov. Zato se je treba sistematično lotiti izvedbe ukrepov za izboljšanje cestno prometne varnosti, kot so prikazani na sliki 3.

V sklop začasnih ukrepov štejemo izvedbo takojšnjih nujnih manjših posegov, kot so: nujne ureditve odvoda voda, zagotovitev preglednosti, namestitve primerne signalizacije in cestne opreme ter manjša vzdrževalna - gradbena dela, kamor uvrščamo tudi začasne inšpekcijske ukrepe. Med trajne ukrepe štejemo večje rekonstrukcije odsekov in križišč, mostov, izgradnjo obvoznic in novih odsekov, izvennivonjih križanj ter druge posege, ki dolgoročno vplivajo na rabo prostora.

Zaradi staranja voziščnih konstrukcij, naraščanja prometa in drugih razlogov je stalna skrb za tehnično urejanje prometa nujna, po določenem prednostnem vrstnem redu še posebej: na področju urejanja avtobusnih postajališč, prehodov za pešce, obeleževanja šolskih poti, pločnikov, kolesarskih stez ter urejanja delovanja signalno varnostnih naprav. Navedeni ukrepi so iz stališča prometne varnosti izredno pomembni.

Direkcija RS za ceste razvija Metodologijo ukrepov za sanacijo nevarnih

mest in odsekov na državni prometni mreži [Lavrič, 2002].

Iz izkušenj vemo, da zmanjšanje negativnega vpliva ceste na pogoje nastanka prometnih nesreč dosežemo s strokovno kakovostno izgradnjo ceste na podlagi strokovno pravih projektnih rešitev ter s pravočasnimi potrebnimi vzdrževalnimi in obnovitvenimi ukrepi.

4 JAVNE CESTE NA KOROŠKEM IN V PODRAVJU

Ne samo ceste večjih kapacitet, ampak tudi prometno manj obremenjene ceste so izrednega pomena za pokrajinsko in narodno gospodarstvo (preglednica 1).

Kakovostna cestna povezava podeželja z razvojnimi centri pospešuje splošen družbeni in gospodarski razvoj ter ohranja nacionalno identiteto, kar je zlasti pomembno na demo-

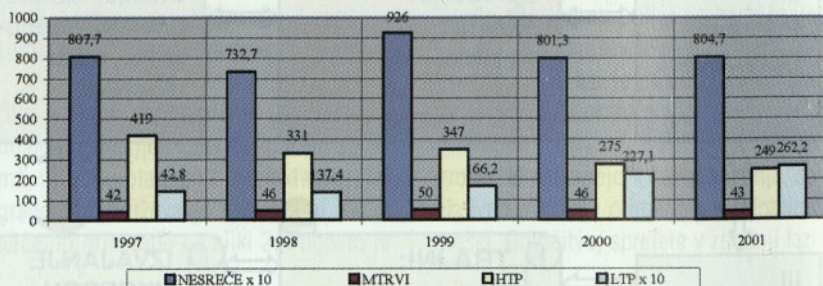
grafsko ogroženem obmejnem področju na hribovitem Koroškem in Štajerskem.

5 PROMETNA VARNOST NA KOROŠKEM IN V PODRAVJU

Cestne in policijske službe skušajo zagotavljati stabilno stopnjo pogojev varnosti cestnega prometa. V petletnem obdobju je rahlo poraslo število prometnih nesreč ter število hudo telesno (HTP) in število lahko telesno poškodovanih (LTP) udeležencev v prometu. Pomembno je, da upada trend števila umrlih zaradi nesreč v prometu, čeprav počasi in z letnimi nihaji.

Na sliki 4 so prikazane posledice prometnih nesreč v zadnjem petletnem obdobju za koroško statistično regijo, na sliki 5 pa za Podravje v istem obdobju.

V letu 2001 so v Podravju obravnavali



Slika 4: Prikaz števila prometnih nesreč s posledicami v Podravju v obdobju 1997 - 2001

REGIJA	ŠTEVILO PREBIV.	DELEŽ V RS ¹⁾ (%)	DRŽAVNE CESTE (km)	DELEŽ V RS ²⁾ (%)	POVRŠINA REGIJE ³⁾ (km ²)	OBČINSKE CESTE ⁴⁾ (km)
Koroška	74.095	3,74%	256,356	4,20%	1.132	1.175,433
Mariborsko obm.	236.963	11,96%	501,005	8,20%	1.424	3.700,528
Ptujsko območje	88.837	4,49%	269,515	4,20%	859	2.362,138
Podravje	325.800	16,45%	770,520	12,40%	2.283	6.062,666
SKUPAJ	399.895	20,19%	1026,876	16,80%	3.415	7.238,099

¹⁾ - v izračunu deleža je upoštevano 1.980.000 prebivalcev v Sloveniji

²⁾ - upoštevana je skupna dolžina državnih cest: 6.128,01 km (Vir: 5) V podatkih so vključene tudi rampe na avtocesto na odseku Ptujška cesta - Slivnica, zato so možna manjša odstopanja od uradnih podatkov o državnem cestnem omrežju.

³⁾ - upoštevane so površine, navedene v Almanahu slovenskih občin za leto 2001 (Vir: 10)

⁴⁾ - podatki so povzeti iz Odlokov o kategorizaciji občinskih cest za vse občine (Vir: 11)

Preglednica 1: Osnovni podatki o javnih cestah in prebivalcih na Koroškem in v Podravju.

8.025 prometnih nesreč, kar je na nivoju leta 2000. Število nesreč s smrtnimi izidi je bistveno manjše kot poprej, kljub temu pa je število umrlih katastrofalno tragično.

Na koroških cestah se je v letu 2001 zgodilo 1.195 cestno prometnih nesreč, kar pomeni rahel porast, prav tako se je povečalo število umrlih iz 4 na 5 udeležencev.

5.1 Nepravilnosti na cestah kot vzrok prometnih nesreč

Nepravilnosti na cesti ali neustrezno stanje vozišča je v naših statističnih podatkih redko ugotovljeno kot primarni vzrok cestnoprometne nesreče. Na tako stanje prav gotovo vpliva določilo 27. člena Zakona o varnosti cestnega prometa, ki določa, da sme voznik voziti s tako

hitrostjo, da vozilo stalno obvladuje in ga ustavi pred oviro, ki jo lahko pričakuje.

Nepravilna smer vožnje in neprilagojena hitrost povzročajo največ nesreč. Nepravilni premiki z vozili in nezadostna varnostna razdalja so šele na tretjem oz. četrtem mestu primarnih vzrokov nesreč.

Na koroških cestah je bila v letu 2001 ugotovljena alkoholiziranost povzročiteljev nesreč pri 114 nesrečah, kar predstavlja okoli 10 - odstotni delež povzročiteljev vseh nesreč.

Pri analizi se pogostokrat poenostavljeno določi, čeprav z veliko verjetnostjo dovolj natančno, le glavni vzrok nesreče. Medtem ko je določitev deležev sekundarnih in terciarnih vzrokov težko opredeliti brez zapisa mnogih podatkov na licu mesta nezgode in kasnejše analize vseh vplivnih parametrov v času nastanka.

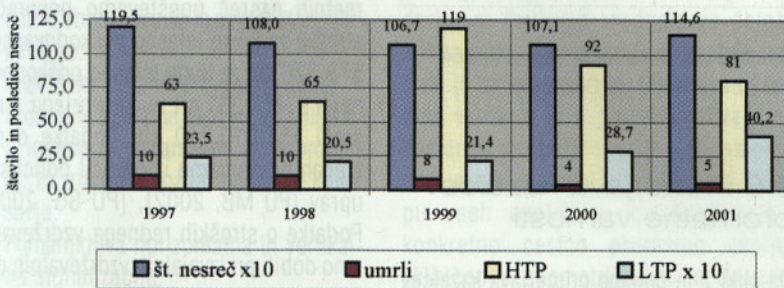
Utežna razmerja vzrokov je potrebno s strokovno analizo vsestransko analitično razčleniti.

Po policijskih statističnih podatkih se **nepravilnosti na cestah** pojavljajo kot primarni vzrok prometnih nesreč na koroških cestah le med 0,65 % in 0,52 %, in na podravskih cestah le med 0,02 in 0,14 %. deleža vseh cestnoprometnih nesreč.

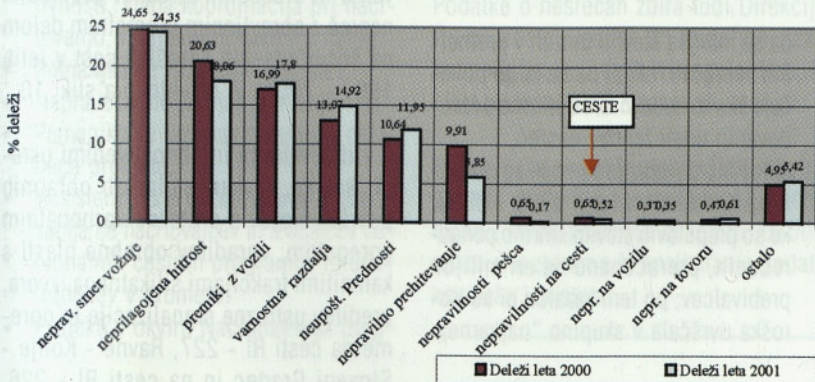
Po statističnih podatkih je nepravilnost na cesti samo v 0,9 odstotnih deležih navedena kot primarni vzrok prometne nesreče [Robnik, 1997].

Iz navedenih podatkov sledi ugotovitev, da se po uradnih podatkih in študijah očitno dopuščajo neustreznosti tehničnih rešitev. Določitev utežnih razmerij različnih sekundarnih vplivov, ki prispevajo k nastanku nezgode, je treba podrobno preučiti in korektno analitično ovrednotiti osnovne veličine gibanja vozila ob upoštevanju lastnosti ceste.

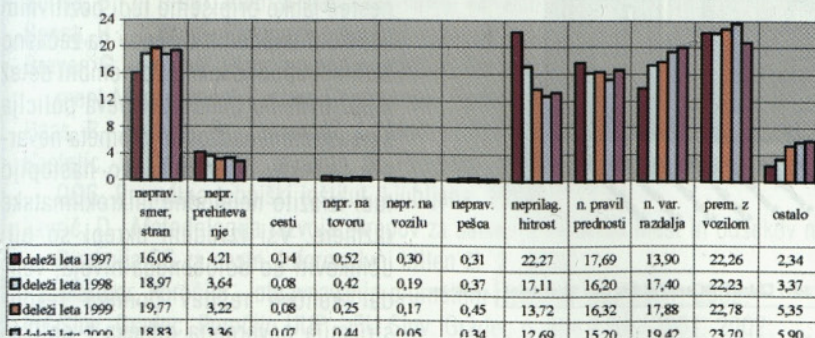
Ne glede na izredno nizko vrednost ugotovljenega primarnega vzroka "nepravil-



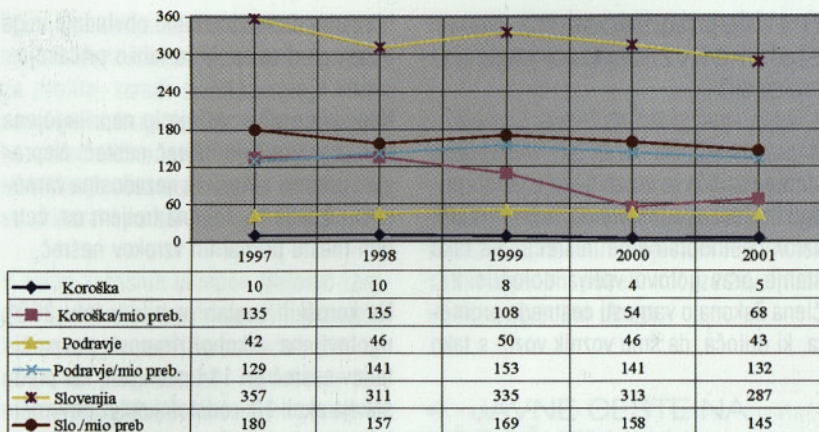
Slika 5: Prikaz števila prometnih nesreč s posledicami na cestah na Koroškem v obdobju 1997 - 2001.



Slika 6: Odstotni deleži primarnih vzrokov nastanka cestnoprometnih nesreč na Koroškem v obdobju 1997 - 2001 [PU SG, 2002]



Slika 7: Odstotni deleži primarnih vzrokov nastanka cestno prometnih nesreč v Podravju v obdobju 1997 - 2001 [PU MB, 2002]



Slika 9: Primerjava posledic nesreč - smrtno ponesrečenih udeležencev v prometu na Koroškem in v Podravju s podatki za Slovenijo.

nosti na cesti" za nastanek nesreče, se cesta in njeno okolje v resnici pojavlja kot stalni element pri prometnih nesrečah, saj se le-te dogajajo na ali ob njenem cestišču. Trditev velja tudi v primeru, kadar gre za izključno, nedvoumno človeško napako. Trenutno stanje cestne infrastrukture je odraz njenega dosedanjega razvoja. V nekaterih primerih lastnosti ceste, še posebno pri neustreznih parametrih, pospešujejo nastanek nesreče.

Drži tudi nasprotno, da je lahko dobro načrtovana, kakovostno grajena in strokovno pravilno vzdrževana cesta dejavnik, ki ublaži negativne vplive voznikovih in drugih nepravilnosti v cestnem prometu.

5.2 Primerjava kazalcev prometne varnosti

Na sliki 7 je podana primerjava kazalcev prometne varnosti Koroške in Podravja. Iz gornjih diagramov lahko ugotovimo:

- da se manjša število umrlih v prometnih nesrečah, hkrati pa se rahlo povečuje število hudo in lahko telesno poškodovanih udeležencev nesreč,
- odločilno povečanje varnosti so dosegli na Koroškem v letih 1998 - 2000, ko so prepolovili število smrtno ponesrečenih, preračunano na en milijon prebivalcev; po tem kazalcu bi se Koroška uvrščala v skupino "najvarnej-

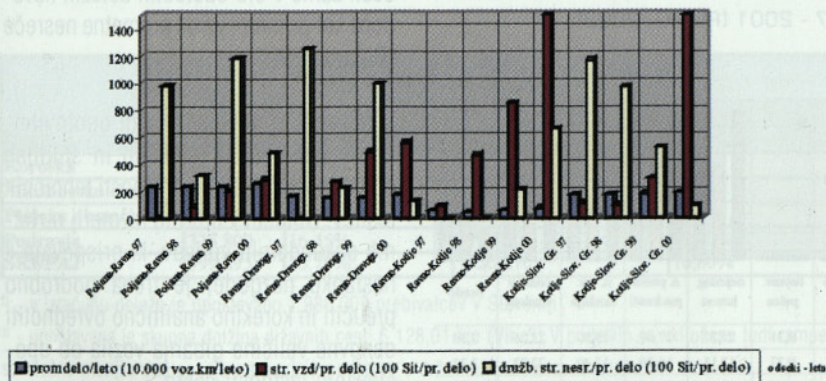
ših nordijskih držav," v zadnjih dveh letih s 60 do 65 mrtvimi udeleženci v cestnem prometu na milijon prebivalcev v letih 1995 - 2000 [Robnik, 1997].

Tudi podravska regija izkazuje v zadnjih petih letih za okoli 8 do 10 % manjši delež kot je državno povprečje glede na kriterij umrlih v cestnem prometu na milijon prebivalcev.

V izračunu primerjave stroškov vzdrževanja in družbenih stroškov prometnih nesreč upoštevamo povprečne stroške za lahko telesno poškodovanega: 573.326 sit, za hudo telesno poškodovanega 9.471.281 sit in za umrlega v nesreči 151.010.910 sit. Podatke o nesrečah povzamemo iz poročil policijskih uprav [PU MB, 2002], [PU SG, 2002]. Podatke o stroških rednega vzdrževanja smo dobili pri izvajalcih vzdrževalnih del.

Grafična primerjava stroškov vzdrževanja in družbenih stroškov prometnih nesreč z opravljenim prometnim delom na štirih odsekih koroških cest v letih 1997 - 2001, je razvidna na sliki 10.

Z vzdrževalnimi in obnovitvenimi ukrepi, kot so: rezkanje gladkih obrabnih površin slojev s pretežno karbonatnim agregatom, vgraditev obrabne plasti s kamnitimi frakcijami silikatnega izvora, ureditev ustrezne signalizacije in opreme na cesti RI - 227, Ravne - Kotlje - Slovenj Gradec in na cesti RI - 226, Ravne - Dravograd, se je prometna varnost v po letu 1998 izboljšala. Rahlo upadanje družbene škode prometnih nesreč lahko pripišemo tudi pozitivnim učinkom izvedenih ukrepov na začasno saniranih pododsekih. Pomembni delež k pozitivnemu trendu prispeva policija s poostrenim nadzorom prometa nevarnih odsekov, kjer občasno nastopijo tudi izrazito neugodne mikroklimatske razmere. Vsi izvedeni ukrepi so bili učinkoviti do določenega nivoja, vendar končno rešitev pomeni rekonstrukcija nevarnega odseka z oblikovanjem osi in prečnih profilov po predpisih.



Slika 10: Primerjava stroškov vzdrževanja in družbenih stroškov prometnih nesreč z opravljenim prometnim delom na štirih odsekih koroških cest v letih 1997 - 2000

5.3 Ključni dejavniki varnosti cestnega prometa

Ključni dejavniki varnosti cestnega prometa v regijah so:

- Neskladnost horizontalnih geometrijskih elementov osi in njihova neusklađenost z vertikalnimi elementi.
- Prometnim potrebam neustrezno prilagojeni konstruktivni elementi prečne profila.
- Slabo stanje voznih površin, nepravočasne obnove vozišč in nezadostno vzdrževanje.
- Previsoke dejanske hitrosti vožnje.
- Prometne površine niso v zadostni meri ločene za posamezne vrste prometa: za motorna vozila, pešce in kolesarje.
- Pomanjkljiva horizontalna in vertikalna signalizacija.
- Neustrezna kadrovska zasedba služb, ki odločajo in izvajajo programske aktivnosti, slaba koordinacija pri načrtovanju, izvajanju in nadzoru nalog.
- Pomanjkanje finančnih sredstev.
- Nepravočasno izvajanje nalog.
- Pomanjkanje raziskav o varnosti cestnega prometa.
- Nesistematično izobraževanje in usposabljanje načrtovalcev in izvajalcev nacionalnih cestnih programov in udeležencev v prometu.
- Projekti v okviru Nacionalnega prog-

rama varnosti cestnega prometa, ki je v pripravi, se žal ne izvajajo.

Pri primerjanju družbenih stroškov prometnih nesreč s stroški vzdrževanja cest pri mnogih spremenljivkah ni mogoče definirati matematične zakonitosti medsebojnih odvisnosti, ker ob nastanku nezgode učinkuje več faktorjev istočasno.

Vsakokratno, trenutno stanje cestnega omrežja je posledica načina gospodarjenja. Pavšalno vrednotenje deleža vpliva ceste na dogajanje prometnih nesreč je lahko napačno. Objektivne "cestne vzroke", ki negativno vplivajo na nastanek prometnih nesreč, ne smemo obravnavati posamično, pač pa v sklopu vseh okoliščin, ki opredeljujejo konkretno cestno prometno okolje, vključno z geometrijskimi in drugimi podatki o stanju ceste.

Podatke o nesrečah zbira tudi Direkcija RS za ceste, vendar jih obdeluje, tako kot policija, po svojih metodologijah, ki niso poznani širši strokovni javnosti.

Ker tuji raziskovalci ugotavljajo, da se stroški, vloženi v preventivne ali v tehnične ukrepe povrnejo desetero, bi bilo usklajeno zbiranje in analiziranje podatkov zelo koristno.

6 SKLEP

Način gospodarjenja s cestami posredno in neposredno zelo vpliva na število in težavnostno stopnjo nesreč v cestnem prometu. Ta ugotovitev ne izhaja samo iz teoretičnega modela gospodarjenja z za-logami in sredstvi vzdrževanja, pač pa jo še bolj potrjuje dolgoletna praksa pri vzdrževanju cest in delo v zimski službi. Dolžnost lastnika ceste in izvajalca del je zagotavljati predpisani nivo vzdrževanja javnih cest. Obveznost vsakega uporabnika ceste je spoštovanje predpisov o varnosti cestnega prometa.

Predlagamo, da se vse javne gospodarske službe za vzdrževanje javnih cest organizirajo po sodobnih principih. Nadaljevati je potrebno s sistematičnim raziskovanjem nevarnih mest. Z umnim gospodarjenjem s cestami in s sanacijo nevarnih odsekov lahko posredno ohranimo marsikatero dragoceno življenje in preprečimo znatne materialne izgube. Nedopustno je nadaljnje zmanjševanje sredstev za vzdrževanje in obnove in jih prelivati v sicer izredno potrebno izgradnjo slovenskih avtocest. Vsako katastrofo, zlasti pa vsako smrtno žrtev v cestnem prometu bi morali jemati kot izziv za izboljšanje načrtov, ki ustvarjajo pogoje za varnejšo vožnjo po cestah.

LITERATURA

- Bensa, B., in drugi, Analiza stanja prometne varnosti v Sloveniji, Omega – Consult, Ljubljana, 2000a.
- Bensa, B., in drugi, Prognoza prometne varnosti v Sloveniji II – Končno poročilo, Omega Consult, Ljubljana, 2000b.
- Breyer, G. in ostali, Planning and predicting the maintenance needs for federal roads in Austria, str. 6, 1st European Pavement Management System Conference, Budapest, CD- ROM, 2000.
- Haas, R., Hudson, R., Zaniwski, J., Modern Pavement Management, Krieger Publishing Company, 1994.
- Kastelic, T., Čertanc, N., in Strah, B., Program za izboljšanje prometne varnosti v Republiki Sloveniji PROVAGIS, FAGG - OGG, Prometno tehniški inštitut, Ljubljana, 1994.
- Lavrič, D., Metodologija razvoja ukrepov za sanacijo nevarnih mest in odsekov na državni prometni mreži, Državne ceste, Direkcija RS za ceste, Informativni bilten št. 2, 2002.
- PU Maribor, Poročilo - obravnavanje prometnih nesreč v letu 2001, 2002.
- PU Slov. Gradec, Poročilo UUP - PU Slov. Gradec o delu v letu 2001, 2002.
- Robnik, V., Medved, E., Prometna varnost in nadzor prometa, str. 22, Zbornik referatov, Prometna varnost, prometna signalizacija in oprema cest, Ajdovščina, 1997.

MNENJA IN ODMEVI

LOČENO MNENJE NA ZAKLJUČNO POROČILO JAVNEGA NATEČAJA ZA PROGRAMSKO URBANISTIČNO REŠITEV POTNIŠKE POSTAJE V LJUBLJANI

JOŽEF SLOKAR

UVOD

K odločitvi, da napišem ločeno mnenje k Zaključnemu poročilu za javni programsko urbanistični natečaj za Potniško postajo v Ljubljani, so me spodbudili predvsem naslednji razlogi:

Izredna lahkotnost odločanja večinskega dela žirije, ki se je le formalno posvetila presoji ustreznosti nagrajenih projektov, v razpisu navedenemu merilu, gospodarnosti. To dokazuje dejstvo, da nobeden od treh nagrajenih projektov, ki bodo ostali v nadaljnji obdelavi, ne upošteva velikih dosedanjih vlaganj in še vedno veljavnega zazidalnega načrta za Potniško postajo, za katerega je podlaga prvonagrajeni projekt iz dvostopenjskega javnega natečaja pred dobrim desetletjem in pol.

Popolno zanemarjenje dosedanjih izkušenj pri načrtovanju in financiranju gradnje Potniške postaje. Kljub opaznemu angažiranju Mesta Ljubljana pri razpisu javnega natečaja v osemdesetih letih je kasneje udeležba mesta pri realizaciji povsem usahnila. Tako je celotna dosedaj izvršena obnova postaje slonela zgolj na sredstvih Železniškega gospodarstva, sedanjih Slovenskih železnic. Povsem identično je bilo angažiranje države. Upravičeno se lahko vprašamo, katere prvine in izkušnje nam zagotavljajo, da se je odnos zunanjih investitorjev spremenil. Zagotovo lahko zatrdimo, da nobene. To stanje danes in v bodoče zahteva trezno in gospodarno načrtovanje po načinu malih korakov obnove Potniške postaje, predvsem pa upoštevanje vsega, kar je bilo do danes za ta namen investirano. Celo tako zelo proklamiran interes gospodarstva, da bo na tej lokaciji gradilo in s tem financiralo tudi druge dele Potniške postaje, je puhel, kajti veljavni zazidalni načrt omogoča množico investicij ob postaji, vendar te možnosti ni dosedaj nihče izkoristil. Od kod torej optimizem žirije in nagrajenih projektov, da bodo investitorji na najdražji možni infrastrukturi, ob zelo omejeni možnosti gradnje v fazah, gradili prav tu in ne

na prostih lokacijah na obrobju mesta, tako kot delajo sedaj. Ljubljana ni milijonsko mesto, temveč le »večja vas«.

Postopek izdelave in sprejetja še vedno veljavnega zazidalnega načrta za Potniško postajo v osemdesetih letih je trajal šest let. Pred desetimi leti se je njegova realizacija na sredi poti brez utemeljenih razlogov ustavila. Do danes so se iskale in študirale nove, »boljše rešitve«. Po dosedanjih izkušnjah bo šele čez slabo desetletje vse pripravljeno za začetek gradnje. Utemeljeno se sprašujem, ali ne bodo takrat novo vodstvo in urbanistični ter arhitektni lobiji ugotovili, da je tudi aktualni načrt slab in bodo dali novim »snovalcem« ponovno možnost novega načrtovanja. Tako bo realiziran slovenski pregovor, da v tretje gre rado. Za Potniško postajo je bil v šestdesetih letih opravljen celoten postopek javnega natečaja in zazidalnega načrta za projekt, imenovan PG 3. V osemdesetih je bil objavljen in izpeljan novi dvostopenjski natečaj, izdelan zazidalni načrt ter nekateri izvedbeni projekti, ki so bili delno tudi izvedeni. Z obstoječim natečajem pa se začne tretji cikel. Pri nobenem na novo zasnovanem konceptu ni bilo znano ali utemeljeno, zakaj se stari projekti ukinjajo.

Ob že tretjem razpisu je žirija te izkušnje in dejstva povsem zanemarila in ni posvetila potrebne pozornosti niti gospodarnosti niti kontinuiteti in tudi ne dosedanjim vlaganjem, čeprav so bili to imperativi razpisnih pogojev. Žirija je pri odločitvi zanemarila tudi dejstvo, da bi, ob še vedno veljavnem zazidalnem načrtu, lahko nadaljevali delo pri obnovi Potniške postaje, brez enega dneva čakanja, če bi osvojila projekt, ki navedene prvine vsebuje.

Ob upoštevanju navedenega in ob dejstvu, da je bil arhitekt Marko Mušič, ki je izdelal prvonagrajeni projekt v drugem natečaju, na sedanjem natečaju posebej povabljen in tudi deležen odkupne nagrade in da prva nagrada sploh ni bila podeljena, lahko sklepamo, da je bila žirija pri odločanju v stiski. Novi natečaj ni ponudil kaj bistvenovega novega, kar ne bi bilo v prejšnjih natečajih že odkrito. Žirija se je posvetila in

Avtor:

Jožef Slokar, univ. dipl. inž. grad., Linhartova 9, 1109 Ljubljana

dala velik poudarek arhitektonskim in urbanističnim rešitvam, ki naj bi bile drugačne in moderne za vsako ceno, pri tem pa povsem zanemarila gospodarnost, izvedljivost nagradjenih projektov, predvsem pa doseganje investicije in druga vlaganja v modernizacijo Potniške postaje. Verjetno tistim, ki so tako odločili, ni bilo po volji, da bi z drugačnim izborom potrdili vrednote prvonagrajenega projekta Marka Mušiča izpred poldruga desetletja, saj bi s tem ožigosali vse tiste zagovornike interesov, ki so povzročili več kot desetleten zastoj pri obnovi Potniške postaje in zakrivil, da Ljubljana živi s sramoto, ki se imenuje železniška in avtobusna postaja.

LOČENO MNENJE

k zaključnemu poročilu žirije za javni anonimni enostopenjski programski urbanistični mednarodni natečaj za oceno in izbor natečajnih projektov za Potniško postajo v Ljubljani, ki je bil razpisan v letu 2002.

K ločenemu mnenju me je spodbudilo stališče večine članov in sklep žirije o projektih, prispelih na razpisani natečaj ter odločitev o izboru nagradjencev. Ker se nisem strinjal s tako odločitvijo, v nadaljevanju utemeljujem svoje drugačno stališče.

O kakovosti prispelih projektov govori dejstvo, da prva nagrada ni bila podeljena. Trdim, da so nagradjeni elaborati aktualnega najožjega izbora glede na načela gospodarnosti, faznosti in uresničljivosti »slabe variacije« na projekt, ki je dobil prvo nagrado na dvostopenjskem javnem natečaju pred dobrim desetletjem in ki ga je izdelal arhitekt Marko Mušič. To se dogaja ob dejstvu, da aktualni projekt na sedanjem natečaju, ki je izboljššan in aktualiziran prvonagrajeni projekt iz prejšnjega natečaja, sploh ni prišel v ožji izbor rešitev, ki naj bodo osnova za izvedbo postaje. Usoda prvonagrajenega projekta prejšnjega natečaja je značilna za splošno veljaven odnos do rešitev, ki so ključnega pomena za razvoj mesta.

Prvonagrajeni projekt iz prejšnjega natečaja je služil kot podlaga za izdelavo zazidalnega načrta Potniške postaje, ki je še danes v veljavi. Na tej osnovi so nekatere faze že realizirane, na primer:

- obsežna statična sanacija kletnih etaž obstoječe potniške postaje z namenom, da se v njej namesti vsa moderna oprema, ki je potrebna za normalno funkcioniranje posodobljene potniške postaje,
- v obstoječi postajni stavbi je bil urejen in zgrajen sanitarni blok,
- obnovljene so bile dvorana za odpravo potnikov ter vhodna in izhodna avla,
- obnovljena sta bila osrednje postajno poslopje in »modra« stavba,
- realiziranih je bilo mnogo drugih prvin celotnega projekta, kot so peroni, obnova tirov itd.

Ni potrebno posebej poudarjati, da so našeta vlaganja izredno velik finančni zaloga, ki v presoji o nadaljnji gradnji in modernizaciji potniške postaje v nobenem primeru ne bi smel biti zanemaren, temveč upoštevan in obvezno vgrajen v vse predloge rešitev. Tega pa rešitve, ki so tokrat prišle v ožji izbor, v načelu ne upoštevajo.

V postopku realizacije je bil prvi ukrep, ki je bil v nasprotju z veljavnim konceptom izgradnje Potniške postaje in veljavnim zazidalnim načrtom posodobitev in razširitev obstoječega podhoda pod tiri. Ta poseg je bil v grobem nasprotju s sprejetim konceptom izgradnje potniške postaje, saj mu je dal

funkcijo dokončnega pristopa na perone ter celo vrsto postranskih storitev, čeprav je bil prvotno namenjen le tehničnem servisu in dostavi prtljage.

Sedanje stanje podhoda z vsemi lokali in servisi v njem sili potnike, da s prtljago v rokah iz dvorane za odpravo potnikov po postajnem peronu prehodijo najprej razdaljo do podhoda, se potem spustijo v podhod pod peron, na katerega so namenjeni, se nato zopet dvignejo na raven perona in prehodijo pot do vlaka, ki je v osi postajnega poslopja. Povprečna razdalja doseže 350 m dolžine in dvakrat po 4 m višinske razlike. Ta diktat potnikom ni samo antipropagandni in antiakvizicijski ukrep, temveč pomeni aroganco načrtovalcev, ki se na uporabnika železnice ne ozirajo in se njegovim potrebam ne prilagajajo. Namesto modernizacije obstoječega podhoda pod peroni, bi za isti denar na osi izhoda iz potniške postaje zgradili / v zazidalnem načrtu predvideni / premostitveni objekt čez tire s pristopno pomično rampo in dostopi na perone. Tako bi potnikom prihranili sedanjí mučen in predolg pristop na perone. Pomembno je, da bi s tem omogočili preselitev avtobusne postaje na Vilharjevo cesto, kamor bi s postopno gradnjo peronov in skladno z razpoložljivimi sredstvi začeli postopno seliti avtobusno postajo z Masarykove; s tem bi realizirali tudi ta del načrta Potniške postaje.

Vzporedno s preureditvijo prej omenjenega podhoda se je začela kampanija proti veljavnemu projektu Potniške postaje. Gonja, ki je temeljila na vsem drugem razen na argumentih, je dosegla, da se je izvajanje projekta ustavilo in da so se začele iskati nove, »boljše« rešitve. To iskanje traja skoraj 10 let, do današnjega dne. Skladno z interesi posameznih skupin je značilno, da so nekateri tvorci veljavnega zazidalnega načrta, na osnovi prvonagrajenega projekta arhitekta Marka Mušiča, kasneje temu projektu nasprotovali in se posvetili koncipiranju aktualnega, ki je že tretji po vrsti.

Natečajni projekt Marka Mušiča ima identično zasnovo kot na natečaju pred dobrim desetletjem prvonagrajeni elaborat, vendar s precejšnjimi dopolnitvami in izboljšavami oz. z aktualizacijo, najsibo v pogledu izkoristka prostora, iskanja novih možnosti za premostitev bariere, ki jo za mesto predstavlja postajno območje oz. boljše povezave južne in severne strani mesta, večje in učinkovitejše integracije v okolico itd. Predvsem pa je pomembno, da upošteva in aktivira vse naložbe, ki so bile na podlagi veljavnega zazidalnega načrta že izvršene. Kljub temu ta projekt ni doživel potrebne pozornosti. V postopku ocenjevanja mu je žirija namenila odločno premalo pozornosti glede na prvine v razpisanih merilih.

Faznost izgradnje je pri omenjenemu projektu do potankosti in v največji možni meri omogočena. Projekt predvideva nadaljevanje do sedaj izvršenih del pri modernizaciji postaje z izgradnjo prehoda čez tire in pristopnih ramp k peronom. S tem bi bil začetni del posegov, ki naj bi omogočili čim enostavnejši in lahek dostop potnikov na perone in odhod z njih, končan.

Takoj za tem bi, skladno z razpoložljivim denarjem, sledila fazna izgradnja nove avtobusne postaje na Vilharjevi cesti. S tem pa bi bilo povezano postopno, sukcesivno opuščanje avtobusnih peronov na obstoječi avtobusni postaji.

Nadaljnji koraki bi sledili interesom investitorjev oziroma drugim interesom:

- osrednja dvorana za skupno odpravo potnikov
- komercialni objekti, kot so npr. hoteli, trgovine, restavracije itd.
- javni program: prehodi preko tirov (Miklošičeva cesta, parki itd.).

J. SLOKAR: Ločeno mnenje na Zaključno poročilo javnega natečaja za programsko urbanistično rešitev Potniške postaje v Ljubljani

Tako zasnovana gradnja je logično in organsko nadaljevanje do sedaj izvršenih del in valorizacija vloženi investicij, ki že lep čas služijo svojemu namenu in posodobljeni in funkcionalni obliki. Posebej je treba poudariti, da je nadaljevanje gradnje Potniške postaje možno na podlagi obstoječega veljavnega zazidalnega načrta in ni potrebe po dolgotrajnem in dragem postopku sprejemanja novega zazidalnega načrta. Omogočili bi takojšen začetek postopne gradnje nove avtobusne postaje in s tem odpravili sramoto Ljubljane, ki jo predstavlja obstoječa avtobusna postaja.

Poudariti je treba, da pri izgradnji Potniške postaje obstajajo v glavnem trije interesi, ki so sočasno tudi odločilni nosilci njene uresničitve. Na prvem mestu je država, ki s posodobitvijo železniške in transportne infrastrukture nosi precejšnji delež v skupnem projektu. Ta dinamika mora biti vsekakor usklajena z ostalima dvema nosilcema. Tu je potem mesto Ljubljana, ki naj bi bilo nosilec programa javnih površin, kot so podaljšanje Miklošičeve ulice čez tire, parki ter drugi javni objekti in naprave. Na tretjem mestu je gospodarsko-komercialni interes, ki bi realiziral poslovne programe trgovin, bank, restavracij, hotelov itd.

Pri tem ne gre zanemariti odločujočega dejstva, da niti v preteklosti niti v sedanosti in verjetno tudi v prihodnosti ne bodo vladale razmere, v katerih bo dovolj razpoložljivega denarja pri vseh nosilcih posameznih programov. Državni proračun ni bil in tudi ne bo radodaren do železnice, kar dosedanje izkušnje nedvomno potrjujejo.

Mesto ima vedno prisotne druge programe, ki so aktualnejši, bolj pereči in dovolj interesno podprti. Zato financiranja javnih programov Potniške postaje v širokem zamahu ni pričakovati.

Komercialni interesenti se po dosedanjih izkušnjah sodeč umikajo in realizirajo svoje objekte na »čistih« lokacijah, predvsem na obrobju mesta, kjer je gradnja neobremenjena z obstoječo infrastrukturo in z obvezo za sofinanciranje drugih objektov in naprav na novi lokaciji.

Torej ni pričakovati vsesplošne akcije, ki bi v kratkem času vseobsežno zgradila novo Potniško postajo v svoji celoviti zasnovi. Njena izgradnja bo potekala v manjših korakih, skladno z razpoložljivim denarjem, razmerami v državi, mestu in v poslovnih dejavnostih. Prav zaradi vsega naštetega bi morala natečajna žirija to upoštevati in do maksimuma valorizirati vse, kar je že po dosedanjem projektu nove postaje zgrajeno, projektirano in urejeno, kar bi omogočilo na tem graditi nadaljnje male, a trdne korake. Menim, da žirija teh prvin, naštetih v merilih javnega razpisa, ni dovolj upoštevala. Projekta kontinuitete, ki daje odgovor vsem kriterijem razpisa in predstavlja nadaljevanje in ovrednotenje sedanjih naporov, ni ustrezno ocenila, čeprav bi to morala storiti, tudi zaradi odgovornejšega odnosa do davkoplačevalskega denarja.

Žirija se je, po mojem mnenju, napačno opredelila za projekte v ožjem izboru predvsem, ker nedopustno obremenjuje tire, bodisi s preobsežno gradnjo »mesta nad tiri« bodisi »mesta pod tiri«, ki pa se ne more, zaradi značilnosti železniške tehnologije, graditi v fazah.

Tri rešitve, ki so prišle v ožji izbor nagrajencev, ne upoštevajo in valorizirajo dosedanjih vlaganj. Nekatere predvidevajo celo rušenje obstoječih ali prenovljenih kapacitet, npr. Centralne postajavnice, ki je elektronsko srce železniške postaje in povsem avtomatizirane proge Jesenice-Ljubljana. Za rušenje so predvideni tudi rezervoarji goriva. Posamezne velike dele po teh projektih bi bilo treba graditi v ekonomsko zelo zahtevnih korakih naenkrat. Prenovljenemu postajnemu poslopiju dajejo »protokolarni pomen«. Za predvide-

na rušenja pomembnih naprav, ki so v obratovanju, nekateri od predlogov ne predvidevajo nadomestnih novih lokacij, kar ni v skladu z razpisnimi zahtevami in merili.

Nagrajeni projekti so zaradi tega po kriterijih funkcionalnosti, ekonomičnosti itd., bistveno manj ustrezni. S stališča celovite gospodarnosti so povsem neustrezni, saj je bilo možno projekte, glede merila gospodarnosti ocenjevati le po odstotku izra-be razpoložljivega prostora.

Lokacijo Potniške postaje se nedopustno obremenjuje s programi, ki na to lokacijo ne spadajo, kot so: koncertne dvorane, zabavišni centri, stanovanjski programi, kongresni centri itd. Izkušnje z ranžirne postaje Zalog in postaje Jesenice zgovorno dokazujejo, da ob tirih ni primerno graditi takih programov, predvsem pa ne stanovanj. Stanovalci takoj po vselitvi v nove objekte zahtevajo ukinitve železniškega obratovanja v nočnih urah oziroma v času počitka. Resnost takih konfliktnih interesov se največkrat pokaže v tožbah na sodiščih. Prav tako je nerazumljivo in ekonomsko zgrešeno načrtovanje tako močno koncentrirane zazidave na obstoječi, dragi železniški infrastrukturi, kot da je to edini prostor v Ljubljani, ki ga je potrebno intenzivno pozidati. Modro bi bilo to lokacijo v Ljubljani pustiti vsaj deloma prosto, kajti s stališča problematike in nove strategije transporta v svetu je povsem realno pričakovati, da bo sedaj proste lokacije v prihodnje nujno izkoristiti za splošne koristi prometa in transporta v korist vseh občanov.

Skraini čas je, da urbanisti in arhitekti v Ljubljani, potem ko so si izborili ključno in odločujočo besedo v javnih natečajih, svoje odločitve, sprejete v natečajnih žirijah, tudi spoštujejo. Dandanes ni tako. Skoraj vsak natečaj doživi enako usodo, kot jo doživljajo natečaji za obravnavane kare. Po javnem natečaju v šestdesetih letih in na njegovi podlagi izdelanemu zazidalnemu elaboratu, imenovanem PG3, je sledil javni natečaj in še sedaj veljavni zazidalni načrt pred dobrim desetletjem. Danes smo priče že tretjemu razpisu. Resno se sprašujem, komu koristijo ponavljajoči se novi natečajni razpisi za Potniško postajo in že kronično razveljavljanje starih.

Na podlagi vsega navedenega menim, da bi edino natečajni projekt Marka Mušiča ustrezal vsem razpisnim kriterijem, predvsem pa načelu kontinuitete in gospodarnosti oziroma nastavka dosedanjega, že prenovljenega stanja. Njegova značilnost je poudarjena faznost in ekonomičnost, naslanja se na obstoječi in veljavni zazidalni načrt in je dopolnjen, posodobljen in izboljšan prvonagrajeni projekt iz prejšnjega javnega natečaja. Posebej je treba poudariti, da je po merilu celovite gospodarnosti prav zaradi naštetih razlogov daleč najustrežnejši.

Namenoma nisem obravnaval urbanističnih in arhitektonskih ocen tega projekta, ker so le-te napisane in so postale javne ob razglasitvi prve nagrade na predhodnem natečaju za Potniško postajo.

Na koncu še nekaj besed o imenu »Potniška postaja«. To ime je bilo izbrano v predhodnem postopku realizacije prvonagrajenega elaborata. Sedanje poimenovanje PCL (Postajni center Ljubljana) je povsem neustrezno predvsem zato, ker izhaja iz tujke (center), medtem ko je prvotno ime Potniška postaja preprosto, razumljivo, slovensko in uveljavljeno v celotni zgodovini prometa na Slovenskem. Uporaba imena center je tudi pomensko zgrešena, ker center pomeni točko in ne območja nekega dogajanja. Zato bi bilo umestno, da se starega imena ne spreminja.

Od konstruiranja do izvedbe



Celovit program za analizo in dimenzioniranje konstrukcij

- Ravninski in prostorski okvirji
- Paličje in vrvi
- Armirani betonski okvirji
- Plošče, stene in lupine
- Zgradbe • Stolpis • Mostovi in predori
- Posode • Strojni deli

Naši uporabniki širom sveta so:

- Waagner Biro, Voest, Siemens, Willems, Porr AG, Zeman,
- Haslinger, Astron Building, ...

Slovenski uporabniki so:

- IBE, IMK, Fakulteta za strojništvo v Mariboru (prof. Anton Pristavec),
- Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo v Ljubljani (prof. Darko Beg),
- RTP-Project, Trimo ...

Obiščete nas lahko na zborovanjih na Bledu in v Mariboru.:

- 24. Zborovanje gradbenih konstruktorjev - Bled
⇒ 14. - 15. november 2002
- Srečanju gradbenih inženirjev Slovenije v okviru IZS - Maribor
⇒ 22. november 2002

Kontaktna oseba v Sloveniji:

FEM Consulting d.o.o.
 mag. Anton Pristavec, dipl. ing. str.
 Za tremi ribniki 18 (sedež podjetja) • Za tremi ribniki 32 (biro)
 2000 Maribor
 Tel.: 02 251 44 22 • Fax: 02 251 44 22
 e-mail: Anton.Pristavec@kksonline.com
 www.scia-online.com



USTVARJAMO AVTOMOBILE.

RENAULT

Začutite vročico poslovnega uspeha!

In se prepustite ugodni finančni akciji, ki velja od 1.10 do 31.12.2002.

Pripravili smo dve različni ponudbi:

- **BREZOBRESTNI LEASING**, kjer vam ponujamo nakup lahkih gospodarskih vozil na brezobrestni leasing za obdobje 3 let ali

- **UGODNOSTI PO SISTEMU EUROTAX**, kjer vaše rabljeno vozilo ocenimo po sistemu Eurotax, tako ocenjeno vrednost odštejemo od vrednosti novega Renaulta ter prištejemo znesek vašega prihranka - tudi do 500.000 SIT.

V primeru, da se odločite za eno izmed navedenih ponudb, vam priznamo tudi **2-LETNO PODALJŠANO GARANCIJO** z omejitvijo do 80.000 km brez udeležbe kupca!

Za dodatne informacije smo vam na voljo na www.business.renault.si

Ponudbi leasing in Eurotax ne veljata za Trafic kombi in Trafic podaljšana kabina.

**Vročica
poslovnega
uspeha.**

