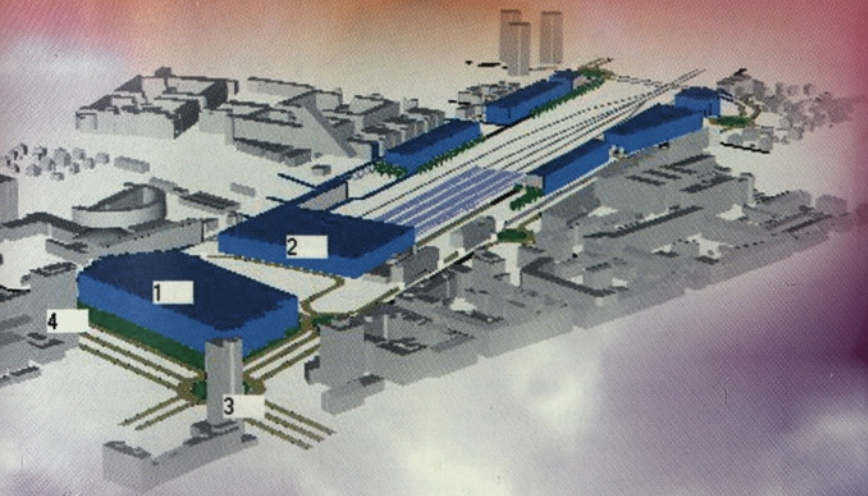


GRADBENI VESTNIK

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

Poština plačana pri
pošti 1102 LJUBLJANA

JUNIJ
2003



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

Lektorica:
Alenka **RAIČ - BLAŽIČ**

Lektorica angleških povzetkov:
Darja **OKORN**

Tehnični urednik:
Danijel **TUDJINA**

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

Tisk:
TISKARNA LJUBLJANA d.d.

Naklada: 2750 izvodov

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

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

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

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

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

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

Navodila avtorjem za pripravo člankov in drugih prispevkov

1. Uredništvo sprejema v objavo znanstvene in strokovne članke s področja gradbeništva in druge prispevke, pomembne in zanimive za gradbeno stroko.
2. Znanstvene in strokovne članke pred objavo pregleda najmanj en anonimen recenzent, ki ga določi glavni in odgovorni urednik.
3. Besedilo prispevkov mora biti napisano v slovenščini.
4. Besedilo mora biti izpisano z dvojnimi 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, itd.
7. Poglavja in razdelki so lahko oštevilčeni.
8. Slike, preglednice in fotografije morajo biti vključene v besedilo prispevka, oštevilčene in opremljene s podnapisi, ki pojasnjujejo njihovo vsebino. Slike in fotografije, ki niso v elektronski obliki, morajo biti priložene prispevku v originalu.
9. Enačbe morajo biti na desnem robu označene z zaporedno številko v okroglem oklepaju.
10. Uporabljena in citirana dela morajo biti navedena med besedilom prispevka z oznako v obliki [priimek prvega avtorja, leto objave]. V istem letu objavljena dela istega avtorja morajo biti označena še z oznakami a, b, c, itd.
11. V poglavju LITERATURA so uporabljena in citirana dela opisana z naslednjimi podatki: priimek, ime avtorja, priimki in imena drugih avtorjev, naslov dela, način objave, leto objave.
12. Način objave je opisan s podatki: knjige: založba; revije: ime revije, založba, letnik, številka, strani od do; zborniki: naziv sestanka, organizator, kraj in datum sestanka, strani od do; raziskovalna poročila: vrsta poročila, naročnik, oznaka pogodbe; za druge vrste virov: kratek opis, npr. v zasebnem pogovoru.
13. Pod črto na prvi strani, pri prispevkih, krajših od ene strani pa na koncu prispevka, morajo biti navedeni obsežnejši podatki o avtorjih: znanstveni naziv, ime in priimek, strokovni naziv, podjetje ali zavod, navadni in elektronski naslov.
14. Prispevke je treba poslati glavnemu in odgovornemu uredniku prof. dr. Janezu Duhovniku na naslov: FGG, Jamova 2, 1000 LJUBLJANA oz. janez.duhovnik@fgg.uni-lj.si. V spremnem dopisu mora avtor članka napisati, kakšna je po njegovem mnenju vsebina članka (pretežno znanstvena, pretežno strokovna) oziroma za katero rubriko je po njegovem mnenju prispevek primeren. Prispevke je treba poslati v enem izvodu na papirju in v elektronski obliki v formatu MS WORD.

Uredniški odbor

VSEBINA - CONTENTS

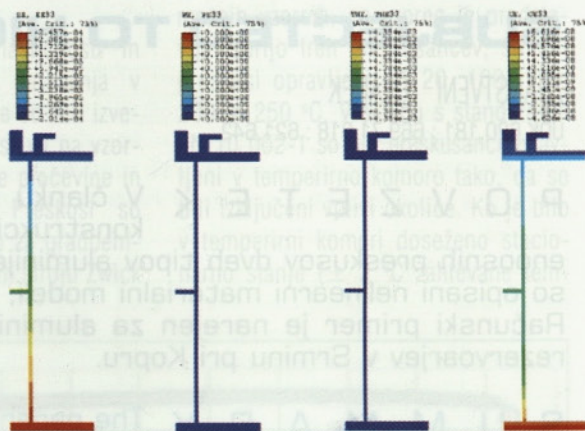
Članki, študije, razprave
Articles, studies, proceedings

Stran 126

A. Rebec, P. Plešec, B. Brank

SIMULACIJA OBNAŠANJA KONSTRUKCIJSKIH ELEMENTOV IZ ALUMINIJEVIH ZLITIN PRI POVIŠANIH TEMPERATURAH

**SIMULATION OF THE BEHAVIOR OF THE
ALUMINIUM STRUCTURES SUBJECTED
TO HIGH TEMPERATURES**



Stran 136

V. Drusany, A. Muhič

ČELNA ŽELEZNIŠKA POSTAJA V LJUBLJANI

**TERMINAL RAILWAY STATION
IN LJUBLJANA**



IN MEMORIAM

Stran 144

S. Mudražija

V SPOMIN ADIJU LESNIČARJU

Stran 146

J. K. Juteršek

KOLENDAR PRIREDITEV

Stran 147

J. K. Juteršek

NOVI DIPLOMANTI S PODROČJA GRADBENIŠTVA



SIMULACIJA OBNAŠANJA KONSTRUKCIJSKIH ELEMENTOV IZ ALUMINIJEVIH ZLITIN PRI POVIŠANIH TEMPERATURAH

SIMULATION OF THE BEHAVIOUR OF THE ALUMINIUM STRUCTURES SUBJECTED TO HIGH TEMPERATURES

ZNANSTVENI ČLANEK

UDK 620.181 : 669.71.018 : 621.642

ANDREJ REBEC, PRIMOŽ PLEŠEC, BOŠTJAN BRANK

P O V Z E T E K V članku obravnavamo nelinearno analizo aluminijastih konstrukcij pri visokih temperaturah. Prikazani so rezultati enoosnih preskusov dveh tipov aluminijevih zlitin pri različnih temperaturah. V grobem so opisani nelinearni materialni modeli, ki jih je priporočljivo uporabiti pri takšni analizi. Računski primer je narejen za aluminijasti nosilec, ki je del strešne kupole naftnih rezervoarjev v Srminu pri Kopru.

S U M M A R Y The paper deals with the non-linear analysis of aluminium structures subjected to high temperatures. The results of uniaxial tests at different temperature levels are presented for two types of aluminium alloys. The material models, which should be used in such an analysis, are briefly discussed. A numerical example is presented for an aluminium beam, which is a part of a storage oil tank roof in Srmin near Koper.

Avtorji:

mag. Andrej Rebec, univ. dipl. inž. grad., Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva 12, Ljubljana
Primož Plešec, absolvent FMF, Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva 12, Ljubljana
doc. dr. Boštjan Brank, univ. dipl. inž. grad., UL, FGG, Jamova 2, Ljubljana

1. UVOD

V okviru numerične simulacije razvoja požara na rezervoarju naftnih derivatov na območju skladišča, kjer je lociranih več rezervoarjev, in analize obnašanja sosednjega rezervoarja zaradi pričakovane toplotne obtežbe, sta bila v Gradbenem vestniku že objavljena članka [Rebec, 2002a] in [Rebec, 2002b]. Prvi članek govori o obliki in drugih karakteristikah plamenskega telesa, ki ga lahko pričakujemo pri takšnem požaru, v drugem članku pa je prikazan izračun termičnega vpliva požara na bližnji, sosednji rezervoar v

obliki časovno odvisnega temperaturnega polja.

Ker nas posebej zanima obnašanje strešne aluminijaste kupolaste konstrukcije sosednjega rezervoarja med predpostavljenim požarnim scenarijem, se v tem delu, ki je nadaljevanje omenjenih dveh, ukvarjamo z obnašanjem aluminijevih zlitin pri povišanih temperaturah. Zanimajo nas mehanske lastnosti dveh vrst aluminijevih zlitin, ki sta bili uporabljeni pri izdelavi strešnih konstrukcij rezervoarjev v Srminu pri Kopru, pri povišanih temperaturah in materialni mode-

li, s katerimi je mogoče analizirati obnašanja konstrukcijskih elementov iz aluminija.

Članek ima tri dele. V prvem delu so obdelani rezultati enoosnih nateznih preskusov vzorcev zlitin, ki sta bili uporabljeni za krovno ploščevino oziroma za nosilne elemente strešne kupole rezervoarjev v Srminu. V drugem delu članka smo se posvetili elastično-plastičnemu in elastično-viskozno-plastičnemu modelu in v okviru obeh še izračunu deformacij zaradi tečenja in spremembe temperature. V tretjem delu je prikazan numerični primer, izračun

A. REBEC, P. PLEŠEC, B. BRANK: Simulacija obnašanja konstrukcijskih elementov aluminijevih zlitin pri povišanih temperaturah

Zlitina	Masni odstotek zastopanosti kemijskih elementov v aluminijevi zlitini											
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ni	Cr	Pb	Sn	Ti	Al
Pločevina	0.21	0.51	0.07	1.07	<0.00	0.007	<0.01	0.003	0.003	<0.001	0.006	98.13
Nosilec	0.51	0.21	0.01	0.04	0.4	0.001	0.001	<0.01	0.007	0.001	0.02	98.81

Preglednica 1: Kemijska sestava aluminijevih zlitin, ki sta se uporabili pri izdelavi pločevine in nosilcev

nan s komercialnim programom po metodi končnih elementov Abaqus [Abaqus, 2000].

2. EKSPERIMENTALNO DOLOČANJE MATERIALNIH LASTNOSTI ALUMINIJEVIH ZLITIN

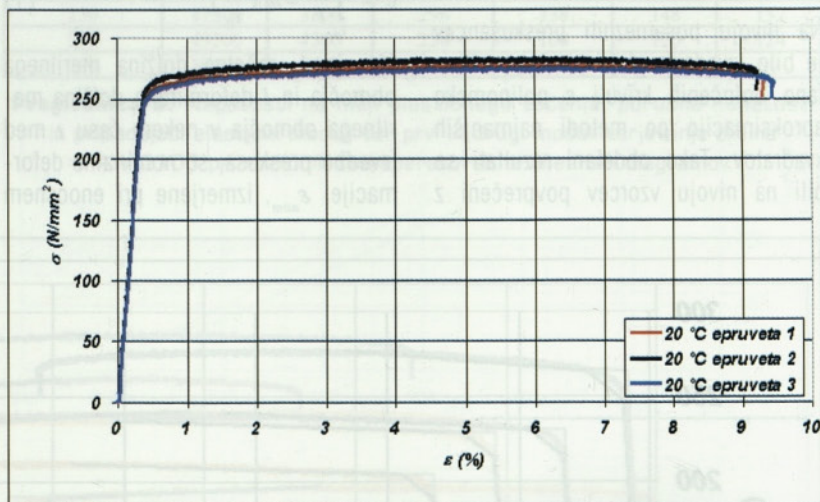
2.1 OCENA KAKOVOSTI ZLITIN S KEMIČNO ANALIZO

Vrsto aluminijeve zlitine lahko identificiramo s kemijsko analizo po metodi atomske emisijske spektroskopije. V našem primeru smo izvedli analizo na vzorcih, vzetih iz enake aluminijaste pločevine in enakih aluminijastih nosilcev, kot so bili uporabljeni pri izdelavi strešnih kupol naftnih rezervoarjev v Srminu pri Kopru. Rezultati kemijske analize so zbrani v preglednici 1. Po primerjavi z razpoložljivimi podatki iz literature lahko ugotovimo, da zlitina aluminijaste pločevine približno ustreza kvaliteti EN AW-3103 (Al-Mn 1), aluminijastih nosilcev pa približno kvaliteti EN AW-6082 (Al-Si1-Mg-Mn).

2.2 ENOOSNI NATEZNI PRESKUSI ZLITIN AW-3103 IN AW-6082 PRI POVIŠANIH TEMPERATURAH

Za določitev modula elastičnosti in parametrov plastičnega utrjevanja v odvisnosti od temperature so bili izvedeni enoosni natezni preskusi na vzorcih, vzetih iz aluminijaste pločevine in aluminijastih nosilcev. Preskusi so bili opravljeni na Zavodu za gradbeništvo Slovenije na trgalnem stroju Zwick

100 (merilno območje 0-100 kN) s predobremenitveno napetostjo 1 N/mm², s hitrostjo predobremenitve 1 mm/min in s hitrostjo obremenjevanja med testom 10 N/mm²/s. Na posameznih vzorcih, en vzorec je predstavljal serijo treh preskušancev, so bili preskusi opravljeni pri 20, 100, 150, 200 in 250 °C. V skladu s standardom EN 10 002-1 so bili preskušanci vstavljeni v temperirno komoro tako, da so bili izključeni vplivi okolice. Ko je bilo v temperirni komori doseženo stacionarno stanje (± 2 °C zahtevane tem-

**Slika 1:** Rezultati nateznih preskusov vzorca treh preskušancev zlitine AW-6082 pri 20 °C.

Epruveta	Širina (mm)	Debelina (mm)	E (N/mm ²)	f _{0.2} (N/mm ²)	f _u (N/mm ²)	A ₈₀ (%)	l ₀ (mm)	f _{low} (N/mm ²)	f _{high} (N/mm ²)
1	20.02	2.36	73300	260	274	9.30	80	50	180
2	20.01	2.38	74000	262	282	9.20	80	50	180
3	19.99	2.37	72600	259	272	9.45	80	50	180

Preglednica 2: Rezultati enoosnih nateznih preskusov treh preskušancev zlitine 6082 pri 20 °C

perature), je bil izveden natezni preskus. Zgornjo temperaturno mejo (250 °C) smo izbrali po kriteriju ENV 1999-1-1, ki pravi, da lahko pri tej temperaturi pričakujemo zmanjšanje meje plastičnega tečenja pod 60 % vrednosti pri temperaturi 20 °C.

Na sliki 1 so prikazani laboratorijski rezultati nateznih preskusov materiala nosilcev (zlitina AW-6082) pri najnižjem nivoju temperature. Isti rezultati so prikazani tudi v preglednici 2; E je modul elastičnosti, $f_{0,2}$ napetost na meji plastičnega tečenja pri $\epsilon = 0,2 \%$, f_u porušna napetost, A_{80} raztezek pri porušitvi (merilno območje epruvete je 80 mm), l_0 začetna dolžina merilnega območja; f_{low} in f_{high} pa sta napetosti, ki določata interval, v katerem je bil izmerjen elastični modul E .

Na nivoju posameznih preskušancev je bilo izvedeno glajenje eksperimentano določenih krivulj s polinomsko aproksimacijo po metodi najmanjših kvadratov. Tako obdelani rezultati so bili na nivoju vzorcev povprečni z

metodo srednje vrednosti. S tem smo prišli do desetih krivulj, ki predstavljajo karakteristične zveze med napetostmi in deformacijami pri enoosnem nateznem preskusu pri petih različnih temperaturah za dve različni aluminijevi zlitini.

Ekperimentalno dobljene karakteristične krivulje so bile v nadaljevanju uporabljene za modeliranje elastično-plastičnega obnašanja konstrukcijskih elementov iz aluminijevih zlitin s programom Abaqus. Zato so bile popravljene v smislu zahtev programa, da se kot vhodni podatek za elastično-plastični material poda odnos med logaritmskimi deformacijami in pripadajočimi napetostmi. Če so torej logaritmske deformacije ϵ enake

$$\epsilon = \int_{l_0}^l \frac{dl}{l} = \ln \left(\frac{l}{l_0} \right) \quad (1)$$

kjer je l_0 začetna dolžina merilnega območja in l deformirana dolžina merilnega območja v nekem času t med izvedbo preskusa, so nominalne deformacije, ϵ_{nom} , izmerjene pri enoosnem

nateznem preskusu pri istem času t , definirane kot:

$$\epsilon_{nom} = \frac{l-l_0}{l_0} = \frac{l}{l_0} - 1 \quad (2)$$

Po logaritmiranju enačbe (2) dobimo

$$\epsilon = \ln(1 + \epsilon_{nom}) \quad (3)$$

Zvezo med napetostmi σ (ki so energijsko povezane z logaritmskimi deformacijami ϵ) in nominalnimi napetostmi σ_{nom} , ki so bile izmerjene med preskusom, dobimo ob predpostavki o nestisljivosti materiala tako v elastičnem kot v plastičnem območju. Ker se volumen merilnega območja ob tej predpostavki ne spreminja:

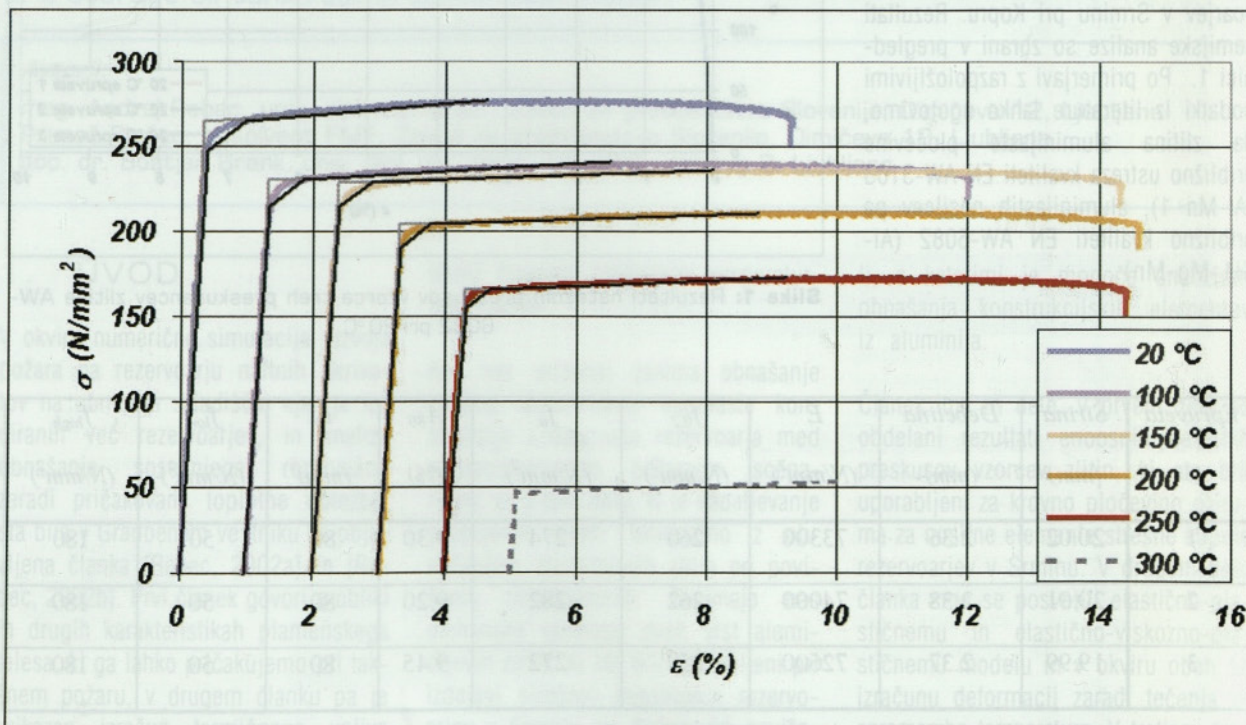
$$l_0 A_0 = l A \quad (4)$$

imamo ob upoštevanju (2) in (4)

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{F l}{A_0 l_0} = \sigma_{nom} \left(\frac{l}{l_0} \right) \quad (5)$$

$$\sigma = \sigma_{nom} (1 + \epsilon_{nom})$$

kjer je A_0 začetna površina prereza



Slika 2: Rezultati enoosnih nateznih preskusov zlitine AW-6082 in bilinearne ter trilinearne aproksimacije

A. REBEC, P. PLEŠEC, B. BRANK: Simulacija obnašanja konstrukcijskih elementov aluminijevih zlitin pri povišanih temperaturah

preskušanca, A je površina prereza preskušanca pri času t , F pa je sila, s katero je bil preskušavec obremenjen pri istem času. Na slikah 2 in 3 so prikazani rezultati laboratorijskih meritev za zlitini AW-6082 in AW-3103, ki jih je potrebno v skladu z (2) in (5) korigirati za nadaljnjo analizo s programom Abaqus. Na istih slikah so prikazani tudi aproksimacijski bilinearni in trilinearni diagrami, ki so za temperature nad 20 °C skupaj z meritvami zaradi preglednosti zamaknjeni za $\epsilon = 1\%$.

Bilinearni in trilinearni diagrami so bili skonstruirani na osnovi eksperimentalnih podatkov o napetostih in moduli, ki so zbrani v preglednicah 3-5.

Bilinearni diagrami so skonstruirani smiselno po priporočilih ENV 1999-1-1 na podlagi enoosnih nateznih preskusov in naslednjih predpostavk: dogovorna meja plastičnega tečenja f_p je privzeta kot $f_{0,4}$ pri $\epsilon = 0,4\%$, napetost f_p povezuje s pripadajočo defor-

temperatura (°C)	E (N/mm ²)		K (N/mm ²)		f_p (N/mm ²)		f_u (N/mm ²)	
	AW-3103	AW-6082	AW-3103	AW-6082	AW-3103	AW-6082	AW-3103	AW-6082
20	68200	73200	413	279	173	265	181	276
100	66300	71500	384	212	159	230	164	241
150	63100	67400	245	140	148	228	152	236
200	58900	64100	196	128	120	204	124	211
250	45200	53300	222	142	95	166	99	173

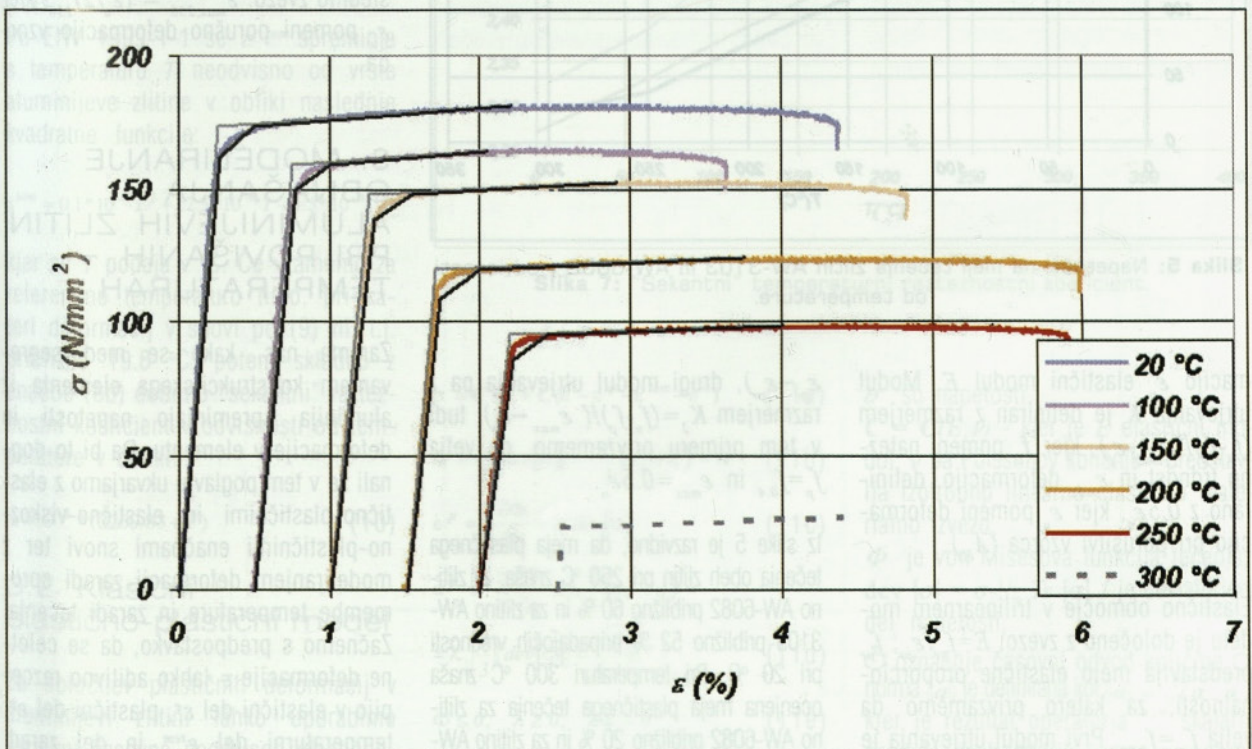
Preglednica 3: Elastični moduli in moduli utrjevanja ter pripadajoče napetosti na meji plastičnega tečenja in porušne napetosti obeh zlitin pri različnih temperaturah bilinearnih diagramov

temperatura (°C)	E (N/mm ²)	K (N/mm ²)	K_2 (N/mm ²)	f_{pr} (N/mm ²)	f_p (N/mm ²)	f_u (N/mm ²)
20	62000	2833	329	248	265	276
100	61400	3000	237	215	230	241
150	53100	2737	153	215	228	236
200	50000	3256	139	190	204	211
250	46900	2973	156	155	166	173

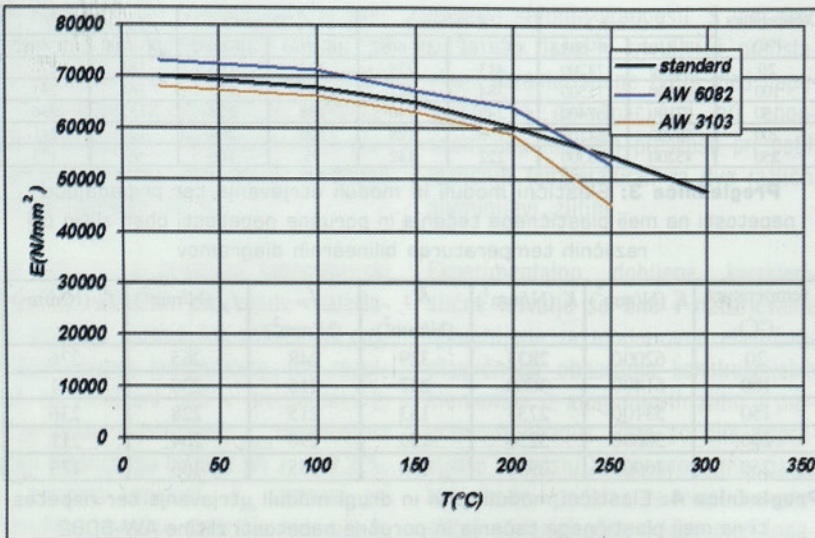
Preglednica 4: Elastični moduli, prvi in drugi moduli utrjevanja ter napetosti na meji plastičnega tečenja in porušne napetosti zlitine AW-6082 pri različnih temperaturah trilinearnih diagramov

temperatura (°C)	E (N/mr ²)	K (N/mr ²)	K_2 (N/mr ²)	f_{pr} (N/mr ²)	f_p (N/mr ²)	f_u (N/mr ²)
20	57800	5000	470	162	173	181
100	55500	3900	470	150	159	164
150	47500	3800	296	138	148	152
200	43200	4300	228	108	120	124
250	39100	3900	258	86	95	99

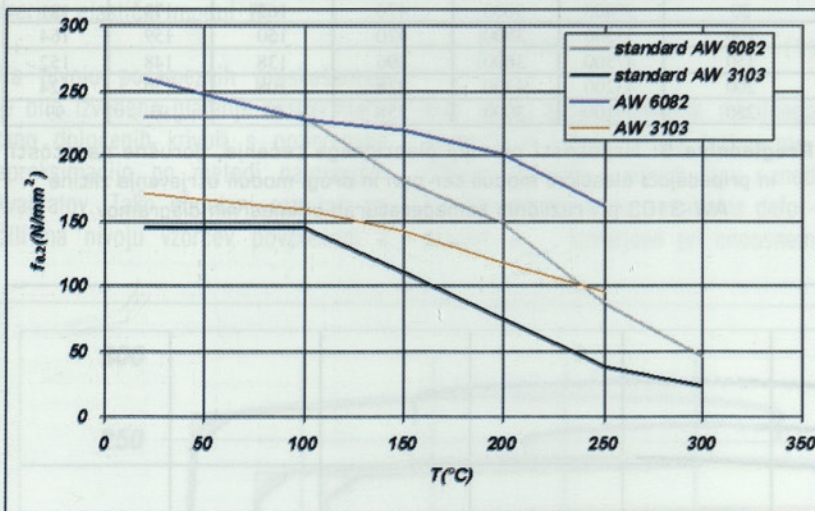
Preglednica 5: Napetosti na meji plastičnega tečenja, porušne napetosti in pripadajoči elastični moduli ter prvi in drugi moduli utrjevanja zlitine AW-3103 pri različnih temperaturah trilinearnih diagramov



Slika 3: Rezultati enoosnih nateznih preskusov zlitine AW-3103 in bilinearne ter trilinearne aproksimacije



Slika 4: Elastični modul zlitin AW-6082 in AW-3103 v odvisnosti od temperature (bilinearni model, standard ENV 1999-1-1).



Slika 5: Napetosti na meji tečenja zlitin AW-3103 in AW-6082 v odvisnosti od temperature.

2.3 OCENA BILINEAR-NEGA DIAGRAMA PRI 300 °C

Poskušali smo oceniti tudi bilinearna diagrama obeh zlitin pri temperaturi 300 °C smiselno z upoštevanjem priporočil ENV 1999-1-1 (sliki 2 in 3). Velikost elastičnega modula E_{300} , in napetost na meji plastičnega tečenja $f_{p,300}$ privzamemo po Eurocode 9:

$$E_{300} = \frac{f_{p,300}}{\dot{\epsilon}_{p,300}} \quad (6a)$$

Za modul plastičnega utrjevanja predpostavimo naslednjo zvezo, ki velja za temperaturo 250°C:

$$K_{300} = \frac{f_{u,250} - f_{p,250}}{\epsilon_{max,250} - \epsilon_{p,250}} \quad (6b)$$

kjer $f_{u,250}$ predstavlja porušno trdnost pri 250 °C, $f_{p,250}$ mejo plastičnega tečenja pri isti temperaturi, privzeto kot $f_{0,4}$, $\epsilon_{p,250}$ pa pripadajočo deformacijo. Deformacija $\epsilon_{max,250}$ je po priporočil ENV 1999-1-1 definirana z naslednjo zvezo: $\epsilon_{max,250} = (\epsilon_u/2)_{250}$, kjer ϵ_u pomeni porušno deformacijo vzorca.

3. MODELIRANJE OBNAŠANJA ALUMINIJEVIH ZLITIN PRI POVIŠANIH TEMPERATURAH

Zanima nas, kako se med segrevanjem konstrukcijskega elementa iz aluminija spreminjajo napetosti in deformacije v elementu. Da bi to dognali se v tem poglavju ukvarjamo z elastično-plastičnimi in elastično-viskozno-plastičnimi enačbami snovi ter z modeliranjem deformacij zaradi spremembe temperature in zaradi tečenja. Začnemo s predpostavko, da se celotne deformacije ϵ lahko aditivno razcepimo v elastični del ϵ^e , plastični del ϵ^p , temperaturni del ϵ^{tem} in del zaradi viskoznega tečenja ϵ^c :

macijo ϵ_p elastični modul E . Modul utrjevanja K je definiran z razmerjem $(f_u - f_p) / (\epsilon_{max} - \epsilon_p)$, kjer f_u pomeni natezno trdnost in ϵ_{max} deformacijo, definirano z $0.5\epsilon_u$, kjer ϵ_u pomeni deformacijo pri porušitvi vzorca (A_{g0}).

Elastično območje v trilinearnem modelu je določeno z zvezo: $E = f_{pr} / \epsilon_{pr}$; f_{pr} predstavlja mejo elastične proporcionalnosti, za katero privzamemo da velja $f_{pr} = f_{0,04}$. Prvi modul utrjevanja je določen z razmerjem $K = (f_u - f_p) / (\epsilon_{max} - \epsilon_p)$,

drugi modul utrjevanja pa z razmerjem $K_2 = (f_u - f_p) / (\epsilon_{max} - \epsilon_p)$; tudi v tem primeru privzamemo, da velja $f_p = f_{0,4}$ in $\epsilon_{max} = 0.5\epsilon_u$.

Iz slike 5 je razvidno, da meja plastičnega tečenja obeh zlitin pri 250 °C znaša: za zlitino AW-6082 približno 60 % in za zlitino AW-3103 približno 52 % pripadajočih vrednosti pri 20 °C. Pri temperaturi 300 °C znaša ocenjena meja plastičnega tečenja za zlitino AW-6082 približno 20 % in za zlitino AW-3103 približno 16 % vrednosti pri 20 °C.

$$\varepsilon = \varepsilon^e + \varepsilon^p + \varepsilon^{tem} + \varepsilon^c \quad (7)$$

V nadaljevanju na kratko opisujemo modele za določitev opisanih deformacij, ki smo jih upoštevali pri analizi konstrukcijskih elementov iz aluminijevih zlitin s programom Abaqus.

3.1 Temperaturne deformacije

Ob predpostavki, da se aluminijeva zlitina zaradi spremembe temperature izotropno razteza, dobimo:

$$\varepsilon^{tem} = \varepsilon^{tem} I \quad (8a)$$

$$\varepsilon^{tem} = \alpha (T - T^{ref}) \quad (8b)$$

kjer je I enotska matrika (sprememba temperature povzroča namreč samo normalne deformacije), $\alpha = \alpha(T)$ je temperaturni razteznostni koeficient, ki je odvisen od temperature, T je trenutna temperatura, T^{ref} pa je referenčna temperatura. Enote za α so $^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Po ENV 1999-1-1 se ε^{tem} spreminja s temperaturo T neodvisno od vrste aluminijeve zlitine v obliki naslednje kvadratne funkcije:

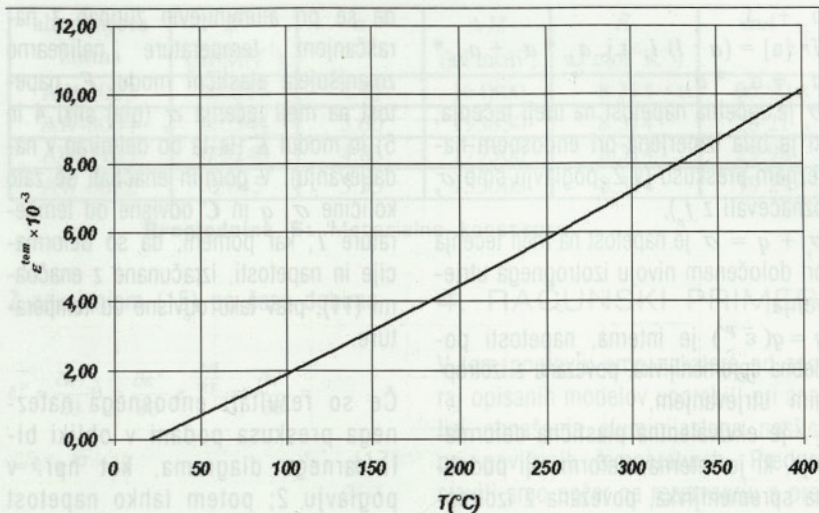
$$\varepsilon^{tem} = 0.1 \cdot 10^{-7} T^2 + 22.5 \cdot 10^{-6} T - 4.5 \cdot 10^{-4} \quad (9)$$

kjer se T podaja v $^{\circ}\text{C}$. Če vzamemo za referenčno temperaturo tisto, pri kateri deformacij v snovi po (9) ni, t.j. približno 19.8°C , potem skladno z enačbo (8b) dobimo "sekantni" razteznostni koeficient v odvisnosti od temperature v obliki:

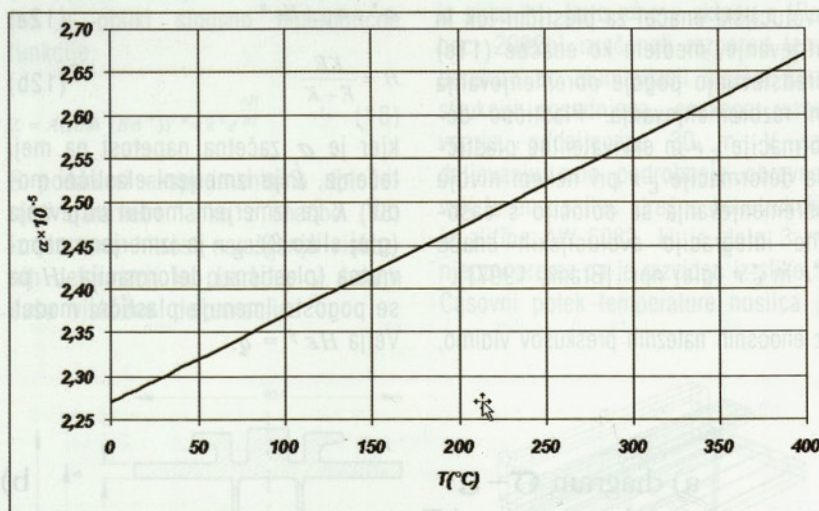
$$\alpha = 10^{-8} \cdot (2269.83 + T) \quad (10)$$

3.2 Klasični elastično-plastični model

Za določitev plastičnih deformacij v aluminijevi zlitini lahko uporabimo klasični časovno neodvisen elastično-plastični model za kovine, kjer velja:



Slika 6: Temperaturna deformacija ε^{tem} v odvisnosti od temperature po ENV 1999-1-1.



Slika 7: "Sekantni" temperaturni razteznostni koeficient.

$$\sigma = C \varepsilon^e = C(\varepsilon - \varepsilon^p - \varepsilon^{tem} - \varepsilon^c) \quad (11a)$$

$$\Phi = \frac{1}{2} \|dev[\sigma]\|^2 - \frac{1}{3} (\sigma_y + q)^2 = 0 \quad (11b)$$

$$\dot{\varepsilon}^p = \dot{\lambda} \frac{\partial \Phi}{\partial \sigma} = \dot{\lambda} dev[\sigma] \quad (11c)$$

$$\begin{aligned} \dot{\varepsilon}^p &= -\dot{\lambda} \frac{\partial \Phi}{\partial q} = \dot{\lambda} \frac{2}{3} (\sigma_y + q) = \\ &= \dot{\lambda} \sqrt{\frac{2}{3}} \|dev[\sigma]\| = \sqrt{\frac{2}{3}} \dot{\lambda} \|\dot{\varepsilon}^p\| \end{aligned} \quad (11d)$$

$$\Phi \leq 0, \quad \dot{\lambda} \geq 0, \quad \dot{\lambda} \Phi = 0 \quad (11e)$$

Oznake v gornjih enačbah so naslednje:

σ so napetosti,

$C = C(E, \nu)$ - kjer je E elastični modul, ν pa Poissonov količnik - predstavlja izotropno linearno elastično materialno zvezo,

Φ je von Misesova funkcija tečenja, $dev[\sigma] = \sigma - \frac{1}{3} Tr[\sigma] I$ je deviatorični del napetosti,

$\dot{\circ}$ označuje časovni odvod količine \circ , norma $\|\mathbf{a}\|$ je definirana kot $\|\mathbf{a}\| = \sqrt{\mathbf{a} : \mathbf{a}}$, kjer je rezultat operatorja ":" skalarni produkt dveh matrik (vsota zmnožkov ustreznih si členov, t.j. $a_{11} * a_{11} + a_{12} *$

$a_{12} + \dots$),
 $Tr [a] = (a : I) I$, t.j. $a_{11} * a_{11} + a_{22} * a_{22} + a_{33} * a_{33}$,
 σ_y je začetna napetost na meji tečenja, ki je bila izmerjena pri enoosnem nateznem preskusu (v 2. poglavju smo σ_y označevali z f_p),
 $\sigma_y + q = \sigma^*$ je napetost na meji tečenja pri določenem nivoju izotropnega utrjevanja,
 $q = q(\bar{\epsilon}^p)$ je interna, napetosti podobna spremenljivka, povezana z izotropnim utrjevanjem,
 $\bar{\epsilon}^p$ je ekvivalentna plastična deformacija, ki je interna, deformaciji podobna spremenljivka, povezana z izotropnim utrjevanjem,
 λ je parameter plastičnega tečenja.

Enačbi (11c) in (11d) predstavljata evolucijski enačbi za plastični tok in utrjevanje, medtem ko enačbe (11e) predstavljajo pogoje obremenjevanja in razbremenjevanja. Plastične deformacije ϵ^p in ekvivalentne plastične deformacije $\bar{\epsilon}^p$ pri nekem nivoju obremenjevanja se določijo s časovno integracijo evolucijskih enačb $\dot{\epsilon}^p$ in $\dot{\bar{\epsilon}}^p$ (glej npr. [Brank, 1997]).

Iz enoosnih nateznih preskusov vidimo,

da se pri aluminijevih zlitinah z naraščanjem temperature nelinearno zmanjšujeta elastični modul E , napetost na meji tečenja σ_y (glej sliko 4 in 5) in modul K (le-ta bo definiran v nadaljevanju). V gornjih enačbah so zato količine σ_y , q in C odvisne od temperature T , kar pomeni, da so deformacije in napetosti, izračunane z enačbami (11), prav tako odvisne od temperature.

Če so rezultati enoosnega nateznega preskusa podani v obliki bilinearnega diagrama, kot npr. v poglavju 2; potem lahko napetost na meji tečenja pri določenem nivoju plastičnih deformacij napišemo kot:

$$\sigma^* = \sigma_y + H\epsilon^p \quad (12a)$$

$$H = \frac{KE}{E - K} \quad (12b)$$

kjer je σ_y začetna napetost na meji tečenja, E je izmerjeni elastični modul, K je izmerjeni modul utrjevanja (glej sliko 8), ϵ^p je izmerjena nepovratna (plastična) deformacija, H pa se pogosto imenuje plastični modul. Velja $H\epsilon^p = q$.

3.3 Elastično-viskozno-plastični model

Če je neelastično obnašanja materiala odvisno tudi od hitrosti deformacij, potem se lahko elastično-plastični model nadomesti z elastično-viskozno-plastičnim (časovno odvisnim) materialnim modelom. Viskozna plastičnost se lahko modelira z vključitvijo časovne odvisnosti v funkcijo tečenja. Takrat v enačbah plastičnega modela zamenjamo plastične deformacije ϵ^p , ekvivalentne plastične deformacije $\bar{\epsilon}^p$ in njuna časovna odvoda z viskozno-plastičnimi veličinami. Velja:

$$\sigma = C\epsilon^e = C(\epsilon - \epsilon^{vp} - \epsilon^{tem}) \quad (13a)$$

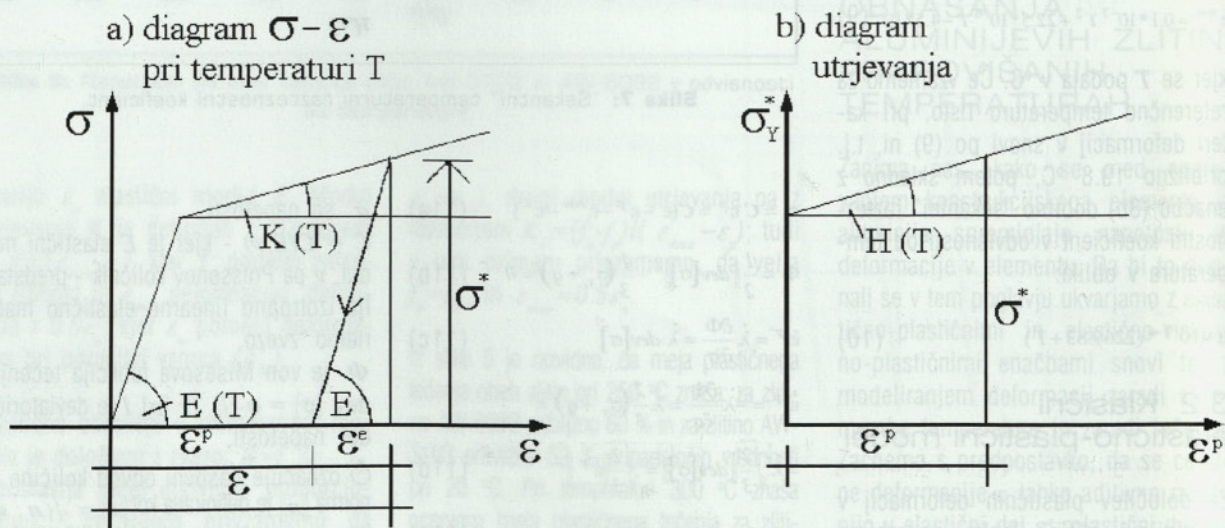
$$g = \sqrt{\frac{3}{2}} \|dev[\sigma]\| - \sigma_f = 0 \quad (13a)$$

$$\dot{\epsilon}^{vp} = \lambda \frac{\partial g}{\partial \sigma} = \lambda \sqrt{\frac{3}{2}} \frac{dev[\sigma]}{\|dev[\sigma]\|} \quad (13c)$$

$$\dot{\bar{\epsilon}}^{vp} = \sqrt{\frac{2}{3}} \|\dot{\epsilon}^{vp}\| \quad (13d)$$

$$g \leq 0, \lambda \geq 0, \dot{\lambda}g = 0 \quad (13e)$$

Funkcija g je časovno odvisna, saj je eksperimentalno določena meja tečenja $\sigma_f - \sigma_f(\bar{\epsilon}^{vp}, \dot{\bar{\epsilon}}^{vp})$ odvisna tudi od hitrosti viskozno-plastičnih defor-



Slika 8: Parametri utrjevanja pri podajanju rezultatov enoosnega nateznega preskusa v obliki bilinearnega diagrama.

macij. Vrednosti σ_f in C so odvisne od temperature, kar pomeni, da so nape-tosti in deformacije, izračunane z enačbami (13), prav tako odvisne od temperature. Viskozno-plastične de-formacije ε^{vp} pri nekem času se do-ločijo s časovno integracijo evolu-cijske enačbe za $\dot{\varepsilon}^{vp}$. V programu Abaqus se viskozno-plastične defor-macije ne morejo obravnavati hkrati z deformacijami zaradi tečenja, zato v enačbi (13a) ni ε^c .

3.4 Deformacije zaradi tečenja

Za deformacije zaradi tečenja predpo-stavimo, da velja:

$$\dot{\varepsilon}^c = \dot{\varepsilon}^c \frac{\partial \sigma^*}{\partial \sigma} \quad (14a)$$

$$\sigma^* = \sqrt{\frac{3}{2}} \|\text{dev}[\sigma]\| \quad (14b)$$

$$\dot{\varepsilon}^c = A(\sinh(B\sigma^*))^n e^{\frac{\Delta H}{RT}} = \sqrt{\frac{2}{3}} \|\dot{\varepsilon}^c\| \quad (14c)$$

kjer je $\dot{\varepsilon}^c$ ekvivalentna hitrost deforma-cij zaradi tečenja, A , B in n so mate-rialne konstante, za katere je predpo-stavljeno, da so neodvisne od tempe-rature, σ^* je ekvivalentna enoosna de-viatorična napetost, ΔH je aktivacijska energija tečenja, R je plinska konstan-ta, T pa je temperatura v K. Vrednosti A , B , n in ΔH za zlitini AW-6082 in AW-3103 so privzete po [Sheppard, 1998] in so podane v preglednici 6.

Do enačbe (14c) lahko pridemo na naslednji način: pri konstantnem ni-voju napetosti so enoosne deforma-cije zaradi tečenja funkcija enoosne napetosti in t. i. temperaturno kom-penziranega časa θ , glej [Srpčič, 1991]:

$$\varepsilon^c = \varepsilon^c(\theta, \sigma^*) \quad (15)$$

kjer je θ pri nekem času t definirana kot:

$$\theta = \int_0^t e^{\frac{\Delta H}{RT(\tau)}} d\tau \quad (16)$$

aluminijeva zlitina	B (m^2MN^{-1})	n	ΔH ($kJ mol^{-1}$)	R ($J mol^{-1}K^{-1}$)	$\ln A$
AW-3003	0.0316	4.45	164800	8.314	26.90
AW-3004	0.0344	3.60	193850	8.314	28.21
AW-3105	0.0248	4.83	179300	8.314	29.98
AW-6082	0.045	3.55	153000	8.314	19.29

Preglednica 6: Materialne konstante

Z odvajanjem (15) po času dobimo

$$\begin{aligned} \dot{\varepsilon}^c &= \frac{\partial \varepsilon^c}{\partial \theta} \dot{\theta} = \frac{\partial \varepsilon^c}{\partial \theta} e^{\frac{\Delta H}{RT}} \Rightarrow \frac{\partial \varepsilon^c}{\partial \theta} = \\ &= \dot{\varepsilon}^c e^{-\frac{\Delta H}{RT}} = Z \end{aligned} \quad (17)$$

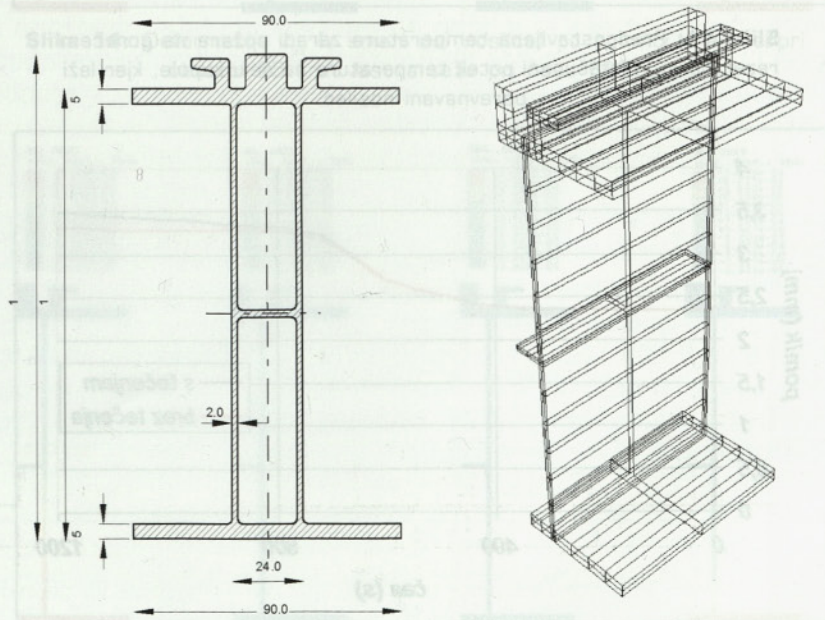
To je t.i. Zener-Hollomonov paramete-r Z , ki ga po Sellarsu in Tegartu, glej [Sheppard, 1998], lahko predpostavi-mo v obliki sinusno hiperbolične funkcije:

$$Z = A(\sinh(B\sigma^*))^n = \dot{\varepsilon}^c e^{\frac{\Delta H}{RT}} \quad (18)$$

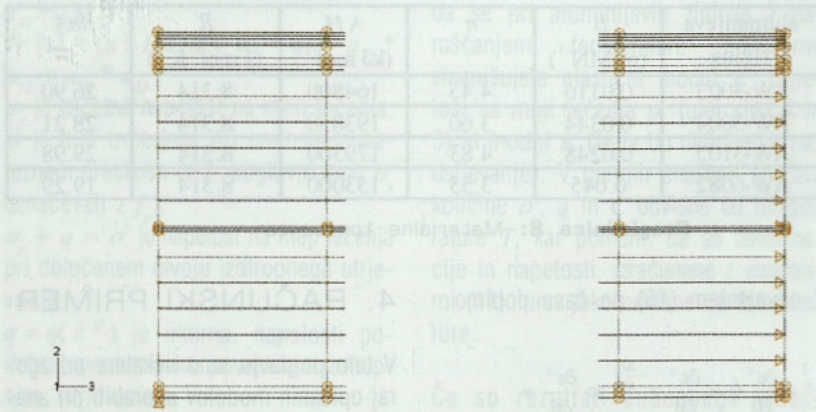
S podanimi eksperimentalno določe-nimi parametri lahko z enačbo (18) izračunamo hitrost naraščanja viskoz-nih deformacij in posredno v danem času viskozne deformacije.

4. RAČUNSKI PRIMER

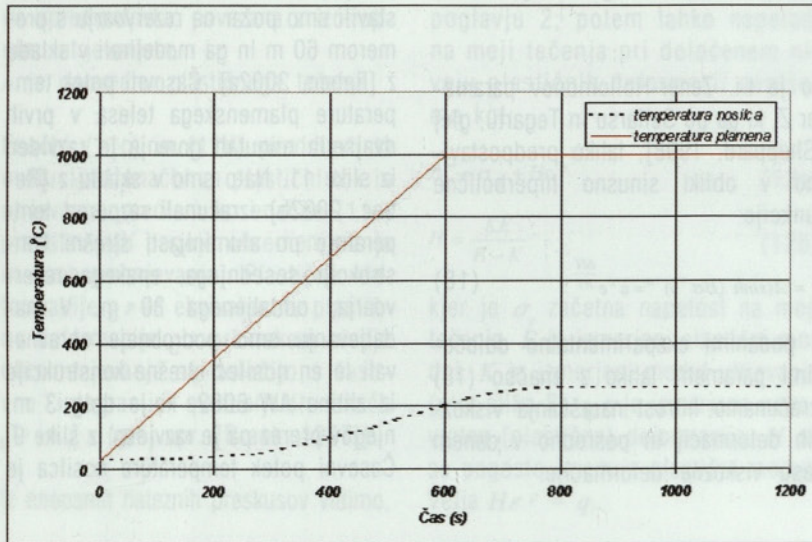
V tem poglavju smo nekatere od zgo-raj opisanih modelov uporabili pri ana-lizi obnašanja aluminijastega nosilca pri povišanih temperaturah. Predpo-stavili smo požar na rezervoarju s pre-merom 60 m in ga modelirali v skladu z [Rebec, 2002a]. Časovni potek tem-perature plamenskega telesa v prvih dvajsetih minutah gorenja je razviden iz slike 11. Nato smo v skladu z [Re-bec, 2002b] izračunali razpored tem-perature po aluminijasti strešni kon-strukciji sosednjega, enakega rezer-voarja, oddaljenega 30 m. V na-daljevanju smo podrobneje obravna-vali le en nosilec strešne konstrukcije iz zlitine AW-6082, ki je dolg 3 m, njegov prerez pa je razviden iz slike 9. Časovni potek temperature nosilca je



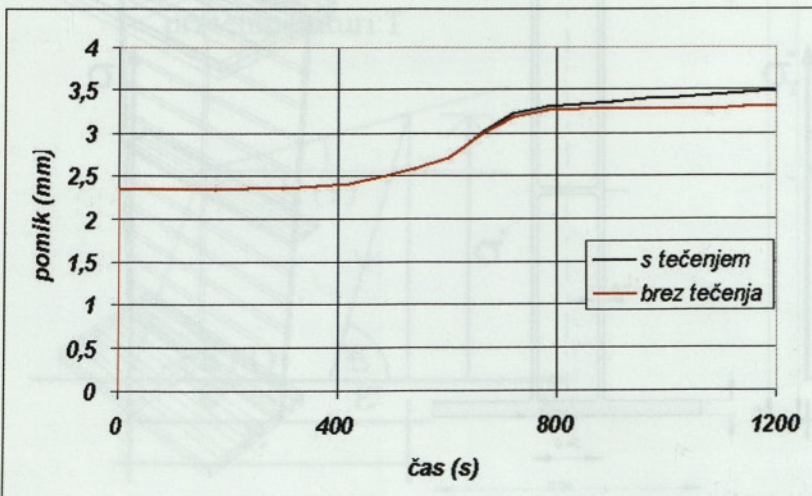
Slika 9: Prečni prerez nosilca in mreža končnih elementov simetrične polovi-ce izseka izbranega nosilca



Slika 10: Modeliranje podpor in pogojev podpiranja



Slika 11: Predpostavljena temperatura zaradi požara na gorečem rezervoarju in izračunani potek temperature na delu kupole, kjer leži obravnavani nosilec.



Slika 12: Vertikalni pomiki nosilca pri mehanski obtežbi (lastna teža x 25) in temperaturni obtežbi.

razviden iz slike 11, pri čemer je predpostavljeno, da je potek temperature za vse točke na površini nosilca enak.

Nosilec poleg toplotne obtežbe obtežimo še s fakturirano lastno težo. V analizi obravnavamo simetrično četrtino nosilca glede na ravnini 1-2 in 2-3. Vsa vozlišča v simetrijski vzdolžni ravnini 2-3 so nepomično podprta v smeri 1, na levem robu so podporna vozlišča spodnje pasnice nepomično podprta v smeri stojine (smer 2), na desnem robu so vozlišča v prečni simetrijski ravnini 1-2 nepomično podprta v smeri 3. Vsa podporna vozlišča so vrtljivo podprta (slika 10). Za modeliranje nosilcev smo uporabili 8-vozliščne prostorske končne elemente, ki so v Abaqusu označeni kot "C3D8". Izsek modela je prikazan na sliki 9.

Uporabili smo elastično-plastičen materialni model, skupaj z modelom za tečenje. Rezultati analize s programom Abaqus so prikazani na slikah 12-15. Na slikah 12 in 13 sta prikazana poteka navpičnega pomika karakteristične točke nosilca pri dveh različnih nivojih gravitacijske obtežbe pri enaki temperaturni obtežbi, slika 11. Slika 12 kaže vertikalni pomik na polovici razpona pri vertikalni obtežbi, ki je enaka 25 - kratni lastni teži, pri čemer so deformacije zaradi tečenja enkrat upoštevane, drugič pa ne. Iz slike je očitno, da nosilec ni izpostavljen občutnim viskoznim deformacijam.

Na sliki 13 so prikazani pomiki nosilca pri vertikalni obtežbi, ki je enaka 100 - kratni lastni teži. V tem primeru začnejo viskozne deformacije zaradi tečenja po približno 600 sekundah hitro naraščati (temperatura nosilca znaša takrat približno 200 °C) in znatno pripomorejo h končnemu pomiku. Napetostni nivo je torej, poleg povišanih tempera-

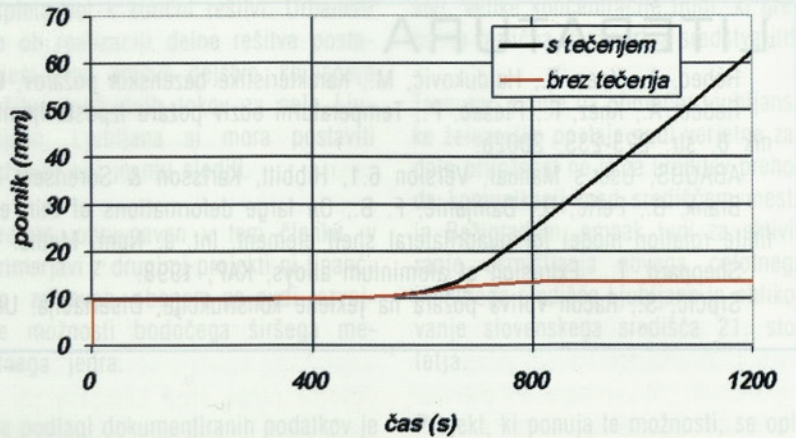
tur, odločilen parameter pri aktiviranju deformacij zaradi tečenja, kar je razvidno iz enačbe 14c.

Na slikah 14 in 15 so prikazane posamezne vrste deformacij (elastične, plastične, temperaturne in zaradi tečenja) pri mehanski obtežbi enaki 25 - kratni lastni teži ter pri dveh različnih časih (pri 600 s, ko znaša temperatura 200 °C in pri 1200 s, ko znaša temperatura nosilca 258 °C). Pri temperaturi 200 °C plastičnih deformacij ni, temperaturne deformacije so konstantne po prerezu, deformacije zaradi tečenja so majhne, velikost elastičnih deformacij pa znaša približno 0.01 % celotnih deformacij.

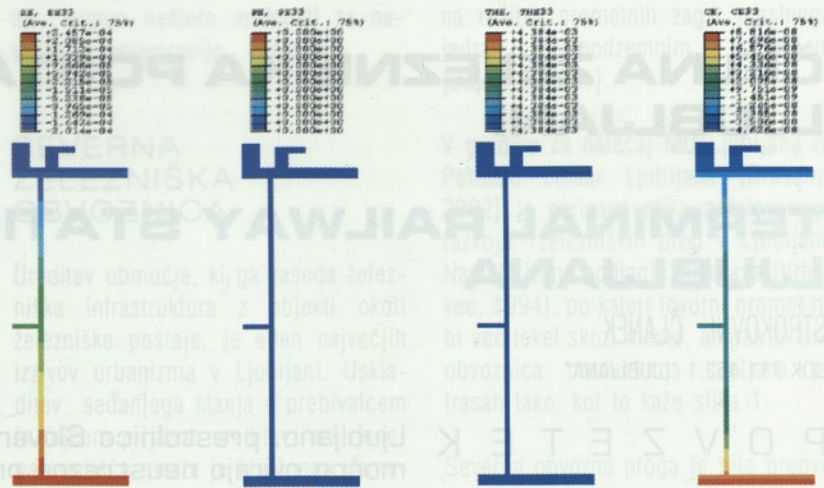
Tudi pri temperaturi 258 °C se nosilec še ni plastificiral, čeprav so se elastične in temperaturne deformacije povečale, prav tako pa tudi deformacije zaradi tečenja (za faktor 1000).

5. ZAKLJUČEK

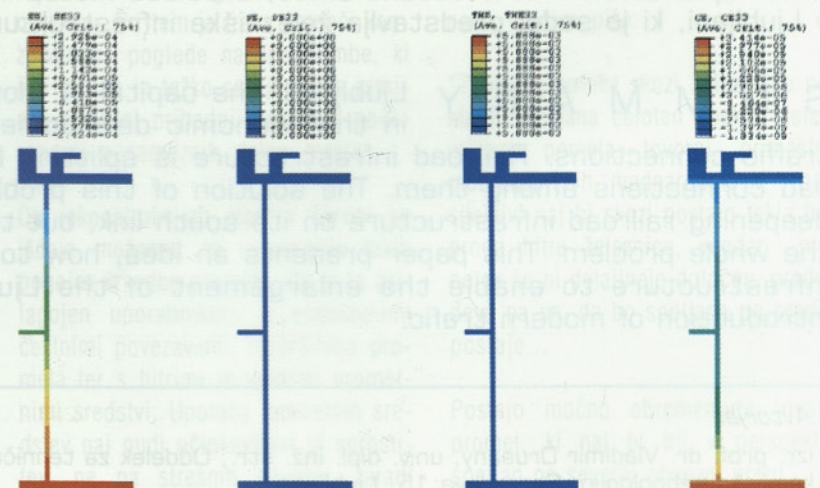
Pri analizi konstrukcij iz aluminijevih zlitin pri povišanih temperaturah se ne moremo izogniti uporabi zahtevnejših nelinearnih snovnih modelov, kar dela takšno analizo kompleksnejšo. Dobro razumevanje teh modelov, ki so nam dostopni v komercialnih računalniških programih za analizo konstrukcij ter zanesljivi podatki o materialnih lastnostih aluminijeve zlitine, iz katere je obravnavana konstrukcija izdelana, sta osnovni, na kateri se moramo opreti za zadovoljivo oceno deformacijskega in napetostnega stanja v konstrukcijskem elementu iz aluminija, ki je izpostavljen visokim temperaturam. V tem članku smo to naredili za aluminijasti nosilec, ki je del strešne kupole naftnih rezervuarjev v Srminu pri Kopru.



Slika 13: Vertikalni pomiki nosilca pri mehanski obtežbi lastna teža $\times 100$ in temperaturni obtežbi.



Slika 14: Deformacije ϵ_{33} (v smeri osi nosilca) po polovici prereza pri obtežbi 25 krat lastna teža pri času 600 s.



Slika 15: Deformacije ϵ_{33} (v smeri osi nosilca) po polovici prereza pri obtežbi 25 krat lastna teža ter pri času 1200 s.

LITERATURA

- Rebec, A., Knez, F., Hajdukovič, M., Karakteristike bazenskih požarov, Gradbeni vestnik 7, str. 182-193, 2002a.
- Rebec, A., Knez, F., Plešec, P., Temperaturni odziv požaru izpostavljenih konstrukcij rezervoarjev, Gradbeni vestnik 8, str. 225-235, 2002b.
- ABAQUS, User's Manual, Version 6.1, Hibbitt, Karlsson & Sorensen, Inc., 2000.
- Brank, B., Perić, D., Damjanić, F. B., On large deformations of thin elasto-plastic shells: implementation of a finite rotation model for quadrilateral shell element, Int. J. Num. Meths. Engng., 40, 689-726, 1997.
- Sheppard, T., Extrusion of aluminium alloys, KAP, 1998.
- Srpčič, S., Račun vpliva požara na jeklene konstrukcije, Disertacija, UL, FGG, 1991.

ČELNA ŽELEZNIŠKA POSTAJA V LJUBLJANI

TERMINAL RAILWAY STATION IN LJUBLJANA

STROKOVNI ČLANEK

UDK 711.453.1 "LJUBLJANA"

VLADIMIR DRUSANY, ALOJZ MUHIČ

P O V Z E T E K Ljubljano, prestolnico Slovenije, v gospodarskem razvoju močno ovirajo neustrezne prometne povezave. Železniška infrastruktura deli Ljubljano na med seboj slabo povezana območja. V preteklem obdobju predlagana poglobitvena varianta železniških tirov je skušala rešiti probleme povezave mesta predvsem v smeri južnega kraka železnice v Ljubljani. V članku je opisana ideja, kako odpraviti oviro za svobodno širitev središča mesta in uvedbo modernega prometa v Ljubljani, ki jo sedaj predstavlja železniška infrastruktura.

S U M M A R Y Ljubljana, the capital of Slovenia, is strongly handicapped in the economic development due to the inappropriate traffic connections. Railroad infrastructure is splitting Ljubljana into the parts with bad connections among them. The solution of this problem can be partly solved by deepening railroad infrastructure on its south link, but this solution does not resolve the whole problem. This paper presents an idea, how to remove a barrier of railroad infrastructure to enable the enlargement of the Ljubljana city center and the introduction of modern traffic.

Avtorja:

izr. prof. dr. Vladimir Drusany, univ. dipl. inž. str., Oddelek za tehnično varnost, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo, Gorazdova 15, Ljubljana.
doc. dr. Alojz Muhič, univ. dipl. inž. arh., Fakulteta za arhitekturo, Zoisova 12, Ljubljana.

UVOD

Za ureditev prometa v Ljubljani je obstoječa tirna-železniška infrastruktura pravi "gordijski voz" s številnimi, skoraj nerešljivimi problemi. Železniška infrastruktura je nastala takrat, ko je bila železniška postaja pred 150 leti na obrobju mesta in z vidika cestnega prometa ni nikogar motila. Kasneje pa se je Ljubljana močno razširila proti severu. Železniška infrastruktura je postala ovira, ki preprečuje nemoteno širjenje središča Ljubljane. Znanih je več poskusov reševanja prometno razcepljene Ljubljane zaradi železniške infrastrukture.

V literaturi [Mihelič, 1983] je obravnavan vpliv prometnih rešitev na izgradnjo mesta: "Po vseh dolgoletnih razpravah in številnih študijah variantnih predlogov je izvršni svet 1958. leta sprejel sklep in investicijski program za rešitev križišča železniške proge s Celovško in Titovo cesto s cestnimi podvozi. Odločitev je izzvala ostre kritike strokovne in nestrokovne javnosti ... Nobeden od argumentov, ki so bili navedeni v obrambo poglobitvene variante, ni mogel spremeniti odločitve političnih forumov, da se vozni reši s podvozi ... Tako je ob križišču cest z železnico nastala močna cezura, ki fizično ločuje mestno središče od severnih delov mesta..."

Z izgradnjo podvozov je delitev mesta z železniško infrastrukturo postala stvarnost Ljubljane. Ker predstavlja železniška tirna infrastruktura rez, ki deli Ljubljano na nekaj slabo povezanih mestnih predelov, je vredno iskati take rešitve, ki bi obenem z ureditvijo železniške postaje odpravile ovire, ki preprečujejo razvoj mesta.

Gordijski voz je treba presekati in tako opustiti tradicionalni način njegovega razpletanja s parcialnimi rešitvami; npr. samo s prestavitvijo avtobusne postaje iz enega mesta na drugo, ker ta način urejanja samo še bolj

zapleta pot k končni rešitvi. Urbanisti so ob realizaciji delne rešitve postavljali pred gotovo dejstvo, ko iščejo rešitve prometnih tokov za celo Ljubljano. Ljubljana si mora postaviti razvojni cilj in mu slediti.

Projekt, obravnavan v tem članku, v primerjavi z drugimi projekti ni finančno zahteven, obenem pa nudi razvojne možnosti bodočega širšega mestnega jedra.

Na podlagi dokumentiranih podatkov je težko najti dolgoročne pomanjklivosti za v članku podane ideje, ki sposobnim ustvarjalcem novih mestnih struktur odpira nešteto možnosti za nadaljnjo humanizacijo mesta.

SEVERNA ŽELEZNIŠKA OBVOZNICA

Ureditev območja, ki ga zaseda železniška infrastruktura z objekti okoli železniške postaje, je eden največjih izzivov urbanizma v Ljubljani. Usklajitev sedanjega stanja v prebivalcem in tujcem prijazno ureditev razširjenega središča mesta je ključnega pomena za naslednja desetletja. Rešitev naj omogoča lastnikom zemljišč in novo zgrajenih objektov zaslužek ter nove zaposlitve v času gradnje in ob rabi objektov. Pri tem je treba preseči konzervativne poglede na spremembe, ki jim je tuja in težko sprejemljiva zamisel o možni prihodnji prometni povezanosti posameznih delov mesta.

Ob rekonstrukcijah mest v Evropi se iščejo možnosti za ustvarjanje takih pogojev izvedbe prometa, da je ta prilagojen uporabnikom: z enostavnimi cestnimi povezavami, razpršitvijo prometa ter s hitrimi in varnimi prometnimi sredstvi. Uporaba prometnih sredstev naj nudi učinkovitost in sprostitev, ne pa stresnih situacij, zaradi čakanja, iskanja cilja po dolgih poteh med posameznimi prevoznimi sred-

stvi, velike koncentracije ljudi, ki gredo na različna transportna sredstva itd.

Trenutno stanje na območju Ljubljanske železniške postaje nudi verjetno zadnjo priložnost ne le za ureditev prehoda komunikacij med središčem mesta in Bežigradom, ampak tudi za aktiviranje osmišljanja novega celotnega mestnega središča Ljubljane in oblikovanje slovenskega središča 21. stoletja.

Projekt, ki ponuja te možnosti, se opira na nova in na več kot 50 let stara razmišljanja o obvozni železniški progi okoli Ljubljane, navezuje pa se tudi na rešitve prometnih zagat mestnega jedra s podzemnim tramvajem [Bajželj, 2001].

V gradivu za natečaj MO Ljubljana za Potniški center Ljubljana [Drusany, 2002] je narisana slika načrtovanega razvoja železniških prog v Ljubljani. Nastala je na podlagi raziskave [Vrhovec, 1994], po kateri tovorni promet ne bi več tekel skozi mesto, ampak bi bila obvoznica predvidoma speljana po trasah tako, kot to kaže slika 1.

Severna obvozna proga je bila predvidena po natečajnem gradivu [Mestna občina Ljubljana, 2001]. V poglavju Železnica, obstoječe stanje, plani in študije: stran 7., poglavje 3.2 natečajnega gradiva piše:

"Trenutno poteka skozi železniško postajo Ljubljana celoten spekter železniškega pometa: tovorni, primestni, medmestni in mednarodni. V perspektivi naj bi skozi postajo tekla tudi proga hitre železnice, vendar njen potek še ni detajlneje določen, predvideva pa se, da bo speljana po sredini postaje..."

Postajo močno obremenjuje tovorni promet, ki naj bi bil v perspektivi speljan po severni obvozni progi. ... V vseh dolgoročnih dokumentih je za nemoten razvoj železniške infrastruk-

V. DRUSANY, A. MUHIČ: Čelna železniška postaja v Ljubljani

ture rezerviran prostor znotraj varovalnega območja, ki je na grafičnih prilogah jasno označen in ga je treba resno obravnavati."

Tudi v poglavju: Namen, izhodišča in cilji natečaja, stran 4, odstavek : 4. Prometno vozlišče / infrastruktura/ Železniška infrastruktura in železniška postaja piše:

Trenutno poteka skozi železniško postajo Ljubljana tovorni ter primestni, medmestni in mednarodni potniški promet. V perspektivi se bo tovorni promet preusmeril na obvozno progo, skozi postajo pa bosta kot del V.in X. transevropskega prometnega koridorja potekali progi železnice za visoke hitrosti ... "

S tako usmeritvijo glede bodočega tovornega prometa pa se odpre vprašanje, ali je še potrebno, da železniška

infrastruktura seka mesto na več delov. Z novim konceptom ureditve prostora okoli sedanje železniške postaje bi se lahko ta pomanjkljivost odpravila. To bi bilo potrebno tudi zato, ker je zaradi obstoječe železnice sedanje središče Ljubljane sorazmerno majhno, širitev pa je mogoča na območju od Plave lagune do Delavskega doma in Kongresnega trga, Resljeve ali še dlje.

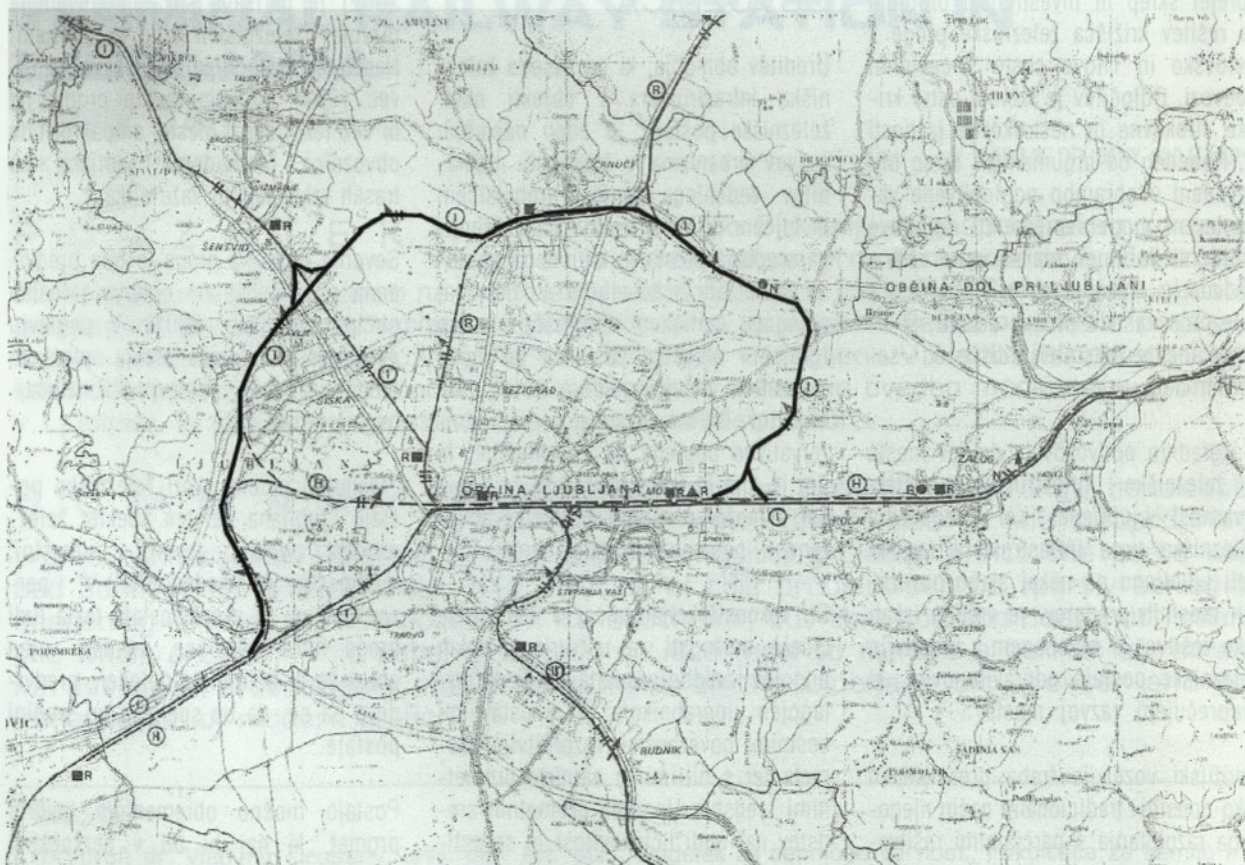
Obvozna proga okoli Ljubljane pa je upravičena tudi zaradi naslednjega:

a) Obvozna proga bi se najbolj obrestovala, če bi jo uporabili za nosilko vsega tovornega in potniškega prometa, s čimer bi temeljito posegli v možnost razvoja mesta, ne da bi skušali uveljaviti skoraj nemogočo idejo o poglobljanju obstoječega omrežja železnice na področju Ljubljane.

b) S primorske strani brez lokalnih potniških vlakovnih kompozicij pripelje v 24 urah v Ljubljano okoli 22 potniških vlakov. Potniki, ki bi se peljali po severni obvoznici v Ljubljano, bi utrpeli neznatno zamudo časa v potovanju, če upoštevamo znatno povečano hitrost novih vlakov. Na novo čelno železniško postajo Ljubljana bi potniški vlaki pripeljali iz Most (slika 1). Podobno velja za vlake z Gorenjske in iz Kamnika.

c) Čelne železniške postaje imajo mnoga mesta, kot so Trst, Koper, Muenchen, Pariz, Dunaj, itd. Vzroki, da so se urbanisti odločili za izbiro čelnih postaj, so lahko različni, eno pa je skupno vsem. Na takih postajah so razdalje od vhoda v železniško postajo do potniškega vlaka najkrajše.

d) Čas vožnje potniških kompozicij iz smeri Maribora in obratno, od koder pripelje največ vlakov, ostane nespremenjen.



PLANIRANI RAZVOJ ŽELEZNIŠKIH PROG V LJUBLJANI

Slika 1: Sodobno severno obvoznicu za tovorni železniški promet bi lahko uporabili tudi za potniški promet.

e) Škoda zaradi za nekaj minut podaljšanega časa vožnje, če bo do tega sploh prišlo, ni primerljiva s škodo zaradi prometne nepovezanosti v mestu in s porabo časa udeležencev v prometu zaradi zastojev v sedanjem cestnem prometu v Ljubljani.

f) Ker so obstoječe proge od predvidene obvozne proge do nove čelne železniške postaje mrtva ovira, se pri zgrajeni severni obvoznici lahko odstranijo.

g) Ob odstranitvi teh prog se lahko zgradi čelna železniška postaja (slika 2). Predvideni mestni tramvaj bo znatno olajšal promet primestnih naselij.

h) Čelna postaja omogoča opustitev prometnih površin, ki jih sedaj pokriva področje okoli tirov na zahodu in severu nove čelne železniške postaje.

Sprostijo pa se tudi površine cestnih povezav, ki so sedaj zaradi železniške infrastrukture prekinjene.

i) Nova prometna ureditev nudi potniku v področju razdalje nekaj deset metrov prehode med naslednjimi prometnimi sredstvi:

- postajo podzemne železnice,
- obsežno večetažno garažno hišo pod čelno železniško postajo - do skrajnega roba podvoza na Dunajski cesti,
- področji nakladanja in razkladanja avtomobilov iz avtovlaka in
- omogoča dostop iz vseh vrst potniških vlakov do taksi službe,
- sposojevalnice in čuvajnice koles,
- LPP,
- do regionalnih in drugih avtobusov,
- do nakupa vozovnic itd.

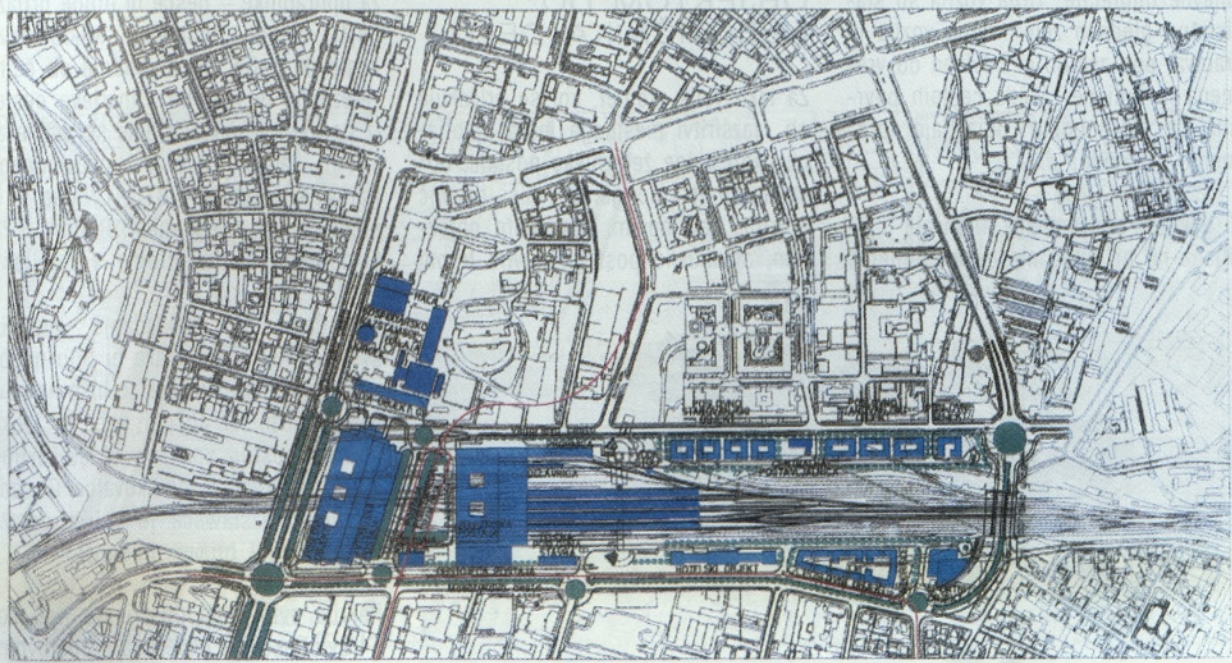
Podaljšek Miklošičeve ceste sprosti

prehod pešcev in voznikov iz južnega dela Ljubljane v severni del.

j) Na te sproščene površine, ki jih sedaj pokrivajo tiri ali pa so zaradi železniške infrastrukture nedostopni ali nerabni, lahko država ali SŽ, odvisno od lastništva, uvedeta druge dopolnilne programe, npr.: sedanje podvoze pri Delavskem domu, Bavarskem dvoru itd. bi lahko izrabili kot prostor za gradnjo garažnih hiš, Cestišča Dunajske in Celovške ceste, podaljšek Medvedove ter Parmove ceste, ki bi segal do Tivolske ceste, bi ponovno tekla na nivoju terena. S tem bi obogatili sedaj slabo ali sploh neizkoriščene več kot 100.000 m² velike površine v bodočem centru mesta.

k) Obvozna severna proga, ki bi služila tovornemu in potniškemu prometu, lahko zniža stroške vzdrževanja želez-

ŠIRŠE OBMOČJE / M 1:7000



Slika 2. Širše območje čelne železniške postaje Ljubljana, ki kaže na novi del Dunajske ceste v nivoju in trg pred postajo, kot podaljšek Miklošičeve ceste. Ob levem robu slike 2 so vidne sedaj ekonomsko slabo izrabljene površine.

V. DRUSANY, A. MUHIČ: Čelna železniška postaja v Ljubljani

niške infrastrukture, namenjene le potniškemu prometu. Potniški promet skozi ŽP Ljubljana je tako majhen, da je koristno znižati stroške vzdrževanja sedanjih dovoznih prog iz zahoda in severa v celoti z njihovo ukinitvijo, ne pa jih povečati s "podvojitvijo" z obvožno progjo, ki bi nastali, ko tovorni vlaki ne bi več peljali skozi Ljubljano.

VARNOST

Prometna varnost in tudi sproščenost potnikov se bo z zgraditvijo čelne železniške postaje povečala, ker bodo dostopi od vseh prometnih sredstev, ki imajo tu postajališče in do vlakov za potnika kratki in brez križanj prometa. Od podzemne postaje tramvaja do potniških vlakov so razdalje le nekaj deset metrov. Med postajami podzemnega tramvaja so razdalje 300 do 500 m. V primeru požara lahko intervencijsko vozilo na dvotirni progji uspešno ukrepa.

Ljubljana je prometno obremenjena predvsem zjutraj in popoldne zaradi dnevne migracije. Tirna vozila so statistično gledano zelo varna vozila in tramvaj pod zemljo ni odvisen od vremena in tudi ne zaseda cestnih površin, kjer se pogosto pojavljajo prometne nezgode.

Z uvedbo podzemnega tramvaja Ljubljana ne bi čutila masovne prometne

obremenjenosti v svojem ožjem mestnem jedru. Sproščenost ljudi, ki bi se gibal na nivoju okolja, bi se ob odsotnosti prometa lahko povečala.

Invalidi bi imeli zaradi kratkih razdalj med prometnimi sredstvi v kompleksu čelne železniške postaje na majhnem prostoru na razpolago vso infrastrukturo, ki jo invalidi potrebujejo za lažje potovanje. Za premagovanje nivojskih razlik so poleg tekočih stopnic predvidena tudi dvigala, v nivoju pa tekoči trakovi.

Na sliki 2 je vrisana nova cesta, ki predstavlja podaljšek Miklošičeve do Vilharjeve ceste, ki tvori pred čelnim železniškim kolodvorom velik trg, kar predstavlja poenostavitev dostopa pešcem do železniških kompozicij iz severnega in južnega dela mesta.

PODZEMNA GARAŽNA HIŠA POD ČELNO ŽELEZNIŠKO POSTAJO IN POD NOVIM POSLOVNIM OBJEKTOM DO NEBOTIČNIKA DELO

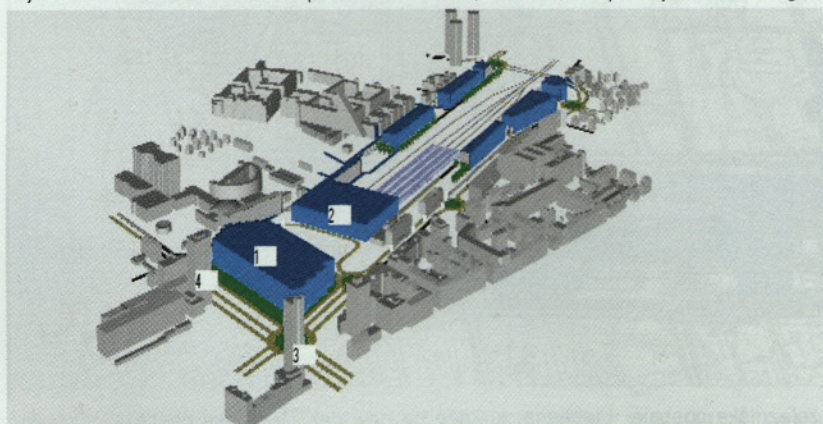
Za tako velik promet, kot se pričakuje ob razširitvi mestnega jedra Ljubljane okoli čelne železniške postaje, obstaja potreba po garažni hiši na več mestih: pod novim poslovnim objektom, avtobusno postajo, novim trgom

pred novo čelno železniško postajo ter sedanjim podvozom (slika 3). Od te garažne hiše so razdalje po nekaj deset metrov do osebnih avtomobilov s kratkim dovoljenim postankom (na parkirišču pred vhodom v novo žel. postajo), avtobusne postaje, LPP, taksijska, podzemnega tramvaja, gospodarskega razstavišča, poslovnih stavb, hotela, potniških železniških kompozicij, nakladanja in razkladanja avtomobilov na vagone iz garažne hiše, pešpoti na Dunajski oz. Vilharjevi cesti oz. Trgu OF. Vse to nudi izjemno koncentracijo možnosti izbire prometnih sredstev na majhnem prostoru, kar je velika prednost za uporabnike in izjemna priložnost za mesto.

Predvidena garažna hiša je v treh etažah, del zasedajo tudi tehnični prostori. Taksi postajališče in prostor za krajše parkiranje osebnih avtomobilov sta predvidena pred glavnim vhodom v čelno železniško postajo, tu mora biti tudi postajališče LPP. Gibljive stopnice vodijo iz postaje podzemnega tramvaja in garaže do površine. Dostop do vhoda čelne železniške postaje bo za uporabnike – pešce in druge prijaznejši zaradi podaljška Miklošičeve ceste, ki pelje mimo rondoja ob čelni železniški postaji do Vilharjeve ceste. Iz podzemne garažne hiše se po nekaj 10 m lahko pride do podzemnega tramvaja, ki pelje v BTC, Črnuče, Klinični center, Dolgi most, Rudnik. LPP bi dopolnjeval tirni promet v Ljubljani.

Nakladanje in razkladanje osebnih avtomobilov iz avtovlaka bi bilo neposredno povezano z garažno hišo na novi čelni železniški postaji, kjer bi lahko potniki pustili vozila v času svojih opravkov. Tudi za obiskovalce Gospodarskega razstavišča je velika garaža v neposredni bližini prednost.

Pokrita avtobusna postaja za več kot 54 avtobusov je povezana s poslovnim objektom, katerega glavni vhod je iz parka ob Dunajski cesti. Dostop do avtobusov je tako iz garažne hiše, pod-



Slika 3: Čelna železniška postaja. Oznake pomenijo: (1) avtobusna in poslovna stavba, (2) čelna železniška postaja, (3) Bavarski dvor, (4) nebotičnik Delo.

zemnega tramvaja, od zunaj pa iz avtobusov LPP, osebnih avtov in taksijev, vlaka ter pešcev iz Vilharjeve ali trga OF. Avtobusna postaja ima pokrite perone.

Pri reševanju problematike nove čelne železniške postaje so upoštevani tudi "rondoji" po sliki 4, ki omogočajo veliko prometno prepustnost na križiščih cestišč, in so vidni tudi na slikah 2 in 3. Avtobusna postaja je priključena poslovni stavbi in je tako velika, da lahko pokrije vse potrebe mesta po kratkotrajnem parkiranju avtobusov tako za regionalni kot mednarodni promet. Predvidena je tudi površina za avtobuse LPP pred čelno železniško postajo.

LJUBLJANA SI PRIZADEVA ZA PONOVO UVEDBO TRAMVAJA

Ob predstavitvi idej za ponovno uvedbo tramvaja v Ljubljani pod pokroviteljstvom MOL v maju in juniju 2002 je bila predstavljena nadzemna (TTK-Karlsruhe) in podzemna (Iniciativna skupina -Ljubljana) varianta tramvaja v središču mesta Ljubljane. Javni mestni tirni promet pod zemljo ima v mestnem središču nesporne prometne prednosti pred nadzemnim (slika 4).

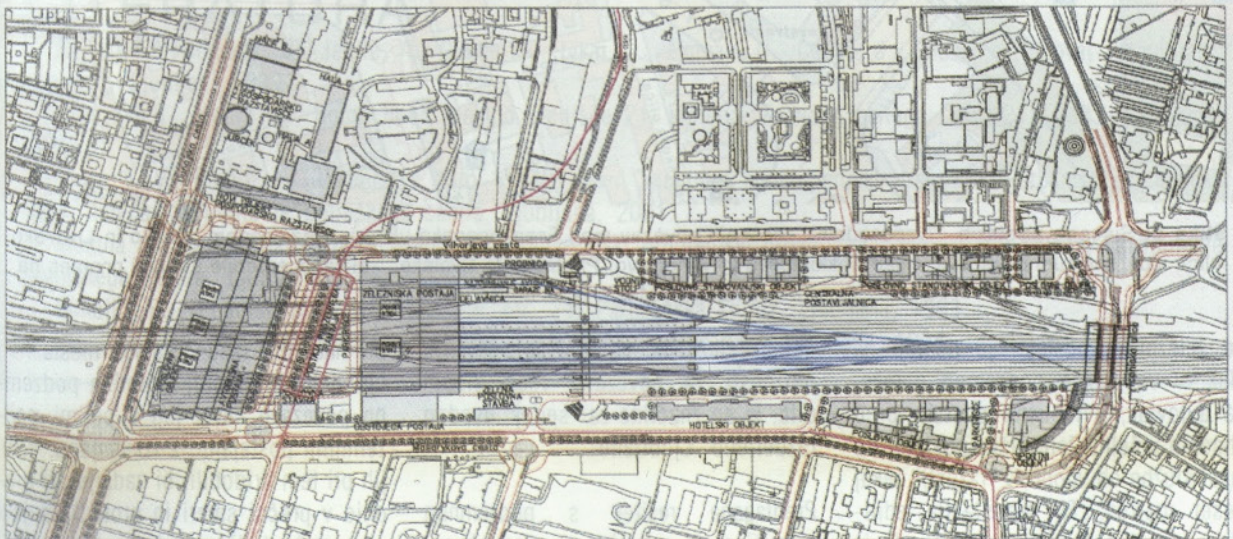
Tramvajski promet mora biti sinhroniziran glede na železniški promet in mora prispevati k razbremenitvi mestnega cestnega prometa. V tehnološkem pogledu je podzemni sistem javnega mestnega tirnega prometa popolnoma samostojen in ga druge vrste prometa ne ovirajo, zato je hiter in časovno zanesljiv. Podzemni tramvaj je potniku zelo prijazen, saj je hiter, na postajališčih zavarovan pred vremenskimi neugodnostmi, dežjem, snegom, mrazom, vročino, vetrom, cestnim prahom in je tudi manj hrupen

za meščane. Z umikom mestnega tirnega prometa v središču mesta pod zemljo se sprostijo cestne površine za druge potrebe: za pešce, kolesarje, ozelenitvene površine, razne prireditve, intervencijska vozila. Ni pa zanemarljivo tudi izboljšanje zraka na cestah in ulicah, ki ga sedaj onesnažujejo vozila z notranjim zgorevanjem, kar bodo pozdravili zlasti astmatiki in tudi starši majhnih otrok.

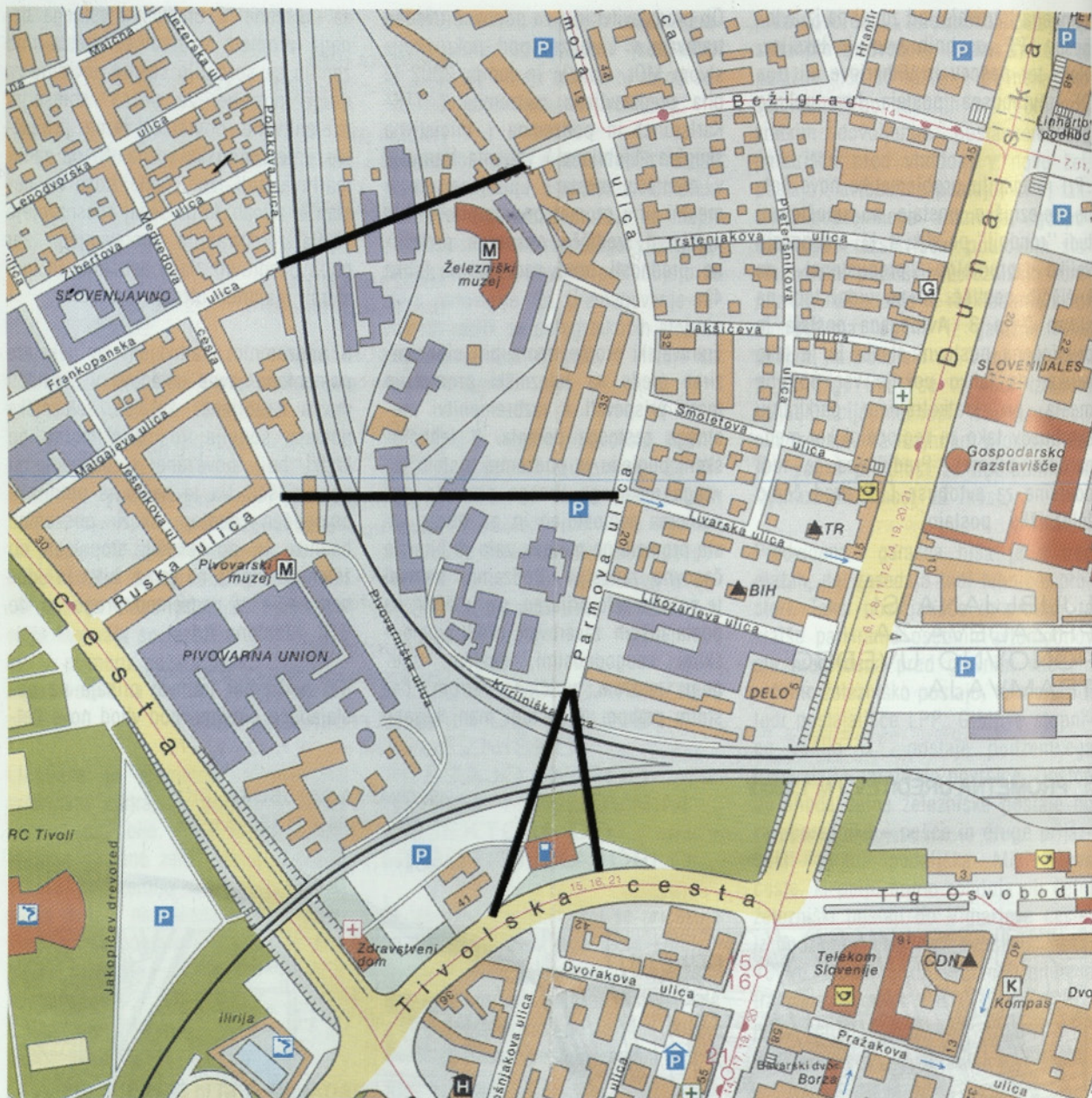
S podzemnim tramvajem so nekatere pomembne javne ustanove v središču mesta Ljubljane, kot so železniška postaja, sodnija itd., direktno ali po kratki hoji povezane s podzemnimi postajališči. Na ta način je potnikom omogočen dostop skozi podzemne hodnike in po tekočih stopnicah do zelenega mesta na varen, hiter in udoben način, z nadzemno progo pa do BTC, stadiona itd.

Ker podzemni tramvaj prihaja na postajališče direktno pod vhod nove čel-

PROMETNA UREDITEV / M 1:5000/



Slika 4: Javni mestni tirni promet pod zemljo ima v mestnem središču nesporne prometne prednosti pred nadzemnim. Vrisana podzemna proga tramvaja pelje k BTC in proti Črnučam, s tem da se na koncu Železne ceste tramvaj dvigne na površje. Drugi krak podzemnega tramvaja Sever-Jug pa pride na površje pri Tobačni tovarni.



Slika 5: Sistem nivojskih "vzporednih" cestnih povezav med Frankopansko ulico in Bežigradom, Rusko in Livarsko ulico itd., kot tudi povezava med Miklošičevo in Vilharjevo, Parmovo in Tivolsko, bi razbremenile sedanji promet na Tivolski in Masarykovi cesti.

ne železniške postaje, je dostop na vlak, v večetažno podzemno garažo, na avtovlak, avtobusno postajo pred vhomom v čelno železniško postajo, do taksi službe ob vhomu, v razdalji nekaj deset metrov. To predstavlja edinstveno možnost udobnega prehoda iz enega transportnega sredstva na drugega. S predlagano odstranitvijo železniške infrastrukture ob gradnji

čelne železniške postaje se sprostijo možnosti za povezavo vseh slepih ulic, ki so značilne za sedaj usodno razdeljeno Ljubljano.

Predlagana rešitev s podzemnim tramvajem in uporabo severne obvoznice za ves železniški promet s Primorsko oz. Gorenjsko ter čelno potniško postajo Ljubljana rešuje Ljubljano ovir

pri nadaljnji rasti središča mesta. Ljubljana bi najprej zgradila podzemno povezavo sever-jug s petimi podzemnimi postajami. Z izkušnjami, ki bi jih pri tem pridobili, bi nadaljevali gradnjo v prečni smeri in proti Dolenjski - mogoče tudi z nadzemno varianto. Izdelano je več rešitev poteka prog podzemnega tramvoja v Ljubljani, vse pa imajo isto podzemno progo sever-jug

v središču mesta. Ljubljana načrtuje tramvaj s širino normalnih tirov. Opušitev železniških prog, ki ne potekajo po področjih intenzivne poselitve, ki so generatorji prometa, ne bi imelo posledic, saj se tramvaj priključi na železniške proge in služi primestnemu prometu zunaj opuščenih odsekov.

Z odstranitvijo železniške infrastrukture znotraj severne obvoznice bodo nastale nove možnosti za širitev mestnega središča.

SKLEP

Uvedba čelne železniške postaje oz. ukinitve nekaterih prog sta soodvisni dejanji, ki bi omogočili sprostitve ne samo ozkih pasov zemljišč, kjer sedaj potekajo železniški tiri, temveč enostavnejše cestne povezave na zahodu Ljubljane in kasneje tudi na vzhodu ter popolnoma drugačne pogoje izrabe območja med gorenjsko in kamniško proggo ter zahodno od sedanje železniške postaje.

Sedaj je skrajni čas za razmišljanje o Ljubljani 21. stoletja in zadnja možnost, da popravimo usodne napake naših prednikov ter ustvarimo pogoje za "mestno središče 21. stoletja" [Drusany, 2003]. Majhna potniška ljubljanska železniška postaja ne bi smela ovirati prometnega in ekonomskega utripa Ljubljane. Vrednost tako velikega projekta, kot je ureditev ljubljanskega prometa, se dokazuje s številkami in primerjavami z drugimi sorodnimi projekti. Najboljša varianta za projekt se lahko izbere po postopku, po katerem se ugotovi, kakšne so koristi od vloženih sredstev. Najboljši projekt dodatno ocenijo še strokovnjaki, odločajo pa seveda politiki in gospodarstveniki. Karlsruhe (okoli 250.000 prebivalcev) so za ureditev prometa v Ljubljani priznani slovenski strokovnjaki izbrali kot vzorčno mesto. Volilci so tam z referendum odločili, da si v središču mesta ne želijo več nadzemnega tramvaja, ampak do 2015. leta zgrajen podzemni tramvaj. Situacija, opisana v [Mihelič, 1983], da ni bila upoštevana volja ljudi in strokovnjakov se Ljubljani ne bi smela več ponoviti.

Nekdanji ljubljanski tramvaj so gradili desetletja. Veliki projekti v Ljubljani: ljubljanska cestna obvoznica, bregovi Ljubljanice, Plečnikova Ljubljana, Ljubljanski grad itd. so se gradili več 10 let. Stroški pri gradnji, ki traja več let, se enakomerneje porazdelijo in tako se gradnja lahko postopno konča. Imeti je treba le pravo smer. Tudi obravnavani projekt opustitve nekaterih prog in izgradnja severne železniške obvoznice in čelne železniške postaje v središču novega centra Ljubljane je izvedljiv na ta način. Za potnike, ki se pripeljejo z osebnim avtomobilom in ga pustijo v garažni hiši pod novo železniško postajo, ali tiste, ki pridejo s podzemnim tramvajem ali avtobusom medmestnega, primestnega ali mestnega prometa, s taksijem ali z vlakom, je pomembno, da je dostop do drugega prometnega sredstva čim krajši. Z uresničitvijo predlaganega projekta bi popravili usodno napako, ki jo je Ljubljana naredila v šestdesetih letih preteklega stoletja, ko je z zgrešenimi rešitvami železniškega in cestnega prometa ohranila razrez mesta z železniškim omrežjem.

LITERATURA

Bajželj, U., Drusany, V., Jeglič, A., Gunde, A., Likar, J., Žigman, U., Čadež, J., Podzemni tramvaj v Ljubljani, prospekt, Ljubljana, 2001.

Drusany, V., Muhič, A., Bomo imeli mestno središče 21. stoletja, Znanost, priloga Dela, 24.2.2003, Ljubljana, 2003.

Drusany, V., Muhič, A., Elaborat s šifro 11443, Javni anonimni enostopenjski programski urbanistični mednarodni natečaj za območje potniškega centra, Ljubljana, 2001.

Mestna občina Ljubljana, Javni anonimni enostopenjski programski urbanistični mednarodni natečaj za območje potniškega centra, Ljubljana, 2001.

Mihelič, B., Urbanistični razvoj Ljubljane, str. 24, Partizanska knjiga, Ljubljana, 1983.

Vrhovec, M., Železniško vozlišče Ljubljana, 1., 2. in 3. zvezek, LUZ, Ljubljana, 1994.

IN MEMORIAM



V SPOMIN ADIJU LESNIČARJU

Po kratki in hudi bolezni je 30. marca, 2003 naše vrste zapustil dolgoletni član Društva gradbenih inženirjev in tehnikov Maribor g. Adolf LESNIČAR. Vsi se ga spominjamo kot pokončnega moža, poštenjaka in človeka bistrega duha. Vsega se je loteval z velikim entuziazmom in vero v dobroto in poštenje soljudi, čeprav so ga le ti mnogokrat razočarali. S kakšnim žarom je deloval v Društvu gradbenih inženirjev in tehnikov Maribor, je bilo vidno na vsakem koraku. Večkrat je bil izvoljen za člana Upravnega odbora in namestnika predsednika DGIT Maribor. Bil je pobudnik raznih akcij v okviru društva, organiziral je seminarje za dodatno izobraževanje članov, strokovne ekskurzije ter se ves čas tudi sam izobraževal, saj je bil izredno vedoželjen. Čeprav je bil »le« gradbeni tehnik, se je lahko kosal z diplomiranimi inženirji, saj je s stalnim strokovnim izpopolnjevanjem postal strokovnjak na svojem področju. Z veseljem je svoje znanje prenašal tudi na druge.

G. Adolf LESNIČAR se je rodil 31.03.1942 na Ptujju kot zadnji otrok šest članske družine matere Zofije, gospodinje in očeta Filipa, gradbenega mojstra na železnici. Vojna vihra druge svetovne vojne družini ni prizanesla. V mesecu aprilu leta 1942 je bila družina izseljena na prisilno delo v nemško mesto Regensburg, nato v Dachau in nazadnje v angleško bazo Geishorn v Avstriji, od koder so se po osvoboditvi vrnili preko Jesenic v domovino, v Maribor. Po vrnitvi iz izseljenstva družini ni bilo lahko. Umrl jim je oče, toda materi je ob silnih naporih uspelo poklicno izšolati vse štiri otroke.

G. Adolf LESNIČAR je končal osnovno šolo in nižjo gimnazijo v Mariboru. Šolanje je želel nadaljevati na I. gimnaziji v Mariboru, vendar se je temu zaradi pomanjkanja sredstev v družini moral odpovedati. Mati je želela, da postane gradbenec in mu je uredila štipendijo pri takratni Mestni upravi za ceste, kasneje NIGRADU. Leta 1957 je bil na podlagi opravljenega sprejemnega izpita za gimnazijo sprejet na Gradbeno tehnično šolo v Ljubljani. Šolanje je uspešno zaključil leta 1961 in si pridobil naziv gradbenega tehnika. Strokovni izpit je uspešno opravil leta 1963.

V letu 2002 je g. Adolf LESNIČAR dopolnil 40 let dela v gradbeništvu.

Do leta 1968 je v NIGRADU uspešno opravljal dela vodje gradbišč, objektov nizkih gradenj, bil je vodja sektorja in obratovodja. Z mentorji inž. Rancem, inž. Devetakom, dr. Mitjem Rismalom in drugimi uglednimi strokovnjaki tistega časa ter osebnim interesom si je pridobil veliko znanja in izkušenj na področju projektiranja in gradnje cest, posebej pa je svoje nagnjenje in strokovnost dopolnjeval še na področju projektiranja in gradnje hidrotehničnih objektov kanalizacije in vodo-voda.

Avgusta leta 1963 je bil dodeljen ekipi TEHNOGRADNJE, s katero je odpotoval v potresno Skopje, kjer je 9 mesecev projektiral in gradil s kolegi komunalno infrastrukturo v novem naselju Vlajje. Ekipa je za opravljeno delo prejela odlikovanje SFRJ.

Leta 1986 je v NIGRADU prevzel vodenje organizacijske enote Kanalizacija in kasneje tozda. Tedanja Občina Maribor je namreč predala upravljanje in vzdrževanje kanalskega omrežja mesta NIGRADU. Ob prenosu je bilo kanalsko omrežje dolgo 60 km. Z veliko mero strokovnosti in delovne vneme se je lotil problematike izgradnje deficitarnega kanalskega

omrežje in njegovega vzdrževanja. Izziv ni bil lahek. Na različne načine mu je za gradnjo novega kanalskega omrežja uspelo zagotoviti dodatna sredstva. Izdelal je poslovnik za projektiranje in gradnjo kanalskih cevovodov z detajli, ki so ga sprejele projektantske organizacije. Izdelal je projekt za montažne jaške, realizacijo pa poveril STAVBARJU. Izdelal je projekt poenotenja LTŽ pokrovov za kanalske jaške različnih nosilnosti, njih izvedbo pa zaupal najugodnejšemu ponudniku IMP Ivančna Gorica. Bil je pobudnik tras današnjih kanalizacijskih zbiralnikov TEZNO 1 in TEZNO in še bi lahko naštevali. Ob njegovem odhodu leta 1986 je bilo mesto bogatejše za 180 km kanalizacijskega omrežja. Ni čudno, malo za šalo, da se ga je prijel naziv »kralj podzemlja«.

Kot projektant kanalizacije in čistilnih naprav je sodeloval v ekipi prof. dr. Jožeta Kolarja pri odpravi posledic prvega potresa v Posočju.

Bil je odgovorni projektant kanalizacije dveh etap Hitre ceste v Mariboru.

Ko se je 01.04.1986 zaposlil v ZIM-u, je prevzel vodenje projektov kompleksnega komunalnega urejanja stavbnih zemljišč: Borova vas, Engelsova cesta, 0-8 na TEZNU, POBREŽJE, EUROPARK itd. S poslušom, strokovnim znanjem in korektnim načinom vodenja projektov mu je uspelo s projektanti in izvajalci pravočasno, v korist kakovosti ter uporabnosti objektov, razrešiti specifične dileme v času gradnje.

Zadnjih sedem let je uspešno opravljal dela in naloge koordinatorskega pri izvajanju nacionalnega programa izgradnje avtoceste Slivnica-Pesnica v interesu Mestne občine Maribor in sodelovanju z DARS-om in DDC-jem.

Bil je zapriseženi sodni cenilec za gradbeno stroko, član Društva izvedencev in cenilcev Maribor ter član Združenja sodnih izvedencev in cenilcev Slovenije za gradbeno stroko.

Nenazadnje je imel g. Adolf LESNIČAR zasluge tudi pri uveljavitvi zakona o graditvi C in to v tistem delu, ki je omogočil gradbenim tehnikom ob izpolnjevanju pogojev, da postanejo člani Inženirske zbornice Slovenije ter si pridobijo licenco vodje gradbišča, projektanta ali nadzornika gradnje. Naše društvo ga je imenovalo za člana komisije Zveze društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, ki se je v času sprejemanja zakona zavzemala za ustrezno opredelitev statusa tehnikov.

Zaradi njegove nesebične aktivnosti in sposobnosti mu je bil v okviru DGIT Maribor dodeljen naziv »inženirja leta » 2002.

Bil je naš zaslužni član, bil je naš prijatelj - slava njegovemu spominu!

PRESEDIK DGIT MARIBOR
Stipan MUDRAŽIJA, univ. dipl. inž. grad.

KOLEDAR PRIREDITEV

5.7. - 11.7.2003

Mairepav03 3rd international symposium on maintenance and rehabilitation of pavements and technical control
Guimaraes, Portugalska
www.civil.uminho.pt/mairepav03
mairepav03@civil.uminho.pt

8.7. - 10.7.2003

6th International Symposium on Fibre-Reinforced Polymer (FRP) Reinforcement for Concrete Structures (FRPR-CS-6)
Singapur, Singapur
www.netcomposites.com/calendar_details.asp?96
cvetankh@nus.edu.sg

16.7. - 18.7.2003

ASCE Engineering Mechanics Conference
Seattle, WA, ZDA
www.ce.washington.edu/em2003
sm03@cae4.ce.washington.edu

17.7. - 19.7.2003

21st biennial conference of the Concrete Institute of Australia
Brisbane, Avstralija
conwes@congresswest.co.au

28.7. - 30.7.2003

International Conference on Problematic Soils
Nottingham, Anglija
www.cipremier.com
cipremier@singneet.co.sg

28.7. - 8.8.2003

Vespucci Initiative Summer School on GIS
Firenze, Italija
www.geospatialpartners.com/vespucci/school.html
2003summer@vespucci.org

24.8. - 27.8.2003

25th International Baltic Road Conference and Exhibition
Vilnius, Litva
www.balticroads.org/conference/en/

27.8. - 29.8.2003

Structures for High-Speed Railway Transportation
Antwerpen, Belgija
www.ti.kviv.be/conf/iabse.htm
iabse@conferences.ti.kviv.be

27.8. - 29.8.2003

12th New Zealand Roadmarkers Federation and RIAA Conference/Exhibition
Auckland, Nova Zelandija
www.nzrf.co.nz
alister@nzrf.co.nz

28.8. - 29.8.2003

28th Conference on Our World in Concrete and Structures
Singapur, Singapur
www.cipremier.com
cipremier@singnet.co.sg

4.9. - 8.9.2003

Building & Modernizing 34th Swiss Trade Fair Building & Modernizing
Zürich, Švica
www.fachmessen.ch
info@fachmessen.ch

8.9. - 12.9.2003

FEHAB Anamaco 19th international construction material fair
Sao Paulo, Brazilija
www.guazelli.com.br

9.9. - 12.9.2003

MALBEX 2003 The 20th Malaysian International Building Exposition
Kuala Lumpur, Malezija
www.nucciainvernizzi.it
info@nucciainvernizzi.it

10.9. - 17.9.2003

MOS Celje Mednarodni obrtni sejem
Celje, Slovenija
www.ce-sejem.si

14.9. - 18.9.2003

2nd International Building Physics Conference
Leuven, Belgija
www.ti.kviv.be/conf/buildphys.htm
buildphys@conferences.ti.kviv.be

16.9. - 19.9.2003

Jesenski mednarodni zagrebški velesejem
Zagreb, Hrvaška
www.zv.hr
zagvel@zv.hr

17.9. - 20.9.2003

Building Integration Solutions
Austin, Texas, ZDA
www.asce.org/conferences/aei2003
AEI2003@aeiinstitute.org

21.9. - 24.9.2003

20th International Symposium on Automation and Robotics in Construction
Eindhoven, Nizozemska
www.isarc2003.bwk.tue.nl
isarc2003@bwk.tue.nl

23.9. - 26.9.2003

2nd International Structural Engineering and Construction Conference (ISEC-02)

Rim, Italija

www.isec-02rome.com

info@isec-02rome.com

30.9. - 5.10.2003

CERSAIE 2003 International Exhibition of Ceramics for the Building Industry and Bathroom Furnishings

Bolonija, Italija

www.cersaie.it

info@edicer.it

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

NOVI DIPLOMANTI S PODROČJA GRADBENIŠTVA

UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Mihael David, Nekateri vidiki obravnave trga stanovanj in stanovanjski hiš v mestni občini Ljubljana v septembru in oktobru 2002, mentor doc. dr. Maruška Šubic Kovač

Andreja Kastelic, Analiza pridobivanja in vrednotenja nepremičnin za potrebe gradnje železniške proge Puconci- Hodoš – državna meja, mentor doc. dr. Maruška Šubic Kovač

UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

Barbara Mušič, Metode za izračun generacije potovanj, mentor doc. dr. Marijan Žura

UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO

V mesecu aprilu na Univerzi Fakultete za gradbeništvo v Mariboru ni bilo diplomantov na študijskih programih Gradbeništvo in Gospodarsko inženirstvo.

1/1
165 x 245 mm

2/3
108 x 223 mm

1/2
165 x 115 mm

1/4
165 x 60 mm

1/3
52 x 223 mm

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

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

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

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

Uredništvo

NAVODILA ZA ODDAJO OGLASA

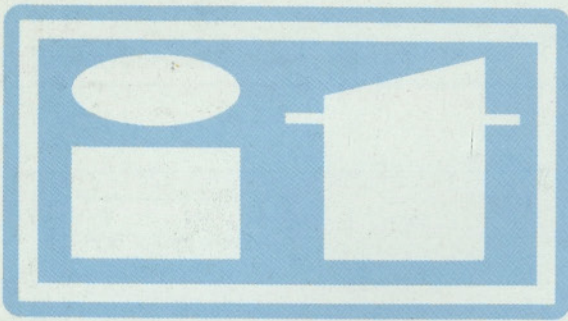
Oglas lahko oddate kot:

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

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

Za reklamne oglase se priporočamo po naslednjem ceniku:

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



PRIPRAVLJALNI SEMINARJI ZA STROKOVNI IZPIT V GRADBENIŠTVU, V LETU 2003

MESEC	SEMINAR	IZPITI	
		REDNI	INŽ./TEH. Iz poseb. imenika IZS
September	22. - 26.		27.9.
Oktober	20. - 24.	pisni: 25.10.	
November	17. - 21.	ustni: 3. - 7.11. pisni: 22.11.	15.11.
December	15. - 19.	ustni: 1. - 4.12	

A. PRIPRAVLJALNE SEMINARJE

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

Redni seminar za GRADBENIKE poteka 5 dni (46 ur) in pripravlja kandidate za splošni in posebni del strokovnega izpita. Cena seminarja znaša 102.000,00 SIT z DDV.

Seminar za ARHITEKTE IN KRAJINSKE ARHITEKTE poteka (prve) 3 dni in jih pripravlja za splošni del strokovnega izpita. Cena seminarja je 51.600,00 SIT z DDV.

V sklopu rednih seminarjev pripravljamo za strokovni izpit tudi **INŽENIRJE in TEHNIKE, ki so vpisani vposebni imenik ODGOVORNIH PROJEKTANTOV pri IZS-MSG**. Njim so namenjena predavanja iz področij "Predpisi in standardi v gradbeništvu" ter "Investicijski procesi in vodenje projektov". Cena predavanj in literature je 51.600,00 SIT z DDV.

K seminarju vabimo tudi kandidate, ki so že opravili strokovni izpit po določeni stopnji izobrazbe, pa so s študijem pridobili višjo in morajo opravljati **dopolnilni strokovni izpit**.

Ponujamo jim predavanje iz področja "Investicijski procesi in vodenje projektov". Cena predavanja in literature je 14.400,00 SIT z DDV.

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

Poslovni račun ZDGITS je 02017-0015398955; davčna številka 79748767.

B. STROKOVNI IZPITI

potekajo pri **Inženirski zbornici Slovenije (IZS), Jarška 10-B, 1000 Ljubljana**. Informacije je mogoče dobiti vsak delavnik pri ge. Terezi Rebernik od 10.00 do 12.00 ure, po telefonu 01 / 547-33-15; fax: 01 / 547-33-20, spletna stran: <http://www.izs.si> (kjer se nahajajo vse informacije o strokovnih izpiti, izpitni programi in prijavnici obrazec!).

K strokovnemu izpitu se je obvezno prijaviti 20 dni pred razpisanim izpitnim rokom.