

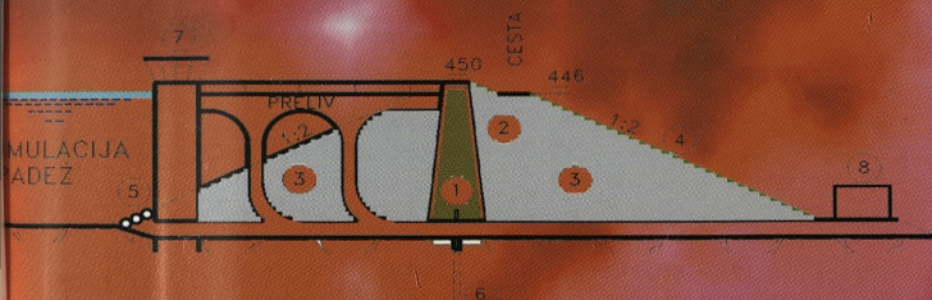
# GRADBENI VESTNIK

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

Poštnina plačana pri  
pošti 1102 LJUBLJANA

## AVGUST 2003

PREGRADA PADEZ  
M 1:2500



prodAEC

Developed under

ANINA  
ZAKUNINOVA  
Instituto de Desenvolvimento de Novas Tecnologias

### Task 2.1 Collection of National Projects (Inquiry)

Project	<input type="text" value="ACRONYM"/>	<input type="text" value="OPLTC"/>
Country	<input type="text" value="slovenia"/>	
Project Name	<input type="text" value="Optimisation of the processes in the life time of a construction facility"/>	
English	<input type="text" value="Optimisation of the processes in the life time of a construction facility"/>	
Original	<input type="text" value="Optimizacija procesov v življenjskem ciklu gradbenega objekta"/>	
Start	<input type="text" value="1/1/2001"/>	date_end <input type="text" value="12/31/2003"/>
Resource Budget	<input type="text" value="145395.00"/>	EUR
Description	In civil engineering the use of computers has a relatively long tradition. However, because computers have been used in the framework of old organizational schemes, new information technology didn't bring the progress it could. The expected solutions are	
Objectives	Research will be mainly focused on two fields. First, on the field of construction information technology, where new, more applicable product and process models will be developed (we have anticipated the model of the building as the basic carrier of the	
Results	The results will open the possibilities of optimising organisational, economical and technological schemes according to the potentials of information technology in civil and building engineering especially by using product and process models as the basis of	

**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 Kristijan **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 upokojene 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 presledki med vrsticami.
5. Prispevki morajo imeti naslov, imena in priimke avtorjev ter besedilo prispevka.
6. Besedilo člankov mora obvezno imeti: naslov članka (velike črke); imena in priimke avtorjev; naslov **POVZETEK** in povzetek v slovenščini; naslov **SUMMARY**, naslov članka v angleščini (velike črke) in povzetek v angleščini; naslov **UVOD** in besedilo uvoda; naslov naslednjega poglavja (velike črke) in besedilo poglavja; naslov razdelka in besedilo razdelka (neobvezno); ..., naslov **SKLEP** in besedilo sklepa; naslov **ZAHVALA** in besedilo zahvale (neobvezno); naslov **LITERATURA** in seznam literature; naslov **DODATEK** in besedilo dodatka (neobvezno). Če je dodatkov več, so dodatki označeni še z A, B, C, itn.
7. Poglavja in razdelki so lahko oštevilčeni.
8. Slike, preglednice in fotografije morajo biti vključene v besedilo prispevka, oštevilčene in opremljene s podnapisi, ki pojasnjujejo njihovo vsebino. Slike in fotografije, ki niso v elektronski obliki, morajo biti priložene prispevku v originalu.
9. Enačbe morajo biti na desnem robu označene z zaporedno številko v okroglem oklepaju.
10. Uporabljena in citirana dela morajo biti navedena med besedilom prispevka z oznako v obliki [priimek prvega avtorja, leto objave]. V istem letu objavljena dela istega avtorja morajo biti označena še z oznakami a, b, c, itn.
11. V poglavju **LITERATURA** so uporabljena in citirana dela opisana z naslednjimi podatki: priimek, ime avtorja, priimki in imena drugih avtorjev, naslov dela, način objave, leto objave.
12. Način objave je opisan s podatki: **knjige**: založba; **revije**: ime revije, založba, letnik, številka, strani od do; **zborniki**: naziv sestanka, organizator, kraj in datum sestanka, strani od do; **raziskovalna poročila**: vrsta poročila, naročnik, oznaka pogodbe; **za druge vrste virov**: kratek opis, npr. v zasebnem pogovoru.
13. Pod črto na prvi strani, pri prispevkih, krajših od ene strani pa na koncu prispevka, morajo biti navedeni obsežnejši podatki o avtorjih: znanstveni naziv, ime in priimek, strokovni naziv, podjetje ali zavod, navadni in elektronski naslov.
14. Prispevke je treba poslati glavnemu in odgovornemu uredniku prof. dr. Janezu Duhovniku na naslov: FGJ, Jamova 2, 1000 LJUBLJANA oz. [janez.duhovnik@fgg.uni-lj.si](mailto: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 174

F. Saje

### EVROPSKI STANDARD ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE prEN 1992-1-1, II. DEL

### EUROPEAN NORM FOR CONCRETE STRUCTURES prEN 1992-1-1, PART II

Stran 184

J. Guštin

### AKUMULACIJA PADEŽ KOT DOPOLNILNI VODNI VIR RIŽANE

### COMPOUNDING RESERVOIR PADEŽ AS AN ADDITIONAL WATER RESOURCE FOR RIŽANA'S WATER SUPPLY SYSTEM

Stran 193

T. Pazlar, M. Dolenc, J. Duhovnik

### prodAEC - EVROPSKI PROJEKT IZMENJAVE PODATKOV O PROIZVODIH IN PROJEKTIH ZA E-DELO TER E-POSLO- VANJU V ARHITEKTURI, INŽENIRSTVU TER GRADBENIŠTVU

### prodAEC - EUROPEAN NETWORK FOR PRODUCT AND PROJECT DATA EXCHANGE, E-WORK AND E-BUSINESS IN ARCHITECTURE, ENGINEERING AND CONSTRUCTION

Stran 204

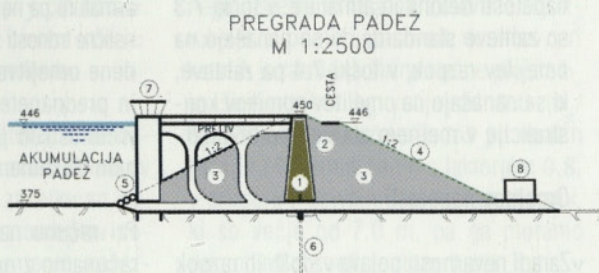
J. K. Juteršek

### KOLEDAR PRIREDITEV

Stran 203

J. K. Juteršek

### NOVI DIPLOMANTI S PODROČJA GRADBENIŠTVA



JOŽE GUŠTIN  
oktober 2002

prodAEC Developed under

#### Task 2.1 Collection of National Projects (Inquiry)

id_project	<input type="text" value="ACRONYM"/>	<input type="text" value="DPLTC"/>
Country	<input type="text" value="slovenia"/>	
Project Name	<input type="text"/>	
English	<input type="text" value="Optimisation of the processes in the life time of a construction facility"/>	
National	<input type="text" value="Optimizacija procesov v življenjskem ciklu gradbenega objekta"/>	
date_start	<input type="text" value="1/1/2001"/>	date_end <input type="text" value="12/31/2003"/>
resource_budget	<input type="text" value="145395.00 EURO"/>	
Abstract	<input type="text"/>	
Description	<input type="text" value="In civil engineering the use of computers has a relatively long tradition. However, because computers have been used in the framework of old organizational schemes, new information technology didn't bring the progress it could. The expected solutions are"/>	
Objectives	<input type="text" value="Research will be mainly focused on two fields. First, on the field of construction information technology, where new, more applicable product and process models will be developed [we have anticipated the model of the building as the basic carrier of the"/>	
Results	<input type="text" value="The results will open the possibilities of optimizing organisational, economical and technological schemes according to the potentials of information technology in civil and building engineering [especially by using product and process models as the basis of"/>	
keywords	<input type="text" value="optimisation, construction, process model, information technology"/>	comments <input type="text"/>
<input type="button" value="Edit Project AREAS"/>		<input type="button" value="Edit Project PARTNERS"/>

# EVROPSKI STANDARD ZA BETONSKE KONSTRUKCIJE prEN 1992-1-1 - II.del

## EUROPEAN NORM FOR CONCRETE STRUCTURES prEN 1992-1-1 - Part II

### STROKOVNI ČLANEK

UDK 006.8(4) PREN 1992 - 1 - 1 : 691.32

FRANC SAJE

**Sedmo poglavje standarda z naslovom Mejna stanja uporabnosti** se nanaša na omejitev napetosti, razpok in pomikov betonskih konstrukcij v mejnem stanju uporabnosti. Poglavje poleg splošnih informacij na začetku obsega tri vsebinsko zaokrožene celote. V točki 7.20 so določila glede omejitve napetosti betona in armature, v točki 7.3 so zahteve standarda, ki se nanašajo na omejitev razpok, v točki 7.4 pa zahteve, ki se nanašajo na omejitev pomikov konstrukcije v mejnem stanju uporabnosti.

#### Omejitev napetosti:

Zaradi nevarnosti pojava vzdolžnih razpok v tlačni coni so tlačne napetosti betona v mejnem stanju uporabnosti omejene na priporočeno vrednost  $\sigma_c = 0.6f_{ck}$ . Če je tlačna cona objeta s stremeni oziroma utrijena s prečno armaturo, navedena omejitev tlačne napetosti betona ni potrebna. Napetost betona pod vplivom navidezno stalne obtežne kombinacije pa ne sme presegati  $0.4f_{ck}$ , če vpliv lezenja betona upoštevamo po linearni teoriji lezenja. V primeru, da je napetost betona pri navidezno stalni kombinaciji obtežbe večja od  $0.4f_{ck}$ , pa moramo lezenje betona upoštevati po nelinearni teoriji lezenja.

Zaradi preprečitve preširokih razpok in neelastičnih deformacij konstrukcije so

v mejnem stanju uporabnosti omejene tudi napetosti mehke in prednapete armature. Pri karakteristični kombinaciji uporabne obtežbe napetost mehke armature ne sme presegati 80 % njene meje elastičnosti ( $\sigma_s \leq 0.80f_{yk}$ ) oziroma meje elastičnosti ( $\sigma_s \leq f_{yk}$ ), če je napetost posledica vsiljenih deformacij; napetost prednapete armature pa ne sme presegati 75 % karakteristične trdnosti  $f_{pk}$  ( $\sigma_s \leq 0.75f_{pk}$ ). Prej navedene omejitve napetosti betona, mehke in prednapete armature so priporočene vrednosti in jih je mogoče v nacionalnem dokumentu tudi spremeniti.

Pri računu napetosti in pomikov lahko računamo z nerazpokanimi prerezi konstrukcije, če upogibna natezna napetost ni večja od natezne trdnosti betona  $f_{ctm}$  oziroma  $f_{ctm,II}$ . Na enaki predpostavki temelji tudi račun najmanjše potrebne natezne armature in račun razpok.

#### Omejitev razpok:

Razpoke betonskih konstrukcij moramo omejiti na takšno mero, da ne motijo funkcije in videza konstrukcije niti ne ogrožajo njene trajnosti. V standardu so, odvisno od stopnje agresivnosti okolja konstrukcije, podane zgornje meje širine razpok, in sicer posebej za armiranobetonske in posebej za prednapete betonske konstrukcije. V okolju z nizko stopnjo agresivnosti ( $x_0$ ,  $x_c1$ ) širina razpok armi-

ranobetonskih konstrukcij pod vplivom navidezno stalne kombinacije obtežbe ne sme biti večja od 0.4mm, v bolj agresivnih okoljih ( $x_c2$  do  $x_c3$ ) pa ne večje od 0.3mm. Širina razpok prednapetih betonskih konstrukcij pod vplivom pogoste kombinacije obtežbe v okolju s stopnjo agresivnosti od  $x_0$  do  $x_c4$  ne smejo biti večje od 0.2mm, v bolj agresivnem okolju ( $x_{D1}$  do  $x_{S3}$ ) pa mora biti zagotovljeno napetostno stanje dekompresije. Za omejitev širine razpok je potrebno v natezno cono elementa namestiti vsaj minimalno količino armature. Po standardu EN 1992-1-1 je najmanjši potrebni prerez armature  $A_{s,min}$  določen z izrazom (42):

$$A_{s,min} = \frac{k_c k_f k_{ct,eff} A_{ct}}{\sigma_s} \quad (42)$$

Pri tem je  $A_{ct}$  del betonskega prereza v neposredni okolici armature, ki sodeluje pri prevzemu nateznih sil in s tem razbremeni natezno armaturo ter je podan v točki 7.3.4 standarda,  $\sigma_s$  napetost armature neposredno po nastanku razpok, za katero običajno lahko privzamemo, da je kar enaka meji elastičnosti ( $\sigma_s \approx f_{yk}$ ),  $f_{ct,eff}$  srednja vrednost učinkovite natezne trdnosti betona v času nastanka prve razpoke, za katero lahko privzamemo, da je kar enaka natezni trdnosti betona pri centričnem nategu ( $f_{ct,eff} \gg f_{ctm}$ ),  $k$  koeficient, ki upošteva vpliv samouravnoteženih notranjih napetosti na nastanek razpok in je

#### Avtor:

Franc Saje, izr. prof. dr., univ. dipl. inž. grad., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova 2, Ljubljana

odvisen od oblike in dimenzij prečnega prereza elementa konstrukcije, podan v standardu,  $k_c$  pa koeficient, s katerim zajamemo vpliv razporeditve napetosti v natezni coni na nastanek razpok in je za različne vrste obremenitev in oblike prerezov tudi podan v standardu.

Potrebno omejitev širine razpok na predpisano mero v smislu standarda EN 192-1-1 lahko dokažemo ali z ustrezno konstrukcijsko izvedbo ali pa z računom širine razpok. Vedno pa mora biti vzdolžna armatura v natezni coni elementa vsaj enaka ali večja od minimalne armature po izrazu (42).

*Zagotavljanje omejitve širine razpok* s konstrukcijskimi ukrepi brez računa širine razpok po standardu EN 192-1-1 temelji na prisotnosti minimalne armature po izrazu (42) in na omejitvi največjega premera in največje medsebojne oddaljenosti armaturnih palic, ki sta odvisno od dosežene napetosti armature  $\sigma_s$  in dovoljene največje širine razpok  $w_k$  podani v standardu v preglednicah 7.2 in 7.3. Če so izpolnjene konstrukcijske zahteve iz preglednic 7.2 in 7.3 ( $\phi_{\max} \leq \phi_{\text{dov}}$ ;  $\epsilon \leq \epsilon_{\text{dov}}$ ) ter zahteva po minimalni armaturi ( $A_{s, \text{del}} \geq A_{s, \text{min}}$ ), lahko računamo, da bodo širine razpok znotraj dovoljenih mej in poseben računski dokaz širine razpok ni potreben. Dokaz širine razpok pa tudi ni potreben pri stropnih ploščah zgradb, če te niso obremenjene z znatno natezno osno silo, njihova konturna debelina pa ne presega 200 mm.

Če prej navedene zahteve niso izpolnjene, pa je potreben računski dokaz omejitve širine razpok. V točki 7.3.4 standarda je podan poenostavljen analitični izraz za približno določitev karakteristične širine razpok  $w_k$  (43):

$$w_k = s_{r, \max} (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) \quad (43)$$

Pri tem je  $s_{r, \max}$  največja medsebojna razdalja razpok,  $\epsilon_{sm}$  povprečna deformacija armature z upoštevanjem sodelovanja nateznega betona,  $\epsilon_{cm}$  pa povprečna deformacija betona med razpokami. Za do-

ločitev največje medsebojne razdalje razpok  $s_{r, \max}$  in razlike med povprečno deformacijo armature in povprečno deformacijo betona ( $\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$ ) sta v standardu podana ustrezna izraza, ki temeljita na izkustveno določenih parametrih.

Kadar je pri dvosmerno armiranih ploskovnih konstrukcijah kot med glavnimi napetostmi večji od  $15^\circ$ , lahko medsebojno razdaljo razpok po standardu EN 192-1-1 določimo z izrazom (44):

$$s_{r, \max} = \frac{1}{\frac{\cos \Theta}{s_{r, \max, y}} + \frac{\sin \Theta}{s_{r, \max, z}}} \quad (44)$$

Pri tem so:  $\Theta$  kot med armaturo v smeri osi  $y$  in smerjo glavne natezne napetosti,  $s_{r, \max, y}$  in  $s_{r, \max, z}$  pa medsebojne razdalje med razpokami v smeri osi  $y$  oziroma  $z$ .

*Omejitev pomikov po standardu:*

V točki 7.4 so zbrane zahteve, ki se nanašajo na omejitve in račun pomikov betonskih konstrukcij. V začetku so navedeni splošni principi za omejitev povsesov upogibno obremenjenih konstrukcij, ki ne smejo biti tolikšni, da bi motili funkcijo ali videz konstrukcije oziroma povzročali poškodbe nenosilnih elementov in opreme objekta. Zaradi primerne videza in počutja uporabnikov povses konstrukcije pod vplivom navidezno stalne obtežbe naj ne bo večji od dvestopetdesetinke razpetine ( $1/250$ ). Za delno izničenje povsesa lahko uporabimo tudi nadvišanje, ki pa naj ne bo večje od dvestopetdesetinke razpetine ( $| -u | \leq 1/250$ ). Povses konstrukcije po zaključeni gradnji pod vplivom navidezno stalne obtežbe pa naj ne preseže  $1/500$ , s čimer so poškodbe nenosilnih elementov konstrukcije in opreme praviloma izključene.

Če je pri upogibno obremenjenih gredah oziroma ploščah razmerje med razpetino in statično višino  $d$  manjše ali enako vrednosti po izrazu (45) oziroma (46) po standardu EN 192-1-1, poseben račun povsesov ni potreben.

Če je  $\rho \leq \rho_0$ :

$$\frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1.5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3.2 \sqrt{f_{ck}} \left( \frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^3 \right] \quad (45)$$

Če je  $\rho > \rho_0$ :

$$\frac{l}{d} = K \left[ 11 + 1.5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \sqrt{\frac{\rho'}{\rho_0}} \right] \quad (46)$$

Pri tem je  $\rho_0 = \sqrt{f_{ck}} 10^3$  referenčna stopnja armiranja,  $\rho$  potrebna stopnja armiranja z natezno armaturo v sredini razpetine,  $\rho'$  potrebna stopnja armiranja s tlačno armaturo na sredini nosilca,  $f_{ck}$  pa karakteristična tlačna trdnost betona. Koeficient  $K$ , ki se spreminja med vrednostma 0.4 in 1.0 ( $0.4 \leq K \leq 1.0$ ), je odvisen od statičnega sistema in tipa obravnavane konstrukcije. V primeru pasovnih nosilcev, pri katerih je razmerje širine tlačne plošče  $b_c$  in širine rebra  $b_0$  večje od 3.0 ( $b_c/b_0 \geq 3.0$ ), lahko razmerje  $l/d$  po izrazih (45) in (46) zmanjšamo s faktorjem 0.8, v primeru masivnih plošč z razpetinami, ki so večje od 7.0 m, pa ga moramo pomnožiti s koeficientom  $7.0/l_{\text{eff}}$  ( $l_{\text{eff}}$  v [m]). To pa ne velja za gladke plošče na stebrih. Pri takšnih ploščah moramo razmerje  $l/d$  po izrazih (44) in (45) pomnožiti z  $8.5/l_{\text{eff}}$  ( $l_{\text{eff}}$  v [m]), če je razpetina večja od 8.5 m. Za stopnje natezne armature  $\rho = 0.5\%$  in  $\rho = 1.5\%$  in za različne tipe in sisteme konstrukcij so mejna razmerja  $l/d$ , ki jih dobimo po izrazih (45) in (46) podana v preglednici (3).

Vrednosti mejnega razmerja  $l/d$ , ki ga dobimo po izrazih (45) in (46) oziroma iz preglednice (3), so konzervativne in z natančnejšim računom povsesov lahko dokažemo, da zadoščajo tudi manjše debeline konstrukcij.

V računu povsesov upogibno obremenjenih armiranobetonskih konstrukcij moramo upoštevati tudi vpliv razpok in lezenja ter krčenja betona. Za približen račun povsesov  $u$  lahko uporabimo izraz (47), ki je podan v standardu:

konstrukcijski sistem	K	visoko napet beton $\rho=1.5\%$	nizko napet beton $\rho=0.5\%$
prostoležeča greda, enosmerno in dvosmerno nosilna prostoležeča plošča	1.0	14	20
krajno polje neprekinjenega nosilca preko več polj oziroma enosmerno kontinuirne plošče ali dvosmerno nosilne plošče kontinuirne preko ene daljše razpetine	1.3	18	26
notranje polje grede oziroma enosmerno in dvosmerno nosilne plošče	1.5	20	30
gladke stropne plošče na stebrih brez gred glede na večjo razpetino	1.2	17	24
konzole	0.4	6	8

**Preglednica 3:** Mejne vrednosti razmerja  $l/d$  upogibno obremenjenih konstrukcij

$$u = \zeta u_{II} + (1 - \zeta) u_I \quad (47)$$

Pri tem je  $u$  dejanski računski povos,  $u_{II}$  računski povos, določen po teoriji elastičnosti z upoštevanjem reduciranega vztrajnostnega momenta zaradi razpok po celi dolžini elementa do takšne mere, ki ustreza najbolj obremenjenemu mestu,  $u_I$  pa povos, določen po teoriji elastičnosti z upoštevanjem vztrajnostnega momenta homogene nerazpokane konstrukcije.  $\zeta$  je korekcijski koeficient s katerim upoštevamo vpliv dejanske razporeditve razpok vzdolž osi nosilca in vpliv trajanja obtežbe na pomik  $u$ . Za nerazpokan prerez je koeficient  $\zeta=0$ , za razpokan prerez pa je določen z izrazom (48):

$$\zeta = 1 - \beta \left( \frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \quad (48)$$

V izrazu (48) s koeficientom  $\beta$ , ki za kratkotrajno obtežbo znaša  $\beta=1.0$  za dolgotrajno in ponavljajočo se obtežbo pa  $\beta=0.5$ , upoštevamo vpliv trajanja oziroma cikličnega ponavljanja obtežbe na povos konstrukcije.  $\sigma_{sr}$  je napetost natezne armature razpokanega prereza pri obtežbi, ki je povzročila prvo razpoko,  $\sigma_s$  pa napetost natezne armature razpokanega prereza pod vplivom obravnavane obtežbe. Za razmerje  $\sigma_{sr}/\sigma_s$  pri upogibni obremenitvi lahko upoštevamo kar  $M_{cr}/M$  pri osni obremenitvi pa  $N_{cr}/N$ , pri čemer sta  $M_{cr}$  in  $N_{cr}$  upogibni moment oziroma osna sila, ki povzroči prvo razpoko  $M$  in  $N$ , pa dejanski upogibni moment oziroma osna sila pri obravnavani obtežni kombinaciji.

Vpliv lezenja betona na pomike konstrukcije lahko upoštevamo z reducira-

nim modulom elastičnosti  $E_{c,eff}$  (49):

$$E_{c,eff} = \frac{E_{cm}}{1 + \varphi(\infty, t)} \quad (49)$$

Vpliv krčenja betona pa z ustrežno dodatno ukrivljenostjo osi elementa, ki je določena z izrazom (50):

$$\frac{1}{r_{cs}} = \epsilon_{cs} \alpha_e \frac{S}{I} \quad (50)$$

V izrazih (49) in (50) pomeni:  $\varphi(\infty, t)$  količnik lezenja betona,  $\epsilon_{cs}$  deformacijo krčenja betona,  $S$  statični moment prereza armature glede na težišče prereza,  $I$  vztrajnostni moment prereza,  $\alpha_e = E_s/E_{c,eff}$  pa število ekvivalence.

**Osmo poglavje standarda z naslovom Detajliranje armature – splošno obravnava oblikovanje, sidranje in stikovanje okrogle in mrežne ar-**

mature ter oblikovanje in konstruiranje predhodno in naknadno napete kabelske armature vključno z načini prenosa sile prednapetja na beton. Najmanjši premer krivljenja armature mora biti tolikšen, da pri krivljenju ne pride do poškodb armature oziroma da lokalne napetosti betona pod zankami oziroma kljukami armature ne presežejo lokalne trdnosti betona. Če zanke oziroma kljuge armature na koncu elementa ležijo blizu roba prereza, obstaja še potencialna nevarnost cepljenja elementa zaradi prečnih natezних napetosti. V standardu so podane ustrezne zahteve za takšno oblikovanje armature, da prej omenjene potencialne nevarnosti izključimo. Za določitev potrebnih sidrnih dolžin je bistvenega pomena sprijemna trdnost betona  $f_{bd}$ , ki je v standardu določena z izrazom (51):

$$f_{bd} = 2.25 \eta_1 \eta_2 f_{ctd}. \quad (51)$$

Pri tem je  $f_{ctd}$  natezna trdnost betona,  $\eta_1$  koeficient, s katerim upoštevamo kvaliteto pogojev sprijemnosti in pozicijo palic med betoniranjem in znaša za dobre pogoje sprijemnosti  $\eta_1 = 1.0$ , za vse ostale pa  $\eta_1 = 0.7$ ,  $\eta_2$  pa koeficient, s katerim upoštevamo velikost premera armaturene palice in znaša za palice s premeri  $\phi$  ki so manjši od 32 mm,  $\eta_2 = 1.0$ , za palice s premeri  $\phi$ , ki so večji od 32 mm pa  $\eta_2 = (132 - \phi) / 100$ . Osnovna sidrna dolžina armaturene palice  $l_{b,rd}$  je v standardu določena z izrazom (52), pri čemer je  $\phi$  premer armaturene palice v [mm],  $\sigma_{sd}$  računski trdnost armature,  $f_{bd}$  pa sprijemna trdnost betona.

$$l_{b,rd} = (\phi / 4) (\sigma_{sd} / f_{bd}). \quad (52)$$

Potrebna računski dolžina sidranja  $l_{bd}$  pa je določena z izrazom (53):

$$l_{bd} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 l_{b,rd} \geq l_{b,min}. \quad (53)$$

Pri tem s koeficienti  $\alpha_1$  do  $\alpha_5$ , ki so podani v standardu, upoštevamo vpliv oblike armaturene palice, krovnege sloja betona, prečne armature, privarjenih prečnih palic in prečnih napetosti glede na ravnino potencialnega cepljenja be-

tona vzdolž sidrne dolžine.  $l_{b,min}$  pa je najmanjša potrebna sidrna dolžina, ki znaša pri sidranju palic v natezni coni  $l_{b,min} > \max \{0.3 l_{b,rd}; 10\phi; 100\text{mm}\}$ , pri sidranju palic v tlačni coni pa  $l_{b,min} > \max \{0.6 l_{b,rd}; 10\phi; 100\text{mm}\}$ .

V primeru stikovanja armature s prekrivanjem zadošča za dolžino prekrivanja sidrna dolžina po izrazu (53), če na istem mestu stikujemo največ 25 % potrebne armature. Če s preklapljanjem na istem mestu stikujemo 33 %, 50 % oziroma več kot 50 % potrebne armature, pa moramo dolžino prekrivanja armature povečati za 15%, 40% oziroma 50%. V nadaljevanju so v standardu podane še zahteve za oblikovanje in prekrivanje mrežne armature ter za izvedbo in sidranje snopov armaturnih palic. Pri obravnavi prednapetih konstrukcij so najprej navedene zahteve glede medsebojne razdalje in oddaljenosti spleto in vrvi pri predhodnem napenjanju ter kabelskih cevi pri naknadnem napenjanju od roba prereza.

V primeru adhezijskega sidranja prednapete armature pri prenosu sile prednapetja na beton privzamemo, da so v območju vnosa sile prednapetja sprijemne napetosti  $f_{bpt}$ , ki so določene z izrazom (54), konstantne.

$$f_{bpt} = \eta_{p1} \eta_1 f_{ctd}(t). \quad (54)$$

Pri tem je  $\eta_{p1}$  koeficient, ki je odvisen od vrste prednapete armature,  $\eta_1$  koeficient enak kot v izrazu (51),  $f_{ctd}(t)$  pa računski natezna trdnost betona pri starosti  $t$  v trenutku prenosa sile na beton. Osnovna sidrna dolžina prednapete armature  $l_{pt}$  je v standardu določena z izrazom (55):

$$l_{pt} = \alpha_1 \alpha_2 \phi \sigma_{pmo} / f_{bpt} \quad (55)$$

Koeficienta  $\alpha_1$  in  $\alpha_2$ , ki upoštevata način vnosa sile na beton in vrsto prednapete armature, sta podana v standardu.  $\phi$  je nazivni premer prednapete armature,  $\sigma_{pmo}$  pa napetost prednapete armature takoj po prenosu sile na beton. V nadaljevanju sta v standardu na analogen način podani še sprijemna napetost  $f_{bpd}$  in potrebna sid-

na dolžina  $l_{bpd}$  adhezijsko sidrane armature v mejnem stanju nosilnosti.

**Deveto poglavje standarda z naslovom Detajliranje elementov in posebna pravila** obsega specifične zahteve standarda glede minimalnih dimenzij, najmanjše in največje stopnje armiranja, načinov sidranja in preklapanja armature ter konstrukcijske izvedbe posameznih vrst betonskih konstrukcij. Pri tem so najprej obdelane grede, plošče in stebri, za njimi pa še stene, temelji in povezovalne konstrukcije.

*Grede so obravnavane v točki 9.2 standarda:* Prez vzdolžne armature grednih elementov konstrukcije ne sme biti manjši od  $A_{s,min}$ , ki je določen z izrazom (56) in ne večji od  $A_{s,max}$ , ki je določen z izrazom (57) ( $A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$ ):

$$A_{s,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t d \geq 0.0013 b_t d \quad (56)$$

$$A_{s,max} = 0.04 A_c. \quad (57)$$

V izrazih (56) in (57) je  $f_{ctm}$  natezna trdnost betona,  $f_{yk}$  karakteristična meja elastičnosti armature,  $b_t$  srednja vrednost širine prereza v natezni coni,  $d$  statična višina prereza,  $A_c$  pa ploščina betonskega prereza. Če je prerez vzdolžne armature grede manjši od minimalnega ( $A_s < A_{s,min}$ ), jih moramo obravnavati kot nearmirane. Premaknitev momentne črte  $a_1$ , s katero zajamemo vpliv povečanja sile v natezni armaturi zaradi delovanja Mörschevega paličja, ki služi za prevzem prečne sile, je po standardu EN 1992-1-1 določena z izrazom (58):

$$a_1 = z(\cot \Theta - \cot \alpha) / 2. \quad (58)$$

Pri tem je  $z$  ročica notranjih sil,  $\Theta$  naklon tlačnih diagonal,  $\alpha$  pa kot med smerjo prečne armature in osjo elementa. Stopnja  $\rho_w$  prečnega armiranja  $A_{sw}$ , ki oklepa z osjo grede kot  $\alpha$ , je določena z izrazom (59):

$$\rho_w = A_{sw} / (s_b w \sin \alpha) \geq \rho_{w,min} = (0.08 \sqrt{f_{ck}}) / f_{yk}. \quad (59)$$

Pri tem je  $A_{sw}$  prerez prečne armature na dolžini  $s$ ,  $s$  medsebojna razdalja elementov prečne armature šteto v smeri osi elementa,  $b_w$  širina prereza,  $\alpha$  naklon prečne armature glede na os nosilca,  $f_{ck}$  karakteristična tlačna trdnost betona,  $f_{yk}$  pa karakteristična meja elastičnosti prečne armature. Medsebojna razdalja med stremeni naj ne bo večja od  $s_{max} = 0.75d(1 + \cot\alpha)$  med krivtvami pri poševni armaturi pa ne večja od  $s_{b,max} = 0.60d(1 + \cot\alpha)$ . Medsebojna oddaljenost krakov stremen pri večstrižnih stremenih  $s_{t,max}$  pa naj ne bo večja od  $s_{t,max} = 0.75d \leq 600$  mm.

Za prevzem torzije moramo uporabljati zaprta stremena. Njihova medsebojna razdalja ne sme biti večja od  $0.75 d$  niti od  $1/8$  obsega po srednici nadomestnega škatlastega prereza niti ne od najmanjše dimenzije prečnega prereza elementa konstrukcije ( $e \leq \min\{0.75d; u/8; \min b\}$ ). Vzdolžno torzijsko armaturo razporedimo tako, da je v vsakem vogalu vsaj ena palica, ostalo armaturo pa razporedimo enakomerno po notranjem obodu stremen, pri čemer medsebojna razdalja palic ne sme biti večja od 350 mm.

Masivne plošče so obravnavane v točki 9.3 standarda. Glede omejitev najmanjše  $a_{s,min}$  in največje možne nosilne armature  $a_{s,max}$  veljajo enake zahteve kot pri grednih nosilcih (izraz 56). Če za ploščo računamo, da nosi le v eni smeri, je potrebno v prečni smeri namestiti razdelilno armaturo, katere prerez mora znašati vsaj 20 % prereza glavne armature. Medsebojna razdalja med palicami glavne armature mora biti manjša ali enaka 3 h in ne večja od 400 mm ( $e_s \leq \min\{3 h; 400 \text{ mm}\}$ ), medsebojna razdalja palic razdelilne armature pa manjša ali enaka 3.5 h oziroma 450 mm ( $e_{sr} \leq \min\{3.5 h; 450 \text{ mm}\}$ ).

Za stebre po standardu EN 1992-1-1 štejejo tlačni elementi s prečnim prerezom katerega daljša stranica ni večja od 4-kratnika krajše ( $h \leq 4b$ ). Najmanjši prerez vzdolžne armature stebrov  $A_{s,min}$  je določen z izrazom (60), pri čemer je  $N_{Ed}$  računska mejna osna sila,  $f_{yd}$  računska

trdnost armature,  $A_c$  pa prerez betona:

$$A_{s,min} = \frac{0.10N_{Ed}}{f_{yd}} \geq 0.002A_c \quad (60)$$

Za zgornjo mejo armature stebrov pa standard priporoča  $A_{s,max} = 0.04A_c$ , vendar v nobenem primeru več kot 8 % vključno na mestih stikovanja oziroma preklapov. Premer vzdolžnih palic naj ne bo manjši od  $\phi_s = 8$  mm, premer stremen pa ne manjši od  $\phi_{ss} = 6$  mm. Razdalja med stremeni naj bo manjša ali enaka 20-kratnemu premeru vzdolžne armature ( $20\phi_s$ ), najmanjši dimenziji prereza oziroma 400 mm. Najstrožji izmed navedenih treh kriterijev je odločilen. Podobni kriteriji za najmanjšo in največjo stopnjo navpičnega armiranja so v standardu podani tudi za stene. Vodoravna armatura sten mora znašati vsaj 25 % navpične, vendar ne manj od  $0.001 A_c$ . V točki 9.8 so podane temeljne zahteve standarda, ki se nanašajo na plitve betonske temelje in betonske kole. Na koncu so podane tudi zahteve za minimalno armaturo na mestu betoniranih kolov.

### Deseto poglavje standarda z naslovom Dodatna pravila za montažne betonske elemente in konstrukcije

obravnavava posebnosti montažnih betonskih konstrukcij. Začetnim splošnim pojasnilom v zvezi s predmetom te točke standarda sledijo s predmetom te točke standarda sledijo podlage računa in temeljne zahteve za montažne betonske konstrukcije. Za oceno zrelosti montažnih betonskih elementov za prednapenjanje in montažo je zelo pomembna zanesljiva ocena dejanske trdnosti betona pri poljubni starosti  $t$ , ki je v primeru brez toplotne obdelave montažnega elementa v začetku vezanja betona določena z izrazoma (1) in (2), v primeru toplotne obdelave elementa v začetku vezanja betona pa z izrazom (61):

$$f_{cm}(t) = f_{cmp} + \frac{f_{cm} - f_{cmp}}{\log(28 - t_p + 1)} \log(t - t_p + 1) \quad (61)$$

Pri tem je  $f_{cmp}$  srednja vrednost tlačne trdnosti betona po toplotni obdelavi

oziroma v času prenosa sile prednapetja na beton, ki jo določimo na preizkušanjih, ki so bili negovani enako kot montažni element v času  $t_p$  ( $t_p < t$ ),  $f_{cm}$  pa nazivna trdnost betona. Vpliv toplotne obdelave betonskih montažnih elementov na deformacije elementov zaradi lezenja betona lahko upoštevamo na ta način, da v izrazu (62) za zrelost betona  $\beta(t_0)$  v času nanosa napetosti  $t_0$

$$\beta(t_0) = \frac{1}{0.2 + t_0^{0.2}} \quad (62)$$

za starost betona namesto  $t_0$  v dnevih upoštevamo reducirano nadomestni čas  $t_{0,T}$ , ki je ob upoštevanju izraza (62) določen z izrazom (63).

$$t_{0,T} = \sum_{i=1}^n e^{-\left(\frac{4000}{T_{(i,T)} - T_{(i,T_0)}}\right)^{1.3.65}} \Delta t_i \quad (63)$$

$$t_0 = t_{0,T} \left( \frac{9}{2 + t_{0,T}^{1/2}} + 1 \right)^\alpha \geq 0.5 \quad (64)$$

Pri tem je  $T(\Delta t_i)$  povprečna temperatura v  $i$ -tem časovnem intervalu  $\Delta t_i$  v dnevih,  $t_{0,T}$  nadomestna reducirana starost betona z upoštevanjem vpliva toplotne obdelave,  $t_0$  pa reducirana starost betona z upoštevanjem toplotne obdelave in vpliva vrste uporabljenega cementa, ki ga zajamemo z eksponentom  $\alpha$ . Eksponent  $\alpha$  znaša za počasi vezoči cement  $\alpha = -1.0$ , za normalno vezoči cement  $\alpha = 0.0$ , za hitro vezoči cement pa  $\alpha = 1.0$ . Toplotna obdelava prednapetih betonskih elementov pa vpliva tudi na spremembo relaksacije prednapete armature, ki jo lahko zajamemo z ekvivalentnim časom  $t_{eq}$  v urah (izraz 65):

$$t_{eq} = \frac{1.14 T_{max} - 20}{T_{max} - 20} \sum_{i=1}^n (T_{(\Delta t_i)} - 20) \Delta t_i \quad (65)$$

Pri tem je  $T_{max}$  najvišja temperatura v času toplotne obdelave v [°C],  $T_{(\Delta t_i)}$  pa povprečna temperatura v časovnem intervalu  $\Delta t_i$ . Padec sile v prednapeti armaturi zaradi toplotnega raztezanja materiala pri povišani temperaturi v času toplotne obdelave pa je določen z izrazom (66):

$$\Delta P_e = 0.5 A_p E_p \alpha_c (T_{max} - T_0) \quad (66)$$



Pri tem je  $A_p$  prerez,  $E_p$  pa elastični modul prednapetih kablov,  $\alpha_c$  toplotni razteznostni količnik betona,  $T_{\max} - T_0$  pa razlika med najvišjo in začetno temperaturo betona v okolici kablov v [°C].

V nadaljevanju te točke standarda je shematično prikazanih nekaj možnosti medsebojnih povezav montažnih elementov stropnih konstrukcij. Navedene so tudi nekatere posebne konstrukcijske zahteve za izvedbo montažnih konstrukcij, med katere spada tudi potrebno število razdelilnih reber rebričastih stropnih konstrukcij in posebne zahteve v zvezi s prevzemom tlačnih, nateznih in strižnih sil. Na koncu 9. poglavja standarda je podanih še nekaj možnosti računskega modeliranja in armiranja montažnih elementov v neposredni okolici ležišč ter konstruktivne izvedbe ležišč in vpetja montažnih stebrov v temelje.

**Enajsto poglavje standarda EN 1992-1-1** obravnava posebnosti konstrukcij iz lahkega betona z zaprto strukturo in gostoto manjšo ali enako 2200 kg/m<sup>3</sup>, ki jo dosežemo z uporabo lahkega agregata.

V prvi točki tega poglavja (11.1) je navedeno, da vsa določila iz 1. do 10. in iz 12. točke standarda EN 1992-1-1 veljajo tudi za konstrukcije iz lahkega agregata z zaprto strukturo z izjemo tistih, ki so v tem poglavju standarda za konstrukcije iz lahkega betona nadomeščena s posebnimi določili. Za lahke betone, ki so predmet tega poglavja standarda, štejejo betoni z zaprto strukturo, katerih gostota ne presega 2200 kg/m<sup>3</sup> in so izdelani iz umetnega ali naravnega lahkega agregata z gostoto, ki ni večja od 2000 kg/m<sup>3</sup>. Določila tega poglavja pa se ne nanašajo na aerirane lahke betone in lahke betone iz avtoklavov, ki so izdelani iz normalno težkega agregata. V splošnem v različnih izrazih uporabljamo za trdnost betona vrednosti iz preglednice (2), ki jih v primeru lahkega betona nadomeščajo vrednosti iz preglednice (5). Za prilagoditev mehanskih in reoloških lastnosti nor-

malnega betona ustreznim lastnostim lahkega betona po standardu EN 1992-1-1 uporabljamo naslednje koeficiente oziroma oznake:

$L_c$  je oznaka za trdnostni razred lahkega betona

$\eta_E$  je koeficient za izračun modula elastičnosti

$\eta_1$  je koeficient za določitev natezne trdnosti lahkega betona

$\eta_2$  je koeficient za določitev količnika lezenja lahkega betona

$\eta_3$  je koeficient za določitev količnika krčenja lahkega betona zaradi sušenja

$\rho$  je gostota suhega betona iz lahkega agregata v [kg/m<sup>3</sup>].

Za točko standarda 11.2, ki se nanaša na osnove analize in dimenzioniranja konstrukcij iz lahkega betona, se uporablja nespremenjena točka 2 standarda. Točka 11.3, ki se nanaša na lastnosti materiala, pa je za konstrukcije iz lahkega betona ustrezno spremenjena. Razredi gostote lahkega betona in njegove računske gostote po standardu EN 206-1 so razvidni iz preglednice (4), njihove mehanske lastnosti pa iz preglednice (5).

Natezno trdnost lahkega betona dobimo iz natezne trdnosti normalnega betona tako, da ustrezne vrednosti iz preglednice (2) pomnožimo s koeficientom  $\eta_1$  po izrazu (67):

$$\eta_1 = 0.4 + 0,60\rho / 2200 \quad (67)$$

pri čemer je  $\rho$  zgornja meja gostote v peči sušenega betona po preglednici (4). Srednjo vrednost sekantnega elastičnega modula  $E_{lcm}$  lahkega betona dobimo, če vrednosti iz preglednice (2), ki veljajo za beton običajne gostote, pomnožimo s koeficientom  $\eta_E$  po izrazu (68), pri čemer je  $\rho$  gostota suhega betona po preglednici (4):

$$\eta_E = 0.4 + 0,60(\rho / 2200)^2 \quad (68)$$

Za koeficient toplotne razteznosti lahkega betona lahko upoštevamo vrednost  $\alpha = 8 \cdot 10^{-6}/K$ . Za količnik lezenja lahke-

ga betona  $\varphi_{Lc}(\infty, t_0)$  lahko privzamemo količnik lezenja betona normalne teže, pomnožen s faktorjem  $(\rho/2200)^2$ . Deformacije zaradi lezenja betona, ki jih dobimo na ta način, pa pomnožimo še s koeficientom  $\eta_2$ , ki znaša  $\eta_2 = 1.3$  za lahki beton trdnosti  $f_{lck} \leq LC 16/20$ , za lahke betona višje trdnosti  $f_{lck} \geq LC 20/25$  pa  $\eta_2 = 1.0$ . Končno vrednost krčenja betona pa dobimo, če krčenje normalnega betona po preglednici 3.2 iz standarda EN 1992-1-1 pomnožimo s faktorjem  $\eta_3 = 1.5$  za  $f_{lck} \leq LC 16/20$ , oziroma  $\eta_3 = 1.2$  za  $f_{lck} \geq LC 20/25$ .

Tlačna  $f_{lctd}$  in natezna računska trdnost  $f_{lctd}$  lahkega betona sta določeni na enak način kot pri betonu normalne teže, le karakteristični trdnosti  $f_{lck}$  in  $f_{lctk}$  privzamemo iz preglednice (5), ki velja za lahki beton:

$$f_{lctd} = \alpha_{lcc} f_{lck} / \gamma_c \quad (69)$$

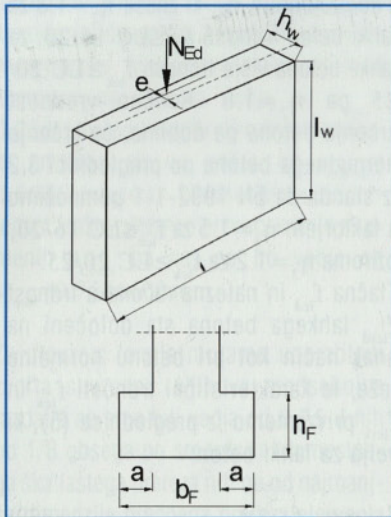
$$f_{lctk} = \alpha_{lct} f_{lctk} / \gamma_c \quad (70)$$

Koeficienta  $\alpha_{lcc}$  in  $\alpha_{lct}$  ter varnostni faktor  $\gamma_c$  so enaki kot pri normalno težkem betonu. Mejna strižna nosilnost elementov iz lahkega betona vključno s prebojem je v principu določena na enak način kot pri elementih iz normalno težkega betona, le vrednosti različnih koeficientov in napetosti so drugačne.

**Dvanajsto poglavje standarda z naslovom Nelinearne in šibko armirane betonske konstrukcije** obravnava nearmirane betonske konstrukcije in armirane betonske konstrukcije, katerih delež vložene armature je manjši od najmanjše zahtevane vrednosti. Zaradi manjše duktilnosti nearmiranega betona pri njem upoštevamo zmanjšana redukcijska koeficienta tlačne  $\alpha_{cc,pl}$  in natezne trdnosti nearmiranega betona  $\alpha_{ct,pl}$ , ki znašata  $\alpha_{cc,pl} = \alpha_{ct,pl} = 0.80$ . Tlačna nosilnost nearmiranega betonskega prereza pravokotne oblike v primeru enojne ekscentričnosti  $e$  je po standardu EN 1992-1-1 določen z izrazom (71):

$$N_{Rd} = \eta f_{ctd} b h_w (1 - 2e/h_w) \quad (71)$$

Pri tem je  $\eta f_{cd}$  računska tlačna trdnost betona (glej standard, tč.3.1.7 (3)),  $b$  širina,  $h_w$  višina prečnega prereza,  $e$  pa ekscentričnost sile  $N_{Ed}$  v smeri dimenzije prereza  $h_w$ .



Slika 7: Nearmirana betonska stena ali steber

Strižna nosilnost nearmiranega betonskega prereza, ki je obremenjen s prečno silo  $V_{Ed}$  in osno silo  $N_{Ed}$ , je omejena z velikostjo računске strizne napetosti  $\tau_{cp}$ , ki je določena samo glede na tlačni del prereza  $A_{cc}$  in ne sme biti večja od vrednosti po izrazih (72) do (76):

$$\tau_{cp} = kV_{Ed} / A_{cc} \leq f_{cvd} \quad (72)$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_{cc} \quad (73)$$

Če je  $\sigma_{cp} \leq \sigma_{c,lim}$ , je:

$$f_{cvd} = \sqrt{f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} f_{ctd}} \quad (74)$$

Če pa je  $\sigma_{cp} > \sigma_{c,lim}$ , je:

$$f_{cvd} = \sqrt{f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} f_{ctd} - \left( \frac{\sigma_{cp} - \sigma_{c,lim}}{2} \right)^2} \quad (75)$$

$$\sigma_{c,lim} = f_{cd} - 2\sqrt{f_{ctd}(f_{ctd} + f_{cd})} \quad (76)$$

Za prevzem torzijske obremenitve nearmirani betonski elementi niso primeri.

Računske uklonske dolžine oziroma viktosti tlačnih nearmiranih betonskih stebrov in sten so v standardu podane v odvisnosti od načina bočnega podpiranja elementov. Za določitev mejne nosilnosti  $N_{Rd}$  uklonsko ogroženih nearmiranih betonskih stebrov in sten je v standardu podan izraz (77):

$$N_{Rd} = bh_w f_{cd} \Phi \quad (77)$$

S faktorjem  $\Phi$ , ki je določen z izrazom (78):

$$\Phi = (1.14(1 - 2e_{tot} / h_w)) - 0.021_0 / h_w \leq (1 - 2e_{tot} / h_w) \quad (78)$$

upoštevamo vpliv uklona na mejno nosilnost elementa  $N_{Rd}$ . Pri tem je  $e_{tot} = e_0 + e_i$  celotna računska ekscentričnost, ki sestoji iz ekscentričnosti obremenitve prereza po teoriji prvega reda  $e_0 = M_{Ed} / N_{Ed}$  in dodatne ekscentričnosti  $e_i$ , s katero upoštevamo vpliv netočnosti izvedbe, ki je določena v točki 5.2 standarda EN 1992-1-1. Na koncu te točke je v standardu naveden še kriterij za izvedbo nearmiranih temeljev (sl.7, izraz 79):

$$0.85h_F / a \geq \sqrt{(3\sigma_{gd} / f_{ctd})} \quad (79)$$

Pri tem je  $h_F$  višina temeljne stope, a dolžina konzole temelja šteto od roba stene oziroma stebra,  $\sigma_{gd}$  računska napetost tal,  $f_{ctd}$  pa natezna trdnost betona. Kot pomenostavitev lahko uporabljamo tudi sovišnost  $h_F / a \geq 2.0$ .

**Na koncu je standardu dodanih še 10 dodatkov**, od katerih je 1 normativen 9 pa informativnih.

*Dodatek A Redukcija delnih varnostnih faktorjev za material* je informativen. Vsebinsko je v dodatku obravnavana možnost re-

razred gostote		1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0
gostota v peči							
sušenega betona $\rho_v$		801-1000	1001-1200	1201-1400	1401-1600	1601-1800	1801-2000
[kg/m <sup>3</sup> ]							
gostota v	nearmiran	1050	1250	1450	1650	1850	2050
	beton						
[kg/m <sup>3</sup> ]	armiran	1150	1350	1550	1750	1950	2150
	beton						

Preglednica 4: Razredi gostote in računске gostote lahkega betona

trdnostni razredi lahkega betona														analitični izrazi za posamezne količnike
$f_{ck}$ (Mpa)	12	16	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	
$f_{ck,cube}$ (Mpa)	13	18	22	28	33	38	44	50	55	60	66	77	88	
$F_{lcm}$ (Mpa)	17	22	28	33	38	43	48	53	58	63	68	78	88	za $f_{ck} \geq 20$ Mpa $f_{lcm} = f_{ck} + 8$ (Mpa)
$f_{lctm}$ (Mpa)	$f_{lctm} = f_{ctm} \eta_1$													$\eta_1 = 0.40 + 0.60 \rho / 2200$
$f_{lctk,0.05}$ (Mpa)	$f_{lctk,0.05} = f_{ctk,0.05} \eta_1$													5%
$f_{lctk,0.95}$ (Mpa)	$f_{lctk,0.95} = f_{ctk,0.95} \eta_1$													95%
$E_{lcm}$ (Gpa)	$E_{lcm} = E_{cm} \eta_E$													$\eta_E = (\rho / 2200)^2$
$\epsilon_{lc1}$ (‰)	$k f_{lcm} / (E_{lc} \eta_E)$ $\begin{cases} k = 1.1 \\ \text{Birtghe443} \\ k = 1.0 \end{cases}$ <p>za lahki beton iz lahkega peska</p> <p>za vse vrste lahkega betona iz lahkega agregata</p>													glej sliko 1
$\epsilon_{lcu1}$ (‰)	$\epsilon_{lc1}$													glej sliko 1
$\epsilon_{lc2}$ (‰)	2.0					2.2		2.3		2.4		2.5		glej sliko 2a

Preglednica 5: Mehanske lastnosti lahkega betona

dukcije delnih varnostnih faktorjev za armaturo  $\gamma_{s,red}$  in beton  $\gamma_{c,red}$ , če s poostreno kontrolo zagotovimo, da je odstopanje geometrije izvedene konstrukcije glede na projektirano manjše od dovoljenih toleranc.

*Dodatek B Lezenje in krčenje betona*, ki je prav tako informativen, vsebuje matematične izraze za določitev lezenja in krčenja betona v poljubnem času  $t$  z upoštevanjem večine vplivnih parametrov. Podani izrazi so primerni zlasti za računalniško obdelavo.

*Dodatek C Lastnosti jekel*, ki so po tem standardu primerna za uporabo je normativnega značaja. V njem so podane zahteve, ki jih morajo izpolnjevati jekla za ar-

miranje betonskih konstrukcij in so razvidne iz preglednice (6).

Poleg lastnosti, ki so razvidne iz preglednice (6), so v dodatku navedene tudi zahteve glede utrujanja, izvedbe površine palic, upogljivosti in pogojev sprejemnosti.

*Dodatek D Natančnejši računski postopek relaksacije prednapete armature* vsebuje matematične izraze za določitev časovnega poteka relaksacije prednapete armature. Dodatek je informativen.

*Dodatki E, F, G in H* obravnavajo priporočene trdnostne razrede betona glede na zahtevano trajnost in stopnjo agresivnosti okolja, računске napetosti armature v primeru ravninskega napetostnega stanja konstrukcije,

sodelovanje temeljne in zgornje nosilne konstrukcije pri prevzemu obtežbe in kriterije za zanemaritev globalnih učinkov teorije drugega reda. Vsi navedeni dodatki so informativni.

*Dodatek I Analiza gladkih plošč in strižnih sten* obravnava poenostavljen račun gladkih stropnih plošč na stebrih in račun stenastih konstrukcij, ki služijo za prevzem vodravne obtežbe zgradb. Dodatek je informativen.

*Dodatek J Pravila za detailiranje posebnih delov konstrukcij* obravnava armiranje krovnega sloja betona, računsko modeliranje vozlišč betonskih konstrukcij z uporabo razpor in nateznih vezi ter način armiranja na ta način modeliranih vozlišč.

oblika armature		palice in kolobarji			žice in mreže			raztros v %
razred		A	B	C	A	B	C	
karakteristična meja elastičnosti $f_{yk}$ ali $f_{0,2k}$ (Mpa)		400 do 600						5.0
minimalna vrednost za $k=(f_t/f_y)_k$		$\geq 1.05$	$\geq 1.08$	$\geq 1.15$ <1.35	$\geq 1.05$	$\geq 1.08$	$\geq 1.15$ <1.35	10.0
karakteristična deformacija pri največji napetosti $\epsilon_{uk}$ (%)		$\geq 2.5$	$\geq 5.0$	$\geq 7.5$	$\geq 2.5$	$\geq 5.0$	$\geq 7.5$	10.0
upogibnost		upogib in povratni upogib						
strižna trdnost		$0.3Af_{yk}$ (A je prerez žice)						minimum
največje odstopanje od nazivne mase posameznih palic oziroma žic v (%)	nazivni premer palice v (mm)	$\pm 6.0$						5.0
	$\leq 8$							
	$> 8$	$\pm 4.5$						

**Preglednica 6:** Zahtevane lastnosti jekel za armiranje po standardu EN 1992-1-1

#### 4. NAJPOMEMBNEJŠE SPREMEMBE STANDARDA EN 1992-1-1 GLEDE NA PREDSTANDARD SIST ENV 1992-1-1

Standard EN 1992-1-1 je po obsegu manjši od predstandarda SIST ENV 1992-1-1 po vsebini pa pokriva bistveno širše področje. Standard EN 1992-1-1 namreč vsebinsko nadomešča naslednje dele predstandarda ENV 1992-1-1: ENV 1992-1-3, ENV 1992-1-4, ENV 1992-1-5, ENV 1992-1-6 in ENV 1992-3. Vsebina predstandarda ENV 1992-1-2 pa je predmet posebnega standarda EN 1992-1-2.

Veljavnost standarda EN 1992-1-1 je razširjena tudi na konstrukcije iz betona visoke trdnosti do trdnostnega razreda C 90/105. Zaradi te vsebinske razširitve standarda je bilo potrebno spremeniti tudi nekatere parametre računa mejne nosilnosti betonskih konstrukcij, ki so delno razvidni iz preglednice (2) in povsem na novo obdelati krčenje in lezenje betona.

V standardu EN 1992-1-1 pa je glede na predstandard spremenjen tudi računski postopek upoštevanja uklona tlačnih elementov in približni račun mejne nosilnosti prerezov, ki so obremenjeni z

dvojno ekscentrično tlačno osno silo.

V primeru čiste tlačne osne obremenitve moramo stebre dimenzionirati tudi na neki minimalni upogibni moment, ki je določen v standardu.

Račun mejne strižne nosilnosti armiranobetonskih konstrukcij vključno s prebojem je v standardu EN 1992-1-1 glede na predstandard bistveno spremenjen. Povsem drugačne so tudi oznake. Najpomembnejša vsebinska razlika pa je v tem, da moramo v primeru, ko prečna sila prekorači vrednost prečne sile, ki jo je betonski element sposoben prevzeti brez upoštevanja prečne armature, celotno prečno silo prevzeti z mehanizmom nadomestnega Mörschevega paličja.

Manjše spremembe se nanašajo tudi na sidranje armature, detajliranje in modeliranje betonskih konstrukcij z razporami in nateznimi vezmi.

Zelo pomembno pa je, da so v standard vključene tudi konstrukcije iz lahkega betona in konstrukcije iz nearmiranega betona normalne teže.

Precejšen del parametrov, ki jih potrebujemo za dokazovanje varnosti in uporabnosti konstrukcij in jih je bilo po predstandardu mogoče v okviru

nacionalnega dokumenta spreminjati, je v standardu EN 1992-1-1 določenih, nekateri pa so na novo prepuščeni izbiri v okviru nacionalnega dokumenta.

#### 5. SKLEP

S poenoteno obravnavo konstrukcij iz betona normalne trdnosti in iz betona visoke trdnosti ter konstrukcij iz lahkega betona se je praktična uporabnost in univerzalnost standarda EN 1992-1-1 bistveno povečala. Zamenjava spremenljivih parametrov s fiksnimi vrednostmi predstavlja prispevek, ki zagotavlja enake kvalitete betonskih konstrukcij v celotnem evropskem prostoru. Uvedba nekaterih novih spremenljivih parametrov, ki so cena konsenza, pa to poenotenje kvalitete zopet zmanjšuje. S poostrenimi zahtevami v pogledu strižne nosilnosti betonskih elementov in glede preboja ploščastih konstrukcij je v primerjavi s predstandardom nekoliko povečana varnost proti neduktilni strižni porušitvi betonskih konstrukcij, kar je pomembno zlasti za konstrukcije na potresnih območjih. Zaradi nekaterih parametrov mejne nosilnosti, ki so odvisni od trdnostnega razreda betona, bo račun mejne nosilnosti konstrukcij iz betona visoke trdnosti zahteval posebno obdelavo.

## LITERATURA

Eurocode 2: Design of concrete structures – part 1: General rules and rules for buildings prENV 1992-1-1 (Draft for stage 49), julij 2002

Eurocode 2: Design of concrete structures – part 1: General rules and rules for buildings ENV 1992-1-1, december 1991

Eurocode 2: Projektiranje betonskih konstrukcij – Del 1-1: Splošna pravila in pravila za stavbe (prevzet ENV 1992-1-1:1991 in ENV 1992-1-1-:1991/AC: 1992 z metodo platnice), april 1991

Structural Concrete, Textbook on Behaviour, Design and Performance, Updated Knowledge of the CEB/FIP Model code 1990; Volume 1; fib, july 1991

CEB/FIP Model code 1990, Comité Euro-International du Béton; Lausanne 1993

# AKUMULACIJA PADEŽ KOT DOPOLNILNI VODNI VIR RIŽANE

## COMPOUNDING RESERVOIR PADEŽ AS AN ADDITIONAL WATER RESOURCE FOR RIŽANA'S WATER SUPPLY SYSTEM

STROKOVNI ČLANEK

UDK 627.12 : 628.11

JOŽE GUŠTIN

**P O V Z E T E K** Za dolgoročno rešitev vodne oskrbe slovenske Obale je bilo v zadnjih štiridesetih letih predlagano več možnih rešitev. V tem času je bil zgrajen osnovni sistem Rižanskega vodovoda za dolgoročne potrebe. Nedorečen je ostal dolgoročno zanesljiv vodni vir. Na izbiro sta ostali površinski akumulaciji Rižana, Padež ali obe skupaj. V tem prispevku je ocenjena morebitna vključitev akumulacije Padež v vodooskrbni sistem Rižana.

**S U M M A R Y** During the past forty years many long-term solutions to the water supply problem of the Slovene coast have been proposed. In the meantime a basic water pipeline network has been completed to cover long-term needs, but the water source still has to be defined. The possible choices are: the Rižana compounding reservoir, the Padež compounding reservoir or the combination of both. This article estimates the inclusion of the Padež compounding reservoir to the actual Rižana's water supply system.

Avtor:

Jože Guštin, univ. dipl. inž. grad. Bidovčeva 14, Koper

### 1. KRIZA VODNE OSKRBE OBALE IN KRASA PO II. SVETOVNI VOJNI

Na slovenski Obali in Krasu smo imeli ves čas po drugi svetovni vojni krizo oskrbe z vodo. Kriza je iz leta v leto rastla. Posebej izrazita je bila na Sežanskem, Postojnskem in Obali. Postojna se je uspešno navezala na izvir Malni na Planinskem polju. Za Kras in Obalo se je iskala skupna rešitev. Vsak je na svojem območju iskal tudi lastno rešitev. Sežana je v osemdesetih letih rešila svoj problem z navezavo na podtalnico ob Brestovici. Za Obalo pa ni izbrana še nobena od več predlaganih rešitev.

### 1.1 RAZISKAVE IN PROGRAMIRANJE

Strokovna obdelava problematike vodne oskrbe Obale in Krasa traja že več kot 50 let. V tem času so bile dane razne strokovne rešitve od več načrtovalcev. Po vrstnem redu nastanka so bile izdelane naslednje:

1. Akumulacija Kubed za bio-minimum Rižane, Ljubljana, 1959.
2. Vodovod iz HE Osp (350 l/s), T. Jare, Koper, 1960.
3. Rekonstrukcija Rižanskega vodovoda (60 l/s), F. Tratnik, V. Drčar, Kandus, J. Sketelj in J. Guštin.
4. Vodovod Sečovlje (100 l/s), J. Guš-

tin, Koper 1962.

5. Vodovod Gradole (300 l/s), J. Guštin, Koper 1962.
6. Vodovod Malni - Kras Obala (1500 l/s), T. Jare, Koper, 1964.
7. Vodovod izvir Rižane - akum. Preloke ali akum. v Brkinih (1470 l/s), J. Guštin, V. Korda. in T. Nasan, Koper - Ljubljana, 1964.
8. Študija vodne oskrbe Krasa in Obale iz virov Malni - akum. Padež - izvir Rižane, M. Arčon, J. Guštin, A. Horvat, V. Pirc in F. Drobne, Ljubljana, 1976.
9. Študija " Primorski vodovod", izviri Malni - akum. Planina, M. Tomšič, Ljubljana, 1978.
10. Študija vodovoda Brestovica - Sežana, J. Guštin, Koper, 1979.

11. Projekt vodovoda Brestovica - Sežana, M. Tomšič, Ljubljana, 1980.
12. Študija vodooskrbe Primorske in Krasa iz izvira Rižane - akum. Dragonja - akum. Drnica. V. Pirc, M. Tomšič in D. Burja, Ljubljana, 1982.
13. Program razvoja Rižanskega vodovoda, izvir Rižana - akum. Rižana (2100 - 2700 l/s), J. Guštin, Koper, 1984.
14. Idejni projekt "Regionalni primorski vodovod", izvir Malni, akum. Padež in izvir Rižane, M. Tomšič, Ljubljana, 1988.
15. Idejni projekt "Cevovod izvir - vodarna, zaščita izvira Rižane in akum. Rižane (2700 l/s), J. Guštin, Koper, 1988.
16. Navezava Rižane na Brestovico ob Rodiku (150 l/s), J. Guštin, Brezigar, Artač, Koper - Ljubljana, 1992
17. Projekt Akumulacija Kubed

Po izdelavi navedene dokumentacije so se pojavili še naslednji dodatni predlogi na to tematiko:

- a) Navezava vodooskrbe Kopa na ak. Klivnik in ak. Molo (prof. Rismal)
- b) Navezava vodooskrbe Kopa na Trst (prof. Breznik)
- c) Dodatna navezava na Istrski vodovod
- d) Dvom o upravičenosti koriščenja izvira Malni za Obalno regijo
- e) Akum. Padež primerni vir za Obalo

Iz navedene dokumentacije so realizirani projekti pod št. 3, 4, 5, 10, 11, 15 (delno) in 16, ki so dopolnjevali opešanost preskrbe Obale in Krasa. Od predlogov dokončne rešitve se trenutno zagovarja akum. Padež, ki jo obravnava tudi ta prispevek.

## 2. AKUMULACIJA PADEŽ

### 2.1 POVRŠINSKI ZBIRALNIKI ZA PITNO VODO

Regionalni vodovodi so komunalni objekti novejšega datuma in prvi te vrste so bili zgrajeni na Primorskem. Nanoški in Po-

stojnski vodovod sta iz prve svetovne vojne, Rižanski in Istrski vodovod pa iz leta 1935. V preteklosti so zaselki in večja mesta nastajali tam, kjer je bila na razpolago zdrava voda. Vodovodne napeljave so bile redke in ljudje so večinoma posamično zajemali vodo na izviri ali vodotokih. Živina je imela skupna napajališča in gospodinjstva skupna perišča. Ti vodni viri so bili zanesljivi za preživetje. V suhih krajih, kot so za vodoneprepustni Kras, so ljudje preživeli od zbiranja deževnice v posameznih ali skupnih kapnicah in v odprtih neprepustnih lokvah. Prve so rabili za gospodinske in druge za gospodarske namene. Kapnice so zgradili za zbiranje vode s streh lastne domačije ali skupne iz več gospodarstev. Za gospodarsko rabo so si uredili kraške kotanje, zatesnjene z neprepustno ilovico, kjer so napajali živino, prali in jih uporabljali za druge gospodarske namene. Za pitno vodo so služile zidane ali betonske kapnice. Po navadi so to bili vkopani ali napol vkopani objekti, pokriti in zatemnjeni. Voda je bila vedno čista in hladna. Lovilne strešne površine so znašale povprečno 50 - 60 m<sup>2</sup>. Na območju Krasa pade okoli 1000 mm dežja letno. Količina zbrane vode z ene strehe je tako znašala  $60 \times 1,0 \times 0,8 = 48$  m<sup>3</sup> letno. Mesečne razpoložljive količine na gospodinjstvo so bile 4 m<sup>3</sup>. V šestčlanski družini je na osebo odpadlo dnevno  $4000 : (6 \times 30) = 22,2$  l.

Pri številnejših družinah se je to še razpolovilo. Ob gradnji prvega regionalnega vodovoda v Istri 1935 leta, je bil vzet kot projektantski normativ osebne porabe 50 l/osebo x dan. Zaradi druge porabe se je ta normativ povečal na 88 l/osebo x dan. Za 90 % prebivalstva je bila preskrba predvidena preko javnih izlivk, skupnih napajališč in perišč. Po uvedbi hišnih priključkov je nastalo hudo pomanjkanje vode. Za dolgoročno načrtovanje smo na Obali leta 1964 določili normativ za celotno porabo v regiji za stalne prebivalce v mestih 1500 l/osebo x dan in za podeželje 500 l/osebo x dan.

Ob takih normativih smo prišli do spoz-

nanja, da vsi naravni viri na Primorskem ob suši ne zmorejo zagotoviti potrebne količine vode. Rešitev smo našli v stari preverjeni metodi s shranjevanjem visokih voda v umetnih površinskih zbiralnikih. V teh časih so bile odprte akumulacije za pitno vodo nekaj nedojemljivega v Sloveniji, pa tudi na Hrvaškem. V Sloveniji smo še sedaj navajeni, da iz pipe pijemo lahko le izvorno ali podtalno vodo. Večina pitne vode v Sloveniji ne potrebuje posebne obdelave. S pravilnim shranjevanjem in s pravilno obdelavo lahko pridemo do neoporečne vode tudi, če jo zajemamo v odprtih akumulacijah. V razvitem industrijskem svetu naravno vodo pijejo samo iz plastenk. Mi smo še na takšni stopnji razvoja, da z malo discipline še naprej lahko pijemo zdravo vodo iz pipe, pa četudi jo dobivamo iz odprtih bazenov. Znano je, da se s površinskim zbiranjem preskrbujejo Genova, Firenze in druga mesta v Italiji. V Srbiji se tako že dolgo časa preskrbuje Krugujevac. V drugih državah je ta način zagotavljanja vode postal splošna praksa. Leta 1964 sem izdelal študijo preskrbe Obale, ki je za dopolnitev primanklajev izvira Rižane v eni varianti predvidevala akumulacijo Predloka in v drugi varianti skupaj s Krasom akumulacijo v Brkinih. Ob predstavitvi študije na Okraju Koper smo doživeli velik odpor in strokovno razpravo smo morali prekiniti. Naročili so nam, naj se odločimo za zajetje izvira Malnov pri Planini. V prostorske plane občine pa smo še naprej vnašali rezervat za akumulacijo v dolini Rižane. Kot prehodno rešitev za 20 let smo poiskali napajanje iz Gradol na reki Mirni v Istri. Leta 1975 je V. Pirc na Zvezi vodnih skupnosti Slovenije izdelal kakovostno študijo akumulacije Padež. Od takrat se v strokovnih krogih ni več govorilo o neprimernosti površinske akumulacije za pitno vodo. Še vedno je ostalo veliko nasprotnikov gradnje umetnih površinskih zbiralnikov, med njimi so najglasnejši krajinarji. Upam, da bomo šli v korak s svetom in znali kulturno in gospodarno izkoristiti naravne danosti v splošno korist in da ob tem ne bomo kršili naravnih zakonitosti, ampak jih bomo

smiselno nadgrajevali. V tem uvodu sem hotel prikazati, kako ob površinskem zbiranju vode posamezni kraji preživeli več stoletij in kako smo se kasneje upirali temu načinu gospodarjenja z vodo. Ob izdelavi investicijskega programa magistralnega cevovoda Rižanskega vodovoda je bilo zahtevano, da tega navežemo na izvir Malni. V strokovni prilogi investicijskega programa smo nakazali variantno rešitev iz Malnov ali iz Rižane. Glede na to, da se še danes trdi, da akumulacija na Rižani, kakor je objavljena v [Guštin, 1988] in [Guštin, 2002], ni možna, bom v tem prispevku prikazal, kaj pomeni zagovarjana rešitev akumulacije Padež in njena vključitev v sistem Rižanskega vodovoda.

## 2.2 PROSTORSKA NAMESTITEV AKUMULACIJE PADEŽ

Območje akumulacije je na severnem

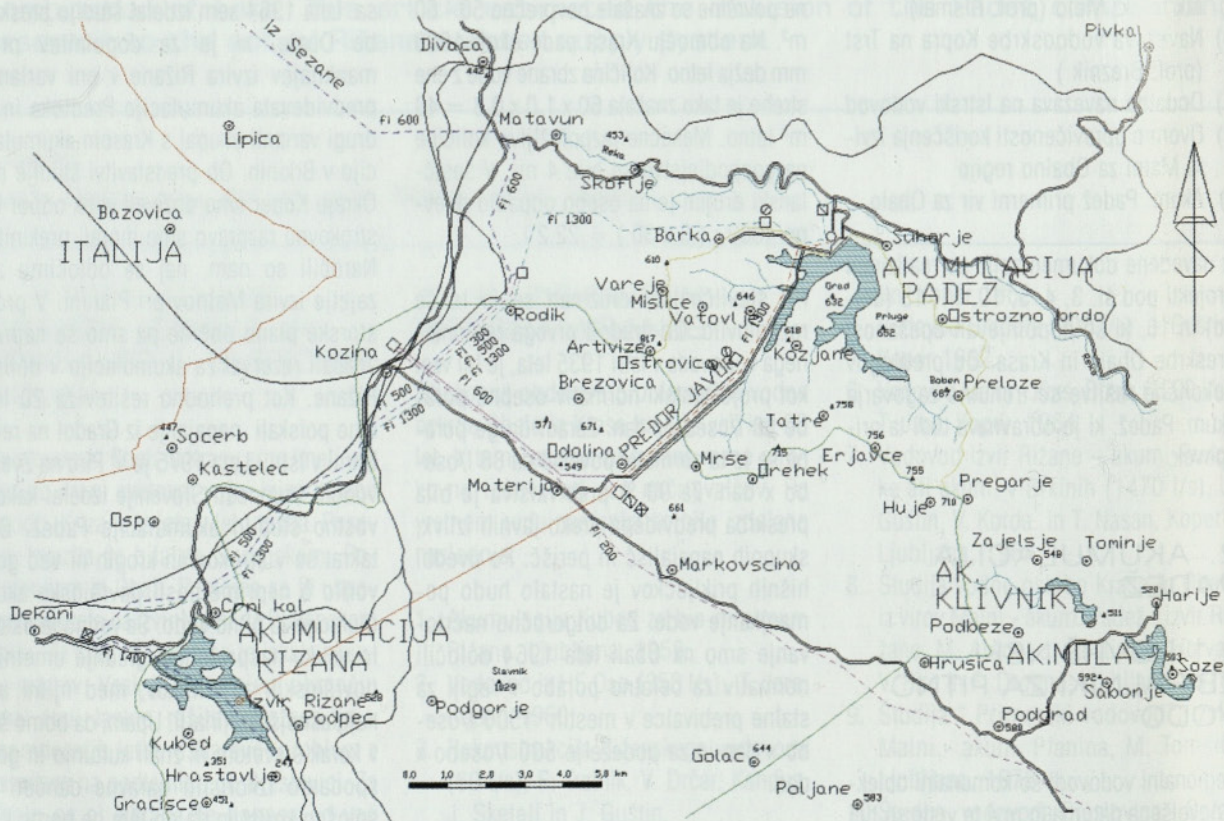
pobočju Brkinov v povodju reke Reke (slika 1). Dve globoki in ozki dolini, vrezani v flišne sklade, se raztezata od brkinske razvodnice proti dolini Reke. Po dnu vzhodne doline teče potok Suhorca, po zahodni pa potok Padež. Suhorca se pred domačijo Bibec zliva v Padež, ki se 1200 m nižje zliva v Reko. Med dolinama se razteza greben z opuščnim zaselkom Kozjane. V dolini ob potoku Padež je le nekaj hiš. Vsi zaselki na tem območju so razporejeni po grebenu okoli teh dveh dolin z izjemo opuščnih Kozjan.

Od vzhoda proti zahodu so razporejeni naslednji zaselki: Suhorje, Ostrožno brdo, Prelože, Huje, Gabrk, Erjavce, Tatre, Orehek, Mrše, Artivize, Ojstrovica, Vareje in Barka. Na vplivnem območju akumulacije Padež je skupaj petnajst zaselkov. Dno doline in pobočja so strma, kot je običajno v flišnih dolinah. Pobočja so zaraščena z nizkim mešanim listopadnim gozdom, na ravničastih delih je nekaj pašnikov ali njiv. Ozki in strmi dolini sta glede prostornine

manj primerni za gradnjo nabiralnika. Za shranitev razpoložljivih vodnih količin je zato potrebno zgraditi višjo pregrado. Dolinska pregrada je predvidena 1200 m pred vlivom Padeža v Reko. Po dolinah ne potekajo prometni, energetski ali drugi komunalni koridorji.

### LEGENDA

- ZLIVNO OBMOČJE AKUMULACIJE PADEŽ
- ZAŠČITA AKUMULACIJE RIŽANA
- CEVOVOD SEŽANA-RIŽANA
- CEVOVOD PADEŽ-RIŽANA VARIANTA A
- CEVOVOD PADEŽ-RIŽANA VARIANTA B
- PODZEMNI TOK VARIANTE B
- CEVOVOD ILIRSKA BISTRICA-KOZINA
- CESTA
- PREDVIDENA INTERNA CESTA
- AVTOCESTA
- PREDVIDENA HITRA ŽELEZNICA
- OBSTOJEČA ŽELEZNICA
- PREDOR JAVOR
- REZERVOAR
- ČRPALIŠČE
- VODARNA
- OZONIZACIJA IN ČRPALIŠČE
- MIKROFILTRACIJA



Slika 1: Situacija akumulacij Padež in Rižana



### 2.3 POGOJ ZA ZBIRANJE IN ZADRŽEVANJE VODE

Padavinsko območje akumulacije Padež znaša 41,8 km<sup>2</sup>. Povprečne letne padavine znašajo 1446 mm s povprečnim letnim odtokom 0,832 m<sup>3</sup>/s. Zato bo znašala letna količina vode v zbiralniku  $86.400 \times 365 \times 0,832 = 26.237.952 \text{ m}^3$ .

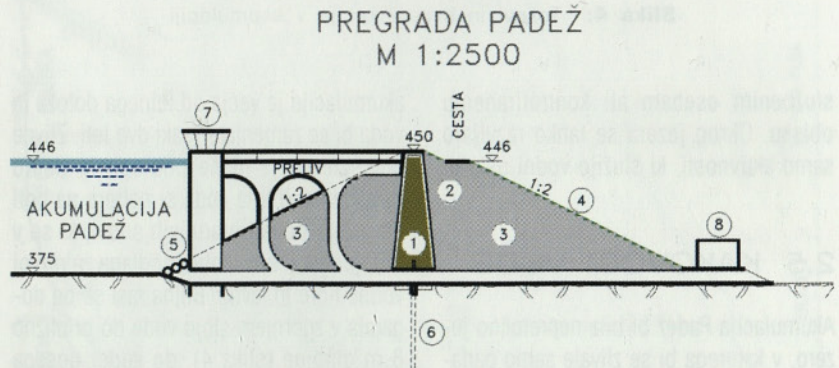
Prostorska namestitvev omogoča zajezitev doline do kote 446 m (slika 2). Krona pregrade je možna na koti 450 m. Višina pregrade bi znašala 75 m. Kota dna akumulacije ob pregradi bi znašala 375 m. Prostornina akumulacije znaša 60.000.000 m<sup>3</sup> (slika 3), kar je dosti več kot letna zbrana količina iz padavinskega območja. Zaradi bližine Reke je možno iz nje dočrpavati vodo v akumulacijo v času zadostnih pretokov in ustreznosti kakovosti vode. Potrebna zmogljivost črpalnih naprav, določena na podlagi možnosti in potreb, je okoli do 3 m<sup>3</sup>/s.

### 2.4 ZAŠČITA AKUMULACIJE

Zaradi lege je akumulacija dobro zaščiten. Na prispevnem območju ni večjih aktivnosti. Oba kraka zajezenega dela dolin sta dolga povprečno 4,1 km, povprečna širina najvišje vodne gladine jezera pa je 250m. Skupna dolžina obale predvidenega jezera znaša okoli 17 km (slika 1). Na tej dolžini obale je okoli 20 večjih ali manjših hudournikov, na katerih je potrebno urediti zadrževalne prage. Na 17 km obale je potrebno v širini okoli 200 m očistiti obstoječe gozdove in zasaditi iglavce, ki manj onesnažujejo vodo. Površina zaščitnega pogozdovanja bi tako znašala 3,2 km<sup>2</sup>. Ob jezeru je potrebno zgraditi okoli 20 km zaščitne ograje. Z zalitih površin je potrebno očistiti humus in rastje. Za 15 zaselkov, ki so na zbirnem območju, je potrebno urediti odvod odpadne vode in odvoz smeti. Na obdelanih površinah je potrebno uvesti kontrolo načina pridelave. Dostop do jezera je dovoljen samo

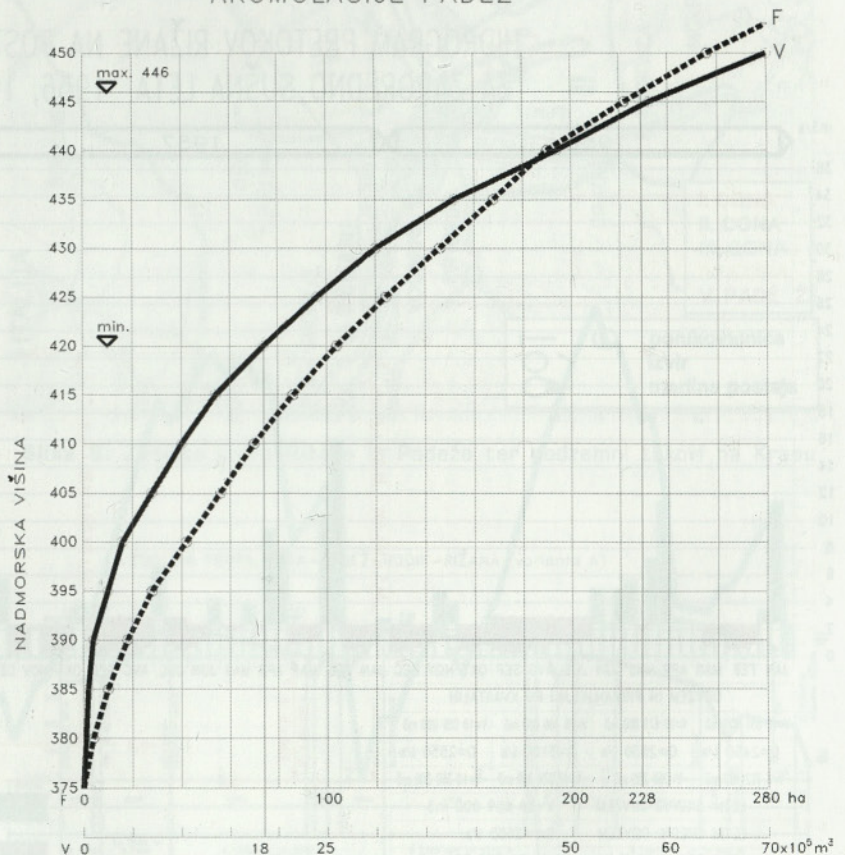
#### LEGENDA

- ① GLINENO JEDRO
- ② DVOSLOJNI PEŠČENI FILTER
- ③ FLIŠNE KAMNINE
- ④ HUMUZIRANJE + ZATRAVITEV
- ⑤ TLAK LOMLJENEC + FILTER
- ⑥ INJEKCIJSKA ZAVESA - GLOB.20-30m
- ⑦ PRELIVNO-PRAZNOTOČNO-ODVZEMNI OBJEKT
- ⑧ ČRPALIŠČE - OZONIZACIJA

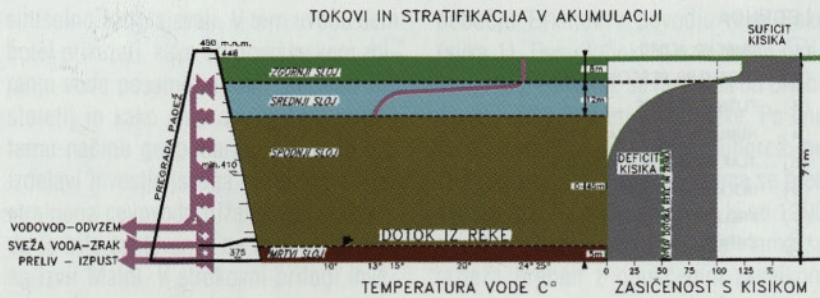


**Slika 2:** Prerez pregrade Padež

### KRIVULJI VOLUMNA IN POVRŠIN AKUMULACIJE PADEŽ



**Slika 3:** Krivulji prostornine in površine akumulacije Padež



Slika 4: Tokovi in stratifikacija v akumulaciji

službenim osebam ali kontroliranemu obisku. Okrog jezera se lahko razvijajo samo aktivnosti, ki služijo vodni oskrbi.

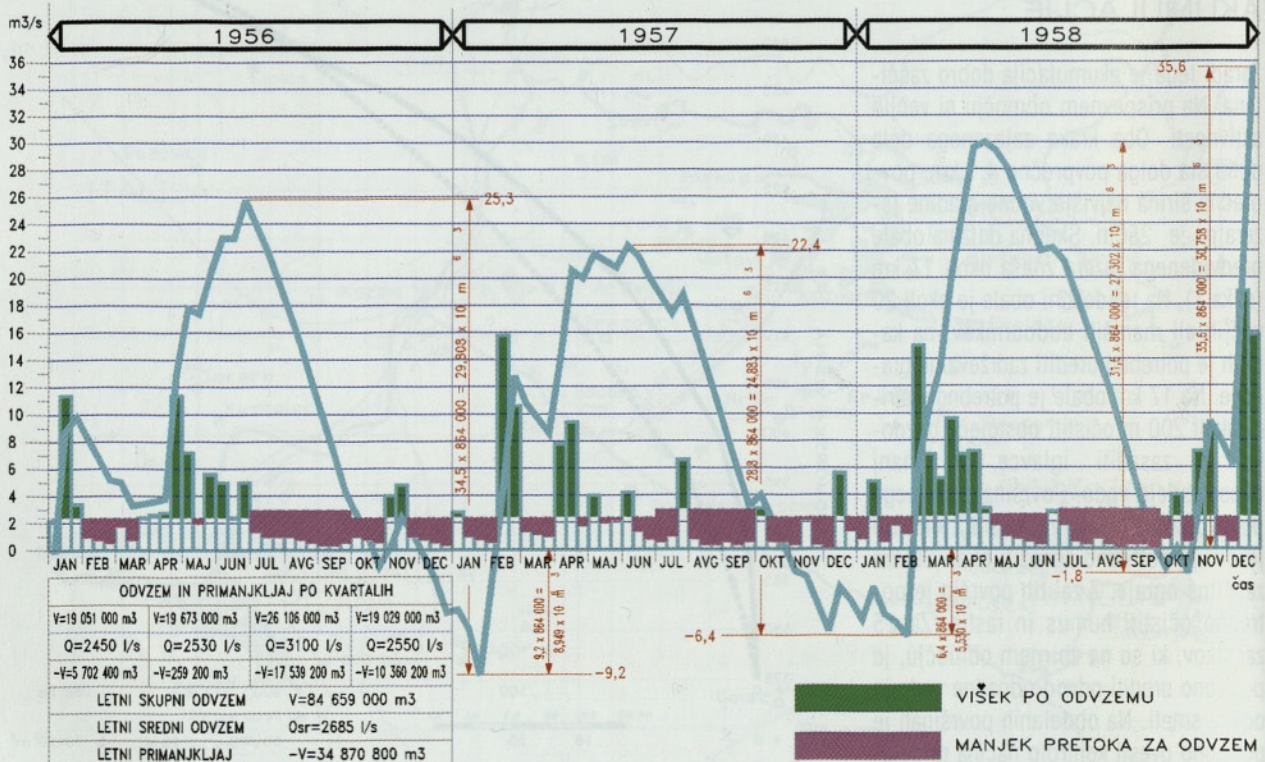
## 2.5 KAKOVOST VODE

Akumulacija Padež bi bila nepretočno jezero, v katerega bi se zlivale samo padavinske površinske vode. Shranjena voda miruje v jezeru in odtok je le preko preliva ali kontroliranega odjema. Prostornina

akumulacije je večja od letnega dotoka in voda bi se zamenjala vsaki dve leti. Zlívne površine so iz flišne podloge in dobro zaraščene. Zbirna voda si nabere na poti do jezera dovolj hranljivih snovi, ki so v mirujočem jezeru dobra podlaga za razvoj vodne flore in favne. Bujna rast se bo dogajala v zgornjem sloju vode do približno 8 m globine (slika 4), do koder dosega dnevna svetloba. To je tudi cona hiperzasičenosti s kisikom. Srednji sloj, ki sega od globine 8 do 20 m, bo najbolj kako-

vosten. Žal ta sloj zadostuje potrebam samo v začetnem obdobju obratovanja. Ob večjem odjemu se bo voda odjemala tudi iz spodnjega sloja jezera. Ta spodnji sloj ima predvsem zaradi pomanjkanja prostega kisika vodo slabše kakovosti, in jo je potrebno zato, da bi bila uporabna kot pitna, dodatno obdelati. Vzdrževanje zdrave vode v akumulaciji in njena dodelava za pitno vodo zahteva veliko timskega strokovnega dela. Eden od možnih blažilnih ukrepov je dovajanje sveže vode iz reke Reke in zraka v spodnje sloje akumulacije. Po tej poti se izboljšuje kakovost vode in eventualno količinsko dopolnjuje. Pred vstopom v dolge transportne cevovode je potrebno predčiščenje, da se zaščiti cevovod, pred vstopom v razdelilno vodovodno omrežje pa je potrebno totalno čiščenje. O kakovosti vode v akumulaciji Padež je že v dosedanjih obdelavah dal izčrpno strokovno mnenje prof. Rismal. Za predhodne primerjalne analize je na voljo obstoječa akumulacija Klivnik.

## HIDROGRAM PRETOKOV RIŽANE NA POSTAJI KUBED ZA ZAPOREDNO SUŠNA LETA 1956, 1957, 1958



Slika 5: Hidrogram pretokov Rižane na postaji Kubed

### 3. NAVEZAVA AKUMULACIJE PADEŽ NA SISTEM VODNE OSKRBE

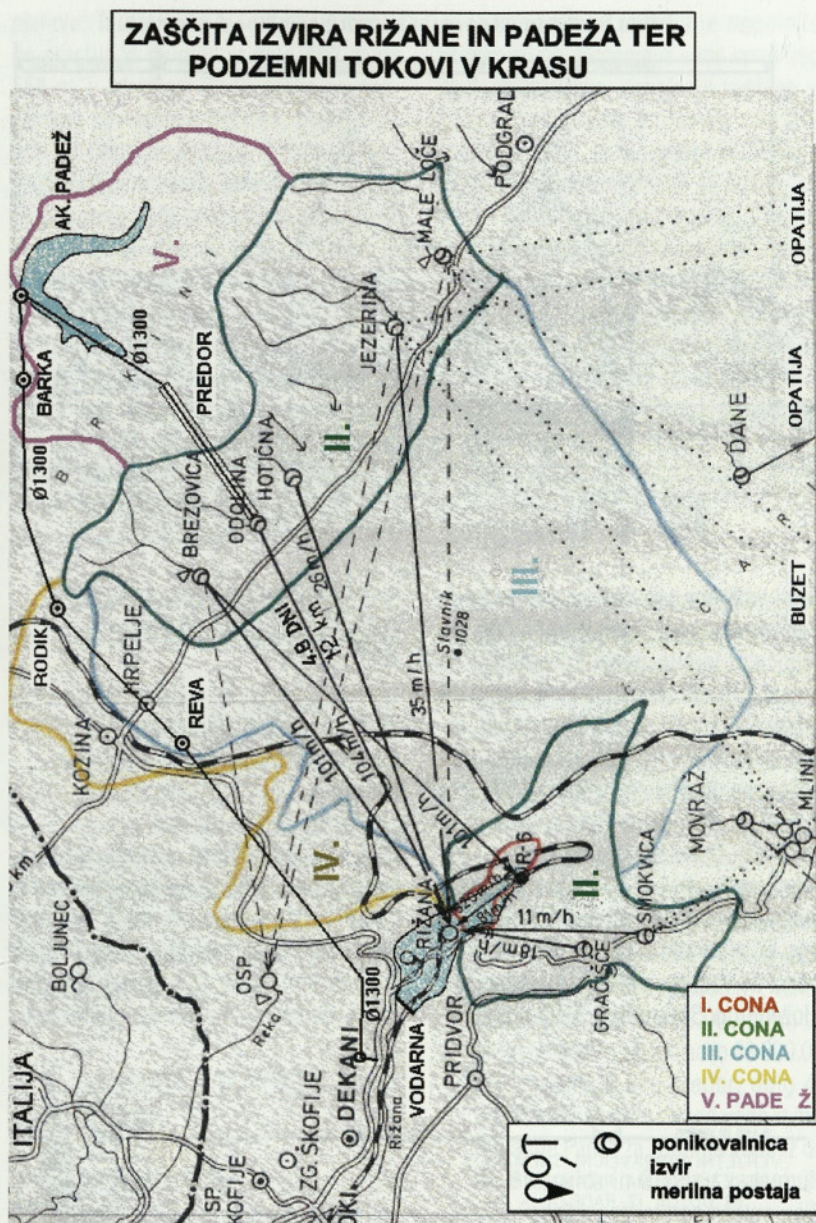
Za pokrivanje sušnega primankljaja izvira Rižane je na koncu programiranega obdobja potrebno dodatnih letno (slika 5) 35.000.000 m<sup>3</sup>. Akumulacija Padež te količine lahko zagotovi samo, če računamo na odjem dodatnih količin iz reke Reke. Za navezavo Padeža na sistem Rižanskega vodovoda obstajata dve možnosti (slika 6):

- Prva možnost je že obdelana v projektu iz leta 1976, ki predvideva črpanje na Barko in naprej gravitacijski dotok preko Rodika do vodarne Rižana.
- Druga možnost je črpanje iz akumulacije Padež skozi brkinski greben v ponikalnico Odoline od koder bi podzemno po naravni poti dodatno napajala izvir Rižane.

#### 3.1 NAVEZAVA PADEŽ - RODIK - VODARNA RIŽANA

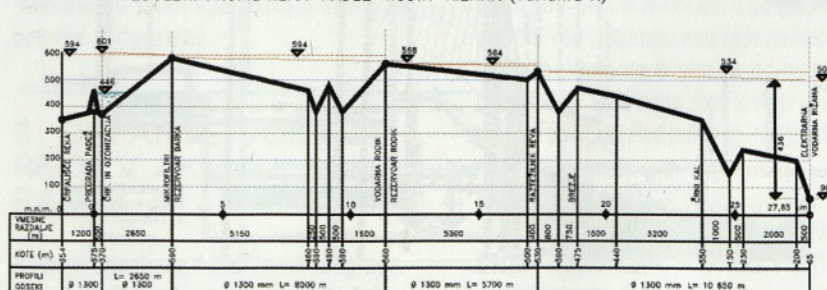
Po tej sistemski rešitvi se voda odvzame v odvzemnem stolpu ob pregradi (slika 7). Po odjemu se voda ob pregradi črpa v sistemski rezervoar Barka na koti 590 m. Po črpališču se v potisni cevovod inicira ozon za oksidacijo suspendiranih snovi v vodi. Tlačni cevovod  $\phi$  1300 mm ima prepustno moč čez 3000 l/s. Dolžina potisnega cevovoda znaša 2650 m. Za pretok 3100 l/s ob  $v = 2,3$  m/s čas reakcije ozona v cevovodu znaša  $T = 2650 : 2,3 = 1162$  sek = 19,4 min, kar zadoštuje za čas kontakta. Pred rezervoarjem je nameščena baterija mikrofiltrrov, ki odstranijo oksidirano sluzasto snov iz vode. Takšno vodo je možno transportirati na večje razdalje in ohraniti zadovoljivo čist cevovod. Ob rezervoarju Rodik je možna vodarna zmogljivosti 500 l/s, ki bi lahko napajala kraško planoto in Brkine, če se v akumulaciji Padež pridobijo še dodatne vodne količine. Dvig vode iz Padeža na Barko znaša  $H = 236$  m.

Rezervoar Barka mora s prostornino po-



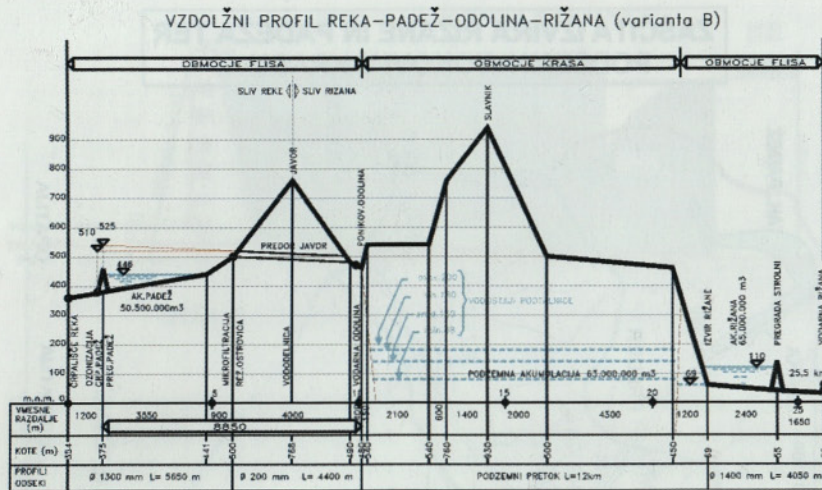
Slika 6: Zaščita izvira Rižane in Padeža ter podzemni tokovi na Krasu

VZDOLŽNI PROFIL REKA-PADEŽ-RODIK-RIŽANA (varianta A)



Slika 7: Vzdolžni profil Reka-Padež-Rodik-Rižana

J. GUŠTIN: Akumulacija Padež kot dopolnilni vodni vir Rižane



Slika 8: Vzdolžni profil Reka-Padež-Odolina-Rižana

krivati vsaj eno uro odtoka, kar pomeni, da bi morala znašati min  $V = 15.000 \text{ m}^3$ . Mogoče bi jo bilo zgraditi postopno. Za rezervoar Rodik zadostuje  $V = 5.000 \text{ m}^3$  na koti 568 m. Ob Kozini je raztežilni rezervoar Reva  $V = 5.000 \text{ m}^3$  na koti 534 m. Skupna dolžina cevovoda  $\phi 1300 \text{ mm}$  od Padeža do vodarne Rižana znaša  $L = 27.650 \text{ m}$ . Ostanek tlaka na vstopu v vodarno znaša  $dH = 406 \text{ m.v.s.}$  Iz tega odvečnega tlaka se pridobi energija, ki lahko krije porabo v Padežu. Del trase od Rodika do vodarne poteka vzporedno z že položenim  $\phi 500 \text{ mm}$  za čisto vodo.

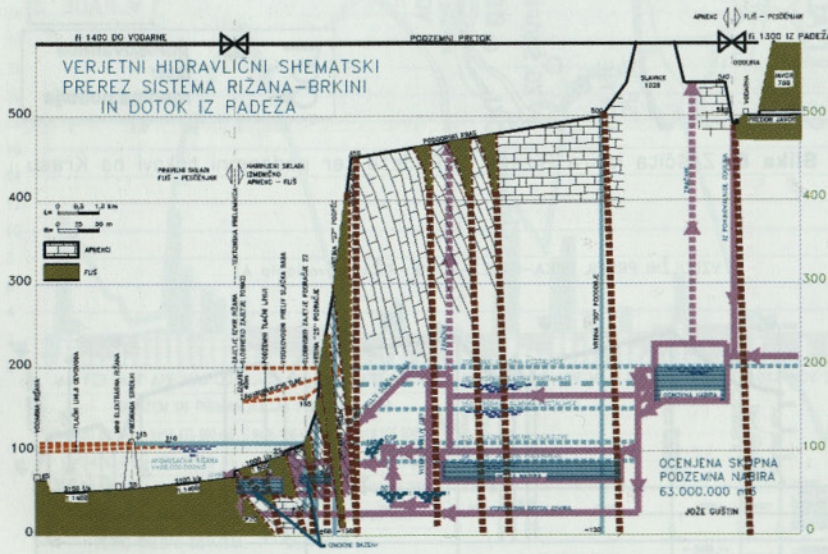
### 3.2 NAVEZAVA PADEŽ - ODOLINA - IZVIR RIŽANA

#### 3.2.1 Pretočnost podzemnih kanalov v Krasu

Med hidrogeološkimi raziskavami v zaledju izvira Rižane so se opravljali sledilni poskusi z namenom, da bi ugotovili zvezo med posameznimi ponikalnicami in okoliškimi izviri. Iz arhivske literature vemo, da so že v prvem desetletju prej-

šnjega stoletja ugotovili neposredno zvezo med ponikalnico Brašnice v Odolini in izviri Rižane. Hidrogeološke raziskave so dokazale, da je ta ponikalnica v najboljši zvezi z izviri Rižane (slika 6). Razdalja po zračni liniji med ponikalnico Odolina in izviri Rižane znaša  $12 \text{ km}$ . Hitrost podzemnega toka je izračunana  $v = 104 \text{ m/h}$ . Da premaga to razdaljo, potrebuje voda čas  $T = 12000 : 104 = 115,38 \text{ ur} = 4,8 \text{ dni}$ .

Na trasi od ponikalnice do izvira (slika 9) pot vodi skozi večjo podzemno akumulacijo. Ob obilnem ponikanju vode se na izviri iztok ojači še prej kot v štirih dneh, ker novi dotok dvigne podzemni vodostaj in poveča izdatnost izvira. To posebnost smo izkoristili v hrvaški Istri, da po podzemni poti povečamo izdatnost izvira Gradole. Na razdalji  $18 \text{ km}$  od izvira je zgrajen glavni tranzitni cevovod za srednjo in južno Istro. Iz tega cevovoda smo zgradili  $3 \text{ km}$  dolg odcep do ponikalnice Čiza. Iz cevovoda odteka voda v ponikalnico in ostalih  $15 \text{ km}$  do izvira premaga podzemno. Vode v izviri je le  $5 - 10 \%$  manj, kot je izteče iz cevovoda. Predlagam, da na isti način dovedemo vodo iz Padeža od ponikalnice Odolina do izvira Rižane. Letni primanjkljaj na izviri Rižane znaša  $35.000.000 \text{ m}^3$  (slika 5). Zaradi omejenega nadzora in zadrževanja na podzemni poti bi bilo potrebno zaradi varnosti letni primanjkljaj povečati za  $20 \%$ , tako da bi znašal  $35.000.000 \times 1,2 = 42.000.000 \text{ m}^3$ , kar je več od letno zbrane količine na Padežu, ki znaša  $26.237.000 \text{ m}^3$ . Za zadostitev potrebam na Rižani bi bilo potrebno pokriti primanjkljaj  $42.000.000 - 26.237.000 = 15.763.000 \text{ m}^3$  z dočrpavanjem iz Reke. Ob kapaciteti dočrpavanja  $3,0 \text{ m}^3$  bi potrebovali dva meseca črpanja na leto za manjkajočo količino.



Slika 9: Verjetni hidravlični prerez sistema Brkini-Rižana

#### 3.2.2 Opis trase Padež - Odolina - izvir Rižane

Odjem vode iz akumulacije poteka na odjemnem stolpu pregrade (slika 8). Iz odjemnega stolpa voda doteka na črpalke

ob vznožju pregrade. V sklopu črpališča je tudi ozonska postaja za oksidacijo. Ozon se dozira v potisni vod. Trasa cevododa  $\phi$  1300 mm poteka ob robu jezera do kote 510 m, pod vasjo Ojstrovica. Ta del trase je dolg  $L = 5650$  m. Na koncu tega odseka je sistemski rezervoar prostornine  $5.000 \text{ m}^3$ . Čas kontakta ozona v cevovodu znaša  $T = 5650 : 2,3 = 2456,52 \text{ sek} = 40,9 \text{ min}$ .

Ob rezervoarju je nameščena postaja z mikrofiltri, ki odstranijo sluz iz vode. Po prečiščevanju vode trasa vstopi v predor pod brkinskim grebenom, dolgim 4,0 km, ki se konča v dolini Odolina (slika 10). Od predora do ponikalnice je še nadaljnjih 400 m cevododa in voda izteka v ponikalnico. Trasa od zajema do ponikalnice je dolga 8,85 km. Na podzemni trasi med Odolino in izvirom Rižane, dolgi 12 km, niso možni in niti ne potrebni kakršnikoli posegi. Na izviri Rižane je potrebno zato zatesniti obstoječe jezerce in dvigniti preliv za 3,0 m. Ob izviri do obstoječe vodarne Rižana je že zgrajen cevodod  $\phi$  1400 mm. Pred vtokom vode v ponikalnico v Odolini je možen odjem do  $500 \text{ l/s}$  za potrebe kraške

planote. Ta del vode je treba tu dokončno očistiti in dvigniti iz kote 490 m na 568 m. v rezervoar Rodik preko povezovalnega cevododa  $\phi$  600mm. Voda se na poti od Odoline do izvira Rižane obogati s kisikom in minerali, tako da je na izviri že podobna vodi iz kraške ponikalnice. Po tej varianti dovoda vode do Rižane je možno del letnega primanjkljaja v akumulaciji Padež zmanjšati skozi predor z vključitvijo prispevnih površin iz doline Brezovice in Odoline. Iz Brezovice lahko pridobimo letno  $2.850.000 \text{ m}^3$ , iz Odoline  $2.744.000 \text{ m}^3$ , skupaj torej  $5.594.000 \text{ m}^3$ . Preostali deficit  $10.169.000 \text{ m}^3$  v akumulaciji Padež se dopolni iz Reke ( $40$  dnevno črpanje na leto s  $q = 3,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

## 4. CESTNE POVEZAVE

### 4.1 SISTEM PADEŽ - RODIK

Cesta od reke Reke do pregrade in čez njo je ista za obe varianti. Za dostop na krono pregrade je potrebno zgraditi odcep iz ceste za v Suhorje. Od krone pregrade do Barke je potrebno zgraditi cesto vzporedno s potisnim cevododom do spojitve na vaško cesto v Barki.

### 4.2 SISTEM PADEŽ - ODOLINA

Deli ceste do pregrade so isti kot v prvi varianti. V drugi varianti se cesta nadaljuje z vrha pregrade ob obali jezera do rezervoarja Ojstrovica. Od rezervoarja Ojstrovica se spelje enosmerna cesta skozi predor do navezave na cesto za Materijo. Te ceste so internega značaja samo za potrebe vodooskrbe.

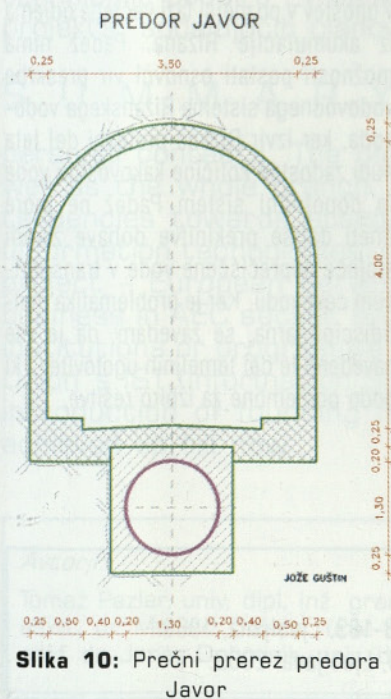
## 5. ČRPANJE VODE IZ REKE V AKUMULACIJO PADEŽ

Reka je oddaljena 1200 m od pregrade. Tu se pokaže možnost, da visoke in kakovostne vode iz Reke črpamo v akumula-

cijo. Namen tega početja je dopolnitev primanjkljaja, zamenjava vode spodnjega sloja akumulacije, dovajanje svežega kisika in eventualno istočasno vnašanje svežega zraka. Za ta namen je potrebno zgraditi ob Reki črpališče in potisni cevodod  $\phi$  1300 mm do pregrade. Cevodod se skozi pregrado spelje po dnu vsakega kraka jezera vsaj za dve tretjini dolžine kraka. Pred pregrado se v cev lahko dodaja tudi zrak. Za to so potrebne detajlne študije in analize pred projektiranjem ter izboljšava kakovosti vode v Reki.

## 6. PRIMERJAVA VARIANT

- Trasa: Po varianti Rodik (A) je trasa dolga 27,65 km po prostem terenu in od tega 16,5 km vzporedno z že obstoječim  $\phi$  500 mm. Po varianti Odoline (B) je trasa dolga 25,5 km. Od tega se zgradi samo 8,85 km v ožjem vodnem rezervatu. Na tem odseku je 4 km tunela. Ostalih 12 km voda teče skozi podzemlje in zadnjih 4,05 km je cevodod  $\phi$  1400 mm že zgrajen. Pod točko a) ima vidno prednost varianta B.
- Objekti: Varianta A ima tri rezervoarje s skupno prostornino  $25.000 \text{ m}^3$ . Varianta B ima en rezervoar  $5.000 \text{ m}^3$  in naravno podzemno akumulacijo  $63.000.000 \text{ m}^3$ . Varianta B ima predor, dolg 4,0 km. Predor služi za odvod vode iz akumulacije Padež za zbiranje vode iz dolin Brezovica in Odolina v akumulacijo Padež ter za interno cestno povezavo. Ostali potrebni objekti so enaki za A in B. Pod točko b) ima prednost varianta B.
- Energija: Varianta A ima možnost, da na Rižani od neizkoriščenega padca pridobi vso potrebno energijo za lastno rabo. Varianta B ima za polovico manj dviga, toda nima možnosti pridobivanja energije. Pod točko c) ima prednost varianta A.
- Ekologija: Varianta A sega v prostor s celotno traso. Varianta B ima za dve tretjini krajšo traso, ki poteka v vodnem rezervatu. Pod točko d) ima prednost varianta B.



J. GUŠTIN: Akumulacija Padež kot dopolnilni vodni vir Rižane

e) Kakovost vode: Po varianti A voda doteka iz akumulacije direktno v vodarno Rižana. Po varianti B voda 4,8 dni teče skozi akumulacijo kraške podtalnice, kjer si bistveno izboljša kakovost. Pod točko e) ima prednost varianta B.

Rezime: Od petih točk je v prid varianti A samo točka c). Obstajajo še drugi parametri za konfrontacijo, vendar je razvidno, da je varianta B bolj sprejemljiva rešitev.

## 7. SKLEPNE UGOTOVITVE

V prvem poglavju so navedene vse študije, ki so od leta 1959 obravnavale zagotovitev pitne vode za Obalo. Od 17 predstavljenih strokovnih rešitev je bilo do sedaj uporabljenih le sedem. Tu so navedeni tudi sedanji predlogi raznih avtorjev drugih mogočih rešitev. V drugem poglavju je nakazano, kako težko je bilo dokazati, da pitna voda ni samo tista, ki teče iz izvira in kako so določeni kraji v Sloveniji preživeli brez izvirne tekoče vode. Tu je nakazano, kako smo na Primorskem preživeli z nekdanjo porabo nekaj čez 10 l/osebo do sedaj načrtovanih 1.500 l/osebo na dan. Pri nekdanji porabi je šlo za gol obstoj, v načrtovanem normativu pa so zajete tudi vse krajevne potrebe za komunalno, industrijsko, turistično, kmetijsko, krajinsko in ribiško rabo. Nakazani so tudi vzroki, zakaj danes na Obali nimamo določenega perspektivnega vira pitne vode. Kljub temu da smo že pred štiridesetimi leti nakazali, da je najbolj poceni voda na izviru Rižane, nismo uspeli prepričati odločujočih za uresničitev te rešitve.

Zato priprave na končno rešitev še danes močno zamujajo. V drugem poglavju smo prikazali, da akumulacija Padež količinsko lahko samo delno nadomesti akumulacijo Rižana, ker je srednji letni pretok na pregradnem profilu le 0,832 m<sup>3</sup>/s. Nakazali smo dodatne posege, ki jih moramo izvesti za vključitev dodatnih 41,8 km<sup>2</sup> padavinskega območja, ki potrebuje zaščito v skladu z normami za nabiro pitne vode. Tu je še 15 zaselkov, ki jih je potrebno komunalno opremiti, da ne bodo onesnaževali zbrane vode. Dodatni zaščitni ukrepi na Rižani niso potrebni. Nakazano je, da rešitev iz Padeža po varianti B lahko zagotovi podobno kakovost vode, kot jo dobimo iz akumulacije Rižana. V tretjem poglavju smo nakazali, kakšni gradbeni posegi so potrebni za dovod vode iz Padeža v sistem Rižanskega vodovoda. Če ugotovitve primerjamo z rešitvijo akumulacije Rižana, dobimo še naslednje: količine srednje letnega pretoka na pregradnem profilu znašajo na Padežu 0,832 m<sup>3</sup>/s in na Rižani 4,650 m<sup>3</sup>/s.

Kakovost vode v Padežu je na nivoju stoječe površinske vode in na Rižani na nivoju pretočne izvirne vode. Višina pregrade na Padežu znaša 75 m za nabiro 60.000.000 m<sup>3</sup>, na Rižani je višina 60 m za nabiro 73.000.000 m<sup>3</sup>. Investicije v rešitev Padež terjajo gradnjo črpališča Padež, črpališča Reka, grobo čiščenje vode pred transportom, dovod energije, dovozne poti, 10.050 m transportnega cevovoda, 5.000 m<sup>3</sup> sistemskega rezervoarja, gradnjo 4 km predora in ureditev 41,8 km<sup>2</sup> dodatne prispevne površine. Investicija v rešitev Rižana zahteva le preložitev železnice v 2.200 m predora, nadomestne lokacije za 40 hiš in zaščito dela akumulacije, ki se ne

prekriva z zaščito izvira. Na akumulaciji Rižana je možno pridobivanje lastne energije. Zasedba prostora na Padežu znaša 41,8 km<sup>2</sup> zbirne površine, na Rižani pa so dodatno zasedene površine dve tretjini površine akumulacije in nekaj prispevnih površin. Gradnja 10.050 m cevovoda bi po izkušnjah gradnje magistralnega cevovoda trajala najmanj pet let in 4 km predora najmanj dve leti. Na Rižani je potreben čas gradnje za preložitev železnice v 2.200 m predora in prestavitve republiške ceste za Buzet, ki mora biti preložena tudi zaradi zaščite izvira Rižane. Za pogon iz Padeža so potrebne naprave prečrpavanja, izboljševanja kakovosti vode v akumulaciji in predčiščenja pred transportom. Rižanski sistem je težnosten in voda se čisti samo na centralni vodarni Rižana. Iz teh nekaj glavnih primerjav je razvidno, da sistemski rešitev iz Padeža nima nobene prednosti pred Rižano. Ta razlika se bo neizbežno odražala tudi v ceni vode na števcu potrošnika. Padež lahko delno nadomesti Rižano samo, če se izkaže, da na slednji gradnja akumulacije ni možna. Padež se odlično vključi kot dopolnilo akumulacije Rižana posebno za vzdrževanje konstantnega nivoja v akumulaciji. To bi prišlo v upoštevanje v poznejši fazi večjega odjema iz akumulacije Rižana. Padež nima možnosti postati osnovni vir preskrbe vodovodnega sistema Rižanskega vodovoda, ker izvir Rižana pretežni del leta nudi zadostne količine kakovostne vode in dopolnilni sistem Padež ne more imeti daljše prekinitve dobave zaradi stoječe neprečiščene vode v transportnem cevovodu. Ker je problematika multidisciplinarna, se zavedam, da je vse navedeno le del temeljnih ugotovitev, ki bodo pomembne za izbiro rešitve.

## LITERATURA

- Guštin, J., Večnamenska akumulacija Rižana, Gradbeni vestnik, letnik XXXVIII, str. 173-183, Ljubljana, 1989.  
Guštin, J., Večnamenska akumulacija Rižana, Gradbeni vestnik, letnik LI, str. 194-204, Ljubljana, 2002.

T. PAZLAR, M. DOLENC, J. DUHOVNIK: prodAEC - evropski projekt izmenjave podatkov o proizvodih in projektih za e-delo ter e-poslovanje v arhitekturi, inženirstvu ter gradbeništvu

## **prodAEC - EVROPSKI PROJEKT IZMENJAVE PODATKOV O PROIZVODIH IN PROJEKTIH ZA E-DELO TER E-POSLOVANJE V ARHITEKTURI, INŽENIRSTVU TER GRADBENIŠTVU**

## **prodAEC - EUROPEAN NETWORK FOR PRODUCT AND PROJECT DATA EXCHANGE, E-WORK AND E-BUSINESS IN ARCHITECTURE, ENGINEERING AND CONSTRUCTION**

STROKOVNI ČLANEK

UDK 007.52 : [72+624] : 681.324 (4)

TOMAŽ PAZLAR, MATEVŽ DOLENC, JANEZ DUHOVNIK

**P O V Z E T E K** Intenzivni napredek informacijskih in komunikacijskih tehnologij omogoča uspešno zamenjavo ali nadgradnjo osebnih stikov. Uporaba e-tehnologij v praksi zato spreminja delo posameznika in gradbeništva kot celote. Posledica sprememb produktov in procesov je težnja po njihovi standardizaciji. Zanj je potrebna temeljita analiza stanja in potreb ter seznanitev s trendi v informacijski tehnologiji. Temu je namenjen prodAEC, mednarodni projekt izmenjave podatkov o proizvodih in projektih, za e-delo ter e-poslovanje v AEC (architecture, engineering and construction) sektorju. Projekt združuje štirinajst raziskovalnih ustanov in naprednih podjetij iz prakse, finančno pa ga v okviru uvajanja uporabniško prijazne e-tehnologije podpira Evropska skupnost. Članek predstavlja kratko predstavitev namena projekta, sodelujočih članov, njegove vsebine in ciljev ter dosedanjih rezultatov.

**S U M M A R Y** The intensive progress of information and communication technologies enables the exchange or the complement of personal contacts. The use of e-technologies in practice changes individual work as well as the whole branch. The consequence in changing products and processes are tendencies towards standardisation: a precise analysis of the state-of-the-art in IT (information technologies) is required. That represents one of the goals in the prodAEC project – European network for product and project data exchange, e-work and e-business in AEC sector. prodAEC is a common project of fourteen members – research institutions or progressive construction companies – and it is financed by the European Union's IST (Information Society Technologies programm). This paper presents a short introduction of founding members, project purposes, contents, goals and results, achieved up till now.

### *Avtorji:*

Tomaž Pazlar, univ. dipl. inž. grad., IKPIR, FGG, Jamova 2, Ljubljana  
asist. dr. Matevž Dolenc, univ. dipl. inž. grad., IKPIR, FGG, Jamova 2, Ljubljana  
prof. dr. Janez Duhovnik, univ. dipl. inž. grad., IKPIR, FGG, Jamova 2, Ljubljana

T. PAZLAR, M. DOLENC, J. DUHOVNIK: prodAEC - evropski projekt izmenjave podatkov o proizvodih in projektih za e-delo ter e-poslovanje v arhitekturi, inženirstvu ter gradbeništvu

## 1. UVOD

V Evropi je v operativnem delu AEC sektorja zaposlenih 15 milijonov delavcev, posredno ali neposredno pa preko 26 milijonov ljudi. Kljub pomembnosti panoge v njej ni zaslediti pomembnejših akterjev, saj tudi največja podjetja na trgih evropske skupnosti dosegajo le 5 % delež. Vzrok za opisano stanje je precejšnja razdrobljenost področja (97 % podjetij ima manj kot 20 zaposlenih) ter običajno relativno kratkotrajno poslovno sodelovanje. Pomembnost trga kaže tudi 10 % delež panoge v bruto družbenem proizvodu, njegovo stabilnost pa 1.7 % rast v letu 2002.

Za delo na vseh tehničnih področjih so standardi nujno potrebni. Standardi, ki pokrivajo praktično področje gradbeništvu (npr. dimenzije zidakov) in jih večina gradbenikov vsakodnevno uporablja, se zdijo samoumevni, čeprav pred njihovo uveljavitvijo ni bil tako. Standardizacija pa je koristna tudi za nove izdelke in postopke.

Proces gradnje združuje strokovnjake

različnih strok. Iz prakse vemo, da je učinkovita medsebojna komunikacija udeležencev bistvenega pomena za nemoten potek projektiranja in gradnje. Ustno komunikacijo so v 18. oz. 19. stoletju nadomestile tehnične risbe in poročila na papirju. Podobno menjavo medija za prenos informacij doživljamo v zadnjih letih, ko klasični papir nadomeščajo digitalni mediji, prenos informacij pa se seli na svetovno spletišče. Tak način prenosa informacij je potrebno čim bolj približati uporabnikom v praksi in poskrbeti za njegovo standardizacijo.

## 2. PROJEKT prodAEC

### 2.1 NAMEN PROJEKTA

Raziskovalne aktivnosti v Evropski skupnosti potekajo v zaporednih štiri-letnih programih imenovanih Okvirni projekti (FP – Frame Project). Del petega (1998 – 2002) [FP5, 2000] je projekt tehničnega razvoja in vpeljave uporabniško prijazne informacijske tehnologije (IST – Information Society Tehnolo-

gies) [IST, 2003]. Del IST je tudi prodAEC [prodAEC, 2002], projekt vzpostavitve in vzdrževanja evropske mreže za harmonizacijo, implementacijo in uporabo standardov za izmenjavo podatkov, za e-delo ter e-poslovanje v AEC sektorju.

ProdAEC posega v raziskovalno sfero IT s naslednjimi cilji:

- Postati glavni vir informacij o standardih za izmenjavo podatkov, e-delo ter e-poslovanje v AEC sektorju. Strokovnjaki ocenjujejo, da pomanjkljiva standardizacija lahko povzroči dodatne stroške v višini tudi do 30 % investicije.
- Na lokalnem in nacionalnem nivoju podpirati in združevati pobude podjetij, ki promovirajo razvoj in uporabo standardov.
- Določiti pregled obstoječih postopkov modeliranja, podatkovnih standardov ter standardov za e-poslovanje.
- Vspodbuditi progresivno harmonizacijo standardov na področjih, ki se prekrivajo.

Rezultat projekta bodo AEC sektorju namenjene spletne aplikacije:

- Spletna AEC-IT projektna baza  
Podatkovna baza z natančnim iskalnikom in ustreznimi filtri bo pokrivala celotni AEC sektor na nacionalni in evropski ravni.
- Procesna matrika (Standard-to-Process matrix)  
Spletni servis bo namenjen poizvedovanju o pomembnejših primerih modeliranja, izmenjavi podatkov ter e-poslovanju.
- Spletna anketa (Benchmarking service)  
Sodelujoči v spletni anketi bodo lahko primerjali svojo osveščenost in položaj v uporabi e-tehnologij.
- Informacije o e-poslovanju za AEC/FM sektor  
Spletni servis bo glede na pogoje e-trga zagotavljal ažurne informacije o e-poslovanju, o programski opremi ter javni e-upravi.

	AIDICO, Španija (administrativni koordinator projekta)	<a href="http://www.aidico.es">www.aidico.es</a>
	UNINOVA, Portugalska (tehnični koordinator projekta)	<a href="http://www.uninova.pt">www.uninova.pt</a>
	VTT BUILDING TECHNOLOGIES (VTT), Finska	<a href="http://www.vtt.fi">www.vtt.fi</a>
	CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DU BATIMENT (CSTB), Francija	<a href="http://www.cstb.fr">www.cstb.fr</a>
	HAAS + PARTNER INGENIEURGESELLSCHAFT MBH (H&P), Nemčija	<a href="http://www.dr-hass-partner.de">www.dr-hass-partner.de</a>
	TAYLOR WOODROW CONSTRUCTION (TWC), Velika Britanija	<a href="http://www.taywood.co.uk">www.taywood.co.uk</a>

**Preglednica 1:** Glavni izvajalci projekta



T. PAZLAR, M. DOLENC, J. DUHOVNIK: prodAEC - evropski projekt izmenjave podatkov o proizvodih in projektih za e-delo ter e-poslovanje v arhitekturi, inženirstvu ter gradbeništvu

## 2.2 IZVAJALCI PROJEKTA

Projekt izvajajo proizvajalci materialov, dobavitelji, projektanti, izvajalci gradbenih del, dobavitelji programske opreme in univerze iz držav evropske skupnosti ali bodočih članic (preglednica 1 in 2).

Projekt prodAEC traja 24 mesecev, od 31. 01. 2002 do 31. 01. 2004, v sklopu projekta IST pa ga financira Komisija evropske skupnosti – direktorat za informacijsko družbo. Proračun projekta znaša 953.976 evrov.

## 2.3 ORGANIZACIJA DELA

Delo na projektu je razdeljeno v pet medsebojno prepletajočih se delov (WP – Workpackage) (preglednica 3 in slika 1).






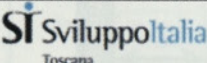


V okviru delov projekta se glede na potrebe dela organizirajo delovne skupine (WG – Working Groups), ki skupaj z administrativnim in tehničnim koordiniranjem sestavljajo upravni odbor projekta.

### Prvi del: Upravljanje načrtovane mreže

Prvi del projekta je namenjen tehničnemu in finančnemu vodenju projekta, komunikaciji z komisijo evropske skupnosti, definiciji marketinške strategije, povezovanju s sorodnimi projekti ter notranji reviziji vmesnih in končnih poročil v fazah projekta. Eden izmed pomembnejših delov programa je izdelava načrta izkoriščanja servisov, postavljenih kot rezultat projekta.

### Drugi del: Nacionalne informacijske točke in strategija osveščanja

Drugi del projekta sestavljata dva komplementarna modula: prvi je namenjen zbiranju podatkov o standardih in e-poslovanju za potrebe vseh delovnih projektov, drugi pa osveščanju AEC sektorja o e-delu, e-com tehnologijah ter IT standardih. Osveš-

	STICHTING STANDAARBESTEK BURGER – STABAU, Nizozemska	<a href="http://www.stabau.nl">www.stabau.nl</a>
	TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN DRESDEN (TUD), Nemčija	<a href="http://www.tu-dresden.de">www.tu-dresden.de</a>
	UNIVERSITY CLAUD BERNARD LYON 1, Laboratoire d'information Graphique, Image et Modelisation (LIGIM), Francija	<a href="http://www.univ-lyon1.fr">www.univ-lyon1.fr</a>
	UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJU – IKPIR (FGG), Slovenija	<a href="http://www.ikpir.fgg.uni-lj.si">www.ikpir.fgg.uni-lj.si</a>
	CERVENKA CONSULTING, Češka	<a href="http://www.cervenka.cz">www.cervenka.cz</a>
	BUSINESS INFORMATION CENTRE TOSCANA (BIC), Italija	<a href="http://www.bicnet.it">www.bicnet.it</a>
	ANTARA INFORMATION TECHNOLOGY, Španija	<a href="http://www.antara.net">www.antara.net</a>
	AEC3 LTD., Velika Britanija	<a href="http://www.aec3.com">www.aec3.com</a>

**Preglednica 2:** Priključeni člani projekta

program	naziv programa	nosilec programa	trajanje
WP1	management načrtovane mreže	Tehnična univerza Dresden	24 mesecev
WP2	nacionalne informacijske točke in strategija osveščanja	AIDICO	24 mesecev
WP3	potrebe industrije	TWC	17 mesecev
WP4	standardi	Hass&Partners, AEC3	21 mesecev
WP5	elektronsko poslovanje	CSTB	21 mesecev

**Preglednica 3:** Deli projekta

čanje bo potekalo z organizacijo seminarjev, objavo člankov in posredovanjem pobud iz prakse. Za oba modula je značilna dvosmerna komunikacija med načrtovano mrežo in končnim uporabnikom.

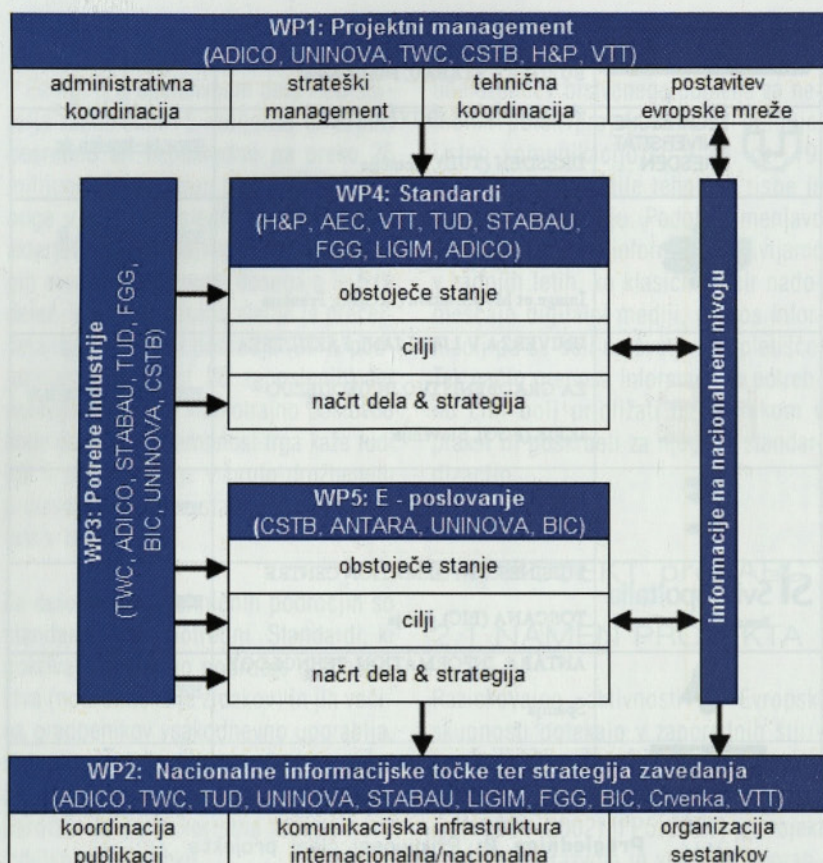
V sklop drugega dela projekta sodi tudi postavitve in vzdrževanje uradne spletne strani projekta [www.prodaec.com](http://www.prodaec.com) (ali .org, .net). Stran bo omogočala registra-

cijo novih članov ter glede na status člana (administracija, vodje WP, člani, uporabniki) različen nivo dostopa ter vpis na različne sezname prejemnikov elektronske pošte.

### Tretji del: Potrebe industrije

Cilj tretjega dela je zbrati potrebe industrije na področjih opisa proizvodov, izmenjave podatkov, toka informacij ter

T. PAZLAR, M. DOLENC, J. DUHOVNIK: prodAEC - evropski projekt izmenjave podatkov o proizvodih in projektih za e-delo ter e-poslovanje v arhitekturi, inženirstvu ter gradbeništvu



Slika 1: Deli projekta in njihova medsebojna povezanost

koordinacije procesov, in sicer za vse velikosti podjetij ter za celoten postopek gradnje. Delo vključuje pregled obstoječih standardov, pregled s standardi nepokritih ali prekrivajočih se področij ter pregled kompatibilnosti standardov. Obstoječe stanje se analizira s pomočjo poročil sorodnih projektov (ESPRIT [ESPRIT, 2000], SCENIC [SCENIC, 1999],...), potrebe industrije pa se določi s pomočjo spletne ankete (združeno z WP5).

#### Četrty del: Standardi

Četrty del se ukvarja predvsem s karakteristikami podatkov, s problemi pri njihovi izmenjavi ter strukturalni analizi. V praksi to pomeni predvsem probleme pri organizaciji projektov, pogajanjih pri pogodbah ter pri finančnem vodenju projektov. Delo na področju trenutnega stanja standardizacije bo temeljilo na poročilu

iz drugega dela projekta ter na podlagi rezultatov sorodnih projektov. Podrobneje se bo analiziralo in primerjalo standarde ter izdelalo priporočila za:

- terminske plene, popise del, razne klasifikacije,
- 3D CAD modeliranje (risalne ravnine) in izmenjavo podatkov,
- 2D CAD podatkovno izmenjavo in uporabo risalnih ravnin,
- meta podatke pri povezovanju različnih EDM (Electronic Data Management)/PDM (Paper Data Management) sistemov.

#### Peti del: e-poslovanje

Podlago petega dela projekta predstavlja poročilo drugega dela, in sicer o obstoječih možnostih e-poslovanja in varnosti pri takem načinu dela ter o razpoložljivi infrastrukturi in orodjih. Na

podlagi poročila in s sodelovanjem z »dobavitelji« e-poslovanja, skrbniki omrežij ter s končnimi uporabniki bo izdelana analiza sprejemljivosti posameznih opcij (zlasti XML) za njihovo vključitev v standarde.

## 2.4 TRŽNA STRATEGIJA

Uspešnost projekta je v današnjih tržnih razmerah v veliki meri odvisna od marketinške strategije: Opraviti je potrebno analizo potreb in pričakovanj ter določiti rezultate projekta. Konkretni rezultati so namreč edini način za uspeh projekta.

Del marketinške strategije, ki se nanaša na delovanje prodAEC mreže po uradnem zaključku projekta trenutno še ni natančno določen. Predvsem je problematično financiranje, saj evropska skupnost financira le projekt, ne pa tudi vzdrževanje njegovih rezultatov. Zagotoviti bi bilo potrebno samofinanciranje mreže po njeni vzpostavitvi. Eden izmed aktualnih predlogov financiranja je brezplačen dostop in osnovni rezultati mreže za tiste, ki servis oskrbujejo s podatki, vsem ostalim bi se za dostop zaračunavalo. Obsežnejši rezultati (npr. poročila, ...) pa bi bila za vse člane mreže plačljivi.

## 2.5 REZULTATI PROJEKTA

Končne produkte projekta lahko združimo v štiri skupine: Spletna AEC – IT projektna baza, procesna matrika, spletna anketa ter informacije o e-poslovanju za AEC sektor. Produkti s približevanjem konca projekta (januar 2004) dobivajo končno podobo.

*Spletna AEC – IT projektna baza [UNINOVA, 2003]*

Postavitev spletne baze z natančnim iskalnikom in ustreznimi filtri bo omogočala izmenjavo znanja, izkušenj in ekspertiz ter zagotavljala natančen pregled nad dogajanjem v AEC sektorju tako na nacionalni kot tudi na evropski ravni.

T. PAZLAR, M. DOLENC, J. DUHOVNIK: prodAEC - evropski projekt izmenjave podatkov o proizvodih in projektih za e-delo ter e-poslovanje v arhitekturi, inženirstvu ter gradbeništvu

Ažurnost baze bo obiskovalcem omogočala iskanje ustreznih strokovnjakov za posamezna področja, pregled preteklih in tekočih projektov ter z nekaj lastne iniciative tudi oceno prihodnjih tendenc v IT sferi.

Vsak projekt je opisan z:

- nivojem projekta (nacionalni, evropski, svetovni),
- časovnim potekom (začetek, trajanje),
- financiranjem (proračun, vrsta in časovni potek),
- opisom, namenom, rezultati,
- področjem dela,
- informacijami o partnerjih projekta.

Videz projektne baze je sicer že določen (slika 2), potrebna je samo še njena postavitve na splet.

Zagotavljanje ažurnosti zahteva vzdrževanje baze s strani vseh sodelujočih. Enostaven sistem bo nadziral prispevke sodelujočih članov ter s tem dopolnjevanje baze v predpisanem časovnem obdobju in na podlagi tega omogočal brezplačen dostop.

### Procesna matrika

Ideja za procesno matriko (slika 3) se je pojavila zaradi očitnih pomanjkljivosti obstoječih metod za opisovanje procesov (npr. [IDEFO, 2000]), predvsem pri razumevanju opisov procesov ter pri zmožnosti zajetja dodatnih informacij o procesih. Zavedati se moramo, da procesna matrika ni procesni model (in posledično ne terminski plan), temveč predstavlja metodologijo za opis procesov.

Osnovna matrika je bila najprej dopolnjena v projektu ISTforCE [ISTforCE, 2002] (Intelligence Services and Tools for Concurrent Engineering), nato pa še v ICCI projektu [ICCI, 2003] (Innovation co-ordination, transfer and deployment through networked Co-ordination in the Construction Industry), rezultat projekta prodAEC pa bo razširitev na področju standardov. Natančno razlago

**prodAEC** Developed under **UNINOVA**  
**Task 2.1 Collection of National Projects (Inquiry)**

id\_project | ACRONYM | DPLTC

Country | slovenia

Project Name

English | Optimisation of the processes in the life time of a construction facility

National | Optimizacija procesov v življenjskem ciklu gradbenega objekta

date\_start | 1/1/2001 | date\_end | 12/31/2003 | resource\_budget | 145395.00 EURO

Abstract

Description | In civil engineering the use of computers has a relatively long tradition. However, because computers have been used in the framework of old organizational schemes, new information technology didn't bring the progress it could. The expected solutions are

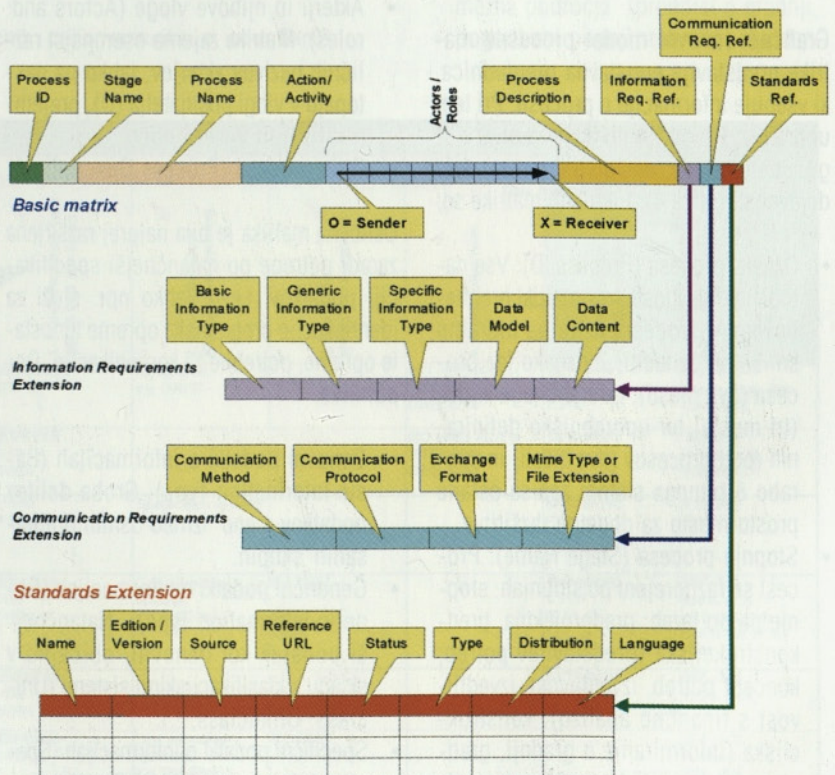
Objectives | Research will be mainly focused on two fields. First, on the field of construction information technology, where new, more applicable product and process models will be developed (we have anticipated the model of the building as the basic carrier of the

Results | The results will open the possibilities of optimising organisational, economical and technological schemes according to the potentials of information technology in civil and building engineering | especially by using product and process models as the basis of

keywords | optimisation, construction, process model, information technology | comments

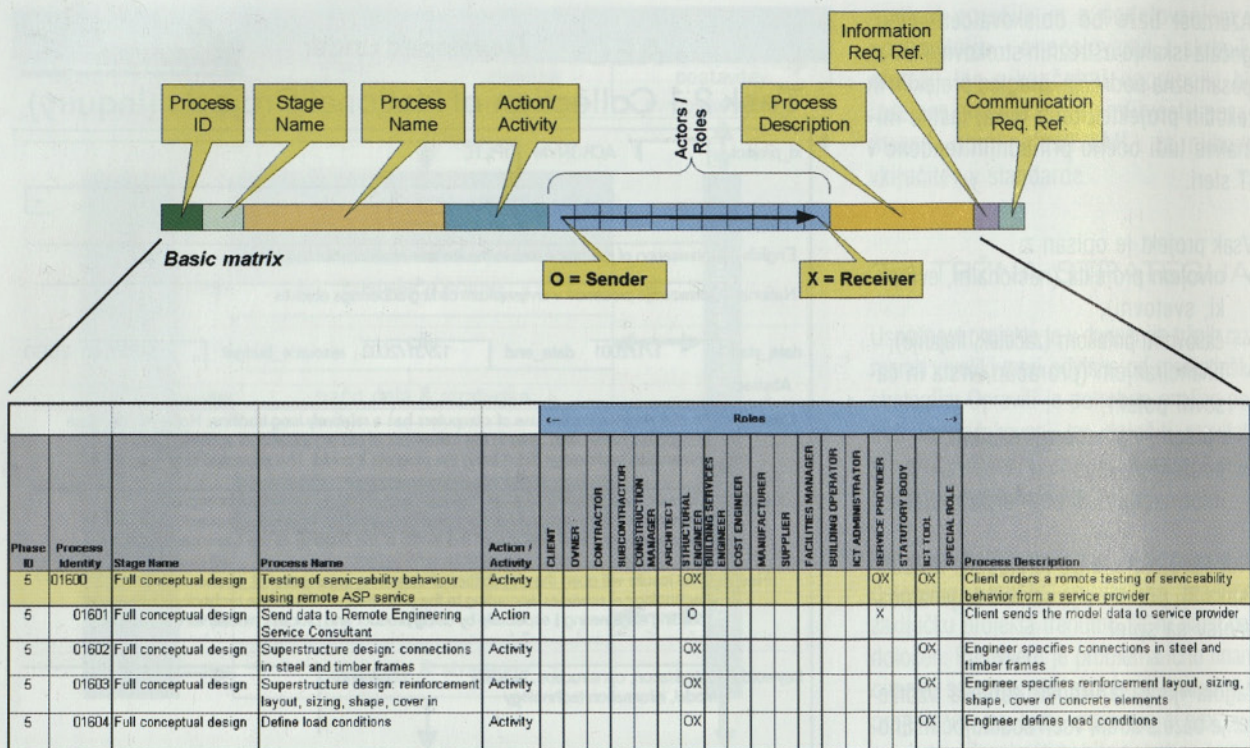
Edit Project AREAS | Edit Project PARTNERS

Slika 2: Internetna AEC baza projektov



Slika 3: Procesna matrika z razširitvami

T. PAZLAR, M. DOLENC, J. DUHOVNIK: prodAEC - evropski projekt izmenjave podatkov o proizvodih in projektih za e-delo ter e-poslovanje v arhitekturi, inženirstvu ter gradbeništvu



Slika 4: Osnovna procesna matrika

procesne matrike ter vseh njenih elementov najdemo v [Cerovšek, 2003].

Grafično osnovni model procesne matrike predstavlja enostavna preglednica, ki vsebuje informacije o procesu. Pri tem uporablja dve osi: vodoravno za opis vloge udeležencev, navpično pa za opis dejavnosti (slika 4). Elementi matrike so:

- Oznaka procesa (Process ID): Vse naloge in dejavnosti so v matriki preimenovali v procese, le-te pa moramo smiselno označiti. Z oznako faz procesa (dve mesti), referenčnega ključa (tri mesta) ter uporabniško definiranih (pod)procesov (dve mesti) in uporabo 8 bitnega sistema zapisa ostane prazno mesto za dodatne razširitve.
- Stopnje procesa (Stage Name): Procesi so razporejeni po stopnjah, stopnje pa po fazah: predprojektna, predkonstruktorska (predstavitev potreb, koncept potreb, izvedljivost, izvedljivost s finančno analizo), konstrukcijska (informiranje o gradnji, gradnja), eksploatacijska (vzdrževanje, odstranitev).

- Ime procesa (Process Name).
- Dejanje/aktivnost (Action/Activity).
- Akterji in njihove vloge (Actors and roles): Matrika zajema osemnajst različnih nazivov akterjev, lahko pa nastopajo v vlogi pošiljalatelja (O), prejemnika (X) ali v vlogi obeh (OX).
- Opis procesa (Process Description).

Osnovna matrika je bila najprej razširjena zaradi potrebe po natančnejši specifikaciji podatkov. Le-ta lahko npr. služi za identifikacijo programske opreme ter ostale opreme, potrebne za komunikacijo. Dopolnitve:

- Osnovni podatki o informacijah (Basic Information Type). Groba delitev podatkov v eno izmed osmih predpisanih skupin.
- Generični podatki o informacijah (Generic Information Type). Natančnejši podatek kot osnovni, običajno v skladu s klasifikacijskimi sistemi (Uniclass, Omniclass,...).
- Specifični podatki o informacijah (Specific Information Type). Podatek nas informira o dejanski vrsti informacije

- ter nas asociira na bolj natančno sekundarno klasifikacijo.
- Podatkovni model (Data Model): Predstavlja shemo, po kateri poteka dejanska komunikacija.
- Podatkovna vsebina (Data Content). Tekstovni zapis dejanske vsebine.

Razširitev zaradi komunikacijskih potreb je nastala zaradi podobnega vzroka kot razširitev zaradi informacijskih potreb, le da je bil tokrat v ospredju tehnični vidik komunikacije med akterji (npr.: model komunikacijskega procesa – odjemalec/strežnik, mrežnega protokola – FTP ali HTTP).

- Dopolnitve so zbrane v štiri skupine:
- Komunikacijski model (Communication model).
  - Komunikacijski protokol (Communication protocol). Vrsta mrežnega protokola.
  - Format izmenjave (Exchange Format).
  - Vrsta zapisa (Mime Type or File Extension).

Prve tri razširitve omogočajo izbiro med

T. PAZLAR, M. DOLENC, J. DUHOVNIK: prodAEC - evropski projekt izmenjave podatkov o proizvodih in projektih za e-delo ter e-poslovanje v arhitekturi, inženirstvu ter gradbeništvu

obveznim (B), izbirnim (S) ter enkrat izbirnim (O) tipom – enkrat izberemo, nato pa izbire ne moremo več spreminjati. ProdAEC prinaša dopolnitev matrike na

področju standardov. Zahteve in priporočila glede uporabe ICT standardov lahko povežemo s posameznimi celicami matrike:

Element matrike	Sorodni razred standarda	Primer
Proces	AEC codes and regulations	ni v kontekstu
Osnovni tip informacije	Metapodatkovni standardi	EXPRESS, XML, XSD, RDF
Generični tip informacije	Klasifikacijski standardi	Uniclass, Omniclass
Podatkovni model	PDM / EDM /	STEP, IFC, CIS2
Podatkovna vsebina		
- podatki o načrtih	Standardi za načrte	DWG, DGN
- tekstovni dokumenti	Standardi za dokumente	PDF, RTF, HTML
Komunikacijski protokol	Standardi za komunikacijske protokole	SMTP, TCP/IP
Komunikacijski model	Standardi za komunikacijske modele	Client/Server, P2P
Format izmenjave	Izmenjava podatkov / delitev standardov	SPF, PDF, ifcXML

Za spoznavanje ter povečanje uporabe metodologije procesne matrike je bilo razvito orodje ProMAP (slika 6), WEB aplikacija z relacijsko bazo v ozadju. Spletna stran je zasnovana v smislu projektnega sodelovanja: registrirani uporabniki lahko pregledujejo, dodajajo in urejajo podatke. Tudi proMAP je še v fazi razvoja in na spletišču še ni na voljo.

Opisana razširitev s standardi zahteva pregled (AS-IS analiza s pomočjo ankete, izvedene med sodelujočimi člani projekta) in izdelavo priporočil za uporabo standardov, ki zadevajo AEC sektor. Detajlna analiza in priporočila so na voljo v referencah [prodAEC, 2003], nanašajo pa se na štiri področja:

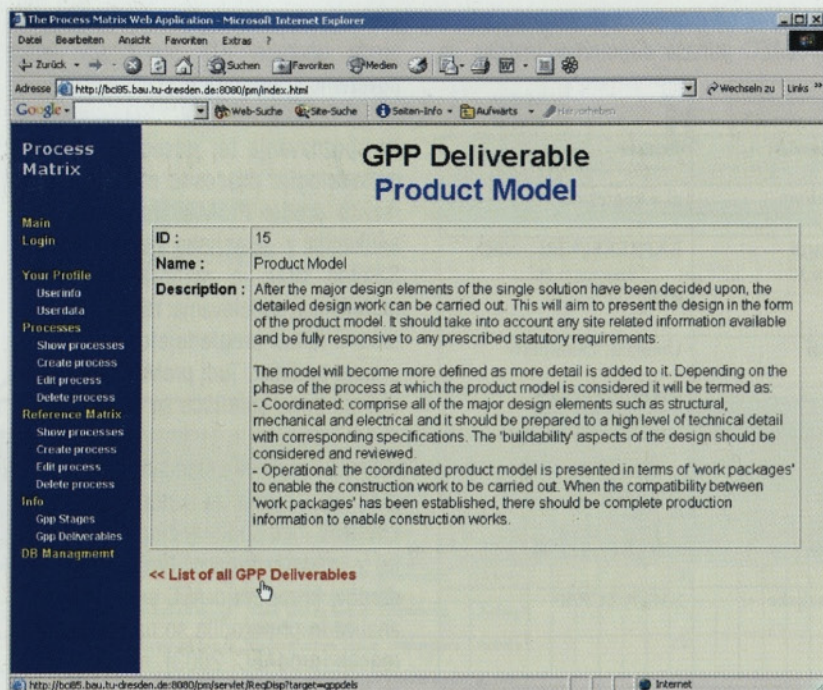
- Predpisi v AEC sektorju  
Za to področje sicer obstajajo direktive evropske skupnosti, vendar pa je AS-IS analiza pokazala, da so posamezna področja (predpisi o gradnji, pogodbeni pogoji, tehnični standar-

**Preglednica 4:** Povezava posameznih celic matrike s standardi

Stage ID	Process Identity	Process Name	Referenced Standards					
			1. Basic Information Type (META Data Standards)	2. Generic Data Type (Classification Systems)	3. Data Model (EDM, PDM Standards)	4. Drawing Standards	5. Communication Protocols (Comm. standards)	6. Data Exchange Format (Standards for data tech)
4	00100	Issue the building sketch (arch)	ISO-LAYER BS1192	Layout spec. e.g. DIN277		ISO 10303-202/214 (STEP-CDS) DWG, DGN	SMTP/POP3 FTP TCP/IP	PDF, RTF Graph. Pres. Std. DXF/DWG
4	00150	Layout of the bearing structure and identification of principal loads (struct.)	EXPRESS XSD WRM		IFC-SCS IFC-SSS STEP-225	ISO 10303-202/214 (STEP-CDS) DWG, DGN	SMTP/POP3 FTP TCP/IP	SPF (1.3) ifcXML (1.3) DXF/DWG
4	00200	Issue preliminary description of technical equipment	WRM PRISM	Specification systems			SMTP/POP3 FTP TCP/IP HTTP	RTF, PDF HTML
4	00300	Issue cost estimates	EXPRESS XSD WRM	Cost estimating systems, e.g. DIN 276/277	IFC-COST  CITE GAEB		SMTP/POP3 TCP/IP HTTP	SPF (1.3) ifcXML (1.3) CITE-XML (1.3) GAEB-XML (1.3) HTML
4	00400	Agree cost estimates	EXPRESS XSD WRM		IFC-APPROVE		SMTP/POP3 TCP/IP	SPF (1.3) ifcXML (1.3)
4	01300	Cost Planning (preliminary appraisal)	EXPRESS XSD	Cost estimating systems, e.g. DIN 276/277	IFC-COST			SPF (1.3) ifcXML (1.3) RTF, PDF

**Slika 5:** Praktični primer razširitve s standardi

T. PAZLAR, M. DOLENC, J. DUHOVNIK: prodAEC - evropski projekt izmenjave podatkov o proizvodih in projektih za e-delo ter e-poslovanje v arhitekturi, inženirstvu ter gradbeništvu



Slika 6: ProMAP

di, a-testi, klasifikacijski sistemi, popisi del, stroškovne analize, terminski plani) po posameznih državah različno (ne)urejena. K neurejenosti precej prispeva dejstvo, da so za posamezna področja sicer izdelana priporočila (npr. v Sloveniji gradbene norme za popis del in terminski plan), ki pa se v praksi vedno ne uporabljajo.

- Objektno modeliranje  
Obstaja več standardov, največkrat uporabljena sta IFC (različica IFC2x) [IFC, 2003] ter AP255 (ISO) [AP255, 2003]. Analiza je pokazala, da je prvi mnogo bolj uveljavljen (prepoznavnost, implementacija v programski opremi, uporaba, pomembnost v sektorju). Osnovno priporočilo raziskave, ki se je nanašala na uporabnost v praktičnih projektih, evropskih projektih, nacionalnih projektih in podpori v programski opremi, je predlog IFC standarda kot osnutek za ISO (z ustrezno harmonizacijo z ISO standardi).
- 2D CAD izmenjava podatkov ter uporaba risalnih ravnin  
Kljub pomembnosti in izjemi rasti pod-

ročja (faktor 100 v zadnjih desetih letih) je le-to še vedno relativno neurejeno. Kar 90 % načrtovanja in posledično izmenjave podatkov se še vedno izvaja v 2D, čeprav programska oprema že omogoča 3D načrtovanje. Izmenjava podatkov se kljub pomanjkljivostim večinoma še vedno izvaja v formatih dwg in dxf. V pobudi STEP-CDS [STEP, 2002] je bil sicer izdelan bolj kakovosten in učinkovit način izmenjave, ki pa se v praksi ni uveljavil. Podobno usodo je doživel standard ISO13567 (uporaba risalnih ravnin), ki se z redkimi izjemami nikjer po Evropi ne uporablja.

- metapodatki za EDM/PDM sisteme  
Analiza temelji na 60 metapodatkovnih specifikacijah (natančneje je bilo obdelanih 27), razdeljenih v pet skupin: standardi in različni formati zapisa vsebine (XML - Extended Meta Language,...), standardi in tehnologije za označevanje metapodatkov (XSD - Extensible Markup Language Schemas,...), sistemi označevanja dokumentov (DCMES - Dublin Core Metadata Element Set,...), sistemi uprav-

ljanja z elektronskimi dokumenti (ISO 15489,...) ter standardi za opis z dokumenti povezanih procesov (ebXML - Electronic Business XML,...). Anкета med sodelujočimi člani projekta in med dobavitelji programske opreme je v splošnem pokazala veliko stopnjo osveščenosti in implementacije. Odpraviti bo potrebno le pomanjkljivosti, ki so se pokazale le pri standardih in tehnologijah za označevanje metapodatkov ter pri sistemih označevanja dokumentov.

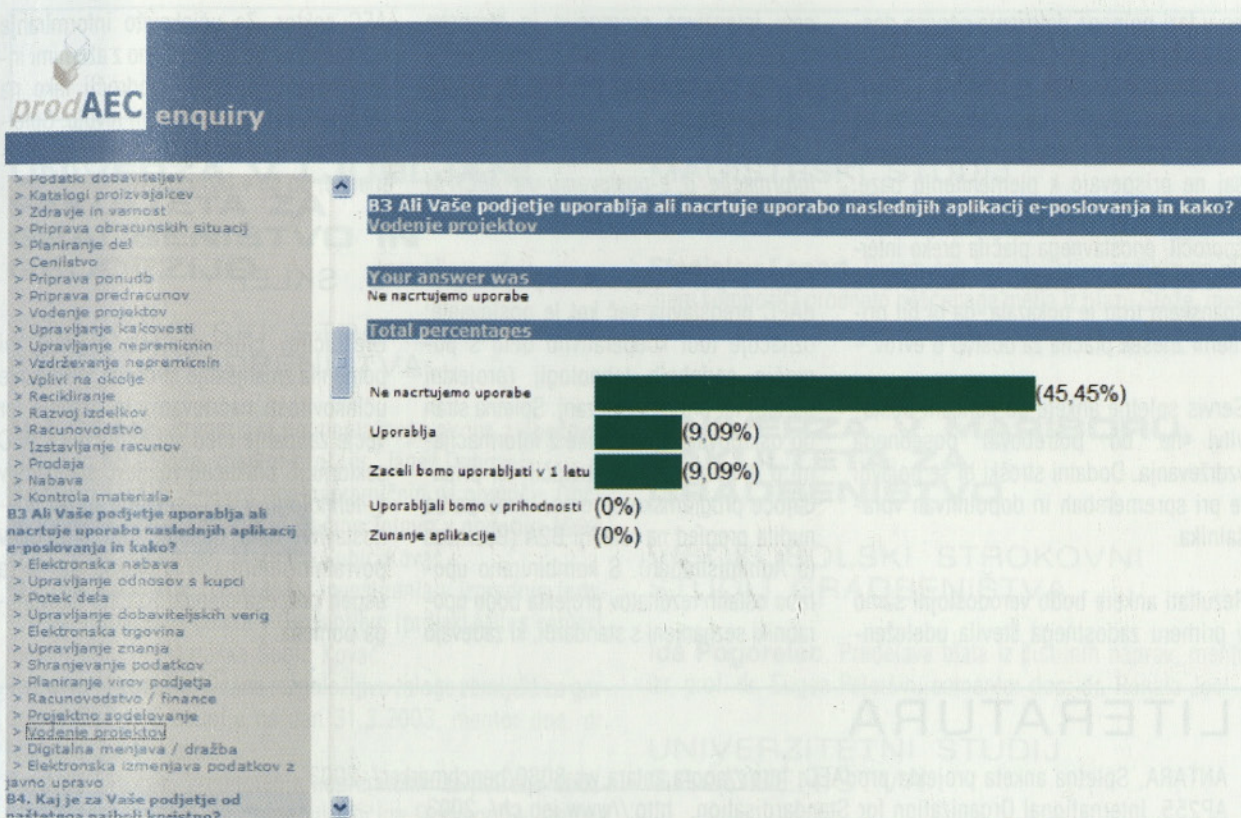
#### Spletna ankete (Benchmarking service)

Spletna anketa [ANTARA, 2003] predstavlja servis za ugotavljanje uporabe in osveščenosti o ITC tehnologijah (Information and Communications Technologies). Število udeležencev ankete ni omejeno, za sodelovanje pa je potrebno pridobiti uporabniško ime in geslo. Glede na vnesene podatke sistem določi profil uporabnika in nato takoj izdela primerjavo z uporabniki, ki imajo enakovreden profil. Anketo je možno opraviti kadarkoli, saj je sistem vnosa in obdelave podatkov popolnoma avtomatiziran. Ažurnost baze zagotavlja zahtevano ponovno opravljanje ankete vseh uporabnikov servisa po preteku določenega časovnega obdobja. Uporabljena tehnologija omogoča izdelavo servisa v poljubnem številu jezikov.

Sodelovanje podjetij v anketi je tako »nagrajeno« s podatki o ITC tehnologijah, ki jih uporablja konkurenca. To pa je bistven podatek za izbiro investicij v znanje in tehnologijo. Ocene potrebnega izobraževanja, podatki o namerah, informacije o razvoju programske opreme ter pomanjkljivosti v stopnji ITC osveščanja in uvedbi v prakso so koristne tudi za upravne službe, raziskovalne in svetovalne organizacije ter razvijalce in dobavitelje programske opreme.

Servis spletne ankete poskusno že deluje, prilagoditi ga je potrebno le načrtu izkoriščanja. Dostop individualnih podjetij

T. PAZLAR, M. DOLENC, J. DUHOVNIK: prodAEC - evropski projekt izmenjave podatkov o proizvodih in projektih za e-delo ter e-poslovanje v arhitekturi, inženirstvu ter gradbeništvu



Slika 7: Spletna anketa - rezultati

URL	Phase Targeted	Key Services	Modus Operandi	Security-related issues	Comments
<a href="http://aecops.pt">aecops.pt</a>	Construction	e-procurement	free	none	
<a href="http://capa-lda.pt">capa-lda.pt</a>	Construction	electronic catalogues	free	none	
<a href="http://armar.net">armar.net</a>	Construction	electronic catalogues, buying products	subscription	not specified	subscription: only for ARMAR authorised retailers; electronic catalogue: free
<a href="http://artebel.pt">artebel.pt</a>	Construction	electronic catalogues	free	none	more specified catalogue can be mailed by making a free subscription
<a href="http://quianet.pt">quianet.pt</a>	Construction	electronic catalogues	free	none	
<a href="http://granimundo.pt">granimundo.pt</a>	Construction	electronic catalogues	free	none	
<a href="http://quianet.pt">quianet.pt</a>	Construction	electronic catalogues	free	none	more specified catalogue can be mailed by making a free subscription
<a href="http://cerbran.com">cerbran.com</a>	Construction	electronic catalogues	free	none	has a subscription area, but not important for the electronic catalogue
<a href="http://reviqres.com">reviqres.com</a>	Construction	electronic catalogues	subscription	not specified	subscription: free and not necessary to the electronic catalogue
<a href="http://reviqres.com">reviqres.com</a>	Design	promotion	subscription	not specified	subscription: free; interiors design

Slika 8: Informacije o e-poslovanju: Portugalska e-tržišča

T. PAZLAR, M. DOLENC, J. DUHOVNIK: prodAEC - evropski projekt izmenjave podatkov o proizvodih in projektih za e-delo ter e-poslovanje v arhitekturi, inženirstvu ter gradbeništvu

bo v fazi polnega delovanja servisa dostop brezplačen, saj lahko le tako pridobimo potrebne podatke za izdelavo primerjav. Vsem drugim uporabnikom se bo dostop do baze predvidoma zaračunal, saj ne prispevajo k plemenitju baze. Predplačilo bi lahko potekalo preko SMS sporočil, enostavnega plačila preko interneta ali bančne transakcije. Raziskava na španskem trgu je pokazala, da bi bil primerni znesek plačila za dostop 6 evrov.

Servis spletne ankete po končani postavitvi ne bo potreboval posebnega vzdrževanja. Dodatni stroški bi se pojavili le pri spremembah in dopolnitvah vprašalnika.

Rezultati ankete bodo verodostojni samo v primeru zadostnega števila udeleženc-

cev: Intenzivna promocija in terensko izvajanje anket v začetni fazi delovanja servisa sta ključnega pomena za njegov uspešen zagon.

#### *Informacije o e-poslovanju za AEC/FM sektor*

Pojem e-poslovanja v okviru projekta prodAEC predstavlja več kot le poslovanje: označuje tudi kooperativno delo s pomočjo sodobnih tehnologij (projektni portali) ter pripomočke zanj. Spletna stran bo oskrbovala uporabnike z informacijami o e-poslovanju, e-tržiščih ter pripadajočo programsko opremo, hkrati pa bo nudila pregled na relaciji B2A (Business to Administration). S kombinirano uporabo ostalih rezultatov projekta bodo uporabniki seznanjeni s standardi, ki zadevajo

AEC sektor. Za učinkovito informiranje uporabnikov bo poskrbljeno z ažurnimi informacijami opisanih področij tako na lokalnem kot na evropskem nivoju. Spletne strani, ki bodo nudile omenjene informacije, so še v fazi izdelave.

### 3. SKLEP

Uresničitev ciljev projekta prodAEC bi pomenila zmanjšanje stroškov, povečanje učinkovitosti načrtovanja in gradnje ter večje zaupanje med sodelujočimi v AEC sektorju. S praktično vpeljavo standardov e-tehnologij v AEC sektorju bi ob postavitvi dela dosegli tudi pridobitev povratnih informacij iz prakse, kar je za uspeh procesa standardizacije bistvene-ga pomena.

## LITERATURA

- ANTARA, Spletna anketa projekta prodAEC, <http://agora.antara.ws:8080/benchmark/>, 2003.
- AP255, International Organization for Standardisation, <http://www.iso.ch/>, 2003.
- Cerovšek, T., Distribuirana računalniško integrirana gradnja pri pogojih necelovitosti, doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 2003.
- ESPRIT, Project Synopses and Information Services, <http://www.cordis.lu/esprit/home.html>, 1996.
- FP5, Fifth Framework Programme, <http://www.cordis.lu/fp5/home.html>, 2000.
- ICCI, Innovation co-ordination, transfer and deployment through networked Co-operation in the Construction Industry, <http://icci.vtt.fi/>, 2001.
- IDEFO, Integration DEfinition for Function modeling, <http://www.idef.com/idef0.html>, 2000.
- IFC, International Alliance for Interoperability – Industry Foundation Classes, [www.iai-international.org/](http://www.iai-international.org/), 2003.
- IST, Information Society Technologies Programme, <http://www.cordis.lu/ist/>, 2003.
- ISTforCE, Intelligent Services and Tools for Concurrent Engineering <http://www.istforce.com>, 2002.
- prodAEC, European network for product and project data exchange, e-work and e-business in AEC sector. <http://www.prodaec.com>, 2002.
- SCENIC, Support Centres Network for IT in Construction, <http://scenic-europe.cstb.fr/>, 1999.
- STEP, CDS, Standard for the Exchange of Product Model Data. <http://www.step-cds.de/>, 2002.
- UNINOVA, Baza podatkov projekta prodAEC, <http://isg.uninova.pt/bscw/>, 2003.



## NOVI DIPLOMANTI S PODROČJA GRADBENIŠTVA

### UNIVERZA V LJUBLJANI, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO IN GEODEZIJO

#### VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Aleš Goršek**, Primerjava polmontažnega stropa z opečnimi polnili in AB plošče, mentor prof. dr. Janez Duhovnik

**Boštjan Uršič**, Analiza trga nepremičnin na območju Občine Bovec, Občine Kobarid in Občine Tolmin v obdobju 1999-2001, mentor doc. dr. Maruška Šubic Kovač

**Matjaž Kastelic**, Uspešnost investiranja v izgradnjo industrijsko-trgovskega centra v Grosupljem (projekt Miles center), mentor doc. dr. Maruška Šubic Kovač

**Tatjana Kastelic**, Ocena razpoložljive zaloge zemljišč za gradnjo v Občini Grosuplje na dan 31.3.2003, mentor doc. dr. Maruška Šubic Kovač

**Andrej Maver**, Vrednotenje nepremičnin za potrebe obdavljenja nepremičnin na območju Občine Dobropolje, Občine Ivančna Gorica in Občine Grosuplje, mentor doc. dr. Maruška Šubic Kovač

**Polona Artač**, Analiza potreb po zemljiščih za gradnjo v dolenski subregiji ter možnosti za njihovo zadovoljitev v Občini Trebnje, mentor doc. dr. Maruška Šubic Kovač

**Petra Grum**, Delni projekt armiranobetonske montažne hale po evropskih standardih, mentor prof. dr. Matej Fischinger

**Matej Selan**, Ocenjevanje tržne vrednosti stanovanjske hiše v Ljubljani po različnih metodah, mentor doc. dr. Maruška Šubic Kovač

**Robert Pervinšek**, Razvoj metode za ocenjevanje kvalitete tira na podlagi meritev geomehanske lege tira, mentor prof. dr. Bogdan Zgonc, somentor dr. Peter Verlič

#### UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Boštjan Volk**, Vpliv pomembnejših parametrov na obnašanje sestavljenih lesenih nosilcev, mentor doc. dr. Jože Lopatič

**Luka Brenk**, Metode planiranja resursov v okviru tehnike mrežnega planiranja, mentor doc. dr. Marijan Žura, somentor mag. Aleksander Srdič

**Marko Gardašević**, Zasnova uporabniškega vmesnika modula "naročnik" projektnega informacijskega sistema, mentor doc. dr. Marijan Žura, somentor mag. Bojan Strah

### MAGISTRSKI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Stanislav Lenart**, Dinamične karakteristike zemljin na primeru kompozita prodnato peščenega melja iz plazu Stože, mentor doc. dr. Janko Logar, somentor prof. dr. Miha Tomažević

### UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO

#### VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Ida Pogorelec**, Predelava blata iz čistilnih naprav, mentor izr. prof. dr. Eugen Peteršin, somentor doc. dr. Renata Jecl

#### UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GRADBENIŠTVA

**Miro Zajko**, Prostorsko načrtovanje v prehodnem obdobju – primer Občina Kungota, mentor doc. dr. Metka Sitar, somentor Marinka Konečnik

### UNIVERZA V MARIBORU, FAKULTETA ZA GRADBENIŠTVO - EKONOMSKO POSLOVNA FAKULTETA

#### UNIVERZITETNI ŠTUDIJ GOSPODARSKEGA INŽENIRSTVA

**Nadja Ferlan**, Ocenjevanje vrednosti nepremičnin in analiza transakcij na nepremičninskem trgu v Sloveniji, mentor doc. dr. Igor Pšunder, somentor izr. prof. dr. Polona Tominc

**Boštjan Polajžar**, Tehnološki in ekonomski vidiki uporabe mikrovlakn v betonu, mentor doc. dr. Andrej Štrukelj, somentor izr. prof. dr. Duško Uršič

**Drago Weinhandl**, Geotehnična in ekonomska primerjava variant plitvega temeljenja individualne zazidave Lenart-jugozahod, mentor prof. dr. Ludvik Trauner, somentor prof. dr. Majda Kokotec - Novak

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

## KOLEDAR PRIREDITEV

**4.9. - 8.9.2003**

Building & Modernizing  
34th Swiss Trade Fair  
Building & Modernizing  
Zürich, Švica  
[www.fachmessen.ch](http://www.fachmessen.ch)  
[info@fachmessen.ch](mailto:info@fachmessen.ch)

**8.9. - 12.9.2003**

FEHAB Anamaco 19th  
international construc-  
tion material fair  
Sao Paolo, Brazilija  
[www.guazelli.com.br](http://www.guazelli.com.br)

**9.9. - 12.9.2003**

MALBEX 2003 The 20th  
Malaysian International  
Building Exposition  
Kuala Lumpur, Malezija  
[www.nucciainvernizzi.it](http://www.nucciainvernizzi.it)  
[info@nucciainvernizzi.it](mailto:info@nucciainvernizzi.it)

**10.9. - 17.9.2003**

MOS Celje Mednarodni  
obratni sejem  
Celje, Slovenija  
[www.ce-sejem.si](http://www.ce-sejem.si)

**14.9. - 18.9.2003**

2nd International Build-  
ing Physics Conference  
Leuven, Belgija  
[www.ti.kviv.be/conf/buildphys.htm](http://www.ti.kviv.be/conf/buildphys.htm)  
[buildphys@conferences.ti.kviv.be](mailto:buildphys@conferences.ti.kviv.be)

**16.9. - 19.9.2003**

Jesenski mednarodni  
zagrebški velesejem  
Zagreb, Hrvaška  
[www.zv.hr](http://www.zv.hr)  
[zagvel@zv.hr](mailto:zagvel@zv.hr)

**17.9. - 20.9.2003**

Building Integration So-  
lutions  
Austin, Texas, ZDA  
[www.asce.org/conferences/aei2003](http://www.asce.org/conferences/aei2003)  
[AEI2003@aeiinstitute.org](mailto:AEI2003@aeiinstitute.org)

**21.9. - 24.9.2003**

20th International Sym-  
posium on Automation  
and Robotics in Con-  
struction  
Eindhoven, Nizozemska  
[www.isarc2003.bwk.tue.nl](http://www.isarc2003.bwk.tue.nl)  
[isarc2003@bwk.tue.nl](mailto:isarc2003@bwk.tue.nl)

**23.9. - 26.9.2003**

2nd International Struc-  
tural Engineering and  
Construction Conferen-  
ce (ISEC-02)  
Rim, Italija  
[www.isec-02rome.com](http://www.isec-02rome.com)  
[info@isec-02rome.com](mailto:info@isec-02rome.com)

**30.9. - 5.10.2003**

CERSAIE 2003 Interna-  
tional Exhibition of  
Ceramics for the Build-  
ing Industry and Ba-  
throom Furnishings  
Bolonija, Italija  
[www.cersaie.it](http://www.cersaie.it)  
[info@edicer.it](mailto:info@edicer.it)

**5.10. - 7.10.2003**

Tall Buildings and Tran-  
sparency International  
Conference  
Stuttgart, Nemčija  
[www.ctbuh-stuttgart.de](http://www.ctbuh-stuttgart.de)  
[info@ctbuh-stuttgart.de](mailto:info@ctbuh-stuttgart.de)

**15.10. - 19.10.2003**

SAIE 2003 International  
Show of Building Tech-  
nology  
Bolonija, Italija  
[www.saie.bolognafiere.it](http://www.saie.bolognafiere.it)  
[saie@bolognafiere.it](mailto:saie@bolognafiere.it)

**19.10. - 25.10.2003**

XXIInd PIARC World  
Road Congress  
Durban, Južna Afrika  
[www.wrc2003.com](http://www.wrc2003.com)  
[wrc2003@nra.co.za](mailto:wrc2003@nra.co.za)

**17.11. - 19.11.2003**

International Sympo-  
sium on Performance  
Based Design of Con-  
trolled Structures  
Tokyo, Japonska  
[www.ajj.or.jp/eng/events/TG44JSSI.pdf](http://www.ajj.or.jp/eng/events/TG44JSSI.pdf)  
[kani@jssi.ne.jp](mailto:kani@jssi.ne.jp)

**19.11. - 21.11.2003**

SASBE 2003 CIB 2003  
International Conference  
on Smart and Sustaina-  
ble Built Environment  
Brisbane, Avstralija  
[www.sasbe2003.qut.com](http://www.sasbe2003.qut.com)  
[sasbe2003@qut.com](mailto:sasbe2003@qut.com)

**1.12. - 3.12.2003**

Integrated Lifetime Engi-  
neering of Buildings and  
Civil Infrastructures  
Kuopi, Finska  
[www.rilem.org/callilcdes.pdf](http://www.rilem.org/callilcdes.pdf)  
[kaisa.venalainen@ril.fi](mailto:kaisa.venalainen@ril.fi)

**10.12. - 12.12.2003**

CITC-2 2nd international  
conference on Con-  
struction in the 21st  
Century - Sustainability  
and Innovation in Mana-  
gement and Technology.  
Hong Kong, Kitajska  
[www.fiu.edu/~citc/](http://www.fiu.edu/~citc/)  
[cesltang@polyu.edu.hk](mailto:cesltang@polyu.edu.hk)

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

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.robert@siol.net

Za reklamne oglase se priporočamo po naslednjem ceniku:

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



**Kakovost  
S  
tradicijo**

**ISO  
9001**



**tiskarna  
ljubljana, d.d.**

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

