



Izdajatelj:

Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (ZDGITS), Karlovska 3, 1000 Ljubljana, telefon/faks 01 422 4622 v sodelovanju z **Matično sekcijo gradbenih inženirjev Inženirske zbornice Slovenije (MSG IZS)**, ob podpori **Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani** in **Zavoda za gradbeništvo Slovenije**

Izdajateljski svet:

ZDGITS: **mag. Andrej Kerin**
izr. prof. dr. **Matjaž Mikoš**
Jakob Presečnik
MSG IZS: **Gorazd Humar**
mag. Črtomir Remec
doc. dr. **Branko Zadnik**
FGG Ljubljana: **doc. dr. Marijan Žura**
FG Maribor: **Milan Kuhta**
ZAG: **prof. dr. Miha Tomažević**

Glavni in odgovorni urednik:

prof. dr. Janez Duhovnik

Sodelavec pri MSG IZS:

Jan Kristjan Juteršek

Lektorica:

Alenka Raič Blažič

Lektorica angleških povzetkov:

Darja Okorn

Tajnica:

Anka Holobar

Oblikovalska zasnova:

Mateja Goršič

Tehnično urejanje, prelom in tisk:

Kočevski tisk

Naklada:

3150 izvodov

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

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

Letno izide 12 števil. Letna naročnina za individualne naročnike znaša 5500 SIT; za študente in upokojene 2200 SIT; za družbe, ustanove in samostojne podjetnike 40.687,50 SIT za en izvod revije; za naročnike iz tujine 80 EUR. V ceni je všteta DDV.

Poslovni račun ZDGITS pri NLB Ljubljana:

02017-0015398955

Gradbeni vestnik • GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN

TEHNIKOV SLOVENIJE in MATIČNE SEKCIJE GRADBENIH

INŽENIRJEV INŽENIRSKO ZBORNICE SLOVENIJE

UDK-UDC 05 : 625; ISSN 0017-2774

Ljubljana, marec 2006, letnik 55, str. 53-80

Navodila avtorjem za pripravo člankov in drugih prispevkov

- Uredništvo sprejema v objavo znanstvene in strokovne članke s področja gradbeništva in druge prispevke, pomembne in zanimive za gradbeno stroko.
- Znanstvene in strokovne članke pred objavo pregleda najmanj en anonimen recenzent, ki ga določi glavni in odgovorni urednik.
- Besedilo prispevkov mora biti napisano v slovenščini.
- Besedilo mora biti izpisano z znaki velikosti 12 pik z dvojnimi preslečkoma med vrsticami.
- Prispevki morajo imeti naslov, imena in priimke avtorjev ter besedilo prispevka.
- Besedilo člankov mora obvezno imeti: naslov članka v slovenščini (velike črke); naslov članka v angleščini (velike črke); oznako ali je članek strokoven ali znanstven; nazive, imena in priimke avtorjev ter njihove naslove; naslov POVZETEK in povzetek v slovenščini; naslov SUMMARY, 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.
- Poglavja in razdelki so lahko oštevilčeni.
- Slike, preglednice in fotografije morajo biti omenjene v besedilu prispevka, oštevilčene in opremljene s podnapisi, ki pojasnjujejo njihovo vsebino. Vse slike in fotografije v elektronski obliki (slike v običajnih vektorskih grafičnih formatih, fotografije v formatih .tif ali .jpg visoke ločljivosti) morajo biti v posebnih datotekah, običajne fotografije pa priložene.
- Enačbe morajo biti na desnem robu označene z zaporedno številko v okroglem oklepaju.
- Kot decimalno ločilo je treba uporabiti vejico.
- 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.
- V poglavju LITERATURA so uporabljena in citirana dela opisana z naslednjimi podatki: priimek, ime prvega avtorja (lahko okrajšano), priimki in imena drugih avtorjev, naslov dela, način objave, leto objave.
- 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.
- 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 in v 8. točki določenih grafičnih formatih.

Uredništvo

Vsebina • Contents

Članki • Papers

stran **54**

dr. Luka Pavlovčič, univ. dipl. inž. grad.,
prof. dr. Darko Beg, univ. dipl. inž. grad.,
Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann

STRIŽNA NOSILNOST PANELOV S TRAPEZIDALNIH VZDOLŽNIMI OJAČITVAMI – 1. DEL

SHEAR RESISTANCE OF PANELS WITH TRAPEZOIDAL LONGITUDINAL
STIFFENERS – PART 1

stran **63**

mag. Mojca Radakovič, univ. dipl. inž. grad.,
prof. dr. Janez Marušič, univ. dipl. inž. agr.,
doc. dr. Alojzij Juvanc, univ. dipl. inž. grad.

NAČRTOVANJE CESTNE POVEZAVE UPOŠTEVAJE RANLJIVOST OKOLJA PLANNING ROADS ON THE BASE OF VULNERABILITY OF THE ENVIRONMENT

stran **73**

Franc Maleiner, univ. dipl. inž. kom.

NEMŠKI PREDPIS O HONORARJIH ZA STORITVE ARHITEKTOV TER INŽENIRJEV (HOAI)

GERMAN OFFICIAL SCALE OF FEES FOR SERVICES BY ARCHITECTS
AND ENGINEERS (HOAI)

Odmev

stran **79**

F. Maleiner, univ. dipl. inž. kom.

Pripombe na članka prof. dr. M. Rismala: Sekvenčne (SBR) ali kontinuirne
čistilne naprave za čiščenje komunalnih odpadnih vod, julij 2004 ter
Primerjava »CAST«, »SBR« in kontinuirne čistilne naprave, december 2005

stran **80**

Odgovor avtorja

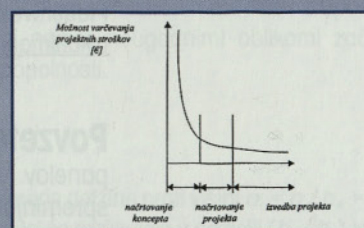
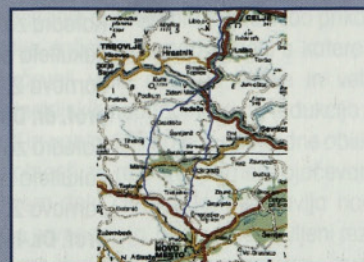
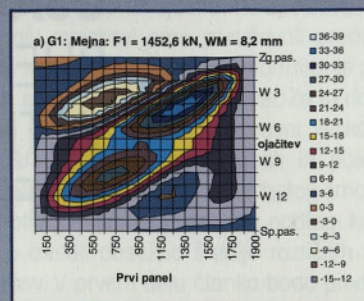
Novi diplomanti gradbeništva

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

Koledar prireditev

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

Slika na naslovnici: Deformirani strižni panel po razbremenitvi, foto L. Pavlovčič



STRIŽNA NOSILNOST PANELOV S TRAPEZNIMI VZDOLŽNIMI OJAČITVAMI – 1. DEL

SHEAR RESISTANCE OF PANELS WITH TRAPEZOIDAL LONGITUDINAL STIFFENERS – PART 1

dr. Luka Pavlovčič, univ. dipl. inž. grad.

Katedra za metalne konstrukcije,
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo,
Jamova 2, 1000 Ljubljana, lpavlovc@fgg.uni-lj.si

prof. dr. Darko Beg, univ. dipl. inž. grad.

Katedra za metalne konstrukcije,
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo,
Jamova 2, 1000 Ljubljana, dbeg@fgg.uni-lj.si

Prof. Dr.-Ing. Ulrike Kuhlmann

Institut für Konstruktion und Entwurf, Universität Stuttgart,
Pfaffenwaldring 7, 70569 Stuttgart, Germany,
u.kuhlmann@ke.uni-stuttgart.de

Znanstveni članek

UDK 624.07: 620.176

Povzetek | Prispevek obravnava vpliv vzdolžnih ojačitev na strižno nosilnost panelov. V prvem delu so predstavljeni štirje testi v naravni velikosti, pri katerih smo spreminjali položaj in upogibno togost vzdolžne ojačitve trapezne oblike. Dobljene porušne oblike so odvisne predvsem od togosti ojačitve. Vse štiri teste smo nato simulirali po metodi končnih elementov. Rezultati se dobro ujemajo s testi. Na verificiranih numeričnih modelih smo izvedli študijo začetnih geometrijskih nepopolnosti, v kateri je analiziran vpliv različnih oblik in velikosti nepopolnosti na redukcijo strižne nosilnosti panelov. Predstavljene bodo tudi najbolj neugodne oblike nepopolnosti za vse štiri primere ojačevanja. V drugem delu bodo predstavljeni rezultati numerične študije različnih parametrov, izvedene na osnovi verificiranih modelov z vključenimi najbolj neugodnimi začetnimi geometrijskimi nepopolnostmi.

Summary | The paper deals with the influence of longitudinal stiffeners on shear resistance of panel. In the first part, four full-scale tests are presented, where the position and bending stiffness of trapezoidal stiffener are the varying parameters. The obtained failure modes depend especially on stiffener bending stiffness. The tests were simulated by the finite element analysis. The results show a good agreement with tests. The study of initial geometric imperfections was carried out on the verified numerical models. The influence of different imperfection shapes and amplitudes on panel shear resistance is analysed and the most unfavourable imperfection shapes for different stiffening cases are presented as well. In the second part, the results of the parametric study will be presented, based on verified numerical models with implementation of analysed initial geometric imperfections.

1 • UVOD

Pri projektiranju jeklenih in sovprežnih mostov ali za premeščanje večjih razpetin se pogosto uporabljajo polnostenski jekleni nosilci, katerih vitke stojine se običajno ojači z več prečnimi ojačitvami, ki nosilec razdelijo na panele, in nekaj vzdolžnimi ojačitvami. Vzdolžne ojačitve povečajo strižno odpornost panela posebno v primeru, ko imajo dovolj veliko upogibno togost, da porušitev nastopi z lokalnim izbočenjem v podpanelih. V primeru šibkejših ojačitev se celotni panel deformira pretežno globalno. Vzdolžne ojačitve zaprtega prečnega prereza so bolj ekonomične od odprtih ojačitev, saj imajo pri enakih stroških varjenja večjo torzijsko togost in hkrati ojačijo večji odsek stojine.

V šestdesetih letih prejšnjega stoletja se je veliko raziskav posvečalo strižni nosilnosti prečnih ojačenih oziroma neojačenih panelov. Testi so pokazali, da imajo paneli veliko postkritično strižno nosilnost. Mnogi raziskovalci (npr. Basler, 1961), (Chern in Ostapenko, 1969), (Fujii, 1971)) so predlagali svoj mehanski model določitve strižne nosilnosti s

formulacijo ustreznega diagonalnega nateznega pasu in dodatnega prispevka plastičnega mehanizma v okvirju panela (sodelovanje pasnic in prečnih ojačitev). V naslednjih dveh desetletjih so strižne teste izvedli tudi na vzdolžno ojačenih panelih (npr. Porter idr., 1975), (Cooke idr., 1983), (Evans in Tang, 1984), (Charlier in Maquoi, 1987)), pri čemer so mehanske modele razširili v dveh smereh: predpostavili so bodisi *globalno izbočenje* z enojnim nateznim pasom preko celotnega ojačenega panela, pri čemer se ojačitve upoštevajo le pri določitvi kritične sile izbočenja, bodisi *lokalno izbočenje* z več nateznimi pasovi, z vsakim preko enega podpanela, pri čemer se predpostavlja zadostna togost ojačitev. Dejansko je tip izbočenja odvisen od upogibne togosti vzdolžne ojačitve, zato predstavljata oba tipa izbočenja skrajni situaciji. Vpliv togosti ojačitev je v svoji metodi rotirajočega napetostnega polja zajel Höglund (Höglund, 1997). Ta metoda je privzeta v prihajajočem evrokodu za pločevinaste konstrukcijske elemente (prEN 1993-1-5, 2005).

Metoda se je izkazala za uspešno v primerjavi z obstoječimi testi z odprtimi ravnimi ojačitvami (izvedeni samo štiri teste z zaprtimi trikotnimi ojačitvami (Charlier in Maquoi, 1987)), vendar pozitivne učinke velike torzijske togosti zaprtih ojačitev ne upošteva.

V naši raziskavi smo preučevali predvsem vpliv trapeznih ojačitev na deformiranje panela in njegovo strižno odpornost. Za ta namen smo izvedli štiri teste v naravni velikosti z upoštevanjem različne togosti in položaja vzdolžne ojačitve. Z rezultati testov smo verificirali numerične modele, na podlagi katerih smo izvedli obsežno študijo različnih parametrov. V prvem delu članka bodo predstavljeni testi in numerična simulacija testov. Na verificiranih numeričnih modelih bo prikazana študija začetnih nepopolnosti, s katero smo preučevali vpliv različne oblike in velikosti geometrijskih nepopolnosti na redukcijo nosilnosti in ugotavljali najbolj neugodne oblike nepopolnosti za različne primere ojačevanja. V drugem delu članka, ki predstavlja nadaljevanje prvega dela, bodo predstavljeni rezultati obširne študije različnih parametrov, izvedene na podlagi verificiranih modelov z upoštevanimi najbolj neugodnimi oblikami začetnih nepopolnosti.

2 • TESTI

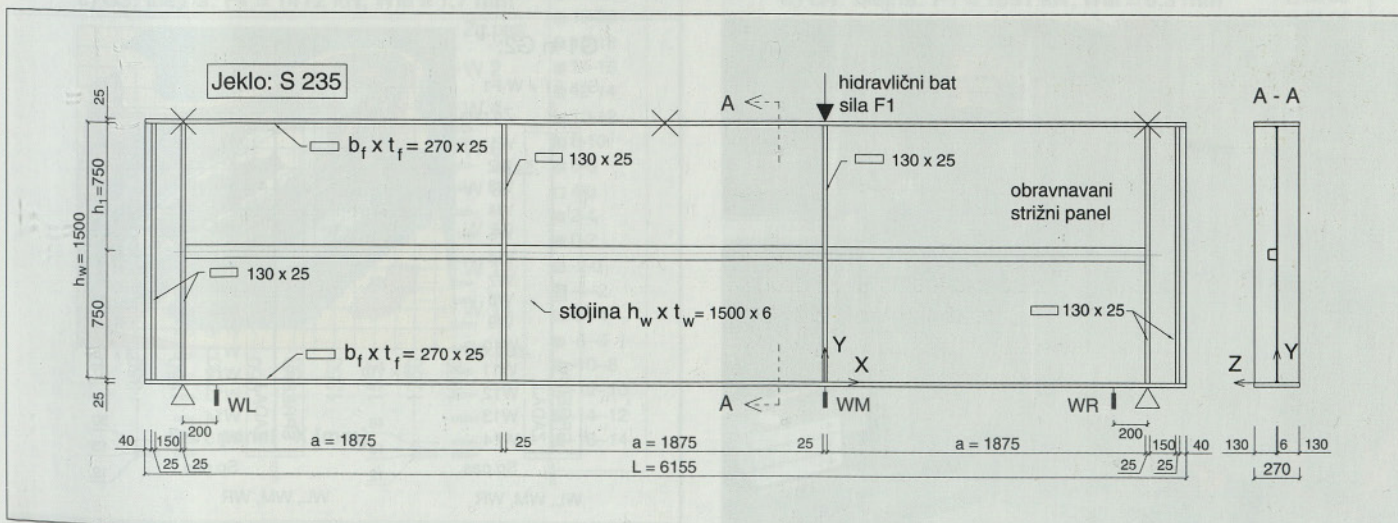
Izvedli smo štiri teste z namenom, da preučimo obnašanje in strižno nosilnost panelov s trapezno ojačitvijo, hkrati pa rezultati služijo za verifikacijo numeričnih modelov.

2.1 Testni nosilci

Vsi štiri testni nosilci imajo enako geometrijo realnih dimenzij – slika 1. Stojina je vitka z razmerjem $h_w/t_w = 250$. Vsi trije paneli imajo

razmerje dolžine proti višini $\alpha = a/h_w = 1,25$. Nosilci se razlikujejo v poziciji (h_1/h_w) in upogibni togosti (γ) vzdolžne ojačitve trapezne oblike:

- **Nosilec 1 (G1):** $h_1/h_w = 1/2$, šibkejša ojačitev $\gamma = 0,5 \cdot \gamma^*$
- **Nosilec 2 (G2):** $h_1/h_w = 1/2$, močnejša ojačitev $\gamma = 1 \cdot \gamma^*$



Slika 1 • Geometrija testnega nosilca 1

- **Nosilec 3 (G3):** $h_1/h_w = 1/3$, šibkejša ojačitev $\gamma = 1 \cdot \gamma^*$
- **Nosilec 4 (G4):** $h_1/h_w = 1/3$, močnejša ojačitev $\gamma = 3 \cdot \gamma^*$

Z γ^* označimo teoretično minimalno togost ekvivalentne ravne ojačitve, ki pri kritični strižni sili omeji deformiranje panel v lokalno izbočitevno obliko.

2.2 Namestitev in izvedba testov

Nosilci so bili na koncih v vertikalni smeri podprti z vrtljivimi podporami – slika 2, zgornja pasnica pa je bila na mestu križcev na sliki 1 podprta bočno z dodatno nameščenimi opornimi okvirji – slika 3. Pomike smo merili tako v vertikalni smeri z induktivnimi merilci pomikov WL, WM in WD, označenimi na sliki 1, kakor tudi v prečni smeri s posebej za-

snovano »merilno vilico« (slika 4) – niz induktivnih merilcev pomikov nameščen na posebni napravi, pomični v vseh treh smereh. Pred izvedbo vsakega testa smo z vzdolžnim pomikanjem »merilnih vilic« po posebnih vodilih izmerili začetno geometrijo celotne stojine, med posameznimi obremenitvenimi intervali pa deformirano obliko obravnavanega panela. Namestitve merilnih lističev deformacij in rezultati vseh meritev so prikazani v laboratorijskem poročilu (Pavlovčič idr., 2003).

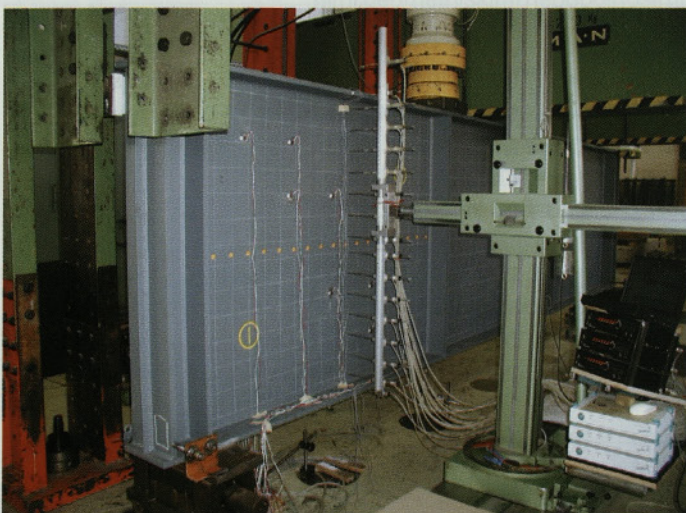
Pločvine testnih nosilcev so iz jekla kvalitete S 235 po oznaki evrokoda, z napetostjo tečenja $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$. Za potrebe natančnega modeliranja materiala smo ločeno izvedli natezne preizkuse za določitev elasto-plastičnih lastnosti jekla vseh v nosilce vgrajenih pločevin.



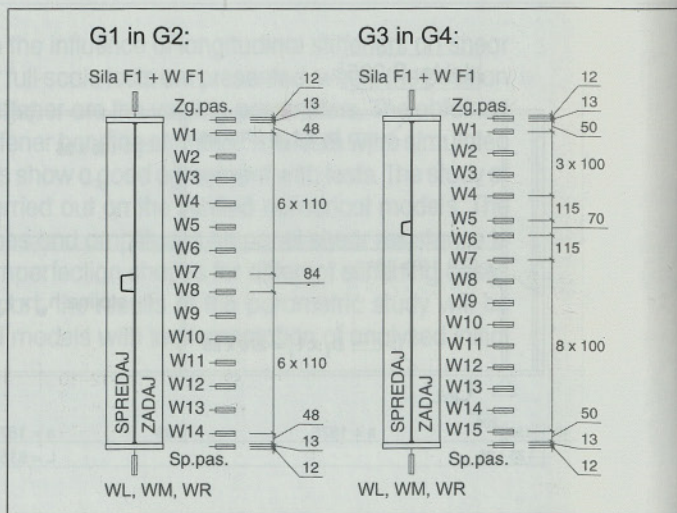
Slika 2 • Vertikalna vrtljiva podpora



Slika 3 • Bočno podpiranje zgornje pasnice z opornimi okvirji



Slika 4 • »Merilna vilica« z označenim položajem induktivnih merilcev pomikov (W1)



2.3 Rezultati testov

V nadaljevanju so predstavljeni izbrani rezultati. Vsi rezultati so obdelani v testnem poročilu (Pavlovčič idr., 2003) ali v doktorski disertaciji (Pavlovčič, 2005). Slika 6 prikazuje izmerjene krivulje sila-pomik za vse štiri nosilce. Vertikalni pomiki so merjeni na mestu merilca WM – slika 1. Vrzeli v diagramih so posledica postankov zaradi meritev deformacij panela. Najvišjo nosilnost doseže nosilec G4, sledi mu nosilec G2, najnižje nosilnosti pa dosežeta nosilca G1 in G3 s šibkejšima ojačitvama.

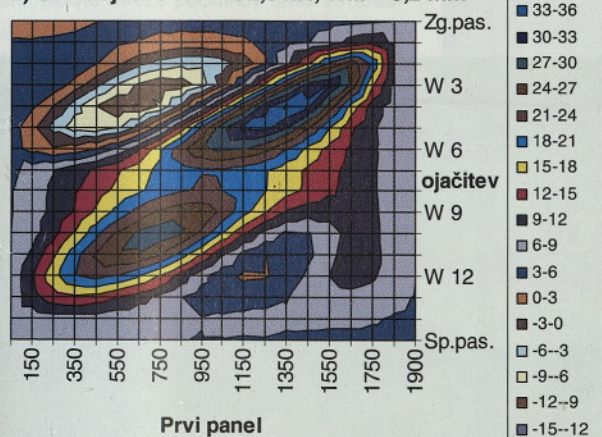
G4 v primerjav z G2, saj ima G4 večji podpanel, katerega lokalno izbočenje bi morale biti za porušitev odločilne. Začetna togost nosilcev (začetni naklon krivulj) je v vseh štirih primerih primerljiva.

Slika 5 prikazuje prečne pomike strižno obremenjenih panelov vseh štirih testnih nosilcev, izmerjene v mejnem stanju. Začetne nepopolnosti panelov v prikazu niso vštete. Panela z močnejšo ojačitvijo (G2 in G4) se porušita z lokalnim izbočenjem v podpanelih. Smer izbočitvenih valov v primeru G2 kaže na ločena diagonalna natezna pasova v obeh

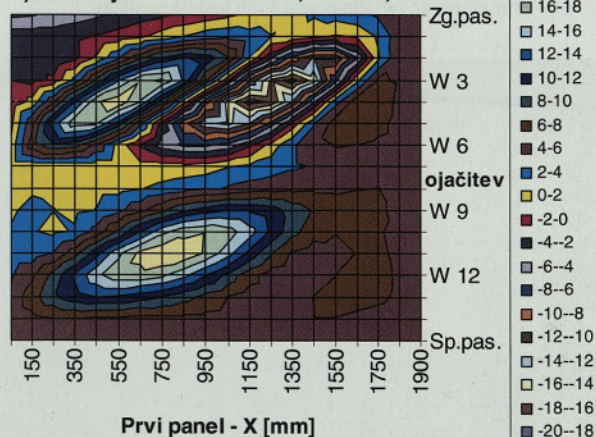
podpanelih, pri panelu G4 pa pride do izbočenja samo v spodnjem podpanelu. Panela s šibkejšima ojačitvama (G1 in G3) se že začeta deformirati globalno z enojnim nateznim pasom in zaznavnimi pomiki vzdolžne ojačitve.

Še očitnejše so razlike med obema deformacijskima oblikama v kasnejših fazah obremenjevanja – slika 7. Lepo je viden izklon šibkejših ojačitev (G1, G3), medtem ko močnejše ojačitve (G2, G4) ostanejo praktično ravne, s čimer deformiranje omejujejo v lokalno izbočitveno obliko.

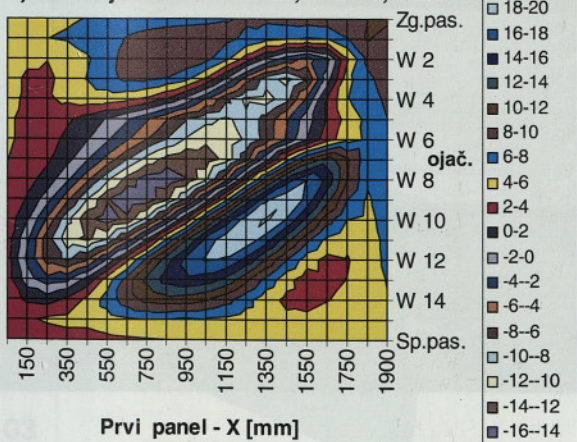
a) G1: Mejna: $F_1 = 1452,6 \text{ kN}$, $WM = 8,2 \text{ mm}$



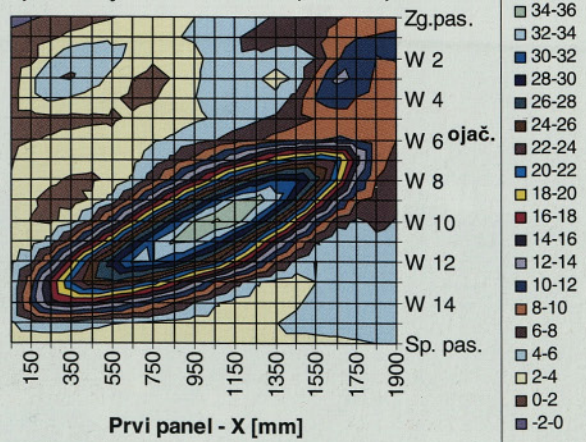
b) G2: Mejna: $F_1 = 1569 \text{ kN}$, $WM = 9,0 \text{ mm}$



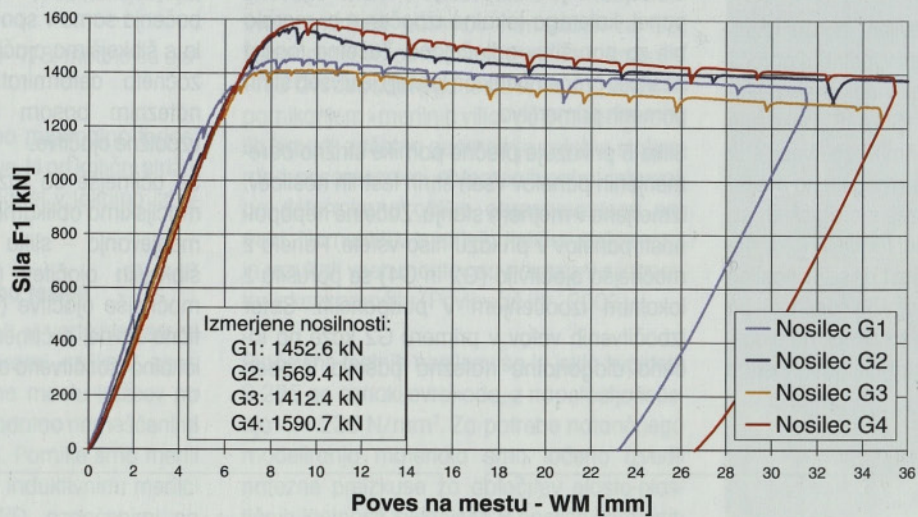
c) G3: Mejna: $F_1 = 1412 \text{ kN}$, $WM = 7,7 \text{ mm}$



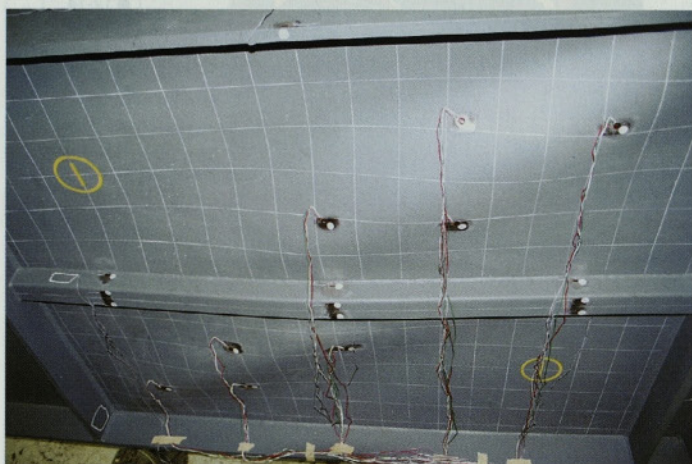
d) G4: Mejna: $F_1 = 1591 \text{ kN}$, $WM = 9,3 \text{ mm}$



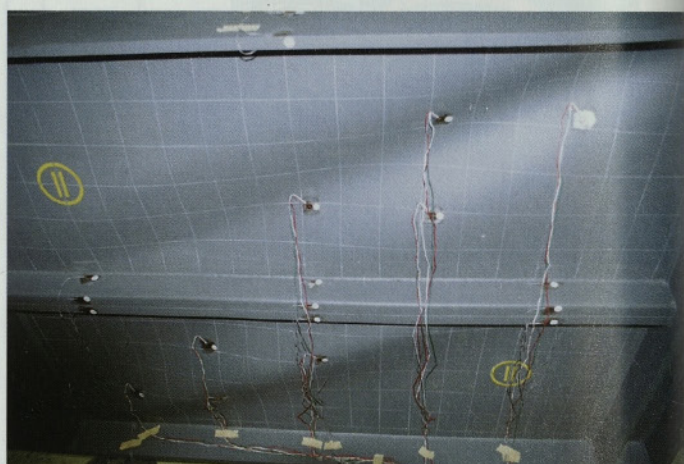
Slika 5 • Izmerjeni prečni pomiki prvega panela vseh testnih nosilcev pri mejni obtežbi



Slika 6 • Primerjava krivulj sila-pomik štirih testnih nosilcev



a) G1: $D_{WM} = 20.8$ mm



b) G2: $D_{WM} = 32.6$ mm



a) G3: razbremenjeno stanje



b) G4: razbremenjeno stanje

Slika 7 • Deformacije panelov vseh štirih nosilcev v fazah po mejnem stanju

3 • NUMERIČNA SIMULACIJA

Simulacijo testov smo izvedli z nelinearno analizo po metodi končnih elementov s programskim orodjem ABAQUS (ABAQUS, 2003). Upoštevana je bila teorija velikih pomikov. Nosilce smo modelirali s štirivozliščnimi lupinastimi elementi z reducirano integracijo – S4R. Mreža končnih elementov je bila izbrana s povprečno 25 mm dolžino stranice elementov, kar se je v predhodni študiji izkazalo za dovolj gosto – (Pavlovčič, 2005). Robni pogoji so bili določeni z ustreznim podpiranjem modelov na mestu in smeri dejanskih podpor – slika 1. Obremenjevanje smo simulirali s pomikom prečne linije vozlišč zgornje pasnice na mestu hidravličnega bata. S posebnim postopkom transformacije mreže podatkov smo v model vnesli izmerjene začetne nepopolnosti stojine. Elasto-plastični materialni model smo določili s čim natančnejšo aproksimacijo izmerjenih σ - ϵ krivulj, dobljenih iz nateznih preizkusov.

3.1 Primerjava rezultatov

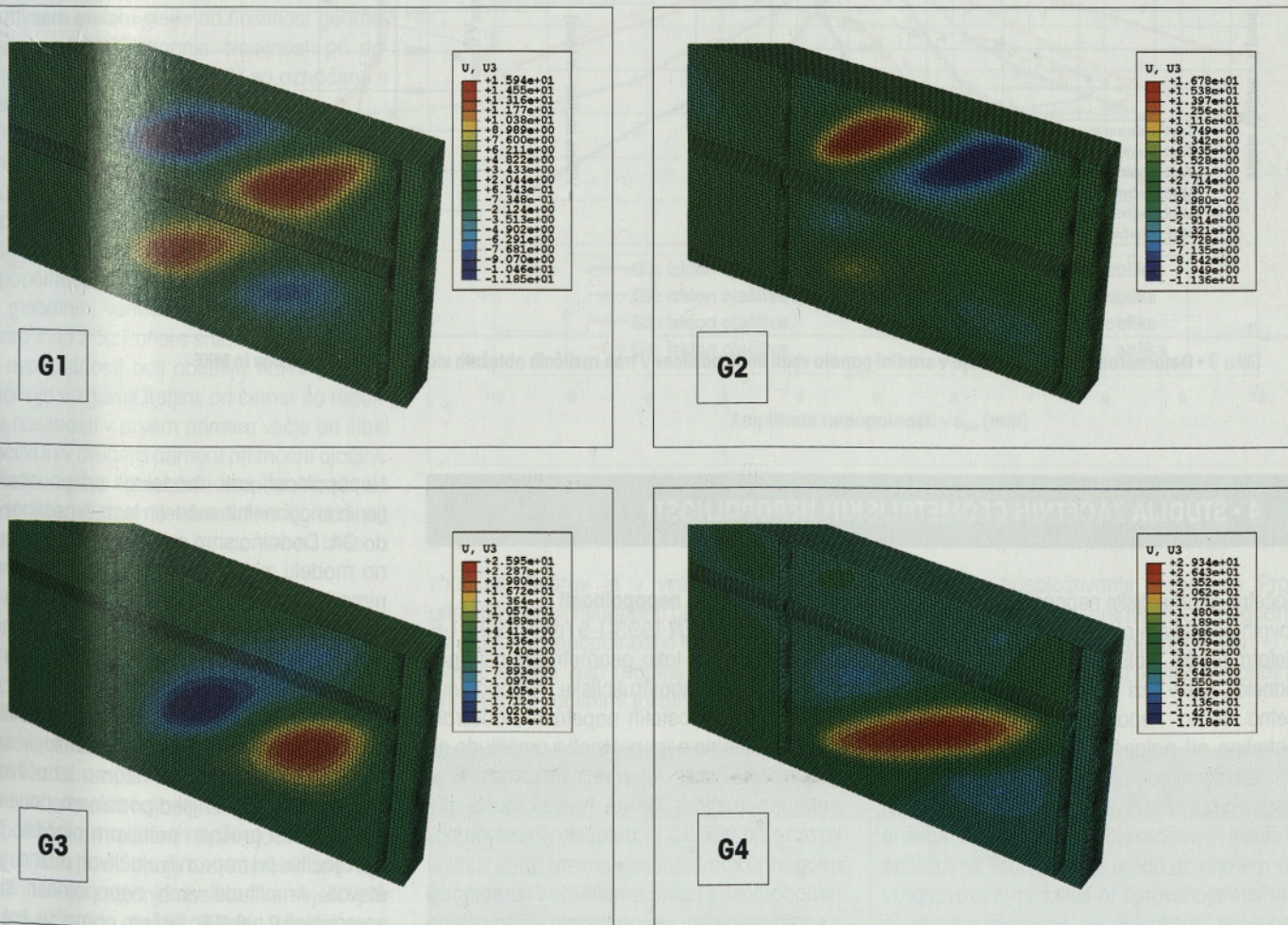
Preglednica 1 prikazuje primerjavo nosilnosti vseh štirih nosilcev po MKE in iz testov. Razlike med izmerjenimi in izračunanimi nosilnostmi so v okviru 1 %, razen v primeru nosilca G4, ko je razlika nekoliko večja – 5,7 %. Presenetljivi so pravzaprav rezultati testov, saj nosilec G4, kljub večjemu podpanelu, dosega višjo nosilnost od nosilca G2, kar kaže na težko razločljivo rezervo dejanske nosilnosti G4.

Slika 8 prikazuje po MKE izračunane deformirane oblike panela vseh štirih nosilcev v mejnem stanju, pri čemer začetne nepopolnosti v prečne pomike U3 niso vključene. Tudi v tem primeru se lepo vidi razlika med pretežno globalnim izbočenjem v primeru šibke ojačitve (G1, G3) in lokalnim izbočenjem podpanelov v primeru močne ojačitve (G2, G4). Deformacijske oblike po MKE se lepo ujemajo z izmerjenimi, prikazanimi na sliki 5.

Slika 9 prikazuje primerjavo deformiranja vertikalne linije v sredini panela ($X = 950$ mm) vseh štirih nosilcev, kot smo jih izmerili in izračunali v treh obtežnih fazah: v začetnem ne-

Nosilci	G1	G2	G3	G4
Testi – mejna nosilnost (kN)	1453	1569	1412	1591
MKE - mejna nosilnost (kN)	1466	1552	1412	1500
Razlika v (%)	+0,9 %	-1,1 %	0 %	-5,7 %

Preglednica 1 • Primerjava nosilnosti med rezultati testov in numerične simulacije

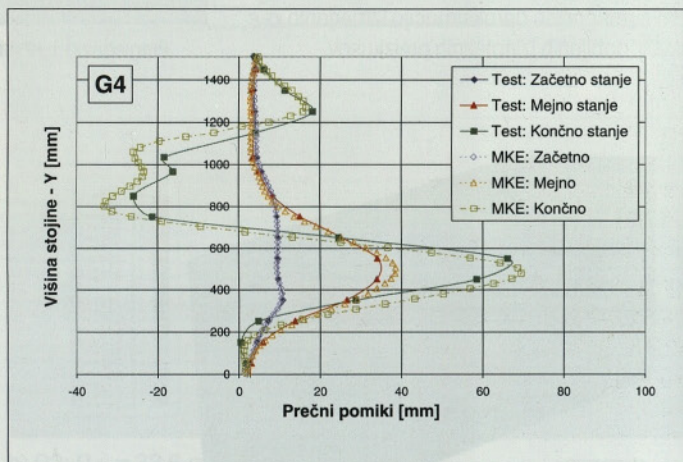
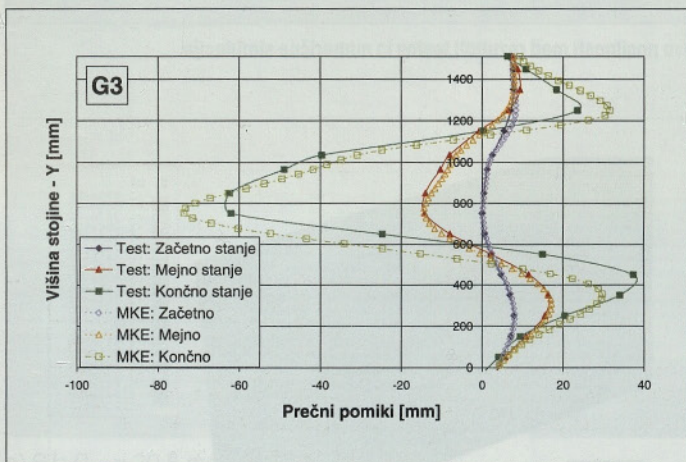
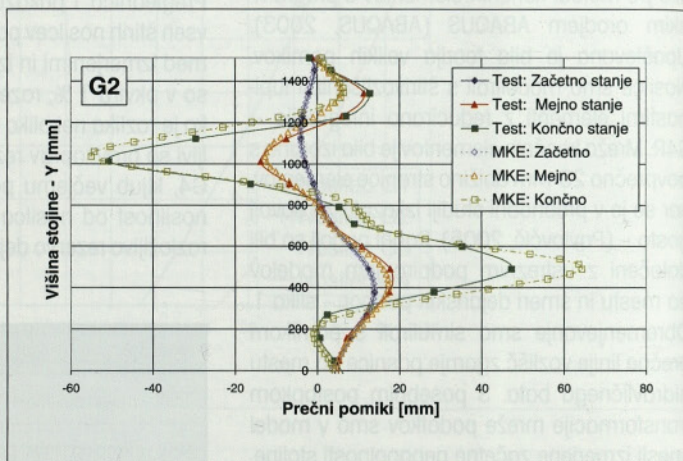
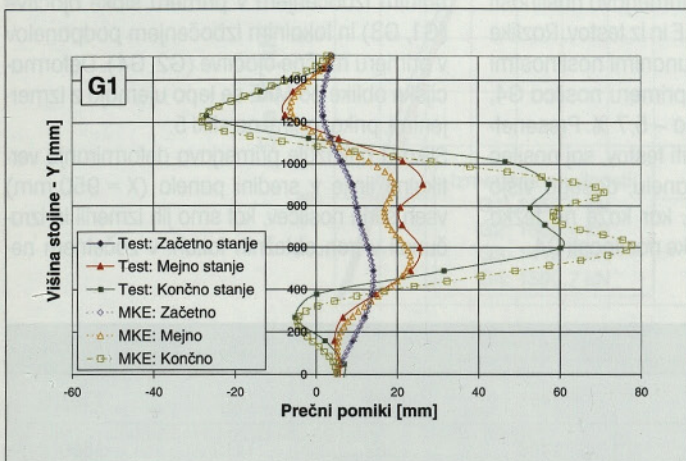


Slika 8 • Po MKE izračunane deformacijske oblike panela vseh štirih nosilcev v mejnem stanju (prečni pomiki U3 v (mm))

obremenjenem stanju, v mejnem stanju ob porušitvi ter v končnem stanju pri povasih okoli $D_{WM} = 35$ mm. V vseh primerih se MKE rezultati dobro ujemajo z izmerjenimi. V končnem stanju

so izračunani pomiki za spoznanje večji, deformacijska oblika pa je popolnoma primerljiva. V (Pavlovčič idr., 2003) in (Pavlovčič, 2005) je tudi prikazana uspešnost poenostavitve

numeričnih modelov na modele z enim panelom, pri čemer se ustrezno modelirajo robni pogoji.



Slika 9 • Deformiranje vertikalne linije v sredini panela vseh štirih nosilcev v treh različnih obtežnih stanjih – rezultati testov in MKE

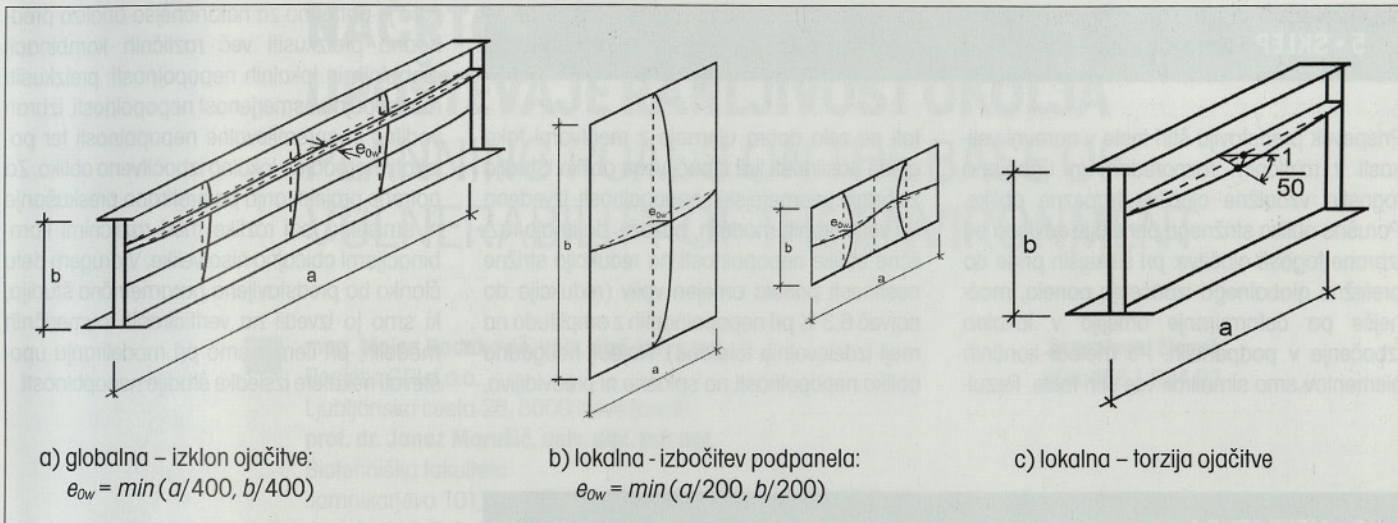
4 • ŠTUDIJA ZAČETNIH GEOMETRIJSKIH NEPOPOLNOSTI

Začetne geometrijske nepopolnosti v obliki neravnih panelov in ojačitev imajo vpliv tako na deformacijsko obliko kot tudi na nosilnost panelov. Ker v fazi projektiranja dejanska začetna oblika nepopolnosti ni poznana, je potrebno pri natančnejših izračunih po MKE modelirati najbolj neugodno obliko nepopolnosti z amplitudo na meji izdelovalnih toleranc. V študiji nepopolnosti nas je zanimalo, kakšne so merodajne oblike nepopolnosti za različne primere ojačevanja in kolikšna je pravzaprav redukcija nosilnosti pri različnih oblikah in amplitudah nepopolnosti.

4.1. Modeliranje nepopolnosti

Po standardu prEN 1993-1-5 (prEN 1993-1-5, 2005) naj bi se tako geometrijske nepopolnosti kot tudi konstrukcijske nepopolnosti zaradi vpliva zaostalih napetosti modeliralo kot ekvivalentne nepopolnosti z amplitudo na meji izdelovalnih toleranc. Obravnavati je potrebno različne oblike nepopolnosti, prikazane na sliki 10 in določiti njihovo najbolj neugodno kombinacijo v smislu izbire vodilne nepopolnosti s polno amplitudo v kombinaciji s spremljevalnimi nepopolnostmi z amplitudo 70 % od navedenih vrednosti na sliki 10.

Nepopolnosti smo modelirali na poenostavljenih enopanelnih modelih testnih nosilcev G1 do G4. Dodatno smo nepopolnosti preučevali na modelu z dvema enakomerno razporejenima trapeznima ojačitvama in na panelu s sredinsko T ojačitvijo. Globalno nepopolnost smo določili z izklonom ojačitve s plosinusnim valom in »ravnimi« podpaneli. Lokalne nepopolnosti v podpanelih smo definirali z merodajno lokalno izbočitveno obliko, ki smo jo določili s predhodno linearno izbočitveno analizo na geometrijsko popolnem panelu s preprečenim prečnim pomikom ojačitev. Torzije ojačitve pri trapeznih ojačitvah nismo upoštevali. Amplitude vseh nepopolnosti smo spreminjali v nekoliko širšem območju, kot ga zajemajo meje izdelovalnih toleranc.



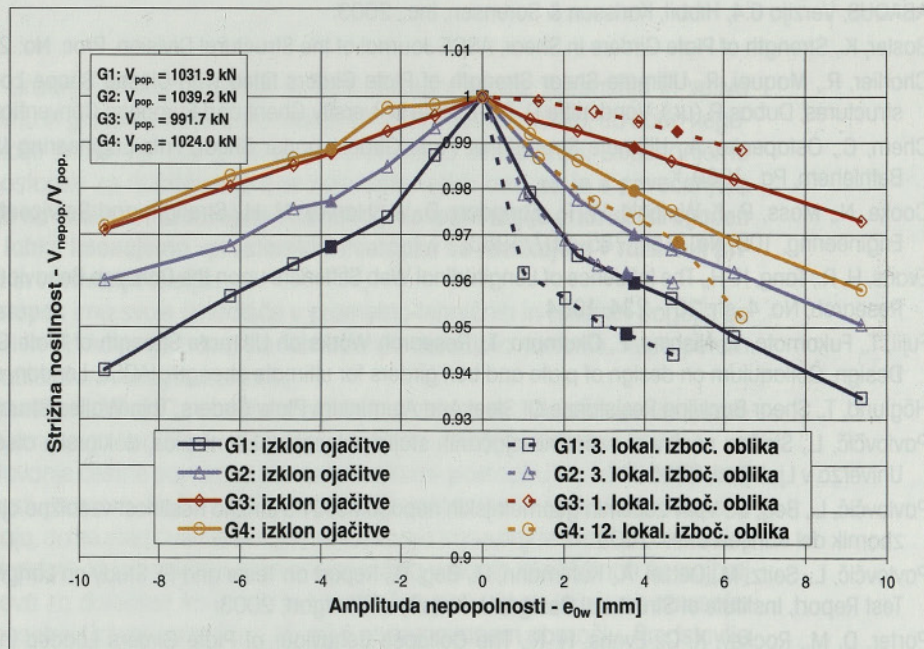
Slika 10 • Oblika različnih tipov ekvivalentnih geometrijskih nepopolnosti z amplitudami po prEN 1993-1-5

4.2 Rezultati študije nepopolnosti

Rezultati analize na modelih G1–G4 so prikazani na sliki 11, ostali rezultati pa so predstavljeni v (Pavlovčič, 2005) in (Pavlovčič in Beg, 2005). Strižna nosilnost panelov je izrisana v relativnem smislu glede na nosilnost geometrijsko popolnega panela. Nosilnosti pri dovoljenih tolerancah (slika 10) so označene s polnimi simboli.

Iz rezultatov na sliki 11 vidimo, da je vpliv različnih oblik nepopolnosti na redukcijo strižne odpornosti panelov sorazmerno majhen – pri dopustnih nepopolnostih do največ okoli 5 % redukcije. Razen v primeru G3 imajo lokalne nepopolnosti v podpanelih nekoliko večji vpliv od globalnih, vendar so razlike majhne – v okviru 1 do 2 %. Panel s sredinsko ojačitvijo je za nepopolnosti bolj občutljiv kakor panel z ojačitvijo v zgornji tretjini, pri čemer so redukcije nosilnosti v prvem primeru večje pri šibki ojačitvi in v drugem primeru pri močni ojačitvi. Krivulje vpliva globalnih nepopolnosti so nadalje sorazmerno simetrične (glede na $e_{ow} = 0$), kar kaže na to, da smer izklona ojačitve ne igra posebne vloge.

Preglednica 2 prikazuje redukcijo nosilnosti pri najbolj neugodni kombinaciji začetnih nepopolnosti v skladu s prEN 1993-1-5. Različne oblike nepopolnosti smo kombinirali v smislu različnih smeri in izbire vodilne nepopolnosti – po 8 kombinacij za vsak model. V preglednici je navedena tudi najbolj neugodna oblika nepopolnosti pri različnih tipih ojačevanja. Rezultati kažejo, da imajo tudi kombinirane nepopolnosti na znižanje nosilnosti omejen vpliv – redukcija do največ 6,3 %. Razlike med primeri s šibkimi in močnimi ojačitvami niso



Slika 11 • Študija nepopolnosti na modelih s šibko (G1) ali močno (G2) trapezno ojačitvijo v sredini stojine ter šibko (G3) ali močno (G4) trapezno ojačitvijo v zgornji tretjini

značilne. Čeprav je v vseh predstavljenih primerih najbolj neugodna oblika nepopolnosti z globalno nepopolnostjo kot vodilno, so dejanske razlike zelo majhne – znotraj 1 % v primerjavi z vodilnimi lokalnimi nepopolnost-

mi, zato je posploševanje nemogoče. Prav tako na splošno ni predvidljiva neugodna medsebojna usmerjenost nepopolnosti (+/-), saj je ta predvsem odvisna od tipa merodajne lokalne izbočitvene oblike.

Togost in razpored ojačitev	Šibke ojačitve	Močne ojačitve	Oblika najbolj neugodnih nepopolnosti	
			Šibke ojačitve	Močne ojačitve
Trap. oj. v sredini (G1, G2)	-6,3 %	-5,1 %	100 % globalna (+), 70 % lokalna (+)	100 % globalna (+), 70 % lokalna (+)
Trap. oj. v zg. tretjini (G3, G4)	-3,5 %	-3,9 %	100 % globalna (+), 70 % lokalna (-)	100 % globalna (+), 70 % lokalna (+)

Preglednica 2 • Redukcija nosilnosti pri najbolj neugodni kombinaciji začetnih nepopolnosti

5 • SKLEP

Prispevek predstavlja štiri teste v naravni velikosti z različnim razporedom in upogibno togostjo vzdolžne ojačitve trapezne oblike. Porušna oblika strižnega panela je odvisna od izbrane togosti ojačitve: pri šibkejših pride do pretežno globalnega izbočenja panela, močnejše pa deformiranje omejuje v lokalno izbočenje v podpanelih. Po metodi končnih elementov smo simulirali vse štiri teste. Rezul-

tati se zelo dobro ujemajo z meritvami tako glede nosilnosti kot izbočitvene oblike. Študija začetnih geometrijskih nepopolnosti, izvedena na verificiranih modelih, pokaže, da imajo različne oblike nepopolnosti na redukcijo strižne nosilnosti panela omejen vpliv (redukcija do največ 6,3 % pri nepopolnostih z amplitudo na meji izdelovalnih toleranc). Najbolj neugodna oblika nepopolnosti na splošno ni predvidljiva,

zato je potrebno za natančnejšo analizo predhodno preizkusiti več različnih kombinacij globalnih in lokalnih nepopolnosti: preizkusiti medsebojno usmerjenost nepopolnosti, izbrati vodilno in spremljevalne nepopolnosti ter poiskati merodajno lokalno izbočitveno obliko. Za potrebe projektiranja pa pretirano preskušanje ni smiselno, saj razlike med različnimi kombinacijami običajno niso velike. V drugem delu članka bo predstavljena parametrična študija, ki smo jo izvedli na verificiranih numeričnih modelih, pri čemer smo pri modeliranju upoštevali nekatere izsledke študije nepopolnosti.

6 • LITERATURA

- ABAQUS, Verzija 6.4, Hibbit, Karlsson & Sorensen, Inc., 2003.
- Basler, K., Strength of Plate Girders in Shear, ASCE Journal of the Structural Division, Proc. No. 2967 (ST7), part I, str. 151–180, 1961.
- Charlier, R., Maquoi, R., Ultimate Shear Strength of Plate Girders fitted with Closed Shape Longitudinal Stiffeners, Stability of plate and shell structures, Dubas P. (ur.), Vandepitte D. (ur.), State University Ghent and European Convention for Constructional Steelwork, str. 59–64, 1987.
- Chern, C., Ostapenko, A., Ultimate Strength of Plate Girders under Shear, Fritz Engineering Laboratory Report No. 328.7, Lehigh University, Bethlehem, Pa., 1969.
- Cooke, N., Moss, P. J., Walpole, W. R., Langdon, D. W., Harvey, M. H., Strength and Serviceability of Steel Girder Webs, Journal of Structural Engineering, 109, No. 3, str. 785–807, 1983.
- Evans, H. R., Tang, K. H., The Influence of Longitudinal Web Stiffeners upon the Collapse Behaviour of Plate Girders, Journal of Constructional Steel Research, No. 4, str. 201–234, 1984.
- Fujii, T., Fukumoto, Y., Nishino, F., Okumura, T., Research Works on Ultimate Strength of Plate Girders and Japanese Provisions on Plate Girder Design, Colloquium on design of plate and box girders for ultimate strength, IABSE, London, str. 21–48, 1971.
- Höglund, T., Shear Buckling Resistance Of Steel And Aluminium Plate Girders, Thin-Walled Structures, Vol. 29, str. 13–30, 1997.
- Pavlovčič, L., Strižna nosilnost vzdolžno ojačanih stojin polnostenskih nosilce, doktorska disertacija, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani, 2005.
- Pavlovčič, L., Beg, D., Vpliv začetnih geometrijskih nepopolnosti na strižno nosilnost vzdolžno ojačanih panelov, Slovensko društvo za mehaniko, zbornik del Kuhljevi dnevi 2005.
- Pavlovčič, L., Seitz, M., Detzel, A., Kuhlmann, U., Beg, D., Report on Tests and FE Study on Longitudinally Stiffened Web of Plate Girders in Shear, Test Report, Institute of Structural Design, University of Stuttgart, 2003.
- Porter, D. M., Rockey, K. C., Evans, H. R., The Collapse Behaviour of Plate Girders Loaded in Shear, The Structural Engineer, Vol. 53, No. 8, str. 313–325, 1975.
- prEN 1993-1-5, Eurocode 3: Design of steel structures, Part 1.5: Plated structural elements (final draft), CEN, European Committee for Standardization, 2005.

NAČRTOVANJE CESTNE POVEZAVE UPOŠTEVAJE RANLJIVOST OKOLJA

PLANNING ROADS ON THE BASE OF VULNERABILITY OF THE ENVIRONMENT

mag. Mojca Radakovič, univ. dipl. inž. grad.

Podjetje GPI d.o.o.

Ljubljanska cesta 26, 8000 Novo mesto

prof. dr. Janez Marušič, univ. dipl. inž. agr.

Biotehniška fakulteta

Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

doc. dr. Alojzij Juvanc, univ. dipl. inž. grad.

Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

Jamova 2, 1000 Ljubljana

Znanstveni članek

UDK 656.1:504.03

Povzetek | Gradnja cestnih povezav je velik poseg v okolje. Spreminja in vpliva namreč na naravno in grajeno okolje. Zato moramo ceste načrtovati tako, da bodo negativni vplivi na okolje zaradi njihove gradnje in obratovanja čim manjši. Dosedanjemu »tehniškemu« postopku za načrtovanje tras najzahtevnejših cest **se je s povečanjem vednosti o vplivih na okolje ter z razvojem informacijske tehnologije pridružil drugačen postopek, ki ga lahko imenujemo »prostorski«.** Postopka se razlikujeta v različnih pristopih pri zaščiti in varovanju okolja:

- »tehniški« postopek ima svoje izhodišče v prometno-tehničnih in reliefnih pogojih za določitev smeri in oblikovanja trase; po teh kriterijih določimo variante, te pa potem vrednotimo prostorsko in okoljevarstveno;
- »prostorski« postopek izhaja iz analize ranljivosti prostora in z določitvijo okoljevarstveno še sprejemljivega koridorja, v katerega se potem vriše(jo) trasa(o) ceste.

Osnova za načrtovanje cestne povezave po »prostorskem« postopku sta karta ranljivosti in model ranljivosti prostora. Računalniške aplikacije vektorske in rastrske prostorske analize omogočajo, da se med dvema skrajnima točkama trase najde skozi prostor neko ožje območje (koridor), ki je iz okoljevarstvenega vidika v danih okoliščinah še najbolj sprejemljiv. Osnova za določitev koridorja je t.i. »strošek poti«, ki se izračuna za vsako rastrsko celico posebej (izbrali smo 25 x 25 m) v obravnavanem območju. Predstavlja (relativni) strošek ukrepov, potrebnih za izključitev ali zadostno omilititev vplivov na okolje. Raziskava je pokazala, da bi bil lahko »prostorski« postopek primernejši od »tehniškega«, če želimo v prostoru poiskati okolju prijaznejšo rešitev. Pokazala pa je tudi, da je smotrno prometno-tehnične zahteve ceste (hitrost) tudi znižati, če cesta poteka skozi posebej občutljiv prostor. Varovanje okolja se tako vključi v postopek že v njegovih izhodiščih, kar vodi k racionalnemu načrtovanju trase. Ker »prostorski« postopek omeji prostor za bodočo traso, bi moral postati obvezna sestavina pri prostorskem planiranju. Aplikacijo postopka smo izdelali za primer hitre ceste med Celjem in Novim mestom.

Summary | The building of roads and other traffic connections changes natural and built environment. As a consequence, it impacts them both. It is very important to design roads in such a way that the impacts on the environment are reduced to their minimum. The route selection based on the evaluation of alternative routes was the most common approach since the environmentally sound planning procedure were introduced. As the alternative, routes were mostly designed according to technical criteria and this design approach could be named 'the technical approach'. The paper deals with a new concept enabling an earlier integration of environmental considerations into the

route design. The approach could be named 'the spatial approach'. The purpose of this assignment is to place stress on the importance of spatial vulnerability for roads construction. The environmental vulnerability should be considered along with the technical criteria in order to obtain environmentally friendly as well as technically acceptable solutions. The main feature of 'the spatial approach' is the vulnerability map. The most important activity within such a process is the selection of environmental components and the evaluation of impacts of roads on them. The impacts on environment are simulated within three groups of vulnerability models, e.g. the protection of nature, the protection of human environment, and the protection of natural resources. Vector and raster spatial analyses of the area were made by computer applications. The result of these analyses is the road suitability map for the area between two cities A and B prepared from the environmental conservation point of view. The suitability map was further rasterized. This operation enables the calculation of the least 'environmental-costs' corridor between points A and B. By restricting the acceptable costs a more or less limited area can be defined or a corridor that is the most suitable for establishing traffic connections can be traced. Such a corridor can serve as an excellent basis for strategic or environmental planning as well as a base for different optimization studies. It has been proved that this environmentally oriented method should be considered as a better approach than the technical one. It directs road planner towards more efficient mining of rational solutions. The practical example was prepared for a road connection between Novo mesto and Celje.

1 • UVOD

Pri umeščanju cestnih tras v prostor se vedno srečamo s problemom škodljivih posledic gradnje ceste in prometa na njej na okolje v prostoru, skozi katerega cesta poteka. Najbolj znani, za investitorje pa tudi stroškovno pomembni, sta predvsem dve posledici:

- dolgotrajen in konfliktn poln postopek umeščanja trase v prostor in
- stroški za varstvo okolja, ki so do konca postopka težko predvidljivi.

V interesu investitorjev in v duhu prizadevanj za varstvo okolja je, da se pomanjkljivosti v postopku odpravijo.

Ob uvajanju presoj vplivov na okolje v začetku 70-tih let je bilo predpostavljeno, da se presojanje nanaša na vnaprej izdelane načrtovalske predloge, ki naj bi bili po možnosti pripravljene v alternativah (Environmental Policy Act, 1970). Ceste so sodile med tiste objekte, pri katerih se je zahtevala presojanje njihovih vplivov na okolje v polni meri uveljavila. V naravi projektiranja prometnic, in še zlasti cest, je, da se na projektantovi risalni deski skoraj vedno zarišejo variantne trase. Pogoja, da se okoljevarstvene zahteve vključujejo na način, da se izmed več možnih rešitev izbere tista, za katero je mogoče napovedati najmanjše vplive na okolje, tako ni težko izpolniti. Postopek, da so se po tehničnih merilih

ustrezne variantne trase medsebojno primerjale glede njihove okoljevarstvene ustreznosti, je bil najbolj običajen način uveljavljanja okoljevarstvenih zahtev pri gradnji novih prometnic od vsega začetka okoljevarstvenega načrtovanja (McHarg, 1969), (Steinitz, 1972). Takemu postopku lahko rečemo **»tehniški pristop«**. Zanj je značilno, da so praviloma uporabljeni bogati cestni elementi, ker ti najbolj zadovoljujejo prometnotehniške, varstvene, funkcionalne in ekonomske zahteve in trasa teži h kar najbolj racionalni prilagoditvi reliefu.

Lahko se sicer vprašamo, zakaj okoljevarstvenih kriterijev ne bi vključevali že pred zasnovno tras, podobno kot vključujemo tehniške kriterije. Projektant bi ob tehničnih kriterijih preprosto upošteval še okoljevarstvene. Vendar rešitev ni tako enostavna. Tehnični in okoljevarstveni kriteriji namreč niso iste narave. Medtem ko je pri tehničnih, prometno-funkcionalnih zahtevah mogoče dokaj jasno opredeliti, kaj je dobra rešitev, torej postaviti standard kakovosti rešitve, na primer širino vozišča, horizontalne in vertikalne radije, sklone itd., pa je po okoljevarstvenih kriterijih najboljša rešitev pravzaprav tista, ki negira samo sebe. Največje, najbolj optimalno varovanje okolja dosežemo takrat, ko okolja sploh

ne spreminjamo, ko prometnice ali ceste sploh ne zgradimo. Sklep je seveda absurden. Postavlja pa okoljevarstvene zahteve v povsem drugačen postopkovni kontekst. Tudi to je razlog, da se je kot ustrezen način upoštevanja okoljevarstvenih zahtev uveljavilo primerjanje tehnično ustreznih rešitev in iskanje okoljevarstveno najboljše med njimi. Različice omogočajo okoljevarstvene zahteve relativizirati. Absolutna okoljevarstvena zahteva, ki jo dejansko poznamo kot okoljevarstveni normativ ali standard, pa nastopa samo kot zgornji prag dopustnega/nedopustnega spreminjanja okolja. Kot zgornja mejna vrednost njeno uveljavljanje ne zagotavlja vsega možnega upoštevanja okoljevarstvenih zahtev. Večinoma je namreč možno doseči večji obseg varstva, kot ga predpisuje normativ. Zato tudi ni mogoče vnaprej določiti kake neposredno sprejemljive rešitve. Rešitev je sprejemljiva takrat, ko je izbrana kot za okolje najmanj škodljiva izmed večjega števila sicer po drugih merilih sprejemljivih ali bolj ali manj enakovrednih variant. Rešitev je torej treba iskati v drugačnem pristopu.

Največ napredka in uspeha pri reševanju problemov, ki izvirajo iz obstoječega postopkovnega modela, je mogoče doseči z miselno in stvarno spremembo pristopa k zasnovi postopka in spremembo hierarhije korakov v postopku. Vplive prostora in rabe v njem je treba postaviti v ospredje in namesto tehničnih variant ceste v prvih korakih določiti

ožja območja (koridorje), znotraj katerih se potem umesti trasa na tehnični način. Takemu postopku lahko rečemo kar »prostorski pristop«. Značilno za ta pristop je, da se z njim čimbolj omeji prostor, v katerem naj projektant ceste »najde« svojo traso. Nujna posledica omejenega prostora je večja racionalnost pri izbiri geometrijskih elementov trase; ukrepi, ki jih je potrebno uveljaviti za zaščito in varovanje okolja, pa postanejo avtomatično sestavni del zasnove projekta ceste. Drugače povedano: projektant cestne trase ukrepe za zaščito in varovanje okolja vključi kot vhodni podatek pri trasiranju.

Podoben pristop so uveljavili tudi v Nemčiji (Pisno navodilo..., 1990). Nemški pristop ven-

darle gradi na pretežno normiranih okoljevarstvenih zahtevah, na prostorskih rezervatih, na primer na naravovarstvenih območjih, območjih varstva vodnih virov in podobnem, kar je navsezadnje mogoče obravnavati na enak način kot tehnična in prometnofunkcionalna merila. Zato tudi imenujejo tak pristop 'iskanje nekonfliktnih koridorjev'. »Prostorski pristop« pomeni še korak naprej in dejansko dopolnitev ali izboljšavo nemškega postopka. Sodobna tehnologija računalniške obdelave in dosegljivi viri v podatkovnih zbirkah tak spremenjen pristop k zasnovi tras ceste omogočajo. Podatkovne zbirke in programska oprema so sicer zelo obsežni in kompleksni, vendar omogočajo doseganje zastavljenega cilja.

Najpomembnejša razlika med »tehničkim« in »prostorskim« pristopom je v postopkovnem koraku obravnave vplivov na okolje:

- pri »tehničkem« pristopu se najprej določijo (variate) trase, ki se naknadno presojujejo glede vplivov na okolje; na podlagi te ocene se sprejmejo ukrepi za varovanje in zaščito,
- pri »prostorskem« pa se najprej izbere ožji, prostorsko še sprejemljiv koridor, v katerega se naknadno vriše trasa ceste glede na prometno-tehnične pogoje.

Prostorski pristop je zlasti priporočljiv pri izdelavi prostorskih načrtov (planerska faza), ko želimo za posamezno prometno smer določiti koridorje, v katere bo kasneje možno umestiti cesto na okoljsko čim bolj nemoten način.

2 • TEHNIŠKI PRISTOP

Tehniška metoda za načrtovanje tras zahtevnih prometnih objektov ima svoje izhodišče v prometno-tehničnih razlogih za določitev smeri, dimenzij in oblikovanja trase. V kombinaciji z morfologijo terena se na nivoju idejne študije določijo najmanj 3 različice

(variate), med katerimi se po predpisanem postopku PVO izbere najprimernejša. PVO pri tem ne prejudicira rešitve, ampak je le instrument za pripravo odločitve, ki s stališča okolja oceni umestnost izvedbe projekta oziroma predlaga najustreznejšo varianto (Lipar,

1995). Ali na kratko: med prometnotehnično primernimi različicami se išče tista, ki je glede na okolje še najmanj obremenjujoča. Pri presojah vplivov na okolje je analiza usmerjena v presojo že podanih rešitev, torej se lahko izvajajo le sanacijski ukrepi za varovanje in zaščito okolja.

Tehniški pristop k načrtovanju cestne povezave je standardna oblika dela cestnih projektantov. Zato tega postopka tu ne opisujemo.

3 • PROSTORSKI PRISTOP

Alternativa tehniški metodi načrtovanja, ki potrebuje naknadno prostorsko presojo in oceno sprejemljivosti tras, določenih po prometno – tehničnih kriterijih, je prostorska metoda načrtovanja, ki temelji na osnovi ranljivosti prostora. Načrtovalni pristop je tu zamenjan. Namesto zagotavljanja prometno-tehnične »popolnosti« izbrane različice (variate) s še sprejemljivimi prostorskimi vplivi se tu zagotavlja prostorska »popolnost« s še sprejemljivimi prometno-tehničnimi parametri. Primerjajo se različice prostorskih »trakov«, trasirane na podlagi prostorskih danosti in ne različice ceste po načelih prometne tehnike. Pojem »ustreznosti trase« ceste obsega poleg uskladih trase glede na vidike ranljivosti prostora tudi uskladih glede funkcionalnosti, gospodarnosti in seveda prometno-tehnične ustreznosti ceste. Da bi izpolnili tudi te pogoje, se na nekaterih odsekih trase ni mogoče povsem izogniti vodenju trase po zemljiščih zunaj ugotovljenih ozkih koridorjev (deviacija

trase), kjer so potrebni strožji ukrepi za varovanje in zaščito okolja. Je pa seznam teh ukrepov pomembno krajši kot pri tehničnem pristopu, kjer ukrepi spremljajo skoraj celotno dolžino trase. Ker ima vsak ozek koridor dva robova, vedno obstaja tudi možnost, da se na takih mestih deviacija trase izvede pa eni ali po drugi strani koridorja – pač tam, kjer so vplivi manjši.

3.1 Opis postopka pri prostorskem pristopu

Metoda dela temelji na prostorski analizi ranljivosti prostora, s katero dobimo omejen prostor, primeren iz okoljevarstvenih razlogov, znotraj katerega lahko iščemo najustreznejše trase na podlagi prometno-tehničnih kriterijev. Za izvedbo te analize je treba najprej pripraviti parametre za oceno in vrednotenje ranljivosti sestavin okolja za namen gradnje ceste:

- izbor vseh pomembnih sestavin okolja (grafično, digitalno),
- model ranljivosti narave,

- model ranljivosti prostora kot naravnega vira,
- model ranljivosti bivalnih kakovosti in
- določiti način vrednotenja vplivov in kakovostne členitve okolja.

Ranljivost posamezne sestavine okolja se preuči glede na pričakovane škodljive vplive ob gradnji in obratovanju ceste. Za potrebe prostorske analize se vsem sestavinam okolja določi uteži, da bi se določila medsebojna razmerja vrednosti posameznih prostorskih enot. Določitev koridorja za cestno povezavo se izvede z GIS prostorsko analizo, ki jo za ta primer lahko razdelimo na naslednje faze:

- določitev območja obdelave,
- pridobivanje in priprava osnovnih grafičnih podlog in podatkovnih baz za izbrane sestavine okolja za vplivno območje obdelave,
- vrednotenje vplivov,
- izvajanje GIS operacij:
 - vektorska obdelava podatkov in izdelava skupne karte ranljivosti okolja za cestno povezavo,
 - rastrska analiza prostora,
 - določitev koridorja cestne povezave s spreminjanjem v proces vključenih uteži

za posamezne vrste ranljivosti (prostorske variante),

- izbor najprimernejše trase na osnovi kriterijev ranljivosti okolja.

GIS prostorsko analizo izbranega območja se izvede s pomočjo orodij računalniškega programa ArcMap ver. 9.0 – ArcView. Vsi podatki se pripravijo in nato združijo z geoprocesiranjem v vektorski obliki. V nadaljevanju se vektorski podatki spremenijo v rastrske in s pomočjo orodij za prostorsko analizo izdelata model za določitev koridorja cestne povezave.

Za potrditev ustreznosti koridorja oziroma za potrditev zanesljivosti postopka je smiselno izvajati variacije posameznih utežnih faktorjev – npr. s poudarjanjem posameznih skupin vplivov. Glede na to, da je ta postopek pri nas nov in naloga, ki smo jo izvajali raziskovalna, smo v našem primeru izvedli 5 različnih kombinacij utežnih faktorjev.

Rezultati variantnih »obtežitev« posameznih vplivov se med seboj razlikujejo predvsem po širini koridorja na posameznih odsekih. Tako vse variante, ena tu druga tam, opredelijo neki najozži pas, ki je najprimernejši za gradnjo ceste.

Če pa prostorske vplive popolnoma zanemarimo (tehniški pristop), lahko tak koridor poteka povsem drugje kot tisti, ki ga narekujejo vplivi na okolje.

3.2 Izbor sestavin ranljivosti okolja, modeli in način vrednotenja vplivov

Ker je karta ranljivosti prostora osnova celotnega postopka, je treba njeni pripravi posvetiti glavno pozornost. Zlasti skrben mora biti **izbor vseh pomembnih sestavin okolja in vrednotenje vplivov**. Prostorski normativi ne pomenijo popolne prepovedi poseganja v prostor, postavljajo le omejitve. Le-te so določene z režimom varovanja, ki je lahko posplošen za določen tip prostorske omejitve, na primer za posamezne tipe naravnih vrednot, ali pa je opredeljen za povsem določen objekt varstva, na primer določeno območje varstva vodnega vira ali narodni park.

Za nekatere sestavine okolja seveda veljajo tudi najstrožji režimi varovanja, ki pomenijo prepovedi vsakršnega poseganja vanje; kot na primer:

- kulturna dediščina – spomeniki,
- naravna dediščina – spomeniki,
- naselja,
- gozdovi-strogo varovana območja in
- kmetijska zemljišča na I. območju.

Za potrebe določitve matrike vplivov na okolje zaradi izgradnje prometne infrastrukture smo izbrali že zgoraj naštetih tri osnovne modele ranljivosti, ki so uveljavljeni na področju zahtev varstva okolja.

Za vsak model posebej smo izbrali pomembne pričakovane vplive na okolje in poglavitve prizadete sestavine okolja ter izbrali ustrezne podatkovne baze. Glede na značilnosti prostora smo po uveljavljenem postopku vsakemu modelu prisodili ustrezen utež.

Model ranljivosti narave

Ranljivost narave zaradi gradnje cestnega koridorja je opredeljena s kakovostjo naravnih prvin (atmosfera, geosfera, tla, hidrosfera, biosfera), ki jih lahko uniči ali poškoduje predviden poseg. Glede na razpoložljive podatke in območje izdelave smo v modelu ranljivosti narave izbrali naslednje pomembne sestavine okolja:

- varstvo gozdov,
- varstvo površinskih voda,
- varstvo tal,
- posebno varstveno območje Natura,
- naravna dediščina in
- poplavna območja.

Model ranljivosti prostora kot naravnega vira

Ranljivost okolja kot naravnega vira je opredeljena s kakovostjo naravnih virov na posameznem območju. Najbolj ranljiva so kmetijska zemljišča, gozdovi in območja vodnih virov. Gradnja cestne povezave lahko zmanjša potencialne za kmetijstvo, gozdarstvo, oskrbo s pitno vodo in za pridobivanje mineralnih surovin.

V model ranljivosti prostora kot naravnega vira smo vključili:

- kmetijska zemljišča,
- podtalnica,
- gozdovi.

Model ranljivosti bivalnih kakovosti

Ranljivost bivalnih kakovosti zaradi gradnje ceste je opredeljena predvsem s kakovostjo sestavin območja. Glede na razpoložljive podatke in območje obdelave smo v model ranljivosti bivalnega okolja vključili naslednje pomembne sestavine okolja:

- varstvo krajine in vidno okolje,
- varstvo kulturne dediščine,
- vpliv hrupa,
- psihološka ranljivost ali psihosocialni vidik.

Način vrednotenja vplivov in kakovostne členitve okolja

Vpliv na okolje je vedno rezultanta vrste posega in značilnosti okolja, v katerem poseg izvršimo. Postopek vrednotenja pričakovanih vplivov na okolje temelji predvsem na ugotavljanju ničelnega stanja in možnih negativnih vplivov na sestavine okolja, ki se bodo pojavljali kot stranski učinki ob gradnji ceste ter med njenim obratovanjem.

Za vrednotenje vplivov na posamezne sestavine okolja se uporabljajo opisno opredeljeni pragovi sprejemljivosti, ki razmejujejo številčne ocene ranljivosti.

Ocena ranljivosti oziroma primernosti prostora za neki namen je za vse sestavine okolja običajno podana s 5-stopenjsko lestvico, ki omogoča pregleden, tabelarni prikaz pričakovanih vplivov:

1 – ni vpliva: sprememba sestavine ali njen vpliv na okolico je neugotovljivo majhna; *prostor je zelo primeren za vodenje ceste*

2 – majhen, zanemarljiv vpliv: vpliv je zaznaven, vendar sestavine okolja bistveno ne spreminja; *prostor je primeren za vodenje ceste*

3 – zmeren vpliv: vpliv je prisoten, vendar bodisi zaradi razmeroma majhnega obsega ni ocenjen kot posebno velik oziroma je omejen bolj na posredno delovanje ali pa delovanje v vplivnem območju obravnavane sestavine okolja; *prostor je še primeren za vodenje ceste, vendar je treba izvajati ukrepe za omilitve vplivov med gradnjo in obratovanjem ceste*

4 – velik vpliv: vpliv je velik, a ni uničujoč in je še znotraj dopustnih, sprejemljivih meja in posredno ali neposredno vpliva na sestavine okolja; *prostor je le izjemoma primeren za vodenje ceste, izvesti je treba večje ukrepe za omilitve vplivov med gradnjo in obratovanjem*

5 – zelo velik, uničujoč vpliv: intenziteta vpliva presega z zakonom predpisane meje, povzroči nedopustno spremembo sestavine okolja; *prostor ni primeren za vodenje ceste*

Najbolj pomembna odločitev pri ocenjevanju je opredelitev za oceno 5 ali manj. Bistveno za to oceno 5 je, da je na tistem območju (uničujoč vpliv) poseg prepovedan. Pri vseh drugih ocenah je poseg možen in se odloča le glede primernosti (bolj ali manj primeren).

Oceno je treba določiti za vsako sestavino okolja. Na osnovi navedene 5-stopenjske lestvice za potrebe računalniške prostorske analize nato vsaki sestavini okolja določimo utežni faktor, kot je opisano v nadaljevanju.

4 • DOLOČANJE KORIDORJA Z GIS PROSTORSKO ANALIZO

Za praktičen primer uporabe prostorskega pristopa k načrtovanju cestnih tras smo izbrali reliefno in prostorsko zelo zahtevno območje med Celjem in Novim mestom, kjer naj bi zgradili hitro cesto v 3. razvojnem območju Slovenije.

Od Celja do Novega mesta je več obstoječih cestnih povezav, ki pa so vse razmeroma precej oddaljene od idealne linije in potekajo odklonjene ali proti vzhodu (Krško) ali proti zahodu (Trebneje). Ker gre za glavno cesto v koridorju 3. razvojne osi in je Trebnje pomemben gospodarski in urbani center v tej osi, smo predvideli dve možnosti: direktna smer Celje – Novo mesto in indirektna smer preko Trebnjega.

4.1 Določitev območja obdelave

Območje obdelave določimo v sorazmerni odvisnosti z razdaljo med dvema točkama oziroma krajema, med katerima načrtujemo povezavo, in glede na naravne danosti terena, znotraj katerega predvidevamo potek koridorja.

Pri tem moramo upoštevati, da večje območje posledično seveda zahteva obdelavo večjega števila podatkov, kar pri vektorski prostorski analizi kljub zmogljivi računalniški opremi vsekakor ni zanemarljivo.

V našem primeru smo za območje, na katerem bomo izvajali prostorsko analizo, definirali območje, ki je na severovzhodu omejeno s Celjem, na jugu z Novim mestom in na zahodu z okolico Trebnjega. Zaradi gospodarske pomembnosti Trebnjega smo želeli ugotoviti, kakšna bo razlika v koridorjih, če cesta poteka direktno od Celja do Novega mesta ali pa, če poteka mimo Trebnjega.

4.2 Vrednotenje vplivov

Za potrebe računalniške prostorske analize smo vsaki sestavini okolja določili utežne faktorje z vrednostmi med 0 in 100. Območja, kjer ni vpliva, dobijo utež 0, območja z velikim, vendar še dopustnim vplivom, pa dobijo utež 100. Območja, kjer je vpliv opredeljen kot uničujoč oziroma nedopusten, smo izključili iz prostorske analize z določitvijo vrednosti »NoData«.

Uporabljena metodologija utežni faktor obravnava kot faktor stroška izgradnje ceste na nekem področju in ne kot velikost vpliva cestne povezave na posamezno sestavino okolja. Manj kot je neki koridor okoljsko

primeren za poseg, večji je strošek izvedbe posega, da izničimo vpliv oziroma ga omilimo, da je še okoljsko sprejemljiv. Pri tem seveda govorimo le o večjem in manjšem strošku in nikakor ne vrednostno.

Glede na to, da je pri nas ta postopek oziroma pristop k projektiranju koridorja cestne povezave nov, je ta naloga predvsem raziskovalna. Ker smo želeli ugotoviti, kakšen vpliv na rezultat ima spreminjanje utežnih faktorjev, smo prostorsko analizo izvedli v več variantah. Poleg osnovne variante smo pripravili še štiri.

V 1. in 2. varianti smo zgolj z raziskovalnim namenom dopustili poseg tudi na t.i. »pre-povedanih« območjih (območjem z vrednostjo »NoData« smo dali utežni faktor 100), v 3. in 4. pa smo povečali oziroma zmanjšali uteži v posameznih modelih ranljivosti prostora, da bi preizkusili zanesljivost uporabljene metode.

4.3 Določitev utežnih faktorjev v variantah

Osnovna varianta (uteži določene po strokovnih merilih)

V osnovni varianti smo določili utežne faktorje na podlagi običajnih meril, ki se uporabljajo na področju ocenjevanja vplivov na okolje pri načrtovanju cestnih povezav. Izločilne faktorje (»NoData«) smo uporabili za območja, za katera obstoječa zakonodaja onemogoča kakršenkoli poseg.

Ta območja so:

- naselja,
- območja kulturne dediščine – spomeniki in območja,
- območja naravne dediščine – spomeniki,
- gozdovi – strogo varovana območja.

Varianta 1 (brez upoštevanja elementov varovanja okolja)

To varianto smo poimenovali kar »tehniška varianta«, saj smo v modelu prostorske analize upoštevali le vpliv nadmorske višine, vpliv nagiba terena, kot izločilni faktor pa smo upoštevali samo naselja. Dovolili smo torej potek ceste tudi po območjih, ki so iz vidika varstva narave zakonsko zaščiteni.

Varianta 2 (varovana območja kulturne dediščine niso izločilni faktor)

Z varianto 2 smo skušali ugotoviti vpliv neupoštevanja posameznih bistvenih izločilnih

faktorjev na določitev primerne koridorja. V tej varianti smo vse utežne faktorje ohranili enake kot v osnovni varianti, le precej obsežnemu območju rezervatov kulturne dediščine, ki ga nismo izločili iz prostorske analize, smo dali najvišji utežni faktor 100.

Varianta 3 (poudarjena ranljivost prostora kot naravnega vira)

V varianti 3 smo glede na osnovno varianto povečali pomembnost oziroma utežne faktorje sestavinam okolja iz modela ranljivosti okolja kot naravnega vira, torej pridelovalno funkcijo, zmanjšali pa smo utežne faktorje sestavinam okolja iz modela ranljivosti narave. Pri tem tudi strogo varovana območja gozdov nismo obravnavali kot izločilni kriterij, ampak smo jim dali le najvišji utežni faktor 100.

Varianta 4 (poudarjena ranljivost narave)

Obratno kot v varianti 3 smo glede na osnovno varianto v varianti 4 zmanjšali pomembnost oziroma utežne faktorje sestavinam okolja iz modela ranljivosti prostora kot naravnega vira in povečali utežne faktorje sestavinam okolja iz modela ranljivosti narave. Zmanjšali smo torej pomen proizvodnje funkcije okolja (npr. njive, vinogradi, lesno-proizvodna funkcija gozda) in poudarili pomembnost narave (npr. gozdne površine, vodotoki, naravna dediščina,...).

4.4 Orodja za obdelavo podatkov

Prostorsko analizo izbranega območja smo izvajali s pomočjo orodij računalniškega programa ArcMap ver. 9.0 – ArcView. Bistvena programska orodja, ki smo jih uporabili, so:

1. Union – združevanje posameznih vrst podatkov o sestavinah okolja med seboj, priprava združene karte ranljivosti prostora;
2. Feature to Raster – pretvorba vektorskih podatkov v rastrsko, območje razdelimo v raster celic;
3. Cost Distance – za vsako celico določimo vrednost oziroma strošek poti do neke izbrane točke prostora, v našem primeru do Celja, Novega mesta in Trebnjega;
4. Corridor - vsaka celica dobi svojo številčno vrednost, ki predstavlja »najmanjši strošek« poti preko te celice med krajema A in B;
5. Less than Equal – omejevanje širine najprimernejšega koridorja;
6. Cost Path – določitev okoljsko najustreznejše trase (polilinja).

4.5 Vektorska obdelava podatkov

Vse podatke obravnavanih sestavin okolja smo imeli v vektorski obliki. Vsako sestavino okolja predstavlja neki poligon oziroma točka (točkovni elementi, kot npr. spomeniki), ki ima svoje attribute (na primer: GIS koordinate, opis, vrsta rabe, površina...). V prvi fazi smo v preglednico atributov dodali stolpec, v katerem smo vsakemu vplivu sestavini okolja oziroma poligonu določili utežni faktor.

Pomembno je, da pripravi podatkov in določiti utežnih faktorjev že na začetku posvetimo veliko pozornost, saj nadaljnji koraki vektorske analize zahtevajo precej časa in je neugodno, če moramo osnovne podatke kasneje popravljati.

Naslednji, časovno najbolj zahteven korak je združevanje posameznih vrst podatkov o sestavinah okolja med seboj. S tem v bistvu prekrijemo več slojev med seboj. Najprej združimo dva podatka o sestavinah okolja, potem pa rezultatu dodajamo naslednjo sestavino okolja, dokler ne združimo vseh sestavin okolja skupaj. Med seboj lahko združujemo le poligone, zato moramo predhodno vse točkovne podatke "obdati" s poligonom. Model, ki prikazuje postopek združevanja, je prikazan na sliki 1.

Končni rezultat je združena karta, lahko ji rečemo tudi združena karta ranljivosti, v vektorski obliki, ki vsebuje množico poligonov, vsak poligon pa ima enega ali več utežnih faktorjev. Utežni faktorji so zapisani v preglednici, ki pripada tej združeni karti ranljivosti. Skupni utežni faktor za vsak poligon je v vseh variantah določen po metodi maksimuma $U_{max} = \max(U_1, U_2, U_3, \dots, U_N)$.

Postopek obdelave posameznih variant sledi končani vektorski obdelavi. Za ta namen se v preglednici spremenijo vrednosti utežnih faktorjev glede na osnovno varianto za vsako posamezno varianto.

Delo z vektorskimi podatkovnimi zbirkami ima precej prednosti pred delom z rastrskimi po-

datki, pomanjkljivost pa je velika količina podatkov in s tem poraba časa za obdelavo. Zato v nadaljnjih fazah prostorske analize in določanja koridorja preidemo iz vektorske obdelave v rastrsko.

4.6 Rastrska analiza

Rastrsko analizo smo v celoti izvajali za vsako varianto posebej. Tudi to fazo smo izvajali s pomočjo računalniške aplikacije Arc View. Ta omogoča, da si za izvajanje posameznih zaporednih operacij pripravimo svoj model, ki ga potem lahko večkrat izvajamo. Model obsega postopek oziroma zaporedje ukazov – programskih orodij.

Tako smo pripravili model za izvajanje celotne prostorske analize, ki smo ga nato z različnimi vhodnimi podatki izvajali za vsako varianto posebej.

Celoten model je grafično prikazan na sliki 2, v nadaljevanju pa je za ponazoritev postopka obrazložena vsaka faza prostorske analize posebej.

Najprej smo torej združeno karto ranljivosti konvertirali iz vektorske v rastrsko obliko in sicer tako, da smo območje obdelave razdelili v celice velikosti 25 x 25 m. Imamo torej površino, razdeljeno v celice velikosti 25 x 25 m, kjer ima vsaka celica vrednost pripadajočega utežnega faktorja. To vrednost lahko opredelimo tudi kot enoto stroška posega na to območje s cestnim koridorjem. Bolj kot je območje okoljsko občutljivo, večji je strošek posega na to območje oziroma večji je strošek ukrepov za eliminacijo ali zmanjšanje vpliva.

Programsko orodje Cost Distance v okviru programa ArcView nam omogoča, da v območju obdelave za vsako celico določimo še vrednost oziroma strošek poti do neke izbrane točke. Dobimo torej površino, v kateri ima vsaka celica vrednost »najcenejše« poti do izbrane točke oziroma izbranega območja. Ta vrednost je odvisna od oddaljenosti celice od

izbrane točke in seveda od vrednosti celic, po katerih mora opraviti pot do izbrane celice (pot 1 km po območju z utežjo 100 je manjši strošek kot pot 2 km z utežjo 60).

Orodje Cost Distance smo uporabili trikrat, da smo dobili površine, ki predstavljajo »strošek najcenejše poti« od vsake celice v obravnavanem območju do izbranih začetnih točk obravnavanem območju; v našem primeru do Celja, Novega mesta in Trebnjega.

4.7 Določitev koridorjev

Eden izmed ciljev te naloge je tudi določitev koridorja med dvema krajema, ki je najbolj primeren iz okoljskega vidika. Kot okoljsko najbolj primeren je pri tem mišljen koridor, po katerem pridemo iz točke A do točke B tako, da je strošek zaradi posega v okolje čim manjši. To fazo smo izvedli s programskim orodjem Corridor, ki se nahaja v paketu orodij za prostorsko analizo z ArcView. Vhodni podatki zanj so rezultati izračunov z orodjem Cost distance. Rezultat izvajanja tega postopka je Karta primernosti območja za vodenje cestne povezave. To je raster celic velikosti 25 x 25 m in vsaka celica svojo številčno vrednost, ki predstavlja »najmanjši strošek poti« med krajema A in B preko te celice.

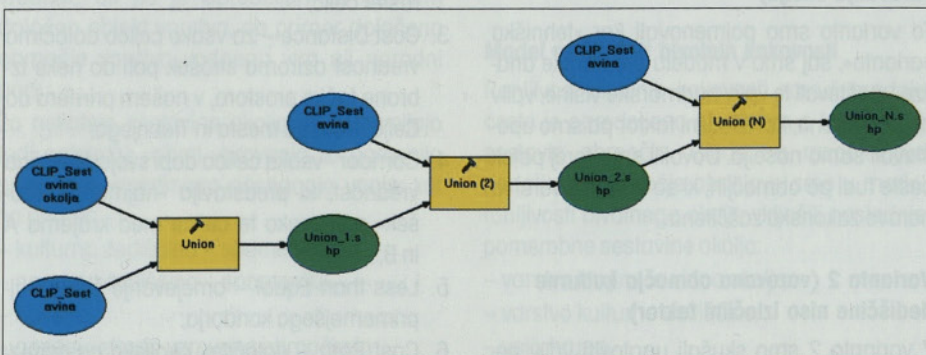
Na začetku program razdeli interval med minimalno in maksimalno številčno vrednostjo celic območja obdelave na deset enakih intervalov. V naslednjem koraku primerno omejimo širino koridorja, znotraj katerega bomo iskali ustrezno traso po prometno-tehničnih kriterijih. To izvedemo s programskim orodjem Less than Equal. Pri omejevanju koridorja se moramo zavedati, da s stopnjevanjem omejevanja povečujemo okoljsko primernost koridorja in hkrati zmanjšujemo možnosti za tehniško trasiranje ceste v njem. To je torej precej subjektivna ocena; v našem primeru smo koridor omejili tako, da smo upoštevali le vrednosti, manjše od minimalne vrednosti celic rastra, pomnožene s faktorjem 1,004.

4.8 Določitev okoljsko najprimernejše trase

Programsko orodje Cost Path nam omogoča določitev okoljsko najustreznejše trase, pri tem pa uporablja rezultate orodja Cost distance. Rezultat je najugodnejša trasa v obliki poliliniije, ki nam je v pomoč pri kasnejšem tehniškem projektiranju ceste.

4.9 Potek in primerjalni opis koridorjev

S prostorsko analizo smo za vsako smer in varianto dobili potek in širine koridorjev, kot so pokazani na slikah 3 do 12.



Slika 1 • Model za združevanje posameznih *.shp datotek

Kot že opisano, smo poleg osnovne variante, kjer smo »korektno« ovrednotili pričakovane vplive na okolje, prostorsko analizo z raziskovalnim namenom in z namenom potrditve zanesljivosti metode izvajali še v štirih variantah.

Varianta 1 (brez upoštevanja elementov varovanja okolja):

Ta koridor je z vidika varovanja okolja nesprejemljiv, saj ni upoštevana praktično nobena sestavina okolja, ki se varuje in program sledi v veliki meri kar vodotokom. Varianto smo zaradi tega poimenovali tudi »tehniška« varianta. V primerjavi z osnovno varianto je ta trasa sicer daljša, vendar poteka skozi bistveno manj zahteven relief (manj predorov). Zanimivo je, da nam je pri tej varianti računalnik traso koridorja za smer Celje–Novo mesto privedel namesto k Novemu mestu kar v bližino Trebnjega. To pomeni, da **najbolj »naravna« pot povezave med Celjem in Novim mestom poteka mimo Trebnjega. Ta trasa bi bila zagotovo prva izmed variant, ki bi jih izrisal projektant ceste pri »tehniškem pristopu« k načrtovanju trase.**

Varianta 2 (varovana območja kulturne dediščine niso izločilni faktor)

Tudi ta varianta je neprimerna z vidika varstva okolja, ker najbolj zaščitenih območij kulturne dediščine ne upošteva kot izločilni faktor. Iz slike 5 se vidi, da koridor »povozi« obsežna območja kulturne dediščine v dolini reke Mirne. V primerjavi z osnovno varianto je ta koridor krajši za okoli 5 km in reliefno ugodnejši (manj predorov).

Varianta 3 (poudarjena ranljivost prostora kot naravnega vira)

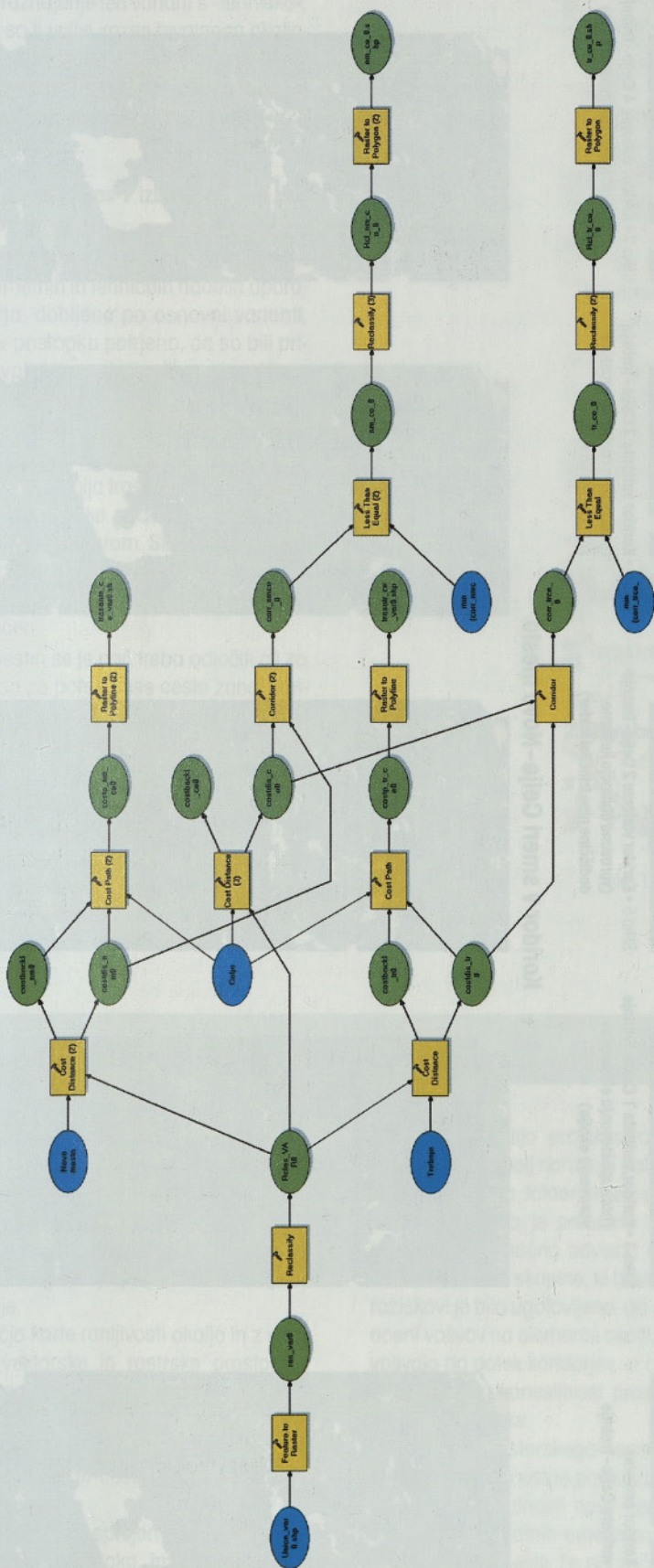
Spreminjanje utežnih faktorjev posameznim skupinam vplivov le na posameznih odsekih povzroči manjše spremembe poteka in širine koridorja, dobljenega po osnovni varianti. To dokazuje, da je bila izpeljava postopka za določitev vhodnih podatkov pri osnovni varianti dovolj zanesljiva.

Varianta 4 (poudarjena ranljivost narave)

Za varianto 4 veljajo enake ugotovitve kot za varianto 3, kar dodatno potrjuje ustreznost izbranega postopka in priprave vhodnih podatkov.

Splošna ocena rezultatov po variantah

– enakost poteka koridorjev variant, pri katerih so z različnimi utežmi upoštevani vplivi na okolje in prostor,



Slika 2 • Celoten model za izvajanje rastrske analize

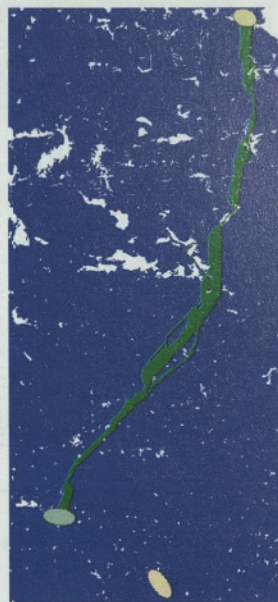
Koridor v smeri Celje-Trebnje



Slika 3 • Koridor osnovne variante Celje-Trebnje



Slika 4 • Koridor variante 1 Celje-Trebnje (brez upoštevanja elementov varovanja okolja)



Slika 5 • Koridor variante 2 Celje-Trebnje (varovana območja kulturne dediščine niso izločilni faktor)



Slika 6 • Koridor variante 3 Celje-Trebnje (poudarjena ranljivost prostora kot naravnega vira)



Slika 7 • Koridor variante 4 Celje-Trebnje (poudarjena ranljivost narave)

Koridor v smeri Celje-Novo mesto



Slika 8 • Koridor osnovne variante Celje-Novo mesto



Slika 9 • Koridor variante 1 Celje-Novo mesto (brez upoštevanja elementov varovanja okolja)



Slika 10 • Koridor variante 2 Celje-Novo mesto (varovana območja kulturne dediščine niso izločilni faktor)



Slika 11 • Koridor variante 3 Celje-Novo mesto (poudarjena ranljivost prostora kot naravnega vira)



Slika 12 • Koridor variante 4 Celje-Novo mesto (poudarjena ranljivost narave)

- popolno razhajanje teh variant s »tehniško«, pri kateri so ti vplivi, razen bivalnega okolja, v celoti zanemarjeni in
- veliko odstopanje teh variant od tiste, v kateri so zanemarjeni le posamezni vplivi.

5 Zasnova cestnih tras v izbranih koridorjih

V konkretnem primeru smo za projektiranje tras po prometnih in tehničnih načelih uporabili koridorja, dobljena po osnovni varianti, saj je bilo v postopku potrjeno, da so bili pričakovani vplivi na okolje tam »korektno« ovrednoteni (slika 13).

Teren med Celjem in Novim mestom se spreminja od gričevnatega do hribovitega. Izkazalo se je, da linija trase v obliki poligona, dobljena s prostorsko analizo, dovolj dobro sledi terenskim razmeram. Se pa precej hitro »odloča« za potek skozi predor, ker parameter dopustnih vzdolžnih nagibov ceste v postopek ni vključen.

Na takih mestih se je pač treba odločiti ali za predor ali pa za potek trase ceste zunaj koridorja. Zaradi predhodno poznane ranljivosti prostora je potek zunaj koridorja mogoče izbirati na tisti strani, kjer je prostor manj občutljiv, in traso izbrati tako, da je ukrepov za varovanje in zaščito okolja (po obsegu in stroškovno) čim manj.



Slika 13 • Prikaz po prostorskem pristupu izdelanih tras cestne povezave

5 • SKLEPI

1. Raziskovalno delo obravnava nov, prostorski pristop k načrtovanju cestne povezave, ki temelji na ranljivosti okolja. Z uporabo tega postopka se namesto poznane in uporabljane tehniškega postopka zagotavlja preventivno okoljsko delovanje.
2. S pomočjo karte ranljivosti okolja in z izvajanjem vektorske in rastrske prostorske analize prostora se s pomočjo ustreznih programskih orodij lahko določi okoljsko sprejemljiv koridor, znotraj katerega je mogoče strasirati cesto po prometnih in tehniških pogojih.
3. Na potek okoljsko sprejemljivega koridorja imajo velik vpliv tako imenovana »pre-povedana« območja, ki so zakonsko zaščitena in na njih ni možno posegati.
4. Velikost utežnih faktorjev za posamezne sestavine okolja je pretežno subjektivna ocena, ker je močno odvisna od »pripadnosti« interesne skupine, ki oceno izdelata. V raziskavi je bilo ugotovljeno, da »nihanja« v oceni vplivov na elemente okolja zelo malo vplivajo na potek koridorjev, iz česar lahko sklepamo na zanesljivost prostorske metode načrtovanja.
5. Posledica »prostorskega« pristopa k načrtovanju nove cestne povezave ni zmanjšanje funkcionalnosti nove ceste, ampak ustvarjanje dodatnih omejitvenih pogojev, ki projektanta ceste že na začetku njegovega (tehničnega) dela silijo k čim bolj racionalnemu projektiranju.
6. Pri »tehniškem« pristupu se ukrepi za zaščito in varovanje okolja določajo naknadno (sanacijsko varovanje) in na celi trasi, pri »prostorskem« pa le na tistih mestih, kjer je iz tehničnih razlogov potrebno traso voditi zunaj koridorja (preventivno varovanje).
7. Prostorski pristop je zlasti priporočljiv pri izdelavi prostorskih načrtov (planerska faza), ko je treba za posamezno prometno smer določiti ožje koridorje, v katere bo enkrat kasneje možno umestiti cesto.
8. Osnovni vidik pri prostorskem načrtovanju je spoštovanje narave, ne glede na katero sestavino gre, kajti etika spoštovanja narave nalaga, da smo do vseh sestavin narave spoštljivi, če je to le mogoče.

6 • LITERATURA

- Corridors siting – GIS operations for Udine ovest – Okroglo transmissions line, GRTN, Divača, 2004.
- Environmental Policy Act, ZDA, 1970.
- Juvanc, A., Tehnični kriteriji za primerjavo variant daljinskih cest in zmanjševanje vplivov na okolje s tehničnimi in tehnološkimi ukrepi, Mednarodni seminar, MOP, zbornik predavanj, str. 22–25, Portorož, 1994.
- Juvanc, A., Direct road connection Ljubljana–Sarajevo, V: SARAČ, Dževad (ur.), GAČANIN, Ešref (ur.). *Transportation infrastructure in south-east European countries*, (Special publications, 117), (Department of technical sciences, vol. 16), Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, str. 69–76, Sarajevo, 2002.
- Juvanc, A., Dopolnilna avtocesta v 3. razvojni osi Slovenije na območju Bele krajine: predstavitev študije direktne povezave Ljubljana–Sarajevo in srednja Evropa–Jadran, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, občina Semič – posvetovanje, Semič, 10. maj 2005.
- Lipar, P., Vrednotenje vplivov cest in prometa na okolje z uporabo geografskih informacijskih sistemov, Magistrsko delo, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, 1995.
- Lobnik, F., Rupreht, J., Presoja vplivov na tla kot sestavni del okolja z valorizacijo pridelovalnega potenciala kmetijskih zemljišč za avtocesto Koper–Šentilj, odsek Ljubljana–Šentilj, podosek Malence–Blagovica, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja. Ljubljana, 1993.
- Marušič, J., Juvanc, A., Ceste in okolje, Gradbeni vestnik 9–10, str. 222–225, Ljubljana, 1994.
- Marušič, J., Načrtovanje in izbor variant daljinskih cest s poudarkom na presojah vplivov na okolje, Mednarodni seminar, MOP, zbornik predavanj, str. 34–42, Portorož, 1995.
- Marušič, J., Presoja vplivov na okolje, Predavanja na Interdisciplinarnem podiplomskem študiju varstva okolja šol. leto 2001/2002, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, 2002.
- Marušič, J., Varstvo okolja pri posegih v prsto. Predavanja na Interdisciplinarnem podiplomskem študiju varstva okolja šol. leto 2002/2003. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, 2003.
- McHarg I., *Design with Nature*, The Natural History Press, New York, 1996.
- Načrtovanje in izbor variant daljinskih cest s poudarkom na presojah vplivov na okolje, Mednarodni seminar, MOP, zbornik referatov, Portorož, 1994.
- Pisno navodilo k študiji o vplivu na okolje v planiranju cest, Raziskovalna družba za ceste in promet, Bonn, 1990.
- Promet in okolje, Svet za varstvo okolja RS, Zbirka usklajeno in sonaravno št. 7/2002, Ljubljana, 2002.
- Steinitz, C., *The Environmental Impacts of a Interstate Highway: A Computer Analysis for Route Selection*, v: *Krajinsko planiranje*, Zbornik simpozija, str. 169–196, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, 1972.
- What is ArcGIS?, GIS by ESPRI, 2004.

Elektronski viri:

- Gulič, A., Plevnik, A., *Promet in prostorski razvoj Slovenije zasnova*, Ljubljana, 2000.
http://www.gov.si/upp/3_1_promet.pdf/, 20. 6. 2004.
- Stojič, Z., Hudoklin, J., Vrhunc, N., Golobič, M., Marušič, J., *Študija za celovito presajo vplivov na okolje za Strategijo prostorskega razvoja Slovenije, Faza 3a, Študija ranljivosti prostora*, Ljubljana, 2003.
http://www.gov.si/upp/SCPVO_3faza.pdf/
- Stojič, Z., Marušič, J., Hudoklin, J., Golobič, M., Vrhunc, N., *Študija za celovito presajo vplivov na okolje za Strategijo prostorskega razvoja Slovenije, Poročilo 5. faze*, Ljubljana, 2003.
http://www.gov.si/upp/spvo_5faza.pdf/, 23. 6. 2004.

NEMŠKI PREDPIS O HONORARJIH ZA STORITVE ARHITEKTOV TER INŽENIRJEV (HOAI) GERMAN OFFICIAL SCALE OF FEES FOR SERVICES BY ARCHITECTS AND ENGINEERS (HOAI)

Franc Maleiner univ. dipl. kom. inž.
Sojerjeva 43, 1000 Ljubljana

Strokovni članek
UDK 340.130.53 (430): (72 + 624)

Povzetek | Za razliko od Nemčije, kjer je to najstrožje prepovedano, se v Sloveniji umske dejavnosti ter storitve inženirjev javno razpisujejo. Neposredna posledica teh razpisov je vedno hujši strokovni padec na področju načrtovanja ter gradnje komunalne infrastrukture, ki se kaže v predragih in slabo delujočih komunalnih napravah.

Summary | Slovenia practices public official invitation for tenders for engineer intellectual service and project design. In Germany, this is strongly prohibited. In Slovenia, the direct consequence of such practice is the negative influence on the quality of design of municipal systems, which results in too expensive public works and badly working waste water treatment plants.

1 • UVOD

European Council of Ministers je 18. 6. 1992 z direktivo 92/50 EEC o koordinaciji postopkov oddaje javnih del predpisal za vse svoje udeležence obvezni postopek javnega razpisa za oddajo javnih del nad določeno skupno vrednostjo. Ustanovna pogodba evropske skupnosti pa zahteve te direktive o evropskih temeljnih pravicah o prostosti storitvenih dejavnosti (Services Directive) znatno omejuje. Od nosilcev storitvenih dejavnosti iz drugih držav, ki nudijo svoje dejavnosti in storitve v državah, iz katerih ne izhajajo oziroma so njihova domovina, se namreč zahteva, da izvršujejo svojo dejavnost in storitve pod istimi pogoji, kot jih ta država zahteva od svojih

državljanov. Zatorej morajo vsi tuji projektanti, ki projektirajo v Nemčiji na področju teh storitvenih dejavnosti, obvezno upoštevati zahteve pravilnika o honorarjih za arhitekto ter inženirje (**Honorarordnung für Architekten und Ingenieure**).

Tako prilagajanje zahtevam tujih državnih tehničnih zakonodaj se predpisuje tudi v 34. členu (v povezavi s 25. členom) mednarodnega osebnega prava (Private International Law). Tudi aneks 1B) sporazuma o novi svetovni trgovski organizaciji (WTO), ki je sestavni del General Agreement on Trade in Services (GATS), ne spreminja teh zahtev prilagajanja.

Zatorej je izgovor, da se morajo umske storitve ter dejavnosti slovenskih inženirjev javno razpisovati, ker naj bi to zahtevala evropska zakonodaja, popoln nesmisel.

Iz pravilnika o honorarjih za arhitekto ter inženirje (HOAI) so jasno razvidne in določene tudi naloge ter obseg storitev in dejavnosti, ki jih mora nemška stroka nuditi ter opravljati. Na podlagi HOAI lahko ugotovimo hudo zlorabljanje slovenske stroke za obsežne upravne ter birokratska storitve, ki jih nemškemu arhitektu in inženirju ni potrebno (še najmanj pa zastoj) izvrševati. Nemški arhitekti in inženirji so namreč plačani izključno samo za ustrezno strokovno delo, upravna dela pa izvršuje in nadzoruje državna uprava. Strokovnost projektanta se ne ugotavlja tako, kakor je to naš običaj, na podlagi števila obrazcev ter formularjev, temveč na podlagi izvršenih del ter njegovih strokovnih idej in izkušenj.

2 • HOAI (HONORARORDNUNG FÜR ARCHITEKTEN UND INGENIEURE)

V Nemčiji so t.i. svobodni poklici (kamor spadajo tudi inženirji in arhitekti) zelo po-

memben sestavni del temeljne demokratične družbene ureditve. Njihova naloga je neod-

visno in samoodgovorno zastopanje interesov njihovih naročnikov. Ti interesi morajo biti osrednja točka njihovega delovanja. S svojimi storitvami svobodni poklici ne pomagajo samo njihovim naročnikom, temveč omogočajo ter varujejo tudi pomembne javne do-

brine celotne skupnosti. Podobno kot morajo zdravniki ohranjati zdravje posameznikov in s tem delovanje družbe ter se odvetniki borijo za pravice njihovih strank in s tem ohranjajo družbeni pravni red, se tudi naloge inženirjev ne omejujejo samo na načrtovanje in gradnjo posameznih objektov v smislu varnostnotehničnih ter zdravstvenih zahtev, temveč morajo zaščititi tudi življenje ter zdravje prebivalcev in tako družbi nuditi infrastrukture, ki so ji potrebne za skupno življenje.

Inženirji niso odgovorni le zato, da so objekti dosledno izvedeni po vseh tehničnih standardih in varnostnih predpisih, temveč so odgovorni tudi za zaščito našega okolja. **Temeljni zahtevi pri reševanju vsake projektantske naloge sta ekološko znosna in ekonomska gradnja objektov in naprava.**

HOAI temelji na Zakonu o urejanju dejavnosti arhitektov ter inženirjev. HOAI predpisuje nemška zvezna vlada s pristankom državnega zbora ter deželnih zbornic. **Zatorej HOAI ni priporočilo poklicnega združenja, temveč je predpis nemške zakonodaje in ima zato izvršilno moč zakona. HOAI predstavlja obvezno državno zakonsko pravico do predpisanih cen dejavnosti ter storitev, kar pomeni, da so tako naročniki kakor tudi izvrševalci zakonsko vezani na ta določila, če so dejavnosti in storitve sestavni del popisa dejavnosti.** Za razliko od slovenske, ki ji ni mar izvajanje njenih zakonov, nemška država (kakor je to obvezno v vsaki pravni državi) nadzoruje ter strogo kaznuje kršitve njenih zakonov.

HOAI pa ne ureja samo plačilo projektantov, temveč določa tudi obseg storitev ter dejavnosti, ki jih morajo opraviti arhitekti in inženirji za to plačilo.

Prepričanje nemškega zakonodajalca, da umskih dejavnosti in storitev ni mogoče podvreči zgolj tekmovanju cen, se je že zdavnaj uveljavilo tudi na področju dejavnosti arhitektov in inženirjev. **Tekmovanje na cenovnem področju je namreč mogoče le takrat, ko povpraševalec določene dejavnosti ali storitve, prejme ponudbe večjega števila ponudnikov ki jih lahko glede cen medsebojno primerja. Taka primerjava cen pa pri umskih dejavnostih in storitvah ni mogoča, saj v tem primeru ne gre za »robo«, temveč za individualno ustvarjalno dejavnost, ki je vedno vezana na posamezni primer.** Načrtovalne dejavnosti predstavljajo kreativni proces, ki se stalno spreminja s potekom in globino načrtovanja. Ravno zato, ker naročnik dejavnosti ne more tako kvantitativno kakor tudi kvalitativno določiti ter oceniti tega individualnega procesa, ga HOAI ščiti pred plačilom »previsoke cene«. **Poleg tega HOAI**

ne upošteva samo posebnosti umskih dejavnosti in ni samo instrument zaščite uporabnikov, temveč omogoča tudi zaupni pogodbeni odnos med naročnikom ter delojemalcem.

Projektant lahko usmeri vse svoje umske sposobnosti v kreiranje optimalnih rešitev za želje investitorja le, če so njegove dejavnosti zadovoljivo honorirane in se mu tako omogoči gospodarska osnova za njegovo delovanje. Po drugi strani pa zadovoljivo honoriranje obvezuje projektanta, da izvaja svoje dejavnosti tako, da v najvišji meri, zvesto in brez tujih finančnih interesov zastopa izključno interese naročnika. Zadovoljivi honorar pomeni, da projektant nima finančnih interesov glede vrednosti objekta ter ni finančno odvisen od izvedbenih podjetij. Zato lahko neodvisno deluje ter nadzoruje delo izvajalcev v smislu želja in zahtev investitorja.

V gradbeništvu se poklicne dejavnosti svobodnih arhitektov ter inženirjev delijo na tri območja, in sicer v naloge in odgovornosti med investitorjem, projektantom in izvedbenim podjetjem (tako imenovanim samooptimizirajočim regulativnim trikotnikom). Investitor poda nalogo in formulira njen program, projektant kot neodvisni, zaupni izvedenec investitorja skrbi za uresničevanje te naloge, medtem ko izvajalska podjetja realizirajo te zamisli in izvajajo gradbene ukrepe. Ta delitev oblasti zagotavlja optimalno uresničitev gradbenih nalog, tako v oblikovalnem kakor tudi v gospodarskem pogledu. Območji načrtovanja ter izvedbe gradenj zahtevata stalno medsebojno kontrolo.

Z natančno določitvijo obsega dejavnosti in storitev, ki jih mora prispevati vsak načrtovalec, ne glede na mesto ali območje Nemčije, določa in omejuje HOAI tudi najmanjšo možno stopnjo kvalitete načrtovanja ter svetovanja.

Vendar HOAI ne velja za vse načrtovalne dejavnosti ali storitve arhitektov ter inženirjev. Kakor navaja §1, **velja HOAI le za izračun honorarjev za dejavnosti, ki so opisane v tako imenovanih »popisih dejavnosti ali drugih določilih predpisa«** (Leistungsbilder oder andere Bestimmungen).

Že navedena temeljna zakonska zahteva, da **se od cen storitev ne sme odstopati**, se predpisuje v §4 HOAI. V prvem odstavku tega člena je namreč določeno, da se sme ta naročnik ter delojemalca dogovoriti le za honorarje med tabelarično podanimi spodnjimi ter zgornjimi mejami (Mindest- und Höchstsätze). Kako pomembna je bila zakonodajalcu zagotovitev zadovoljujočega hono-

rarja, pa je razvidno tudi iz zadnjega odstavka tega člena, saj ta določa, da se mora projektantu za izvršeno storitev izplačati honorar spodnje meje tudi takrat, kadar ni bila podpisana pogodba oziroma je bila sklenjena pogodba s honorarjem v višini pod spodnjo mejo. Če je bila sklenjena taka pogodba (s honorarjem pod spodnjo mejo), je ta pogodba neveljavna, saj **ima projektant za svojo storitev v vsakem primeru zakonsko pravico do honorarja spodnje meje.**

Posebno pomembno je tudi pravilo, da se na podlagi »predračunskih stroškov« (an-rechenbaren Kosten) ter »honorarskih območij« (Honorarzone) **honorarji določajo popolnoma objektivno, torej neodvisno od želja pogodbenikov.** Predračunski stroški se določajo na podlagi DIN 276. Honorarska območja pa upoštevajo težavnostno stopnjo nalog in se določajo na podlagi opisov objektov (Objektlisten) v posameznih delih HOAI. Če je na primer za inženirske objekte ter prometne naprave možna uporaba ocenjevalnih kriterijev iz različnih honorarskih območij, se lahko izvede ocenjevanje po točkah (§53) in na ta način po težavnosti uvrsti v ustrezno honorarsko območje.

Na podlagi ugotovljenih predračunskih stroškov ter honorarskih območij se v ustreznih »honorarskih tabelah« (Honorartafel, §56) odčita oziroma interpolira (med odčitano spodnjo ter zgornjo mejo) ustrezni celotni honorar (Grundhonorar), ki se nato za končni skupni dejanski honorar pomnoži z ustrezno vsoto odstotkov osnovnih dejavnosti (§55) (Grundleistungen), ki jih mora projektant izvršiti. **Torej je projektant honoriran vedno le za dejavnosti in storitve, ki jih je dejansko izvršil.**

HOAI dopušča tudi določeno prilaganje honorarjev, saj poleg opisanega običajnega na čina določanja honorarjev omogoča tudi honorarje glede na potrebe časa (Zeithonore), pavšalne honorarje (Pauschalhonore) in prosto sklenjene honorarje. Vendar se smejo honorarji glede na potrebe časa sklepati le, če je tak način v HOAI izrecno dovoljen ali predpisan. Taki honorarji so predpisani pri posebnih dejavnostih (Besonderen Leistungen) le tam, kjer le-te niso primerljive z osnovnimi dejavnostmi ter storitvami (Grundleistungen) in običajno v primerih, ko je dopustno sklepanje prostih honorarjev, vendar tak honorar ni bil pisno določen pri sklenitvi pogodbe. Pavšalni honorarji pa se smejo sklepati le v primerih, kjer je to izrecno dovoljeno. Pri inženirskih dejavnostih so pavšalni honorarji dopuščeni pri gradbe-

nem nadzoru gradbišča (örtliche Bauüberwachung, §57), za izračun dodatnih stroškov (Nebenkosten, §7) in pri honorarjih na podlagi zelo nizkih predračunskih stroškov.

Predvideni izvedbeni stroški (Herstellungskosten) se ne smejo določiti prosto po občutku ali se celo izmisliti. Določiti se morajo na podlagi preverljivega kalkulacijskega izračuna z vsemi potrebnimi ali predpisanimi stroškovnimi postavkami (§4a). Na željo investitorja izvedene dodatne dejavnosti ali storitve inženirjev se morajo temu ustrezno honorirati.

HOAI deli proces načrtovanja v 9 dejavnostnih oziroma storitvenih območij (§55), ki se logično medsebojno nadgrajujejo. Vsako načrtovanje se prične z ugotavljanjem osnovnih zahtev (Grundlagenermittlung), ki mu sledi prednačrtovanje (Vorplanung), ki se nato nadaljuje z načrtovanjem (Entwurfsplanung).

Ko se izdelajo osnutki načrtov, se pripravijo podloge, ki so potrebne za dovoljenja (Geh-nemigungsplanung), ki jih zahtevajo javno-pravni predpisi za gradnjo. V izvedbenih načrtih (Ausführungsplanung) so podane vse za gradnjo objekta potrebne izmere ter dejavnosti. Projektant sodeluje nato tudi pri pripravi oddaje del (Vorbereitung der Vergabe) kakor tudi pri sami oddaji del (Mitwirken bei der Vergabe). Temu sledi višji nadzor izvajanja gradnje (Bauoberleitung), v katerem se v glavnem nadzoruje izvedba objekta v skladu z gradbenim dovoljenjem. Po zaključku gradnje pa je treba objekt prevzeti ter ugotoviti pomanjkljivosti gradnje. Te se morajo odpraviti pred potekom njihove zastarelosti. Končno je potrebno še ukiniti gradbišče in ustrezno dokumentirati celotno gradnjo (Objektbetreuung und Dokumentation).

Posebni poglavji HOAI predstavljata gradbeni nadzor gradbišča (örtliche Bauüberwachung, §57) ter dodatni stroški (Nebenkosten, §7), ki se praviloma določata s pavšalnimi odstotki gradbene vrednosti oziroma honorarja.

HOAI predstavlja zaključeni logični sistem, ki izhaja iz predpostavke, da investitor vse faze gradbenih dejavnosti – brez vsake izjeme – prenese na projektanta, saj se le tako lahko izpolnijo pričakovanja investitorja glede optimalno zgrajenega in delujočega objekta. S tem se strogo koncentrira in definira tudi celotna odgovornost za opravljeno delo. Pri nas običajna huda razdrobljenost odgovornosti je eden izmed glavnih vzrokov slabega delovanja naprav. Medtem ko je nemški projektant odškodninsko odgovoren za slabo opravljeno delo, pa v Sloveniji ne poznam primera, da bi slovenski projektant odgovarjal zaradi slabega delovanja ali celo sploh nedelujoče komunalne naprave.

3 • NAČRTOVANJE IN IZVEDBA KOMUNALNIH NAPRAV ZA ODVOD TER ČIŠČENJE ODPADNIH VOD

V §18b nemškega zveznega zakona o ravnanju z vodami (Wasserhaushaltsgesetz WHG) se pri gradnji ter obratovanju kanalizacijskih naprav zahteva upoštevanje ustreznih državnih, deželnih ter občinskih predpisov, smernic (v katerih se prvenstveno odražajo strokovne izkušnje), uporabnih navodil, napotkov itd., kakor tudi uporaba ustreznih modernih tehnologij, ki morajo ustrezati stanju in pravilom tehnike na tem področju.

Pri tem se v nemški stroki ločita dva strokovna pojma:

* »splošno priznana pravila tehnike« (allgemein anerkannte Regeln der Technik (kratica: a.a.R.d.T.)) ter

* »stanje tehnike« (Stand der Technik (kratica: St.d.T.)).

Če se z odpadnimi vodami v nemške vodotoke ne odvajajo nevarne snovi, se morajo ustrezne zahteve ravnati vsaj po »splošno priznanih pravilih tehnike« (a.a.R.d.T.). Nasprotno pa se mora ravnati pri uvajanju odpadnih vod, ki glede na zakonske uvrstitve vsebujejo nevarne snovi (§7a WHG), strogo po zahtevah »stanja tehnike« (St.d.T.).

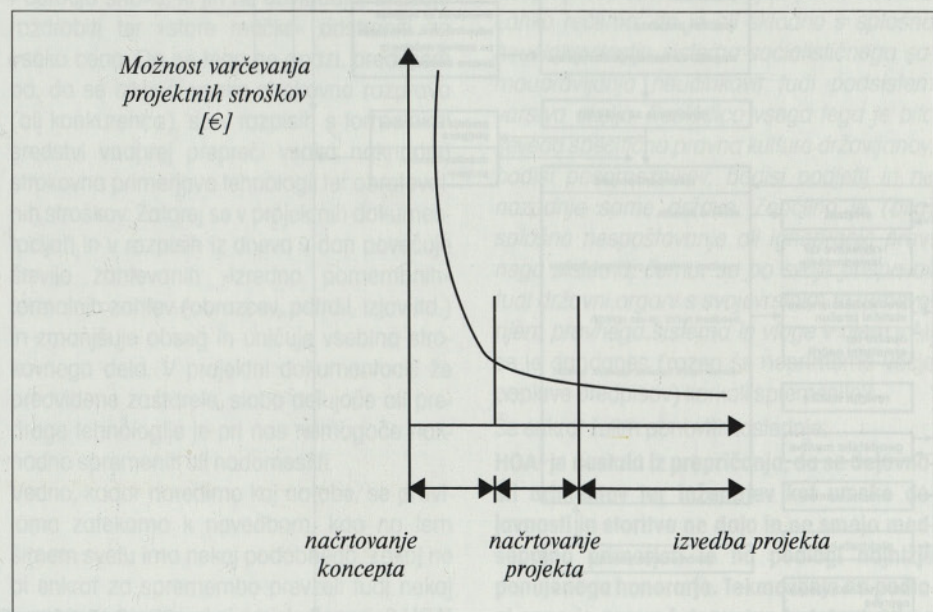
Pojem »stanje tehnike« je definiran takole: »Stanje tehnike je razvojno stanje tehnično ter gospodarsko uresničljivih naprednih postopkov, naprav ali obratovalnih načinov, ki so strokovno splošno priznani kot najbolj-

ša, v praksi primerna razpoložljiva tehnika za omejitve emisij«.

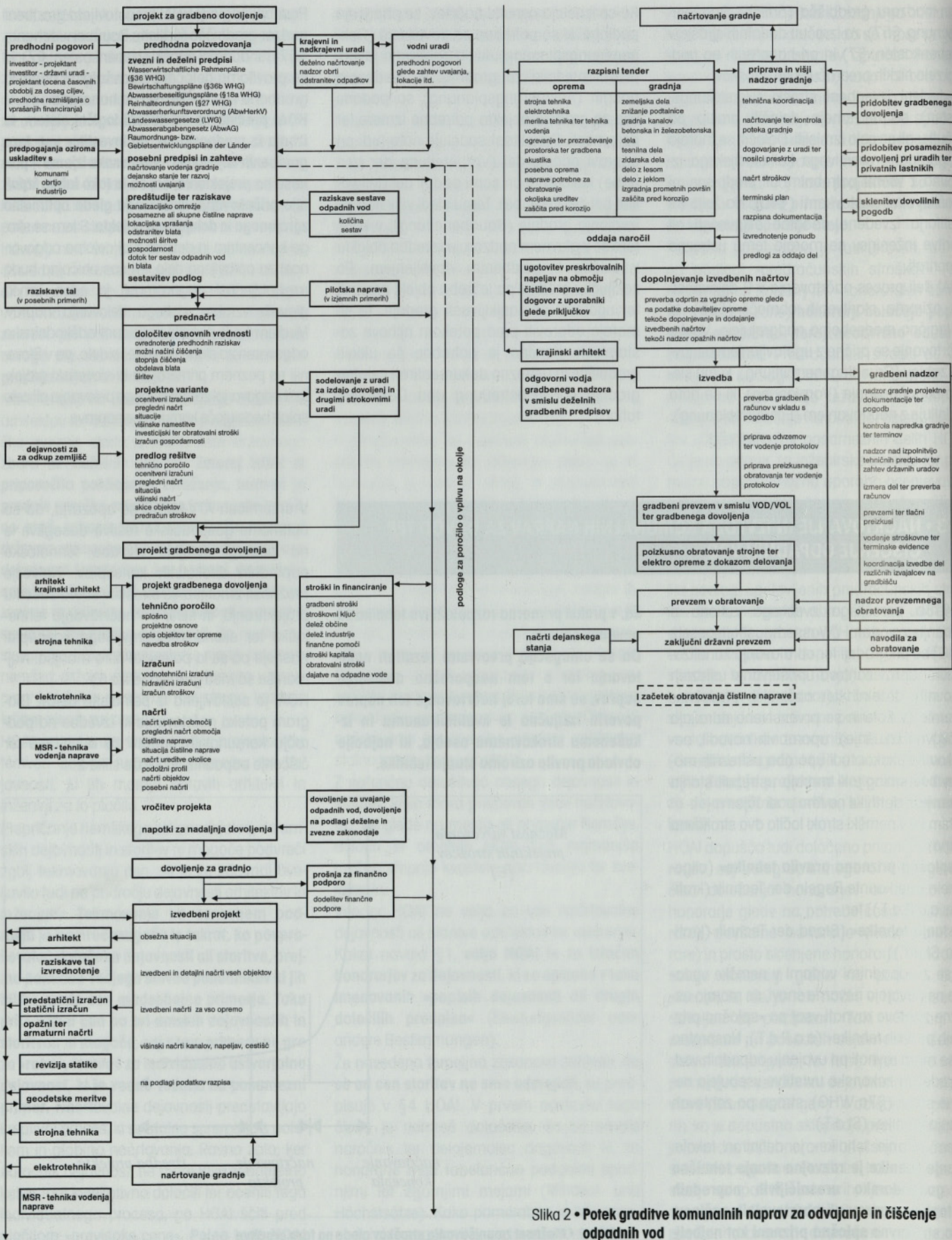
Da se omogočijo prvovrstni rezultati načrtovanja ter s tem neoporečno delovanje naprav, se sme torej načrtovanje teh naprav poveriti izključno le kvalificiranemu in izkušenemu strokovnemu osebju, ki najbolj obvlada pravila oziroma stanje tehnike.

V smernicah ATV-M200 se opozarja, da so optimalne gospodarske rešitve dosegljive le na podlagi detaljne izvedbe tehnološko naprednih strokovnih konceptov. Največje možnosti zmanjšanja stroškov so na začetku projektiranja, in sicer pri načrtovanju tehnološko ter ekonomsko pravilnega koncepta. Kasneje pa se ta potencial hitro manjša. Najmanjše so med gradnjo (slika 1).

HOAI je sestavljena iz petnajstih delov. Diagram poteka načrtovanja in izvedbe na področju komunalnih naprav za odvajanje ter čiščenje odpadnih vod kaže slika 2.



Slika 1 • Možnost zmanjševanja stroškov glede na fazo graditve



Slika 2 • Potek graditve komunalnih naprav za odvajanje in čiščenje odpadnih vod

4 • SKLEP

Ker mora torej naročnik v Nemčiji za določeno projektantsko dejavnost ali storitev plačati pri vsakem projektantu enako visok, zakonsko (s HOAI) določeni honorar, lahko poveri na primer projekt čistilne naprave neposredno (brez razpisa) strokovno najbolj kreativnemu in izkušnemu projektantu, ki mu zaupa in se nanj lahko zanese s ciljem, da mu bo le-ta našel ter izdelal tehnološko ter stroškovno optimalno rešitev. Tako naročnik kakor tudi projektant sta zakonsko vezana na v HOAI določeni honorar, ki zadovoljuje ekonomske potrebe projektanta in mu omogoča finančno neodvisnost ter optimalno umsko dejavnost. **Zatorej je v Nemčiji razpis za umske dejavnosti najstrožje prepovedan!** Od prednačrtovanja do izvedbe in predaje objekta odgovorni projektant v imenu naročnika aktivno spremlja in če se izkaže za potrebno (tudi glede na stanje tehnike) spreminja ali dopolnjuje izvedbeni proces.

Z direktno izbiro strokovno dobrega in izkušnega projektanta se v Nemčiji dosegajo tehnološko ter gospodarsko optimalne rešitve. Dober projektant doseže praviloma znatno nižje dejanske končne investicijske stroške. Ker je vsak projektant (glede na HOAI) honoriran izključno po višini teh dejanskih investicijskih stroškov, to pomeni, da bo končno dobil dober in izkušen projektant (zaradi nižjih končnih dejanskih izračunskih stroškov) tudi manjši honorar kot slab in razsipni načrtovalec objektov. **Torej doseže za primer nemški župan z neposredno izbiro projektanta optimalne končne investicijske stroške na podlagi najnižjih (zakonsko predpisanih) honorarjev!!!**

Pri nas je strokovna kakovost projektanta nepomembna, saj se na podlagi razpisa vedno vzame najcenejši ponudnik, ne glede na njegovo strokovno usposobljenost. Ker je ponujeni projektantski honorar veliko prenizek (drugače na razpisu ne bi bil najcenejši), ima naš projektant samo dve možnosti:

- 1) vložil bo le toliko dela, kolikor mu dopušča ta nezadostni honorar ali
- 2) povezal se bo z bodočim izvajalcem, ki mu bo naknadno »dopolnil« honorar.

V obeh primerih bo naročnik na prvi pogled sicer »privarčeval« nekaj tisoč tolarjev, vendar bo to kasneje nekaj stokrat ali tisočkrat preplačal na račun zelo pomanjklivega načrtovanja oziroma na račun pristranske izbire tehnologije ter izvajalca, ki ga ta projektant zastopa. Od izvajalca odvisni projektant

namreč ni zainteresiran naročniku izbrati tehnološko najboljšo ter ekonomsko optimalno rešitev. Prenizek honorar projektantu ne dopušča iskanje ter primerjavo boljših tehničnih ter stroškovnih možnosti rešitev. Iz ekonomskih razlogov je prisiljen izdelati pomanjkljivo dokumentacijo ali »vsiliti« tehnologijo podjetja, ki ga plačuje, ne glede na previsoko ceno, slabšo kakovost ter previsoke obratovalne stroške take naprave. Na ta način »privarčevani« honorar povzroči tako nepotrebni nekaj desetkratni izdatek za drago, slabo delujočo napravo. **Koliko časa si bomo lahko še privoščili tako razsipavanje finančnih sredstev ter izredno slabo zaščito okolja?**

Podobno, kakor svojčas pri nas, se v Nemčiji še vedno opravlja državni strokovni nadzor ter revizija projektov na t.i. vodnih skupnostih (Wasserwirtschaftsamts). Na žalost vsak novi režim uniči najprej vse v preteklosti zelo dobro delujoče ustanove, saj mora iz političnih razlogov dokazati, da je bil pretekli režim slab. Torej se je pri nas pod motom »strokovne svobode« oziroma z izgovorom na Bruselj ukinitel državni strokovni nadzor ter revizija projektov ter dopustila popolna strokovna anarhija. Državne urade so preplavili mladi »politični strokovnjaki«, ki so sicer do vratu oboženi s titulami in teorijo, nimajo pa nobenih strokovnih izkušenj. Ker so pospravili s starejšimi, desetletja v praksi strokovno izkušenimi kadri, so popolnoma izgubili vsak stik s prakso. Področja stroke, ki jih ne obvladajo, skušajo razdrobiti ter »stare mačke« odstraniti za vsako ceno. Da se tega ne opazi, predvsem pa, da se izključi vsaka strokovna razprava (ali konkurenca), se v razpisih s formalnimi sredstvi vnaprej prepreči vsaka naknadna strokovna primerjava tehnologij ter obratovalnih stroškov. Zatorej se v projektih dokumentacijah in v razpisih iz dneva v dan povečuje število zahtevanih »izredno pomembnih« formalnih zahtev (obrazcev, potrdil, izjav itd.) in zmanjšuje obseg in uničuje vsebina strokovnega dela. V projektni dokumentaciji že predvidene zastarele, slabo delujoče ali predrage tehnologije je pri nas nemogoče naknadno spremeniti ali nadomestiti.

Vedno, kadar naredimo kaj narobe, se praviloma zatekamo k navedbam, kdo na tem širnem svetu ima nekaj podobnega. Zakaj ne bi enkrat za spremembo prevzeli tudi nekaj pametnega in v praksi preizkušenega? HOAI se je namreč rodila že leta 1871.

HOAI ne obsega samo plačilo načrtovalca, temveč določa tudi obseg dejavnosti in storitev, ki ga morajo arhitekti ter inženirji izpolniti za to plačilo. S tem se jasno opredeljuje in koncentrira tudi njihova strokovna odgovornost. Pri nas je ravno obratno, s čim večjo razdrobljenostjo se skuša doseči čim manjša tako politična kakor tudi strokovna odgovornost. Na podlagi poplave medsebojno neusklojene tehnične zakonodaje so se vsi državni mehanizmi regulative ter kontrole skvarili in izključili do te meje, da dandanes nikomur ni treba več pravno ali finančno odgovarjati. Nemški pregovor pravi, da pes ugrizne vedno zadnjega. Zatorej sta grešna kozla postali območji inšpekcijskih služb ter sodstvo.

Navajam citat iz Zakona o varstvu okolja s komentarjem, kjer se na strani 13 že davnega leta 1994 za tedanjo preteklost ugotavlja naslednje: *»... po drugi strani pa (politični) sistem v celoti ni mogel ali ni hotel zagotavljati strogega spoštovanja obstoječih predpisov in je zaradi ekonomskih, socialnih in drugačnih razlogov samemu sebi delil odpustke in tako ustvarjal splošno klimo, v kateri je bilo spoštovanje predpisov enostavno nesmiselno. Svoje sta k temu dodali še specifično organizirana in zaradi vrste razlogov neučinkovita inšpekcija ter odsotnost učinkovitih kazenskih sankcij... Paradoksalno je odsotnost pravne države oziroma njena specifičnost sovpadala s hipertrofijo in nepreglednostjo predpisov. Tako je bilo na področju varstva okolja nad 300 različnih predpisov, vendar to okolja ni prav nič bolj zaščitilo. Nekonsistentnost sistema se je kazala tudi v različnih hierarhičnih nivojih predpisov, ki so urejali enake zadeve. Lahko rečemo, da je bil skladno s splošno neučinkovitostjo sistema socialističnega samoupravljanja neučinkovit tudi podsistem varstva okolja. Posledica vsega tega je bila seveda specifična pravna kultura državljanov, bodisi posameznikov, bodisi podjetij in ne nazadnje same države. Značilno je (bilo) splošno nespoštovanje ali ignoriranje pravnega sistema, čemur so po svoje prispevali tudi državni organi s svojevrstnim razumevanjem pravnega sistema in vloge v njem.«* Ali se je dandanes (razen še neprimerno večje poplave predpisov) karkoli spremenilo?

Še enkrat želim ponoviti naslednje:

HOAI je nastala iz prepričanja, da se dejavnosti arhitektov ter inženirjev kot umske dejavnosti in storitve ne dajo in ne smejo medsebojno primerjati le na podlagi najnižje ponujenega honorarja. Tekmovanje na podlagi cene je namreč dopustno le takrat, ko se ponujajo enake, med vseboj primerljive de-

javnosti večjega števila ponudnikov. Primerjava ponudb umskih dejavnosti pa ni možna, saj se ne primerja določena »snov«, temveč individualno ustvarjanje, ki se vedno veže na posamezno rešitev. Načrtovalne dejavnosti in storitve predstavljajo kreativni proces, ki se med načrtovanjem stalno spreminja. Ker ta individualni proces glede na količino in kakovost investitor vnaprej ne more oceniti, je s

HOAI zaščiteno tudi pred »previsokimi honorarji«. HOAI zato ne služi samo obojestranski zaščiti uporabnikov, temveč omogoča med naročnikom ter projektantom tudi odnos medsebojnega zaupanja. S tem, da HOAI zahteva in natančno predpisuje obseg dejavnosti, ki jo mora projektant izvesti za določen honorar, zagotavlja tudi zadostno kakovost projektiranja ter svetovanja. Še

posebno pomembno je načelo, da se honorar obvezno določa brez vplivov strank. Načrtovalcu je omogočeno, da poišče in izdela za naročnika optimalno rešitev ter vodi in nadzoruje gradbeno izvajanje ter opremljanje v smislu želja in zahtev delodajalca samo v primeru, da za svoje delo prejme zadostni honorar in ni odvisen od tujih finančnih interesov ali od podjetij, ki izvajajo dela.

5 • POST SCRIPTUM

Po oddaji tega članka sem bil opozorjen na Tarifne pogoje projektantskih storitev (TPPS) na spletni strani IZS, ki jih je 19. 10. 2004 sprejela skupščina IZS in še vedno čakajo na potrditev MOP-a.

Upam, da bodo ti tarifni pogoji še dolgo čakali na to potrditev, saj sem mnenja, da bodo zelo škodovali naši stroki, saj bodo dokončno »zabetonirali« nespametno in finančno zelo potratno tekmovanje v znižanju honorarjev (razpisovanje) umskih storitev ter dejavnosti.

Honorarne tabele in določila ostanejo tako pri nas še nadalje le zgornja meja za politični dokaz »privarčevane« višine honorarjev »pogoltnih« projektantov. Pri tem se bodo politiki lahko sklicevali celo na zlorabljeno nemško zakonodajo, saj bodo navajali, da so bili ti TPPS izdelani celo v skladu s HOAI. Vendar so se pri tem namenoma »spregledale« osnovne zahteve HOAI:

1) razpisovanje umskih storitev ter dejavnosti je strogo prepovedano,

2) zakonsko predpisana (in tako z vso težo državnega pravosodja podprta) pravica projektanta do zadovoljive višine honorarjev za njegovo neodvisno strokovno delo in

3) nujna je vzpostavitev odnosa medsebojnega zaupanja med investitorjem ter projektantom.

Tako oskrunjena ter brezzoba HOAI se bo namreč uporabljala kot alibi za še hujše tekmovanje znižanja cen ter nadaljnji padeec strokovnosti.

Strokovno / politični farski predpisa in priročnika o izdelavi projektne dokumentacije se tako obeta ustrezno nadaljevanje!

6 • LITERATURA

HOAI Textausgabe; Bauverlag GmbH, Wiesbaden und Berlin.

ATV-A106, Entwurf und Bauplanung von Abwasserbehandlungsanlagen, oktober 1995.

ATV-M200, Grundsätze für die Abwasserentsorgung in ländlich strukturierten Gebieten, maj 1995.

Maleiner, F., Projektiranje in obratovanje komunalnih bioloških čistilnih naprav v smislu nemških DWA smernic, 14. strokovni seminar, 12. 10. 2005.

Čebulj, Pihler, Prančič, Zakon o varstvu okolja s komentarjem, Gospodarski vestnik, Ljubljana, 1994.

Pripombe na članka prof. dr. Mitja Rismala: Sekvenčne (SBR) ali kontinuirne čistilne naprave za čiščenje komunalnih odpadnih vod, Gradbeni vestnik, julij 2004 ter Primerjava »CAST«, »SBR« in kontinuirne čistilne naprave, Gradbeni vestnik, december 2005

Naslova obeh člankov skušata ustvariti vtis splošne primerjave postopkov, zato želim analizirati ter določiti snovi ter območja teh medsebojnih primerjav.

V člankih naj bi se torej primerjale naslednje naprave:

Kontinuirne čistilne naprave so naprave s stalnim pretokom. V to skupino lahko uvrščamo eno ali večstopenjske aerobne in anaerobne čistilne naprave. Ostanimo le pri enostopenjskih aerobnih sistemih. Te čistilne naprave lahko delimo na rastlinske naprave, lagunske naprave, precejalnice, potopnike, naprave s poživljenim blatom, membranske naprave itd. Že samo enostopenjske biološke naprave velikosti nad 5.000 PE uvrščajo nemške smernice ATV-A131 (točka 4.1.1) (glede na zahteve dimenzioniranja) v naslednjih pet skupin:

- čiščenje odpadnih vod brez nitrifikacije,
- čiščenje odpadnih vod z nitrifikacijo,
- čiščenje odpadnih vod z nitrifikacijo in denitrifikacijo,
- čiščenje odpadnih vod z nitrifikacijo, denitrifikacijo in stabilizacijo blata,
- dodatni ukrepi za odstranitev fosforja.

Kontinuirne čistilne naprave se medsebojno zelo razlikujejo tudi glede na velikost biološke obtežbe. Tako se na primer majhne čistilne naprave med 50 in 500 PE načrtujejo po smernicah ATV-A122, male čistilne naprave med 500 in 5.000 PE po ATV-A126, že omenjene enostopenjske biološke naprave nad 5.000 PE po ATV-A131, lagunske čistilne naprave po ATV-A201 in ATV-A257, precejalnice in potopniki po ATV-A281 itd.. Iz vse te ogromne množice različnih kontinuirnih čistilnih naprav v člankih ni nikjer definiran »zastopnik« kontinuirnih naprav, ki je bil predmet teh primerjav!

SBR čistilne naprave (ATV-M210) so naprave s šaržnim pretokom. V ATV-DVWK-komentarju k ATV-smernicam z naslovom: »Bemessung von Belebungs- und SBR-Anlagen« jih prof. dr. ing. Rolf Kayser na strani 91 deli v tri glavne variante:

- naprave s kontinuirnim dotokom odpadnih vod,
- naprave s šaržnim dotokom odpadnih vod brez predhodnega izravnalnega bazena (Vorspeicher) ter
- naprave s šaržnim dotokom odpadnih vod s **predhodnim izravnalnim bazenom** (Vorspeicher).

Torej pri dveh od teh treh variant bazeni za izravnavo dotokov niso potrebni. Prav tako običajno ni potreben izravnalni bazen za izravnavo diskontinuirnega odtoka, saj se ta namešča le pri količinsko slabotnih vodotokih. Pri zelo slabotnih nemških vodotokih sem moral svojčas namestiti nekaj izravnalnih lagun celo na iztokih kontinuirnih čistilnih naprav. Za primerjavo je avtor torej pristransko izbral prostorninsko najbolj obsežno tretjo varianto SBR – naprav, z obema dodatnima izravnalnima bazenoma.

CAST (Cyclic Activated Sludge Technology) predstavlja eno izmed podvariant SBR – postopka čiščenja komunalnih odpadnih vod. Torej naj bi se CAST – čistilna naprava v članku primerjala istočasno z nedefinirano kontinuirno napravo kakor tudi z načinom, ki mu pripada?

Komunalne čistilne naprave običajno sestojijo iz štirih, medsebojno odvisnih stopenj:

- mehanske stopnje,
- biološke stopnje,
- kemične stopnje ter
- stopnje obdelave blata.

Torej sta že naslova člankov zmotna, saj se v člankih medsebojno **ne primerjajo celotne čistilne naprave** (nemško: Kläranlagen), **temveč izključno le računske prostornine bioloških stopenj** (nemško: Belebungsanlagen), in to brez upoštevanja medsebojnih vplivov teh različnih stopenj kakor tudi različnih delovanj bioloških stopenj (na primer različnih količin ter lastnosti blata, potrebnega črpanja povratnega blata, različnih obratovalnih stroškov itd.).

V ATV-DVWK-komentarju piše prof. dr. ing. Rolf Kayser na strani 88:

»V okviru intenzivno vodenih diskusij o možnih znižanjih stroškov čiščenja komunalnih odpadnih vod se često in z različnimi argumenti dokazuje, da so zajezitvene naprave bolj ekonomične kakor kontinuirne naprave. Vendar je taka primerjava možna le na podlagi enakih zahtev čiščenja in enakih specifičnih obtežb naprav (npr.: ista obtežba blata (B_{TS}))«

Kako pristransko je avtor članka izbral primerjalne parametre v prid kontinuirnim napravam, je razvidno iz preglednice 1: »Primerjava CAST naprav s kontinuirno napravo«.

Za kontinuirne naprave se namreč v ATV-A131 (točka 4.1.3) predpisujejo vrednosti koncentracije

biološkega blata med 2,5 ter 5,0 kgSS/m³. Za naprave z zvišanim indeksom blata (v točki 4.1.6) se priporočajo celo maksimalne vrednosti pod 4,0 kgSS/m³. Torej se v preglednici z vrednostjo 4,91 kgSS/m³ (v prid kontinuirnim napravam) uporablja le redko dosegljiva zgornja vrednost, medtem ko se za »CAST« s to isto vrednostjo (oziroma s 6,55 kgSS/m³) uporabljajo (prav tako v prid kontinuirnim napravam) znatno prenikne dejanske vrednosti! Pri SBR-postopku (ATV-M210), znatno višje vrednosti koncentracij biološkega blata zaradi šaržnega obremenjevanja zelo nihajo. Pri minimalni prostornini SBR-reaktorja se dosega dejanske koncentracije okoli 10,0 kgSS/m³, medtem ko pri polnemu reaktorju padejo na vrednosti do 5,0 kgSS/m³. Objektivna uporaba teh v strokovni praksi često potrjenih dejanskih vrednosti koncentracije biološkega blata bi tako (v prid SBR- načinom) znatno zmanjšala v člankih pristransko izračunano preveliko prostornino SBR-reaktorjev.

Bistveni prednosti šaržnih (SBR) postopkov sta torej **znatno višja koncentracija biološkega blata ter znatno višja maksimalna in srednja biološka aktivnost blata** (ki je posledica šaržnih obremenitev naprave). Porast biološke aktivnosti se ocenjuje na dodatnih 30 %, kar nekateri ponudniki SBR-postopkov izrabijo celo za okoli 30 %-no redukcijo prostornine SBR-reaktorjev.

V člankih niso omenjene tudi še ostale nemone tarne prednosti SBR – postopkov, kot so: boljši efekt čiščenja, boljše nadaljnje izločanje hranilnih snovi, lažje odvodnjavanje blata, visoka prilagodljivost postopka, lahka širitev naprave itd.

Primerjava »izravnalnih« bazenov ter klasičnih naknadnih usedalnikov le po enakosti skupnega števila in ne tudi po velikosti, funkciji ter njihovih dejanskih stroških je strokovno skrajno neresna. Večinoma tehnološko nepotrebni »izravnalni« bazeni so v gradbeno izvedbenem pogledu zelo enostavni in ceni, prostorninsko nekaj desetkrat manjši od naknadnih usedalnikov ter praviloma ne potrebujejo dodatne strojne in elektro opreme. Nasprotno spadajo naknadni usedalniki med gradbeno najzahtevnejše in s tem najdražje objekte čistilnih naprav. Povrhu potrebujejo tudi še obsežno in drago strojno ter elektro opremo (mostovna strgala, prelivni robovi s potopnimi stenami, odstranitev plavajočega blata, recirkulacija ter črpanje povratnega blata itd.). **Torej se ti bazeni ne razlikujejo**

samo po številu, temveč tudi po funkciji in predvsem po velikosti ter ekstremno visokih investicijskih in obratovalnih stroških.

Ne strinjam se tudi s sklepnimi navedbami avtorja, da je obratovanje in vzdrževanje »SBR« čistilne naprave zahtevnejše od vzdrževanja kontinuirne naprave. Dandanes se v strokovni praksi tudi za kontinuirne naprave zahteva »moderno stanje tehnike«, torej avtomatiziranje obratovalnih postopkov, elektronsko vodenje ter nadzor naprav, daljinsko alarmiranje, evidentiranje in dokumentiranje dogajanj itd. Torej stopnje tehnične opremljenosti čistilnih naprav med seboj odstopajo le nebitno. Nedvomno pa nudi SBR – način boljše možnosti vplivanja na sam postopek čiščenja (ponovitev postopkov, skrajšanje ali podaljšanje določenih faz čiščenja itd.) in s tem te naprave posledično dosegajo tudi boljše čistilne učinke ter nižje

obratovalne stroške čiščenja. Za vsako vrsto ob način čiščenja odpadnih vod pa je seveda prvi pogoj dobro strokovno usposabljanje osebja, da lahko izrabijo vse tehnološke in ekonomske možnosti.

Strinjam se z zaključno zahtevo avtorja, da se sme oziroma se mora dokončna, natančna strokovna odločitev o vrsti in načinu čiščenja odpadnih vod sprejeti **na podlagi natančne določitve investicijskih in pogonskih stroškov čiščenja ter tehnoloških prednosti in pomanjkljivosti posameznih vrst čistilnih naprav.**

Mnenja sem, da na podlagi primejave le trojice pristransko izbranih izračunov bioloških postopkov ni možno določiti skupnega imenovalca za stotine velikosti, vrst, postopkov in variant čistilnih naprav, kaj šele podati pavšalne ocene za pravilno izbiro načina čiščenja oziroma vrste čistilne naprave.

Vsem, ki se, ali se morajo ukvarjati s tem področjem, predlagam, da si ustvarijo realno in nepristransko lastno sliko o obeh načinih čiščenja komunalnih odpadnih vod na podlagi že omenjenega ATV-DVWK-komentarja k ATV-smernicam z naslovom:

Prof. Dr.-Ing. Rolf Kayser: »Bemessung von Belebungs- und SBR-Anlagen«
(www.gfa-verlag.de)

V tem komentarju prof. dr. ing. Rolf Kayser jedrnatost ter strokovno razumljivo podaja ter komentira uporabo »le« dveh smernic: ATV-A131 (»Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen«; maj 2000) ter ATV-M210 (»Belebungsanlagen mit Aufstaubetrieb«; september 1997).

Ljubljana, 30. 12. 2005

Franc Maleiner, univ. dipl. inž. kom.

ODGOVOR AVTORJA

Osnovni namen mojega prispevka v Gradbenem vestniku je kvantificirana primerjava treh postopkov čiščenja: CAST naprave, kontinuirne naprave s simultano nitrifikacijo in denitrifikacijo, in SBR naprave. Pri tem obravnavam le lastnosti biokemičnih reaktorjev z biološko defosfatizacijo in z naknadno sedimentacijo, torej za kakovost čiščenja ključne elemente obravnavanih čistilnih naprav. Drugih načinov čiščenja v članku ne obravnavam. Zato je diskurz Maleinerja o drugih načinih čiščenja zunaj konteksta mojega članka. V predmetnem članku so za vse tri naprave, zaradi enakovredne primerjave, v uporabljenem modelu upoštevane enake lastnosti, količina in ključni tehnološki parametri kinetike procesov čiščenja pri enaki starosti in pripadajoči specifični obremenitvi blata.

V celoti je torej upoštevana samoumevna in logična zahteva prof. dr. Rolf Kayserja, ki jo omenja tudi Maleiner (citiram):

»V okviru izvirno vodenih diskusij o možnih znižanjih stroškov čiščenja komunalnih odpadnih vod se večkrat in z različnimi argumenti dokazuje, da so zajezitvene naprave bolj ekonomične kakor kontinuirne naprave. Vendar je taka primerjava možna le na podlagi enakih zahtev čiščenja in enakih specifičnih obtežb naprav (npr.: ista obtežba blata (B_{TS})).« V ATV-DVWK-komentarju piše prof. dr. ing. Rolf Kayser na strani 88. Kayser torej ne ocenjuje CAST in SBR, ki sta zajezitveni napravi. Poudarja pa, da je potrebno različne naprave presojati pod enakimi pogoji. To pa je tudi vsebina mojega članka.

Pri vseh treh napravah sem upošteval aerobno stabilizacijo blata (starost biol. blata 25 dni), ki se pri velikostnem razredu naprav v Sloveniji in tudi v svetu najbolj pogosto uporablja.

Iz rezultatov modela na slikah od 8 do 11 je razvidno:

1. da je glede eliminacije BPK_5 in N_{tot} najbolj učinkovita sekvenčna čistilna naprava SBR (v obravnavanem članku slika 11). Sledi ji kontinuirna naprava s simultano nitrifikacijo- denitrifikacijo z nekoliko višjo koncentracijo BPK_5 in N_{tot} (slika 10).

Za njo je CAST z enako koncentracijo BPK_5 kot pri kontinuirni napravi, vendar nekoliko višjo koncentracijo N_{tot} (slika 10).

Od CAST slabše rezultate, po eliminaciji N_{tot} , ima edino kontinuirna naprava z ločenima reaktorjema za nitrifikacijo-denitrifikacijo in običajno recirkulacijo 1+4 (v obravnavanem članku slika 9).

Časovni potek in kakovost čiščenja BPK_5 v obeh napravah, CAST in v kontinuirni napravi s simultano nitrif-denitrifikacijo, pa sta enaka.

2. Koncentracija N_{tot} v efluentu CAST je višja od SBR in tudi od naprave s simultano nitrifikacijo-denitrifikacijo.

3. Vzrok za opisane razlike je razviden na slikah od 8 do 11:

Medtem ko poteka čiščenje BPK_5 in N_{tot} pri SBR v izrazito nestacionarnem režimu, pa poteka pri CAST v nestacionarnem režimu le nitrifikacija – denitrifikacija, vendar mnogo počasneje. CAST je torej kombinacija kontinuirne in SBR naprave. Procesi čiščenja v CAST potekajo popolnoma enako kot pri kontinuirni napravi z intermitirano nitrifikacijo-denitrifikacijo.

V CAST (slike v članku od 8 do 11) poteka eliminacija BPK_5 v stacionarnem, nitrif-denitrifikacija pa sicer v nestacionarnem režimu, enako kot v napravah z intermitirano nitrifikacijo- denitrifikacijo. Zato so tudi lastnosti (usedljivost blata) v obeh napravah, kontinuirni in CAST, enake.

Da je tako, pa izrecno opozarja tudi prof. dr. Rolf Kayser:

V CAST »zajezitvenih napravah« (Aufstau Anlagen) z diskontinuirnim polnjenjem (A1, B1) prihaja enako kot pri kontinuirnih napravah s popolnim premešanjem v bioloških bazenih do z rastjo nitastih organizmov povzročene »napihnjene blata«, še posebej, če so v odpadni vodi prisotne odplake mlekarne in druge živilske industrije. (Kayser, ERNST & SOHN ATV-HANDBUCH 1996 biologische und weitgehende Abwasserreinigung, Kapitel 5. stran 366, 5.3.3.3 Betriebliche Besonderheiten)

Zato mnenju Malajnerja, da sem v razpredelnici 1. »pristransko« izbral primerjalne parametre v prid kontinuirnim napravam oziroma da sem za CAST izbral prenizke koncentracije biološkega blata, ne morem pritrditi.

Kar se tiče enostavnosti in s tem tudi stroškov obratovanja je nesporno, da potrebujejo CAST in SBR naprave zaradi diskontinuirnega polnjenja in praznjenja več elektro-strojne opreme za avtomatske vklope – izklope ventilov in črpalk, vklope – izklope aeratorjev, mešal, črpalk za povratno blato in za odvzem očiščene vode itd.

Načeloma naj bi imele v tehniki prednost enostavnejše in glede sposobnosti čiščenja fleksibilne naprave z manj avtomatike, če so poleg kakovosti čiščenja enakovredne tudi glede skupnih investicijskih, pogonskih in vzdrževalnih stroškov. K temu naj še dodam mnenje prof. dr. Kayserja, ki navedenemu mnenju posredno pritrjuje:

Simultana denitrifikacija (opomba pisca članka: v kontinuirnih napravah s starostjo blata 25 dni) je najbolj fleksibilen postopek za eliminacijo dušičnih spojin, ker jo omogoča prilagoditev vsem spremembam odpadne vode (*Planung von Kläranlagen zur Nährstoffelimination, Berichte aus Wassergüte und Abfallwirtschaft, str. 95, Technische Universität München 1991*).

Ljubljana, 5. 1. 2006

Mitja Rismal

NOVI DIPLOMANTI

UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Polonca Križmančič, Urejanje cest po sistemu "2 + 1", mentor doc. dr. Alojzij Juvanc

Bernarda Oblak, Kolesarske povezave v posavskem hribovju na območju Litije, mentor doc. dr. Tomaž Maher, somentor asist. dr. Peter Lipar

Igor Burgar, Razvrščanje lesa z nedestruktivnimi metodami, mentor izr. prof. dr. Goran Turk

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Mojca Horvat, Izdelava preglednic in grafikonov za dimenzioniranje armiranobetonskih prerezov v skladu z evropskim standardom EN 1992-1-1:2004, mentor doc. dr. Jože Lopatič

Rok Lunar, Ocena prometne varnosti na dvopasovnih izvenmestnih cestah s programom IHSDM, mentor doc. dr. Alojzij Juvanc, somentor asist. dr. Peter Lipar

Primož Jurjavčič, Stabiliziranje zmesi kamnitih zrn za nosilne plasti voziščnih konstrukcij, mentor prof. dr. Janez Žmavc

Tomaž Lavrenčič, Preboj pri gobastih ploščah brez vut, mentor doc. dr. Boštjan Brank

Jože Borovšak, Projektiranje jeklenih rezervoarjev na potresno obtežbo, mentor prof. dr. Darko Beg

Goran Skube, Analiza merjenih padavin v Zgornjesavski dolini, mentor izr. prof. dr. Matjaž Mikoš

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ VODARSTVO IN KOMUNALNO INŽENIRSTVO

Aleš Košorog, Izhodišča za izvajanje direktive EU o politiki do voda, mentor prof. dr. Mitja Brilly, somentor izr. prof. dr. Damjana Drobne

Andraž Rojnik, Ureditev Selške Sore na odseku od Dermotovega jezua do Dolenčevega jezua, mentor izr. prof. dr. Matjaž Mikoš

Jana Skubic, Vpliv obremenitve in morfologije jezera na kakovost jezera, mentor izr. prof. dr. Boris Kompare, somentor asist. dr. Nataša Atanasova

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Darko Pavlec, Radiofrekvenčna identifikacija (RFID) v gradbeništvu, mentor red. prof. dr. Danijel Rebolj

Tomaž Prasnic, Vodenje gradbenih projektov komunalne javne infrastrukture v mestni občini Velenje, mentor red. prof. dr. Mirko Pšunder, somentor Miha Glavič

Jaka Veljko Vuga, Predinvesticijska zasnova »Wellness park hotela Cerklje«, mentor red. prof. dr. Mirko Pšunder, somentor doc. dr. Metka Sitar

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Gorazd Gerlič, Izdelava programske opreme za razporeditev potresne obtežbe na elastične okvirne konstrukcije, mentor izr. prof. dr. Matjaž Skrinar, somentor Aljoša Klobučar, univ. dipl. inž. grad.

Mladen Jug, Načrtovanje odlagališča nenevarnih odpadkov, mentor doc. dr. Vesna Smaka Kincl, somentor doc. dr. Metka Sitar

Matija Kroflič, Projekt organizacije gradbišča »Zaščita Kompolja« s terminskim planom gradnje, mentor red. prof. dr. Mirko Pšunder

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO – EKONOMSKO POSLOVNA FAKULTETA

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GOSPODARSKEGA INŽENIRSTVA

Borut Barlič, Prestrukturiranje rabe urbanih površin, mentorja doc. dr. Metka Sitar in izr. prof. dr. Borut Bratina

Zoran Gajski, Idejni projekt dovozne poti v naselju Brezina, mentorja izr. prof. dr. Tomaž Tollazzi in doc. dr. Andreja Lutar Skerbinjek

Tomaž Klanšek, Program opremljanja stavbnih zemljišč in raziskava trga stavbnih zemljišč, mentorja doc. dr. Boštjan Kovačič in red. prof. dr. Boris Snoj

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

KOLEDAR PRIREDITEV

2.4. - 6.4.2006

4th International Conference on Unsaturated Soils

Carefree, Arizona, ZDA
www.asce.org/conferences/unsat06/

4.4. - 7.4.2006

Intertraffic Amsterdam 2006

Amsterdam, Nizozemska
www.amsterdam.intertraffic.com
intertraffic@rai.nl

4.4. - 8.4.2006

19. mednarodni sejem gradbeništva in gradbenih materialov

Gornja Radgona, Slovenija
www.pomurski-sejem.si

5.4.2006

Gradbena informatika 2006

Gornja Radgona, Slovenija
mateja.smid@ikpir.fgg.uni-lj.si

23.4 - 26.4.2006

1st ICEC & IPMA Global Congress on Project Management

Cankarjev dom, Ljubljana, Slovenija
www.icec-ipma2006.org
alenka.kregar@cd-cc.si

7.5. - 9.5.2006

ITS America 2006 Annual Meeting & Exposition

Philadelphia, PA, ZDA
www.itsa.org/annualmeeting.html
annualmeeting@itsa.org

15.5. - 18.5.2006

Growth 2006 International Parking Conference & Exposition

Las Vegas, ZDA
www.parking.org

18.5 - 21.5.2006

2006 Structures Congress

St. Louis, Missouri, ZDA
www.asce.org/conferences/structures2006/17/

21.5. - 24.5.2006

International conference on BRIDGES

Dubrovnik, Hrvaška
secon@grad.hr

31.5 - 2.6.2006

Mobility Trends

Paris, Francija
www.mobilitytrends.com

4.6 - 6.6.2006

8th International Symposium Transport Noise and Vibration 2006

St. Petersburg, Rusija
<http://webcenter.ru/~eeaa/tn06/>
eeaa-vaa@peterlink.ru

4.7. - 7.7.2006

Infrastructure Facilities Asia 2006

Singapur
www.infrastructure-asia.com
enquiry@hqinterfama.com

4.8 - 6.8.2006

International Conference on Physical Modelling in Geotechnics 2006

Hong Kong, Hong Kong
www.icpmg2006.ust.hk/onlinesubmission.htm
stse@ust.hk

6.8. - 10.8.2006

WCTE 2006 - World Conference on Timber

Portland, Oregon, ZDA
www.alexschreyer.de/eng/w_conf.htm
jamie.legoe@oregonstate.edu

14.8 - 16.8.2006

ASCE - Operating Reservoirs in Changing Conditions

Sacramento, California, ZDA
www.asce.org/conferences/am06/abstract.cfm

4.8 - 17.8.2006

STESSA 2006 - Behaviour of Steel Structures in Seismic Areas

Yokohama, Japonska
www.serc.tiftech.ac.jp/stessa2006/
wada@serc.tiftech.ac.jp

29.8. - 1.9.2006

12th European Conference on Composite Materials

Biarritz, Francija
www.paginas.fe.up.pt/ECCM12/
eccm12@lcts.u-bordeaux1.fr

6.9 - 8.9.2006

6st European Conference on Numerical Methods in Geotechnical Engineering

Graz, Avstrija
www.numge06.tugraz.at
numge06@tugraz.at

6.9 - 10.9.2006

10th IAEG Congress Engineering geology for tomorrow's cities

Nottingham, Anglija
www.iaeg2006.com
contact@iaeg2006.com

11.7 - 13.7.2006

Aerodynamics and Ventilation of Vehicle Tunnels

Portorož, Slovenija
www.bhrgroup.com/confsite/av06home.htm
bastle@bhrgroup.com

13.9. - 15.9.2006

IABSE Symposium on Responding to Tomorrow's Challenges in Structural Engineering

Budimpešta, Madžarska
www.iabse.hu
iabse@asszisztencia.hu

25.9 - 30.9.2006

7th International Symposium on Environmental Geochemistry

Peking, Kitajska
www.iseg2006.com/welcome.htm
iseg2006@vip.skleg.cn

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