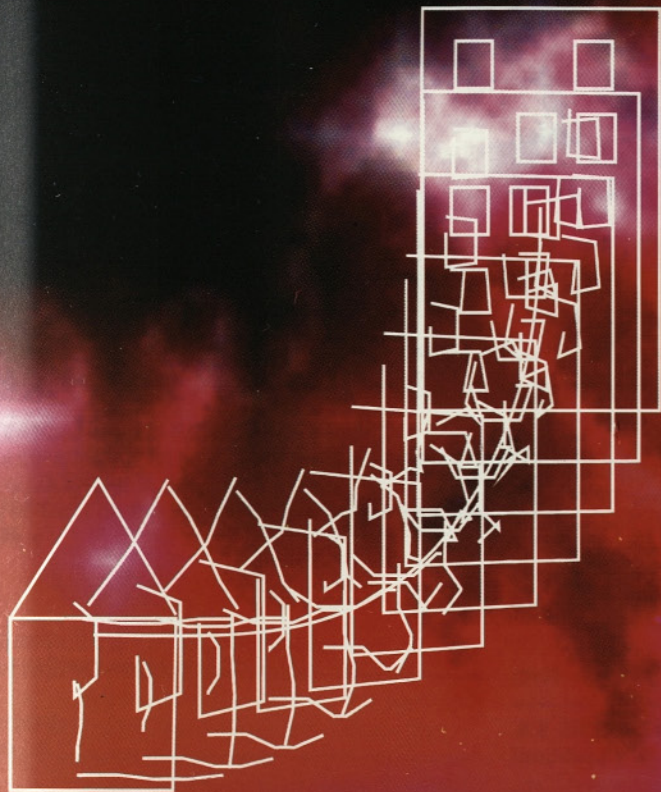


GRADBENI VESTNIK

GLASILO
ZVEZE DRUŠTEV
GRADBENIH
INŽENIRJEV
IN TEHNIKOV
SLOVENIJE



9-10
1997

Raziskave obnašanja
zidanih stavb na
potresni mizi Zavoda
za gradbeništvo
Slovenije so bile
podlaga za razvoj
računskih metod

Glavni in odgovorni urednik:

Franc **ČAČOVIČ**

Lektor:

Alenka **RAIČ - BLAŽIČ**

Tehnični urednik:

Danijel **TUDJINA**

Uredniški odbor:

Sergej **BUBNOV**
mag. Gojmir **ČERNE**
prof. dr. Miha **TOMAŽEVIČ**
dr. Ivan **JECELJ**
Andrej **KOMEL**
Stane **PAVLIN**
dr. Franci **STEINMAN**

Tisk:

Tiskarna **TONE TOMŠIČ d.d.**
v Ljubljani

Revijo izdaja Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Ljubljana, Karlovska c. 3, telefon/faks: 061/221-587, ob finančni pomoči Ministrstva za znanost in tehnologijo, Gradbenega inštituta ZRMK, Zavoda za gradbeništvo Slovenije, Fakultete za gradbeništvo in geodezijo, Univerze v Ljubljani ter Fakultete za gradbeništvo, Univerze v Mariboru.

Tiska Tiskarna Tone Tomšič d.d., Ljubljana.

Letno izide 12 števil. Individualni naročniki plačajo letno naročnino v višini 2.600 SIT, študentje in upokojenci 1.300 SIT. Gospodarske organizacije in podjetja plačajo letno naročnino za 1 izvod revije 32.000 SIT. Naročnina za naročnike v tujini znaša 100 US\$.

Po mnenju Ministrstva RS za kulturo je v ceno vključen 5 % prometni davek.

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

GRADBENI VESTNIK

GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH
INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE
UDK-UDC 05:625;ISSN 0017-2774
LJUBLJANA, SEPTEMBER, OKTOBER 1997
LETNIK XXXXVI STR.: 253 - 311

VSEBINA - CONTENTS

Članki, študije, razprave - Articles, studies,
proceedings

Miha TOMAŽEVIČ:
PREVERJANJE POTRESNE ODPORNOSTI ZIDANIH KONSTRUKCIJ: PRILAGAJANJE NOVIM ZAHTEVAM.....254
Seismic Resistance Verification of Masonry Structures: Following the New Trends

Bogdan ZGONC:
SLOVENSKE ŽELEZNICE V LUČI RAZVOJA EVROPSKEGA PROMETNEGA SISTEMA267
Slovenian Railways in the Aspect of European Traffic System

Željko VUKELIČ, Ivan OSREČKI:
SANACIJA NASIPA NA AC ŠENTILJ - PESNICA Z DRENAŽAMI IZVEDENIMI S TEHNOLOGIJO VODENEGA
HORIZONTALNEGA VRTANJA.....278
Improvement of Dam on the Highway Šentilj - Pesnica with Drainage Executed by Means of Led-Horizontal
Bore Technology

Poročila, Informacije - Reports, Informations

Sergej BUBNOV:
NAŠE GRADBENIŠTVO IN EU.....282

Sergej BUBNOV:
POTRES V ITALIJI.....286

JUBILEJ

Janko BLEIWEIS:
OB DEVETDESETLETNICI PROFESORJA EMILA KOVAČIČA.....289

IN MEMORIAM

Ciril STANIČ:
g. dipl. inž. gradb. MAKS MEGUŠAR.....290

Informacije Gradbeni inštitut ZRMK, Dimičeva
12, Ljubljana

Vilibald PREMZL:
MARIBORSKA ČISTILNA NAPRAVA.....291
Maribor Wastewater Treatment plant

Novosti Fakultete za gradbeništvo - Univerza
v Mariboru
Civil Engineering News of the University
in Maribor

Boris LUTAR:
PROGRAMSKA ORODJA ZA NAČRTOVANJE IN RAČUNANJE KONSTRUKCIJ FIRM SRAC, INTERGRAPH IN BSI
TER TRENDI RAZVOJA.....299
The Program Tools for Structural Design and Computation of the Companies SRAC, Intergraph and BSI
and Development Trends

Miha TOMAŽEVIČ: Preverjanje potresne odpornosti

PREVERJANJE POTRESNE ODPORNOSTI ZIDANIH KONSTRUKCIJ: PRILAGAJANJE NOVIM ZAHTEVAM

Seismic Resistance Verification of Masonry Structures: Following the New Trends

UDK 624.92.012: 699.841

MIHA TOMAŽEVIČ

P O V Z E T E K • S U M M A R Y

Sistematične eksperimentalne in analitične raziskave obnašanja zidanih konstrukcij pri potresni obtežbi so bile podlaga za razvoj sodobnih računskih metod za analizo in preverjanje potresne odpornosti in projektiranja, pa tudi za razvoj potresno odpornih konstrukcijskih sistemov. Po stoletjih gradnje, zasnovane na podlagi izkušenj in dobre obrti, ter desetletjih uporabe metod dopustnih napetosti, so bili v moderne predpise tudi za zidane konstrukcije vpeljani jasni principi preverjanja stabilnosti po metodah mejnih stanj. V članku je obravnavana metoda, po kateri na podlagi izračunane ovojnice odpornosti kritične etaže preverjamo tako nosilnost kot globalno duktilnost zidane konstrukcije.

As a result of experimental and analytical research in seismic behaviour of masonry structures in the last decades, new methods for seismic resistance analysis and design, as well as new, seismic resistant technologies and construction systems have been developed. After many centuries of traditional use, and decades of allowable stresses verification, clear concepts for limit states verification of seismic resistance of masonry structures have been introduced in the seismic codes. The paper discusses a push-over method for the calculation of storey resistance envelope, on the basis of which the resistance capacity and global ductility requirements of a masonry structure can be verified.

1 UVOD

Zidovje je tipičen kompozitni material, ki sicer dobro prenaša visoke tlačne obremenitve, ni pa primeren za prevzem nateznih in strižnih sil, ki med potresom nastanejo v konstrukciji. Poškodbe, ki so posledica obremenitev, na katere graditelji med gradnjo niso

mislili, so lahko zelo hude, med močnimi potresi pa niti porušitve zidanih stavb niso redke. Prav zaradi tega so zidane konstrukcije dolgo veljale kot neustrezne za gradnjo na potresnih območjih.

V zadnjih desetletjih se je odnos do zidanih konstrukcij po svetu močno spremenil. V državah, izpostavljenih

Avtor:

dr. Miha Tomaževič, dipl.inž.gradb., redni profesor, Zavod za gradbeništvo Slovenije, Dimičeva 12, 1000 Ljubljana

potresnemu tveganju, so analizirali poškodbe, ki so jih na zidanih stavbah povzročili potresi. Izvedli so tudi številne eksperimentalne raziskave obnašanja zidov in zidanih konstrukcij med potresom, s katerimi so ovrednotili parametre, ki vplivajo na potresno odpornost. Pionirsko vlogo na tem področju je odigrala "ljubljska šola", doma na bivšem Zavodu za raziskavo materiala in konstrukcij, zdaj Zavodu za gradbeništvo Slovenije, katere raziskovalno delo, sicer bolj v svetu kot doma, še vedno vpliva na razvoj stroke.

Rezultati raziskav so omogočili tehnološki napredek pri gradnji zidanih konstrukcij. Z uveljavitvijo malt visokih trdnosti in kakovostnih zidakov se danes lahko dosežejo razmeroma visoke tlačne trdnosti zidovja, kar omogoča povečanje razponov stropnih konstrukcij celo pri večnadstropnih stavbah. Razviti so bili konstrukcijski sistemi, ki zagotavljajo potresno odpornost. Predvsem so to sistemi, ki omogočajo armiranje zidovja z jekleno armaturo, s čimer se povečata strižna in upogibna odpornost zidov, ter izboljšata duktilnost in sposobnost sipanja energije. Glede na različne sisteme gradnje delimo zidane konstrukcije na:

- konstrukcije z navadnim, nearmiranim zidovjem,
- konstrukcije s povezanim zidovjem, tj. zidane konstrukcije z navpičnimi vezmi, ki se zabetonirajo po končanem zidanju, in
- konstrukcije z armiranim zidovjem.

Rezultati raziskav so omogočili tudi razvoj modelov in računskih orodij za preverjanje potresne odpornosti in projektiranje zidanih konstrukcij. Po stoletjih gradnje, zasnovane na podlagi izkušenj in dobre obrti, ter desetletjih uporabe metod dopustnih napetosti so bili tudi za zidane konstrukcije v moderne predpise vpeljeni jasni principi preverjanja stabilnosti po metodah mejnih stanj. Tako je n.pr. v Evrokodu 6 [1]: Projektiranje zidanih konstrukcij in Evrokodu 8 [2]: Projektiranje potresno odpornih konstrukcij, ki obravnavata projektiranje in grajenje zidanih konstrukcij, projektiranje zasnovano na upoštevanju:

- zahteve, da se konstrukcija med potresom ne poruši, in
- zahteve, da se omejijo poškodbe, nastale med potresom, na sprejemljiv obseg.

Glede na ti zahtevi je treba preveriti tako mejno stanje porušitve, ki se nanaša na zahtevo, da mora konstrukcija prestati pričakovani potres, kakor tudi mejno stanje uporabnosti, ki se nanaša na dopustni obseg poškodb. Ker spadajo zidane stavbe med toge konstrukcije, so njihove deformacije med potresom razmeroma majhne. Zato so zahteve, povezane z uporabnostjo konstrukcije po potresu, največkrat avtomatično izpolnjene, če konstrukcija izpolnjuje kriterije, ki jih preverimo

pri mejnem stanju porušitve.

2 RAČUNSKA POTRESNA OBTEŽBA

Potresna varnost konstrukcije je verjetnostna funkcija, odvisna od pričakovane potresne obtežbe in odpornosti konstrukcije. Pri vseh nosilnih elementih konstrukcije mora biti izpolnjen pogoj, da je računsko odpornost elementa R_{gr} , ki se izračuna z upoštevanjem karakterističnih vrednosti trdnosti materialov in delnih faktorjev varnosti γ_M za materiale, večja od računskega učinka kombinacije vplivov E_{gr} , vključno s potresno obtežbo.

Potresno obtežbo lahko predstavimo na različne načine: s časovnim potekom pospeškov ali hitrosti tal (z dejanskim ali umetnim), z močnostnim spektrom (ang. power spectrum), ali pa s spektrom odziva. Oblika potresne obtežbe, s katero preverjamo potresno odpornost, je odvisna od pomembnosti in kompleksnosti obravnavane konstrukcije. V nekaterih primerih moramo upoštevati celo prostorski značaj potresnega gibanja tal. Ker pa so zidane konstrukcije zaradi številnih konstrukcijskih zahtev in omejitev navadno pravilne oblike, bo pri zidanih konstrukcijah v večini primerov dovolj, če potresno obtežbo predstavimo s spektrom odziva, pri katerem je računsko potresna obtežba A_{Ed} izražena kot prečna sila v pritličju (angl. base shear):

$$A_{Ed} = S_d(T)W \quad (1)$$

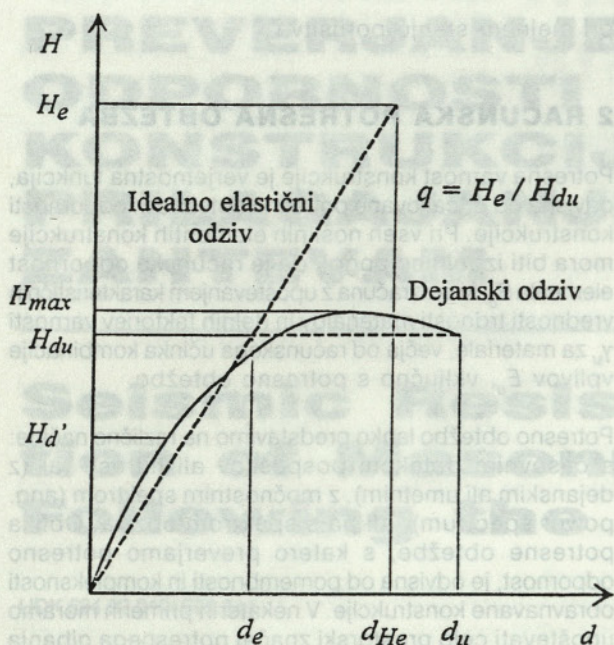
in je ordinata spektra odziva $S_d(T)$ določena z izrazom:

$$S_d(T) = \alpha S \eta \frac{\beta_0}{q} \quad (2)$$

Pri tem je α računski pospešek tal, normaliziran s pospeškom prostega pada $g = 9.81 \text{ m/s}^2$, katerega velikost je odvisna od pričakovane potresne stopnje (na primer: $\alpha = 0.3, 0.2$ in 0.1 za območja visoke, srednje in nizke stopnje seizmičnosti), S je parameter tal, η faktor korekcije zaradi dušenja, $\beta_0 = 2.5$ je maksimalna normalizirana spektralna vrednost, ki je konstantna na območju pričakovanih vrednosti lastne nihajne dobe T zidane konstrukcije ($0.1 \text{ s} \leq T \leq 0.4 \text{ s}$), q je faktor obnašanja konstrukcije (faktor redukcije elastičnih sil), W pa teža stavbe nad nivojem terena. Vrednost računskega pospeška tal α , ki je merilo za intenziteto potresa, ustreza referenčnemu potresu s periodo ponavljanja 475 let. Verjetnost nastanka tako močnega potresa v pričakovani življenjski dobi povprečne stavbe (100 let), ki ji pripišemo faktor pomembnosti $\gamma_r = 1.0$, je še vedno 19 %.

Poenostavljena definicija faktorja obnašanja konstrukcije je razložena na sliki 1, kjer je ovojnica odziva dejanske konstrukcije na potres, idealizirana z linearno elasto-plastično ovojnicjo, primerjana z odzivom idealne

Miha TOMAŽEVIČ: Preverjanje potresne odpornosti



Slika 1: Splošna definicija faktorja obnašanja konstrukcije [17]

elastične konstrukcije z enako začetno togostjo. Zaradi duktilnosti in sposobnosti sipanja energije, ki jo ima dejanska konstrukcija in ki se poenostavljeno izraža z globalnim faktorjem duktilnosti $\mu = d_u / d_e$, navadno ni potrebno, da konstrukcijo dimenzioniramo na pričakovano elastično potresno obtežbo H_e . Konstrukcijo računamo na mejno računsko obtežbo H_{du} , količnik med obema pa imenujemo faktor obnašanja konstrukcije $q = H_e / H_{du}$. Rezerva nosilnosti (angl. overstrength) $\gamma_o = H_{max} / H_{du}$, kjer je H_{max} dejanska odpornost konstrukcije, poveča velikost faktorja obnašanja konstrukcije na $q' = \gamma_o \cdot q$.

EC 8 zahteva uporabo naslednjih vrednosti faktorja obnašanja konstrukcij:

$q = 1.5$ za konstrukcije z nearmiranim zidovjem,
 $q = 2.0$ za konstrukcije s povezanim zidovjem in
 $q = 2.5$ za konstrukcije z armiranim zidovjem.

Da bi zidane konstrukcije izpolnjevale predpostavljeno duktilnost in sposobnost sipanja energije, predpisi zahtevajo, da se pri projektiranju upoštevajo posebne zahteve glede zasnove konstrukcije in detajlov, kakovosti materialov, razporeditve konstrukcijskih in povezovalnih elementov ter armature. Za preverjanje predlaganih vrednosti faktorjev obnašanja q ni veliko eksperimentalnih podatkov. Po definiciji, ki je razložena na sliki 1, smo na podlagi raziskav obnašanja modelov zidanih stavb, grajenih v različnih sistemih, dobili naslednje vrednosti razmerja H_e / H_{max} za navadno, povezano

in armirano zidano stavbo: 2.84, 2.69 in 3.74 [3, 4]. Eksperimentalno dobljene vrednosti sicer potrjujejo splošno veljavnost vrednosti, predpisanih v EC 8, hkrati pa nakazujejo tudi možnosti za rezervo.

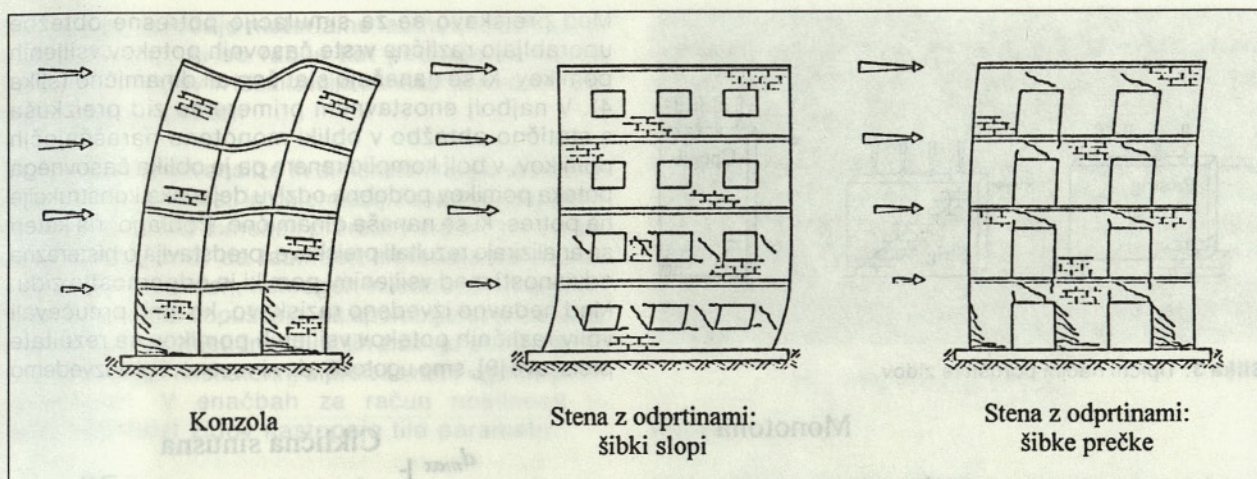
Prečno silo v pritličju, ki jo izračunamo z enačbo (1), moramo porazdeliti po višini konstrukcije. Pravilnost zidanih konstrukcij nam omogoči, da predpostavimo, da se med potresom nastale vodoravne sile porazdelijo po višini stavbe sorazmerno z obliko prvega lastnega tona nihanja. Račun lahko še bolj poenostavimo, če predpostavimo, da se sile porazdelijo v obliki narobe obrnjenega trikotnika.

3 RAČUNSKI MODEL

3.1 KONSTRUKCIJA

Zidane stavbe so tipične stenaste konstrukcije, kjer navpično težnostno in vodoravno potresno obtežbo prevzemajo zidane stene, med seboj povezane s stropnimi konstrukcijami. Glede na značaj zidanih konstrukcij lahko osnovne principe in hipoteze računa privzamemo od armiranobetonskih stenastih konstrukcij, seveda pa moramo računske modele prilagoditi specifičnim mehanskim lastnostim zidovja in obnašanju različnih sistemov zidane gradnje. Pri zidani stavbi je osnovni element konstrukcije, ki prevzema potresno obtežbo, ti. strižna stena, bodisi monolitna bodisi oslabiljena z okenskimi in vratnimi odprtini. Glede na zasnovo konstrukcije in vrsto konstrukcijskega sistema, ki vpliva na obnašanje med potresom in porušni mehanizem, lahko zidane strižne stene razdelimo na tri glavne kategorije (slika 2):

- na konzolne stene, pri katerih so zidovi povezani s stropnimi ploščami, ki sicer razdelijo vodoravno obtežbo po posameznih zidovih v sorazmerju z njihovo togostjo, vendar ne prenašajo upogibnih momentov, nastalih zaradi upogiba konzol. Da bi zagotovili duktilno obnašanje konstrukcije, je treba spodnje preize zidov močno armirati, pri tem pa tudi poskrbeti za ustrezne detajle;
- na stene z odprtinami, pri katerih so slopi šibkejši od prekladnega dela. Strižna porušitev slopov, ki jih lahko upoštevamo kot vpete zgoraj in spodaj v prekladni del stene, je najpogostejši porušni mehanizem nearmiranih zidanih konstrukcij. Neduktilno obnašanje šibkih slopov lahko močno izboljšamo z ustrezno razporejeno armaturo v vodoravnih spojnicah slopa;
- na stene z odprtinami, pri katerih je prekladni del šibkejši od slopov. Prekladni del se obnaša kot povezovalna prečka, ki povezuje slope in prenaša upogibne momente. Če so elementi ustrezno armirani, se bodo obnašali pretežno upogibno, kar bo bistveno izboljšalo odpornost in sposobnost konstrukcije za sipanje energije.



Slika 2: Mehanizmi obnašanja zidanih strižnih sten [17]

V praktičnem računu se strižne stene največkrat modelirajo kot okvir [5]. V slopih in prečkah idealizirane konstrukcije med potresom nastanejo dodatne strižne sile in upogibni momenti. Kot posledica prevrtilnega momenta v slopih nastanejo tudi dodatne osne sile, ki v odvisnosti od smeri delovanja potresne obtežbe bodisi povečujejo bodisi zmanjšujejo napetosti v slopih, ki jih povzročajo navpična obtežba. Ker se zidane konstrukcije obnašajo kot monolitna škatla, je nivo obremenitev zaradi prevrtilnega momenta razmeroma majhen. Le redkokdaj je potrebno pri doseganju mejne nosilnosti zgornje konstrukcije preveriti tudi nosilnost temeljev.

Rezultanto potresnih sil (etažno prečno silo) v vsakem nadstropju in v vsakem trenutku porazdelimo med posamezne slope in prekladne prečke v sorazmerju z njihovimi trenutnimi togostmi K_i . Če poznamo prečno silo Q_i , ki deluje na posamezni slop, lahko izračunamo upogibni moment na njegovem spodnjem $M_{i,sp} = \alpha h_i Q_i$ in zgornjem robu $M_{i,zg} = (1-\alpha) h_i Q_i$, kjer je α koeficient, ki določa položaj momentne infleksijske točke ($\alpha = 0.5$ pri polno vpetem in $\alpha = 1.0$ pri konzolno vpetem slopu), h_i pa višina i -tega slopa.

Upogibne momente na koncih prečk izračunamo iz pogoja ravnotežja momentov v vozlišču med slopom in prečko; prav tako pa z upoštevanjem osnovnih pogojev ravnotežja izračunamo dodatne osne sile v slopih. Analogijo z okvirno konstrukcijo lahko še poenostavimo pri nearmirani zidani konstrukciji z razmeroma močnim prekladnim delom, katere slopi se porušijo strižno. V tem primeru lahko slope obravnavamo kot zgoraj in spodaj simetrično vpete, v računu pa ne upoštevamo obremenitev prečk, ki za obnašanje konstrukcije niso pomembne.

Poleg tega, da zidovi nihajo v ravnini kot sestavni del glavnega konstrukcijskega sistema, vzbudi prostorski značaj potresnega gibanja tal tudi nihanja pravokotno

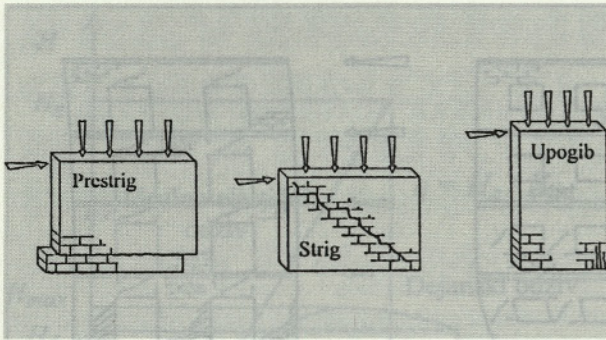
na ravnino. Ker je intenziteta nihanja pravokotno na ravnino posledica etažnega odziva konstrukcije, je tovrstno nihanje intenzivnejše v zgornjih kot v spodnjih nadstropjih konstrukcije, seveda glede na dinamične lastnosti glavne konstrukcije. V etažnem odzivu so lahko zajeti tudi višji toni nihanja, ki ojačijo nihanja zidov pravokotno na ravnino zaradi resonančnih učinkov. Zaradi konstrukcijskih zahtev, ki jih morajo izpolnjevati strižne stene pri tipični zasnovi stavbe (omejena vitkost, velikost in položaj odprtín), pa so nihanja pravokotno na ravnino le redkokdaj kritična, zato jih z računom preverjamo samo v primerih, ko razponi med zidovi presegajo priporočene meje.

3.2 ZIDIVI

3.2.1 OBNAŠANJE MED POTRESOM IN EKSPERIMENTALNA SIMULACIJA

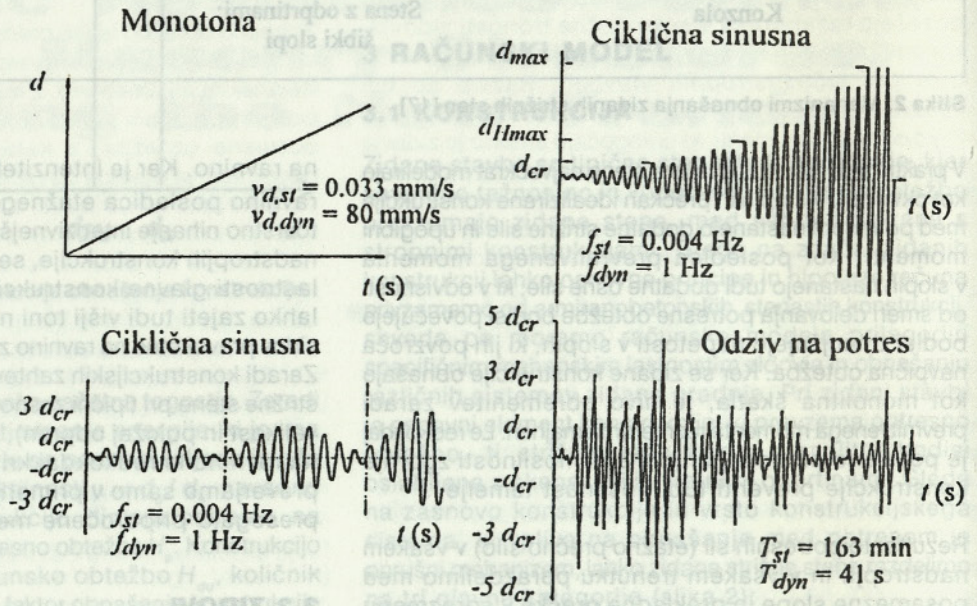
Kot kažejo opazovanja in rezultati eksperimentalnih raziskav, določajo obnašanje zidov (slopov) pri potresni obtežbi trije tipi porušnega mehanizma, ki so odvisni od geometrije zidu, razmerja med višino in dolžino, kakovosti materialov, pa tudi od vpetostnih razmer in obtežbe, ki deluje na zid pri mejnem stanju porušitve (slika 3):

- prestrig, ki nastane v primeru majhnih navpičnih obremenitev in malte slabe kakovosti. Potresne sile povzročijo prestrig zidu in zdrs zgornjega dela zidu po spodnjem na prestriženi vodoravni spojnici med zidaki;
- strižna porušitev nastane, ko v zidu nastale glavne natezne napetosti presežejo natezno trdnost zidovja. Tik preden zid doseže svojo nosilnost, v njem nastanejo tipične diagonalno usmerjene poševne razpoke;
- upogibna porušitev nastane pri razmeroma



Slika 3: Tipični načini porušitve zidov

Med preiskavo se za simulacijo potresne obtežbe uporabljajo različne vrste časovnih potekov vsiljenih pomikov, ki se nanašajo statično ali dinamično (slika 4). V najbolj enostavnem primeru se zid preizkuša s statično obtežbo v obliki monotono naraščajočih pomikov, v bolj kompliciranem pa je oblika časovnega poteka pomikov podobna odzivu dejanske konstrukcije na potres, ki se nanaša dinamično. Podlago, na kateri se analizirajo rezultati preiskave, predstavljajo histerezne odvisnosti med vsiljenimi pomiki in odpornostjo zidu. Med nedavno izvedeno raziskavo, ko smo preučevali vpliv različnih potekov vsiljenih pomikov na rezultate preiskave [9], smo ugotovili, da ni vseeno, kako izvedemo

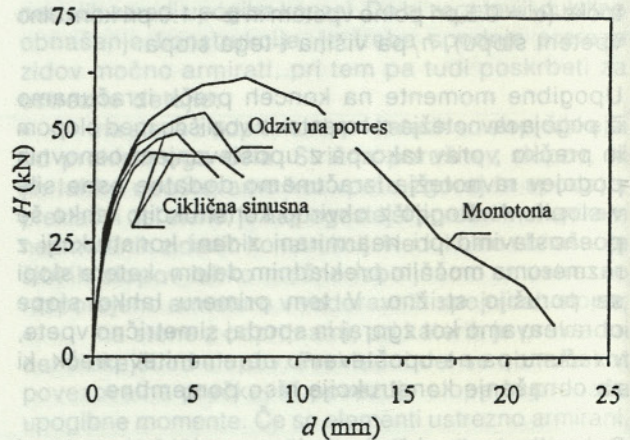


Slika 4: Časovni potek pomikov, ki se uporabljajo za preiskavo potresne odpornosti zidov [9]

visoki strižni odpornosti zidu in veliki vrednosti razmerja moment/prečna sila. Določa jo tečenje natezne armature in drobljenje zidovja na tlačeni strani prereza zidu.

Poznani so računski modeli, s katerimi se obnašanje zidu pri obtežbenih pogojih, na podlagi katerih so bili modeli razviti, več kot dobro ponazori [6, 7 in 8]. Žal pa so ti modeli preveč komplicirani, da bi bili lahko uporabni za praktično vrednotenje potresne odpornosti. Za uporabo v vsakdanji praksi morajo biti na razpolago enostavni postopki in enačbe, osnovani na poznanih zakonih teorije elastičnosti, vendar z upoštevanjem vseh specifičnosti obnašanja zidovja. Takšne enačbe lahko razvijemo samo na podlagi eksperimentalne simulacije, pri kateri je zidovje v laboratoriju izpostavljeno podobnim obremenitvam kot med potresom v stavbi. Tipičen preizkušanelec je 1.0 m dolg in 1.5 m visok zidni slop, ki je preiskan pod podobnimi vpetostnimi pogoji kot slop v stavbi. Za preiskave so v različnih laboratorijih razvili različne preizkuševalne naprave.

preiskavo (slika 5). Raziskave torej kažejo, da je za zanesljivo preverjanje potresne odpornosti zidanih konstrukcij izredno pomembno, da so preiskave, s



Slika 5: Histerezne ovojnice, dobljene s preiskavo zidov z različnimi časovnimi poteki pomikov [9]

katerimi se določajo materialne lastnosti, usklajene s preiskavami, ki so rabile kot podlaga za razvoj računskih modelov in idealizacijo obnašanja konstrukcije pri potresni obtežbi.

Da bi poenostavili analizo in dimenzioniranje, vrednosti notranjih sil, napetosti in deformacij, navadno določamo na podlagi bruto dimenzij prereзов zidov, pri čemer predpostavljamo, da lastnosti materiala veljajo za zidovje kot elastičen, homogen in izotropen material. Te predpostavke dopuščajo, da uporabljamo enostavne enačbe teorije elastičnosti, ki jih zidovju prilagodimo z upoštevanjem nekaterih, s preiskavami ugotovljenih posebnosti. V enačbah za račun nosilnosti in deformabilnost zidov nastopajo tile parametri:

- tlačna trdnost zidovja, f ,
- strižna, f_v , oziroma natezna trdnost zidovja, f_t ,
- modul elastičnosti (sekantni modul), E ,
- strižni modul, G , in
- faktor duktilnosti, μ .

3.2.2 ODPORNOST IN TOGOST

Če idealiziramo zidni slop kot elastičen, homogen in izotropen element konstrukcije, lahko z upoštevanjem predpostavk elementarne teorije elastičnosti izpeljemo osnovno enačbo za iz vrednotenje strižne odpornosti neamiranega zidu H_s , na katerega delujeta navpična sila N in vodoravna sila H [10]:

$$H_s = A_z \frac{f_t}{b} \sqrt{\frac{\sigma_o}{f_t} + 1}, \quad (3)$$

kjer je:

A_z = površina vodoravnega prereza zidu,
 $\sigma_o = N/A_z$ = povprečna tlačna napetost v prerezu

zidu zaradi osne sile N ,
 b = faktor porazdelitve strižnih napetosti, ki je odvisen od geometrije zidu in razmerja N/H_{max} . Pri zidovih z razmerjem $h/l = 1.5$, $b = 1.5$.

Preiskave so potrdile idejo, da se pri armiranem zidovju z vodoravno armaturo v spojnicah strižna odpornost oceni kot vsota odpornosti osnovnega nearmiranega zidu in prispevka vodoravne armature [11]. Če je zid armiran tudi z navpično armaturo, lahko pri strižni porušitvi zidu upoštevamo njen možnični učinek:

$$H_{s,a} = H_s + C_{rh} H_{ah} + H_{m,av}, \quad (4)$$

kjer je:

H_{ah} = natezna nosilnost strižne (vodoravne) armature,
 $H_{m,av}$ = strižna odpornost navpične armature zaradi možničnega učinka,

C_{rh} = faktor redukcije nosilnosti vodoravne armature.

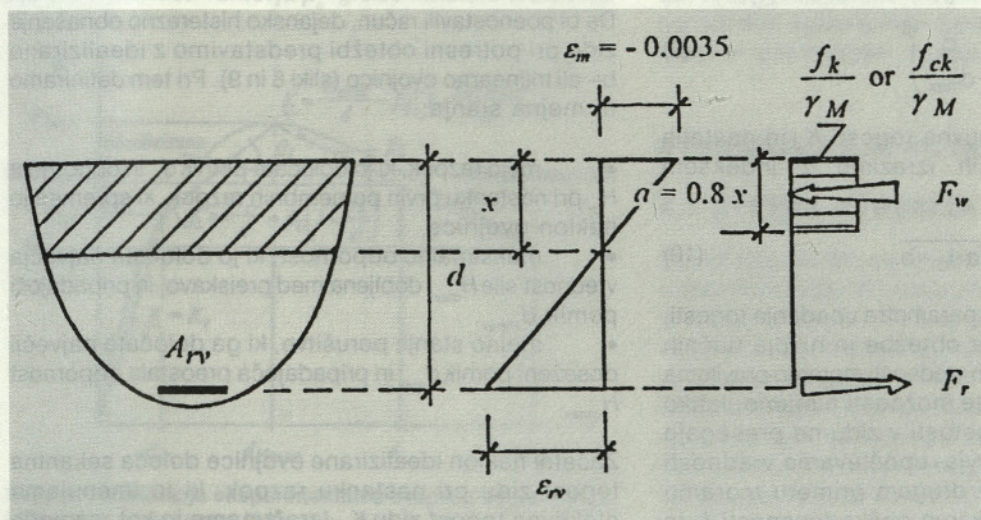
Z upoštevanjem spoznanja, da je obnašanje zidovja pri tlaku podobno obnašanju betona, lahko pri računu upogibne odpornosti zidanega prereza uporabimo podobno obliko ekvivalentnega napetostnega bloka kot pri betonskem prerezu (slika 6). Tako lahko mejni upogibni moment $M_{Ru} = Ne_u$, ki določa upogibno nosilnost nearmiranega prereza, izračunamo z enačbo:

$$M_{Ru} = \frac{\sigma_o t l^2}{2} \left(1 - \frac{\sigma_o}{f} \right), \quad (5)$$

kjer je l dolžina, t pa debelina zidu.

V primeru navpično armiranega zidu dodamo učinek armature:

$$M_{Ru,a} = \frac{\sigma_o t l^2}{2} \left(1 - \frac{\sigma_o}{f} \right) + (1 - 2l) A_{av} f_y, \quad (6)$$



Slika 6: Poenostavljena oblika bloka tlačnih napetosti [1]

kjer je:

A_{av} = površina navpične armature, simetrično položene ob obeh robovih zidu,

f = napetost na meji tečenja jekla,

l_y = razdalja med težiščem armature in robom zidu.

Na podlagi poznane upogibne nosilnosti prereza in vpetostnih pogojev lahko izračunamo upogibno odpornost nearmiranega H_f in armiranega zidu $H_{f,a}$:

$$H_f = \frac{M_{Ru}}{\alpha h}, \text{ oziroma } H_{f,a} = \frac{M_{Ru,a}}{\alpha h}. \quad (7)$$

Da bi potresno obtežbo lahko porazdelili po zidovih, moramo poleg odpornosti poznati tudi togost zidov. Togost zidov moramo poznati tudi, kadar želimo izračunati dinamične lastnosti zidane konstrukcije. Po definiciji je togost konstrukcijskega elementa definirana z učinkom vpliva, strižne sile in/ali upogibnega momenta, ki povzroči enoto pomika in/ali zasuka obravnavanega elementa. Togost elementa je torej odvisna od mehanskih lastnosti materialov, njegove geometrije in vpetostnih pogojev. Začetno, včasih imenovano tudi efektivno togost zidu, lahko izračunamo s splošno veljavno enačbo:

$$K_e = \frac{G \cdot A_z}{12h \left(1 + \alpha' \frac{G}{E} \left(\frac{h}{l} \right)^2 \right)}, \quad (8)$$

kjer je α' koeficient, ki je odvisen od položaja momentne infleksijske točke. $\alpha' = 0.83$ v primeru polno vpetega in $\alpha' = 3.33$ v primeru konzolno vpetega zidu.

V nelinearnem področju togost določimo s sekantno togostjo, katere vrednost se spreminja (upada) z velikostjo pomikov. Kot kažejo analize eksperimentalnih rezultatov, je oblika funkcije upadanja togosti v odvisnosti od pomikov zelo podobna za vse vrste zidovja (slika 7). Zato lahko dejansko togost K izračunamo z empirično enačbo bodisi kot funkcijo efektivne togosti K_e in normaliziranega vodoravnega pomika d/d_{max} :

$$K = \alpha \cdot K_e \left(\frac{d}{d_{max}} \right)^\beta, \quad (9)$$

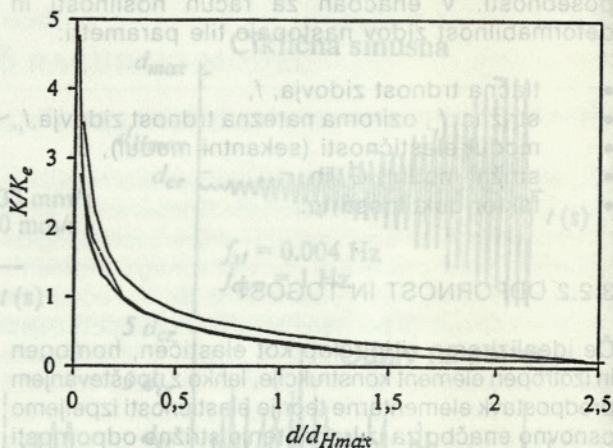
bodisi kot funkcijo efektivne togosti K_e in nastalih poškodb zidovja, ki jih izrazimo z indeksom poškodovanosti I_d [13]:

$$K = K_e - \sqrt{a \cdot I_d} \cdot b. \quad (10)$$

V prvem primeru sta α in β parametra upadanja togosti, ki sta odvisna od poteka obtežbe in nivoja tlačnih obremenitev v zidu in katerih vrednosti moramo praviloma določiti s preiskavo. Če te možnosti nimamo, lahko v primeru, da tlačne napetosti v zidu ne presegajo 20 % tlačne trdnosti zidovja, upoštevamo vrednosti $\alpha = 0.3$ in $\beta = -0.85$. V drugem primeru moramo poznati zvezo med indeksom poškodovanosti I_d in

obsegom poškodb. Pri najbolj pogosti - strižni porušitvi zidu smo ugotovili naslednjo zvezo:

- $I_d = 0.25$: nastanek prve pomembne razpoke. Meja razpok;
- $I_d = 0.50$: nastanek mreže diagonalno usmerjenih razpok. Navadno je dosežena maksimalna odpornost;
- $I_d = 0.75$: povečana širina in število razpok. Drobljenje zidakov na sredini zidu, cepljenje zidakov in zalivne mase armature na tlačnem robu;
- $I_d = 1.00$: težke, nepopravljive poškodbe ali porušitev zidu. Sekantna togost pade na samo 5-10 % začetne efektivne togosti zidu K_e .



Slika 7: Upadanje togosti armiranih zidov v odvisnosti od normaliziranih pomikov (12)

Kot parametra α in β sta tudi parametra upadanja togosti a in b odvisna od poteka obtežbe in velikosti tlačnih napetosti v prerezu zidu in ju je treba praviloma določiti s preiskavo.

3.2.3 IDEALIZACIJA OVOJNICE ODPORNOSTI

Da bi poenostavili račun, dejansko histerezo obnašanje zidu pri potresni obtežbi predstavimo z idealizirano bi- ali trilinearno ovojnico (sliki 8 in 9). Pri tem definiramo tri mejna stanja:

- mejo razpok, ki jo določata pomik d_{cr} in odpornost H_{cr} pri nastanku prvih pomembnih razpok, ki spremenijo naklon ovojnice,
- maksimalno odpornost, ki jo določata največja vrednost sile H_{max} , dobljena med preiskavo, in pripadajoči pomik d_{Hmax} ,
- mejno stanje porušitve, ki ga določata največji doseženi pomik d_{max} in pripadajoča preostala odpornost H_{dmax} .

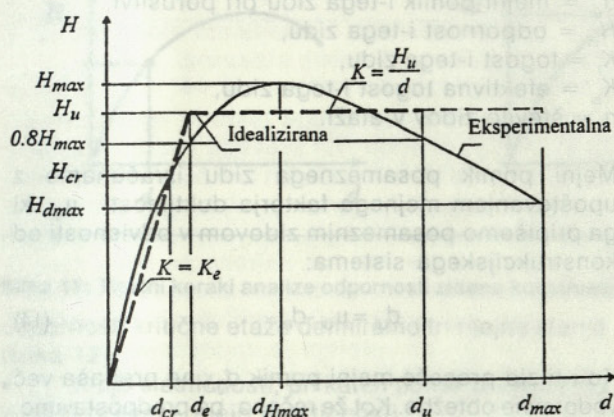
Začetni naklon idealizirane ovojnice določa sekantna togost zidu pri nastanku razpok, ki jo imenujemo efektivna togost zidu K_e . Izračunamo jo kot razmerje

med odpornostjo in pomikom pri doseženi meji razpok:

$$K_e = \frac{H_{cr}}{d_{cr}} \quad (11)$$

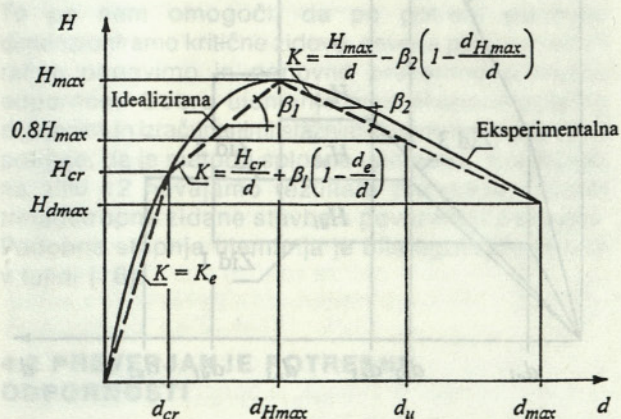
Kadar ovojnice odpornosti idealiziramo z bilinearno odvisnostjo, ovrednotimo idealizirano mejno odpornost H_u na podlagi predpostavke, da dejanski in idealizirani diagram predstavljata enako sposobnost sipanja energije zidu. Mejna odpornost H_u zato predstavlja idealizirano maksimalno vrednost H_{max} , ki jo sicer izračunamo z enačbami (3), (4) in (7). Preiskave več kot 60 zidov so dale povprečno vrednost razmerja $H_u/H_{max} = 0.9$ [11].

Mejni pomik d_u , tj. pomik na meji porušitve, definiramo kot pomik, pri katerem nosilnost zidu pade za 20%.



Slika 8: Idealizacija eksperimentalne ovojnice odpornosti z bilinearno odvisnostjo [11]

Da bi omejili prevelike poškodbe, pri preverjanju potresne odpornosti omejimo tudi vrednost mejnega faktorja duktilnosti $\mu_u = d_u/d_e$. Čeprav eksperimenti kažejo večje vrednosti, priporočamo, da se za posamezne zidove vrednosti faktorja μ_u glede na sistem zidanja



Slika 9: Idealizacija eksperimentalne ovojnice odpornosti s trilinearno odvisnostjo [13]

omejijo na največ (opomba: to niso faktorji obnašanja konstrukcije!):

- $\mu_u = 2.0-3.0$ za navadno zidovje,
- $\mu_u = 3.0-4.0$ za povezano zidovje,
- $\mu_u = 4.0-5.0$ za armirano zidovje.

Pri trilinearni idealizaciji ovojnice odpornosti (slika 9) je naklon začetne veje ovojnice določen z enako vrednostjo efektivne togosti K_e kot pri bilinearni ovojnici. Pri trilinearni ovojnici vrednost maksimalne odpornosti H_{max} upoštevamo brez redukcije. Teoretično odpornost na meji elastičnosti (na meji razpok) izračunamo bodisi z ustreznim računskim modelom bodisi maksimalno odpornost pomnožimo s faktorjem redukcije C_{cr} , ki predstavlja razmerje H_{cr}/H_{max} , za katerega smo s preiskavami ugotovili, da se giblje med 0.6 in 0.8 (privzamemo srednjo vrednost $C_{cr} = 0.7$).

Žal še ni na razpolago enostavnega računskega modela za oceno upadanja nosilnosti z večanjem pomikov v nelinearnem področju, s katerim bi lahko izračunali teoretično vrednost preostale odpornosti pri mejni vrednosti pomika H_{dmax} . Za oceno odpornosti pri mejnem pomiku zato uporabimo faktor upadanja nosilnosti C_{sd} . Kot kažejo preiskave, je upadanje nosilnosti v nelinearnem področju pred porušitvijo razmeroma veliko (vrednost faktorja upadanja nosilnosti se giblje med 0.4 in 0.8). Ker nosilnost močno upade šele tik pred porušitvijo, priporočamo, da se v računu ne tolerira več kot 20 % padca nosilnosti pri mejnem stanju porušitve ($C_{sd} = 0.8$).

S predstavitevjo obnašanja zidov z bi- ali trilinearno ovojnico lahko v nelinearnem področju prerazporeditev potresne obtežbe z enega na drug element izvedemo tako, da predpostavimo, da se zidovi kot celota, in ne samo njihovi kritični prerezi, obnašajo kot duktilni elementi. Zato pri zidovju "duktilnost" definiramo kot sposobnost zidov, da prenašajo navpično obtežbo pri velikih vodoravnih deformacijah in razmeroma močnih poškodbah, nastalih med potresom.

4 PREVERJANJE POTRESNE ODPORNOSTI

4.1 ETAŽNA OVOJNICA ODPORNOSTI

Zaradi pravilnosti in enostavnosti zasnove se potresna odpornost zidanih konstrukcij določa z ekvivalentno statično analizo. Pri nas je že 20 let uveljavljena ideja, sicer že pred tem uporabljena za armiranobetonske okvirne konstrukcije, pri kateri se postopoma povečuje velikost obtežbe, ki deluje na konstrukcijo, in se opazujejo spremembe v konstrukciji (angl. push-over method). Za razliko od uveljavljenega postopka povečevanja sil smo pri zidanih konstrukcijah že od vsega začetka vsiljevali pomike, tako kot delamo v laboratoriju, ko

raziskujemo obnašanje elementa ali konstrukcijskega sklopa vse do porušitve. Originalna metoda, poznana kot "metoda POR", je predpostavljala etažni mehanizem obnašanja zidane konstrukcije, pri katerem se zidani slopi, simetrično vpeti zgoraj in spodaj v prekladno konstrukcijo, porušijo strižno [14, 15]. Pod starim imenom je metoda še danes poznana v Italiji, kjer je bila po potresu v Furlaniji leta 1976 celo predpisana za preverjanje potresne odpornosti saniranih zidanih stavb. Danes lahko izračunamo etažno ovojnico odpornosti za katerokoli vrsto moderne armirane zidane konstrukcije. V računu upoštevamo naslednje predpostavke:

- Stropi so togi v svoji ravnini. Zidovi so med seboj povezani s stropi in z vezmi, tako da se med potresom enako deformirajo, učinki potresnih vplivov pa se prenesejo na posamezne zidove v sorazmerju z njihovimi togostmi. Razlike v pomikih in obremenitve, nastale zaradi torzijskih vplivov, se prav tako porazdelijo po zidovih.

- Med potresom prevladuje vpliv prvega tona nihanja. To pomeni, da lahko kot obliko vsiljenih pomikov, s katerimi deformiramo konstrukcijo, uporabimo obliko nihanja prvega lastnega tona, oziroma, da bi poenostavili račun, narobe obrnjeni trikotnik.

- Prispevek posameznih zidov k etažni odpornosti je odvisen od deformacije zidu in se spreminja v skladu z ovojnico odpornosti zidu. Odpornost zidu se izkoristi vse do pripisane duktilnosti. Čeprav po deformaciji, ki je večja od mejne, zid ne prenaša več vodoravne obtežbe, se predpostavlja, da še vedno prevzema navpično obtežbo.

- Odvisno od sistema zidanja se lahko zidovi sestavljenih prereзов, kot so L, T, in + prerezi, upoštevajo kot ločeni na navpičnih stikih med sestavnimi deli.

Pri računanju etažne ovojnice odpornosti konstrukcijo najprej deformiramo za majhno vrednost, pri čemer upoštevamo izbrano obliko deformacij po višini konstrukcije. Strižne stene se deformirajo v odvisnosti od predpostavljenega modela obnašanja konstrukcije, temu ustrezno pa se izračunajo tudi notranje sile v elementih, slopih in prečkah. V primeru torzije, ki nastane zaradi ekscentričnosti med masnim središčem in težiščem togosti, se pomiki posameznih zidov ustrezno popravijo.

Račun korakoma ponavljamo, s tem da v vsakem koraku povečamo velikost vsiljenih pomikov (slika 11). Ko posamezni zidovi dosežejo nelinearno področje, se konstrukcijski sistem stavbe in s tem matrika togosti v vsakem koraku računa spremeni. Kot rezultat računa dobimo etažno ovojnico odpornosti, tj. odvisnost med odpornostjo kritične etaže in relativnim etažnim pomikom. Pri danih vodoravnih pomikih i -tega zidu d_i izračunamo odpornost etaže (prečno silo) H_{tot} kot vsoto odpornosti posameznih zidov H_i (glej sliko 10):

$$H_{tot} = \sum_i^n H_i, \quad (12)$$

Kadar ovojnico odpornosti zidov idealiziramo z bilinearno odvisnostjo, izračunamo togost in prispevek posameznih zidov z upoštevanjem naslednjih pogojev:

$$H_i = d_i \cdot K_{ei}; K_i = K_{ei}, \text{ če } d_i \leq d_{ei}, \quad (13a)$$

$$H_i = H_{ui}; K_i = \frac{H_{ui}}{d_i}, \text{ če } d_{ei} \leq d_i \leq d_{ui}, \quad (13b)$$

$$H_i = 0; K_i = 0, \text{ če } d_i \geq d_{ui} \quad (13c)$$

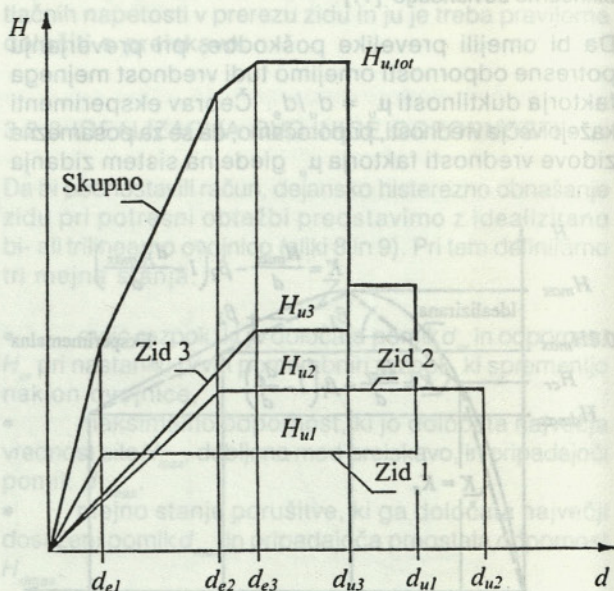
kjer je:

- d_i = pomik i -tega zidu,
- d_{ei} = pomik i -tega zidu na meji elastičnosti
- d_{ui} = mejni pomik i -tega zidu pri porušitvi,
- H_{ui} = odpornost i -tega zidu,
- K_i = togost i -tega zidu,
- K_{ei} = efektivna togost i -tega zidu,
- n = število zidov v etaži.

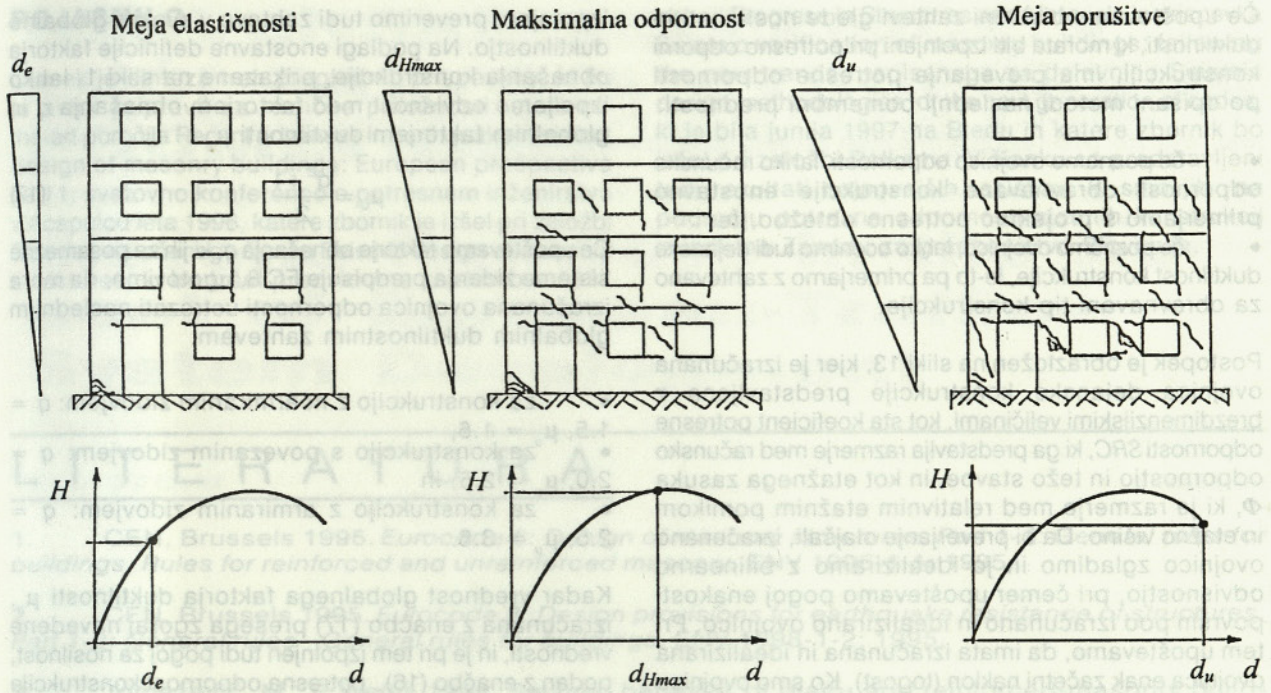
Mejni pomik posameznega zidu izračunamo z upoštevanjem mejnega faktorja duktilnosti μ_{ui} , ki ga pripišemo posameznim zidovom v odvisnosti od konstrukcijskega sistema:

$$d_{ui} = \mu_{ui} \cdot d_{ei}. \quad (14)$$

Ko i -ti zid preseže mejni pomik d_{ui} , ne prenaša več vodoravne obtežbe. Kot že rečeno, pa predpostavimo, da še vedno nosi navpično obtežbo. Na etažni ovojnici



Slika 10: Konstrukcija etažne ovojnice odpornosti s superpozicijo bilinearnih ovojnic zidov [18]



Slika 11: Tipični koraki analize odpornosti zidane konstrukcije [17]

odpornosti kritične etaže definiramo tri mejna stanja (slika 12):

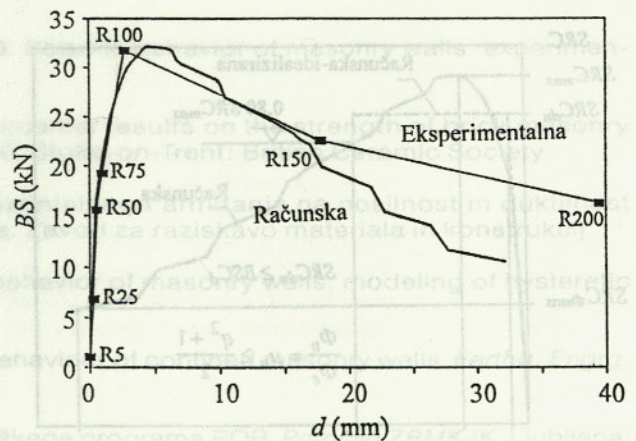
- mejo elastičnosti, pri kateri pomik prvega zidu v etaži preseže mejo elastičnosti,
- maksimalno odpornost in
- mejno stanje porušitve, pri katerem odpornost pade pod sprejemljivo mejo. V večini praktičnih primerov lahko kot "sprejemljivo" mejo definiramo pomik, pri katerem odpornost kritične etaže še ne pade pod 80 % maksimalne. Večji padec nosilnosti definiramo kot porušitev.

S tem ko ovrednotimo etažno ovojnico odpornosti, lahko ugotovimo tudi stanje vsakega zidu posebej. To pa nam omogoči, da po potrebi ponovno dimenzioniramo kritične zidove: seveda po spremembi račun ponovimo in ponovno preverimo potresno odpornost. Dobro ujemanje med eksperimentalno dobljenimi in izračunanimi etažnimi ovojnicami odpornosti potrjuje, da je metoda splošno uporabna. Kot zglada na sliki 12 navajamo rezultate preiskave modela trinadstropne zidane stavbe s povezanim zidovjem. Podobna stopnja ujemanja je bila ugotovljena tudi v tujini [16].

4.2 PREVERJANJE POTRESNE ODPORNOSTI

Tako nosilnost kot duktilnost, pripisana konstrukciji, sta povezani s sposobnostjo konstrukcije, da sipa

dovedeno energijo in prenese nelinearne deformacije, ne da bi izgubila stabilnost. Ravnotežje med zahtevano nosilnostjo in duktilnostjo je določeno z vrednostjo faktorja obnašanja konstrukcije q , katerega vrednost je odvisna od sistema zidanja. Kadar konstrukcija ni sposobna sipati energije, je njena stabilnosti odvisna samo od nosilnosti. Pri taki konstrukciji seveda ne moremo upoštevati nikakršnega histereznega dušenja in duktilnosti, kar pomeni, da je faktor obnašanja konstrukcije enak $q = 1.0$.



Slika 12: Primerjava eksperimentalne in izračunane ovojnice odpornosti modela zidane stavbe z navpičnimi vezmi [4]

Če upoštevamo bistveni zahtevi glede nosilnosti in duktilnosti, ki morata biti izpolnjeni pri potresno odporni konstrukciji, ima preverjanje potresne odpornosti po opisani metodi naslednji pomembni prednosti:

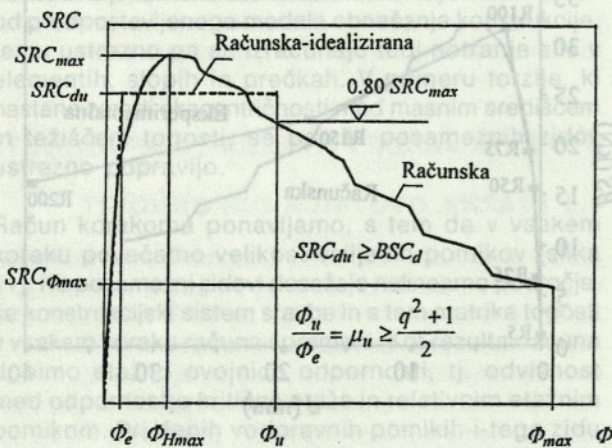
- če poznamo ovojnico odpornosti, lahko računsko odpornost obravnavane konstrukcije enostavno primerjamo s projektno potresno obtežbo, ter
- če poznamo ovojnico, lahko ocenimo tudi dejansko duktilnost konstrukcije, le-to pa primerjamo z zahtevano za obravnavani tip konstrukcije.

Postopek je obrazložen na sliki 13, kjer je izračunana ovojnica dejanske konstrukcije predstavljena z brezdimenzijskimi veličinami, kot sta koeficient potresne odpornosti SRC , ki ga predstavlja razmerje med računsko odpornostjo in težo stavbe, in kot etažnega zasuka Φ , ki je razmerje med relativnim etažnim pomikom in etažno višino. Da bi preverjanje olajšali, izračunano ovojnico zgladimo in jo idealiziramo z bilinearno odvisnostjo, pri čemer upoštevamo pogoj enakosti površin pod izračunano in idealizirano ovojnico. Pri tem upoštevamo, da imata izračunana in idealizirana ovojnica enak začetni naklon (togost). Ko smo ovojnico idealizirali, globalni faktor duktilnosti konstrukcije ovrednotimo kot razmerje med mejnim kotom etažnega zasuka Φ_u in kotom zasuka pri doseženi meji elastičnosti Φ_e :

$$\mu_u = \frac{\Phi_u}{\Phi_e} \quad (15)$$

Pri preverjanju potresne odpornosti dejanske konstrukcije najprej primerjamo izračunani koeficient potresne odpornosti SRC_d s predpisano projektno vrednostjo koeficienta prečne sile v pritličju BSC_d . V primeru, da je nosilnostni pogoj:

$$SRC_d \geq BSC_d, \quad (16)$$



Slika 13: Preverjanje potresne odpornosti dejanske zidane konstrukcije z ovojnico odpornosti [17]

izpolnjen, preverimo tudi zahtevo v zvezi z globalno duktilnostjo. Na podlagi enostavne definicije faktorja obnašanja konstrukcije, prikazane na sliki 1, lahko izpeljemo odvisnost med faktorjem obnašanja q in globalnim faktorjem duktilnosti μ_u :

$$\mu_u = \frac{q^2 + 1}{2} \quad (17)$$

Če upoštevamo faktorje obnašanja q , ki jih za posamezne sisteme zidanja predpisuje EC 8, ugotovimo, da mora izračunana ovojnica odpornosti ustrezati naslednjim globalnim duktilnostnim zahtevam:

- za konstrukcijo z nearmiranim zidovjem: $q = 1.5$, $\mu_u = 1.6$,
- za konstrukcijo s povezanim zidovjem: $q = 2.0$, $\mu_u = 2.5$, in
- za konstrukcijo z armiranim zidovjem: $q = 2.5$, $\mu_u = 3.6$.

Kadar vrednost globalnega faktorja duktilnosti μ_u , izračunana z enačbo (17) presega zgoraj navedene vrednosti, in je pri tem izpolnjen tudi pogoj za nosilnost, podan z enačbo (16), potresna odpornost konstrukcije ustreza pogojem EC 8. Kadar konstrukcija ustreza pogojem enačbe (16), ne ustreza pa zahtevam za globalno duktilnost na nivoju računske nosilnosti, duktilnost preverimo na nižjem nivoju odpornosti. Če na nivoju, na katerem je zadoščeno zahtevam po globalni duktilnosti, nosilnost še vedno ustreza pogojem enačbe (16), je potresna odpornost konstrukcije ustrezna. Če ne, je treba konstrukcijo preprojektirati.

5 SKLEPI

Obširne in v mednarodnem merilu koordinirane eksperimentalne in analitične raziskave obnašanja zidanih konstrukcij pri potresni obtežbi so omogočile razvoj novih tehnoloških rešitev in sodobnih metod za preverjanje potresne odpornosti. Zaradi številnih posebnosti, ki jih ima zidovje kot gradbeni material, in zaradi različnih sistemov gradnje ni lahko izdelati enotnih pravil in računskih modelov, ki bi veljali za vse sisteme gradnje. Še posebej pomanjkljivi so eksperimentalni podatki v primeru klasičnega zidovja, armiranega z armaturo v spojnicah, pri katerem je treba poiskati pravila za ravnotežje med nosilnostjo zidakov in malte na eni, ter jeklene armature na drugi strani. Dodatne eksperimentalne raziskave in parametrične študije so potrebne tudi za končno potrditev vrednosti faktorjev obnašanja konstrukcije za različne sisteme zidanja. In ne nazadnje, različne že uveljavljene eksperimentalne metode, ki se uporabljajo za določitev mehanskih lastnosti zidovja, je potrebno harmonizirati tudi v mednarodnem merilu.

POJASNILO

Članek je sinteza treh preglednih prispevkov, ki jih je avtor pripravil za različne priložnosti: state-of-the-art poročila Recent advances in earthquake-resistant design of masonry buildings: European prospective za 11. svetovno konferenco o potresnem inženirstvu v Acapulcu leta 1996, katere zbornik je izšel pri založbi Elsevier, naročenega članka Seismic design of masonry structures, ki bo izšel predvidoma septembra 1997

v reviji Progress in Structures and Materials in prispevka Seismic verification of masonry buildings: following the new trends, napisanega za delavnico Seismic design methodologies for the next generation of codes, ki je bila junija 1997 na Bledu in katere zbornik bo izšel pri založbi Balkema. V članku so predstavljeni tudi rezultati najnovejših raziskav, ki smo jih na področju potresne odpornosti zidanih konstrukcij izvedli na Zavodu za gradbeništvo Slovenije.

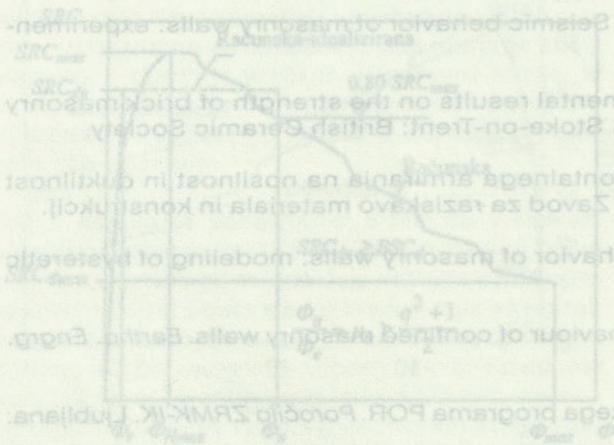
L I T E R A T U R A

1. CEN, Brussels 1995. *Eurocode 6: Design of masonry structures, Part 1-1: General rules for buildings. Rules for reinforced and unreinforced masonry.* ENV 1996-1-1: 1995.
2. CEN, Brussels 1995. *Eurocode 8: Design provisions for earthquake resistance of structures, Part 1-2: General rules - General rules for buildings.* ENV 1998-1-2: 1995.
3. Tomaževič, M., P. Weiss 1994. Seismic behavior of plain- and reinforced-masonry buildings. *J. Struct. Engrg.* 120: 323-338.
4. Tomaževič, M., I. Klemenc 1997. Verification of seismic resistance of confined masonry buildings. *Earthq. Engrg. & Struct. Dyn.* 26: 1073 - 1088.
5. Paulay T., M.J.N. Priestley 1992. *Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings.* New York: John Wiley & Sons.
6. Wakabayashi M., T. Nakamura 1984. Reinforcing principle and seismic resistance of brick masonry walls. *Proc., 8th World Conf. on Earthquake Engrg.,* Vol. 5: 661-667. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
7. Ewing, R.D., A.M. El-Mustapha, J.C. Kariotis 1988. A finite element computer program for the nonlinear static analysis of reinforced masonry walls. *Proc., 8th Int. Brick/Block Masonry Conf.,* Vol. 2: 1119-1130. London and New York: Elsevier Applied Science.
8. Lotfi, H.R. & P.B. Shing 1994. Interface model applied to fracture of masonry structures. *J. Struct. Engrg.* 120: 63-80.
9. Tomaževič, M., M. Lutman, L. Petković 1996. Seismic behavior of masonry walls: experimental simulation. *J. Struct. Engrg.* 122: 1040-1047.
10. Turnšek, V., F. Čačovič 1971. Some experimental results on the strength of brick masonry walls. *Proc., 2nd Int. Brick-Masonry Conf.:* 149-156. Stoke-on-Trent: British Ceramic Society.
11. Tomaževič, M., R. Žarnić 1984. Vpliv horizontalnega armiranja na nosilnost in duktilnost zidov - I. del. *Poročilo ZRMK/IKPI-84/03.* Ljubljana: Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij.
12. Tomaževič, M., M. Lutman 1996. Seismic behavior of masonry walls: modeling of hysteretic rules. *J. Struct. Engrg.* 122: 1048-1054.
13. Tomaževič, M., I. Klemenc 1997. Seismic behaviour of confined masonry walls. *Earthq. Engrg. & Struct. Dyn.* 26: 1059 - 1071.
14. Tomaževič, M. 1978. Izpopolnitev računalniškega programa POR. *Poročilo ZRMK-1K.* Ljubljana: Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij.
15. Tomaževič, M., V. Turnšek 1982. Verification of the seismic resistance of masonry buildings. *Proceedings of the British Ceramic Society No. 30:* 360-369. Stoke-on-Trent: Shelton House.

- 16. Costley, A.C., D.P.Abrams 1996. Dynamic response of unreinforced masonry buildings with flexible diaphragms. *Technical Report NCEER-96-0001*. Buffalo: National Center for Earthquake Engineering Research.
- 17. Tomaževič, M. 1997. Seismic design of masonry structures. *Progress in Struct. Engrg. & Mat.*. Hertfordshire: Construction Research Communications., Ltd. 1: 88 - 95.
- 18. Tomaževič, M. 1997. Seismic resistance verification of masonry buildings: following the new trends. P.Fajfar in H.Krawinkler, ur.: *Seismic design methodologies for the next generation of seismic codes*. Rotterdam: Balkema. V tisku.

Postopek je obravnavan na sliki 13, kjer je izračunana ovojnica dejanske konstrukcije predstavljena z treddimenzionalnimi parametri, kot sta ϕ in λ , ki ga predstavljata razmerje med računsko in dejansko potresno odpornostjo in teža stavbe, in kot etažna zasuka ϕ , ki je razmerje med relativnim pomikom in teži stavbe. Ovojnice so izračunane za različne vrste konstrukcij, ki so predstavljene na sliki 13. Ovojnice so izračunane za različne vrste konstrukcij, ki so predstavljene na sliki 13. Ovojnice so izračunane za različne vrste konstrukcij, ki so predstavljene na sliki 13.

15) Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings. Ewing R.D., A.M. El-Mustapha, J.C. Karoliz 1988. A finite element computer program for the nonlinear static analysis of reinforced masonry walls. Proc., 8th Int. Conf. on Earthquake Engineering, Vol. 2, pp. 1130-1139. London and New York: Elsevier Applied Science.



15) Tomaževič, M. V. Turnšek 1982. Verification of the seismic resistance of masonry walls. Proceedings of the British Ceramic Society No 30: 360-369. Stoke-on-Trent: British Ceramic Society.

1. CEN, Brussels 1995. Eurocode 6: Design of masonry structures - Part 1-1: General rules and unreinforced masonry structures. EN 1995-1-1. Brussels: CEN.

1. CEN, Brussels 1995. Eurocode 6: Design of masonry structures - Part 1-1: General rules and unreinforced masonry structures. EN 1995-1-1. Brussels: CEN.

5 SKLEPI

1. CEN, Brussels 1995. Eurocode 6: Design of masonry structures - Part 1-1: General rules and unreinforced masonry structures. EN 1995-1-1. Brussels: CEN.

15) Tomaževič, M. V. Turnšek 1982. Verification of the seismic resistance of masonry walls. Proceedings of the British Ceramic Society No 30: 360-369. Stoke-on-Trent: British Ceramic Society.

SLOVENSKE ŽELEZNICE V LUČI RAZVOJA EVROPSKEGA PROMETNEGA SISTEMA

Slovene Railways in the As- pect of European-Traffic- System Development

UDK 625.1(497.12) : 656

BOGDAN ZGONC

P O V Z E T E K

Ugodna prometna lega Slovenije, ki na eni strani meji na države EU in hkrati omogoča najboljšo povezavo med severnojadranskimi pristanišči (Koper, Reka, Trst) ter državami Srednje in vzhodne Evrope, predstavlja eno od njenih prometnih komparativnih prednosti. V tem pogledu sta za Slovenijo izjemnega pomena Koridorja V (Trst/Koper-Ljubljana-Budimpešta-Uzgorod-Lvov) in X (Salzburg-Ljubljana-Zagreb/Maribor-Zidani

most-Zagreb/Beograd), ki predstavljata dva izmed desetih prioritarnih koridorjev med EU in ostalimi evropskimi državami.

V članku so opisani investicijski posegi in prometni tokovi v koridorju, gradnja nove železniške povezave Slovenije z Madžarsko in predstavljen pomen luke Koper za slovenski prometni sistem.

Na panevropski konferenci marca leta 1994 na Kreti, ki je obravnavala bodoči razvoj transportne infrastrukture v Evropi, je bilo prioritarno določeno 9 koridorjev, ki naj bi bili realizirani do leta 2010. Med temi koridorji je za Slovenijo izjemno pomemben Koridor V v smeri Trst/Koper - Ljubljana - Budimpešta - Uzgorod - Lvov in koridor X (Salzburg - Ljubljana - Zagreb / Maribor - Zidani most - Zagreb / Beograd). S temi koridorji se je Slovenija vključila v prioritete načrte razvoja evropske železniške infrastrukture in si tako ustvarila pogoje postati integralni del evropskega železniškega sistema.

Avtor:

Dr. Bogdan Zgonc, Slovenske železnice d.d., Kolodvorska 11, 1000 Ljubljana

SLOVENSKE ŽELEZNICE KOT INTEGRALNI DEL EVROPSKEGA ŽELEZNIŠKEGA SISTEMA

Ugodna prometna lega Slovenije, ki na eni strani meji na države EU in hkrati omogoča najboljšo povezavo med severnojadranskimi pristanišči (Koper, Reka, Trst) in državami srednje in vzhodne Evrope, predstavlja eno od njenih najpomembnejših komparativnih prednosti.

To velja tudi za Slovenske železnice, ki iz mednarodnega tovornega prometa ustvarijo več kot 80 % svojih prihodkov. Prek Slovenije potekajo pomembne železniške magistralne smeri, ki so mednarodno verifisirane v sporazum AGC, AGTC in TER.

Strateška orientacija Slovenskih železnic v izgradnjo modernega in ekološko prijaznega prometnega sistema, ki bi bil v vseh bistvenih segmentih (organiziranosti, kakovosti storitev in infrastrukturi) primerljiv s prometnim sistemom EU, je tako prvi pogoj za varolizacijo te prednosti kakor tudi logična posledica okolja, v katerem živimo. Praktična realizacija te usmeritve se odraža predvsem v dveh dokumentih, ki ju je obravnaval tudi slovenski parlament, in njuni realizaciji v zadnjih dveh letih.

Prvi je zakon o Slovenskih železnicah, ki je v celoti zasnovan na modelu Direktive 440 EU. Zakon vsebuje način lastninjenja železnice, opredelitev odgovornosti za razvoj železniške infrastrukture, ločitev infrastrukture od prometa, prost dostop do infrastrukture, opredelitev javnih funkcij, ki jih železnica mora opravljati, in uvedbo tržnih načel poslovanja. Slovenske železnice so že organizirane v skladu z omenenim zakonom kot delniška družba z obvezo opravljanja določene javne funkcije, celoten proces prestrukturiranja, ki že daje prve rezultate, pa spremljata in usmerjata dve evropski svetovalni hiši: Konzorcij TIFSA (Sofrerail, Kennedy and Donkin, Peat Marwich, Prometni institut) in DANRAIL CONSULT AS. Rezultat sodelovanja s temi svetovalnimi hišami, ki ga financira PHARE, sta študiji Restructuring support to Slovenian Railways in Technical proposal for maintenance of railway infrastructure. Vzporedno s tem so Slovenske železnice v letu 1997 pridobile standard kakovosti, ISO 9000.

Drugi dokument je Nacionalni program razvoja slovenske železniške infrastrukture, katerega izhodišče in temeljni cilj je harmonizacija slovenske železniške in luške infrastrukture s tovrstno infrastrukturo v EU, ob upoštevanju enotnih tehniških parametrov, ki so opredeljeni v dokumentih UIC, AGC, AGTC, in TER. Prvi korak k temu cilju je investicijski ciklus na Slovenskih železnicah, pri katerem sodelujeta EBRD - European Bank for Reconstruction and Development ter EIB - European Investment Bank s krediti v višini 125,7 mio ECU. Ta denar je porabljen v prvi vrsti za obnovo zgornjega ustroja in vozne mreže, za povečanje osnih obremenitev na 22,5 t, odpravo ozkih grl, zgraditev novega digitalnega telekomunikacijskega sistema in dopolnitev informacijskega sistema. Z realizacijo tega programa, ki je v končni fazi bo zagotovljena maksimalna pretočnost slovenskega železniškega sistema tudi za kombinirani promet. Dolgoročni načrt razvoja slovenske železniške infrastrukture po tem programu je razviden iz slike 1.

KORIDOR V (TRST/KOPER-LJUBLJANA-BUDIMPEŠTA-UZGOROD-LVOV)

MEDNARODNI POMEN KORIDORJA

Koridor V se ujema z glavno smerjo JZ-SV tako imenovanega slovenskega železniškega križa. Smerjo, v katero so se po nedavnih političnih spremembah na območju nekdanje Jugoslavije in srednje ter vzhodne Evrope preusmerili glavni prometni tokovi tako na železnici kot na cesti. (Slika 2):

GEOGRAFSKI POLOŽAJ SLOVENIJE

ITALIJA

AVSTRIJA

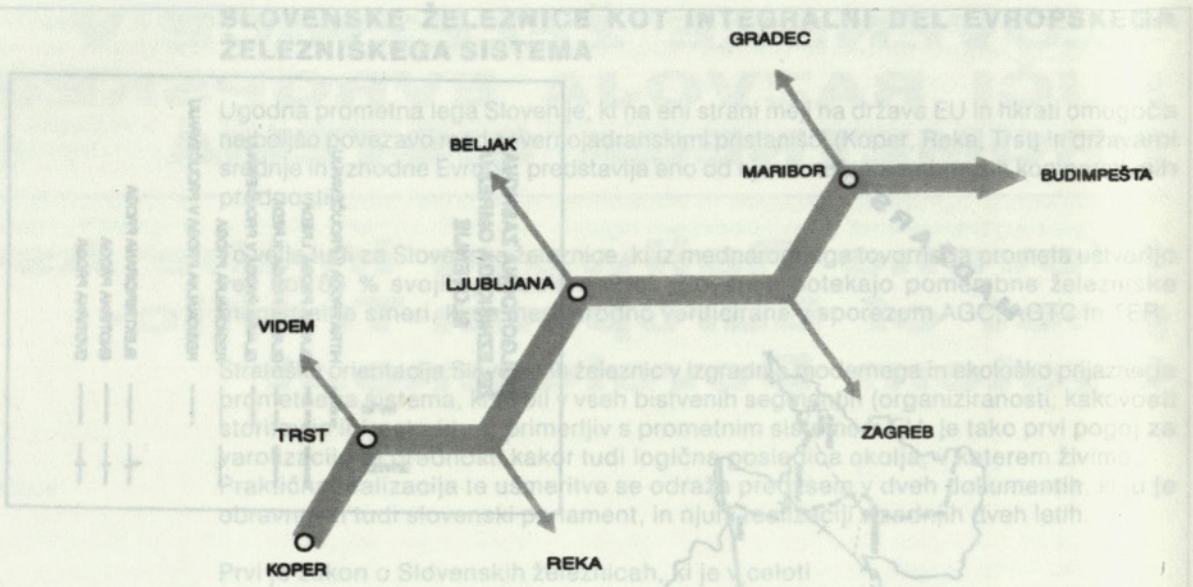
MADŽARSKA

HRVAŠKA



DOLGOROČNA ZASNOVA ŽELEZNIŠKEGA OMREŽJA SLOVENIJE

STANJE	PLAN	
		HITRA PROGA V PROUČEVANJU
		GLAVNA PROGA I. REDA
		GLAVNA PROGA II. REDA
		GLAVNA PROGA V PROUČEVANJU
		REGIONALNA PROGA
		REGIONALNA PROGA V PROUČEVANJU
		ELEKTRIFICIRANA PROGA
		ENOTIRNA PROGA
		DVOTIRNA PROGA



HRBTENICA SLOVENSKEGA ŽELEZNIŠKEGA SISTEMA

Obraunavani koridor se ujema s progami Evropskega sporazuma o pomembnejših mednarodnih progah - AGC in Evropskega sporazuma o pomembnejših progah mednarodnega kombiniranega transporta - AGTC (slika 3):

- E 65 in CE 65: Gdynia-Varšava-Breclav-Cunaj-Bruck a. d. Mur-Beljak-Jesenice-Ljubljana-Pivka-Rijeka
- E 67 in CE 67: Bruck a. d. Mur-Gradec-Šentilj-Zidani Most
- E 69 in CE 69: Budimpešta-Kotoriba-Pragersko-Zidani Most-Ljubljana-Koper
- E 70 in CE 70: Pariz-Torino-Milano-Trst-Sežana-Ljubljana-Zagreb-Beograd-Sofia-Ankara

in s programi po sporazumu TER

- TO 69 Ormož-Puconci-Hodoš-Zalalövö-Szombathely-Csorna

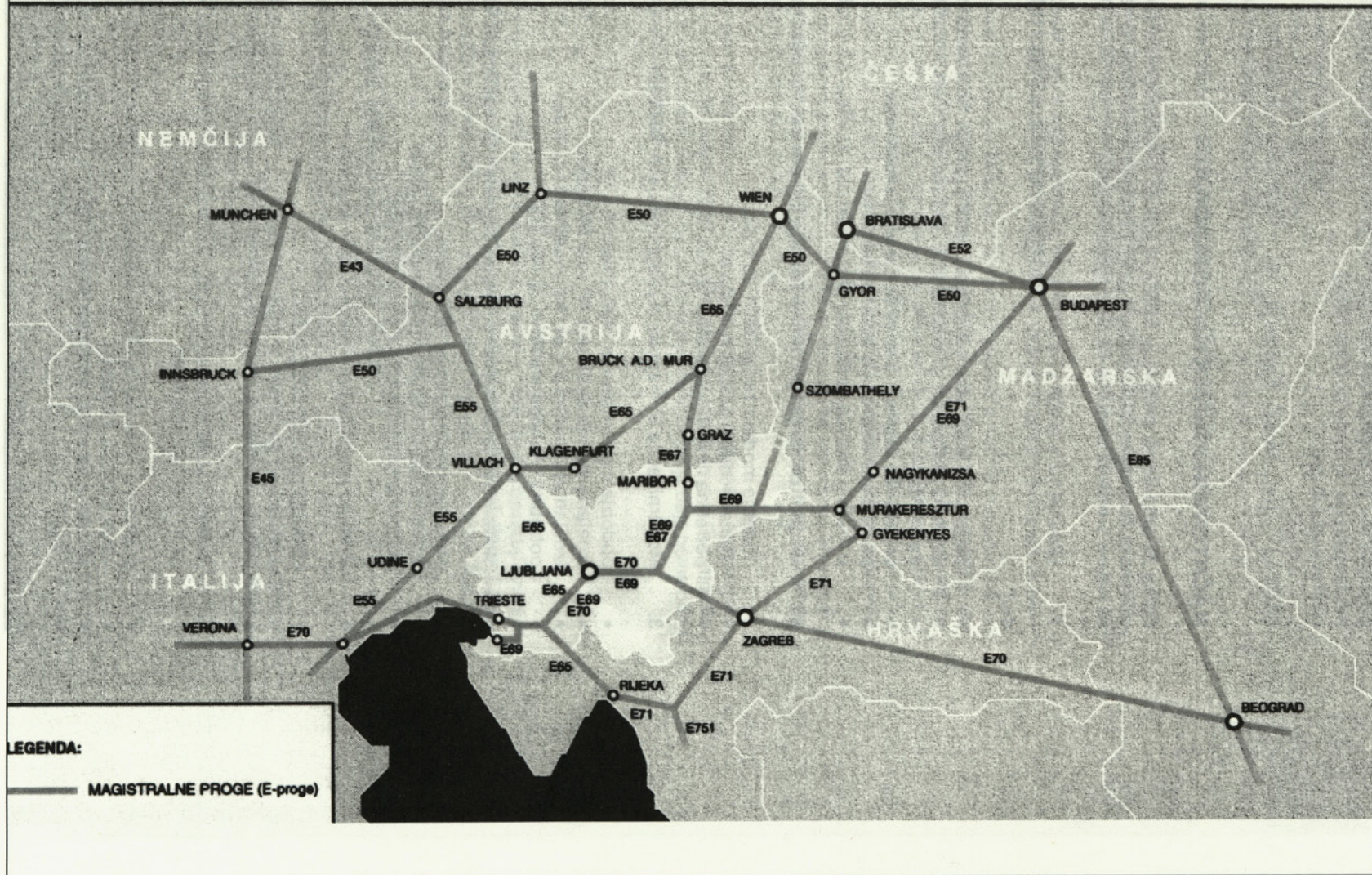
Zaradi preusmeritve prometa v ta koridor in zaradi prometa, ki ga ta smer ima za Slovenske železnice, so razpoložljiva sredstva kreditov ERBD in EIB za obdobje 1994-1997 v pretežni meri usmerjena na proge, ki se ujemajo s Koridorjem V.

PROJEKTI EBRD/EIB 1994-1997 V IZVAJANJU

Na progah Koridorja V zagotavljajo EBRD in EIB ter Republika Slovenije sredstva na naslednjih projektih, ki se že izvajajo (v mio USD):

- remonti prog na odsekih (118 km) 59,0
- obnova vozne mreže na odsekih (50 km) 8,8
- obnova mostov in zidov 4,8

GEOGRAFSKI POLOŽAJ SLOVENIJE



posodobitev TK naprav	13,0
modernizacija ranžirne postaje Zalog	14,2
odprava ozkih grl	8,2
SKUPAJ (na smeri Koridorja V):	USD 108,4

NAČRTOVANI PROJEKTI V KORIDORJU V.

Poleg že omenjenih projektov EBRD in EIB so v nacionalnem programu razvoja slovenske železniške infrastrukture v tem koridorju predvideni še naslednji projekti, za katere sredstva trenutno še niso zagotovljena.

1. Gradnja nove proge za neposredno povezavo Slovenije z Madžarsko, Puconci-Hodoš-Zalalöv v skupni dolžini 44 km (25,0 km slovenski del, 19,0 km madžarski del)

- podpisano je pismo o nameri za izgradnjo proge med Madžarsko in Slovenijo
- izdelana je študija upravičenosti (izvajalec angleška firma GIBB, financer pa EBRD)
- projekti so izdelani, ekološka presoja je narejena
- predvideno obdobje gradnje 1998-2000
- potrebna finančna sredstva (slovenski del) znašajo 83 mio ECU

2. Modernizacija proge Ormož-Murska Sobota (rekonstrukcija krivin)

- obdobje modernizacije 2001 do 2005
- izdelane idejno gradbene rešitve
- potrebna finančna sredstva 78 mio USD

3. Modernizacija SV naprav na progi Ljubljana-Sežana

- obdobje modernizacije 1998-1999
- izdelana študija Strategija razvoja SV naprav
- izdelan zasnovalni projekt za posamezne postaje
- potrebna finančna sredstva 22 mio USD

4. Modernizacija SV naprav na progi Pragersko-Ormož/Središče-Murska Sobota

- obdobje modernizacije 1998-2000
- izdelana študija Strategija razvoja SV naprav
- potrebna finančna sredstva 15 mio USD

5. Gradnja drugega tira Divača-Koper 45,8 km

- obdobje gradnje 2000-2005
- v pripravi so idejno gradbene rešitve
- potrebna finančna sredstva 138 mio USD

6. Modernizacija proge Ljubljana - Zidani Most - Pragersko (Maribor - Dunaj) za hitrosti do 160 km/h

- obdobje modernizacije 2001-2005
- idejni projekti v izdelavi
- potrebna finančna sredstva 50 mio USD

7. Vozlišče Ljubljana (obvozne proge in potniška postaja)

- obdobje gradnje po letu 2005
- izdelane idejno gradbene rešitve
- izdelana je investicijska zasnova
- potrebna finančna sredstva 250 mio USD

8. Gradnja nove hitre proge Trst - Ljubljana - Zidani Most - Zagreb

- obdobje gradnje po letu 2005
- v pripravi so idejno gradbene rešitve
- potrebna finančna sredstva 3.105 mio USD

PROMETNI TOKOVI V KORIDORJU V

Obstoječi prometni tokovi po železnici in izkoriščenost prog na Koridorju V so razvidni iz slike prometnih tokov. Trenutno je Slovenija povezana z Madžarsko prek Hrvaške na relaciji Ormož - Središče - Čakovec - Kotoriba - Murakerzsztur, saj sta bili progí, ki sta Slovenijo neposredno povezovali z Madžarsko v obdobju hladne vojne ukinjeni. Predvidena nova proga Puconci - Hodoš - Zalačövö poteka v glavnem v istem koridorju kot predhodno ukinjena, vendar s sodobnejšimi parametri.

Nova železniška proga predstavlja edino direktno železniško povezavo Slovenije z Madžarsko in zagotavlja najkrajšo transportno pot po železnici med Slovenijo, Italijo in severozahodno Madžarsko. (Slika 4)

Pomembno mesto na tem koridorju je Komarno, kjer je most prek Donave, ki omogoča, da se tranzitni tovorni promet izogne velikima aglomeracijama Bratislave in Budimpešte. Primerjava razdalj med Trstom in Komarnom po koridorjih TEAM študije daje pomembno prednost smeri prek Hodoša:

via Hodoš	609 km
via Zagreb	774 km
via Čakovec	738 km

Z vidika analize prometnih tokov so Slovenija, Italija in Madžarska opredeljene kot ožje gravitacijsko območje za novo progo, kot širše območje pa dežele južne - srednje Evrope in dežele severozahodne Evrope (Češka, Slovaška, Poljska, Ukrajina, Belorusija, Ruska federacija).

OBSEG BLAGOVNE MENJAVE V LETU 1993

1. Med državami ožjega gravitacijskega območja:

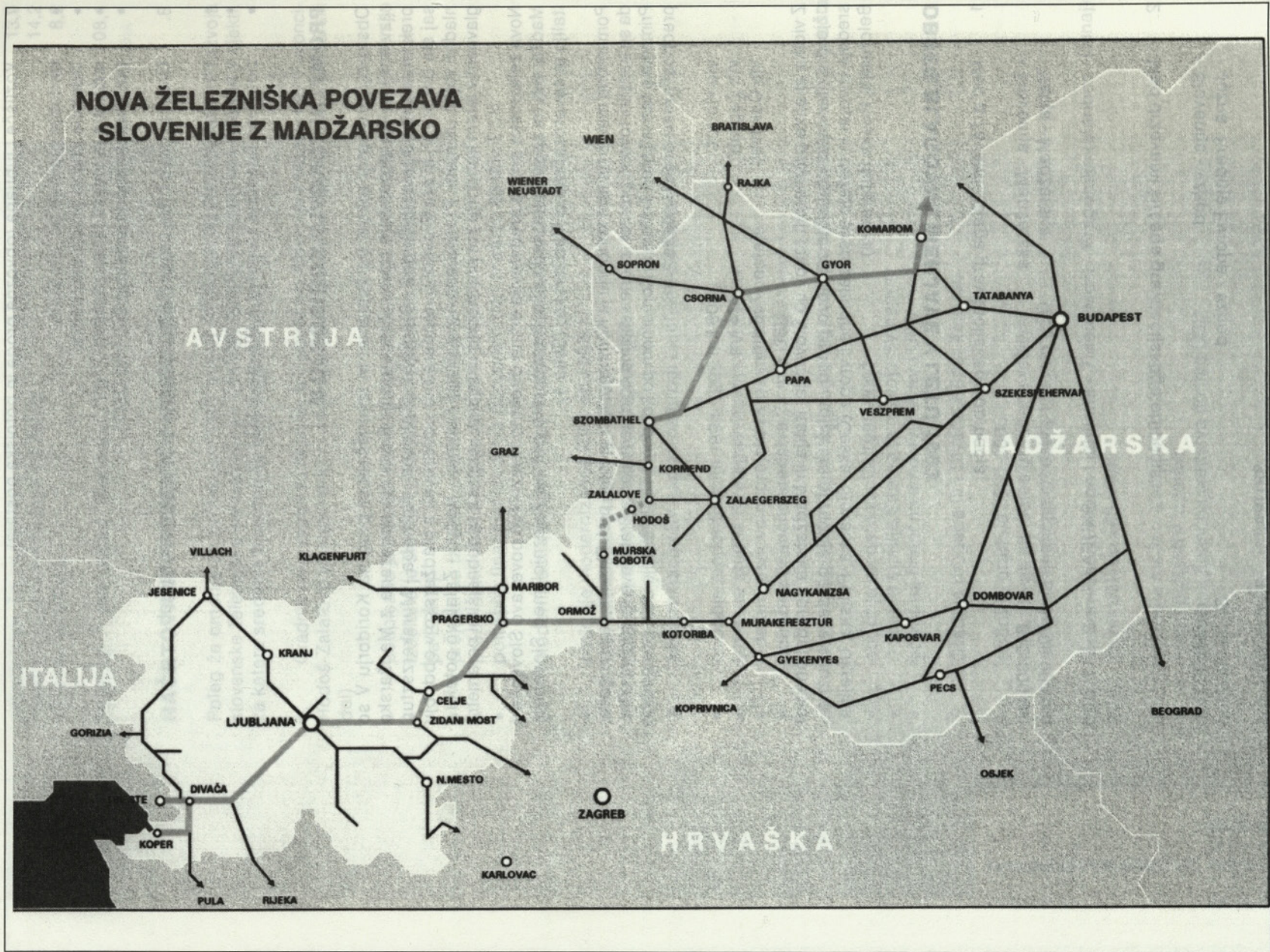
- Slovenija - Madžarska	812.000 ton
- Italija - Madžarska	1.705.000 ton
SKUPAJ:	2.517.000 ton

2. Med državami širšega gravitacijskega območja:

- Slovenija - vzhod	1.688.000 ton
- Južna, Srednja Evropa - vzhod	36.327.000 ton

SKUPAJ: 38.015.000 ton

Bogdan ZGONC: SŽ v luči razvoja evropskega prometnega sistema



OBSTOJEČI TRANSPORTNI TOKOVI PREK SLOVENIJE, KI IZVIRAJO IZ MENJAVE TEH DEŽEL (Slika 5)

1. Med državami ožjega gravitacijskega območja:

	Skupaj	železnica	cesta
Slovenija - Madžarska	663.400	460.200	203.200
Italija - Madžarska	921.200	921.200	-----
Skupaj	1.584.600	1.381.400	203.200

2. Med državami širšega gravitacijskega območja:

	Skupaj	železnica	cesta
Slovenija - vzhod	282.300	117.100	165.200
Koper - Madžarska	457.300	389.000	68.300
Koper - vzhod	13.500	13.500	-----
južna srednja evropa-vzhod	2.152.900	513.400	1.639.500
Skupaj	2.906.000	1.033.000	1.873.000

3. SKUPAJ:

4.490.600	2.414.400	2.076.200
------------------	------------------	------------------

OBSTOJEČI TRANSPORTNI TOKOVI, KI IZVIRAJO IZ MENJAVE TEH DEŽEL IN TEČEJO MIMO SLOVENIJE

- prek Italije (Trbiž) in Avstrije	2.150.000 ton
- prek Luke Reka in Hrvaške	850.000 ton

Obseg tovora, ki ga je možno dodatno pridobiti na ta koridor, je odvisen po eni strani od obsega blagovne menjave med državami, po drugi pa od elementov, ki vplivajo na kakovost prevozne storitve ter od uspešnosti trženja teh storitev na trgih omenjenih držav. Vsekakor pa velja, da je Koridor V za Slovenijo ključnega pomena in da morajo biti investicijska vlaganja, od katerih sta odvisna kakovost in čas prevoza, usmerjena prvenstveno na ta koridor.

LUKA KOPER

V vseh zgodovinskih obdobjih je bila Slovenija vedno del Evrope, saj je predstavljala pomembno tranzitno ozemlje, ki je povezovalo srednjo in vzhodno Evropo z Jadranom. Ena izmed razlik med preteklimi obdobji in današnjim je tudi v tem, da se je dvema tradicionalnima lukama - Reki in Trstu v letu 1957 pridružila še tovorna luka v Kopru, ki je v letih svojega obstoja tehnološko dohitela in celo prehitela svoji bližnji pristanišči. Zgrajene zmogljivosti ji danes omogočajo 6 - 7 mio ton letnega prometa, predvsem pa je njena prednost v veliki prostorski možnosti za nadaljnje širjenje svoje dejavnosti.

Luka Koper je torej danes učinkovito ter tehnološko sodobno opremljeno pristanišče, specializirano za pretovor generalnega blaga, kontejnerjev, vozil ter blaga v razsutem in tekočem stanju. Razpolaga s 350 ha zemljišč, 2.250 m operativnih obal, 25 km

Bogdan ZGONC: SŽ v luči razvoja evropskega prometnega sistema

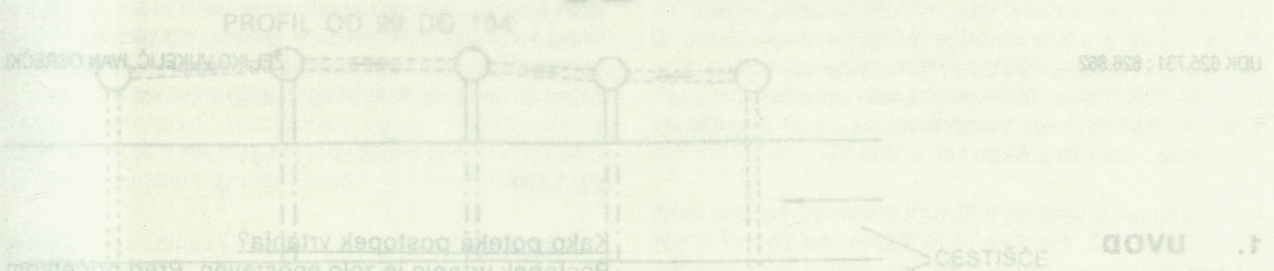
železniških tirov, 104 tisoč m² cestišč, 55 ha odprtih skladiščnih površin, ... Svoje storitve prodaja na slovenskem trgu ter na tako imenovanih tranzitnih tržiščih, med katerimi izstopajo Avstrija, Madžarska, Češka in Slovaška, v prekomorskem delu pa prevladujejo sredozemske in črnomorske države, dežele Bližnjega, Srednjega in Daljnega vzhoda in delno afriške države.

Glede na to, da je blagovni prekomorski substrat Slovenije majhen, sloni vsa luška prihodnost na tranzitnih tržiščih. Evropska unija, kamor se bo v naslednjih letih vključila ali je že vključena večina dežel, ki predstavljajo Luki Koper naravno gravitacijsko zaledje, predstavlja ogromen ekonomski potencial prek blagovne menjave s tremi državami. Drugo področje, ki se intenzivno odpira v svet, bivše republike Sovjetske zveze. Zadnje mogoče še najpomembnejše pa so države Daljnega vzhoda, ki intenzivno trgujejo z Evropo s proizvodi visoke tehnologije in potrebujejo za stabilno in konkurenčno oskrbo evropskega trga središče, kjer bo potekalo zbiranje in distribucija blaga. Vsi cilji, vizije pa so uresničljivi z dograjevanjem interne tehnološke transportne poti skozi slovenski prostor in predvsem navezavo na prometne sisteme sosednjih držav. Prav razvoj kopenske prometne infrastrukture je bil vedno tisti zaviralni dejavnik, ki ni omogočil valorizacije naravnih komparativnih prednosti, ki jih področje Jadran nudi.

Kako poteka postopek vrtanja? Postopek vrtanja je zelo enostaven. Pred pričetkom vrtanja je potrebno na začetku in koncu delovne linije narediti dveh komunikacijskih jaskaj dimenzija 1 m x 1,5 m. Po izdeltavi jaskaj in opravi vrtalne opreme lahko pričnemo vrtati. Vrtanje se izvaja s pomočjo diela v obliki kopa ter bentonitne ali polimerni zglajka. Jaskaj pod ohtikom teže oziroma tuši rhljno.ekozi katero napredujemo, z dielom pa določamo smer, globlino in naklon vtine. Vsek tenutek vrtanja nastane poznamo leto oziroma globlino diela. V dielu se namreč nahaja posebna sonda, ki oddaja signal. Z geodetski totim na površini zaznamo oddani signal. ki nam poda podatke o globlini, naklonu in smeri napredovanja diela. Vse te stvari kontroliramo smer napredovanja vtine in to lahko tudi spremenimo, če želimo. vtino navzgor ali navzdol (če obstoječe cavi ali kadi).

Ko je vrtina izvtarana, se dielo zamenja z razširjevalcem (dielo se poveča in vrtalna vtina), kdaž povezano z dvoslojno glavno skupaj v cavi oziroma kadi. V zvezi s timo vtino. Ko je vrtina izvtarana, pričnejo vrtati razširjevalni dielo in to vrtanje poteka pod nadzorom vodnega vrtanja. Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje. Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje.

Uvod v vodno horizontalno vrtanje je okoli dvajset metrov dolga. V vodni vrtini so nameščeni dva vrtalna kolov. Vrtalna kolov sta imenovana kot podzvočni vrtanje. Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje. Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje.



V vodno horizontalno vrtanje je okoli dvajset metrov dolga. V vodni vrtini so nameščeni dva vrtalna kolov. Vrtalna kolov sta imenovana kot podzvočni vrtanje. Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje. Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje.

Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje. Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje. Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje.

Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje. Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje. Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje.

Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje. Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje. Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje.

Uvod V vodno horizontalno vrtanje je okoli dvajset metrov dolga. V vodni vrtini so nameščeni dva vrtalna kolov. Vrtalna kolov sta imenovana kot podzvočni vrtanje. Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje.

Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje. Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje. Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje.

Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje. Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje. Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje.

Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje. Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje. Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje.

Slika 1. Vrtanje v vodni vrtini. Vrtanje se izvede pod nadzorom vodnega vrtanja kot podzvočni vrtanje.

SANACIJA NASIPA NA AC ŠENTILJ - PESNICA Z DRENAŽAMI IZVEDENIMI S TEHNOLOGIJO VODENEGA HORIZONTALNEGA VRTANJA

Improvement of Dam on the Highway Šentilj - Pesnica with Drainage Executed by Means of Led-Horizontal Bore Technology

UDK 625.731 : 626.862

ŽELJKO VUKELIČ, IVAN OSREČKI

1. UVOD

V Podjetju za geotehnična dela smo že dalj časa razmišljali, ali je možno polagati cevi in kable brez nam vsem tako poznanih neprijetnih klasičnih del. Uvideli smo, da to v tujini uspešno izvajajo že mnoga leta. Zato smo v pričetku leta 1996 z nemškim podjetjem FlowTex ustanovili mešano podjetje FlowTex - Geoprojekt, Ljubljana in investirali v opremo, ki omogoča izvajanje vodenega horizontalnega vrtanja.

In katere so prednosti vodenega horizontalnega vrtanja? Vodeno horizontalno vrtanje je **okolju prijazen** tehnološki postopek in ima pred klasičnimi izkopnimi deli naslednje prednosti:

- veliki napredki,
- izvajanje del brez hrupa,
- izvajanje del brez prašenja,
- preprostost vodenje in spremljanje del,
- ni vibracij (tresenja tal),
- izvajanje del tudi pod zaščitnimi objekti in okolji,
- neoviranje prometa.

Kako poteka postopek vrtanja?

Postopek vrtanja je zelo enostaven. Pred pričetkom vrtanja je potrebno na začetku in koncu delovne trase narediti dva komunikacijska jaška dimenzije 1 m x 1,5 m. Po izdelavi jaška in priprave vrtalne opreme lahko pričnemo vrtati. Vrtanje se izvaja s pomočjo dleta v obliki kopja ter bentonitne ali polimerne izplake. Izplaka pod pritiskom reže oziroma ruši hribino, skozi katero napredujemo, z dletom pa določamo smer, globino in naklon vrtnice. Vsak trenutek vrtanja natančno poznamo lego oziroma globino dleta. V dletu se namreč nahaja posebna sonda, ki oddaja signal. Z geodetektorjem na površini zaznamo oddani signal, ki nam poda podatke o globini, naklonu in smeri napredovanja dleta. Ves čas torej kontroliramo smer napredovanja vrtnice in jo lahko tudi spremenimo, če naletimo na oviro na izbrani poti (že obstoječe cevi ali kabli).

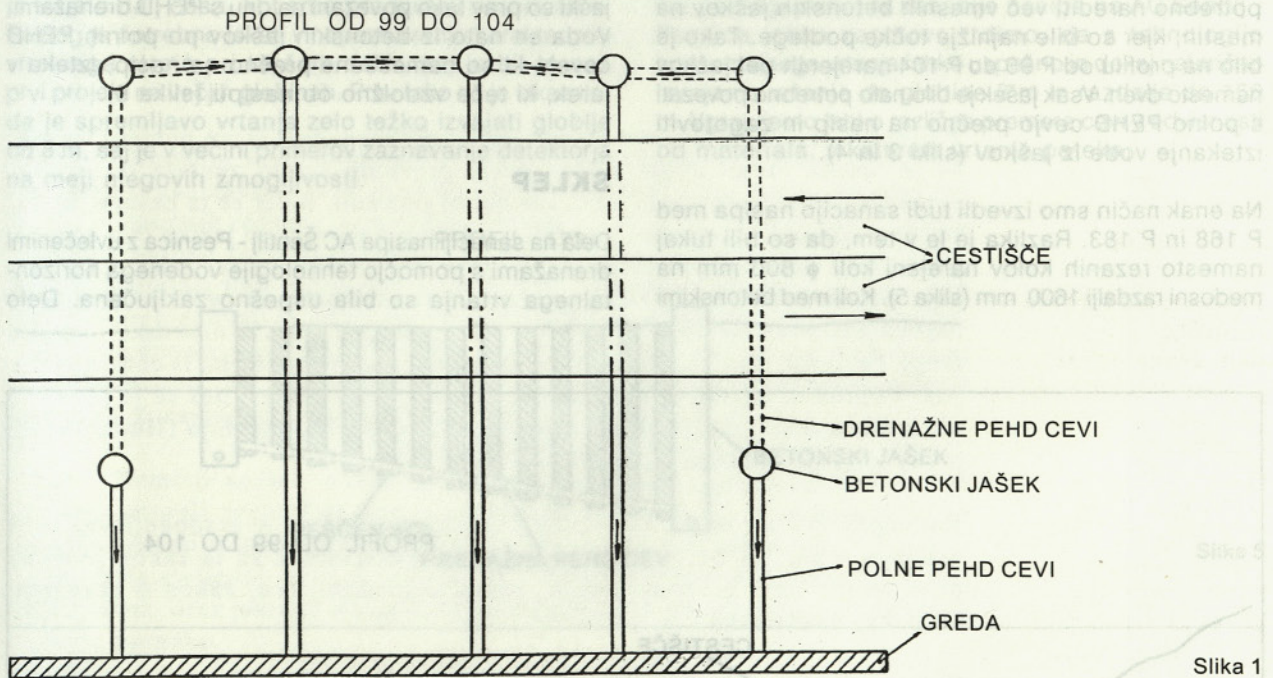
Ko je vrtnina izvrtana, se dleto zamenja z razširjevalcem (dleto za povečanje velikosti vrtnice), ki ga povežemo z uvlečno glavo skupaj s cevjo oziroma kablom, ki ga želimo v vrtno vgraditi. Ko je celoten sistem pripravljen, pričnemo vrtati (razširjevati vrtnico) in istočasno uvlačimo cev ali kable.

SANACIJA NASIPA NA AC ŠENTILJ - PESNICA (Z UVLEČENIMI DRENAŽAMI) IN TEHNOLOGIJO VODENEGA HORIZONTALNEGA VRTANJA

Tako kot pri vsaki novi tehnologiji smo tudi pri tej imeli veliko začetniških težav. Na raznih mestih in na razne načine smo hoteli prepričati investitorje, da je s to tehnologijo lažje in hitreje izvajati razna podvrtavanja cest oziroma je ekonomičnost na strani nove tehnologije. Le redki so se odločili za našo tehnologijo. Vendar, kakor pravi pregovor, se dober glas sliši v deveto vas, pa smo tudi mi začeli dobivati vedno več zahtev za podvrtavanja. Tehnologijo smo predstavili tudi prof. dr. Bojanu Majesu s Fakultete za gradbeništvo in geodezijo, ki je podal idejo o možnosti sanacije nasipa na AC Šentilj - Pesnica z izdelavo uvrtnih peščenih kolov in povezavo kolov z drenažami s pomočjo tehnologije vodenega horizontalnega vrtanja.

tleh. Količina vode je večja ob neugodnih vremenskih obdobjih. Voda, ki se pretaka po svojih "kanalih", moči okolno zemljino. Od tod so na posameznih globinah razmočene plasti zelo stisljivih srednje gnetnih glin z zelo nizkimi trdnostnimi lastnostmi. Pod površjem terena je v veliki globini kotanja neprepustne lapornate podlage. V to kotanjo lahko priteka podzemna voda v prostor pod nasipom iz višjih predelov nad desnim robom ceste, kakor tudi iz strani.

Prof. dr. Bojan Majes je izdelal projekt sanacije nasipa z izdelavo uvrtnih peščenih kolov ϕ 800 mm in ϕ 1000 mm ter povezavo le-teh s PEHD drenažami (slika 1). Izvedeni so bili gruščnati koli - rezani peščeni koli. Naloga gruščnatih kolov je bila preprečiti dostop podzemne vode iz pobočja nad cestnim nasipom in preprečitev dostopa vode iz prečnih smeri v prostor pod nasipom, za kar so bili izdelani gruščnati koli vzdolžno in prečno na nasip. Gruščnati koli so bili izvedeni s spiralnim izkopom brez ali z uporabo zaščitne cevi. Poudariti moramo, da smo na profilu od P 99

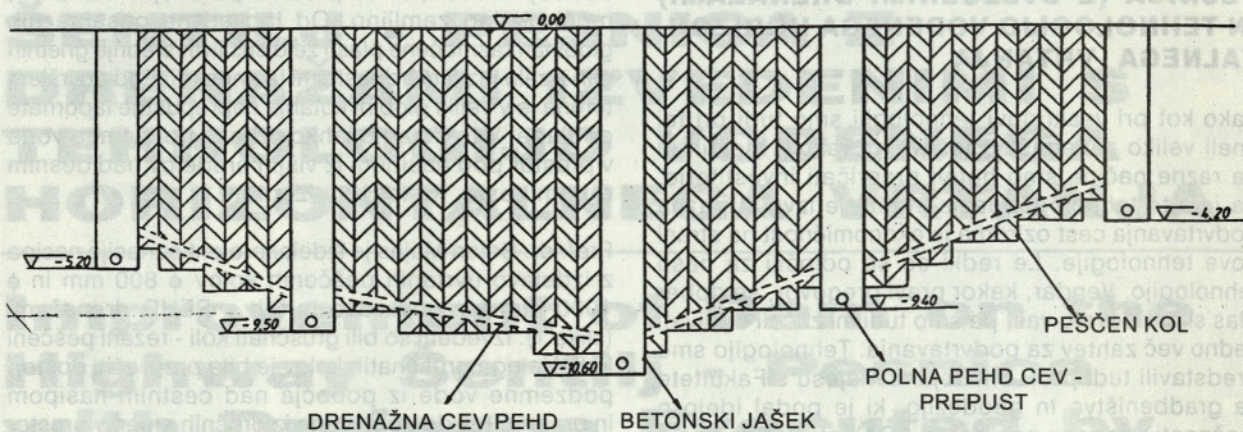


Slika 1

Po premisleku in posvetovanju s kolegi iz Nemčije smo se odločili sodelovati pri sanaciji nasipa s tehnologijo vodenega horizontalnega vrtanja. V Geotehničnem poročilu o vzroku poškodb na nasipu od P 99 do P 104 na AC Šentilj - Pesnica je bilo navedeno, da je za uspešno sanacijo nasipa potrebno preprečiti dostop tako površinske kot podzemne vode iz višjih predelov. V poročilu je navedeno, da v temeljnih tleh verjetno ni proste gladine talne vode. Podzemna voda se verjetno pretaka po vložkih večje prepustnosti v temeljnih

do P 104 uspešno izvedli gruščnate kole s tehnologijo spiralnega vrtanja, za katero smo posebej nabavili bager Casagrande. Gruščnati koli segajo do laporne podlage. Peščene kole smo nato povezali s PEHD uvrtnimi drenažami ϕ 160 mm in ϕ 100 mm ob dnu gruščnatih kolov (slika 2). Ob pričetku in koncu vsakega kraka peščenih kolov (na najnižji točki) je bil predviden globok krožni jašek. Jaške je bilo potrebno medsebjno povezati z drenažami. Vendar se je v času vrtanja peščenih kolov izkazalo, da se nivo podlage ne obnaša po predvidevanju, ampak niha. Zaradi tega je bilo

PROFIL OD 99 DO 104



Slika 2

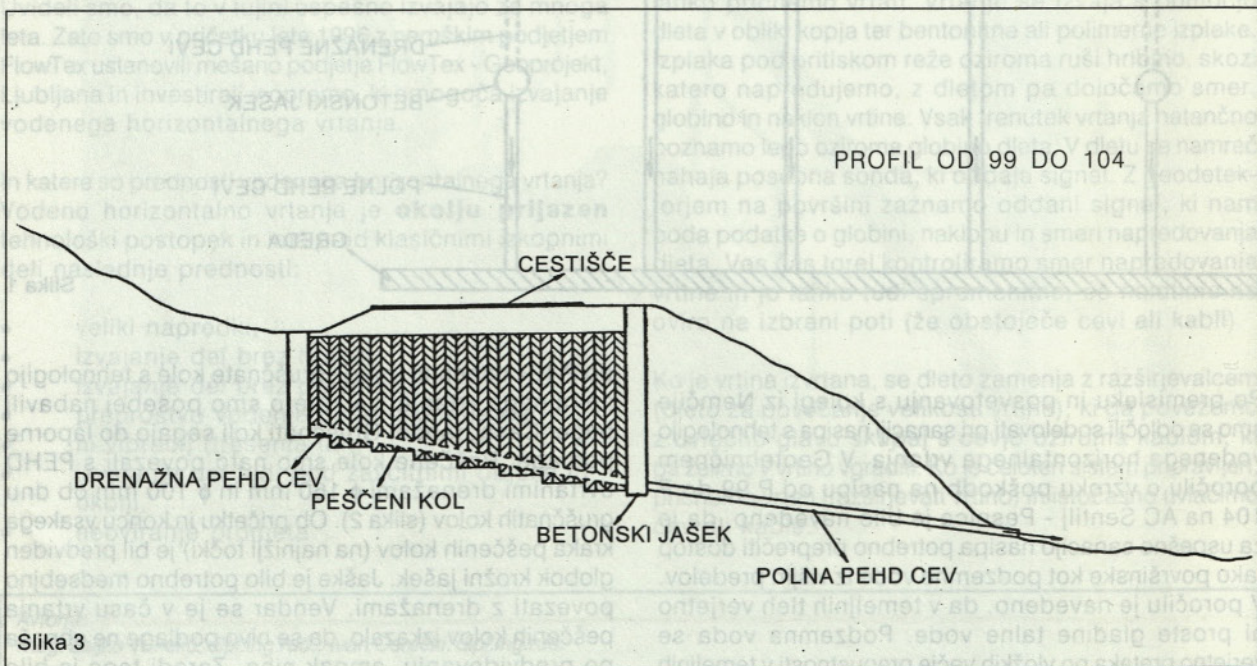
potrebno narediti več vmesnih betonskih jaškov na mestih, kjer so bile najnižje točke podlage. Tako je bilo na profilu od P 90 do P 104 narejenih pet jaškov namesto dveh. Vsak jašek je bilo nato potrebno povezati s polno PEHD cevjo prečno na nasip in zagotoviti iztekanje vode iz jaškov (sliki 3 in 4).

jaški so prav tako povezani na dnu s PEHD drenažami. Voda se nato iz betonskih jaškov po polnih PEHD cevah, ki so nameščene prečno na nasip, izteka v jarek, ki teče vzdolžno ob nasipu (slika 6).

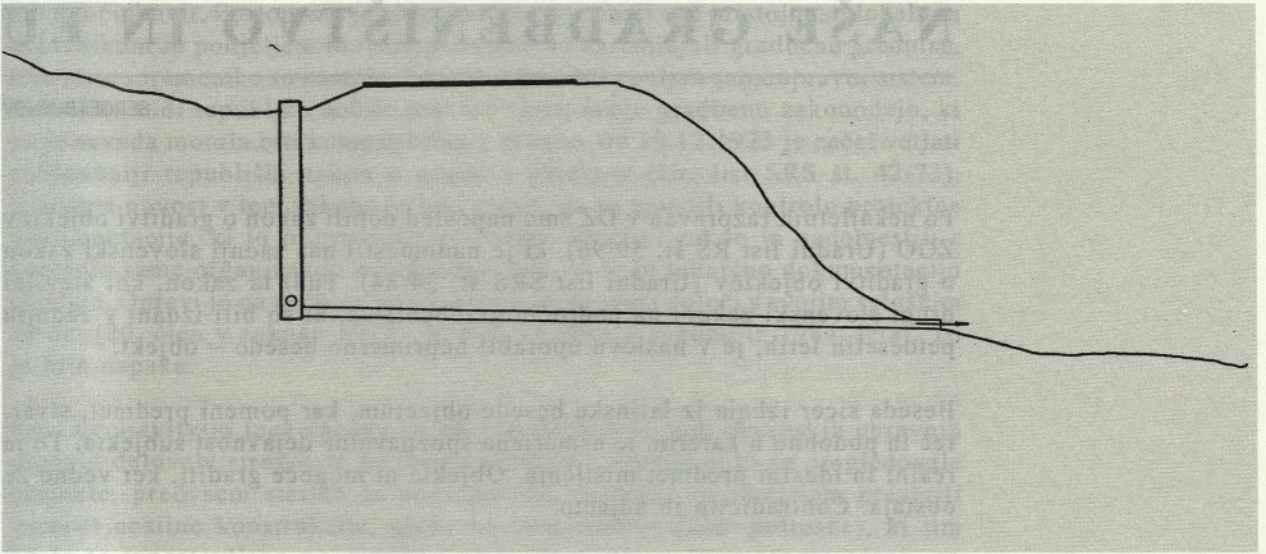
Na enak način smo izvedli tudi sanacijo nasipa med P 168 in P 183. Razlika je le v tem, da so bili tukaj namesto rezanih kolov narejeni koli ϕ 800 mm na medosni razdalji 1600 mm (slika 5). Koli med betonskimi

SKLEP

Dela na sanaciji nasipa AC Šentilj - Pesnica z uvlečenimi drenažami s pomočjo tehnologije vodenega horizontalnega vrtenja so bila uspešno zaključena. Delo



Slika 3

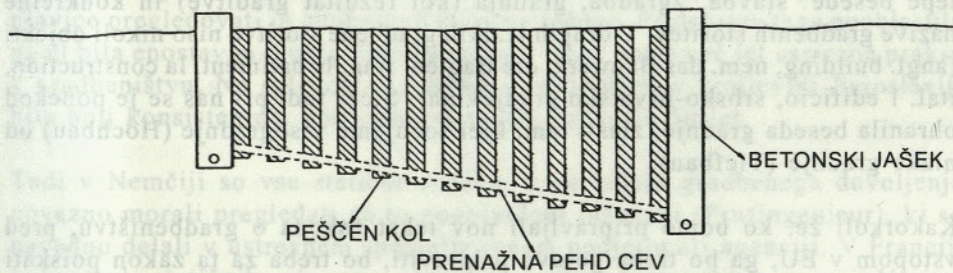


Slika 4

je trajalo dalj časa, kot smo predvideli na pričetku. Razlog je potrebno iskati v nepoznavanju karakteristik vrtnega stroja pri takšnih delih, saj je bil to naš prvi projekt na večjih globinah. Prav tako se je izkazalo, da je spremljavo vrtnja zelo težko izvajati globlje od 8 m, saj je v večini primerov zaznavanje detektorja na meji njegovih zmogljivosti.

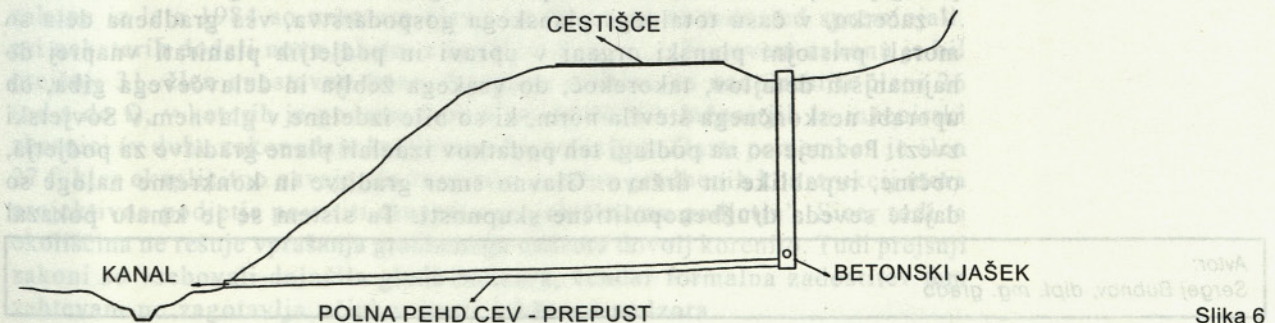
Na podlagi projekta sanacije nasipa na AC Šentilj - Pesnica lahko zagotovo trdimo, da s tehnologijo horizontalnega vrtnja lahko uspešno in dokaj natančno izvajamo vrtnja do globine 8 m in razdalje do 150 m. Vgrajujemo lahko različne premere cevi v odvisnosti od materiala, v katerem vrtnje poteka.

PROFIL 173



Slika 5

PROFIL 173



Slika 6

NAŠE GRADBENIŠTVO IN EU

SERGEJ BUBNOV

Po nekajletnih razpravah v DZ smo naposled dobili zakon o graditvi objektov ZGO (Uradni list RS št. 59/96), ki je nadomestil naš zadnji slovenski zakon o graditvi objektov (Uradni list SRS št. 34/84). Tudi ta zakon, kot številni drugi slovenski zakoni na področju gradbeništva, ki so bili izdani v zadnjih petdesetih letih, je v naslovu uporabil neprimerno besedo – objekt.

Beseda sicer izhaja iz latinske besede *objectum*, kar pomeni predmet, stvar, reč in podobno h katerim je usmerjena spoznavalna dejavnost subjekta. To je realni in idealni predmet mišljenja. Objekta ni mogoče graditi, ker vedno že obstaja. *Contradictio in adjecto*.

Kako se je ta objekt pojavil v naši gradbeni zakonodaji ni povsem jasno. Očitno so te zakone pripravljali gradbeni strokovnjaki, ki se niso dosti menili za filologijo in etimologijo. Morda se je pojavila na zveznem nivoju, ker se je temeljni zvezni zakon imenoval zakon o graditvi investicijskih objektov (Ur. list SFRJ št. 20/67, 24/67, 25/68, 30/68, 55/69, 60/70 in 24/71).

Pridevnik investicijski daje besedi objekt določen, bolj jasen pomen. Vendar se je beseda investicijski v slovenskih prevodih kmalu zgubila in ostal je samo objekt, ki ne pomeni tega, kar naj bi pomenil. Sicer se ta beseda, ki naj bi pomenila rezultat gradbene storitve, pri nas v pogovornem jeziku in poslovnih odnosih, v zadnjih petdesetih letih, tako uveljavila, da je domala izrinila lepe besede: stavba, zgradba, gradnja (kot rezultat graditve) in konkretne nazive gradbenih storitev. V drugih jezikih gradbene storitve niso nikoli objekti (angl. *building*, nem. *das Bauwerk*, *die Bauten*, fran. *le batiment*, *la construction*, ital. *l'edificio*, srbsko-hrvatsko *gradjevina*). Sicer tudi pri nas se je ponekod ohranila beseda gradnje, zlasti tam, kjer ločujemo visogradnje (*Hochbau*) od nizke gradnje (*Tiefbau*).

Kakorkoli že, ko bomo pripravljali nov tekst zakona o gradbeništvu, pred vstopom v EU, ga bo treba gotovo pripraviti, bo treba za ta zakon poiskati primernejše ime: gradbeni zakon, zakon o graditeljstvu, zakon o gradnjah, ali nekaj podobnega.

Našo gradbeno zakonodajo po vojni so velikokrat spreminjali, ker so jo morali prilagajati spremembam družbenopolitičnega in ekonomskega sistema v državi. V začetku, v času totalnega planskega gospodarstva, vsa gradbena dela so morali pristojni planski organi v upravi in podjetjih planirati vnaprej do najmanjših detajlov, takorekoč, do vsakega žebelja in delavčevega giba, ob uporabi neskončnega števila norm, ki so bile izdelane v glavnem v Sovjetski zvezi. Pozneje so na podlagi teh podatkov izdelali plane graditve za podjetja, občine, republike in državo. Glavno smer graditve in konkretne naloge so dajale seveda družbenopolitične skupnosti. Ta sistem se je kmalu pokazal

kot neučinkovit. Postopoma je oblast začela odstopati več pristojnosti lokalnim dejavnikom in podjetjem in temu primerno so spreminjali gradbene predpise. Bistvene spremembe so nastale, ko je v državi bil vpeljan samoupravni sistem. Takrat so tudi republike dobile pravico imeti svojo gradbeno zakonodajo, ki pa je seveda morala biti kompatibilna z zvezno. Od 19.12.1973 je začel veljati v Sloveniji republiški zakon o graditvi objektov (Ur. list SRS št. 42/73). Bistvena novost v tem zakonu je bila v tem, da so opustili kontrolo projektne dokumentacije, ki jo je predvideval zvezni temeljni zakon in nadomestili s kontrolo same organizacije združenega dela, ki je to tehnično dokumentacijo izdelala. Opravi jo na način in po postopku, ki ga sama določi s svojim splošnim aktom (20. člen v zakonu 1973 - leta in 31. člen v zakonu iz 1984. leta). To je bila napaka.

Pred uveljavitvijo tega zakona so pri republiških in tudi občinskih upravnih organih delovale strokovne gradbene revizijske komisije, ki so pregledovale projekte, predvsem statiko za pomembnejše zgradbe, z namenom preveriti varnost nosilne konstrukcije, glede na obremenitve (tudi potresne), ki jim bo le ta izpostavljena po zgraditvi. Na republiškem in zveznem nivoju so delovale tudi komisije za revizije investicijskih programov, za pomembnejše projekte. Te komisije so imele naloge ugotavljanja gospodarske in finančne upravičenosti investicije. Ko so gospodarske organizacije postale samostojne, pri razpolaganju s svojimi sredstvi, je takšna revizija postala nepotrebna in so bile te komisije ukinjene.

Ukinitev komisij, ki so obravnavale statiko konstrukcij in prenos teh revizij na samo organizacijo, ki je projekt izdelala, je praktično pomenila odpravo revizije statičnih računov. Institucija revizije statičnih računov je uveljavljena v vseh tehnično razvitih državah. Obstajala je tudi v kraljevini Jugoslaviji, kjer je obstajala tudi inženirska zbornica in pooblaščen inženirji, ki so imeli pravico pregledovati in odobravati statične račune. Pridobitev tega pooblastila pa ni bila enostavna. Poleg diplome je bilo treba imeti več let ustrezne prakse v gradbeništvu. Na splošno je gradbena zakonodaja v kraljevini Jugoslaviji bila bolj konsistentna, kot naša zakonodaja zadnjih 50 let.

Tudi v Nemčiji so vse statične račune, pred izdajo gradbenega dovoljenja obvezno morali pregledati za to pooblaščen inženirji (Prufingenieur), ki so navadno delali v ustreznem specializiranem podjetju ali agenciji. V Franciji je kontrola statičnih računov v glavnem v rokah dveh velikih agencij Veritas in Securitas. Brez potrdila teh agencij zavarovalnice ne prevzemajo v zavarovanje nobene zgradbe.

V našem novem zakonu iz leta 1996, ki je nekakšna adaptacija starega socialističnega zakona iz leta 1984 so nekatere člene črtali, ne da bi redosled spreminjali, pri nekaterih dodali nove tekste, z označbo a, b, c V novem zakonu je bil prejšnji 31. člen enostavno črtan. Njegovo vsebino so nadomestili členi 26 (od a do f), v katerih je podana snov o pooblaščenih inženirjih in inženirski zbornici (v duhu zakonodaje kraljevine Jugoslavije). Zlasti pomemben je člen 27 f, kjer eksplicitno navaja, da "revizijo načrtov gradbenih konstrukcij mora projektivno podjetje poveriti drugemu projektivnemu podjetju". Sicer tudi ta okoliščina ne rešuje vprašanja gradbenega nadzora dovolj korenito. Tudi prejšnji zakoni so vsebovali določila glede nadzora, vendar formalna zadostitev tem zahtevam ne zagotavlja učinkovitosti takšnega nadzora.

Nadzor je lahko učinkovit, če je zvezan z odgovornostjo, moralno in predvsem materialno. Ta problem je v novem zakonu prvič rahlo načet v 27 f. členu s stavkom "Projektivno podjetje se mora zavarovati pred odgovornostjo za škodo, ki bi utegnila nastati investitorju v zvezi z opravljanjem njegove dejavnosti". Vsekakor bo treba ta problem temeljito še obdelati v ustreznem podzakonskem aktu. Gradbeništvo je gospodarska panoga, ki se od drugih gospodarskih panog razlikuje po tem, da napake v proizvodnji te panoge lahko ogrozijo življenje številnih ljudi, ki niso sploh sodelovali v tej proizvodnji. Napake v kmetijstvu, v proizvodnji potrošnih dobrin prizadanejo samega proizvajalca in tudi potrošnika, ne ogrožajo pa njihova življenja. Edino proizvodnja atomske energije, glede morebitnega ogrožanja življenja ljudi, lahko primerjamo z gradbeništvom.

Ob potresu, ki je leta 1988 prizadel Armenijo, je umrlo okrog 25 000 ljudi. Vsi so bili žrtve napak v gradbeništvu. Napake nekaterih gradbenikov od vrhunskih protipotresnih strokovnjakov, ki so dovolili gradnjo hiš in drugih zgradb, s konstrukcijskimi sistemi, ki niso primerni za potresna območja, do gradbenih inženirjev in tehnikov, ki so te zgradbe gradili, in končno do delovodij na gradbiščih, ki so kradli cement in tako delali nekvaliteten beton. Za vse te žrtve so krivi ljudje, ki niso delali dovolj vestno, odgovorno in strokovno. Kriv je seveda tudi družbeni sistem, ki tega ni preprečil z ustrežno gradbeno zakonodajo in nadzorom nad njenim izvajanjem. Potres ni bil edini vzrok te katastrofe. Nekatero stavbo so vzdržale. Zato je v gradbeništvu vprašanje efikasnega gradbenega nadzora primarnega pomena. Določbe novega gradbenega zakona so sicer bolj usmerjene k temu problemu, kot so to bile določbe prejšnjih zakonov, vendar učinkovitost teh določb je odvisna predvsem od realne možnosti implementacije teh določb v praksi. Zakon dobi svojo vrednost le, če ga družba sprova v življenje, sicer je to samo mrtva črka na papirju. Naše kadrovske razmere v gradbeništvu, zlasti v upravni sferi gradbeništva, so daleč od tega, da bi bili kos temu problemu.

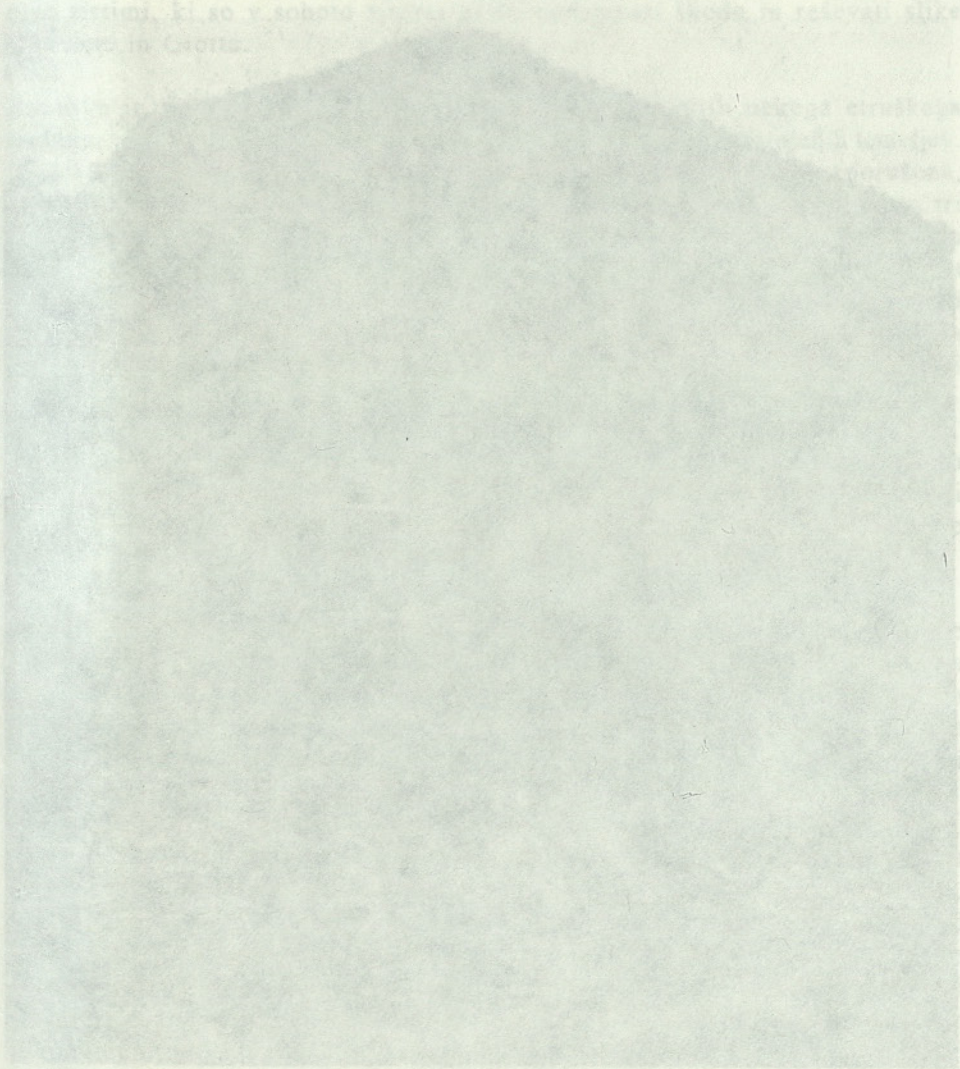
V Švici, ko načrtujejo izdajo novega zakona, najprej preverijo, ali so podani materialni in kadrovske pogoji, da bo ta zakon dosledno izvajan v praksi. Če bi zakon izvajali le nekateri, drugi pa ga nekaznovano neupoštevali, potem bi bila to krivica do tistih, ki bi ga dejansko izvajali. Pri nas so razmere na tem področju bile zelo slabe vseh 50 let po vojni. Uvedba samoupravljanja je še bolj zameglila vprašanje nadzora in odgovornosti. Oblast se je zanimala v glavnem le za palače in industrijske zgradbe. Privatna graditev je bila povsem zanemarjena. Tako smo v teh letih zgradili več kot 30 000 črnih gradenj.

Kako pa je drugje? Na letni skupščini nemške akademije za graditeljstvo in prostorsko planiranje (DASL) je zastopnik dežele Hessen (8 milijonov prebivalcev) že pred več kot dvajsetimi leti povedal, da v tej deželi ni niti ene črne gradnje. Nek bogataš je tam v svojem velikem gozdu, daleč od vseh cestnih komunikacij enkrat zgradil lovsko kočjo. Odkrili so jo iz helikopterja in jo je moral takoj na svoje stroške porušiti in še visoko kazen je plačal. Naši poizkusi preprečiti črne gradnje so se v zadnjih desetletjih povsem izjalovili. Črnograditelji se niso dali! Tipičen primer odpora črnograditeljev je bil nedavni pristop rušenja črne gradnje na obrobju Ljubljane (prikazan na TV Tedniku 20.3.1997), ko je črnograditelj šel na inšpektorja kar s sekuro.

Nespoštovanje zakonov na področju graditeljstva se je pri nas tako globoko zasadilo v ljudstvo, da bo treba še več let, morda desetletja, da bi se to izkoreninilo.

Delicta maiorum immeritus lues. Napake prednikov je nadlega nedolžnim. Da bi dosegli evropski red na področju gradbeništva pri nas, so potrebna sredstva in predvsem kadri. Število gradbenih in urbanističnih inšpektorjev na nivoju občin in državne uprave je treba bistveno povečati. Ne dvakrat ali trikrat, temveč večkrat. Na Bavarskem, na primer, v mestu Breitbrunn z 2,000 prebivalci imajo svojega gradbenega inšpektorja. Za vsako gradnjo, ki je višja kot en meter nad zemljo, je treba v Nemčiji imeti gradbeno dovoljenje. V vseh večjih naseljih deluje gradbena policija (Banpolizei). Tudi v Italiji deluje gradbena policija.

Določbe našega novega zakona o objektih so gotovo usmerjene proti Evropi. Toda po tej poti bo treba iti še veliko časa, nekaj let, da bi Evropo res dosegli. Treba bo nadomestiti približno 180 starih predpisov in več kot 1000 JUS standardov, izdelati več podzakonskih aktov in zagotoviti izvajanje zakona v praksi.



Zidani niso brez vezi po
Italiji

...zidovi, ki sprejemajo sunek vzhodnega sonca, so veliko bolj odporni, kot zidovi,
...ki niso sprejemajo sunek vzhodnega sonca, so mnogo bolj odporni, kot zidovi, ki
...na prvem potrebnih sil, znatno povečuje odpornost cele zgradbe. To je lahko
...pri pred porušenjem tudi v primeru močnega vetra.

Avtor:
Sergej Bubnov, dipl. inž. grad.

POTRES V ITALIJI

SERGEJ BUBNOV

Srednjo Italijo, provinci Umbrijo in Marche je v petek, 26. septembra 1997 prizadel močan potres. "Italija je zadeta v srce," je v soboto na naslovni strani napisal italijanski dnevnik Corriere della sera. Območje, ki ga je prizadel potres se nahaja v središču Apeninskega polotoka in se odlikuje po svoji lepi, zeleni pokrajini in po številnih kulturnih in umetniških spomenikih.

Po podatkih Inštituta za geofiziko v Rimu je bil prvi sunek ponoči med petkom in soboto ob 2. uri 33 minut. Imel je moč 5,5 po Richterju (magnitudo). Ljudje so mislili, da je s tem potres mimo in da je to bil najmočnejši sunek. Vendar devet ur pozneje, ob 11.43 je prišel enako močan sunek v dveh fazah, v razmaku



Zidana hiša brez vezi po potresu v Italiji

Avtor:
Sergej Bubnov, dipl. mg. gradb.

nekaj sekund; najprej z magnitudo 5,3 in takoj zatem z magnitudo 4,4. Pri obeh potresih je bila intenziteta nekje med 8. in 9. stopnjo Mercallijeve lestvice (praktično enaka kot naša MSK lestvica), vendar je bilo razdejanje dvojnega drugega sunka precej večje, kot pri prvem sunku ob 2.33, ker je ta drugi sunek dotolkel stavbe, katerih odpornost je bila že načeta pri prvem sunku.

Žrtev je bilo relativno malo, le deset ljudi je izgubilo življenje, ker je velika večina ljudi že po prvem sunku zapustila stavbe. Epicenter celotnega potresa se je premikal v jugo-zahodni smeri, iz območja Foligna, pri prvem sunku, v področje Todi in Spoleta, pri drugem sunku. Toda velika rušenja so nastala pri drugem sunku, med katerim je za Italijo najbolj boleče delno rušenje bazilike Sv. Frančiška v Assisiju, ki sicer leži severozahodno od Foligna.

Očitno je bila bazilika že pri prvem sunku hudo poškodovana in jo je drugi sunek delno podrl. Pod ruševinami je pokopal štiri osebe in ranil številne med tistimi, ki so v soboto zjutraj prišli ocenjevati škodo in reševati slike Cimabue in Giotta.

Bazilika je bila zgrajena v letih 1228-1258, na temeljih nekega etruškega templja, večkrat nadzidana in dozidana. Očitno ni imela dobro zgrajenih temeljev. Leta 1832 je bila Marijina kapela, v sestavi bazilike, vsled potresa porušena, pozneje v prejšnji obliki obnovljena. V seizmološki karti Italije, ki ima tri stopnje potresnega rizika, je to območje uvrščeno v območje z najvišjim rizikom. Sto kilometrov južno od tega območja je bil leta 1915 v Avezzanu katastrofalen potres, ki je zahteval 32.610 žrtev. V letih 1930 in 1980 so bili še južneje potresi v Basilikati, v Campagni in Arianu. Potresa sta zahtevala več kot 3.000 žrtev. Najmočnejši potres v Italiji v tem stoletju je bil 1908 leta v Messini (okrog 60.000 žrtev).

V zadnjem potresu so bile poškodovane številne cerkvene zgradbe, pri katerih so odpadli okrasni napušči in razni okrasni kipi. Ena oseba je bila ubita pri padcu napušča. Celotna škoda še ni ocenjena. Uničene so umetnine neprecenljive vrednosti.

Največ so trpele zgradbe iz kamna, takšne, ki so bile pri nas najbolj prizadete v Breginju in okolici ob potresu v Furlaniji 1976 leta. V Italiji, kjer je na razpolago veliko kamna, je kamnitih zgradb, zgrajenih iz klesanega ali lomljenega kamna, v apneni malti, zelo veliko. Te zgradbe so ponekod stare že več sto let. Takšne zgradbe imamo tudi pri nas, zlasti v starih mestnih jedrih in tudi v Ljubljani.

Seizmična odpornost takšnih zgradb se z leti zmanjšuje, ker apnena malta preperava, klesani kamni pa v zidu nimajo skoraj nobene povezave v celoto, ker jo ne zagotavlja tenka plast malte med kamni. V primeru, če takšen zid dobi horizontalni sunek se lahko upira le s svojo lastno težo, če ni konstruktivno povezan z ostalimi zidovi zgradbe z ustreznimi horizontalnimi vezmi -železobetonskimi ali jeklenimi. V primeru horizontalnega sunka, ki nastaja ob potresu, za prevzem te obremenitve vezi angažirajo vse nosilne zidove zgradbe istočasno. Pri tem so zidovi, ki sprejemajo sunek vzdolž svoje osi veliko bolj odporni, kot zidovi, na katere sunek deluje pravokotno. Angažiranje vseh zidov zgradbe hkrati za prevzem potresnih sil, znatno povečuje odpornost cele zgradbe. To jo lahko reši pred porušenjem tudi v primeru močnega potresa.

Ob tem potresu v Italiji, tako kot ob prejšnjih potresih v Basilikati je bilo največ zgradb porušenih, katere niso imele horizontalnih vezi. Znatno boljše so prenesle potres novejše zgradbe, ki so imele železobetonske stropove in železobetonske vezi, v višini stropov. Povezovanje zidov z jeklenimi vezmi ni novo. V srednjeveških samostanih, v križnih hodnikih, večkrat vidimo, da imajo oboki v osnovi jeklene vezi, ki imajo isto funkcijo: prenosa horizontalnih sil na celotno konstrukcijo.

Tudi po potresu v Ljubljani 1895 leta so v nekaterih stavbah vgradili jeklene vezi (v notranjosti), da bi povečali potresno odpornost celotne zgradbe. Kako dobro se sistem vezave z jeklenimi vezmi obnese ob potresu je pokazal primer ene opečne zgradbe, ki je bila v vasi Bardo (Lusevera) hudo poškodovana ob majskem potresu v Furlaniji 1976 leta in nato sanirana z jeklenimi vezmi. Tako sanirana zgradba je odlično prestala drugi furlanski potres septembra istega leta.

Ojačevanje zgradb (kamnitih ali opečnih) z jeklenimi vezmi ni draga storitev. Ne dosega niti en procent vrednosti zgradbe. Je pa dokaj zahtevna glede na urejanje številnih administrativnih in pravnih vprašanj v odnosu do lastnika ali najemnika stavbe. Tudi vprašanje arhitektonskega posega v zunanost stavbe je treba ugodno rešiti, kar se ob dobri volji zmeraj da.

Pri nas imamo že nekaj manjših podjetij (večjim se to ne izplača, ker je zaslužek majhen), ki se uspešno ukvarjajo z ojačevanjem zgradb z jeklenimi vezmi. Treba je le širšo javnost dobro informirati o prednostih tega načina povečanja potresne varnosti stavb. Tam kjer v potresnih območjih pozabljajo na potres, se jim to lahko kruto maščuje. Zadnji potres v Italiji je to dokazal.

Tla se tam še niso umirila, vendar je vsak sunek šibkejši. Sprememba magnitude za 0,2 točke, pomeni dvakratno zmanjšanje sproščene potresne energije. Rušenja se nadaljujejo, ker je odpornost konstrukcij bila znatno zmanjšana že pri prvem sunku 26.9.97, predvsem zaradi pomanjkanja protipotresnih vezi.

Zidana hiša brez vezi po potresu v Italiji

Avtor:
Sergej Bubnov, dipl. inž. grad.

JUBILEJ

OB DEVETDESETLETNICI PROFESORJA EMILA KOVAČIČA

Letos 14. oktobra poteče 90 let odkar se je rodil v Žvabeku na Koroškem naš profesor Kovačič.

Taka obletnica ni čas, ni priložnost za bučne proslave, ni prilika za naštevane zaslug, del in uspehov; je čas, ko se prileže topel stisk roke, odkrit pogled z najboljšimi željami za naprej.

Visok jubilej je priložnost, ko se kaže spomniti, kako in zakaj si je profesor Kovačič pridobil ugled in spoštovanje, ki mu ga prav nihče ne odreka.

Je priložnost, ko kaže z žarkom osvetliti dobo, ko je po več kot poldrugetnem - vse prej kot lahkem in ne neogroženem - delu v partizanski tiskarni Slovenija, v skriti grapi pri Vojskem, slekel olivnozeleno uniformo in leta 1946 prišel, po krajši zaposlitvi na Ministrstvu za gradnje LRS, na Tehniško fakulteto Univerze v Ljubljani.

Tedaj smo v zmagovitem zanosu zaorali sveže brazde na domala vseh področjih. V hidrotehniko še toliko bolj, ker so naše vode ponujale najbolj naravno osnovo za dvig siromašnega stanja in energetike. Njegovo delovanje, posebno v prvih povojnih letih, je tesno povezano s pričetki organiziranja vodnega gospodarstva. Pričelo se je z organizacijskimi poskusi: Komite za vodno gospodarstvo, Zavod za projektiranje vodnih in nizkih zgradb, Projekt nizke zgradbe v zgodnjih petdesetih letih, Zavod za vodno gospodarstvo leta 1962, leta 1967 Navodila za izdelavo vodnogospodarskih osnov, vse do leta 1974, ko je bil objavljen Zakon o vodah.

In kakšno zvezo ima vse to z jubilantom? Čeprav se njegovo ime nikjer ne pojavlja, je pomembno vtakno v vsa ta nastajanja in delovanja. Kot ne poseben navdušenec za seje in dolgovezna razpravljanja, je bil vedno pripravljen v razgovorih s kolegi svetovati in prenašati svoje veliko znanje in poznavanje tedaj dosegljive literature. Nikoli avtoritativno in vsiljivo. Spominjam se pogostih zaključkov raznih posvetov: vprašali bomo profesorja Kovačiča! Šele po tem, ko se je to zgodilo, je sledila ultima ratio - zadnja odločitev.

O načinu, kako nevsiljiva, neosebna je bila njegova želja pomagati in prispevati, kadar je to kdo želel, vem najboljše iz lastnega primera. Običajno smo se pogovarjali o delu, o problemih, pa tudi o doseženih rezultatih. Tako sem nekoč profesorju pripovedoval o zaključkih neke raziskave, katere rezultati so bile določene - sicer precej neurejene - funkcijske odvisnosti. Z eno samo mislijo: "Ali ne bi poskusil izraziti te odvisnosti v brezdimenzijski obliki?" je za celo stopnjo dvignil vrednost in pomen mojih rezultatov, ko je bila v smislu nasveta tako narejena in aplicirana možnost, ki jo enostavno nisem videl.

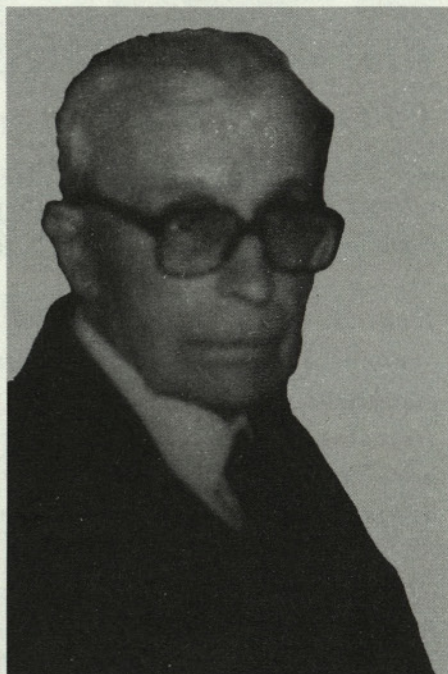
Podobno je bilo v nešteti drugih primerih, ko je od posveta z njim vsakdo odhajal bogatejši. V tem načinu, na tem "kako", sloni največji del profesorjeve izjemnosti.

Če je ta kakovost komuniciranja in sodelovanja v strokovnem okolju - kot mislim - glavna lastnost, zaradi katere uživa nedeljeno spoštovanje, pa so tudi na drugačnih področjih profesorjevi dosežki visoko cenjeni. Mislim predvsem na inovatorstva in raziskovalne rezultate. Predno se je mogel osredotočiti na hidrologijo in hidrometrijo, ter s tem povezane melioracije in regulacije, je na hidravličnih modelih naše prve po vojni zgrajene HE Mariborski otok in na HE Vuzenica, s pri nas prvič uporabljeno vizualizacijo tokovnic, prispeval k ugodnejšim hidravličnim rešitvam.

Ze kmalu, t.j. v drugi polovici štiridesetih let, je nekako "podlegel" spoznanju, da bo brez dobrega poznavanja pretokov naših vodotokov z njimi tudi težko gospodariti. Tako se od tedaj, pa do poznih šestdesetih let, pojavljajo njegove, vedno preciznejše ugotovitve o hidrometričnih lastnostih kritičnega prereza pri toku s prosto gladino. O vrednosti teh rezultatov priča dejstvo, da je bilo o tem več njegovih člankov sprejetih v ugledne tuje revije, kar v tistem času ni bilo niti lahko niti pogosto. Poleg prizadevanj za čim eksaktnije meritve pretokov, izvirajo iz tistega časa tudi profesorjeve inovatorske konstrukcije manometrov za določanje malih tekočinskih tlakov, konstrukcije hitrostnih sond za sočasno merjenje prostorskih nihanj hitrosti, turbudimetra in še nekaterih aparatov.

In končno je bil jubilan tudi in predvsem učitelj in mentor številnih generacij študentov. Korekten, človeško razumevajoč, natančen, pa tudi zahteven. Izžareval je veliko poznavanje stroke, prav do njenih najnovejših dosežkov. Pri izpitih, pri polaganju računa oz. pri nekakšnih preizkusnih razgovorih, so se kandidati počutili neprijetno, malo osramočeni, če niso bili dovolj seznanjeni z obsežno snovjo, ki so jo nabrali pri predavanjih. Ali je mogoče ne spoštovati takega učitelja?!

Teh nekaj besed - kot rečeno uvodoma - ni zapisanih z namenom, da bi dale liku profesorja Kovačiča zlat okvir. Napisane so le zato, da bi v poznih njegovih letih delovale kot rahlo poživilo za mehko koroško dušo, kot blažilo za razočaranja, ki jih je gotovo kaj bilo, kot zahvala in priznanje za vsakršne dosežke njegovega, k dobremu naravnega etosa.



IN MEMORIAM

MAKS MEGUŠAR (1910-1997)

Odšel je naš enkratni gradbenik, predvsem pa borec za človeške pravice, gospod **MAKS MEGUŠAR**, dipl.inž.gradb.

Rodil se je v narodno zavedni družini, ki mu je dala vse osnovne smernice za vsestransko nesebično družbeno in strokovno delo. Tako je zelo opazno zaznaval že v stari Jugoslaviji, še bolj pa po osvoboditvi, kjer je delal in garal poleg osnovne vsesplošne gradbene dejavnosti še na dvajset in več mestih družbenega življenja.

Delo in življenje našega nepozabnega **Maksa Megušarja** je bilo tako strokovno, življenjsko in ljubiteljsko univerzalno, da bi morali za prikaz njegovega dela izdelati poseben scenarij in podrobnejše razčlenjen dokumentarni film njegovega dela in življenja.

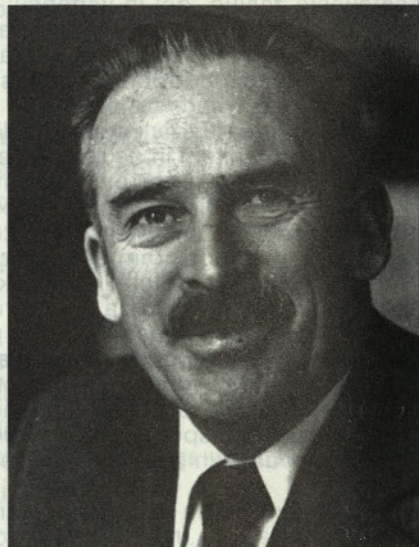
Pokojni je bil še po svoji osemdesetletnici trajno prisoten tako v strokovnih krogih kakor med prijatelji rekreacije in v pestrih vrstah družbenih dejavnosti.

Pri njegovem tako polnem in zdravem življenju nismo kljub naši neprestani prisotnosti slutili, da ga visoka starostna leta v bitki z naravo premagujejo. V času pred smrtjo se je zatekel po možno specialistično pomoč v kroge zdravnikov, ki so ga zdravili ter ohranjali psihično in telesno tja do njegovega zadnjega daha.

Maks Megušar je odšel. Mi, ki smo ostali, smo dolžni, da sledimo njegovemu tako bogatemu vsestranskemu delu, kar naj mu bo naše plačilo za vse njegovo družbeno delo in človeško družinsko življenje. Galerija njegovih priznanj, odlikovanj ter število pokalov in medalj krasijo spomin na vredno življenje in neumorno delo tega zavednega narodnjaka in gradbenika.

Njegov odhod na Žalah je bil pristrčno veren dokaz priznanja in ljubezni od družine, sorodstva, prijateljev, znancev, sodelavcev, strokovnjakov, instruktorjev, pedagogov, športnikov, balinarjev, planincev, internirancev, partizanov, učencev, atletov, telovadcev, politikov, brigadirjev, sosedov, številnih piscev in novinarjev.

Spomini na **Maksa Megušarja** ne smejo nikoli obledeti!
Slava **Maksu!**



Ciril Stanič

I N F O R M A C I J E

GV XXXXVI 9 - 10 1997

323

MARIBORSKA ČISTILNA NAPRAVA

Maribor Wastewater Treatment Plant

VILIBALD PREMZL

P O V Z E T E K • S U M M A R Y

Spoznanje, da je obstoječe kanalizacijsko omrežje mesta Maribor pomanjkljivo, da je večinoma iz navadnih betonskih cevi, ki niso vodotesne in da prihaja do iztekanja vod v podtaljne ter, da tudi zbrano odpadno vodo po sanaciji kanalizacijskega omrežja ne bo možno odvajati nadalje neprečiščene v Dravo, je narekovalo pripravo kompletnega projekta "Ravnanje z odpadnimi vodami v mestni občini Maribor". Trije podprojekti so pomembni. Prvi je dokončanje kanalizacijskega sistema mestne občine Maribor in sanacija obstoječega, drugi je čiščenje industrijskih odpadnih voda in tretji gradnja zbirnega kolektorja s centralno čistilno napravo.

With a population of around 150.000 inhabitants in its service area Maribor is the second largest city in Slovenia. It is located in northeast part of the country, 16 km from Slovene - Austrian border. Preparation of wastewater project has been underway for several years, and for last year it has received the support of the European Bank for Reconstruction and Development (EBRD) in the frame of Slovenian Ecology Programme. On June 1991 in Prague on the meeting of European ministers for environment a programme for environmental protection in Danube basin was adopted. Slovenia was integrated in the programme in 1992 with sanitation programme of river Drava, on which banks the town of Maribor is situated, and river Mura. Preinvestment study for Maribor was done in spring of 1993 where the priorities have been decided. One among them was the wastewater treatment plant (WWTP) of Maribor, which should help fulfil the targets of environmental protection of Drava river. The Drava field south of Maribor is the area where the greatest part of the town area and their suburban settlements are situated. Beside of wastewater treatment plant the project of renovation of towns system of sewage system is going on what should prevent the contamination of subterranean water from Drava field.

1. UVOD

Velik del območja mestne občine leži na vodozaščitnem območju Dravskega polja in Vrbanskega platoja, ki sta glavna vira pitne vode za mesto Maribor in sosednje občine. Obstoječa kanalizacija je večinoma iz navadnih betonskih cevi, ki niso vodotesne. Zato prihaja do iztekanja vod v podtalje in do vdora vod v kanalizacijo.

Precejšen del mestnega in primestnega območja še ni priključen na kanalizacijski sistem kjer imajo lastne greznice ali pa direkten izpust v vodotoke, ki prav tako potekajo preko vodozajemnega območja obeh večjih vodozaščitnih območij. Na obstoječi kanalizacijski sistem je priključenih 9.440 objektov oziroma 75.000 prebivalcev. Računamo, da je trenutno še 8.794 objektov nepriključenih. Z izgradnjo kanalizacijskega sistema bo priključenih 115.000 prebivalcev, 21.000 od 136.000 prebivalcev pa ne bo povezanih na centralni kanalizacijski sistem mesta Maribor, temveč na manjše lastne kanalizacijske sisteme.

Za gradnjo kanalizacijskega sistema je predvideno obdobje 8 let. Predvidena je izgradnja cca 20 km primarnega in cca 85 km sekundarne kanalizacije.

Predračunska vrednost investicije v stalnih cenah znaša 4.873.66 mio SIT in bo financirana iz občinske takse (oziroma iz povišane cene kanalščine, v kolikor se bo ta smela povišati do višine, ki bo pokrivala tudi razširjeno reprodukcijo).

Čiščenje odpadnih voda se je mestna občina Maribor odločila oddati s koncesijo najugodnejšemu izvajalcu. Z najugodnejšim ponudnikom bo sklenjena koncesijska pogodba, ki bo zajela gradnjo centralne čistilne naprave z glavnim kolektorjem in njeno obratovanje 20 let po izgradnji prve faze centralne čistilne naprave.

Po sklenitvi pogodbe bo koncesionar ustanovil podjetje s sedežem v Mariboru, ki bo prevzelo posle in vlogo investitorja, po dograditvi pa upravljalca / obratovalca naprav. Vloga in delež mesta, pravice in obveznosti koncesionarja bodo določeni s koncesijsko pogodbo.

Meja prispevnega območja čistilne naprave se pokriva z mejo kanalizacijskega sistema mesta in v obsegu, ki je bilo prikazano predhodno. Obremenitev čistilne naprave je 190.000 PE, čeprav je bila prvotna ocena 280.000 PE, ki pa se je tekom priprave ponudb zmanjšala.

Glede na sedanje stanje tehnike so predvidene za čistilno napravo te velikosti naslednje tri faze čiščenja in sicer: mehanska do leta 2000, biološka do leta 2002 in terciarna stopnja čiščenja do leta 2004. Lokacija centralne čistilne naprave je predvidena v komunalni coni K-11 v Dogošah in je opredeljeno v dolgoročnem planu mestne občine.

Zmanjšanje škodljivega vpliva na okolje zaradi delovanja centralne čistilne naprave se bo izrazilo manjšo obremenitvijo vodotoka reke Drave.

Onesnaženja, prikazana kot KPK, BPK5, suspendirane snovi in maščobe bodo očiščene pod mejnimi vrednostmi, ki so po zakonu zahtevane. Voda, ki bo iztekala iz centralne čistilne naprave bo v skladu z "Uredbo o emisiji snovi pri odvajanju odpadnih vod iz komunalnih čistilnih naprav" (Ur. list RS št.35/1996).

Dolžina glavnega zbiralnika do centralne čistilne naprave v Dogošah je 7.700 m s profilom cevi 140 cm. Projekt čiščenja industrijskih odpadnih voda je pripravila na osnovi mednarodnega sporazuma med Republiko Slovenijo in Japonsko ter mestno občino Maribor, japonska agencija JICA.

Trenutno je v Mariboru zadnja misija Japoncev, ki je pripravila končni elaborat na osnovi dosedanjih spoznanj o stopnji onesnaževanja industrijskih voda. Projekt je vsklajen s projektom centralne čistilne naprave in ocene o vtoku očiščenih industrijskih voda v mestni kanalizacijski sistem.

2. PRISTOP K IZBIRI NAJUGODNEJŠEGA PONUDNIKA

Obvestilo o nameri za izdajo Poziva za ugotavljanje usposobljenosti je bilo objavljeno v Uradnem listu RS in časopisih v poletju leta 1994, Odlok o koncesiji za čiščenje odpadnih voda so sprejeli zbori SO Maribor poleti istega leta, kar je bila osnova za Poziv za ugotavljanje usposobljenosti in za ovrednotenje dokazil o usposobljenosti kandidatov za projekt "Koncesija za čiščenje odpadnih voda".

Usposobljenost je bila priznana 6 kandidatom. Poziv za pripravo ponudb je bil poslan kandidatom 27.10.1995. Od povabljenih pa se je odzvalo le troje kandidatov: RWE, LdE in RAG, ki so poslali svoje ponudbe dne 15.2.1996.

Po proučitvi ponudb so bile ponudnikom poslane pripombe in zahtevke za pripravo dodatnih ponudb. Dodatne ponudbe so bile predane 27.6.1996, pregled in ocenitev teh pa je bila opravljena 28.10.1996. Revizijska komisija razpisovalca je zaradi poenotenja prispelih ponudb podala dodatna vprašanja, nanje pa do konca meseca januarja 1997 prejela od LdE zadnjo ponudbo, od REW-RWE pa odgovore na zastavljena vprašanja.

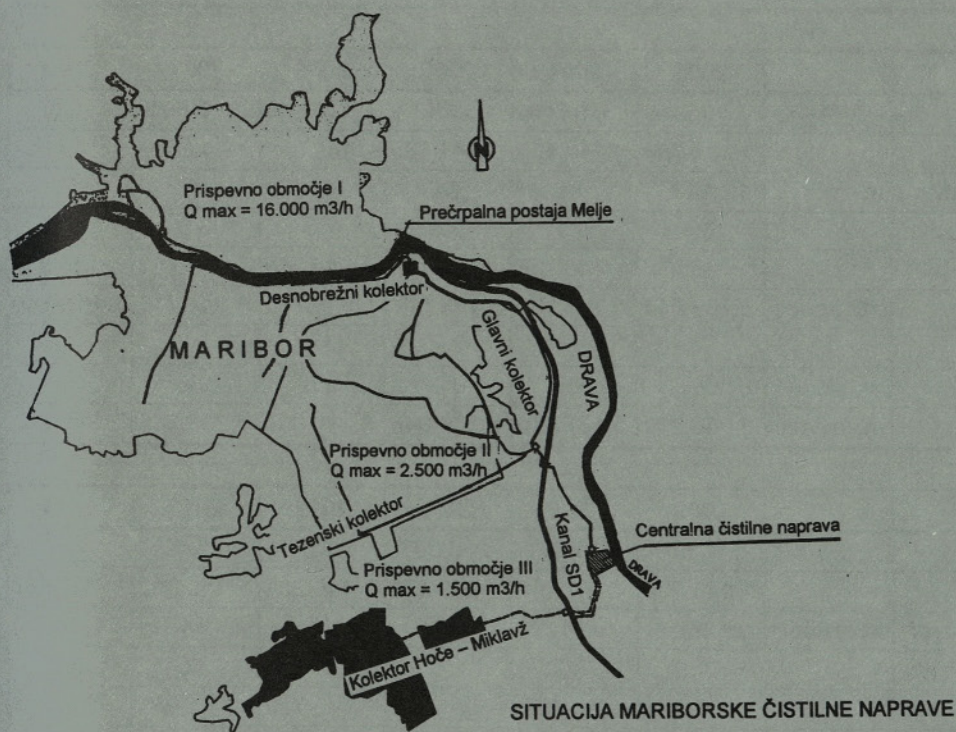
Na tej osnovi in mnenja pravnika o pravilnosti postopka izbora, je bilo opravljeno vrednotenje ponudb, ki se je prednostno izšlo za LdE. Pred nami je torej proces pogajanj z najugodnejšim ponudnikom.

3. HIDRAVLIČNA IN BIOKEMIJSKA OBREMENITEV NAPRAVE

Projektirana obremenitev čistilne naprave, ki je sledila sedanji obremenitvi in predvidenemu povečanju za najmanj 10 let je razvidna iz naslednje tabele št.1.

Parameter	Enota	Vrednost
BPK5	kg/d	11.400
Biološka obremenitev	PE	190.000
KPK	kg/d	25.300
Suspendirane snovi	kg/d	12.500
Totalni dušik	kg/d	1.730
Totalni fosfor	kg/d	550

Tabela št. 1: Biokemijska in kemijska obremenitev CČN Maribor



Kolikšna je hidravlična obremenitev CČN Maribor je razvidno iz tabele št.2:

Parameter	Enota	Vrednost
Hidravlična obremenitev - totalna	m^3/d	36.750
Hidravlična obremenitev - totalna letno	m^3/leto	13.230.000
Hidravlična obremenitev - odpadna voda	m^3/d	36.600
Hidravlična obremenitev - vsebina greznic	m^3/d	150
Hidravlična obremenitev - minimum	m^3/m	650
Hidravlična obremenitev - povprečja	m^3/m	1.525
Hidravlična obremenitev - maksimum	m^3/m	7.000

Tabela št. 2: Hidravlične obremenitve

Leto		1997	1998	1999	2000	2001	2002
Rast prebivalstva	%	0,25%	0,25%	0,25%	0,50%	0,50%	0,50%
Število prebivalcev		136.340	136.681	137.023	137.708	138.396	139.088
Poraba vode na gospodinjstvo	m ³ /mesec	15	14	14	14	14	14
Število članov na gospodinjstvo		3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Število gospodinjstev		38.954	39.052	39.149	39.345	39.542	39.739
Poraba gospodinjstev	m ³ /mesec	7.011.771	6.560.681	6.577.083	6.609.968	6.643.018	6.676.233
Letna rast porabe vode	%	0%	1%	3%	6%	6%	6%
Poraba gospodarstva	m ³ /mesec	4.791.997	4.839.917	4.888.316	4.937.200	4.986.572	5.036.437

Leto		2003	2004	2005	2006	2007	2008
Rast prebivalstva	%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%
Število prebivalcev		139.784	140.483	141.185	141.891	142.600	143.313
Poraba vode na gospodinjstvo	m ³ /mesec	14	14	14	14	14	14
Število članov na gospodinjstvo		3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Število gospodinjstev		39.938	40.138	40.339	40.540	40.743	40.947
Poraba gospodinjstev	m ³ /mesec	6.709.614	6.743.162	6.776.878	6.810.762	6.844.816	6.879.040
Letna rast porabe vode	%	6%	6%	6%	3%	1%	1%
Poraba gospodarstva	m ³ /mesec	5.086.802	5.137.670	5.189.046	5.240.937	5.293.346	5.346.280

Leto		2009	2010	2011	2012	2013	2014
Rast prebivalstva	%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%
Število prebivalcev		144.030	144.750	145.474	146.201	146.932	147.667
Poraba vode na gospodinjstvo	m ³ /mesec	14	14	14	14	14	14
Število članov na gospodinjstvo		3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Število gospodinjstev		41.151	41.357	41.564	41.772	41.981	42.191
Poraba gospodinjstev	m ³ /mesec	6.913.435	6.948.003	6.982.743	7.017.656	7.052.745	7.088.008
Letna rast porabe vode	%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Poraba gospodarstva	m ³ /mesec	4.791.997	4.839.917	4.888.316	4.937.200	4.986.572	5.036.437

Leto		2015	2016	2017	2018	2019	2020
Rast prebivalstva	%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%	0,50%
Število prebivalcev		148.405	149.147	149.893	150.642	151.396	152.153
Poraba vode na gospodinjstvo	m ³ /mesec	14	14	14	14	14	14
Število članov na gospodinjstvo		3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
Število gospodinjstev		42.401	42.613	42.827	43.041	43.256	43.472
Poraba gospodinjstev	m ³ /mesec	7.123.448	7.159.066	7.194.861	7.230.835	7.266.989	7.303.324
Letna rast porabe vode	%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Poraba gospodarstva	m ³ /mesec	5.086.802	5.137.670	5.189.046	5.240.937	5.293.346	5.346.280

Tabela št. 3: Vhodni podatki za načrtovanje in izračun cene m³ odpadne vode

Priloga 6: Strošek čiščenja (stalne cene, v SIT/m³)

Leto	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Gospodinjstvo	16,6	30,0	40,0	50,0	62,0	59,9
Gospodarstvo	16,6	50,0	60,0	70,0	125,0	119,7

Leto	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Gospodinjstvo	87,2	84,0	84,0	80,9	86,1	83,0
Gospodarstvo	175,4	169,1	168,0	161,7	172,2	165,9

Leto	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Gospodinjstvo	80,9	79,8	77,7	76,7	74,6	73,5
Gospodarstvo	161,7	158,6	155,4	152,3	149,1	146,0

Leto	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Gospodinjstvo	71,4	70,4	69,3	68,3	67,2	66,2
Gospodarstvo	143,9	140,7	138,6	136,5	134,4	132,3

Priloga 7: Delež življenjskih stroškov in porast življenjskih stroškov gospodinjstv stroškov čiščenja vode na CČN

Leto	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Delež življenjskih stroškov	0,22%	0,37%	0,50%	0,62%	0,77%	0,74%
Porast življenjskih stroškov	0,00%	0,15%	0,28%	0,40%	0,55%	0,52%

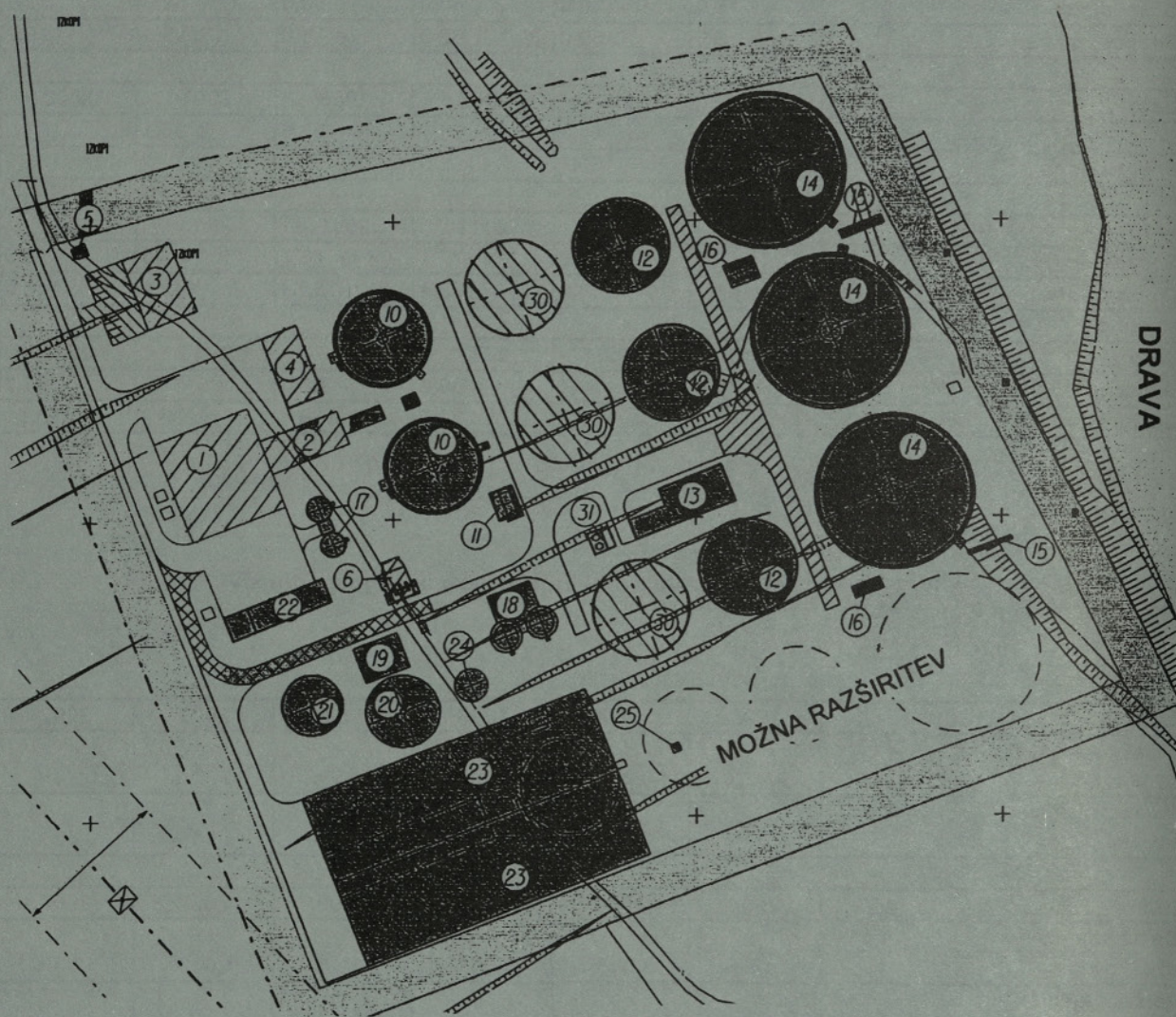
Leto	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Delež življenjskih stroškov	1,08%	1,05%	1,05%	1,01%	1,07%	1,03%
Porast življenjskih stroškov	0,86%	0,82%	0,82%	0,79%	0,85%	0,81%

Leto	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Delež življenjskih stroškov	1,01%	0,99%	0,97%	0,95%	0,93%	0,91%
Porast življenjskih stroškov	0,79%	0,77%	0,75%	0,73%	0,71%	0,69%

Leto	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Delež življenjskih stroškov	0,89%	0,88%	0,86%	0,85%	0,84%	0,82%
Porast življenjskih stroškov	0,67%	0,65%	0,64%	0,63%	0,62%	0,60%

Tabela št.4: Kanalizacija, občinska taksa, stopnje povečanja in skupna cena SIT/m³

ZASNOVA CENTRALNE ČISTILNE NAPRAVE MARIBOR



1. FAZA

- 1 Črpalna postaja
- 2 Predčiščenje
- 3 Upravna zgradba
- 4 Garaže in delavnice
- 5 Vrtar
- 6 Črpalna postaja očiščenih vod (pogojno)



3. FAZA

- 30 Anaerobični in anoksični bazen
- 31 FeC13 skladišče in dozirna enota



2. FAZA

- 10 Bazen primarne sedimentacije
- 11 Razdelilne naprave
- 12 Aeracijski bazen
- 13 Vpihovanje zraka
- 14 Bazen sekundarne sedimentacije
- 15 Kanal za merjenje pretoka
- 16 Recirkulacija odpadnih vod
- 17 Primarno zgoščevanje
- 18 Biološka flotacija
- 19 Kotlovnica
- 20 Gnilišče
- 21 Bazen za blato
- 22 Odcejanje blata
- 23 Deponija blata
- 24 Plinohram

4. TEHNOLOŠKI POSTOPEK ČIŠČENJA

Gradnja čistilne naprave je predvidena v treh fazah.

Prva faza je mehanska stopnja čiščenja z merilno postajo (merilec pretoka, vzorčevalnik), razbremenilnik in zadrževalni bazen deževnih voda, črpališče odpadnih voda, peskolov in lovilec gramoza, grablje, primarni usedalniki (varianta), postaja za sprejem odpadnih voda iz greznic, linija blata ter prečrpališče prečiščene vode.

Druga faza obsega biološko čiščenje z ozračevalnimi bazeni in naknadnimi usedalniki.

Tretja faza obsega terciarno čiščenje z anoksičnimi, anaerobnimi in aerobnimi bazeni ter naknadne usedalnike.

Dokončna tehnološka rešitev čiščenja odpadnih voda bo sprejeta po izboru koncesionarja, ki bo prevzel tudi vse tehnološke garancije.

5. VREDNOST CENTRALNE ČISTILNE NAPRAVE

Čista osnovna vrednost centralne čistilne naprave

po ponudbi najugodnejšega ponudnika LdE je cca 65 mio DEM, od tega znaša vrednost kolektorja cca 14 mio DEM.

V razpisu koncesije je bila opredeljena BOT koncesija, kar pomeni, da mora koncesionar v ustanovljeni družbi za upravljenje s centralno čistilno napravo zagotoviti finančna sredstva. Struktura sredstev za gradnjo bodo predvidoma sredstva iz državne takse, ki jo plačujemo v občini, povratna in nepovratna sredstva države in sredstva, ki jih bo zbral koncesionar.

6. ZAKLJUČEK

Gradnja centralne čistilne naprave je že dolgotrajna naloga in projekt mesta Maribor. Prvi projekti segajo v sedemdeseta leta, v čas, ki ni bil naklonjen ekološkimi projektom. Obseg čistilne naprave iz takratnega časa je bil dvakrat večji od danes predvidenih kapacitet. Tudi danes gradnja čistilne naprave ni neoporečna zadeva. Nepoznavalci razmer sodijo, da je gradnja nepotrebna, saj je samočistilna sposobnost Drave dovoljna. Res pa je, da pri tem ne upoštevajo zakonodajne razmere v Sloveniji in sporedne efekte, ki jih z gradnjo lahko dosegemo (gradnja z državno takso, nov finančni zagon gospodarstvu z novo nekajletno zaposlitvijo in predvsem dolgoročno rešitev onesnaženja podtalnice).

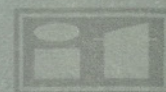
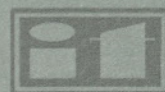
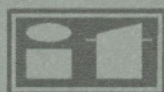
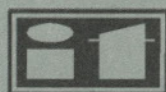
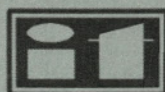
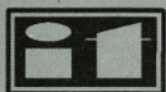
L I T E R A T U R A

CEE, Inženiring za energetiko in ekologijo. Investicijski program, dokončanje kanalizacijskega sistema mestne občine Maribor in sanacija obstoječega, Ljubljana 1996

CEE, Inženiring za energetiko in ekologijo: Predinvesticijska študija, izgradnja glavnega kanalizacijskega zbiralnika in centralne čistilne naprave za odpadne vode, Ljubljana 1996

MOM: Wastewater Treatment Project and Concession, Request for Proposal, Maribor, 1995

V. Premzl: Central Treatment Plant " A Step for Future Development of the Town of Maribor, Conference paper, The European Water Industry, London 1995, Financial Times



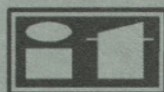
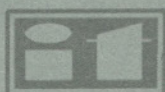
ZVEZA DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE
LJUBLJANA, KARLOVŠKA 3

STROKOVNI IZPITI ZA GRADBENIŠTVO IN ARHITEKTURO TER PRIPRAVLJALNI SEMINARJI ZA STROKOVNE IZPITE V LETU 1997

Rok	Leto	Mesec	A. SEMINAR	B. IZPIT	
				pisni	ustni
VII.	1998	Oktober	19.-23. oktober	17.okt.98	2.-6.nov.1998
VIII.	1998	November	16.-20. november	14.nov.98	1.-4.dec.1998
IX.	1998	December	14.-18. december		

A. Pripravljalni seminar za strokovne izpite organizira Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, 1000 Ljubljana, Karlovška 3 (Telefon/fax: 061/221-587). Prijavo v obliki dopisa, pošlje organizatorju plačnik. Če je plačnik seminarja podjetje (pravna oseba), priobči v prijavi izjavo, da je plačnik oz. navede natančni naslov plačnika. Samoplačnik pošlje organizatorju poleg pisne prijave še kopijo dokazila o plačilu. Cena seminarja za eno osebo znaša 65.000,00 SIT (v znesku je že prištet 5% prometni davek). Številka žiro računa je 50101-678-47602.

B. Strokovni izpit organizira Gradbeni inštitut ZRMK, 1000 Ljubljana, Dimičeva 12, telefon 061/18-88-543, 18-88-542. Prijave v obliki obrazca, z vsemi prilogami, ki so razvidne iz obrazca, sprejema organizator 20 dni pred pisnim delom izpita. Obrazce je mogoče dobiti pri organizatorju, udeleženci seminarja na seminarju; vse informacije pri Sonji Lombergar oz. Inž. Jakobu Grošlju od 8.00 do 12.00 ure.





NOVOSTI

19

GV XXXXVI 9 - 10

STR: 138 - 150

SEPTEMBER - OKTOBER

1997

PROGRAMSKA ORODJA ZA NAČRTOVANJE IN RAČUNANJE KONSTRUKCIJ FIRM SRAC, INTERGRAPH IN BSI TER TRENDI RAZVOJA

The Program Tools for Struc- tural Design and Computa- tion of the Companies SRAC, Intergraph and BSI and De- velopment Trends

UDK 624.01 : 681.3.06

BORIS LUTAR

P O V Z E T E K • S U M M A R Y

Hiter razvoj osebnih računalnikov, ki so vse zmogljivejši, njihova razširjenost v okolju, razvoj novih tehnologij na področju računanja konstrukcij, zmogljivejši in uporabniško prijazni programski paketi in razširjenost okolja oken so spremenili možnosti in načine dela oblikovalcev in konstruktorjev novih proizvodov in konstrukcij. Prispevek v strnjeni obliki podaja trende razvoja novih programskih orodij in strategijo firme SRAC.

The rapid development of personal computers and their wide spread use, the development of new technologies in structural design and computation, more powerful and user-friendly software packages and the presence of the Windows environment have deeply changed the work of designers and constructors of new products or structures. The paper presents the development trends of new software.

1.0 UVOD

Novi programski paketi za računanje konstrukcij so se v preteklosti pojavljali na tržišču počasneje kot programska oprema za risanje in oblikovanje konstrukcij. Potrebam in zmogljivostim osebnih računalnikov so razvijalci programske opreme pogosto sledili tako, da so programske pakete za računanje konstrukcij,

ki slone na softverski arhitekturi, stari že skoraj 20 let, prilagodili za uporabo na osebnih računalnikih. Redki so programsko kodo revidirali v celoti, zato je za veliko paketov značilno, da jih je težko vzdrževati in prilagajati novim potrebam. Današnji osebni računalniki imajo po grobi oceni približno stokrat večjo moč računanja kot osebni računalniki pred desetimi leti, ko je večina programskih paketov za računanje konstrukcij tekla le na srednjih in velikih računalnikih.

Avtor:
doc.dr. Boris Lutar, dipl.gradb.inž., Univerza v Mariboru, Fakulteta za gradbeništvo, 2000 Maribor, Smetanova 17

Boris LUTAR: Programska orodja za načrtovanje in računanje konstrukcij

Okolje oken je prineslo nove možnosti razvijalcem sodobne programske opreme. Integracija z 'Office paketi' kot sta Word in Excel, vnašanje slik v besedilo oziroma dokumente (OLE -Object linking and embedding) je potreba in nuja. To je bil vzrok za razvitje OLE tehnologije v OLE D&M (OLE for Design & Modeling), ki je nastala s sodelovanjem firm Intergraph in Microsoft. Ker se podatki med različnimi CAD sistemi izmenjevali s pomočjo konvertorjev in translatorjev ob pogosti uporabi formatov DXF in IGES, je velikokrat prišlo do izgub podatkov zaradi različne interpretacije in nedodolnosti formatov. Nova tehnologija OLE D&M in njen nadaljnji razvoj omogoča in bo omogočala izmenjavo podatkov brez izgub.

Inženirski problemi s 1000 vozlišči in 100000 prostostnimi stopnjami so vsakdanji pojav in ne več izjema. Obširna in natančna analiza konstrukcije zmanjša obseg ugotovljenih napak in pomanjkljivosti konstrukcije v fazah njene proizvodnje in izkoriščanja. Odstranitev napak je drag in zamuden proces, ki ga želimo zmanjšati na najmanjšo možno mero. Načrtovanje, oblikovanje in računanje konstrukcij so tesno povezani procesi, zato uporabniki želijo in potrebujejo povezljiva programska orodja. Uvajanje grobih poenostavitvev v računske modele zaradi prilagoditve problemov zmogljivostim programske opreme za računanje konstrukcij vedno vodi k znižanju kakovosti preračunov, ki postanejo zelo groba ocena realnega obnašanja konstrukcij. Zato so pomembni parametri ocene kakovosti programskega orodja: zmogljivost, natančnost in hitrost računanja, kakovost priročnikov in oblike pomoči

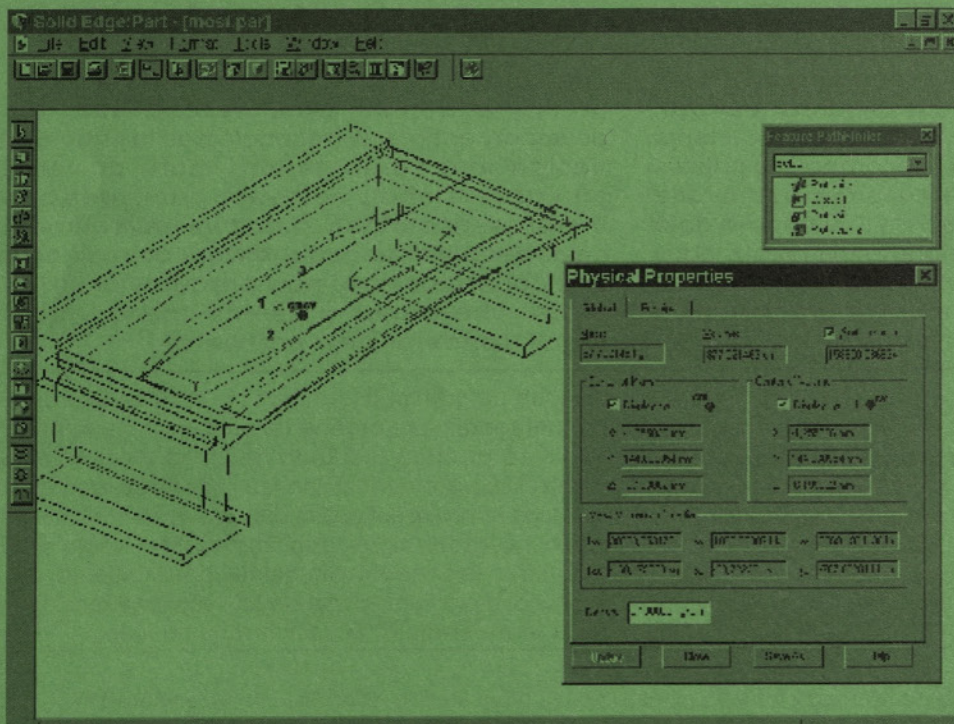
pri delu s paketi ter možnost njihove uporabe na širokem spektru strojne opreme (na različnih računalnikih).

V gradbeništvu je bilo še do nedavnega 3D modeliranje bolj slučaj kot praksa. Izdelava 'virtualnih modelov' kakega objekta oziroma modeliranje postaja vse bolj pogost pojav in potreba. Ker tak model služi še nadaljnim inženirskim obdelavam, kot je računanje konstrukcij po MKE in drugo, morajo programska orodja (modelirniki) omogočati prenos ali izmenjavo podatkov v različna programska orodja (pakete).

2.0 PRINCIPI DELOVANJA MODELIRNIKOV, LASTNOSTI IN VRSTE

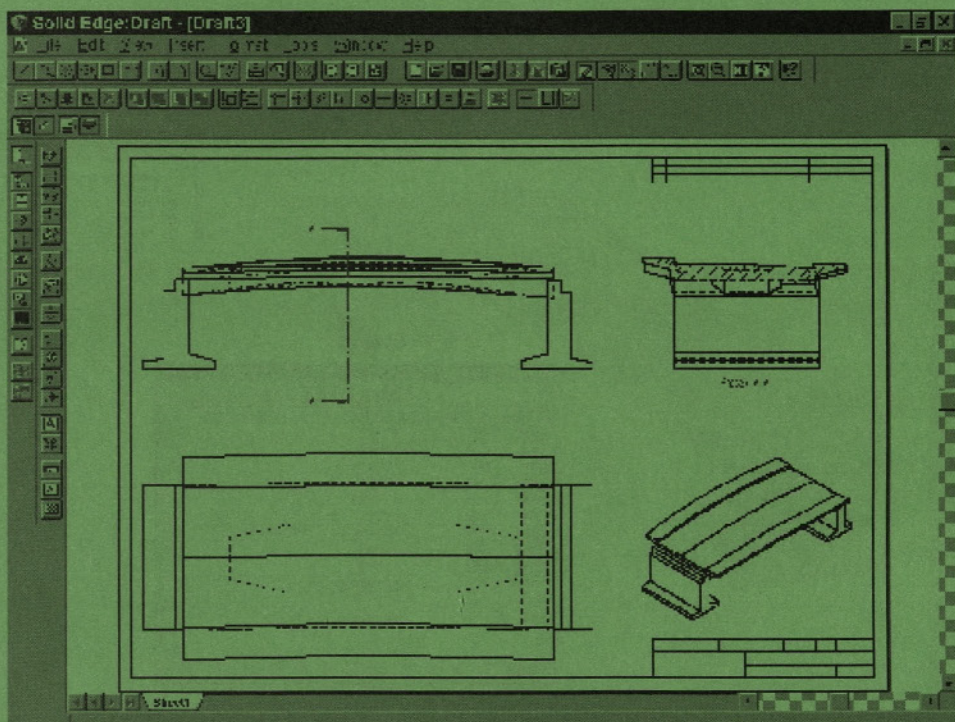
Modelirniki polnih teles ali 'solid modelirniki' kreirajo model kot polno telo ('solid'). Seveda le kot matematični oziroma virtualni objekt. Zato modelu lahko določimo različne fizikalne lastnosti (volumen, teža, težišče, vztrajnostni momenti in podobno), kar omogoča izrabo modelirnikov kot orodij za pripravo kreiranih modelov za preračune po MKE. Na sliki 1 smo prikazali določitev nekaterih fizikalnih lastnosti v modelirniku Solid Edge firme Intergraph iz ZDA.

Pomembna lastnost solida je, da ni skupek črt, lokov, ploskev in točk ampak objekt, kar neposredno vidimo pri izdelavi 2D dokumentacije, ki jo modelirniki naredijo samodejno. Na sliki 2 smo jo prikazali za modelirnik Solid Edge. Sprememba modela se hipoma odrazi na spremembi risbe, ker velja dvosmerna povezanost



Slika 1: Določitev fizikalnih lastnosti modela

Slika 2: Samodejno generirana 2D risba (dokumentacija).



ali asociativnost. Tlorisi, narisi in prerezi so vezani na model in se ob njegovi spremembi tudi spremenijo.

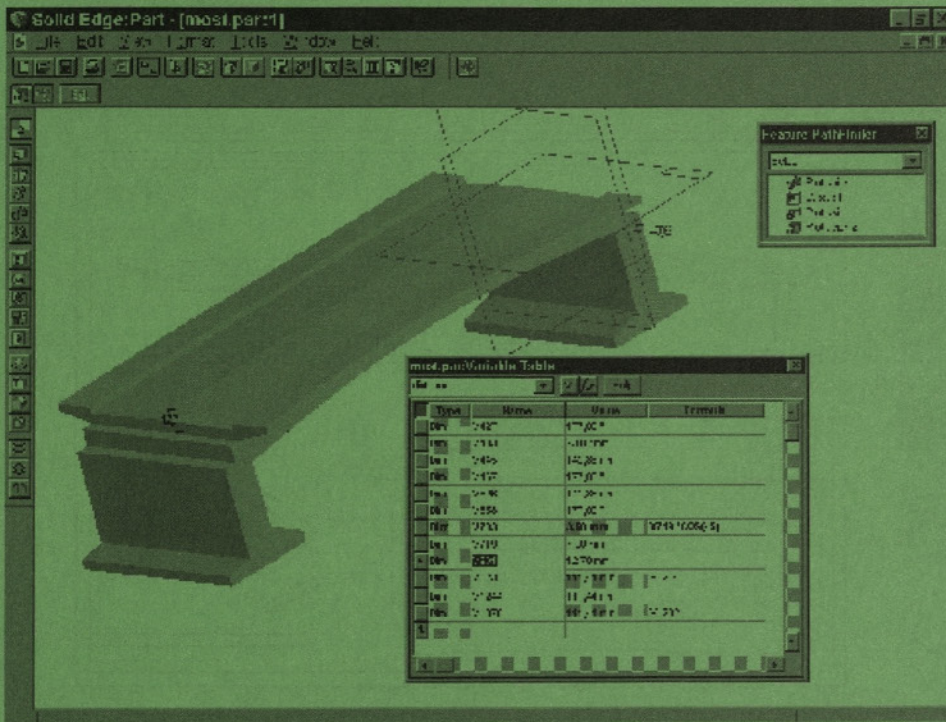
Delo solid modelirnikov je podobno: izdelamo osnovni profil, ga potegnemo v prostor, s tem kreiramo solid, ki ga postopoma oblikujemo. Med modelirniki ločimo podvrsti: parametrične modelirnike, variacijsko-parametrične modelirnike in hibridne modelirnike. Pri 'čistih parametričnih modelirnikih' moramo geometrične profile popolnoma določiti in jih kotirati. Če tega ne naredimo, modelirnik javi napako in solida ne naredi. Tak je na primer Pro/Engineer. Parametrično-variacijski modelirniki dopuščajo nedoločeno geometrije in so pri delu počasnejši. V skupino sodita Solid Edge in Solid Works. Hibridni modelirniki so kombinacija parametričnih ali parametrično-variacijskih modelirnikov z možnostjo površinskega modeliranja in so trenutno vrhunec razvoja v CAD. Omogočajo izdelavo skoraj poljubnih oblik, so zelo dragi in se trenutno uporabljajo predvsem v avtomobilski industriji. Glede na podatke trženja proizvajalcev programske opreme je moči ugotoviti, da so trenutno variacijsko-parametrični modelirniki nove generacije, v katero sodi tudi Solid Edge, zaradi vse boljnjih lastnosti in dopolnitev pri modeliranju najbolj razširjeni. So približno do štiri krat cenejši od hibridnih in jih imenujejo 'Mid-range' modelirnike.

Modelirnike delimo oziroma ločimo tudi po vrsti uporabljenega modelirnega jedra (modeling kernal), ki je v matematičnem smislu odgovorno za pravilno

izvedbo modela. Kvaliteta modelirnika se kaže v možnosti izdelave najkompleksnejše geometrije.

Modelirna jedra ACIS, PARASOLID in DESIGNBASE so trenutno najbolj razširjena. Modelirno jedro ACIS je razvila firma Spatial Technologies in ga uporablja več kot 170 razvijalcev programske opreme. Kljub impresivnim zmožnostim jedra jih nobeno CAD orodje, ki ga uporablja, ne izkorišča v celoti. Omogoča delo s solidi in NURBS (Non-uniform rational B-spline surface) površinami. Pri teh velja omeniti možnost lokalne deformacije površine, ki je vsebovana v tretji verziji jedra ACIS. Predstavljamo si jo lahko kot pritisk s prstom na površino, ki se pod njim poda, kot bi se podala v naravi. Pred zadnjo verzijo jedra je bilo mogoče take deformacije izvesti prek kontrolnih točk mreže, deformacija pa ni bila 'naravna' in je bilo potrebno opraviti še nadaljnja glajenja površine (s pretvorbo površine iz nižjih redov v višje).

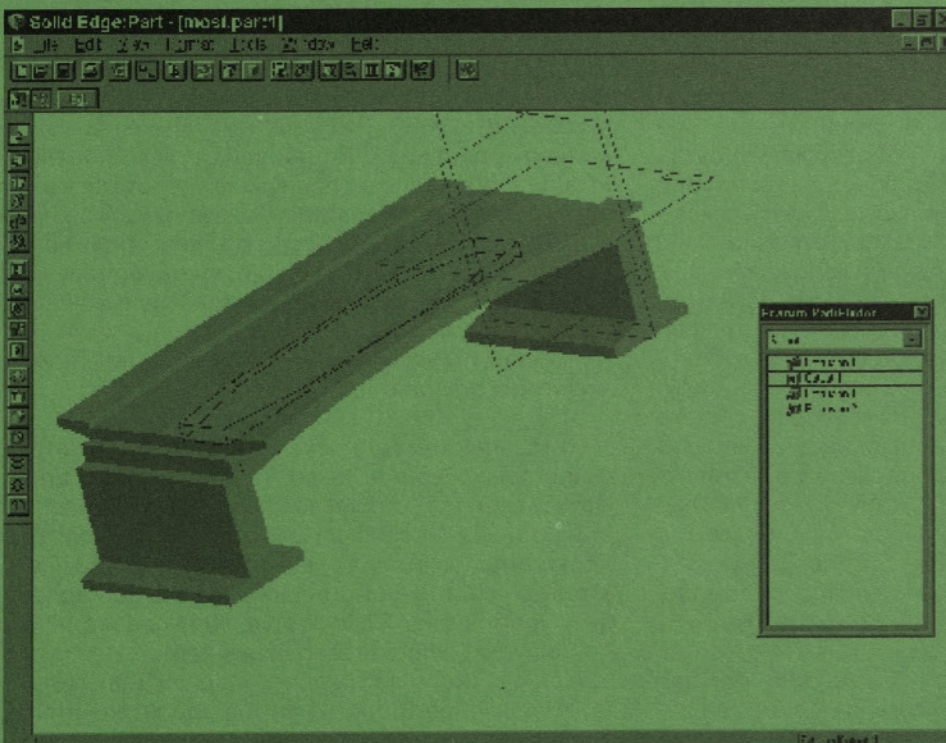
Med razvijalci programske opreme in modelirniki, ki uporabljajo jedro ACIS, so: Intergraph s Solid Edge, Bentley-Systems Corporation z MicroStation Modelerjem in Autodesk z Mechanical Desktopom. Najmočnejša konkurenca jedru ACIS je jedro PARASOLID firme Unigraphics. Razen v produktih firme je uporabljeno še v modelirniku Solid Works. Odlikuje ga velika zmogljivost in hitrost pri izdelavi zaokrožitev robov (rounding, blending, filleting). Jedro DESIGNBASE je izdelek firme Ricoh, ki je bolj znana po izdelavi fotokopirnih strojev in v digitalni fotografiji. Uporablja



Slika 3: Variacijsko modeliranje s programom Solid Edge.

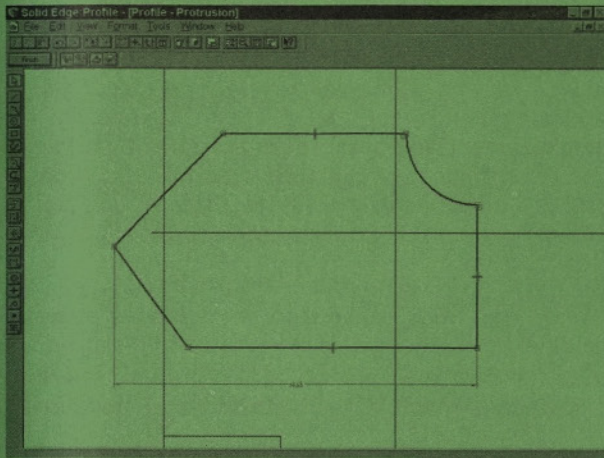
ga program Helix firme Microcadam. Ostali proizvajalci uporabljajo svoja jedra, ki jih ne licencirajo in pogosto ne nudijo v izdelkih zadovoljive uporabnosti in možnosti povezav. Pojavi se vprašanje, zakaj so produkti različni, če uporabljajo isto jedro. Jedro ACIS je doživelo tretjo

prenovitev, v modelirniko pa se vgrajuje s časovnim zamikom. To je eden izmed vzrokov, pomembnejša pa je razlika v načinu risanja ali postavitvi geometrije. V uporabi so izrazi: Variational Design (variacijsko načrtovanje), History Based Design (koračno načrtovanje) in Dimension-driven, constraint-based design.



Slika 4: Koračno modeliranje v programu Solid Edge

Pri variacijskem načrtovanju je model določen kot sočasna rešitev vseh enačb, ki izhajajo iz njegovih parametrov. Parametri so lahko kote ali robni pogoji (pravokotnost, vzporednost, soosnost, ..., -torej razmerja med geometrijo). Primer variacijskega modeliranja je prikazan na sliki 3 ob uporabi programa Solid Edge.



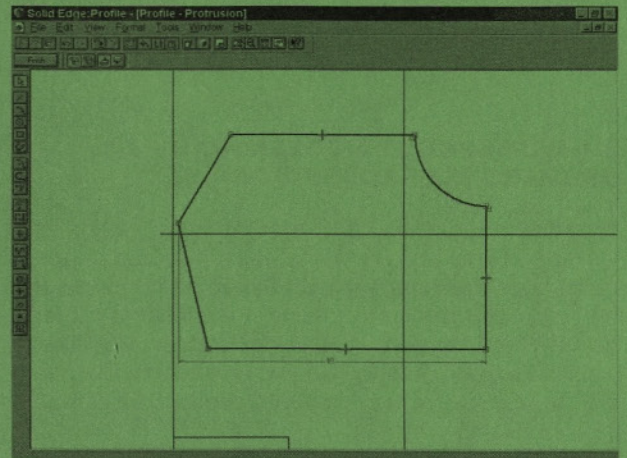
Slika 5: Krmiljenje geometrije s koto in robnimi pogoji.

Pri koraknem načrtovanju je model izveden po korakih (sekvencah). Korak je sestavljen iz oblik (Feature), kot so luknja, zaokrožitev in podobno. Feature določa videz parametričnega solida in sam zase ne more obstajati. Izvrtina modela kot njegov primer, ima prerez, obliko in globino kot parametre, ki jo določajo. Model popravljamo s spremembo njegove 'zgodovine nastanka' (spremenimo uporabljeno obliko (Feature) v predhodnem koraku). Slika 4 prikazuje način koraknega modeliranja v programu Solid Edge.

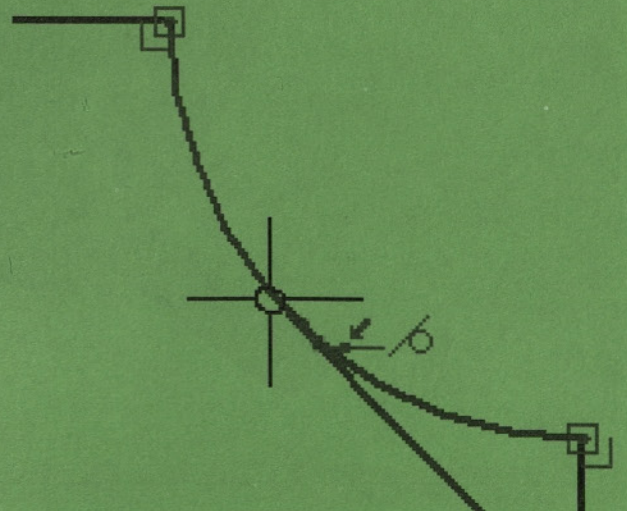
Dimension-driven, constraint-based design je izraz za modelirnike, kjer je kreiranje in spreminjanje solida določeno z dimenzijami in robnimi pogoji. Variacijski in korakni CAD sistemi uporabljajo dimenzijsko in robno krmiljen način obdelave. Kreiran model z dimenzijsko in robno krmilno metodo je natančno določen s svojimi dimenzijami in robnimi pogoji. Uporabniku je prihranjeno ročno pozicioniranje geometrije med načrtovanjem s spremembo vrednosti dimenzije oziroma kote. Robni pogoji ostanejo pri tem nespremenjeni. Črti, ki sta bili pred spremembo pravokotni, ostaneta taki tudi po spremembi.

Iz navedenega sledi pomembnejši odgovor, zakaj so modelirniki z istim jedrom različni. Bistven razlog je v načinu postavitve geometrije modela. Solid Edge ima vse opisane značilnosti, ki jih s pridom uporabimo. Je variacijski, parametrični, dimenzijsko in robno krmiljen modelirnik s korakno metodo (History Base Dimension-driven, Constrain-based Design). Poleg

kreiranja telesa omogoča še modeliranje sestavov ali sklopov in izdelavo 2D dokumentacije na podlagi modela ali sklopa. Opisane lastnosti omogočajo enostavno delo, z uporabnikom pa komunicira prek kazalcev za geometrijske robne pogoje (slika 6) in statusno vrstico. Tako je uporabnik vedno obveščen, kaj se dogaja.



Dober modelirnik je tudi MicroStation Modeler, ki je aplikacija generičnega CAD paketa MicroStation firme Bentley Systems, Incorporated (BSI). Znale aplikacije so še InRoad (za projektiranje cest), InRail (za projektiranje železnic), TriForma in Speedikon (za projektiranje stavb) in mnoge druge. Modelirnik Modeler firme BSI je uporabljen v programu COSMOS/M Designer II forme SRAC za kreiranje in računanje konstrukcij. Večina aplikacij za omenjen generični paket je napisana v C jeziku ali natančneje v MDL (MicroStation Development Language). Lahko pa



Slika 6: Kazalec geometrijskih robnih pogojev.

Boris LUTAR: Programska orodja za načrtovanje in računanje konstrukcij

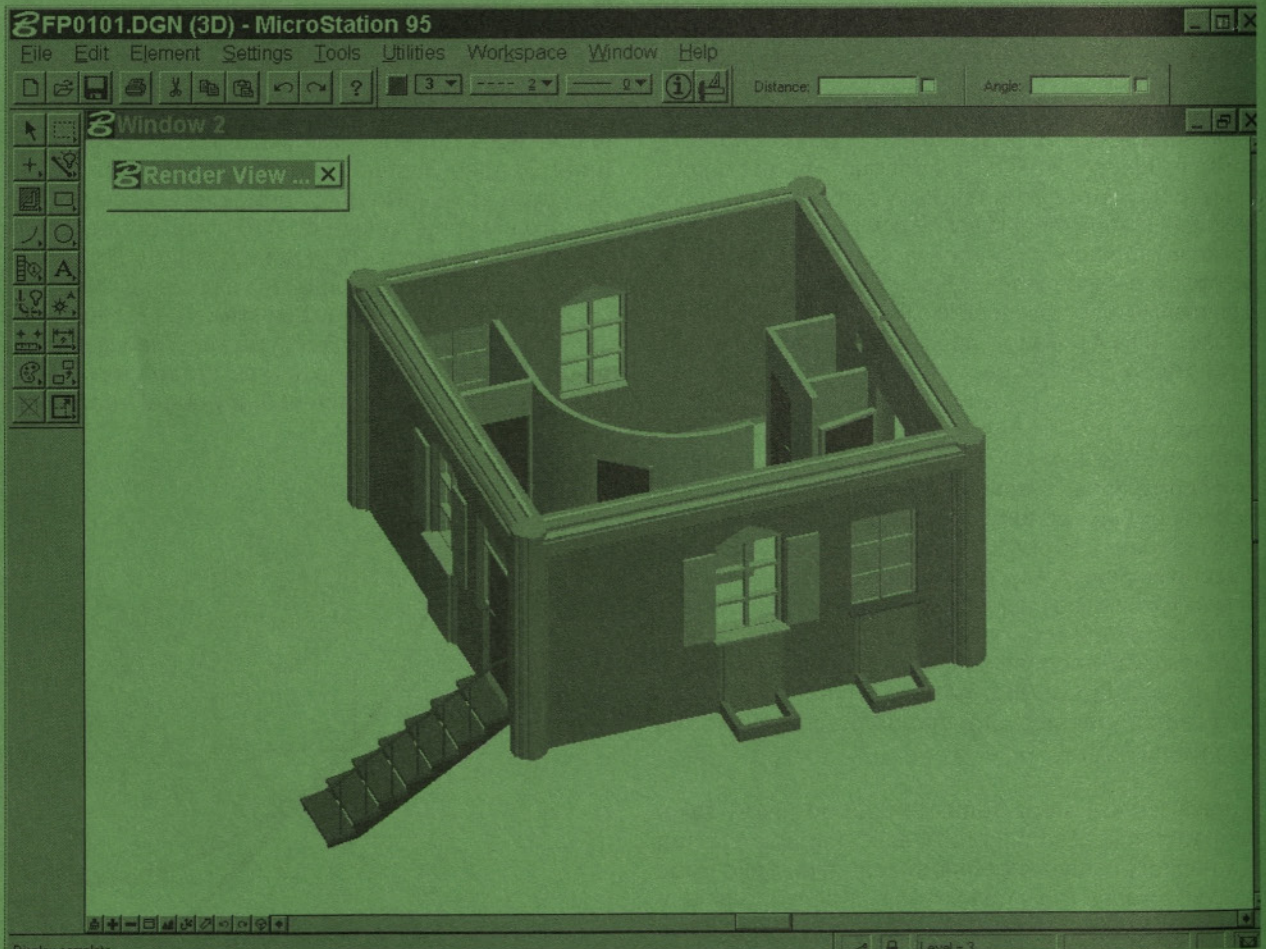
so napisane tudi v Visual Basicu ali drugem programskem jeziku, ki omogoča komunikacijo prek DDE (Dynamic Data Exchange) protokola. Ni nujno, da je model narejen s solidi, lahko je narejen s površinami (surface modeler), kot je na primer v programu InRoad. Model, narejen v MicroStation Modelerju, je narejen s solidi in ga lahko 'prerežemo' z neko površino, s čimer dobimo kombinacijo površinskega in telesnega modela. Pomanjkljivost pa je, da obdelanega modela s površino ni možno enostavno popravljati kot pri hibridnih modelirnikih, ki omogočajo lokalno obdelavo telesa.

2.1 PRIMERNOST MODELIRNIKOV ZA UPORABO V GRADBENIŠTVU

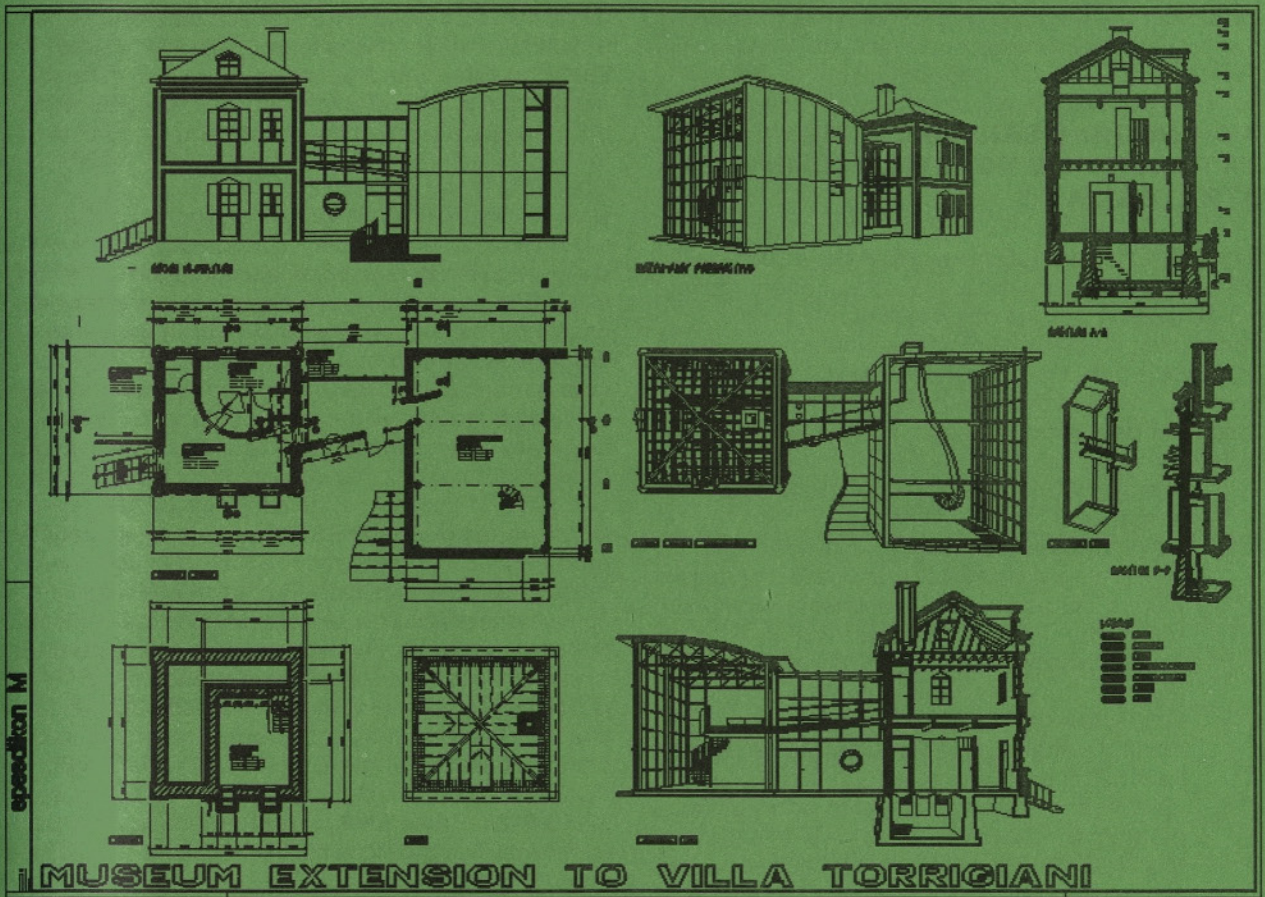
Omenjeni modelirniki niso najprimernejši za uporabo v gradbeništvu z izjemo tistih, ki omogočajo pripravo modela za preračune po MKE. Večina jih je 'pisana na kožo uporabe v strojništvu', ne moremo pa tega pojmovati kot 'neuporabnost v gradbeništvu'. Modeliranje s solidi za gradbeništvu je dobro izvedeno v programu TriForma (BSI) in Speedikon/M Solid (IEZ GmbH).

Programa sta si zelo podobna in sta aplikaciji generičnega CAD paketa MicroStation firme Bentley Systems. Omogočata graditev objektov s solidi, ki jih lahko pojmujejo kot gradnike. To so stene, stopnice, okna ... skratka, vsi elementi, ki so potrebni za sestavo objekta. Prednosti so enake kot pri modelirnikih. Dokumentacija se izdela samodejno, celo kotiranje se v dobršni meri izvede samodejno. Zaradi asociativnosti se prilagaja spremembi modela. Ker so gradniki (solidi) objekti, jim lahko pripišemo lastnosti (na primer volumen), tip (pregradna, nosilna stena), sestavo (zidak, izolacija, omet, oplask). Zamenjati je mogoče neki gradnik ali skupino z drugimi, ki jih imamo v knjižnici. Na primer zamenjava izbranih oken z drugimi in podobno. Vse to omogoča, da lahko dobimo podatke v obliki spiska uporabljenih materialov po vrsti, količini in lokaciji, kreiramo lahko kosovnice, izvedemo kalkulacijo in podobno.

V obeh programih lahko izberemo različne poglede na objekt ali njegove dele in kreiramo foto-realistične slike. Modul, ki to omogoča, je vgrajen v osnovni paket MicroStation (slika 9). Vzrok, da so modelirniki,



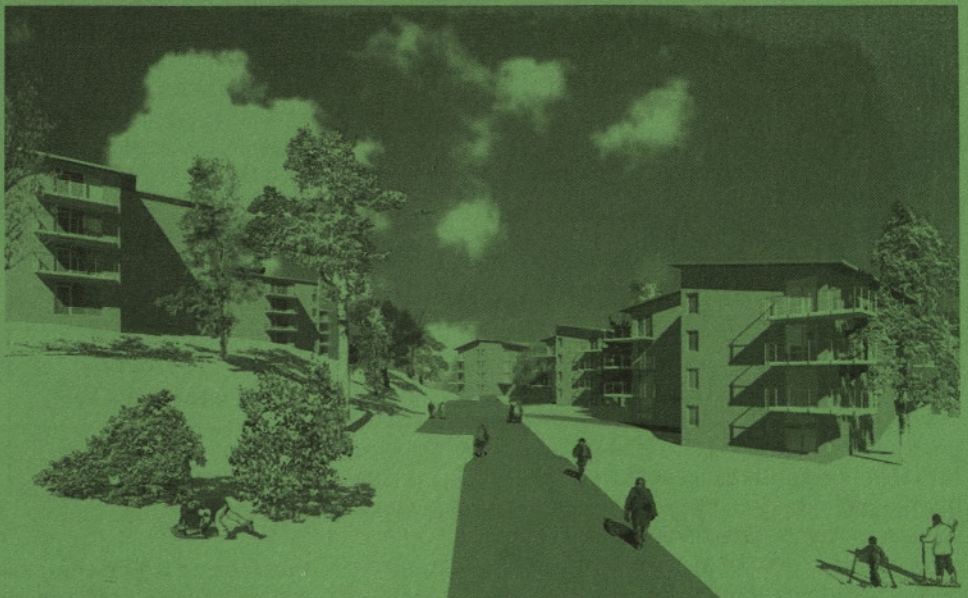
Slika 7: Pogled na del kreiranega objekta v programu TriForma.



Slika 8: Samodejno narejena dokumentacija s programom TriForma.

ki so pisani večinoma za uporabo v strojništvu, manj primerni za uporabo v gradbeništvu, je tudi v množici značilnosti objektov (solidov) v gradbeništvu. Stena

je lahko nosilna, predelna, opečna ali betonska, z izolacijo, ometom, oblogo in tako naprej. Vendar se stvari izboljšujejo in modelirniki kljub navedenim



Slika 9: Foto-realistični prikaz bodočega objekta

Boris LUTAR: Programska orodja za načrtovanje in računanje konstrukcij

slabostim za uporabo v gradbeništvu prihajajo s hitrimi koraki tudi na to področje.

3.0 PROGRAMSKI PAKETI FIRME SRAC ZA RAČUNANJE KONSTRUKCIJ IN NJENA STRATEGIJA

Firma SRAC (Structural Research&Analysis Corporation, USA) je bila ustanovljena 1982 z namenom razvoja in trženja programskih paketov in orodij za računanje konstrukcij po metodi končnih elementov (FEM). Že leta 1985 je privedla svoj osnovni integralni programski paket COSMOS/M za uporabo na osebnih računalnikih. Razvoj in delo gradi na ciljnih, ki jih dokaj uspešno in tekoče realizira:

- razvoj zmogljivih samostojnih orodij za analizo konstrukcij
- razvoj zmogljivih modulov za analizo konstrukcij, ki jih je mogoče integrirati v razširjene programske pakete za načrtovanje in računanje konstrukcij
- razvoj orodij, ki jih uporablja konstruktor na zmogljivih osebnih računalnikih, delovnih postajah, srednjih in velikih računalnikih
- upoštevanje dejstva, da želi in potrebuje konstruktor rezultate analize za tipične probleme takoj in ne v nekaj urah ali naslednje jutro
- upoštevanje dejstva, da želijo uporabniki programskih paketov, kot so PATRAN, ANSYS, MSC/NASTRAN in drugi te uporabljati še naprej, vendar z vgraditvijo modulov ali vmesnikov, ki povečajo hitrost in zmogljivost analize ter izboljšajo možnosti interpretacije rezultatov analize.

Modularnost osnovnega integralnega paketa firme SRAC in možnost nadgraditve paketov drugih firm (Bentley Systems Incorporated, SolidWorks Corporation, Intergraph Corporation in drugih) z moduli za analizo omogoča uporabnikom, da vložena sredstva in čas, ki so jih potrebovali za uporabo programskih paketov teh firm in njihovo povezavo s celotnim procesom načrtovanja in nastanka proizvodov, ohranijo in nadgradijo z novimi možnostmi.

3.1 NOVA RAČUNALNIŠKA TEHNOLOGIJA FFE

Mreženje računskega modela konstrukcije pogosto privede do problema reševanja sistema enačb z 10000 ali tudi več kot 100000 neznank. Klasični solverji različnih firm kljub izboljšavam niso korenito izboljšali dveh osnovnih slabosti: velike porabe časa in velike porabe diskovnih kapacitet (prostora na disku). Pogosto je uporabnik po nekaj urnem reševanju razočaran nad obvestilom računalnika, da ima premalo prostora

na disku ali pa da je sistem enačb slabo numerično pogojen (ni rešljiv). Nova tehnologija FFE (Fast Finite Element) firme SRAC je na tem področju zanesljivo pomemben prispevek k lažjemu in učinkovitemu delu pri reševanju problemov konstrukcij.

Novi solverji, ki jih odlikuje zanesljivost in robustnost, tudi do stokrat večja hitrost reševanja ob 95% prihranku diskovnega prostora, omogočajo uporabniku natančne in podrobne analize ob sorazmerni majhni porabi časa tudi na osebnih računalnikih in ne samo na dragih delovnih postajah. Po skopih in dostopnih informacijah firme SRAC je bila pri njih uporabljena mešanica direktnih in iterativnih postopkov reševanja problemov ob upoštevanju tehnik optimizacije in najnovejše tehnologije dela z bazami podatkov. Avtor je s programom COSMOS/M Ver. 1.75a for Windows NT&95 izvedel test novega solverja FFESTAR za reševanje statičnih problemov na primeru računa novega nadvoza nad magistralno cesto v Mariboru. Za nadvoz je bila opravljena obremenilna preizkušnja, pri kateri so sodelovali sodelavci Fakultete za gradbeništvo Univerze v Mariboru. Po mreženju konstrukcije in uporabi elementov TETRA10 je dobil 8194 elementov in 47427 prostostnih stopenj. Izračun, v katerem sta bila vedno upoštevana dva statična obtežna primera, je opravil na računalnikih PC Pentium z različnimi procesorji, vsi pa so imeli 32MB RAM. Primerjava potrebnega časa za izračun na računalnikih z različno hitrimi procesorji je prikazana v spodnji prvi preglednici.

90MHZ	120MHZ	133MHZ
933 sec	693 sec	542 sec

Preglednica 1: Primerjava računskih časov za 32MB RAM in različne procesorje.

Iz preglednice vidimo vpliv hitrosti procesorjev na hitrost reševanja obravnavanega problema. Isti problem je avtor izračunal na računalniku s 133MHZ procesorjem in 64MB RAM ter na računalniku PC Pentium PRO 200 z 64MB RAM. Primerjava potrebnega časa za izračun je prikazana v drugi preglednici.

133MHZ 64MB RAM	Pentium PRO 200 64MB RAM
534 sec	285 sec

Preglednica 2: Primerjava računskih časov za 64MB RAM in različna osebna računalnika

Hitrost procesorja in količina hitrega pomnilnika (RAM) imata na solverje FFE tehnologije velik vpliv. S finejšim mreženjem je avtor dobil za isti problem 16631 elementov TETRA10 in 191886 prostostnih stopenj. Za dva statična obtežna primera je PC Pentium 133MHZ z 64MB RAM potreboval 11959sec, PC Pentium PRO 200 z 64MB RAM pa 5225 sec. S povečanjem spomina PC Pentium PRO 200 na 96 MB RAM se je čas reševanja zmanjšal na 2193 sec. Spodnja meja potrebnega hitrega pomnilnika osebnega računalnika za uporabo FFE tehnologije je 32MB RAM. Firma SRAC razvija solverje, pri katerih ne bo zgornje omejitve (200000 enačb in 64000 vozlišč), ampak količina hitrega spomina in prostor na disku. Pred reševanjem novi solverji izračunajo potreben prostor na disku in preverijo, če ga lahko uporabijo. Med reševanjem na zaslonu v obliki časovno spremenljivega histograma kažejo v odstokih in grafično količino opravljenega dela.

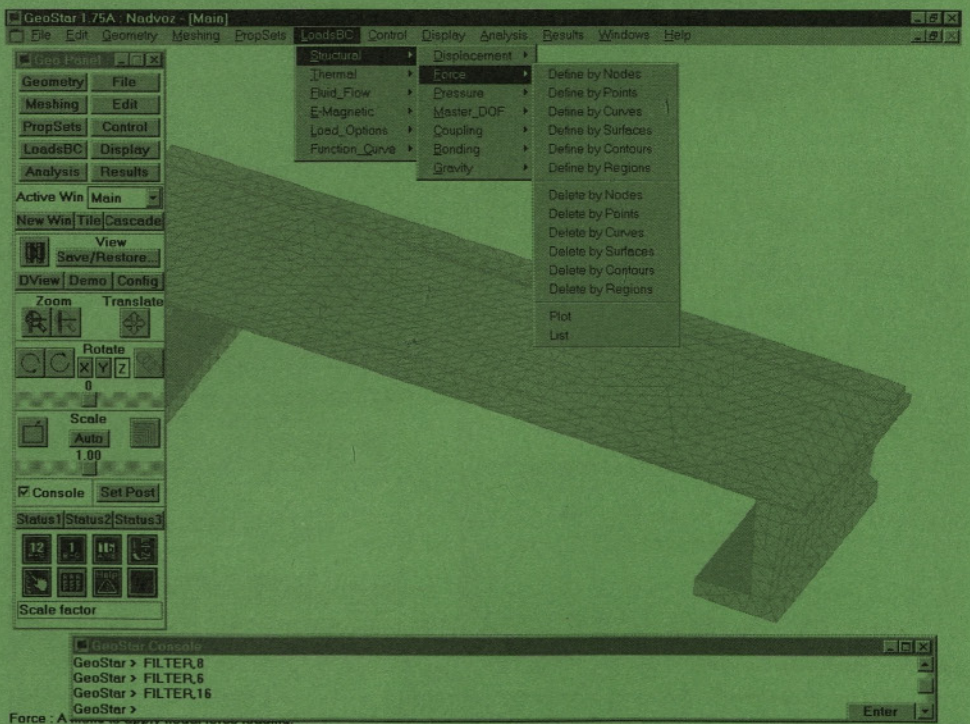
3.2 PROGRAM COSMOS/M FOR WINDOWS NT&95

Osrednji modul programskega paketa je GEOSTAR, ki omogoča preprocesiranje in postprocesiranje. Programski paket je modularen in ga lahko po potrebi dogradimo z nakupom modulov za potrebne analize. Z osrednjim modulom kreiramo računski model z ukazi, ki so pregledno in razumljivo razporejeni v menijih. Za kreiranje računskega modela ima uporabnik na razpolago učinkovite ukaze, ki po učinkovitosti

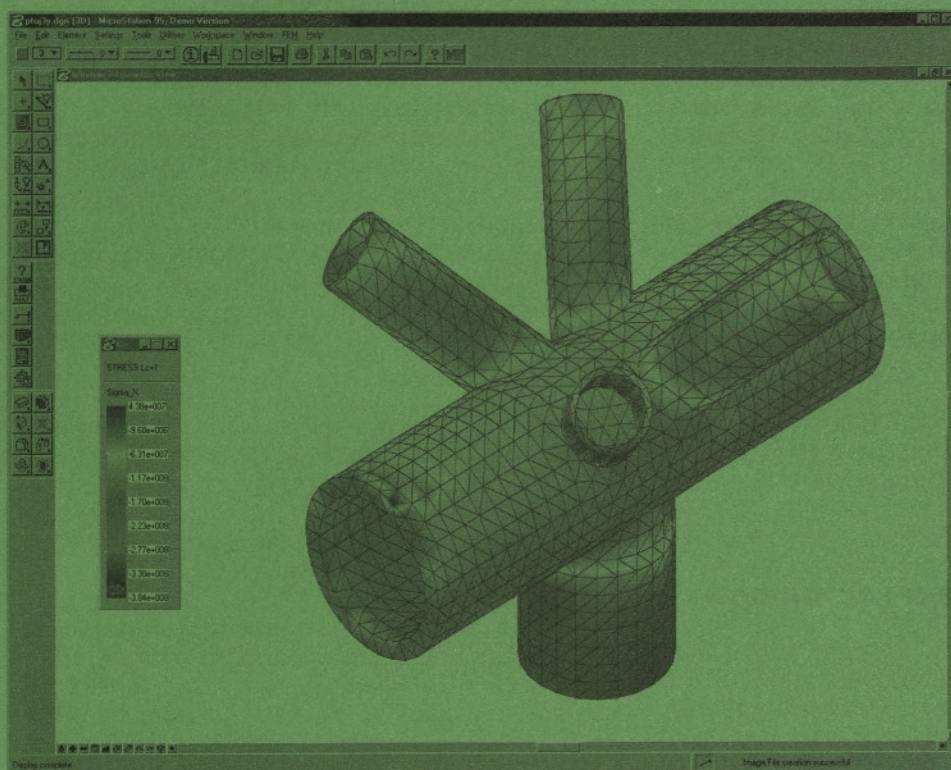
spominjajo na CAD programske pakete. Izkušen uporabnik lahko uporabi možnost podajanja ukazov s tipkovnico. Orodjarno in alfanumerično okno (slika 10), ki ga program uporablja za podajanje ukazov s tipkovnico in v katerega program sporoča obvestila med delom, lahko uporabnik umakne (zapre) in uporabi menije oziroma cel zaslon za grafični prikaz rezultatov. Na zaslonu ima lahko največ 4 grafična okna, ki jih po potrebi zapre, odpre, poveča, pomanjša, premika ali odstrani. Pomoč med delom je takojšnja (case sensitive help), lahko pa uporabi tudi priročnike v elektronski obliki, ki jih instalira na disk ali pusti na CD.

Uporabnik rezultate izračuna prikaže na različne načine in izpiše v različnem obsegu. Izbere lahko ekstremne vrednosti, prikaz rezultatov v sekcijah ravnin (section planes) ali v obliki krivulj ter ploskev za količine enake intenzitete (isoplanes, isosurfaces) in podobno. Mreženje (meshing) je hitro in učinkovito.

Program smo uporabili za preračun novega nadvoza nad magistralno cesto v Mariboru, za katerega je bila izvedena obremenilna preizkušnja. Elektronske meritve in izračuni so pokazali korektnost izvedbe konstrukcije in skladnost z rezultati statičnih izračunov v projektni dokumentaciji. Omeniti velja, da smo kljub sorazmerno majhnim izkušnjam opravili preračune s programom hitro in brez težav, kar potrjuje preglednost menijev programa in intuitivnost ukazov.



Slika 10: Izgled zaslona računalnika s prikazom orodjarne in menijev.

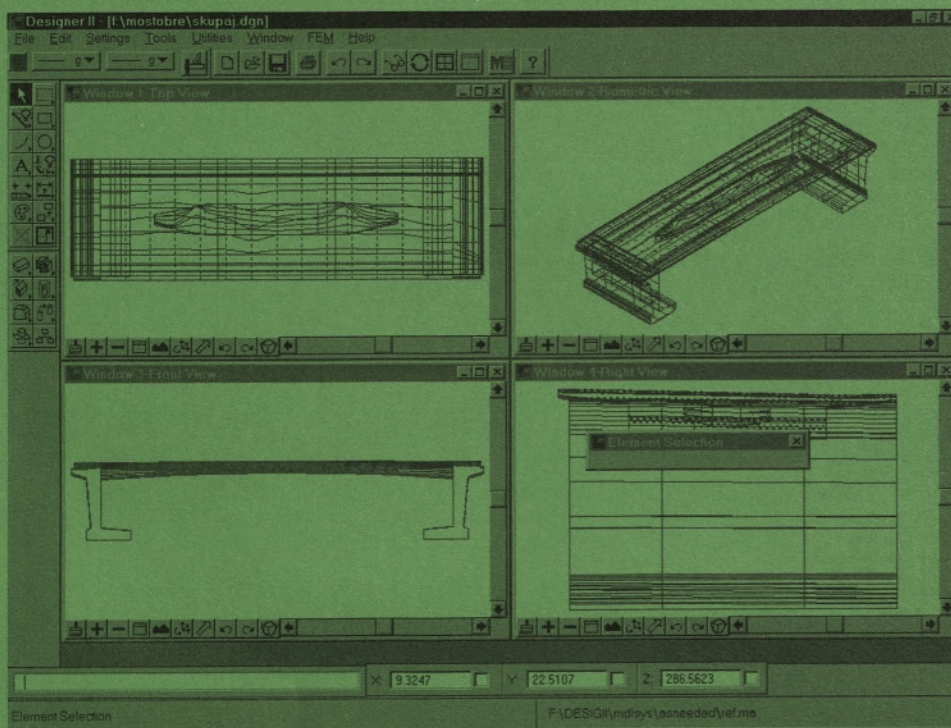


Slika 11: Prikaz normalnih napetosti cevnega razcepa konstrukcije

3.3 PROGRAM COSMOS/M DESIGNER II

Kljub možnostim prenosa geometrijskih modelov v program COSMOS/M s pomočjo datotek različnih grafičnih standardov iz CAD paketov, je tak način

še vedno zamuden in okorn. S sodelovanjem firm Bentley System Incorporated, ki je razvila MicroStation Modeler in firme SRAC je nastal programski paket COSMOS/M DESIGNER II. Združena sta dober modelirnik in moduli za analizo konstrukcij (SRAC). Program



Slika 12: Pogled na zaslon pri kreiranju geometrijskega modela nadvosa pred mreženjem

je namenjen širšemu krogu uporabnikov in ne izključno poznavalcem metode končnih elementov. Oblikovalec, ki v največji meri skuša za načrtovani proizvod slediti ciljem uporabnosti, funkcionalnosti in estetskega videza izdelka, lahko na hiter in enostaven način presodi ustreznost izbrane oblike na pričakovane obremenitve in izbran material. Z moduli za analizo uporabnik prilagaja možnosti paketa svojim potrebam. Njegova odlika je, da lahko računski model (vozlišča, elemente in obliko) ter rezultate preračuna uporabimo v splošnem programskem paketu COSMOS/M, kjer opravimo tudi dodatne analize. Taka povezljivost, ki žal ni pogosta, znatno olajša delo in omogoča timsko delo. Ker programski paket tekoče razvijajo in dopolnjujejo, lahko pričakujemo, da ga bodo razvijalci v kar največji meri prilagodili potrebam uporabnikov.

3.4 PROGRAM COSMOS/EDGE

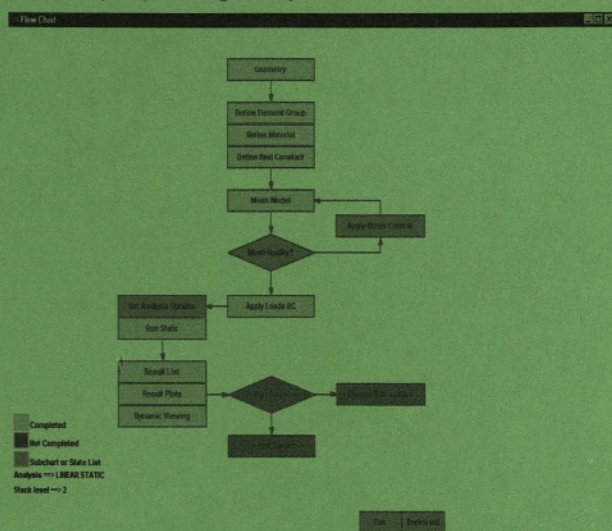
Firma SRAC je razvila vmesnik, ki omogoča preračun modelov, kreiranih z modelirnikom Solid Edge. Ker vmesnik še ni integriran kot pri paketu COSMOS/M DESIGNER II, poteka delo v dveh fazah. Uporabnik mora imeti pred instalacijo vmesnika COSMOS/Edge že instaliran modelirnik Solid Edge. Vanj se pri instalaciji 'vgradi' opcija, ki omogoča pripravo kreiranega modela za preračun z vmesnikom. V kratkem se bo na tržišču pojavila nova verzija z integriranim vmesnikom.



Slika 13: Prikaz izračunanih napetosti modela v COSMOS/Edge

Podajanje robnih pogojev, obtežbe in mreženje poteka na podoben način kot pri DESIGNER II in enako velja

tudi za predstavitev rezultatov izračuna. Med dobrimi lastnostmi vmesnika velja omeniti 'navigacijski sistem', ki v obliki diagrama poteka kaže že opravljene korake in korake, ki jih moramo še narediti. S klikom na ustrezno polje diagrama, ki je glede na dostopnost ustrezne barve, dobimo dodatna pojasnila. Avtor meni, da je za začetnika to dobrodošla in koristna pomoč pri premagovanju ovir.



Slika 14: Navigacijski sistem v programu COSMOS/Edge.

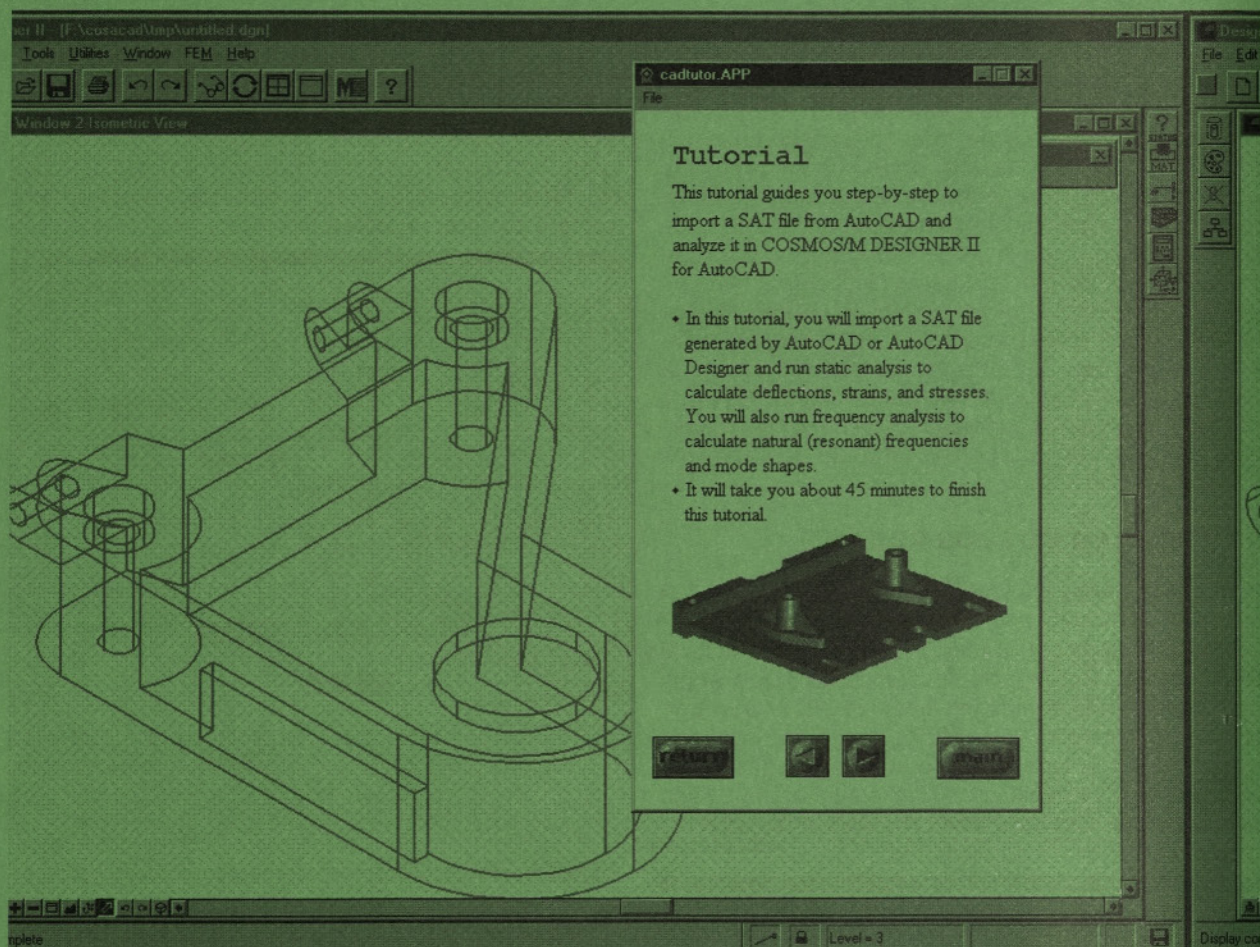
3.5 PROGRAM COSMOS/M DESIGNER II FOR AUTOCAD

Uporabniki programa AutoCAD lahko s tem programom preračunajo kreirane modele shranjene v SAT formatu. Program je vmesnik, ki po obliki in principu dela spominja na vgrajen vmesnik v modelirnik MicroStation Modeler oziroma program COSMOS/M DESIGNER II. Omogoča vizualizacijo rezultatov izračunov s programi MSC/NASTRAN in ANSYS. Rezultate lahko konvertiramo v obliko, ki jo uporablja osrednji modul GEOSTAR osnovnega integralnega paketa COSMOS/M. V njem račun nadaljujemo ali pa ga izvršimo v celoti. Dodatek programa je pripomoček za učenje, ki je na CD in ga po aktiviranju dobimo na zaslonu (slika 15). Za vsebovane primere nas po korakih vodi do cilja. Avtor ga je preizkusil in sodi, da je dober in koristen pripomoček pri učenju uporabe programa. Meni tudi, da je zaradi razširjenosti programa AutoCAD med uporabniki pri nas program vreden pozornosti.

3.6 SAMODEJNO MREŽENJE IN TEŽAVE

Vsi opisani programi z izjemo osnovnega programskega paketa firme SRAC, imajo vgrajeno samodejno mreženje.

Boris LUTAR: Programska orodja za načrtovanje in računanje konstrukcij



Slika 15: Program DESIGNER II za AutoCAD po branju datoteke modela in aktiviranju programa za učenje

Firma uspeva z možnostjo določitve območij, kjer je mreža lahko gostejša, zadovoljiti potrebe uporabnikov, vendar lahko pride pri tem do težav. Zlasti v primerih, ko so modeli kompleksni in manj podobni modelom v strojništvu. Vzrokov je več in so v glavnem posledica zahtevne geometrije modelov in dejstva, da je modul osnovnega paketa prirejen potrebam opisanih programov. Sloni na osnovnih gradnikih, njihovi kompoziciji ter soodvisnosti, ki jih uporabnik pri mreženju v osnovnem paketu 'ročno navede', pri samodejnem mreženju pa to opravi program sam, vendar ne vedno zadovoljivo. Rešitev težav je mogoča v primeru, če razpolagamo z osnovnim programskim paketom, in sicer tako, da v njem preberemo geometrijo modela iz datoteke in opravimo mreženje 'ročno'. Proces mreženja ali diskretizacije modela na končne elemente ni enostavna naloga. Firma SRAC posveča temu problemu v razvoju produktov precejšno pozornost, vendar vseh težav ne bo mogoče v kratkem rešiti. Dejstvo je, da se s tem problemom ukvarjajo vsi razvijalci programskih paketov za računanje konstrukcij.

4.0 SKLEP

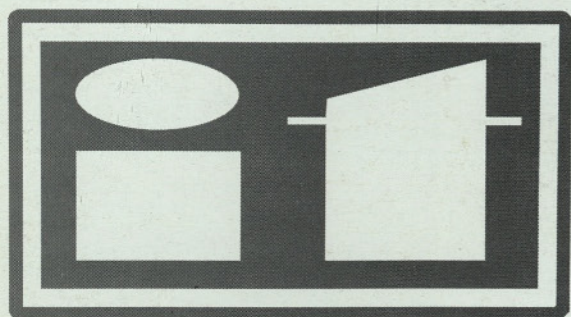
Opisana programska orodja in trendi njihovega razvoja predstavljajo približevanje dejanskim potrebam uporabnikov. Dobro izkoriščajo možnosti strojne in sistemske programske opreme in omogočajo uporabnikom hitrejše in kakovostnejše delo. Programska orodja, ki združujejo lastnosti modelirnikov in splošnih paketov za računanje konstrukcij po MKE, bodo kljub opisanim pomanjkljivostim postala vse bolj razširjena tudi pri nas. Pri tem bodo najbrž najbolj iskana taka, ki so odprta in omogočajo povezave z drugimi aplikacijami. Vsa opisana orodja imajo dobro dokumentacijo, ki je v pisni in elektronski obliki (CD), pri delu pa nudijo tudi zadovoljivo pomoč. Dobra poteza njihovih razvijalcev so učna pomagala, ki uporabniku po korakih omogočajo samostojno učenje uporabe. Dodatne informacije opisanih programskih orodij lahko zainteresirani uporabniki dobijo na elektronskih naslovih <http://www.cosmosm.com>, <http://www.intergraph.com>, <http://www.bentley.com> in pri firmah SCEPTER d.o.o. iz Vuzenice ter SRC computers d.o.o. iz Ljubljane.

ZAHVALA

Avtor se zahvaljuje podjetjema SCEPTER d.o.o. iz Vuzenice in SRC computers d.o.o iz Ljubljane, ki sta mu omogočili ogled in preizkus opisane programske opreme. Posebej se zahvaljuje gospodu Dorjanu Baruci iz SRC computers d.o.o. za posredovano gradivo in vso pomoč.

L I T E R A T U R A

- 1 MicroStation Modeler, User's Guide, Version 1, 1994, Bentley Systems, Incorporated
- 2 COSMOS/M DESIGNER II, Analysis User Guide and Reference, Version 1.2, SRAC, 1997
- 3 COSMOS/Edge User's Guide, Version 1.0, SRAC, 1996
- 4 COSMOS/M DESIGNER II For AutoCAD, Version 1.2, SRAC, 1996
- 5 Welcome to Version 1.75a for Windows NT/95 Platforms, SRAC, October 1996



STROKOVNI IZPITI ZA GRADBENIŠTVO IN ARHITEKTURO TER PRIPRAVLJALNI SEMINARJI ZA STROKOVNE IZPITE V LETU **1998**

Rok	Leto	Mesec	A. SEMINAR	B. IZPIT	
				pisni	ustni
IX.	1997	December	15.-19. december	13.dec.97	5.-9.jan.1998
I.	1998	Januar	19.-23. januar	17.jan.98	2.-6. feb. 1998
II.	1998	Februar	16.-20. februar	14.feb.98	2.-6. mar. 1998
III.	1998	Marec	23.-27. marec	21.mar.98	6.-10. apr.1998
IV.	1998	April	20.-24. april	18.apr.98	4.-8. maj 1998
V.	1998	Maj	18.-22. maj	23.maj.98	8.-12. jun.1998
VI.	1998	September	21.-25. september		
VII.	1998	Oktober	19.-23. oktober	17.okt.98	2.-6.nov.1998
VIII.	1998	November	16.-20. november	14.nov.98	1.-4.dec.1998
IX.	1998	December	14.-18. december		

A. Pripravljalni seminar za strokovne izpite organizira **Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, 1000 Ljubljana, Karlovška 3** (Telefon/fax: 061/221-587). Prijavo v obliki dopisa, pošlje organizatorju plačnik. Če je plačnik seminarja podjetje (pravna oseba), priobči v prijavi izjavo, da je plačnik oz. navede natančni naslov plačnika. Samoplačnik pošlje organizatorju poleg pisne prijave še kopijo dokazila o plačilu. Cena seminarja za eno osebo znaša 65.000,00 SIT (v znesku je že prištet 5% prometni davek). Številka žiro računa je 50101-678-47602.

B. Strokovni izpit organizira **Gradbeni inštitut ZRMK, 1000 Ljubljana, Dimičeva 12**, telefon 061/18-88-543, 18-88-542. Prijave v obliki obrazca, z vsemi prilogami, ki so razvidne iz obrazca, sprejema organizator 20 dni pred pisnim delom izpita. Obrazce je mogoče dobiti pri organizatorju, udeleženci seminarja na seminarju; vse informacije pri Sonji Lombergar oz. Inž. Jakobu Grošlju od 8.00 do 12.00 ure.