

GRADBENI VESTNIK

GLASILO
ZVEZE DRUŠTEV
GRADBENIH
INŽENIRJEV
IN TEHNIKOV
SLOVENIJE

Poština plačana pri
pošti 1102 LJUBLJANA

**JUNIJ
2001**



**1951
2001**

Glavni in odgovorni urednik:

Prof.dr. Janez **DUHOVNIK**

Lektorica:

Alenka **RAIČ - BLAŽIČ**

Tehnični urednik:

Danijel **TUDJINA**

Uredniški odbor:

Doc.dr. Ivan **JECELJ**

Andrej **KOMEL**, u.d.i.g.

Mag. Gojmir **ČERNE**

Prof.dr. Franci **STEINMAN**

Prof.dr. Miha **TOMAŽEVIC**

Janja **PEROVIC-MAROLT**, u.d.i.g.

Tisk:

TISKARNA LJUBLJANA d.d.

Količina: 900 Izvodov

Revijo izdaja **ZVEZA DRUŠTEV GRAD-BENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE**, Ljubljana, Karlovska 3, telefon/faks: 01 422-46-22, ob finančni pomoči Ministrstva RS za znanost in tehnologijo, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani ter Zavoda za gradbeništvo Slovenije.

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

Letno izide 12 števil. Letna naročnina za individualne naročnike znaša 5000 SIT; za študente in upokoјence 2000 SIT; za gospodarske naročnike (podjetja, družbe, ustanove, obrtnike) 40500 SIT za 1 izvod revije; za naročnike v tujini 100 USD. V ceni je vštēt DDV.

Žiro račun se nahaja pri Agenciji za plačilni promet, Enota Ljubljana, številka: 50101-678-47602.

Navodila avtorjem za pripravo člankov in drugih prispevkov

1. Uredništvo sprejema v objavo znanstvene in strokovne članke s področja gradbeništva in druge prispevke, pomembne in zanimive za gradbeno stroko.

2. Znanstvene in strokovne članke pred objavo pregleda najmanj en anonimen recenzent, ki ga določi glavni in odgovorni urednik.

3. Besedilo prispevkov mora biti napisano v slovenščini.

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

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

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

7. Poglavja in razdelki so lahko oštevilčeni.

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

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

10. Uporabljenā in citirana dela morajo biti navedena med besedilom prispevka z oznako v obliki [priimek

prvega avtorja, leto objave]. V istem letu objavljena dela istega avtorja morajo biti označena še z oznakami a, b, c, itn.

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

12. Način objave je opisan s podatki: knjige: založba; revije: ime revije, založba, letnik, številka, strani od do; zborniki: naziv sestanka, organizator, kraj in datum sestanka, strani od do; raziskovalna poročila: vrsta poročila, naročnik, oznaka pogodbe; za druge vrste virov: kratak opis, npr. v zasebnem pogovoru.

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

14. Prispevke je treba poslati glavnemu in odgovornemu uredniku prof. dr. Janezu Duhovniku na naslov: FGG, Jamova 2, 1000 LJUBLJANA. 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 treh izvodih in v elektronski obliki (**WORD, EXCEL, AVTOCAD, DESIGNER**).

Uredniški odbor

VSEBINA - CONTENTS

Članki, študije, razprave
Articles, studies, proceedings

Stran 130

Marko Završki, Vukašin Ačanski

PROJEKTIRANJE IN IZVEDBA VIADUKTA LOČICA

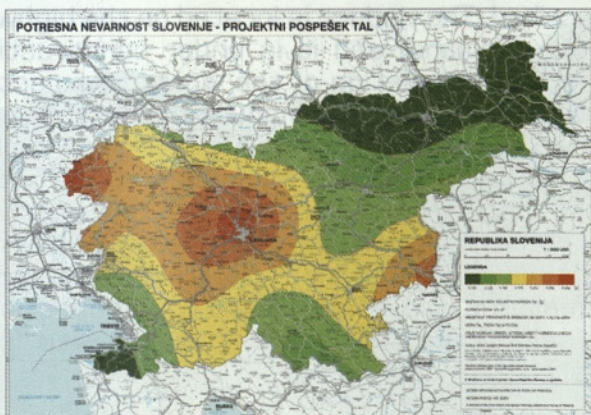
DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE VIADUCT LOČICA

Stran 140

J. Lapajne, B. Šket Motnikar, P. Zupančič

NOVA KARTA POTRESNE NEVARNOSTI - PROJEKTNI POSPEŠEK TAL NAMESTO INTENZITETE

NEW SEISMIC HAZARD MAP - INTEN- SITY REPLACED BY DESIGN GROUND ACCELERATION



Mnenja in odmevi

Stran 149

Svetko Lapajne

K ČLANKU: TRŽNA RAZISKAVA SOVPREŽNIH KONSTRUKCIJ V SLOVENIJI

M. ZAVRŠKI, V. AČANSKI: Projektiranje in izvedba viadukta Ločica

PROJEKTIRANJE IN IZVEDBA VIADUKTA LOČICA

DESIGN AND CONSTRUCTION OF THE VIADUCT LOČICA

STROKOVNI ČLANEK
UDK 624.21 : 625.745.1

MARKO ZAVRŠKI, VUKAŠIN AČANSKI

POVZETEK

V prispevku sta opisana projektiranje in izvedba viadukta Ločica, ki se gradi na odseku avtoceste Vransko – Trojane in bo predan v uporabo do konca oktobra 2001. Viadukt, ki ga tvorita dve prednapeti kontinuirni gredni konstrukciji škatlastega prereza skupne dolžine 869 m in z glavnima razponoma 125.0 in 104.0 m, sodi projektantsko – tehnično in tehnološko – izvedbeno med najzahtevnejše mostove, ki se trenutno gradijo v Sloveniji. V opisu zasnove viadukta so poudarjene glavne značilnosti viadukta, ki so: temeljenje podpor z vodnjaki na pobočju, zasnova potresne izolacije ter gradnja prekladne konstrukcije po sistemu prostokonzolne gradnje.

SUMMARY

In the article, design and construction of the viaduct Ločica, are described. The viaduct is located on the highway section Vransko – Trojane, and it is under construction for the present. The completion of the works is expected by the end of October 2001. The viaduct superstructure consisting of two separated continuous box girders of a total length of 869 metres, with main spans of 125 and 104 metres, is considered as one of the most exacting bridges being constructed in Slovenia at the moment, taking into account its design and construction method. Some typical features are emphasized: well foundations on the slope, seismic protection, and cast-in-situ free cantilever construction of the deck.

Avtorja:

Mag. Marko ZAVRŠKI, univ. dipl. inž. grad., GRADIS Biro za projektiranje MARIBOR, d.o.o., Lavričeva 3, 2000 MARIBOR
Prof. Vukašin AČANSKI, univ. dipl. inž. grad., GRADIS Biro za projektiranje MARIBOR, d.o.o., Lavričeva 3, 2000 MARIBOR

1 UVOD

Viadukt 6-1 Ločica se gradi na avtocestnem odseku Vransko-Trojane med km 73.6 + 45,641 in km 74.5 + 14,285. Sestavljata ga dva samostojna ločena objekta, ki potekata od stičišča avtocestnega nasipa s severnim podaljškom Kozice prek Zaplaninskega potoka in lokalne ceste, nato v srednjem delu po strmem in razvlečenem severnem pobočju Vreskovega griča, prečkata dolino Bolske in magistralno cesto Celje – Ljubljana, na koncu pa se prislonita na strma predpobočja Jasovnika.

Za viadukt lahko poudarimo naslednje značilnosti: dolžino zavorne enote (869,26 m), omejitvev obremenitev v podporni konstrukciji s sistemom potresne izolacije, temeljenje z vodnjaki na pobočju in zelo zahtevno gradnjo prekladne konstrukcije po sistemu prostokonzolne gradnje.

Investitor viadukta je DARS d.d., Celje, Cesta XIV. divizije 4, projektant GIZ Gradis, Biro za projektiranje Maribor, d.o.o., izvajalec del GIZ Gradis, GP Nizke gradnje Maribor, d.d., gradnjo nadzoruje Družba za državne ceste, d.o.o., Tržaška cesta 19a. Viadukt se je pričel graditi

junija 1999 (slika 1), zgrajen pa bo oktobra 2001.

2 ZASNOVA VIADUKTA

2.1 SPLOŠNI PODATKI O OBJEKTU

Viadukt levega pasu leži med km 73.7 + 01,588 in km 74.5 + 14,285. Viadukt desnega pasu leži med km 73.6 + 45,641 in km 74.4 + 95,669. Oba viadukta potekata prek enajstih polj. Dolžine polj levega viadukta so 70,00 + 104,00 + 70,00 + 70,00 + 70,06 + 70,06 + 70,06 + 90,08 + 125,00 + 80,00 + 50,00 = 869,26 m. Dolžine polj desnega viadukta so 70,00 + 104,00 + 70,00 + 70,00 + 69,94 + 69,94 + 69,94 + 69,94 + 125,00 + 80,00 + 50,00 = 848,76 m. Širini obeh viaduktov na delu s skupno osjo sta 13,34 m, na razcepljenem delu pa 12,93 m.

2.2 ELEMENTI CESTNE TRASE

Os levega viadukta poteka tlorisno od km, 77.7 + 01,588 do 73.7 + 85,77 v radiju

$R = 900$ m, od km, 73.7 + 85,77 do km, 73.9 + 05,77 v prehodnici $A = 328,63$, od km, 73.9 + 05,77 do km, 73.9 + 72,21 v premi, od km 73.9 + 72,21 do km, 74.2 + 61,63 v radiju $R = 8000$ m, od km 74.2 + 61,63 do km, 74.3 + 81,66 v prehodnici $A = 565,75$, ter od km, 74.3 + 81,66 do km, 74.5 + 14,285 v radiju $R = 2000$ m.

Os desnega viadukta poteka tlorisno od km, 73.6 + 46,00 do 73.7 + 76,32 v radiju $R = 900$ m, od km, 73.7 + 76,32 do km, 73.9 + 16,88 v prehodnici $A = 377,56$, od km, 73.9 + 16,88 do km 74.2 + 61,63 v radiju $R = 8000$ m, od km 74.2 + 61,63 do km, 74.3 + 81,66 v prehodnici $A = 565,75$ in od km 74.3 + 81,66 do km, 74.4 + 95,669 v radiju $R = 2000$ m.

V vertikalni ravnini poteka os viadukta v konkavnem radiju $R = 90000$ in $R = 80000$ m. Prečni sklon se spreminja od 2,5 % do 3,5 %, vzdolžni sklon na srednjem delu viadukta je $i_v = 2,541$ %.

2.3 PREČNI PROFIL

Prvi del levega in desnega viadukta v v območju razcepljene osi:

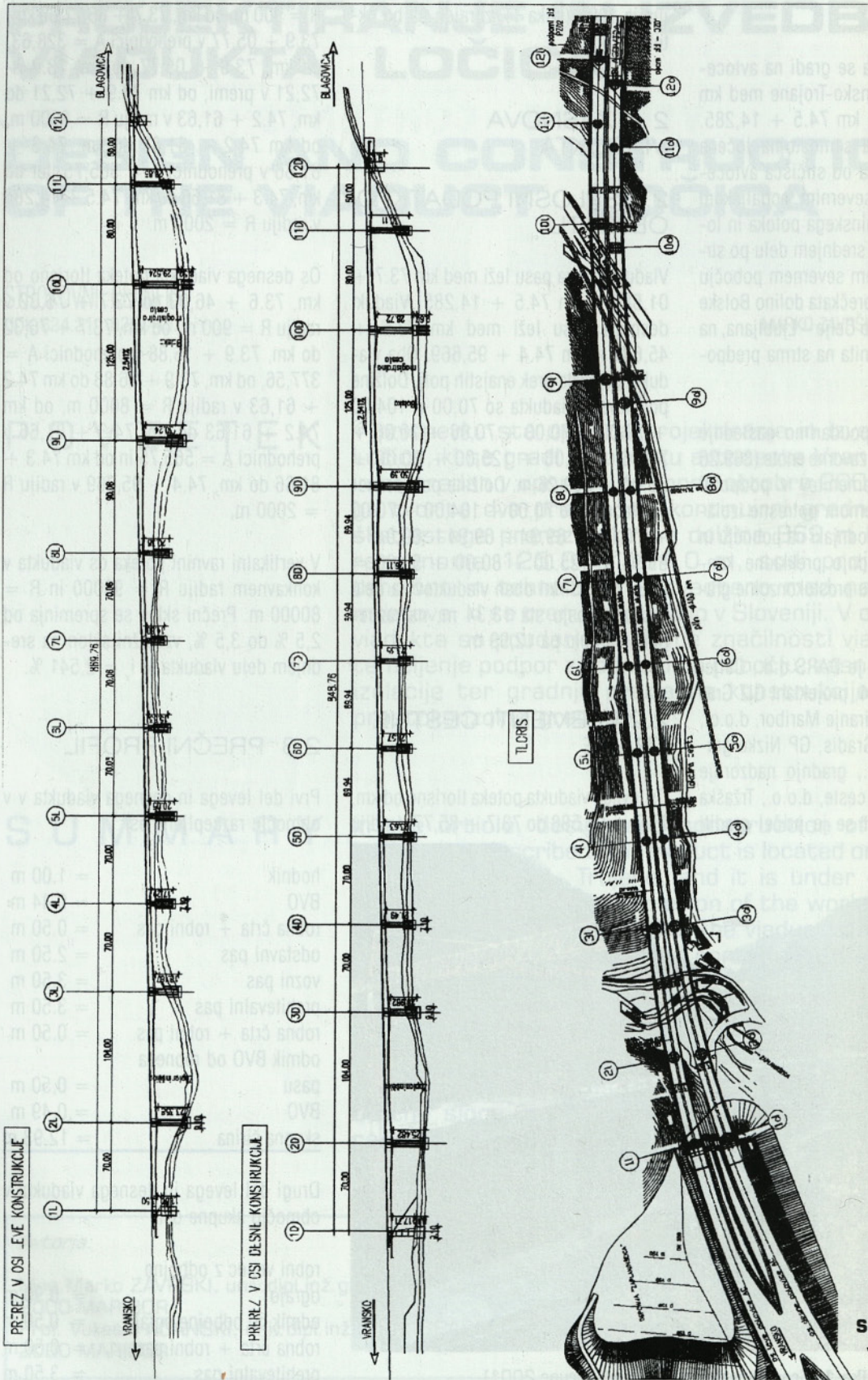
hodnik	= 1.00 m
BVO	= 0.44 m
robna črta + robni pas	= 0.50 m
odstavni pas	= 2.50 m
vozni pas	= 3.50 m
prehitevalni pas	= 3.50 m
robna črta + robni pas	= 0.50 m
odmik BVO od robnega pasu	= 0,50 m
BVO	= 0.49 m
skupna širina	= 12.93 m

Drugi del levega in desnega viadukta v območju skupne osi:

robni venec z odbojno ograjo	= 0.90 m
odmik od odbojne ograje	= 0.50 m
robna črta + robni pas	= 0,50 m
prehitevalni pas	= 3.50 m



Slika 1: Gradnja viadukta Ločica (februar 2001)



Slika 2: Tloris in vzdolžni prerez viadukta

vozni pas	= 3.50 m
odstavni pas	= 2.50 m
robna črta + robni pas	= 0.50 m
BVO	= 0.44 m
hodnik	= 1.00 m
skupna širina	= 13.34 m

2.4 ODMIKI OD OBSTOJEČIH OBJEKTOV

Pod levim in desnim objektom potekajo lokalna cesta, Zaplaninski potok, potok Bolska, magistralna cesta in plinovod. Zagotovljena je svetla višina in predpisani odmik stebrov od magistralne ceste oz. temeljev stebrov od visokotlačnega plinovoda.

2.5 GEOLOŠKO-GEO-MEHANSKE KARAKTERISTIKE TEMELJNIH TAL V OBMOČJU VIADUKTA

Prevladujočo hribinsko osnovo na območju viadukta predstavljajo srednje triasne kamnine, ki se ritmično menjavajo v številnih različicah plitvo pod površjem

grebena Kozice in Vreskovega griča. Zastopajo jih ploščati apnenci s polami ali gomolji roženca, pisanimi laporovci in laporastimi apnenci ter njihovi različni, peščenjaki, skrilavi do ploščati meljevci, laporasti meljevci, brečasti apnenci, dolomiti, glinovci in redkeje tufski peščenjaki. Glede na geološko sestavo tal in strmo pobočje je bilo izbrano globoko temeljenje z okroglimi vodnjaki na kompaktni skali (apnenci, laporovec) pri vseh podporah razen pri podporah 10D in 10L, kjer je izvedeno temeljenje s piloti zaradi prisotnosti podtalnice. Dopustne kontaktne napetosti na stiku dno vodnjaka - temeljna tla so: $q_{dop} = 1200 \text{ kN/m}^2$. Dupustne kontaktne napetosti na konici pilota so 8060 kN/m^2 .

2.6 OBTEŽBA IN PREDPISI

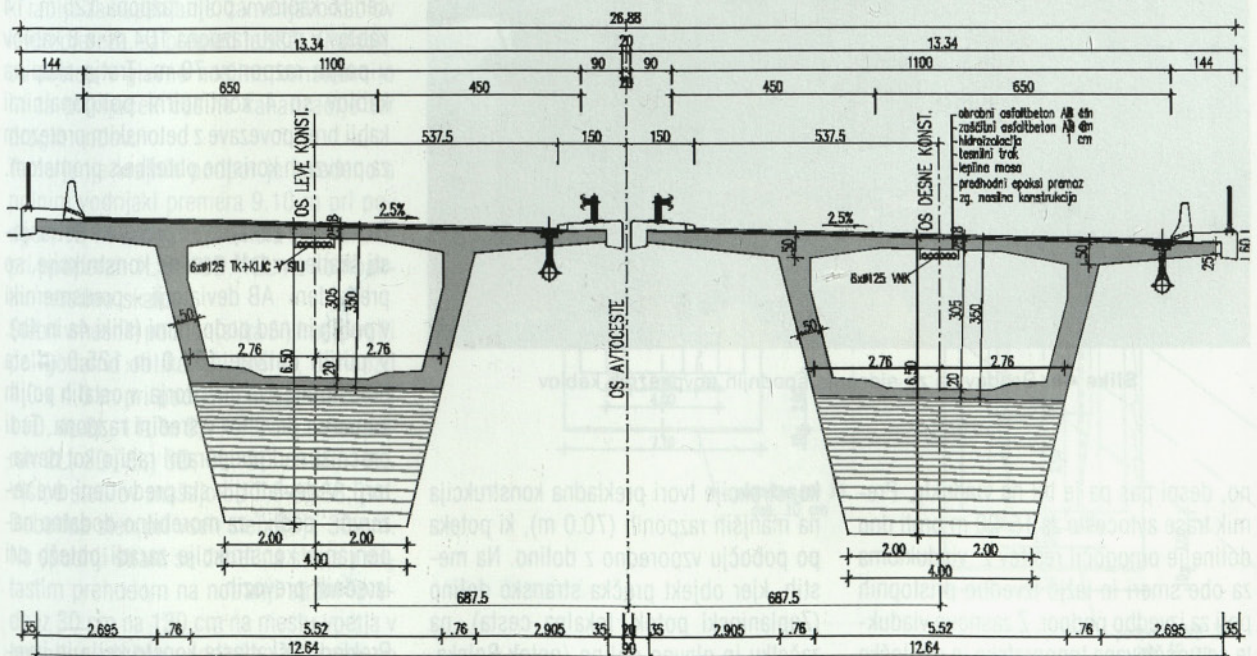
Objekt je dimenzioniran na prometno obtežbo po DIN 1072 – razred vozila SLW 60/30 ter na potresno obtežbo v skladu z evropskim predpisom EC-8/2. V skladu s seizmološko karto za povratno periodo 500 let je objekt v VIII. potresni coni MCS lestvice, tako da znaša projektni pospe-

šek tal $0,2 \text{ g}$ ($2,0 \text{ m/s}^2$). Objekt je dimenzioniran v skladu s Pravilnikom o tehničnih normativih za beton in armirani beton ter DIN 4227, I-VI del (Predpisi za prednapeti beton). Upoštevani so normativi SODOC iz junija 1997. Potresna varnost objekta je zagotovljena v skladu z evropskim predpisom EC-8/2. Obtežba zaradi vetra na konstrukcijo je določena v skladu z DIN 1072. Upoštewane so smernice za betonske mostove z zunanjimi prednapetimi kablji (kablji zunaj prereza brez povezave), ki jih je izdalo Nemško zvezno ministrstvo za promet, Oddelek za gradnjo cest ZRN, 1998.

3 KONSTRUKCIJSKA ZASNOVA

3.1 SPLOŠNO

Sedanja varianta zasnove viadukta (slika 2) je nastala na podlagi več variantnih študij v predhodnih fazah projektiranja. Viadukt je imel po prvotni zasnovi (faza PED) na srednjem delu levega pasu na dolžini 400 m zasek z opornim zidom višine 8 – 12 m ter podporno pilotno ste-



Slika 3: Škatlasti prečni prerez prekladne konstrukcije



Slika 4a: Spodnji deviatorji za zunanje kable



Slika 4b: Bradavica za sidranje spodnjih sovprežnih kablov

no, desni pas pa je bil na viaduktu. Premik trase avtoceste za 15–20 m proti dnu doline je omogočil rešitev z viaduktoma za obe smeri in lažjo izvedbo pristopnih poti za izvedbo podpor. Z zasnovo viadukta so upoštewane topografske in geološke značilnosti terena in prostora. Večji del

konstrukcije tvori prekladna konstrukcija na manjših razponih (70.0 m), ki poteka po pobočju vzporedno z dolino. Na mestih, kjer objekt prečka stransko dolino (Zaplaninski potok, lokalna cesta), na začetku in glavno dolino (potok Bolska, magistralna cesta) na koncu objekta, sta

uporabljeni večja razpona 104.0 in 125.0 m.

3.2 PREKLADNA KONSTRUKCIJA

Viadukt sestavljata dve ločeni prednapeti kontinuirni gredni konstrukciji škatlastega prereza, ki potekata čez 11 polj in predstavlja eno zavorno enoto. Razponi polj so od 50.0 do 125.0 m. Škatlasti prezek prekladne konstrukcije (slika 3) je v poljih od opornika št. 4 do stebra št. 8 in od stebra št. 11 do krajnega opornika št. 12 konstantne višine 3,50 m. V poljih med opornikom št. 1 in stebrom št. 2 ter med stebri št. 2 do 3 in 3 do 4 pa se spreminja od 3,50 do 5,54 m, med stebri št. 8 do 9, 9 do 10 ter 10 do 11 pa od 3.50 do 6,50 m.

Prednapenjanje glavne nosilne konstrukcije v vzdolžni smeri se izvede s kable LH 19*0.6, in sicer s tremi skupinami kablov. V fazi prostokonzolne gradnje se prenapnejo zgornji kable, in sicer 44 kablov nad podporama 9 in 10, 38 kablov nad podporama 2 in 3 ter 22 kablov nad ostalimi vmesnimi podporami. Po izvedbi vmesnih povezovalnih lamel se prednapnejo spodnji kable v polju, in sicer 16 kablov v polju razpona 125 m, 14 kablov v polju razpona 104 m in 8 kablov v poljih razponov 70 m. Tretja skupina kablov so 4 kontinuirni poligonalnimi kable brez povezave z betonskim prerezom za prevzem koristne obtežbe s prometom.

Za vodenje zunaj izven prereza v notranjosti škatle, vzdolž nosilne konstrukcije, so predvideni AB deviatorji – preusmerniki v poljih in nad podporami (sliki 4a in 4b). V poljih dolžine 104.0 in 125.0 m sta predvidena dva deviatorja, v ostalih poljih pa po en deviator v sredini razpona. Tudi prečniki nad podporami rabijo kot deviatorji. V deviatorjih sta predvideni dve rezervni "sedli" za morebitno dodatno napenjanje konstrukcije zaradi obtežb pri izrednih prevozi.

Prekladna škatlasta konstrukcija je izvedena v betonu MB 40. Zaradi tehnologije

gradnje je bila zahtevana minimalna tlačna trdnost 30 MN/m² po 3 dneh. Za armiranje je bila uporabljena rebrasta armatura RA 400/500-2 in za prednapenjanje visokovredno jeklo kakovosti 1570/1770 MN/m².

3.3 PODPORNKA KONSTRUKCIJA S TEMELJI

Podporno konstrukcijo sestavljata dve krajni podpori in deset vmesnih podpor. Krajni opornik desnega viadukta v osi 1D je zaradi visokega nasipa zasnovana iz prečnega nosilca- masivne ležiščne grede dim. 445,0 x 300,0 cm z zaledno steno, ki je podprta z dvema stenastima stebroma spreminjajočega se prereza (445,0-636,0 / 160,0 cm) in višine 14,71 m. Ostali krajni oporniki so zasnovani kot klasični stenasti oporniki. Za obema opornikoma sta v višini glave opornika predvideni horizontalni plošči debeline 60 cm, ki s trenjem prenašata horizontalne potresne sile iz amortizerjev in teren za opornikom, istočasno pa delujeta kot pasivni sidri, ki prevzemata horizontalne sile od zemeljskih pritiskov. V zaledju opornikov so zgrajene kontrolne komore, ki rabijo za napenjanje, zamenjavo kablov izven prereza, za pregled ležišč, dilatacij, za dostop v glavno nosilno konstrukcijo in za priključek cestne kanalizacije ter drugih vodov.

Temeljenje krajnih podpor je izvedeno s polnim vodnjaki premera 9.10 m pri podpori 1D in vodnjaki premera D=7.10 m pri podporah 1L in 12D, 12L na kompaktno nosilno skalo.

Stebri vmesnih podpor (slika 5) imajo votli poligonalno oblikovani prerez, dimenzij 4,0 x 4,0 m pri podporah v oseh 4D-8D, 11D, 4L-8L, 11L in 5,0 x 4,0 m pri podporah 2L, 2D, 3L, 3D, 9L, 9D, 10L, 10D. Višine stebrov znašajo od 7,5 do 38,0 m. Debelina sten pri vseh stebrih je 30 cm. Na spodnji strani se debelina stene z vutastim prehodom na notranji strani izvede iz 30 cm na 130 cm na mestu vpetja v temeljno ploščo vodnjaka. Navzgor se stebri razširijo v kape stebra tlorisne dim.

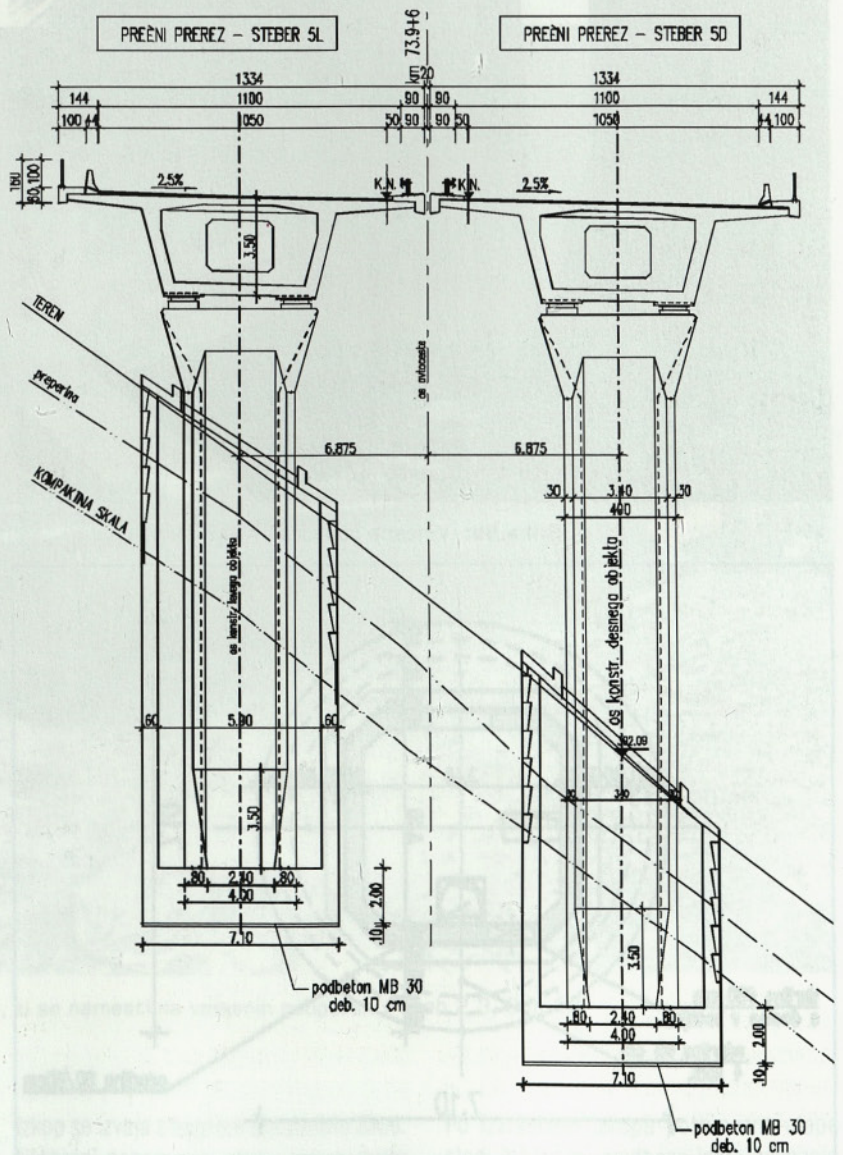
4.0 x 5.65 m pri manjših stebrih dim. 4.0 x 4.0 m ter na 5.0 x 4.0 (5.20) pri podporah 2 in 3 ter 5.0 x 4.0 (4.60) pri podporah 9 in 10. Razširitev kape pri podporah 2, 3 ter 9, 10 se izvede s stranskimi rebri širine 2.0 m.

Debelina polnega dela kape stebra znaša 2.0 m. V sredini kape je predvidena odprtina za dostop v steber in podest za pregled ležišč. V vsakem stebru so predvidena dostopna vrata v steber. Dostop v notranjost stebrov je mogoč po kovinskih lestvah in vmesnih podestih.

Temeljenje vmesnih podpor je izvedeno

z vodnjaki premera D = 7.10 m pri podporah v oseh 4-8, 11 in D = 9.10 m pri stebrih v oseh 2,3,9 in 10. Vodnjak sestavlja (slike 5a, 5b in 5c):

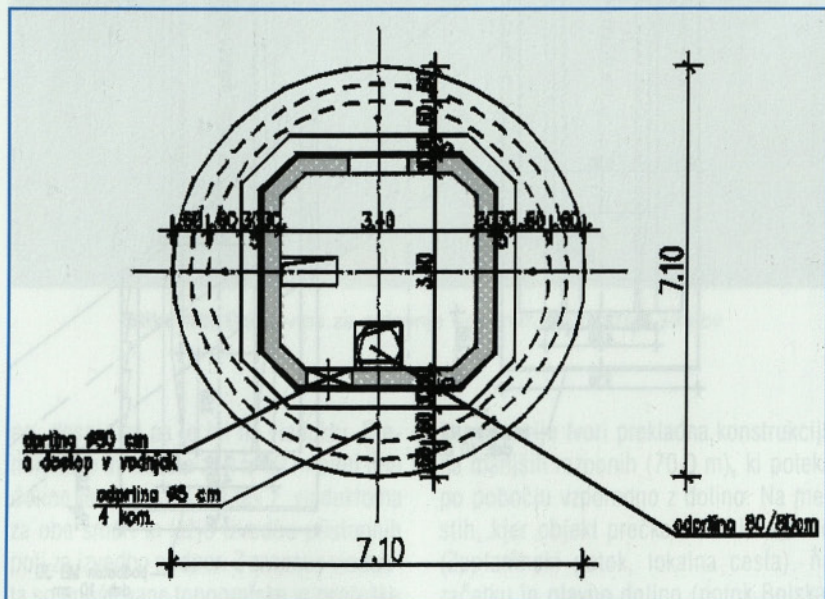
- temeljna plošča, deb. d = 1.50 m pri podporah v oseh 4-8, 11 ter d = 2.0 m pri podporah v oseh 2,3 in 9, 10,
- zunanji plašč vodnjaka - obroči, deb. 30-20 cm,
- notranji del stene vodnjaka deb. d = 20-30 cm in
- zgornja plošča vodnjaka deb. d = 30 cm.



Slika 5a: Vmesna podpora



Slika 5b: Vmesna podpora



Slika 5c: Vmesna podpora

Dno temeljne plošče je vkopano najmanj 2,0 m v kompaktno skalo, merjeno od nižje kote pobočnega terena. Vodnjak je prek plašča vpet v zemljino, ki vodnjak obdaja.

Podpore v osi 10D in 10L so temeljene na pilotih. V spodnjem delu je steber vpet v temeljno blazino dim. 8.30 x 8.30 x 2.50 m, ki je podprta z devetimi piloti \bar{C} 150 cm. Piloti so vpeti v nosilna temeljna tla v dolžini 2 D pilota v kompaktno skalo (apnenec), na zgornji strani so vpeti v pilotno blazino; bočno se elastično opirajo na okoliški teren.

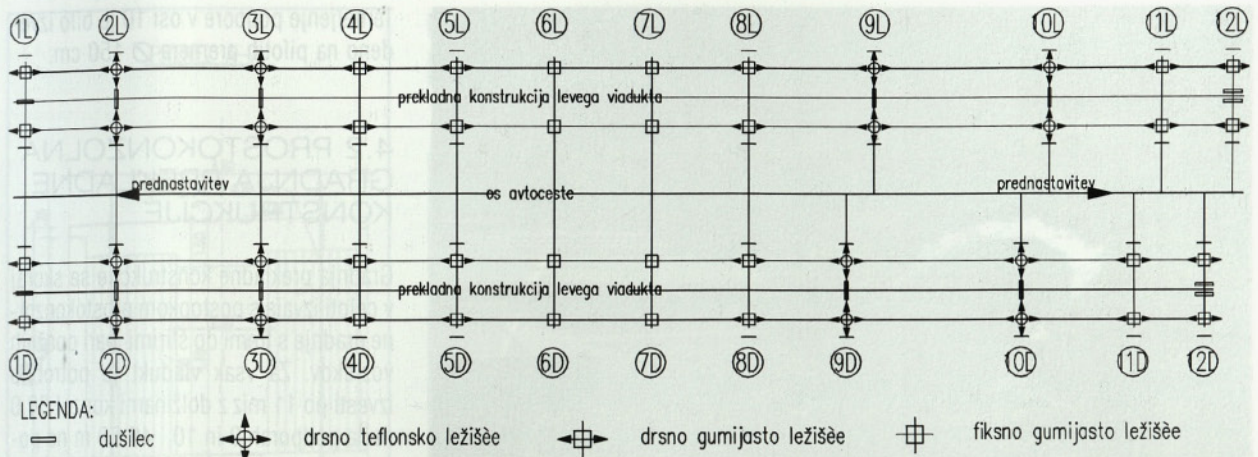
3.4 ZASNOVA POTRESNE IZOLACIJE

Za zagotovitev potresne varnosti je bil pri zasnovi konstrukcije upoštevan princip potresne izolacije. Z izolacijo med prekladno in podporno konstrukcijo zmanjšamo prenos potresne energije v prekladno konstrukcijo. Sistem ležišč in protipotresnih naprav—dušilcev (slika 6) je zasnovan tako, da je celotna konstrukcija za prevzem vertikalnih in horizontalnih sil zasnovana kot kontinuirana "plavajoča" konstrukcija, ki sloni na teflonskih drsnih ležiščih (osi 2, 3, 9, 10) odn. vodenih drsnih gumenih ležiščih (osi 1, 4, 5, 7, 8 in 12), ki so vzdolžno pomična in prečno nepomična in fiksnih gumenih ležiščih na podporah 6 in 7. Ležišča v kombinaciji s hidravličnimi dušilci (slika 7) na krajnih opornikih (dušenje v vzdolžni smeri) in dušilcih na vmesnih stebrih v oseh 2, 3 ter 9, 10 (dušenje v prečni smeri) zagotavljajo t.i. potresno izolacijo v primeru močnega potresa.

4 TEHNOLOGIJA GRADNJE

4.1 IZVEDBA TEMELJENJA IN PODPOR

Izkop za vodnjake se izvaja s pomočjo prstanov (deb.stene 20-30 cm), ki so namenjeni zaščiti gradbene jame (sliki 8a



Slika 6: Razporeditev ležišč in dušilcev



Slika 7: Dušilec, ki se namesti na vmesnih podporah v oseh 2,3, 9 in 10.

in 8b). Zaradi nagiba terena so prvi obroči izvedeni kot loki, ki so z začasnimi pasivnimi sidri sidrani v zaledno hribino.

Izkop se izvaja z bagrom z grabežno žlico. Globina posamezne etape izkopa znaša okoli 1.0 m.

Po izvršenem izkopu posamezne etape sledi čiščenje gradbene jame, ravnanje priključne armature na spodnjem delu AB



Slika 8a: Izvajanje izkopa za vodnjak



Slika 8b: Izvajanje izkopa za vodnjak

prstana predhodne etape, čiščenje stene vodnjaka z zrakom pod pritiskom, postavljanje mrežne armature ter betoniranje zaščitnega plašča z enostranskim opažem. AB zaščitni plašč se izvede v delu preperinskega sloja. Ta postopek se

izvaja do ustrezne globine temeljenja. Sledi zapolnitev vodnjaka z betonom pri krajnih opornikih. Pri vmesnih podporah sledi izvedba temeljne plošče, stebra, notranjega dela obodnega plašča in zgornje pokrovne plošče.

Temeljenje podpore v osi 10 je bilo izvedeno na pilotih premera $\varnothing 150$ cm.

4.2 PROSTOKONZOLNA GRADNJA PREKLADNE KONSTRUKCIJE

Gradnja prekladne konstrukcije se skoraj v celoti izvaja s postopkom prostokonzolne gradnje s tremi do štirimi pari opažnih vozičkov. Za vsak viadukt je potrebno izvesti po 11 miz z dolžinami konzol 60.0 m na podporah 9 in 10, 49.50 m na podporah 2 in 3 ter do 32.50 m na ostalih podporah. Odseki ob krajnih podporah se v dolžini 15.0 m izvedejo na odru. Dolžina baznih delov znaša 6.25 m. Delovni cikel za simetrično izvedbo lamel znaša 7 dni. Gradnja miz v oseh 4, 8 in 11 je nesimetrična, kar pomeni, da se gradnja lamel na eni strani nadaljuje po izvedbi veznih lamel na nasprotni strani.

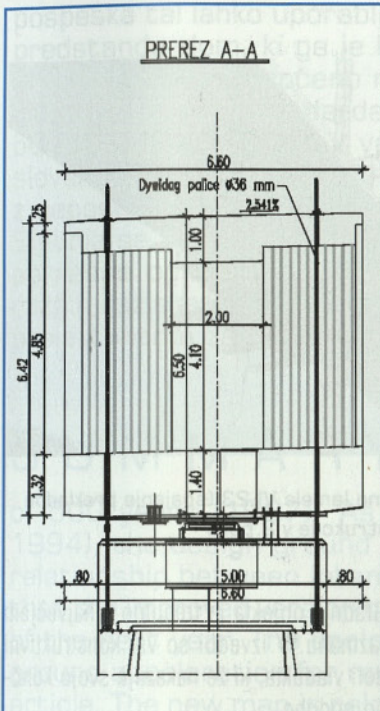
Vezne lamele se izvajajo sproti po dokončanju posameznih miz, in sicer v naslednjem zaporedju: VL23 (vezna lamela v 2.polju med podporama 2 in 3), VL56, VL34, VL12, VL45, VL89, VL910, VL1011, VL1112, VL67.

Po zabetoniranju veznega dela in doseženi zadostni trdnosti betona veznih delov izvršimo napenjanje spodnjih sovprežnih kablov v poljih.

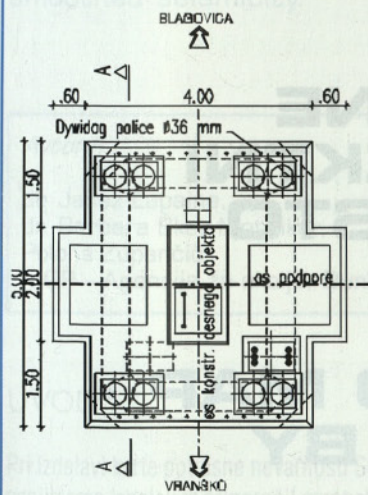
V času gradnje posameznih miz s simetrično prostokonzolno gradnjo je potrebno zagotoviti njihovo stabilnost. Vpetje prekladne konstrukcije v kapo stebra na t.i. malih mizah se izvede s prednapetimi palicami iz visokovrednega jekla (Dywidag) F 36 mm in podpiranjem z začasnimi ležišči – hidravličnimi prešami (slika 9). Na velikih mizah M2, M3 ter M9, M10 se izvede dodatno sidranje s prednapetimi „zemeljskimi sidri“ na vsaki strani stebra na odmiku 12.0 – 17.0 m od osi stebra (slika 10).

5. SKLEP

Prostokonzolna gradnja zahteva stalne in



Slika 10a: Izvedba 2. lamele M6



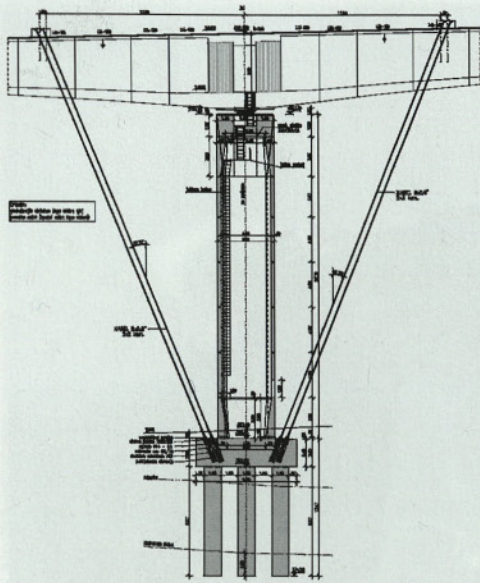
Slika 10b: Pogled na gradnjo (marec 2001)



Slika 9: Vpetje prekladne konstrukcije v kapo stebra v času gradnje

natančne geodetske meritve. Določitev nadvišanj v posamezni fazi gradnje je izredno zahtevna naloga, ker je potrebno upoštevati veliko parametrov, ki vplivajo na deformacije konstrukcije, kot so: spe-

minjajoči se elastični modul betonov in jekla, vpliv reologije betonov, spreminjanje statičnega sistema, neenakomerne temperaturne spremembe, nihanje konstrukcije, ipd.. Prostokonzolna gra



Slika 10c: Varovanje mize M10 s sidri v času gradnje

dnja zahteva redno prisotnost projektanta, saj so potrebne sprotne korekcije navdvišanj, da se doseže predpisana niveleta viadukta.



Slika 10d: Izvedba vezne lamele VL23 (spajanje prekladne konstrukcije v 2. polju)

Gradnja objekta je trenutno v največjem razmahu. V izvedbi so vsi konstruktivni deli viadukta, ki že nakazuje svojo končno podobo.

NOVA KARTA POTRESNE NEVARNOSTI - PROJEKTNI POSPEŠEK TAL NAMESTO INTENZITETE

NEW SEISMIC HAZARD MAP - INTENSITY REPLACED BY DESIGN GROUND ACCELERATION

ZNANSTVENI ČLANEK
UDK 550.343.4 (497.12)

JANEZ LAPAJNE, BARBARA ŠKET MOTNIKAR, POLONA ZUPANČIČ

POVZETEK Za potresno odporno gradnjo je v Sloveniji še vedno v veljavi Pravilnik (z dopolnitvami) o tehničnih normativih za graditev objektov visoke gradnje na seizmičnih območjih (UL SFRJ 31/1981, 49/1982, 52/1990), ki predpisuje za projektiranje "navadnih stavb" uporabo seizmološke karte, ki kaže vrednosti potresne intenzitete za povratno dobo 500 let (Seizmološka karta SFRJ Jugoslavije in tolmač, 1987). Ta karta se z ustrezno zvezo med vrednostmi intenzitete in projektne

pospeška tal lahko uporablja tudi kot karta projektnega pospeška tal skupaj s slovenskim predstandardom, ki ga je leta 1995 izdal Urad RS za standardizacijo in meroslovje kot vzporedno in priporočeno možnost za projektiranje in ki je z metodo platnice privzet del evropskega predstandarda Eurocode 8 iz leta 1994 (CEN, 1994). V začetku leta 2002 bo predvidoma stopil v veljavo na popravljenem evropskem predstandardu temelječi slovenski predstandard, ki bo pretvorbo intenzitete v projektni pospešek tal nadomestil z neposredno uporabo karte projektnega pospeška tal, ki jo objavljamo v tem prispevku. Slednja se že sedaj lahko uporablja za prostorsko in urbanistično načrtovanje, za ocene potresne ogroženosti pri pripravi ukrepov zaščite in reševanja, v zavarovalništvu in v raznih raziskavah ter za druge potrebe. Objava nove karte je tudi predhodna informacija projektantom za pripravo novih projektov.

S U M M A R Y According to the current legislation, the official seismic hazard map of Slovenia is the intensity map for return period of 500 years (1987). As suggested by Slovenian prestandard of Eurocode 8 (CEN, 1994), the design ground acceleration may also be used. For this purpose an empirical relationship between intensity and design ground acceleration is applied. It is expected, that the improved version of the Slovenian prestandard will come into force in the beginning of the next year. The enclosure of Slovenian prestandard will be the new map of design ground acceleration for rock and return period of 475 years, which is presented in this article. The new map is calculated with the improved (Frankel, 1995) approach of spatially smoothed seismicity.

Avtorji:

dr. Janez Lapajne,
dr. Barbara Šket Motnikar,
Polona Zupančič
MOP – Agencija za okolje, Dunajska 47, 1000 Ljubljana

UVOD

Pri izdelavi karte potresne nevarnosti Slovenije smo izhajali iz priporočil evropskega predstandarda Eurocode 8. Temeljna priporočila tega predstandarda so:

- Karta potresne nevarnosti naj bo razdeljena na območja potresne nevarnosti. Na posameznem območju naj bo potresna nevarnost po predpostavki povsod enaka.
- Potresno nevarnost na karti naj določa ena sama veličina: projektni pospešek tal, ki naj bo praviloma enak vršnemu pospešku tal.
- Vrednosti projektnega pospeška tal na karti naj se nanašajo na trdna tla (vrsta tal A).

- Priporočajo se vrednosti projektnega pospeška tal, ki v 50 letih ne bodo presežene z verjetnostjo 90 %, kar ustreza povratni dobi 475 let.

Vršni (ali "maksimalni") pospešek tal določa največja amplituda potresnega zapisa na določenem mestu. Povratna doba je povprečen čas med potresnimi pojavi, ki dosežejo ali presežejo vrednosti veličine na karti. Potresno gibanje tal na dani lokaciji je med drugim odvisno tudi od kamnin in zemljin, ki sestavljajo lokalna tla. Trdna tla opredeljuje Eurocode 8 kot vrsto tal A, ki jo predstavlja skala ali druga geološka formacija, v kateri je hitrost strižnega valovanja vsaj 800 m/s in na kateri je največ 5 m slabšega

površinskega materiala.

Pri izdelavi karte potresne nevarnosti smo izhajali iz postopka prostorskega glajenja, ki je bil razvit in uporabljen pri izdelavi kart potresne nevarnosti ZDA, ki pa smo ga metodološko bistveno dopolnili ter matematično in numerično izboljšali. Modelom prostorske porazdelitve števila nadžarišč potresov, rezultat katerih je velika potresna nevarnost na območjih s pogostimi potresi, med katerimi navadno prevladujejo številni manjši potresi, smo dodali modele prostorske porazdelitve sproščene potresne energije, ki izrazito poudarjajo vpliv velikih in posebej največjih zgodovinskih potresov (npr. potresa leta 1511). Prav taki potre-

si pa nas dejansko najbolj ogrožajo. (Za ilustracijo: pri potresu magnitude 7 se sprosti tisočkrat več energije kot pri potresu magnitude 5.) Na ta način smo matematično simulirali subjektivno upoštevane tega pomembnega dejavnika, ki je prisotno v uradni veljavni karti intenzitete. Posebna metodološka dopolnitev je statistična obdelava tektonskih struktur in neposredna vključitev preprostega količinskega seizmotektonskega modela v izračun vršnega pospeška tal.

VHODNI PODATKI

Vsi vhodni podatki za izračun karte potresne nevarnosti so podrobno opisani v članku (Lapajne in Šket Motnikar, 2000), zato jih tokrat le povzemamo. Temeljni vir seizmoloških podatkov je poenoten katalog potresov Slovenije in sosednjih dežel (Ribarič, 1982, 1992, 1994; Živčič, 1992, 1996), ki zajema obdobje od leta 567 do leta 1998 in površino okoli 100.000 km². Skrajne meje tega območja so približno 100 km od meja Slovenije. Geološko tektonski vhod izračuna je količinski seizmotektonski model obravnavanega ozemlja oziroma model potresno

dejavnih prelomov in narivov [Poljak et al., 2000]. Med modeli pojemanja vršnega pospeška tal smo izbrali model italijanskih avtorjev [Sabetta in Pugliese, 1996].

MODELIRANJE POTRESNE DEJAVNOSTI

Karta potresne nevarnosti je verjetnostna karta, ki kaže pričakovane vrednosti izbrane potresne veličine (v danem primeru projektnega pospeška tal), ki z določeno verjetnostjo (v danem primeru 90 %) ne bodo presežene v izbranem obdobju (v danem primeru v 50 letih). Pri njeni izdelavi smo izhajali iz predpostavke, da nastajajo potresi v širši okolici znanih lokacij preteklih potresov in lokacij preteklega sproščanja potresne energije ter pri tem statistično upoštevali tudi seizmotektonske značilnosti ozemlja Slovenije in njene širše okolice.

Glede na dejstvo, da so podatki o potresih, ki so nastali pred velikim ljubljanskim potresom leta 1895, zelo skromni in nezanesljivi, pa tudi podatki o potresih po letu 1895 so dokaj nenatančni (stanje se

izboljšuje s postavljanjem novih potrebnih opazovalnic), so tudi statistične in verjetnostne raziskave zelo nezanesljive in mnogolične. Zato smo izdelali pet po naši oceni reprezentativnih modelov pretekle prostorske porazdelitve potresne dejavnosti (Lapajne in Šket Motnikar, 2000). Nivo potresne dejavnosti smo določili glede na število potresov (modela M1 in M2) oz. glede na sproščeno energijo potresov (modeli M1e, M2e in M3e) v časovno različnih podkatalogih. Osnovne značilnosti vseh petih modelov so prikazane v preglednici 1.

Vsi modeli potresne dejavnosti so glajeni z dvostopenjskim postopkom in normirani na referenčni model M1, tako da je skupna potresna dejavnost vplivnega območja v vseh modelih enaka.

PROSTORSKO GLAJENJE POTRESNE DEJAVNOSTI

Zaradi velike nenatančnosti določitve lokacij preteklih potresov ter slabega poznavanja globinske tektonske zgradbe in pokritosti geoloških prelomov z mlajšimi

model	M1	M1e	M2	M2e	M3e
obdobje [leta]	119	119	309	309	1438
največja napaka lokacije [km]	22	22	33	33	56
korelacijska razdalja c	7	7	11	11	19
G-R naklon b	0.84	0.84	0.84	0.84	0.85
spodnja meja magnitude m_0	3.7	3.7	5.0	5.0	3.7
zgornja meja magnitude m_u	6.5	6.5	6.5	6.5	7.0
normirni faktor	1	1.25	2.33	2.47	8.27

Preglednica 1: Značilnosti modelov potresne dejavnosti.

geološkimi plastmi ne moremo neposredno povezati prelomov in drugih tektonskih struktur s potresi. Izjema je le potres, ki je dne 12. 4. 1998 nastal v Krnskem pogorju. Številni zapisi popotresov tega potresa z začasno postavljenimi potresnimi opazovalnicami na širšem nadžariščnem območju so omogočili izdelavo modela prelomnega pretrga, ki je povzročil enega od dveh največjih potresov na ozemlju Slovenije v preteklem stoletju [Bajc et al., 2001].

Prav za območja s pomanjkljivim poznavanjem seizmotektonike je za izračun potresne nevarnosti izredno primeren postopek prostorskega glajenja, ki ga je razvil Frankel [1995] in izhaja iz Cornellove metodologije [Cornell, 1968]. Zaradi predpostavke o Poissonovi časovni porazdelitvi potresov uredimo vhodne podatke o potresih tako, da izločimo predpoteze in popotrese. Namesto klasične opredelitve potresnih izvorov območje razdelimo na celice primerne velikosti (v našem primeru 5 km x 5 km). Nivo potresne dejavnosti v i -ti celici $n_i(m_0)$ določa število oz. sproščena energija potresov z nadžariščem v tej celici. Napako lokacije nadžarišča in predpostavko, da se bodo tudi v prihodnje potresi pojavljali v bližini preteklih lokacij, je Frankel [1995] upošteval s krožnim Gaussovimi glajenjem:

$$\tilde{n}_i(m_0) = \frac{\sum_j n_j(m_0) e^{-\Delta_{ij}/c^2}}{\sum_j e^{-\Delta_{ij}/c^2}}, \quad (1)$$

kjer je c korelacijska razdalja in Δ_{ij} razdalja med i -to in j -to celico. Radij glajenja je $3c$. Frankel [1995] je določil korelacijsko razdaljo na podlagi subjektivnih kriterijev s poskušanjem.

Zaradi objektivnejše določitve območja glajenja smo glajenje razdelili v dva koraka. V prvem koraku smo s krožnim glajenjem po gornji enačbi upoštevali napako lokacije, v drugem pa smo z eliptičnim glajenjem upoštevali smeri prelomov in dolžine prelomnih pretrgov. Pri tem smo uporabili za ta namen posebej

izdelan količinski seizmotektonski model [Poljak et al., 2000]:

$$\tilde{n}_{ij}(m_0) = \frac{e^{-\frac{1}{2}\bar{\delta}_{ij}^T V^T R V \bar{\delta}_{ij}}}{\sum_j e^{-\frac{1}{2}\bar{\delta}_{ij}^T V^T R V \bar{\delta}_{ij}}}, \quad (2)$$

kjer je $\tilde{n}_{ij}(m_0)$ število potresov celice i , ki jih med eliptičnim glajenjem prestavimo v celico j . Oznaka T pomeni transponiranje, vektor $\bar{\delta}_{ij}$ pa določa razdaljo med celicama i in j . Korelacijska matrika R

$$R = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sigma^2} & 0 \\ 0 & \frac{1}{\tau^2} \end{bmatrix} \quad (3)$$

določa dolžini obeh polosi elipse (σ in τ), njen pomen pa je podoben pomenu korelacijske razdalje c ; radija glajenja sta 3σ in 3τ . Azimut α v matriki V določa smer prve polosi elipse σ :

$$V = \begin{bmatrix} \cos \alpha & -\sin \alpha \\ \sin \alpha & \cos \alpha \end{bmatrix} \quad (4)$$

Hkrati je to tudi smer seizmogenega preloma. Dolžina polosi je enaka dolžini pretrga L in jo izračunamo iz empirične regresijske zveze (npr. Wells in Coppersmith, 1994) med dolžino pretrga in zgornjo magnitudo:

$$\log L = a_1 + b_1 m_u \quad (5)$$

Druga polos elipse τ predstavlja širino seizmogenega pretrga in je po predpostavki sorazmerna dolžini L (mi smo privzeli $\tau = 0,2 L$).

Tako smo s seizmotektonskim modelom zgladili preteklo potresno dejavnost (modelirano v petih različicah) in izračunali pet modelov pričakovane prostorske porazdelitve potresne dejavnosti.

IZRAČUN KARTE POTRESNE NEVARNOSTI

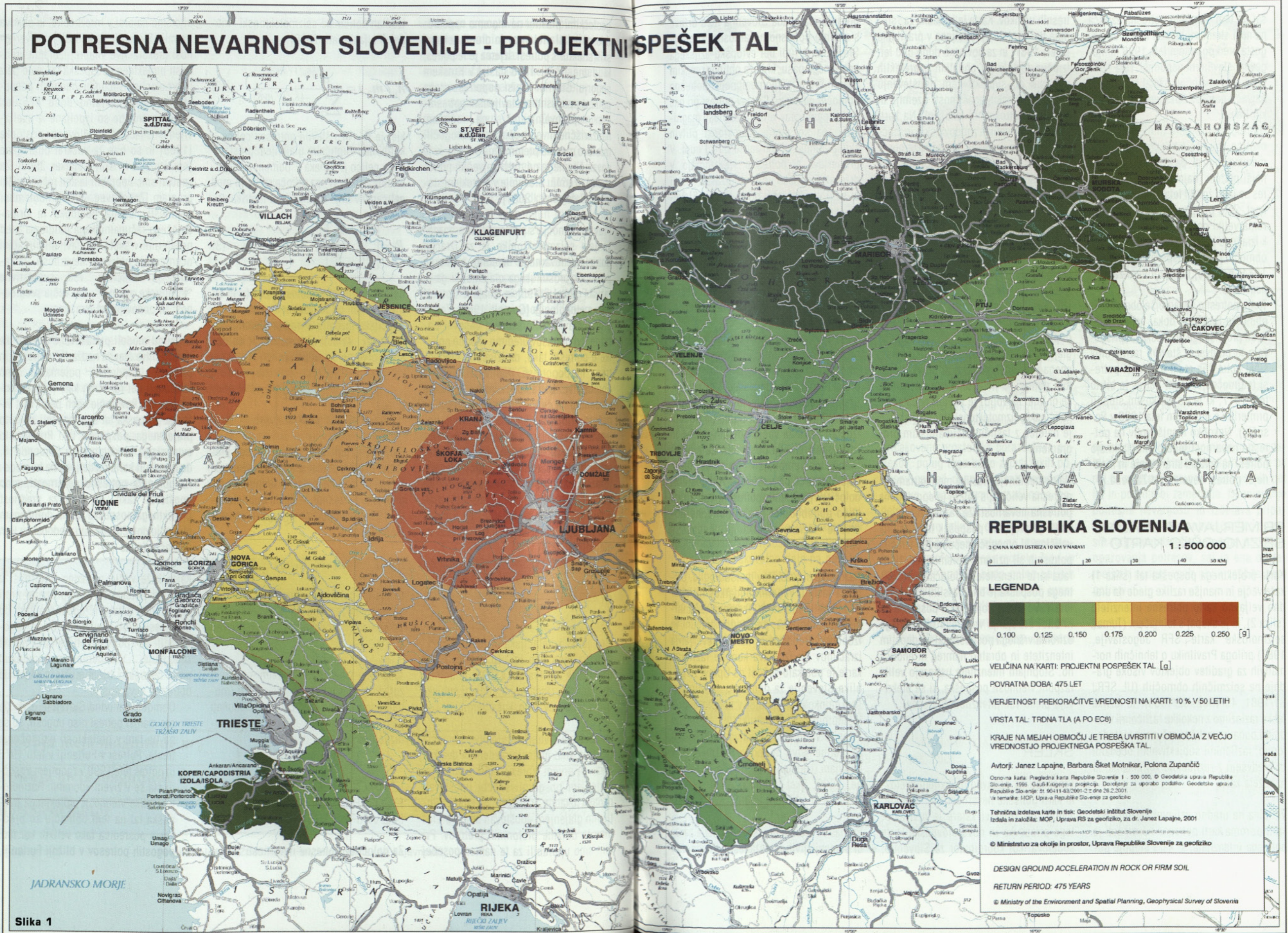
Za določitev potresne nevarnosti Slove-

nije smo najprej v mreži celic, ki pokriva ozemlje Slovenije, izračunali letno verjetnost prekoračitve vnaprej izbranih vrednosti projektnega pospeška tal, nato pa z interpolacijo izračunali vrednosti pospeška za dano povratno dobo 475 let. Ustrezne enačbe so izpeljane iz uveljavljenih enačb Cornellovega postopka [1968] in so bile že večkrat objavljene [npr. Lapajne in Šket Motnikar, 2000]. Za izračun smo uporabili lasten računalniški program [Zabukovec, 2000]. Pomembni prednosti našega postopka in pripadajočega računalniškega programa pred nekaterimi v svetu uveljavljenimi načini ocenjevanja potresne nevarnosti, za katere je značilno več subjektivne "inženirske presoje", sta večja preglednost in ponovljivost izračunov.

S petimi modeli pričakovane prostorske porazdelitve števila nadžarišč potresov in privzetim modelom pojemanja smo izračunali pet različnih kart vršnega pospeška tal. Povprečje vseh petih kart vršnega pospeška tal smo privzeli za karto projektnega pospeška tal. Priporočilo evropskega predstandarda Eurocode 8, da mora biti karta razdeljena na homogena območja potresne nevarnosti, smo upoštevali tako, da smo za vrednost projektnega pospeška tal na določenem območju določili zgornjo vrednost na tem območju (slika 1).

Karta kaže večjo potresno nevarnost v pasu, ki poteka od severozahoda proti jugovzhodu države. Z oddaljevanjem od tega pasu proti severovzhodu in jugovzhodu se potresna nevarnost vidno zmanjšuje. V omenjenem osrednjem pasu izstopajo tri območja z največjo potresno nevarnostjo:

- Območje zahodne Slovenije, kjer sicer manjši potresi niso pogosti, so se pa tla tam v preteklosti najmočnejše tresla. Potresi v Furlaniji v letu 1976 in potres leta 1998 v zgornjem Posočju sta še v živem spominu. Razmeroma velike vrednosti projektnega pospeška tal na tem območju so predvsem posledica tako velikih kot tudi pogostih potresov v bližnji Furlaniji,



Slika 1

saj na tem območju potresna žarišča na naši strani meje niso bila prav pogosta pred potresom leta 1998 in njegovimi številnimi popotresi. Leta 1511 je na tem območju nastal tudi doslej največji potres z žariščem na slovenskih tleh.

- Območje Ljubljane in njene bližnje okolice, kjer so šibkejši potresi razmeroma pogosti, pa tudi nekoliko močnejši potresi (najmočnejši znani potres se je tu zgodil leta 1895) niso redkost. Zato prispevajo oboji k razmeroma veliki potresni nevarnosti. Tudi k izračunu potresne nevarnosti na tem območju precej prispeva potres iz leta 1511, posebej na njegovem zahodnem delu.
- Tretje potresno nevarnejše območje je območje Brežic. K dokaj veliki vrednosti projektnega pospeška tal prispevajo tu predvsem številni razmeroma šibki potresi in redki močnejši potresi (najmočnejši znani potres je bil tu leta 1917, ki je po velikostni stopnji primerljiv s potresom leta 1998 v Posočju). Nekoliko manjši vpliv na potresno nevarnost tega območja imajo potresi na hrvaški strani meje in močnejši potresi severno od Zagreba.

PRIMERJAVA Z URADNO SEIZMOLOŠKO KARTO

Karta projektnega pospeška tal (slika 1) kaže večje in manjše razlike glede na uradno veljavno karto potresne intenzitete (slika 2), ki je skupaj s tolmačem (Tumač seizmološke karte SFR Jugoslavije, 1987) priloga Pravilniku o tehničnih normativih za graditev objektov visoke gradnje na seizmičnih območjih (UL SFRJ 31/1981, 49/1982, 52/1990). Te razlike lahko razložimo z nekoliko različnimi vhodnimi podatki, različno računsko metodologijo, različnimi subjektivnimi ocenami in predvsem z različnima veličinama, ki ju kažeta karti.

Veličina na uradno veljavni seizmološki karti oziroma karti potresne nevarnosti je potresna intenziteta, ki kaže stopnje po-

tresnih učinkov. Karta je izdelana za "srednja tla" (kot so opredeljena v pravilniku iz leta 1981) in za povratno dobo 500 let. Izračun temelji na podatkih o preteklih potresih ob subjektivnem upoštevanju seizmotektonskih značilnosti ozemlja in avtorjevih strokovnih izkušenj. Na karti izstopa vpliv velikih zgodovinskih in močnih nedavnih potresov, kar se kaže npr. v „otočkih“ 8. in 9. stopnje na nadžariščnem območju največjega značnega slovenskega potresa (Idrijsko 1511) in na območjih večjih potresov v bližnji preteklosti (npr. Kozjansko 1974 in Furlanija 1976).

Nova karta potresne nevarnosti kaže vrednosti projektnega pospeška tal. Karta je izdelana za trdna tla in za povratno dobo 475 let. Pri njeni izdelavi je uporabljen dopolnjen postopek prostorskega glajenja potresne dejavnosti. Poleg potresnega kataloga (v katerega so vključeni tudi potresi, ki jih avtor karte intenzitete še ni imel na voljo) je vhodni podatek še količinski seizmotektonski model. Izračun je narejen z lastnim računalniškim programom.

Najpomembnejša razlika med kartama je potresna veličina, s katero je opredeljena potresna nevarnost. Za razliko od intenzitete je projektni pospešek tal fizikalna veličina, ki omogoča neposreden izračun potresnih sil oziroma obremenitev. Uporaba karte intenzitete za določanje projektnega pospeška je bil le zasilni izhod, ker leta 1995 karte projektnega pospeška še ni bilo. Prirejanje vrednosti projektnega oziroma vršnega pospeška tal vrednostim intenzitete in obratno namreč ni enolično. Stopnjam intenzitete ustrezajo veliki razponi vrednosti pospeška, ki se prekrivajo preko več intenzitetnih stopenj.

SKLEP

Vrednosti na nedavno objavljeni svetovni karti potresne nevarnosti [ur. Giardini, 1999], pri izdelavi katere je prvi avtor tega prispevka in nove slovenske karte sodeloval kot koordinator za Slovenijo,

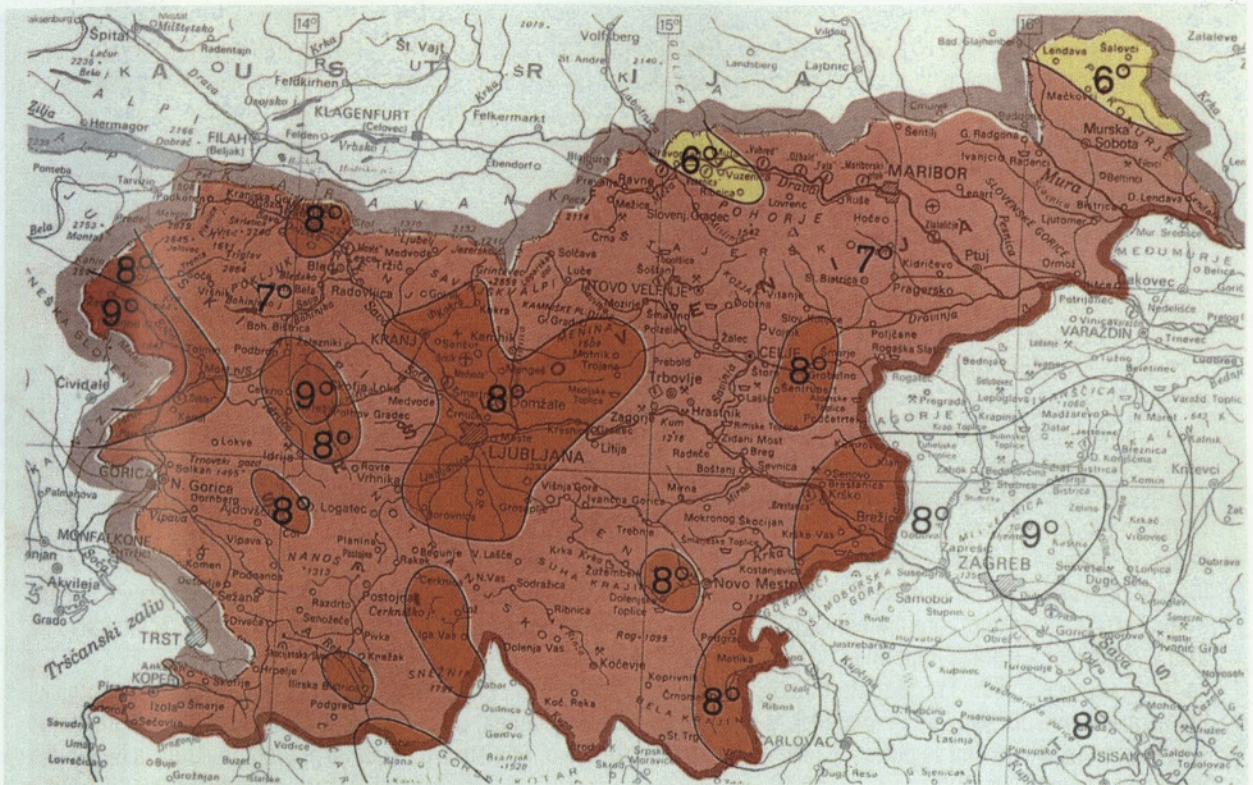
potrjuje, da spada Slovenija med države s srednjo potresno nevarnostjo. Ozemlje Slovenije je tudi del evropsko-azijskega potresnega pasu, ki je za obthoocenskim pasom drugo najpomembnejše potresno območje na svetu. Čeprav potresi pri nas ne dosegajo prav velikih vrednosti magnitude, pa so zaradi razmeroma plitvih žarišč njihovi učinki lahko dokaj hudi. V primerjavi s potresno nevarnostjo v državah Evropske unije in državah, ki naj bi se ji v nekaj letih pridružile, je Slovenija po potresni nevarnosti takoj za Grčijo in Italijo. V srednji Evropi pa je potresna nevarnost daleč največja prav na ozemlju Slovenije. To je tudi glavni strokovni argument pri sicer neupravičenem avstrijskem poudarjanju potresne ogroženosti jedrske elektrarne Krško.

Karta projektnega pospeška tal je uporabna na raznih področjih, z novim predstandardom pa se bo uporabljala tudi za projektiranje "navadnih stavb". Za projektiranje gradbenih objektov, ki zahtevajo večjo potresno varnost, bomo po potrebi izdelali karte za večje povratne dobe in karte spektralnega pospeška. Za projektiranje pomembnejših objektov bodo dajale karte le orientacijske vrednosti, za določitev projektnih potresnih veličin pa bodo podobno kot doslej potrebne drobne raziskave lokacije bodočega objekta.

Raziskave in razširitev metodologije, prava lastnih vhodnih podatkov in izbor podatkov iz literature, izdelava računalniškega programa, predhodni izračuni in izdelava predhodnih kart, preverjanja izračunov ter izdelava končne različice karte je potekalo več let na Upravi Republike Slovenije za geofiziko na Ministrstvu za okolje in prostor v sodelovanju z Inštitutom za konstrukcije, potresno inženirstvo in računalništvo na Fakulteti za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani (Lapajne et al., 1997a, b; Lapajne, 2000; Šket Motnikar et al., 2000; Fajfar et al., 1995 - 2000).

Pri nas in tudi sicer v svetu obstaja zaradi pomanjkljivih in nezanesljivih vhodnih

J. LAPAJNE, B. ŠKET MOTNIKAR, P. ZUPANČIČ: Nova karta potresne nevarnosti - projektni pospešek tal namesto intenzitete



Slika 2: Uradna seizmološka karta: potresna intenziteta za povratno dobo 500 let (avtor za ozemlje Slovenije: V. Ribarič).

podatkov ter glede metodologije ocenjevanja potresne nevarnosti še precej odprtih vprašanj, ki jih bomo tudi v prihodnje reševali v okviru evropskih in svetovnih smernic ob upoštevanju slovenskih seizmoloških, seizmotektonskih in geoloških značilnosti. Trenutno nadaljujemo raziskovalno delo na posplošitvi postopka in izdelavi uporabniku prijaznega računalniškega programa. Morebitni novi močnejši potresi in natančnejše določitev potresnih veličin bodo zahtevale novo modeliranje

pričakovane prostorske porazdelitve potresov, poleg tega bodo zapisi takih potresov na več opazovalnicah omogočili izdelavo za naše ozemlje značilnega modela pojemanja, natančnejša opredelitev in morebitno odkritje danes še nepoznatih seizmogenih struktur pa prevrednotenje seizmotektonskega modela. Novi in natančnejši podatki bodo poleg boljših verjetnostnih ocen omogočili tudi zanesljivejše fizikalno modeliranje in deterministično določanje projektnih potresnih veličin. Zato se ocenjevanje potresne

nevarnosti stalno izpopolnjuje in posodablja, karte projektnih potresnih veličin pa naj bi se praviloma preverjale vsakih pet let in po potrebi zamenjale. Ocenjevanje potresne nevarnosti in izdelava pripadajočih kart je poleg obveščanja o potresih najpomembnejša uporaba podatkov opazovanja potresov, saj je ena od temeljnih podlag vseh oblik zaščite pred potresi.

LITERATURA

- Bajc J., Aoudia A., Sarao A., Suhadolc P., The 1998 Bovec-Krn mountain (Slovenia) earthquake sequence. *Geophysical Research Letters*, Vol. 28, št. 9, 1839-1842, maj 2001.
- CEN – European Committee for Standardization, *Eurocode 8 – Design provisions for earthquake resistance of structures - Part 1-1: General rules - Seismic actions and general requirements for structures*, European Prestandard, ENV 1998-1-1, 25 str, 1994.
- Cornell, C. A., Engineering seismic risk analysis, *Bull. Seism. Soc. Am.* 58, 1583–1606, 1968.

Fajfar, P., Lapajne J., Peruš I., Šket Motnikar B., Zupančič P., Fischinger M., Vidic T., Izdelava strokovnih podlag za določitev potresnih parametrov za slovensko verzijo standardov Eurocode 8, Raziskovalna naloga, Univerza v Ljubljani - Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo - Inštitut za potresno inženirstvo in računalništvo, Ministrstvo za okolje in prostor - Uprava Republike Slovenije za geofiziko, 1995.

Fajfar, P., Lapajne J., Peruš I., Šket Motnikar B., Zabukovec B., Zupančič P., Fischinger M., Izdelava strokovnih podlag za tehnične predpise in standarde Eurocode, Raziskovalna naloga, Univerza v Ljubljani - Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo - Inštitut za potresno inženirstvo in računalništvo, Ministrstvo za okolje in prostor - Uprava Republike Slovenije za geofiziko, 1996.

Fajfar, P., Lapajne, J., Peruš, I., Zabukovec, B., B., Zupančič, Ocenjevanje potresne nevarnosti, I. faza. Raziskovalna naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani - Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo - Inštitut za potresno inženirstvo in računalništvo & Ministrstvo za okolje in prostor - Uprava Republike Slovenije za geofiziko, Ljubljana, 1997.

Fajfar, P., Lapajne J., Fischinger M., Peruš I., Šket Motnikar B., Zabukovec B., Zupančič P., Strokovne podlage za določanje potresne obtežbe za slovenski predstandard EC8 - II. faza, Raziskovalno-razvojna naloga, Univerza v Ljubljani - Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo - Inštitut za potresno inženirstvo in računalništvo, Ministrstvo za okolje in prostor - Uprava Republike Slovenije za geofiziko, 1998.

Fajfar, P., Lapajne J., Fischinger M., Peruš I., Šket Motnikar B., Zabukovec B., Zupančič P., Strokovne podlage za določanje potresne obtežbe za slovenski predstandard EC8 - III. faza, Raziskovalno-razvojna naloga, Univerza v Ljubljani - Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo - Inštitut za potresno inženirstvo in računalništvo, Ministrstvo za okolje in prostor - Uprava Republike Slovenije za geofiziko, 1999.

Fajfar, P., Lapajne J., Peruš I., Šket Motnikar B., Zupančič P., Šoštarčič M., Projektni parametri za potresno odporno projektiranje gradbenih objektov po Eurocode 8, Raziskovalno-razvojna naloga, Univerza v Ljubljani - Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo - Inštitut za potresno inženirstvo in računalništvo, Ministrstvo za okolje in prostor - Uprava Republike Slovenije za geofiziko, 2000.

Frankel, A., Mapping seismic hazard in the Central and Eastern United States, *Seismological Research Letters*, Vol. 66, No. 4, 8-21, 1995.

Giardini, D. (Ur.), 1999, The global seismic hazard assessment program (GSHAP), *Annali di Geofisica*, vol. 42, št. 6, 1085-1107 (priloga: karta Global seismic hazard map)

Lapajne, J. K., Šket Motnikar B., Jalovišče Boršt - verjetnostna ocena vršnega pospeška tal, *Gradbeni vestnik* 49, 171-184, avg. 2000.

Lapajne, J. K., Šket Motnikar B., Zupančič P., Preliminary seismic hazard maps of Slovenia, *Natural Hazards* 14, 155-164, 1997a.

Lapajne, J. K., Šket Motnikar B., Zabukovec B., Zupančič P., Spatially-smoothed seismicity modelling of seismic hazard in Slovenia, *Journal of Seismology*, Vol. 1, št. 1, 73-85, 1997b.

Lapajne, J. K., Some features of the spatially smoothed seismicity approach, *Proceedings of Workshop Seismicity modeling in seismic hazard mapping*, Poljče, 27-33, 2000.

Poljak M., Zupančič P., Lapajne, J. K., Šket Motnikar B., 2000, Seismotectonic input for spatially smoothed seismicity approach, *Proceedings of Workshop Seismicity modelling in seismic hazard mapping*, Poljče, 117-124, 2000.

Pravilnik o tehničnih normativih za graditev objektov visoke gradnje na seizmičnih območjih, Uradni list SFRJ, 844-855, št. 31/1981.

Pravilnik o spremembi pravilnika o tehničnih normativih za graditev objektov visoke gradnje na seizmičnih območjih, Uradni list SFRJ, 1249-1251, št. 49/1982.

Pravilnik o spremembah in dopolnitvah pravilnika o tehničnih normativih za graditev objektov visoke gradnje na seizmičnih območjih, Uradni list SFRJ, 1729, št. 49/1982.

Ribarič, V., *Seizmičnost Slovenije - Katalog potresov*, Seizmološki zavod SR Slovenije, Ljubljana, 649 str., 1982.

Ribarič, V., *Seizmičnost Slovenije - Katalog potresov, Dodatek 1*, Seizmološki zavod SR Slovenije, Ljubljana, 145 str., 1992.

Ribarič, V., *Seizmičnost Slovenije - Katalog potresov, Dodatek 2*, Seizmološki zavod SR Slovenije, Ljubljana, 91 str., 1994.

Sabetta, F., Pugliese A., Estimation of response spectra and simulation of nonstationary earthquake ground motions, *Bull. Seism. Soc. Am.* 86, št. 2, 337-352, 1996.

Šket Motnikar, B., Lapajne, J. K., Zupančič, P., Zabukovec, B., Application of the spatially smoothed seismicity approach for Slovenia, Proceedings of Workshop Seismicity modeling in seismic hazard mapping, Poljče, 125-133, 2000.

Seizmološka karta SFRJ za povratni period od 500 godina. Zajednica za seizmologiju SFRJ, Beograd, 1987.

Tumač seizmološke karte SFR Jugoslavije. Zajednica za seizmologiju SFRJ, Beograd, 1987.

Wells, D. L., Coppersmith, K. J., New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement, *Bull. Seism. Soc. Am.* 84, št. 4, 974-1002, 1994.

Zabukovec B., OHAZ – A computer program for spatially smoothed seismicity approach, Proceedings of Workshop Seismicity modeling in seismic hazard mapping, Poljče, 135-140, 2000.

Živčič, M., *Katalog potresov*, Projekt NEK-PSHA92, Univerza v Ljubljani, FAGG – IKPIR, Ljubljana, 1992.

Živčič, M. (urednik), Quantitative Seismic Zoning of the Circum Pannonian Region, QZEZ-CIPAR, Scientific report on Task A: Seismicity and Geodynamics. Comm. Eur. Comm., Project CIPA CT 94-0283, Ministrstvo za okolje in prostor - Uprava RS za geofiziko, Ljubljana, 1996.

M N E N J A

in

O D M E V I

V rubriki so objavljena mnenja, ki spodbujajo razmišljanja o aktualnih problemih gradbene stroke in odmeve na že objavljene prispevke v Gradbenem vestniku ali drugod. Prispevki izražajo osebna stališča njihovih avtorjev.

K ČLANKU: TRŽNA RAZISKAVA SOVPREŽNIH KONSTRUKCIJ V SLOVENIJI

Avtorji: Simon Šilih, Boris Snoj, Stojan Kravanja
Gradbeni vestnik, letnik 51., april 2001

Članek navaja zaporedje razlogov, zakaj se sovprežne konstrukcije pri nas sorazmerno malo uporabljajo. Pri tem pa niso navedeni bistveni tehniško-gospodarski razlogi. Ti pa so:

Prednost vseh jeklenih konstrukcij je v majhni lastni teži v primerjavi z veliko nosilno odpornostjo. To prednost obdrže tudi vse sovprežne konstrukcije, če so

kombinirane z lahкими samonosnimi polnilnimi ploščami, naj gre za strehe ali za stropove. Majhna lastna teža konstrukcije pa je gospodarnostno utemeljena le pri večjih razponih in pri sorazmerno majhnih koristnih obtežbah, kot je na primer sneg. Sovprežne konstrukcije bi bilo torej smiselno uporabiti pri konstrukcijah srednjih in večjih razponov dvoranskih objektov, bodisi za zbornične bodisi za

industrijske komplekse. Za mostne objekte, ki so namenjeni zelo velikim koristnim težam in za bivalne objekte pri manjših razponih pa večja lastna teža betona ne vpliva bistveno na gospodarnost konstrukcije. Tako v takih primerih uporaba jekla ali sovprege ni gospodarna.

Prof. Svetko Lapajne, univ.dipl.inž.grad.

ODGOVOR AVTORJEV

Namen tržne raziskave je bil ugotoviti obseg uporabe in vzroke za trenutno redko uporabo sovprežnih konstrukcij v Sloveniji. Pri tem sva želela ugotoviti izključno mnenje predstavnikov gradbenih podjetij, ne pa sama postavljati določenih hipotez. Anketiranci so lahko po lastni presoji navedli vzroke, zakaj teh konstrukcij ne uporabljajo pogosteje. Eden izmed vzrokov bi lahko bil tudi, da sovprežne konstrukcije niso gospodarne iz razlogov, ki jih navaja prof. Svetko Lapajne. Vendar pa so prednjačili drugi razlogi, kot npr.: niso dovolj poznane, nimajo tradicije...

Strinjava se z mnenjem prof. Svetka Lapajne glede področja gospodarne uporabe sovprežnih konstrukcij v visokogradnji. Se pa prednosti sovprežnih konstrukcij kažejo tudi v mostogradnji. Teža sovprežnih mostnih konstrukcij je 40-50

% manjša od armiranobetonskih in prednapetih konstrukcij, kar ima pri večjih razponih velik vpliv na prekladno konstrukcijo, predvsem pa pomeni manjše stroške stebrov in temeljenja.

Pri zelo velikih razponih mostov (večjih od 500 m) je lastna teža odločujoča, zato je jeklo v teh primerih edini primeren material, (npr. zadnji večji most, Akashi – Kajiko na Japonskem).

Tržna raziskava je bila izvedena kot uvod v obširnejšo primerjalno analizo, s katero sva želela na podlagi primerjave med sovprežnimi in armiranobetonskimi medetažnimi konstrukcijami določiti razpone, pri katerih je uporaba sovprežnih konstrukcij ekonomično ugodna. Torej dobiti rezultate na podlagi konkretnih izračunov, na pa teoretičnih predvidevanj in hipotez.

Ugotovila sva, da so pri prostoležečih sistemih, obremenjenih z lastno težo in koristno obtežbo 5 kN/m^2 , sovprežni nosilci cenejši pri razponih, večjih od 30 m. Ko upoštevamo tudi težo konstrukcije, ki v veliki meri vpliva na stroške zidov, stebrov in temeljev, se prednosti sovprežnih konstrukcij kažejo pri razponih od 25 m naprej. Pri koristni obtežbi 10 kN/m^2 pa so to razponi, večji od 24 m (oziroma 22 – 24 m ob upoštevanju teže konstrukcije).

Z raziskavo sva torej dokazala, da se prednosti sovprežnih pred betonskimi medetažnimi konstrukcijami kažejo izraziteje pri večjih koristnih obtežbah in ne obratno.

Simon Šilih in Stojan Kravanja

Spoštovani!

Slovenski gradbeniki se ponašamo s svojo strokovno-znanstveno revijo "Gradbeni vestnik", ki izhaja že 50. leto! Kljub vmesnim kriznim obdobjem v slovenskem gradbeništvu, je revija ohranila svojo kvaliteto in naročnike tudi po zaslugi sodelovanja gradbenih podjetij in posameznih strokovnih inštitucij, ki so omogočila izdajanje revije s svojimi vsebinskimi in reklamnimi prispevki.

"Gradbeni vestnik" je revija, s katero predstavljamo slovenski in tuji strokovni javnosti naše znanstvene in strokovne dosežke z vseh področij gradbeništva, obenem z njo izobražujemo in stanovsko povezujemo kolege, saj je revija tudi člansko glasilo Zveze društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (od maja 1998 stalne članice Evropske zveze gradbenih inženirjev - ECCE). K sodelovanju vabimo vsa zainteresirana gradbena podjetja, da revijo podprejo, obogatijo in počastijo s svojimi predstavitvami in reklamnimi oglasi. Temeljna moč Vašega podjetja so strokovnjaki, njihova moč pa je znanje in dobra informacija!

Za reklamne oglase se priporočamo po naslednjem ceniku:

1/1 barvni oglas na naslovnici	200.000,00 SIT
1/1 črno - beli	100.000,00 SIT
1/2 barvni	100.000,00 SIT
1/2 črno - beli	50.000,00 SIT
1/4 črno - beli	25.000,00 SIT

V ceno je všteti DDV. Rabat ponavljanja oglasa znaša 10%.

ZDGITS



tiskarna
ljubljana, d.d.

NAROČILNICA ZA "GRADBENI VESTNIK"

Do preklica naročam(o) izvod(ov) revije GRADBENI VESTNIK in se obvezujem(o), da bom(o) naročnino poravnal(i) v zakonitem roku po prejemu računa ali položnice.

Naročnik:

Ime in priimek:

Podjetje, ustanova:

Naselje, ulica, hišna št.:

Poštna številka:

Ime pošte:

Davčna številka naročnika:

Status (velja samo za individualne naročnike), obkroži:

- zaposlen

- upokojenec

- študent

.....
Kraj in datum

.....
Podpis

Naročilnico izrežite in pošljite v kuverti na naslov:

GRADBENI VESTNIK,
Karlovška 3
1000 Ljubljana



**Kakovost
S
tradicijo**

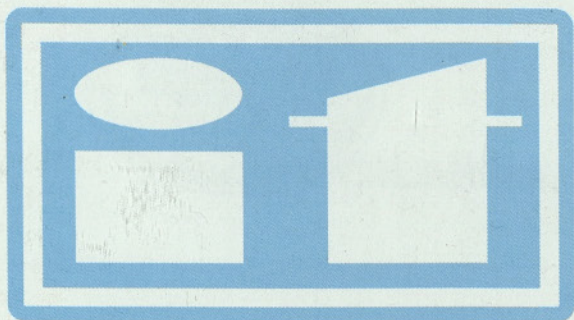
**ISO
9001**



**tiskarna
ljubljana, d.d.**

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





PRIPRAVLJALNI SEMINARJI TER IZPITNI ROKI ZA STROKOVNE IZPITE V GRADBENIŠTVU, ARHITEKTURI IN KRAJINSKI ARHITEKTURI V LETU 2001

MESEC	SEMINAR	IZPITI	
		GRADBENIKI	ARHITEKTI KRAJINARJI
Junij		ustni: 4. - 7.6.	
September	17. - 21.		
Oktober	8. - 12.	pisni: 27.10.	
November	12. - 16.	ustni: 5. - 8.11.	pisni: 7.11.
		pisni: 24.11.	ustni: 19. - 21.11.
December	17. - 21.	ustni: 3. - 7.12.	

A. PRIPRAVLJALNE SEMINARJE

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

Seminar za GRADBENIKE poteka 5 dni (46 ur) in pripravlja kandidate za splošni in posebni del strokovnega izpita, Cena seminarja znaša 65.000,00 SIT z DDV.

Seminar za ARHITEKTE IN KRAJINSKE ARHITEKTE poteka (prve) 3 dni in jih pripravlja za splošni del strokovnega izpita. Cena seminarja je 33.000,00 SIT z DDV.

K seminarju vabimo tudi kandidate, ki so že opravili strokovni izpit po določeni stopnji izobrazbe, pa so si pridobili višjo in morajo opravljati dopolnilni strokovni izpit. Ponujamo jim predavanje iz področja "Investicijski procesi in vodenje projektov". Cena predavanja in literature je 10.000,00 SIT z DDV.

Seminar ni obvezen! Izvedba seminarja je odvisna od števila prijav (najmanj 20 kandidatov). Udeležca prijavi k seminarju plačnik (podjetje, družba, ustanova, sam udeleženec ...). Prijavo v obliki dopisa je potrebno poslati organizatorju **najkasneje 20 dni** pred pričetkom določenega seminarja. Prijava mora vsebovati: priimek, ime, poklic (zadnja pridobljena izobrazba), in naslov prijavljenega kandidata ter naslov in davčno številko plačnika. Samoplačnik mora k prijavi priložiti kopijo dokazila o plačilu. Žiro račun ZDGITS je 50101-678-47602; davčna številka 79748767.

B. STROKOVNI IZPITI

potekajo pri **Inženirski zbornici Slovenije (IZS)**, Dunajska 104, 1000 Ljubljana. Informacije je mogoče dobiti pri Ge. Terezi Rebernik od 10.00 do 12.00 ure, po telefonu 01 / 568-52-76.