

# GRADBENI VESTNIK

# 6-7-8

1994



**PIONIR**  
*gradnja zaupanja*

Letošnjo pomlad je **GIP PIONIR**

Novo mesto (ter gradbena operativa Ljubljana) dokončal izgradnjo kompleksa

**INTEREVROPA** terminali v Ljubljani na koncu Letališke ulice na kompleksu velikosti preko 36.000 m<sup>2</sup>.

Inter-evropa je tako z izgradnjo novih terminalov pridobila reprezentančno poslovno stavbo z okoli 5500 m<sup>2</sup> površin, objekt kontrolne stavbe z nadstrepnicami s preko 1500 m<sup>2</sup> površin, skladiščno halo s preko 5000 m<sup>2</sup> površin, ter vso pripadajočo zunanjo ureditev z infrastrukturo, parkirišči, cestami in železniškim industrijskim tirom.

**Pionir** je objekt zgradil v dobrem letu s preko 100 zaposlenimi delavci.

**Glavni in odgovorni urednik:**

---

Franc ČAČOVIČ

**Lektor:**

---

Alenka RAIČ

**Tehnični urednik:**

---

Danijel TUDJINA

**Uredniški odbor:**

---

Sergej BUBNOV, Stane PAVLIN,

Andrej KOMEL,

mag. Jože BOŠTJANČIČ,

mag. Ivan JECELJ,

prof. dr. Miran SAJE

Revija izdaja Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Ljubljana, Erjavčeva 15, telefon: 061/221-587. Žiro račun pri SDK Ljubljana 50101-678-47602. Tiska Tiskarna Tone Tomšič v Ljubljani. Letno izide 12 števil. Celoletna naročnina za člane društev znaša 1890 SIT. Za študente in upokojence velja polovična cena. Naročnina za gospodarske naročnike znaša 21.000 SIT, za inozemske naročnike 100 US \$.

Revija izhaja ob finančni pomoči Ministrstva za znanost in tehnologijo, Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana, Fakultete za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Univerze v Ljubljani in Tehniške fakultete, OG Gradbeništvo, Univerze v Mariboru. V naročnini je všteti 5 % prometni davek.

# GRADBENI VESTNIK

GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE  
ŠT. 6-7-8 • LETNIK 43 • 1994 • ISSN 0017-2774

Članki, študije, razprave Articles studies, proceedings	Matjaž Mikoš: FLUVIALNA ABRAZIJA V PRODONOSNIH VODOTOKIH – II. DEL: LABORATO- RIJSKO RAZISKOVANJE PROCESOV IN NJIHOV MATEMATIČNI OPIS ..... 136 FLUVIAL ABRASION IN GRAVEL-BED RIVERS – PART II: LABORATORY INVESTIGATION OF THE PROCESSES AND THEIR MATHEMATICAL DESCRIP- TION
	Marko Breznik: VARNOST VELIKIH PREGRAD ..... 145 THE SAFETY OF LARGE DAMS
	Svetko Lapajne: ŠTUDIJA TEMELJNIH PODPLATOV-ZASUKI ..... 152 STUDY OF FOOTINGS-ROTATIONS
	Matej Fischinger: VPLIV POTRESA V LOS ANGELESU 17. JANUARJA 1994 NA GRADBENE OBJEKTE ..... 155 THE EFFECT OF JANUARY 17, 1994 LOS ANGELES EARTHQUAKE ON CIVIL ENGINEERING STRUCTURES
Jubilej	Sergej Bubnov: CIRIL STANIČ-DEVETDESETLETNIK ..... 164
Poročila Fakultete za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani Proceedings of the Department of Civil Engineering University, Ljubljana	Janko Logar, Bojan Majes: NUMERICNE ANALIZE PORUŠITVE CESTNEGA NASIPA ..... 167
Novosti – Gradbeništvo Tehniška fakulteta Univerza v Mariboru Civil Engineering News University in Maribor	Danijel Rebolj: NOVE SMERI RAZVOJA OKOLJA ZA NAČRTOVANJE IN VREDNOTENJE CEST RoDEE ..... 175 NEW DIRECTIONS IN DEVELOPING ROAD DESIGN AND EVALUATION ENVI- RONMENT RoDEE
Informacije Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana Institute for testing and research in materials and structures Ljubljana	Rajko Kejžar: PRODUKTIVNO NAVARJANJE OBRABNO ODPORNIH PREVLEK ..... 181
	ZAPISNIK REDNE SKUPŠČINE-ZDGITS ..... 187

# FLUVIALNA ABRAZIJA V PRODONOSNIH VODOTOKIH – II. DEL: LABORATORIJSKO RAZISKOVANJE PROCESOV IN NJIHOV MATEMATIČNI OPIS

UDK 627.4:551.312.3

MATJAŽ MIKOŠ

## P O V Z E T E K

Procese fluvialne abrazije je možno spremljati tudi v laboratorijskih pogojih, pri čemer se običajno kot raziskovalna naprava uporabi bobnasti mlin ali krožni žleb. Podane so značilnosti obeh naprav in v njih ugotovljeni parametri fluvialne abrazije. Za potrebe abrazijske raziskave prodnatih plavin reke Alpski Ren v Švici je bila razvita naprava v obliki bobnastega mlina. V njej so bili izvedeni obsežni abrazijski poskusi z mešanicami prodnatih plavin. Spremljane so bile zrnastostne spremembe in izgube teže mešanic. Za matematični opis dogajanj v abrazijski napravi sta bila predlagana dva modela fluvialne abrazije, štiriparametrski eksponentni model odločujočega zrna in petparametrski poenostavljeni frakcijski model. Oba modela sta pokazala zadovoljivo prilagajanje eksperimentalnim rezultatom. Model odločujočega zrna se lahko uporablja v klasičnih enodimenzijskih modelih premeščanja plavin, kjer je zrnastostna združba plavin ponazorjena z odločujočim zrnem. Frakcijski model pa naj se uporablja skupaj z modernimi eno- ali večdimenzijskimi frakcijskimi modeli premeščanja plavin. Podobne raziskave za slovenske vodotoke še niso bile opravljene. Smiselno bi jih bilo opraviti za vse večje prodonosne vodotoke in vsaj najpomembnejše izvore plavin.

## FLUVIAL ABRASION IN GRAVEL-BED RIVERS – PART II. LABORATORY INVESTIGATION OF THE PROCESSES AND THEIR MATHEMATICAL DESCRIPTION

## S U M M A R Y

The processes of fluvial abrasion can be also investigated under the laboratory conditions. Usually a tumbling mill or a circular flume is used as a research set-up. The main characteristics of both set-ups and the parameters of fluvial abrasion, found in them, are given. For the purpose of the investigation on abrasion of gravel sediment of the Alpine Rhine River, a set-up in a form of a tumbling mill was developed. In this set-up several abrasion experiments with sediment mixtures were conducted. The changes in the grain-size distribution and the mass loss of the mixtures were measured. For the mathematical description of the laboratory processes two models of fluvial abrasion were proposed, a four-parameter exponential average-grain model and a five-parameter simplified fraction model. Both models were successfully adjusted to the experimental laboratory data sets. The average-grain model may be used together with classical 1D models of sediment transport, where the whole sediment mixture is restricted to an average grain. On the other hand, the fraction model may be used together with modern 1D or 2D fraction models of sediment transport. Similar investigations for Slovene watercourses haven't been conducted yet. It would be advisable to conduct them for bigger gravel-bed rivers and at least most important sources of river sediment.

Avtor:  
dr. Matjaž Mikoš, dipl. inž. gradb., docent Hidrotehnična  
smer FAGG  
Univerza v Ljubljani.

## 1. UVOD

Laboratorijske abrazijske poskuse lahko delimo v dve glavni skupini: tiste v rotirajočem bobnu z vodoravno osjo, imenovane eksperimenti v **bobnastem mlinu**, in tiste druge v krožečem vodnem toku v **krožnem žlebu**. Nadalje lahko abrazijske poskuse glede na velikost medija delimo na tiste s prodnimi oziroma peskastimi plavinami. Poglobljen pregled je podan v [Mikoš 1993b].

Za **abrazijske poskuse v bobnastem mlinu** je značilno, da se v boben da določena količina zrn plavin in dovolj vode, tako da so zrna pod vodo, nakar se boben vrti v večini primerov okoli vodoravne osi. Uporablja se lahko testna mešanica ali pa samo določeno število testirancev (teles, zrn) in omejena količina manjših zrn, ki jih brusijo. Prve abrazijske poskuse je opravil Daubrée leta 1857 v rotirajoči železni in kamniti posodi z vodoravno osjo [Daubrée]. Uporabljal je robate okruške kamnine, katerih robovi so se že po 25 km popolnoma zaoblili in se niso mogli več ločiti od tipičnih rečnih plavin. Nadalje je ugotovil, da se robata zrna brusijo intenzivneje kot že zaobljena zrna in da je produkt abrazije večinoma mulj, raje kot pesek. Kasneje so bile izvršene številne raziskave v različnih abrazijskih napravah, vendar podobnih Daubréejevem bobnu, kot so raziskave [Fayol] (citat v [Schoklitsch 1914] na str. 7), [Wentworth], [Marshall 1927; 1929], [Düll] in [Schoklitsch 1933]. Po Schoklitschu je veliko raziskovalcev uporabilo podobne naprave z bobnastim mlinom, v glavnem z obsežnimi mešanicami plavin, med drugimi [Krumbein], [Stelczer 1968], [Jurisch], [Mikoš 1983], [Gölz in Tippner], [Parker] in [Werritty].

Pri **abrazijskih poskusih v krožnem žlebu** se uporablja vrsta vodoravne krožne abrazijske posode, kjer se zrna plavin premeščajo po dnu pod vplivom krožečega vodnega toka, ki ga poganjajo vesla. Raziskovalci so uporabljali to zasnovano v prepričanju, da predstavlja izboljšavo v primerjavi s poskusi v bobnastem mlinu, saj se zrna premeščajo pod vplivom vodnega toka in ne teže, kot je to v mlinu. To bi lahko bila prednost v primeru poskusov z majhnim številom testirancev, ne pa tudi poskusov z mešanicami plavin, saj je natančno merjenje srednjih hitrosti premeščanja zrn problematično. Prvi je uporabil zasnovano s krožnim žlebom Kuenen. Prvi del svojega obsežnega eksperimentalnega dela o abraziji grobih zrn plavin je posvetil problemu t. i. mokrega peskanja [Kuenen 1955] in dokazal, da ta del fluvialne abrazije ni pomemben za zrna, manjša od 120 mm. Kasneje je opravil sistematično eksperimentalno raziskavo abrazije kotalečih se grobih zrn plavin [Kuenen 1956], kjer je upošteval različne parametre in pokazal njihovo relativno pomembnost (glej naslednji odstavek). Podobno raziskovalno abrazijsko napravo so pozneje uporabili tudi kot del terenske študije na reki Colorado [Bradley] in reki Knik [Bradley et al.].

Povzete eksperimentalne študije so pokazale, da je sprememba zrnivosti plavin zaradi abrazije in drugih sorodnih procesov odvisna od naslednjih parametrov:

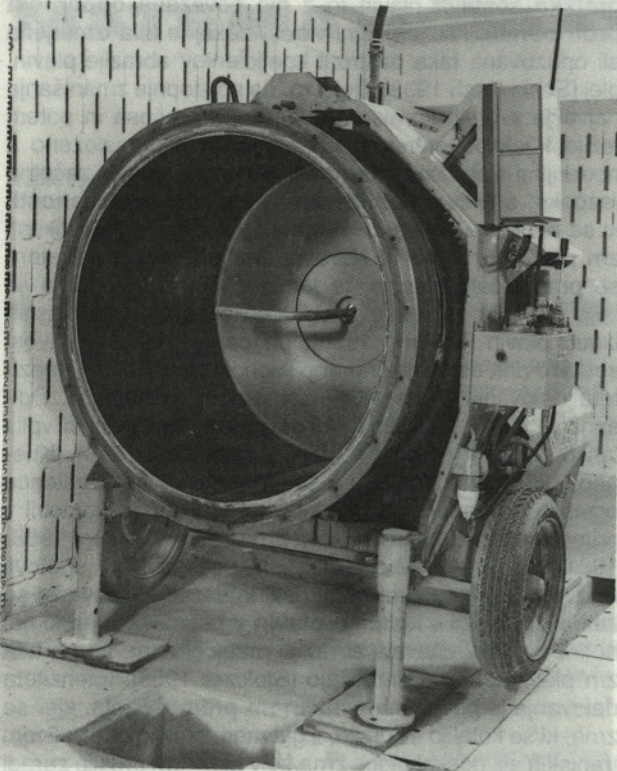
- **lastnosti plavin in njihove okolice** ter
- **trajanja ali razdalje**, združene z abrazijskim delovanjem.

Najizrazitejši od vseh parametrov je učinek **teže** in **velikosti zrn**. Prod se obrusi in zaobli zelo hitro, medtem ko se pesek brusi in zaobljuje izjemno počasi ali ostaja celo popolnoma neobrušen in oglat. Vpliv teže in velikosti zrna je močno odvisen od narave dna struge [Kuenen 1956]. V primeru peščenega dna je vpliv zaznaven samo za zrna, manjša kot 1 cm [Kuenen 1958; 1959]. Ravno nasprotno velja za prodnato dno struge, kjer je vpliv zelo izrazit. Naslednji očitno pomemben parameter je **petrografska sestava** plavin in z njo povezana **odpornost proti obrabi**, kar je glavni vzrok, zakaj je bila izmerjena ali opazovana taka pestrost koeficientov abrazije plavin, glej [Schoklitsch 1933]. Dejstvo, da so stopnje zmanjšanja največje v prvih korakih abrazijskega procesa in potem težijo k eksponentnemu upadanju, je bilo razloženo z notranjimi slabostnimi točkami, kot so na primer začetne razpoke, z vplivom **oblike zrn**, predvsem **zaobljenosti**, ki se povečuje bistveno hitreje od zmanjševanja velikosti zrn plavin [Krumbein]. **Narava dna struge**, prek katere se premeščajo plavine, je lahko peščena, prodnata ali celo skalnata, kar ustreza tudi lestvici naraščanja masnih izgub plavin [Kuenen 1956], pri čemer naj bi zrnavost sestave dna delovala linearno [Schoklitsch 1933]. Intenziteta delovanja je naslednji pomemben parameter. Opisana je lahko s **srednjo hitrostjo zrn**, kjer je njen vpliv lahko zapisan v potenčni obliki [Schoklitsch 1933]. [Kuenen 1956] pa dodaja, da je pri tem velikost potence odvisna od narave dna struge, kakor je to že ugotovil v primeru teže oziroma velikosti zrn plavin. [Stelczer 1968; 1981] pa pri svojih abrazijskih poskusih ni ugotovil omembe vrednega vpliva hitrosti. Intenziteta delovanja se lahko izrazi tudi s **količino plavin v premeščanju**, ki naj bi linearno povečevala abrazijo mirujočih zrn, ne pa tudi zrn plavin, ki se premeščajo [Stelczer 1968]. Intenziteta delovanja je povezana z **načinom premeščanja**, kjer se zrna, ki se kotalijo ali drsijo, v glavnem brusijo pod vplivom trenjskih sil, poskakujoča zrna se v glavnem brusijo zaradi sil trka, lebdeča zrna pa se praktično sploh ne brusijo. Krušenje zaradi obrabe pri trkih je lahko do desetkrat večje kot brušenje zaradi trenjske obrabe, ne upoštevajoč pri tem vplivov velikosti zrn [Schoklitsch 1933]. Ne gre pa tudi pozabiti **prekinjajoče narave premeščanja plavin**, kjer je potrebno razlikovati med abrazijo mirujočih zrn in zrn v premeščanju [Stelczer 1968; 1981] oziroma upoštevati abrazijo na mestu [Schumm in Stevens]. Podrobnejši prikaz posameznih parametrov fluvialne abrazije je prikazan v [Mikoš 1993b].

## 2. ABRAZIJSKA NAPRAVA

Od obeh možnih raziskovalnih naprav je bil izbran za uporabo bobnasti mlin. Kot osnova za takšno napravo je bil uporabljen navaden betonski mešalec z vodoravno vrtečim se bobnom in nato prirejen abrazijskim poskusom. Lopatice, ki so sicer namenjene mešanju betona, so bile odstranjene, dodana je bila posebna proti abraziji odporna gumijasta obloga in oba konična dela bobna sta bila odstranjena in nadomeščena s ploščo. Za eksperimentalno raziskavo o gibanju zrn mešanice v bobnu je bila

uporabljen prozorna plošča iz pleksi stekla in za abrazijske poskuse ojačena jeklena plošča. V boben je bil speljan stalen dotok vode, ki je drobne delce, ki nastanejo pri abraziji zrn, neprekinjeno spiral iz bobna. Vrtilna hitrost se je lahko zvezno izbirala med 1 in 20 vrtljajev na minuto. Po teh spremembah je imel raziskovalni abrazijski mlin (glej sl. 1) vodoravni rotacijski boben z notranjim premerom 1,05 m, osno dolžino 0,80 m in prostornino 690 litrov.



Slika 1. Raziskovalna abrazijska naprava (Foto B. Etter, ETH Zürich).

Ko se je snovala laboratorijska abrazijska naprava, se je hitro izkazalo za pomembno, da se posveti pozornost gibanju zrn mešanice in še posebej določanju učinkovite poti. V bistvu obstajata dve vrsti abrazijskih poskusov v bobnastih mlinih. Prva vrsta poskusov uporablja samo en testni delec (na primer [Schoklitsch 1933]), ostali delci pa delujejo kot abrazijski medij. V drugi vrsti poskusov je celotna mešanica plavin istočasno uporabljena kot testna mešanica in abrazijski medij (na primer [Düll], [Marshall 1927] ali [Stelczer 1968]). V obeh primerih je določanje razdalje, ki jo prepotuje testni delec ali mešanica v notranjosti mlina, izrednega pomena. Razdalja, ki jo prepotuje posamezni testni delec, se lahko enostavno določi kot zmnožek obsega bobna in števila vrtljajev mlina. Za primer testne mešanice plavin pa posebna raziskava o dejanski razdalji, ki jo prepotuje poljubni delec mešanice, ni bila opravljena, kot velja za [Marshall 1927] ali [Stelczer 1968]. [Düll] je na primer predpostavil isto razdaljo kot v primeru posameznih testnih delcev. Tudi

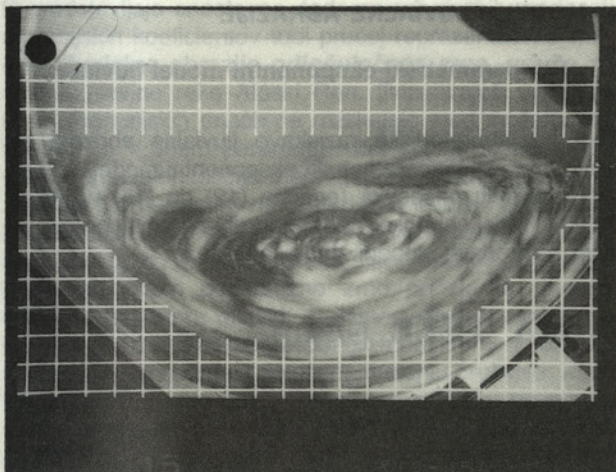
za dejansko hitrost premeščanja zrn mešanice je bila privzeta kar obodna hitrost mlina.

Za abrazijske poskuse, ki so namenjeni preverjanju ali določanju vrednosti koeficienta abrazije za konkretno terensko situacijo, se zdi primernejše uporabiti testno mešanico plavin kot samo posamezne testne delce. Pomislimo samo na že navedene parametre fluvialne abrazije, na primer na vplive teže oziroma velikosti zrn ter seveda njihovo petrografsko sestavo, kar bi pomenilo izvesti veliko število poskusov, ki bi rabili določanju medsebojnih vplivov teh parametrov. Zaradi izbire poskusov s testnimi mešanici plavin je bila raziskava o gibanju zrn plavin mešanice neizogibna. Natančno poznavanje razdalje abrazije in hitrosti premeščanja zrn mešanice plavin bi lahko bistveno izboljšalo pomen abrazijskih poskusov v primerjavi s tistimi poskusi, ki temeljijo na času abrazije [Stelczer 1968], številu vrtljajev mlina [Jurisch] ali abrazijski razdalji, določeni neposredno s pomočjo obsega mlina [Gözl in Tippner]. Testna mešanica plavin oziroma polnitev mlina je bila presejana iz prostorninskih vzorcev podlage, odvzetih na prodiščih reke Alpski Ren (Švica). Prostorninska gostota polnitve je bila  $1780 \text{ kg/m}^3$ . Minimalni in maksimalni premer zrn mešanice po sejanju sta bila 2 in 128 mm.

### 3. RAZISKAVA GIBANJA ZRN MEŠANICE V ABRAZIJSKI NAPRAVI

Boben, ki se vrtil okoli svoje vodoravne osi, sproži gibanje zrnate snovi v notranjosti. Možne oblike gibanja so: zdrsko, posipno, kotaleče se, kaskadno, kataraktno in centrifugirajoče. Za abrazijske poskuse pride v poštev le kotaleče se in mogoče kaskadno gibanje, saj naj bi poskusi simulirali premeščanje rinjenih plavin v vodotokih. Posebno zanimive so meje med navedenimi oblikami gibanja, ki so odvisne od spremenljivk, kot so rotacijska hitrost mlina, premer bobna ali prostornina polnitve, in parametrov snovi polnitve, ki posebej opredeljujejo trenjske razmere v polnitvi in trenje med polnitvijo in steno bobna. V praksi to pomeni, da za izbrano mešanico plavin lahko dosežemo kotaleče se gibanje ob primerno izbrani rotacijski hitrosti mlina in polnitvi bobna.

Polnitev v gibanju lahko razdelimo v dve ločeni območji, aktivno plast na površini polnitve in pasivno območje pod njo. Na zrna plavin v aktivni plasti delujejo sile: vlečna sila (dinamična komponenta sile teže), statična komponenta dvizne sile (komponenta sile vzgona) in statična komponenta sile teže. Dinamična komponenta dvizne sile ni prisotna, ker turbulence ni, zrna se premeščajo pod vodno gladino, vendar v relativno mirni vodi. V aktivni plasti se gibljejo zrna od zgornjega dela navzdol. Večja zrna v glavnem drsijo in se manj pogosto kotalijo. Drobna zrna ne poskakujejo, kot bi lahko v vodotoku, temveč ponikujejo zaradi sile teže. Delež por je v aktivni plasti zaradi gibanja zrn večji kot v pasivnem območju. V aktivni plasti je prisotno relativno gibanje med zrn in tem sloju glede na boben, kar sproža abrazijske procese. Obenem se zrna zaradi obračanja bobna premikajo v pasivno



Slika 2. Gibanje zrn polnitve v abrazijski napravi. Polnitev mlina je približno 346 kg in rotacijska hitrost mlina okoli 804 vrtljajev na uro (Foto B. Etter, ETH Zürich).

območje. Tam ni relativnega gibanja med zrni glede na boben in abrazijski procesi izostanejo. Zrna se obračajo skupaj z bobnom, zato je videti združeno gibanje zrn kot kroženje znotraj polnitve (sl. 2).

Prečno gibanje zrnatih snovi v rotacijskem bobnu je neizbežno povezano s procesi radialne segregacije, in jih povzročajo v glavnem velike razlike v velikosti zrn kot tudi oblike in gostote zrn, kar seveda še posebej velja za mešanice rečnih plavin. K segregaciji vodita dva mehanizma: perkolacija in tok plavin. Ko drobna zrna iz pasivnega območja prehajajo v aktivno plast na njegovem zgornjem delu, istočasno ponikujejo skozi pore večjih zrn, vse dokler niso tik nad pasivnim območjem. Ko istočasno potujejo navzdol v aktivni plasti, ostajajo v stiku s pasivnim območjem. Zato drobna zrna padajo skozi pore med večjimi zrni v zgornjem delu pasivnega območja. Zrna, ki se premeščajo v aktivni plasti, se dodatno segregirajo zaradi mehanizma toka. Groba zrna potujejo po nagnjeni površini polnitve dlje kot drobna zrna in bolj sferična zrna se premeščajo lažje kot manj sferična. Le malo drobnih zrn kadarkoli prispe v aktivni plasti do dna površine polnitve. Torej, ko enkrat drobna zrna pridejo do središčnega jedra polnitve, je njihovo nadaljnje gibanje omejeno na to področje (sl. 2).

Zaradi perkolacije drobnih zrn polnitve so bila v raziskavi gibanja opazovana samo zrna, večja kot 23 mm, ki so tvorila okoli 3/4 mase polnitve. Relativno velik interval do maksimalnega zrna 128 mm je bil nato razdeljen v 5 intervalov. Pri rotacijski hitrosti okoli 100 vrtljajev na uro je bila polnitev v tipičnem kotalečem se gibanju, pri 800 vrtljajih na uro pa v rahlo kaskadnem. To sta bili tudi meji območja raziskave. Zaradi nosilnosti naprave je bila kritična zgornja meja polnitve določena s 400 kg (32 % prostornine bobna), kritična spodnja meja polnitve pa s pogojem, da je polnitev vsaj dvakrat višja od maksimalnega zrna polnitve, kar je dalo 260 kg (21 % prostornine bobna).

Nato so bili na video posnetkih analizirani glavni parametri gibanja zrn pri različnih obratovalnih pogojih abrazijske naprave. Za te parametre so bile razvite regresijske enačbe. Podrobnosti so podane v [Mikoš 1993b], tukaj sledi le nekaj glavnih rezultatov raziskave:

- razdalja premeščanja zrn v aktivnem sloju na površini polnitve je bila definirana kot abrazijska razdalja oziroma razdalja brušenja, ki se lahko precej dobro določi le za zrna, večja kot 1 cm. Drobnejša zrna predstavljajo le manjši del mase polnitve in naj se upoštevajo kot polnilna zrna, ki blažijo intenzivnost procesov drobitve bolj grobih zrn;

- za zrna, večja kot 2 cm, je bila razvita regresijska enačba za dejansko abrazijsko razdaljo v odvisnosti od polnitve in rotacijske hitrosti mlina ter velikosti zrn. Za ta zrna je dejanska abrazijska razdalja manjša kot 50 % obsega bobna pri rotacijski hitrosti 120 vrtljajev na uro, izbrani za abrazijske poskuse;

- hitrost premeščanja zrn je povezana s količino plavin v premeščanju, oba parametra ne moreta biti izbrana neodvisno eden od drugega. Ker je polnitev v abrazijski napravi k vrtenju prisiljena, so dosežene visoke količine plavin v premeščanju že ob nizkih rotacijskih hitrostih mlina in hitrostih premeščanja zrn. Zato so dejanske količine plavin v premeščanju v abrazijski napravi (20–25 kg/m.s za zrna večja kot 23 mm in za rotacijsko hitrost mlina okoli 110 vrtljajev na uro) precej višje kot v vodotokih in dejanske hitrosti premeščanja zrn (13–28 cm/s za zrna večja kot 23 mm in za rotacijske hitrosti mlina okoli 120 vrtljajev na uro) nekoliko manjše kot v vodotokih.

#### 4. LABORATORIJSKI ABRAZIJSKI POSKUSI

Poglavitni namen poskusov v abrazijskem mlinu je bil določiti eksperimentalne vrednosti koeficientov abrazije za plavine reke Alpski Ren (Švica), primerljive z vrednostmi na terenu določenih koeficientov abrazije [Mikoš 1994]. Za poskuse je bilo uporabljenih pet različnih modelnih mešanic velikosti med 2 mm in 128 mm in teže okoli 400 kilogramov, presejanih iz prostorninskih vzorcev podlage. Štirje vzorci so izvirali iz reke Alpski Ren (mešanice 1 do 4), peti pa iz hudournika Schraubach (mešanica 5+5a), ki je eden glavnih prinašalcev plavin v Alpski Ren.

Abrazijski poskusi so bili izvedeni pri rotacijski hitrosti 120 vrtljajev na uro. O vzrokih te odločitve glej diskusijo v [Mikoš 1993b]. Vsak poskus je trajal vsaj tako dolgo, da je ponazoril celoten 42 km dolg raziskovani odsek reke Alpski Ren. Ker bi bilo zelo pomembno prepoznati možne časovne spremembe stopenj abrazije, je bilo odločeno, da se posamezen poskus razdeli v več zaporednih korakov različne dolžine. Dolžina koraka na začetku poskusa je bila izbrana v višini približno 5 km, ki naj bi se nato sčasoma povečala na 10 do 20 km. Poglavitni rezultat posameznega poskusa je bila sprememba teže modelne mešanice plavin v odvisnosti od trajanja poskusa oziroma temu ustrezne razdalje premeščanja. Merjene so bile spremembe teže za frakcije > 2 mm in njim pripadajoče

relativne masne frakcije. Kilometraža vzdolž reke Alpski Ren je bila določena s pomočjo posebej za abrazijsko razdaljo razvite regresijske enačbe [Mikoš 1993b]. Za vsak eksperimentalni korak je bila določena:

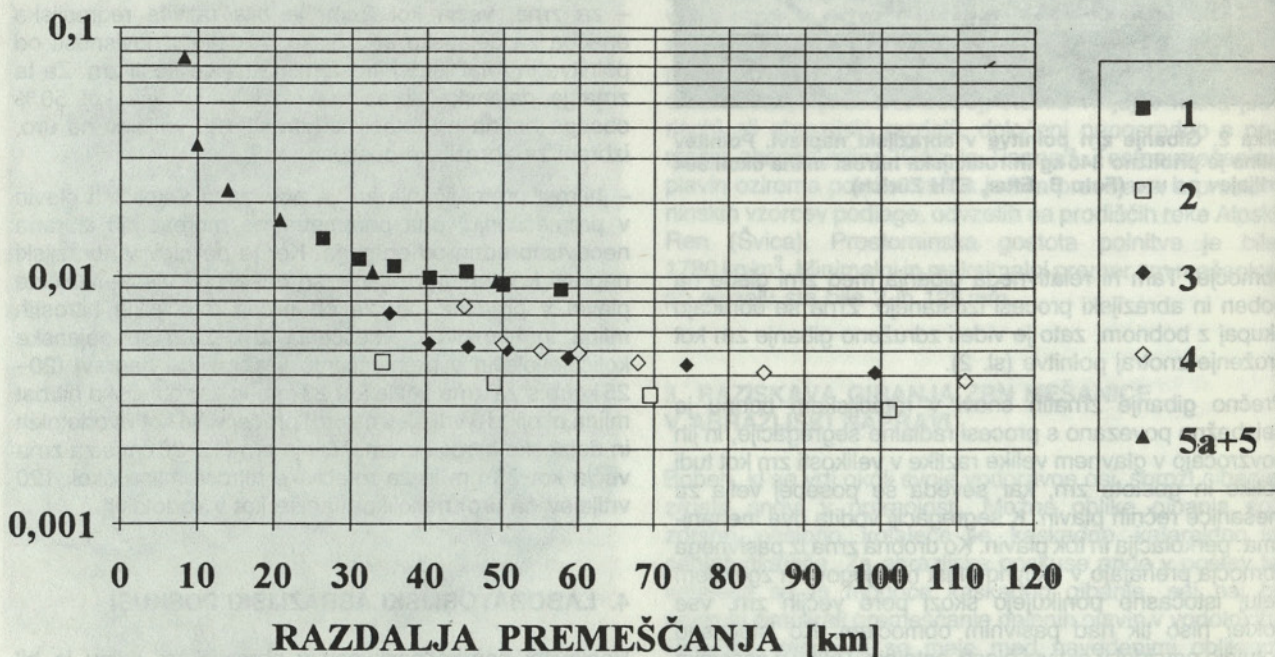
- zrnavostna krivulja mešanice na koncu koraka in
- srednja stopnja zmanjšanja teže mešanice, in sicer iz spremembe njene teže na začetku in koncu eksperimentalnega koraka (sl. 3).

## 5. MODEL FLUVIALNE ABRAZIJE

### 5.1. Štiriparametrski eksponentni model fluvialne abrazije

Tudi za laboratorijske raziskave fluvialne abrazije se lahko uporabi štiriparametrski eksponentni model, opisan v prvem delu prispevka (enačbe (12) do (15) v [Mikoš 1994]). Sedaj se lahko model uporabi za opis spreminjajočih se srednjih stopenj zmanjšanja teže:

## SREDNJE STOPNJE ZMANJŠANJA TEŽE [-/km]



Slika 3. Merjene srednje stopnje zmanjšanja teže modelnih mešanice, podane za vsak eksperimentalni korak v sredini intervala razdalje.

Na splošno velja, da se stopnje zmanjšanja teže za prav vse mešanice zmanjšujejo z razdaljo premeščanja. To še posebej velja za mešanici 5 in 5a, ki izvirata skoraj neposredno iz izvorov robatih plavin (hudournik Schraubach).

Abrazijskim poskusom je sledilo iskanje ustreznih matematičnih modelov, ki bi čim boljše opisali zrnavostne spremembe testnih mešanice v abrazijski napravi in njim pripadajoče srednje stopnje zmanjšanja teže.

$$m = m_0 e^{-[\alpha_0 + \alpha_1(s+s_0)^{-\alpha_2}]s} \text{ [kg]} \quad (1)$$

kjer je  $m_0$  [kg] masa mešanice na začetku eksperimentalnega koraka in  $m$  [kg] masa iste mešanice na koncu koraka,  $\alpha_0$  [-/km] predstavlja komponento obrusa,  $\alpha_1$  [-/km] predstavlja komponento krušenja,  $\alpha_2$  [-] je indeks, kako hitro izzveni komponenta krušenja,  $s$  [Renski km] je razdalja, merjena vzdolž reke Alpski Ren in  $s + s_0$  [km] je srednja oddaljenost od različnih izvorov plavin. Uporabljena je bila nelinearna regresijska analiza (Marquardt) in dobljene so bile naslednje regresijske enačbe in koeficienti R:

$$\#1: R = 0,9999 \text{ (7 točk):}$$

$$a_w = 0,0085 + 0,11 (s-10)^{-1,0} \text{ [-/km]} \quad (2)$$

$$\#2: R \approx 1,0 \text{ (4 točke):}$$

$$a_w = 0,0026 + 0,11 (s+14)^{-1,0} \text{ [-/km]} \quad (3)$$

$$\#3: R = 0,9999 \text{ (7 točk):}$$

$$a_w = 0,0037 + 0,11 s^{-1,0} \text{ [-/km]} \quad (4)$$

$$\#4: R = 0,9969 \text{ (7 točk):}$$

$$a_w = 0,0037 + 0,11 s^{-1,0} \text{ [-/km]} \quad (5)$$

$$\#5 + 5a: R = 0,9989 \text{ (6 točk):}$$

$$a_w = 0,0049 + 0,11 (s-6)^{-0,6} \text{ [-/km]} \quad (6)$$



ki predstavljajo enostavne, toda zaradi visokih vrednosti regresijskih koeficientov tudi precej reprezentativne **modele fluvialne abrazije odločujočega zrna**, razvite za rinjene plavine reke Alpski Ren. Rezultirajoči analitični izrazi regresijskih enačb se razlikujejo med mešanici več kot le v enem parametru. Zdi se, da je poglavitni vzrok temu stohastična narava premeščanja plavin, ki združuje in meša plavine iz različnih virov plavin različne kamninske sestave. Tako je vsaka mešanica sestavljena iz skupin zrn plavin, vsaka s svojo lastno zgodovino brušenja. Vsako posamezno zrno prihaja iz natanko določenega izvora plavin s samosvojimi kamninskimi lastnostmi, in je bilo premeščeno za določeno abrazijsko razdaljo ter se nahaja v določenem stanju brušenja. Kljub temu se lahko predvideva, da je vsaka mešanica homogena v svoji petrografski sestavi. Razlike med mešanici se lahko potem razložijo z dejstvom, da so sestavljene iz zrn plavin različnih virov plavin.

## 5.2. Teorija drobljenja

Zaradi visoke stopnje kompleksnosti procesa abrazije v eksperimentalni napravi smo poiskali nove ideje na drugih tehničnih področjih. Tako je bilo izbrano industrijsko drobljenje kot proces zmanjševanja velikosti delcev in ena najpomembnejših operacij v praksi kemičnega inženiringa. Tipični operaciji sta drobljenje in mletje, ki se opravljata v različnih vrstah mlinov, posebno bobnastih mlinih. Znanje o procesu drobljenja lahko pomaga opisati proces abrazije zaradi podobnosti v gibanju zrn plavin v abrazijski napravi z nekaterimi napravami za mletje. Posebej zanimiv je proces **avtogenega mletja**, pri katerem delci izgubljajo svojo težo zaradi treh različnih **mehanizmov razdrobljenja**: drobljenja oziroma loma, krušenja in obrusa [Menacho]. **Lom** je definiran kot diskreten časovni proces, v katerem se delec razdrobi zaradi delovanja sil trka. Pri **hitrem lomu – normalnem drobljenju** je delec razdrobljen s trkom ali stikom med večjimi delci in pri **počasnem lomu – samodrobljenju** se delec razdrobi zaradi trka pri lastnem prostem padu. **Obrus** je definiran kot proces, ki je bolj zvezen v času in deluje na površini delca, notranjost ostaja nedotaknjena. **Krušenje** je definirano kot nezvezen časovni proces, v katerem se delec zmanjšuje zaradi izgubljanja majhnih okruškov. Krušenje se lahko vrednosti kot proces podoben lomu ali obrusu. V tej študiji sta se procesa krušenja in obrusa obravnavala združeno, kot **obraba**. V osnovi torej razlikujemo dva **mehanizma obrabe**. Pri **trenjski obrabi – obrusu** se masa izgublja zaradi trenja med delci in pri **obrabi zaradi trka – krušenju** se masa izgublja zaradi trkov med delci. Osnovo je torej tvoril zahteven matematični opis procesa avtogenega mletja enkratne polnitve v bobnastem mlinu, povzet v t. i. **modelu populacijskega ravnotežja** (population balance model) oziroma **modelu ravnotežja velikosti in mase** (size-mass balance), ki je v svojem bistvu kontinuitetna enačba, podana v enačbi (7) v diagramu 1. Za reševanje te enačbe je potrebno poznati matematične izraze za obe **funkciji razdrobljenja** v odvisnosti od izbranega **mehanizma obrabe** pri avtogenem mletju. Središčno vlogo pri avtogenem mletju delcev ima t. i. **linearna stopnja obrabe** ali razdalja obrabe na enoto

časa  $dr/dt = -\alpha$ , saj je pretežni del mase delca izgubljen zaradi obrabe.

## 5.3. Splošni frakcijski model fluvialne abrazije

Pri splošnem frakcijskem modelu opisuje skupna funkcija specifične stopnje razdrobljenja  $\bar{S}$  intenzivnost procesa razdrobljenja delcev in pri tem upošteva procese drobljenja delcev (drobljenja s prodniki in samo-drobljenja delcev) in razdrobljenja zaradi obrabe. Poseben pomen ima izbira modela obrabe, ki je prevladujoči mehanizem razdrobljenja. Skupna funkcija zrnivosti razdrobljenja  $\bar{B}$  pa opisuje zrnovostno krivuljo produkta razdrobljenja in pri tem upošteva procese drobljenja delcev in njihove obrabe. Ker običajno ni na razpolago dovolj eksperimentalnih podatkov za določitev od 14 do 16 parametrov splošnega frakcijskega modela, naj se le-ta uporablja le v poenostavljeni obliki. Podrobnejši opis splošnega frakcijskega modela, funkcij razdrobljenja in možnih modelov obrabe je podan v [Mikoš 1993b].

## 5.4. Poenostavljeni frakcijski model fluvialne abrazije

Enostavnejši model od splošnega lahko dosežemo tako, da opišemo celoten proces razdrobljenja znotraj abrazijske naprave samo z razdrobljenjem zaradi obrabe. Zane-marjanje razdrobljenja zaradi loma zahteva izbor modela obrabe, ki najbolje opisuje skupno specifično stopnjo razdrobljenja. Tako je bil kot osnova za poenostavljeni frakcijski model abrazije izbran eksponentni Bondov model [Mikoš 1993b]. Poenostavljeni model je prikazan v diagramu 1. V abrazijski napravi ocenjena vrednost specifične stopnje razdrobljenja  $\bar{S}$  se tako lahko zapiše z enačbo (10) in linearna stopnja obrabe  $\alpha$  z enačbo (11). Ocenjeno vrednost je potrebno zaradi specifičnosti abrazijske naprave popraviti, kar je prikazano v enačbah (8) in (9). Ko poenostavimo celoten proces razdrobljenja znotraj abrazijskega mlina samo v proces obrabe, pomeni to za skupno funkcijo porazdelitve razdrobljenja, da naj upošteva samo drobir in brušena jedra. V tem primeru je matrika  $\bar{B}$  neodvisna od uporabljenega modela obrabe. Če lahko zanemarimo tudi krušenje, potem lahko uporabimo zelo enostavno funkcijo porazdelitve razdrobljenja v obliki spodnje trikotne matrike velikosti  $n \times n$  in konstantno vrednostjo elementov, ki so različni od nič le na diagonalni pod glavno diagonalno (brušena jedra) in v zadnji vrsti (drobir). Če uporabljamo sejalno razmerje  $R = (\sqrt{2})^{-1}$ , je vrednost elementov približno 0,5. Tako ima model 5 parametrov, ki jih je potrebno umeriti.

Opisani poenostavljeni model je bil umerjen na rezultatih laboratorijskih abrazijskih raziskav iz poglavja 4. Ker skupne funkcije razdrobljenja kljub poenostavitvi niso nespremenljive s spremembami v okolju mletja, je bilo potrebno enačbo (7) rešiti s pomočjo kompleksne numerične analize ob uporabi optimizacije [Mikoš 1993b]. Praktično to pomeni, da so se po metodi najmanjših kvadratnih odstopanj modelirane zrnovostne krivulje mešanic prilagajale merjenim krivuljam iz abrazijske naprave. Povprečna relativna napaka ni presegla 10%. Končni rezultat optimizacije so bili izrazi za skupno funkcijo specifične stopnje razdrobljenja, podani v diagramu 2.

### POENOSTAVLJENI FRAKCIJSKI MODEL FLUVIALNE ABRAZIJE ZA PRODONOSNE VODOTOKE

$$M(s) = \exp[-(I - \bar{B}) \bar{S} s] M(0) \quad \dots (7)$$

$M(0)$  je vektor re  
rezultat sejalr

$M(s)$  je vektor rel  
rezultat sejalne analize plavin, odvzetih na razdalji  $s$   
 $n$  je število zrnovostnih razredov

$$I \text{ je enotna matrika velikosti } n \times n: \quad I = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \dots & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$\bar{B}$  je skupna funkcija zrnovosti razdrobljenja - spodnja trikotna matrika velikosti  $n \times n$   
 $\bar{S}$  je skupna funkcija specifične stopnje razdrobljenja - diagonalna matrika velikosti  $n \times n$

$$\bar{B} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.5 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.5 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0.5 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & 0.5 & \dots & 0.5 & 1.0 & 1.0 \end{bmatrix} \quad \bar{S} = \begin{bmatrix} \bar{S}_1 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & \bar{S}_2 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \bar{S}_3 & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & \bar{S}_{n-1} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & \bar{S}_n \end{bmatrix}$$

$i$ -ti element matrike  $\bar{S}$  je

$$\bar{S}_i = \bar{S}_{i-ocenjen} x_m^{0.21} x_i^{-0.3} \quad \dots [-/km] \quad \dots (8)$$

$$\Delta = \Delta_{ocenjen} - 0.3 \quad \dots [-] \quad \dots (9)$$

$x_m$  [mm] je srednje zrno petih najbolj grobih zrnovostnih razredov

$x_i$  [mm] je velikost odprtine zgornjega sita  $i$ -tega zrnovostnega razreda

eksperimentalne vrednosti abrazije so na voljo

$$\bar{S}_{i-ocenjen} = \frac{7-5R}{1-R^2} \left(\frac{1+R}{2}\right)^{\Delta_{ocenjen}} \left(\frac{1}{2}\right)^{\Delta_{ocenjen}-1} \kappa(s) x_i^{\Delta_{ocenjen}-1} \quad \dots [-/km] \quad \dots (10)$$

$$\kappa(s) = \kappa_0 + \kappa_1(1 - \kappa_2)(s + s_0)^{-\kappa_2} \quad \dots (11)$$

$\kappa_0$  [-/km],  $\kappa_1$  [-/km],  $\kappa_2$  [-],  $s_0$  [km],  $\Delta_{ocenjen}$  [-] in  $x_m$  [mm]

so eksperimentalno določeni parametri

$R$  [-] je sejalno razmerje

$s$  [km] je abrazijska razdalja

eksperimentalne vrednosti abrazije niso na voljo

- uporabi postopek I. iz diagrama 1 [Mikoš 1993c]:

- vrednosti  $a_{w-o}$  [-/km] za izbrano vrsto kamnine vstavi v enačbo (16) do (18)

kar da enačbo za distančno odvisno konstanto linearne stopnje obrabe:

$$\kappa(s) = \frac{a_{w-o}}{3} + (5+10) \frac{a_{w-o}}{3} [1 - (0.5+0.9)] (s + s_0)^{-(0.5+0.9)} \quad (12)$$

-  $\Delta_{ocenjen} \approx 0.5 + 0.6$  za fazo krušenja (povirja voda, grobe plavine) ali

hitrosti premeščanja zrn plavin okoli 1 m/s

-  $\Delta_{ocenjen} \approx 0.7 + 0.8$  za fazo obrusa (oble plavine) in zmerne hitrosti

premeščanja zrn plavin do okoli 0.6 m/s

- predpostavi  $R = (\sqrt{2})^{-1}$  in uporabi ustrezno enačbo:

$$\Delta_{ocenjen} = 0.9: \quad \bar{S}_{i-ocenjen} = 6.44 \kappa(s) x_i^{-0.1} \quad \dots [-/km] \quad \dots (13)$$

$$\Delta_{ocenjen} = 0.8: \quad \bar{S}_{i-ocenjen} = 7.01 \kappa(s) x_i^{-0.2} \quad \dots [-/km] \quad \dots (14)$$

$$\Delta_{ocenjen} = 0.7: \quad \bar{S}_{i-ocenjen} = 7.64 \kappa(s) x_i^{-0.3} \quad \dots [-/km] \quad \dots (15)$$

$$\Delta_{ocenjen} = 0.6: \quad \bar{S}_{i-ocenjen} = 8.31 \kappa(s) x_i^{-0.4} \quad \dots [-/km] \quad \dots (16)$$

$$\Delta_{ocenjen} = 0.5: \quad \bar{S}_{i-ocenjen} = 9.05 \kappa(s) x_i^{-0.5} \quad \dots [-/km] \quad \dots (17)$$

-  $x_m$  [mm]  $\approx$  aritmetično srednje zrno rinjenih plavin

### Diagram 1. Poenostavljeni frakcijski model fluvialne abrazije - za prodonosne vodotoke.

Primerjava z rezultati štiriparametrnega eksponentnega modela fluvialne abrazije odločujočega zrna: enačba (2) za mešanico 1 in enačba (4) za mešanico 3, pokaže dobro ujemanje. Bistvena prednost frakcijskega modela pred modelom odločujočega zrna ostaja v njegovi sposobnosti upoštevati različno intenziteto abrazijskih procesov za različne velikosti zrn. Da so razlike med zrni precejšnje, kažejo tudi rezultati v diagramu 2, podani za 100 mm in 10 mm velika zrna.

### POENOSTAVLJENI FRAKCIJSKI MODEL FLUVIALNE ABRAZIJE ZA ALPSKI REN

Ren km 23.2 - približno 30

eksperimentalni rezultati modelne mešanice 1:

$\kappa_0 = 0.0015$  -/km,  $\kappa_1 = 0.1$  -/km,  $\kappa_2 = 0.7$ ,  $s_0 = 13$  km,  $\Delta_{ocenjen} = 0.9$  in  $x_m = 55$  mm

$$\bar{S}_{i-ocenjen} = 6.44 \left[ 0.0015 + 0.03(s-10)^{-0.7} \right] x_i^{-0.1} \quad \dots [-/km]$$

km 23:  $x_i = 100$  mm  $\bar{S}_{ocenjen} = 0.0263$ /km  $x_i = 10$  mm  $\bar{S}_{ocenjen} = 0.0332$ /km

km 30:  $x_i = 100$  mm  $\bar{S}_{ocenjen} = 0.0211$ /km  $x_i = 10$  mm  $\bar{S}_{ocenjen} = 0.0265$ /km

$$\bar{S}_i \approx (0.0224 + 0.448(s-10)^{-0.7}) x_i^{-0.4} \quad \dots [-/km]$$

km 23:  $x_i = 100$  mm  $\bar{S}_i = 0.0153$ /km  $x_i = 10$  mm  $\bar{S}_i = 0.0385$ /km

km 30:  $x_i = 100$  mm  $\bar{S}_i = 0.0123$ /km  $x_i = 10$  mm  $\bar{S}_i = 0.0308$ /km

Ren km približno 30 - 64.9

eksperimentalni rezultati modelne mešanice 3:

$\kappa_0 = 0.0011$  -/km,  $\kappa_1 = 0.1$  -/km,  $\kappa_2 = 0.7$ ,  $s_0 = 31.5$  km,  $\Delta_{ocenjen} = 0.8$  in  $x_m = 55$  mm

$$\bar{S}_{i-ocenjen} = 7.01 \left[ 0.0011 + 0.03s^{-0.7} \right] x_i^{-0.2} \quad \dots [-/km]$$

km 30:  $x_i = 100$  mm  $\bar{S}_{ocenjen} = 0.0108$ /km  $x_i = 10$  mm  $\bar{S}_{ocenjen} = 0.0171$ /km

km 60:  $x_i = 100$  mm  $\bar{S}_{ocenjen} = 0.0078$ /km  $x_i = 10$  mm  $\bar{S}_{ocenjen} = 0.0124$ /km

$$\bar{S}_i \approx (0.018 + 0.488s^{-0.7}) x_i^{-0.5} \quad \dots [-/km]$$

km 30:  $x_i = 100$  mm  $\bar{S}_i = 0.0063$ /km  $x_i = 10$  mm  $\bar{S}_i = 0.0200$ /km

km 60:  $x_i = 100$  mm  $\bar{S}_i = 0.0046$ /km  $x_i = 10$  mm  $\bar{S}_i = 0.0145$ /km

### Diagram 2. Poenostavljeni frakcijski model fluvialne abrazije - za raziskovani odsek reke Alpski Ren.

## 6. SKLEPI

Raziskava je pokazala praktično uporabnost laboratorijskih abrazijskih poskusov v bobnastem mlinu z mešanici prodnatih plavin. Glavni eksperimentalni rezultat so bile zrnavostne spremembe v odvisnosti od razdalje brušenja in iz njih za vsak eksperimentalni korak izražene srednje stopnje zmanjšanja teže zrn plavin, ki ustrezajo enoparametrskemu eksponentnemu modelu abrazije odločujočega zrna.

Če spreminjanje srednjih stopenj zmanjšanja teže opišemo s štiriparametrskim eksponentnim modelom fluvialne abrazije odločujočega zrna, se eksperimentalne vrednosti koeficientov tega modela dobro ujema z na terenu merjenimi vrednostmi koeficientov abrazije. Za študije urejanja naravnih vodotokov, za katere lahko zrnavostno združbo plavin nadomestimo z odločujočim zrnom, lahko uspešno uporabljamo model fluvialne abrazije odločujočega zrna.

Spreminjanje srednjih stopenj zmanjšanja teže lahko izrazimo tudi z modelom popolnoma avtogenega mletja v bobnastih mlinih, ki v svojem bistvu predstavlja kontinuitetno enačbo za velikost in maso zrn polnitve mlina. Procesi drobitve v abrazijski napravi se tako razdelijo v procese drobljenja, kot je drobljenje s samicami ali samodrobljenje, in procese obrabe, kot sta krušenje in površinski obrus, kjer očitno prevladuje slednji. Najpomembnejši parameter procesov obrabe je linearna stopnja obrabe ( $dr/dt$ ) [mm/km], razdalja obrabe na časovno enoto, katere odvisnost od razdalje brušenja in velikosti zrn je bila eksperimentalno potrjena. Drobitveni procesi v laboratorijski napravi se nato lahko opišejo s frakcijskim modelom fluvialne abrazije, ki je lahko splošen ali poenostavljen. Ker običajno ni na razpolago dovolj eksperimentalnih podatkov za določitev parametrov splošnega frakcijskega modela, naj se le-ta uporablja le v poenostavljeni obliki. Pri numeričnem simuliranju prodnega premika naj dobi poenostavljeni frakcijski model prednost pred modelom abrazije odločujočega zrna. Frakcijski model zanemarija procese drobljenja in opisuje proces fluvialne abrazije samo s procesi obrabljanja in se zdi primeren za večino terenskih situacij. V modelu sta upoštevani obe eksperimentalno opazovani odvisnosti, tako distančna kot tudi velikostna odvisnost linearne stopnje obrabe. Če uporabljamo poenostavljeni frakcijski model, potem naj ima obliko s petimi parametri, kot je pokazano za prodonosne vodotoke v diagramu 1. Nadaljnji korak v raziskovanju fluvialne abrazije prodnatih plavin bo integracija poeno-

stavljenega frakcijskega modela v prav tako frakcijski model premeščanja plavin.

Podobne laboratorijske raziskave fluvialne abrazije je možno za slovenske razmere izvesti v Vodogradbenem laboratoriju (bodočem Inštitutu za hidravlične raziskave) v Ljubljani. Raziskave naj bi potekale v dveh smereh. Predvsem naj bi opravili abrazijske raziskave za rinjene plavine tistih slovenskih rek, kjer v naravi raziskava zaradi naravnih pogojev objektivno ni možna. Raziskava fluvialne abrazije bi v tem primeru rabila neposredno presojo premeščanja rinjenih plavin v naravnih vodotokih, kar je pomemben element urejanja vodnega režima. Na drugi strani pa naj bi opravili abrazijske raziskave za grobe plavine v izvoriščih plavin. Pri tem bi morali upoštevati razprostranjenost erozijskih žarišč, predvsem globinske erozije, v različnih kamninah. Tako bi lahko povezali količinske in zrnavostne analize sproščanja in odplavljanja zemljin iz povirij voda s presojami premeščanja v dolinskih vodotokih, kar bi pomagalo pri reševanju odprtih vprašanj, kot so:

– Dotok katerih plavin iz kakšnih erozijskih žarišč lahko glede na premestitveno sposobnost dolinskih vodotokov in dopustno zaplavljanje njihovih strug dopuščamo?

– Katere strukture plavin lahko vežemo z zadrževalniki plavin v zaledjih in katere s sanacijo izvorov – erozijskih žarišč?

– Na kakšne strukture plavin moramo konstruirati in dimenzionirati različne zadrževalne objekte?

Pri tem je potrebno upoštevati dejanske razmere v vodnem režimu:

– Možnosti za vezanje plavin z zadrževalniki so že močno izkoriščene; še razpoložljive akumulacijske prostore naj bi zato ohranili za zadrževanje voda, predvsem v zvezi s problemi visokih voda in vse pogostejšim poplavljanjem nižinskih predelov ob slovenskih vodotokih.

– Pretok drobnozrnatih plavin je vse pogostejše prekinjen z energetskimi stopnjami, kar naj bi kmalu veljalo za številne slovenske vodotoke.

– Stalni dotok plavin iz zaledij predstavlja stalen vir proda in peska kot gradbenega materiala.

– Zmerni dotok plavin in s tem povezano obnavljanje dna strug predstavlja obenem obnavljanje samočistilne sposobnosti vodnih tokov, ki je vse bolj dragocena.

– Neselektivno urejanje hudourniških območij ni več dopustno.

## LITERATURA

- Bradley W. C.: »Effect of weathering on abrasion of granitic gravel, Colorado River (Texas)«, Bulletin of Geological Society of America, Vol. 81, str. 61–80, 1970.
- Bradley W. C., Fahnestock R. K. in Rowekamp, E. T.: »Coarse sediment transport by flood flows on Knik River, Alaska«, Bulletin of Geological Society of America, Vol. 83, str. 1261–1284, 1972.
- Daubrée A.: »Études synthétiques de géologie expérimentale«, Dunod, Paris, 1879.
- Düll F.: »Das Gesetz des Geschiebeabriebes«, Mitt. aus dem Gebiet des Wasserbaues und der Baugrundforschung, Heft 1, Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin, 1930.

- Fayol M.: »Études sur le terrain houiller de Commentry«, 1886 (citiran v [Schoklitsch 1914]).
- Gözl E., Tippner M.: »Korngrößen, Abrieb und Erosion am Oberrhein«, DGM, Vol. 29, H. 4, str. 115–122, 1985.
- Jurisch R.: »Laboratory tests on the alternation of the properties of sediment in rivers«, Alli del XVII Convegno di idraulica e costruzioni idrauliche, Palermo, str. 2–12, 1980.
- Krumbein W. C.: »The effects of abrasion on the size, shape and roundness of rock fragments«, Journal of Geology, Vol. 49, str. 482–520, 1941.
- Kuening Ph. H.: »Experimental abrasion of pebbles, 1. Wet sandblasting«, Leidse geologische Mededelingen, Vol. 20, str. 142–150, 1955.
- Kuening Ph. H.: »Experimental abrasion of pebbles, 2. Rolling by current«, Journal of Geology, Vol. 64, str. 336–368, 1956.
- Kuening Ph. H.: »Some experiments on fluvial rounding«, Proc. Series B, Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Vol. LXI, str. 47–53, 1958.
- Kuening Ph. H.: »Experimental abrasion of pebbles, 3. Fluvial action on sand«, American Journal of Science, Vol. 257, str. 172–190, 1959.
- Marshall P.: »The wearing of beach gravels«, Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute, Vol. 58/1-2, str. 507–532, 1927.
- Marshall P.: »Beach gravels and sands«, Transactions and Proceedings of the New Zealand Institute, Vol. 60/1-2, str. 324–365, 1929.
- Menacho J. M.: »Some solutions for the kinetics of combined fracture and abrasion breakage«, Powder Technology, Vol. 49, str. 87–96, 1986.
- Mikoš M.: »Analiza zrnivosti plavin po izvornih tipih zemljin in hribin ter njihova aplikacija na odvodne struge«, Diplomaska naloga št. 102, Hidrotehnična smer FAGG, Univerza v Ljubljani, 112 str., 1983.
- Mikoš M.: »Fluvial abrasion of gravel sediments – Field investigation of the River Alpine Rhine, experimental study in the abrasion set-up and mathematical modeling of the laboratory processes«, Mitt. der VAW št. 123, ETH Zürich, 322 str., 1993a.
- Mikoš M.: »Fluvialna abrazija prodnatih plavin«, Acta hydrotechnica, Laboratorij za mehaniko tekočin, Univerza v Ljubljani, Letnik 11, št. 10, 107 str., 1993b.
- Mikoš M.: »Fluvialna abrazija v prodonosnih vodotokih. I. del: Terensko raziskovanje procesov in njihov matematični opis«, Gradbeni vestnik, Ljubljana, Letnik 43, št. 3–4–5, str. 68–76, 1994.
- Parker G.: »Selective sorting and abrasion of river gravel. II: Application«, Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol. 117/2, str. 150–171, 1991.
- Schoklitsch A.: »Über Schleppkraft und Geschiebebewegung«, 66 str., Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig und Berlin, 1914.
- Schoklitsch A.: »Über die Verkleinerung der Geschiebe in Flussläufen«, Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien, Math.-naturw. Klasse, Abt. IIa, Band 142, Heft 8, str. 343–366, 1933.
- Schumm S. A., Stevens M. A.: »Abrasion in place: a mechanism for rounding and size reduction of coarse sediments in rivers«, Geology, Vol., str. 37–40, 1973.
- Stelczer, K.: »Der Geschiebeabschliff«, Die Wasserwirtschaft, Vol. 38/9, str. 260–269, 1968.
- Stelczer K.: »Bed-Load Transport – Theory and Practice«, Water Resources Publications, Littleton, Colorado, USA, 1981.
- Wenthworth C. K.: »A laboratory and field study of cobble abrasion«, Journal of Geology, Vol. 27, str. 507–521, 1919.
- Werritty A.: »Downstream fining in a gravel-bed river in S. Poland: Lithologic controls and the role of abrasion« (v Billi P. et al.: »Gravel-Bed Rivers«), str. 333–350, Wiley, 1992.

## ZAHVALA

*Prispevek izvira iz doktorske disertacije [Mikoš 1993a], ki jo je avtor opravil na Gradbenem oddelku Zvezne tehniške visoke šole (ETH) v Zürichu, Švica. Vsebinsko disertacija pomeni poglobljeno obdelavo osnovnih idej o fluvialni abraziji, pridobljenih med študijem in še posebej med izdelavo diplomske naloge na Hidrotehnični smeri FAGG v Ljubljani, pod vodstvom prof. dr. M. Pšeničnika in prof. J. Pintarja, ki se jima avtor najprizračneje zahvaljuje. Posebna zahvala gre tudi Vodnogospodarskemu inštitutu v Ljubljani, ki je pokazal razumevanje za avtorjev študij na ETH Zürich, in formalnemu mentorju prof. dr. M. Brillyju s FAGG Univerze v Ljubljani, ki je avtorja spodbujal k študiju v tujini. Mentorju prof. dr. D. Vischerju, direktorju Raziskovalnega zavoda za vodne zgradbe, hidrologijo in glaciologijo na ETH Zürich in sementorju doc. dr. M. Jaegiju, vodji Oddelka za urejanje vodotokov na istoimenskem zavodu, se avtor zahvaljuje za njuno vsestransko pomoč v času bivanja v Švici. Avtor se tudi zahvaljuje vladi Švicarske konfederacije, ki mu je s svojo zvezno štipendijo omogočila odhod na študij na ETH in Ministrstvu za znanost in tehnologijo Republike Slovenije, ki ga je v času študija podpirala s štipendijo mladega raziskovalca.*

# VARNOST VELIKIH PREGRAD

UDK 6278.04

MARKO BREZNIK

## POVZETEK

Velike pregrade so zaradi poplavnega vala najnevarnejši gradbeni objekt. Podrlo se jih je že 1000. Skrb za varnost velikih pregrad je pri nas v zadnjih desetletjih popustila. Zaradi slabših geotehničnih karakteristik temeljne kamnine – miocenskega laporja – je bilo treba stabilnost jezua Melje na Dravi, zgrajenega 1965. leta, povečati s prednapetimi sidri. Potrebna natezna sila, 6180 kN na eno pretočno polje, bi se lahko zmanjšala s konsolidacijo laporja. Predvideno je bilo kontrolno merjenje obstoječe natezne sile in dodatno napenjanje sider, če bi bilo to potrebno. Teh meritev niso izvršili. V hidroelektrarni Fala niso merili vzgonskih pritiskov vode pod temelji strojnice, ki so narasli do višine zajezitve in ogrozili stabilnost objekta. Projekt pregrade Vogeršček so odobrili na osnovi mnogo premajhnega obsega geoloških raziskav. Za izgradnjo pregrade je bila potrebna sanacija z izgradnjo injekcijske zavese globine 110,5 m v apnenca. Avtor predlaga ustanovitev Republiške uprave za varnost velikih pregrad in Državne revizijske komisije za večje objekte. Ker so naše pregrade stare nad 30 let, morajo biti za vzdrževanje in obnovo zagotovljena zadostna finančna sredstva.

### THE SAFETY OF LARGE DAMS

## SUMMARY

Due to the possibility of a flood wave, large dams can be considered to be, potentially, very hazardous structures. As many as one thousand are known to have collapsed. In Slovenia, over recent decades relatively less attention has been paid to the question of their safety. For instance, in the case of the weir built in 1965 at Melje on the River Drava it was necessary, due to the poor geotechnical characteristics of the soil beneath the foundations – Miocene marl – to increase the stability of the structure using prestressed anchors. It is possible that the prestressing force – 6180 kN for one spillway opening – may have decreased with the consolidation of the marl. It was planned that, some time later, the actual tensile forces should be measured, and that, if necessary, extra prestressing should be applied. However, these measurements have not been carried out. At the Fala hydro-electric power-station, measurements should have been made of the uplift pressure of the water under the foundations of the powerhouse, which had risen to a level equivalent to the height of containment of the dam and threatened its stability. The design for the dam at Vogeršček was based on geological studies which were quite insufficient in scope. As a result, when the dam had already been built, it had to be strengthened with a grout curtain reaching to a depth of 110.5 m into the limestone rock. It is proposed by the author of the paper that a special authority for the safety of large dams be established at Republic level, as well as a State committee responsible for the reviewing of designs for important structures. Since most dams in Slovenia are more than 30 years old, sufficient funds must be provided for their maintenance and renewal.

### I. UVOD

Velike pregrade so zaradi poplavnega vala ob poružitvi najbolj nevaren gradbeni objekt. Njihova nevarnost je podobna nevarnosti jedrskih elektrarn, razlika pa je v tem,

da je pri jedrskih elektrarnah nevarno obratovanje, pri velikih pregradah pa stabilnost objekta. Od 20.000 pregrad v svetovnem registru se jih je porušilo 1000. Predvsem so se porušile starejše pregrade, ki niso bile zgrajene v skladu s sedanjimi načeli varne gradnje, ki so se prilagajali izkušnjam, pridobljenim z analizo vzrokov porušitev. Zemeljske pregrade so se porušile predvsem zaradi preliivanja katastrofalnih voda in posledične erozije,

Avtor:  
Marko Breznik, upok. prof. FAGG, dr., dipl. inž. gradb.,  
dipl. inž. geol., Ljubljana, Hajdrihova 28.

\* Razprava na 1. posvetovanju Slovenskega nacionalnega komiteja za velike pregrade SLOCOLD-a 17. 3. 1994.

betonske pa zaradi zdrsa pod vplivom vodnega pritiska. Kljub mnogo boljši sedanjí gradnji se povprečno podreta 2 novejši veliki pregradi na leto.

Tudi mi smo bili ogroženi s težavami na 200 m visoki pregradi Kölnbrein (Malta) v porečju Drave. Zaradi prevelike obremenitve temeljne kamnine jim je dvakrat počil beton v dolžini 20 m v spodnjem delu pregrade ob levem bloku. Obakrat so imeli tudi znatne izgube vode, prvič nad 200 l/s in drugič še več. Prva sanacija ni uspela. Sedaj končujejo drugo, s katero bodo ločno pregrado podprli s 60 m visoko ločno-težnostno pregrado zaradi enakomernejšega prenosa napetosti v temeljna tla, ki so bila prej preveč obremenjena. Ali smo bili o tem kaj obveščeni?

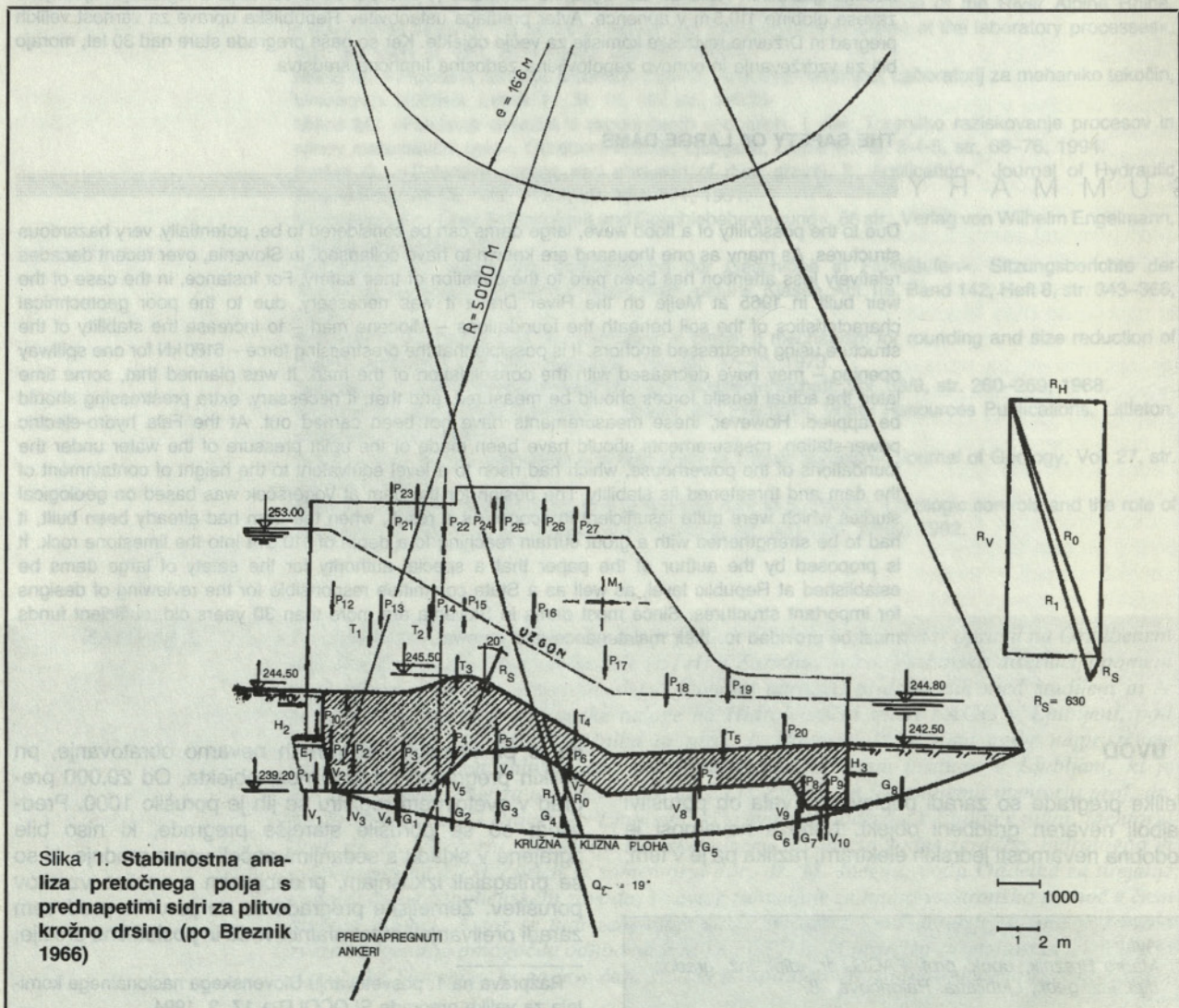
## II. ZANEMARJENA VARNOST VELIKIH PREGRAD

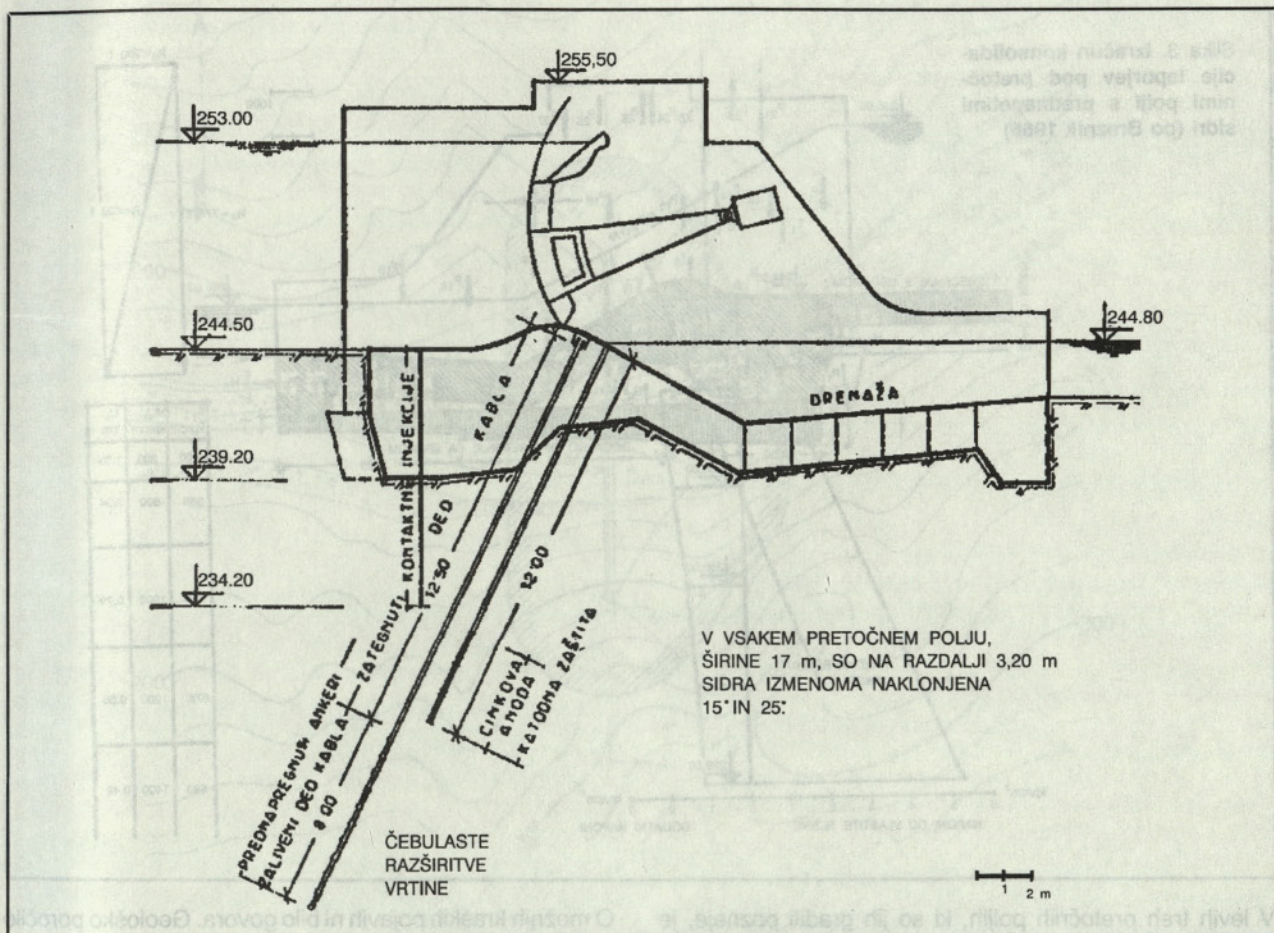
V zadnjih desetletjih se je pri nas stalno zmanjševala skrb za varnost velikih pregrad, kar dokazujejo naslednji primeri.

### 1. Jez Melje

Jez Melje je bil zgrajen v letih 1964–1965. Med gradnjo desnih treh pretočnih polj, ki so imela horizontalno temeljno ploskev, so ugotovili, da imajo temeljna tla slabše geotehnične lastnosti, kakor so pričakovali. V temeljnih tleh so miocenski laporji, podobni gorenjski »sivici« z vpadom plasti okrog  $10^\circ$  v dolvodni smeri, ki so delno tektonsko zdobljeni in na površini pod vplivom zraka in vode preperevajo v lapornato glino. Sklenjeno je bilo, da je treba stabilnost jezú proti zdrsu povečati s prednapetimi sidri. Pri realizaciji so sodelovali:

- Laboratorij za mehaniko tal FAGG Ljubljana (prof. Šuklje) za geomehanske analize zemljine
- Projektivni biro GP Tehnika Ljubljana (Breznik) za stabilnostne analize in projekt sanacije. Izvleček iz projekta je bil objavljen (Breznik 1966, 1988)
- ZRMK Ljubljana (Jenček, Zajc) za projekt katodne zaščite, verjetno prve v Jugoslaviji za takšen objekt. Izvleček je bil objavljen (Jenček, Zajc 1966)
- Geološki zavod Ljubljana za vsa vrstna dela





Slika 2. Konstrukcija prednapetih sider s katodno zaščito treh desnih pretočnih polj jezua Melje (po Breznik 1966)

– Tehnogradnje Maribor za projekt, vgradnjo in napenjanje sider  
 – Dravske elektrarne Maribor za stalno kontrolo delovanja in vzdrževanja sider.

Raziskave vzorcev so pokazale kot notranjega trenja zemljine  $20\text{--}23^\circ$  in da je objekt na meji stabilnosti za ravno in plitvo krožno drsino. S prednapetimi sidri in aktiviranjem kota notranjega trenja na  $19^\circ$  je bila varnost povečana na  $F = 1,1$ . Za vsako pretočno polje je bila potrebna natezna sila 6180 kN ali 1150 kN na posamezno sidro (sl. 1). V vsakem polju je bilo vgrajenih po 6 sider, dolžin 20,5 m v razdalji po 3,2 m (sl. 2).

Prednapeto sidro lahko izgubi svojo funkcijo zaradi naslednjih pojavov:

– **popuščanja** sidrne glave

Med napenjanjem sider, ki so jih Tehnogradnje vgradile za zagotovitev stabilnosti okrog 6 m visokih zidov gradbene jame, so 2 sidri izvlekli, ker je popustil spoj med sidrno glavo in kamnino. Osem metrov dolge sidrne glave naših sider imajo 11 čebulastih razširitev vrtnice premera 20 cm. Eno tako izdelano sidro smo obremenili do porušitve z 2200 kN, pri tem sidrna glava ni popustila, ampak so se pretrgale jeklene žice pri izvlečenju za 90 mm.

– **korozije** jeklenih žic

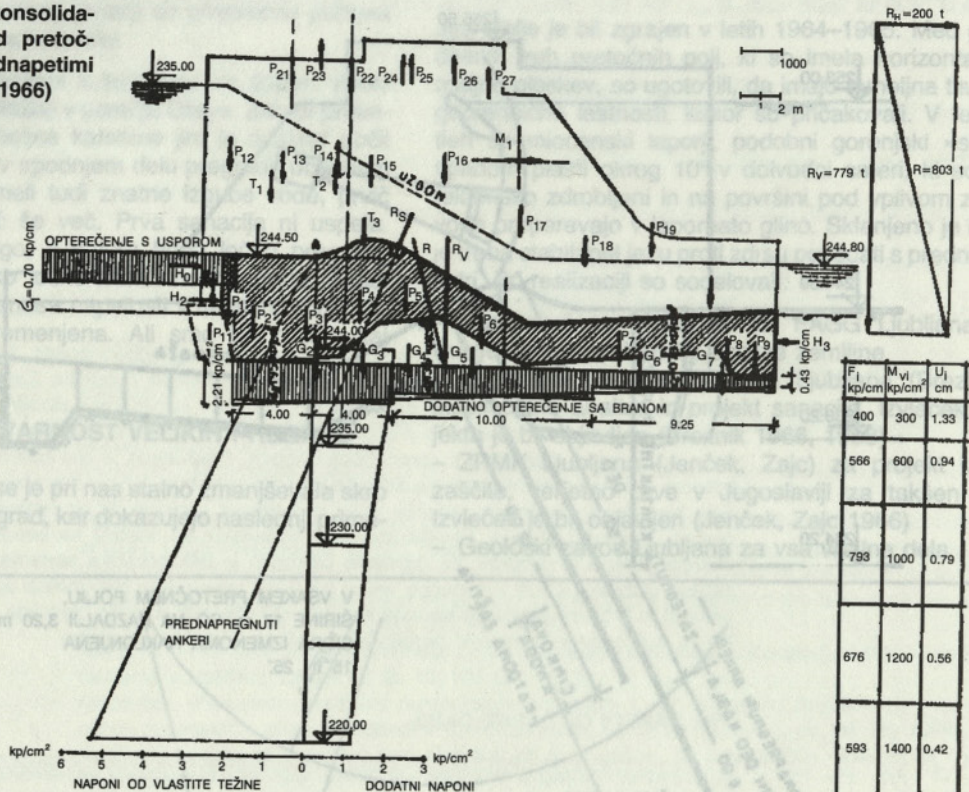
Jeklene žice so bile premazane z antikorozijskim lakom in dodatno zaščitene s katodno zaščito s 114 kg težko cinkovo anodo kot virom elektrike. V letih po izgradnji so napetost in tok med anodo in sidri merili.

– **konsolidacije** laporja med sidrno in napenjalno glavo

Zmanjšanje razdalje med sidrno in napenjalno glavo smo izračunali na 30 mm iz ugotovljenih in privzetih modulov stisljivosti (sl. 3). Ocenjeno je bilo, da naj bi se 1/4 posedanja laporja izvršila v enem mesecu in 1/2 v enem letu. Za izgradnjo je bilo osvojeno prvo in eno dodatno napenjanje po enem ali dveh mesecih. Pri prvem napenjanju na silo 1678 kN so bile žice izvlečene za 55 do 84 mm. Kontrolno napenjanje je bilo izvršeno 46 do 57 dni po prvem. Uporabne sile so popustile na 1472 do 1658 kN. Za doseg zahtevane sile 1678 kN je bilo treba žice dodatno izvleči za 6 do 1 mm.

Projekt je predvideval, da naj bi pozneje merili obstoječo natezno silo v enem, za meritve prirejenem, prednapetem sidru v vsakem polju in po potrebi dodatno napeli vsa sidra.

Slika 3. Izračun konsolidacije laporjev pod pretočnimi polji s prednapetimi sidri (po Breznik 1966)



V levih treh pretočnih poljih, ki so jih gradili pozneje, je bila varnost proti zdrsu dosežena z 2 m globoko poglobitvijo gorvodnega dela temelja, tako da prednapeta sidra niso bila potrebna.

Pred 3 leti sem vprašal inženirja iz ZRMK, ki opravlja nadzor nad velikimi pregradami, kakšna je sedaj sila v prednapetih sidrih. Odgovoril je, da ne ve in pozneje, da tega niso merili. Na moj protest je odgovoril, da bo zahteval takšne meritve. Letos mi je povedal, da so bile predvidene za 1993. leto in so odpadle zaradi pomanjkanja denarja. Sicer pa tudi druge nimajo dovolj denarja in ne upoštevajo njihovih predlogov za večjo varnost.

## 2. Hidroelektrarna Fala

Pred 15 leti so med raziskavami za povečanje elektrarne ugotovili pod generatorsko dvorano »kaverne«, ki so verjetno nastale z erozijo naplavin in v njih vzgonske vodne pritiske v višini zajezitve. Stabilnost strojnice je bila minimalna, ker v računu običajno upoštevamo, da se vzgonski pritisk pod objektom dolvodno močno zmanjša. Razmere so pozneje sanirali, opazovanja stabilnosti objekta pred tem pa so bila nezadostna.

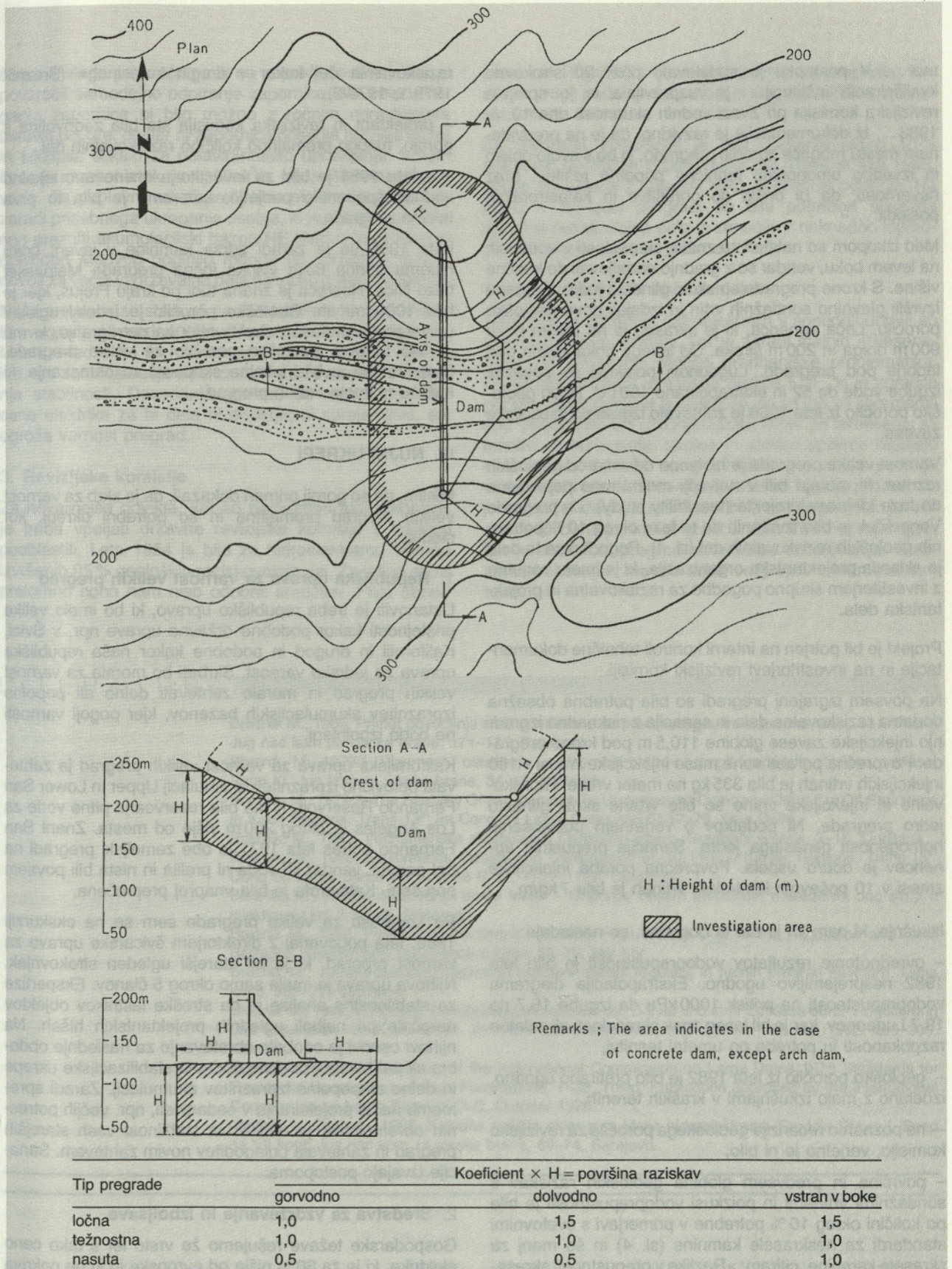
## 3. Pregrada Vogersček

Geološko poročilo za pregrado višine 36 m, temeljene na levem boku na apnenec ter v dnu in na desnem boku na flišni lapor in peščenjak iz leta 1982, je bilo zelo ugodno.

O možnih kraških pojavih ni bilo govora. Geološko poročilo je bilo izdelano na podlagi 11 sondažnih vrtin, od tega je segala samo ena vrtina 9 m pod dno temelja pregrade. Skupna dolžina vrtin na področju pregrade je bila 108 m. V levem boku so bili v 20 m globoki vrtini V-3 v apnenecu izvršeni poizkusi vodoprepustnosti pri pritisku 500 in 700 kPa in prepustnost ocenjena kot zelo ugodna  $k = 2,2 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ . Izračunali so tudi možne skupne izgube 6,7 l/s, od tega skozi levi bok 3,3 l/s. Projektant je predvidel izgradnjo pregrade iz kamenega nasipa z glinstim jedrom brez injekcijske zavese ali injekcijske galerije, ki bi poznejše injiciranje omogočala z mnenjem: »... izgradnjo pregrade v predvidenem pregradnem profilu omogočajo tudi geološke razmere...«, v karakterističnem prerezu pregrade 1 : 200 je glinasto-meljasto jedro temeljeno na »nosilna neprepustna tla«, do katerih naj bi prišli z 2- do 3-metrskim odkopom površinske plasti.

Odločbo za lokacijsko dovoljenje za gradnjo akumulacije Vogersček s pregrado je izdal Republiški komite za varstvo okolja in urejanje prostora 28. 12. 1983. Iz obrazložitve citiram: »... smernice za izdelavo lokacijske dokumentacije za akumulacijo Vogersček dne 20. 5. 1983... Lokacijska dokumentacija povzela temeljne ugotovitve iz vseh vodnogospodarskih študij, ki so bile do tedaj pripravljene od začetne ideje do idejnega projekta, oz. zaključke revizijskih komisij, smernic in zahtev... 19. 9. 1983 lokacijska obravnava... Analiza naravnih danosti, geografskih, hidroloških, geoloških in seizmičnih raz-





Slika 4. Primer površine in globine raziskav za projekt velike pregrade (Standards for Geological Investigations of Dam Foundations, 1978, Japanese National Committee of the International Commission on Large Dams)

mer... V postopku je sodelovalo prek 20 strokovno kvalificiranih inštitucij... je razpravljala in jo sprejela revizijska komisija pri Zvezi vodnih skupnosti dne 10. 6. 1983... Iz dokumentacije je razvidno, da je na predvidenem mestu mogoče zgraditi pregrado, ki bo s svojo obliko in izvedbo omogočala tehnično popolno rešitev, brez nevarnosti, da bi prišlo do porušitve in katastrofalnih posledic...«

Med izkopom so našli znake skrasedlosti v apnencih na levem boku, vendar so z gradnjo nadaljevali do končne višine. S krone pregrade so skozi glinasto jedro pregrade izvršili glavno sondažnih vrtin in izdelali novo geološko poročilo. Leča apnenca, ki je skrasedel, je na levem boku 900 m dolga in 200 m široka. Od levega boka vpada pod laporje pod pregrado. Lugeonovi poizkusi so pokazali izgube vode do 52 in ekstrapolirano 100 LU. Novo geološko poročilo iz leta 1986 je zahtevalo izgradnjo injekcijske zavese.

Varnost vsake pregrade je bistveno odvisna od geoloških razmer, ki morajo biti v največji možni meri pojasnjene do faze idejnega projekta (feasibility study). Za pregrado Vogeršček je bilo izvršenih do te faze okrog 10 % potrebnih geoloških raziskovalnih del (sl. 4). Pogodbo za ta dela je sklenila projektantska organizacija, ki je imela verjetno z investitorjem skupno pogodbo za raziskovalna in projektantska dela.

Projekt je bil potrjen na interni kontroli tehnične dokumentacije in na investitorjevi revizijski komisiji.

Na povsem izgrajeni pregradi so bila potrebna obsežna dodatna raziskovalna dela in sanacija z naknadno izgradnjo injekcijske zavese globine 110,5 m pod krono pregrade. Povprečna poraba suhe mase injekcijske zmesi v 190 injekcijskih vrtinah je bila 335 kg na meter vrtine. Raziskovalne in injekcijske vrtine so bile vrtane skozi glinasto jedro pregrade. Ni podatkov o verjetnem poslabšanju homogenosti glinastega jedra. Sanacija prepustnih apnencev je dobro uspela. Povprečna poraba injekcijske zmesi v 10 poševnih kontrolnih vrtinah je bila 7 kg/m.

Izkušnje, ki nam jih je dal ta dogodek, so naslednje:

- ovrednotenje rezultatov vodoprepustnosti je bilo leta 1982 nesprejemljivo ugodno. Ekstrapolacija diagrama vodoprepustnosti na pritisk 1000 kPa da izgube 15,7 do 19,7 Lugeonov, kar je bil jasen znak skrasedlosti ali izdatne razpokanosti in potrebe po umetni tesnitvi,
- geološko poročilo iz leta 1982 je bilo pretirano ugodno, izdelano z malo izkušnjami v kraških terenih,
- ne poznamo recenzije geološkega poročila za revizijsko komisijo, verjetno je ni bilo,
- površina in predvsem globina geoloških raziskav s sondažnimi vrtinami in poizkusi vodoprepustnosti je bila po količini okrog 10 % potrebne v primerjavi s svetovnimi standardi za neskrasele kamnine (sl. 4) in še manj za skrasedle kamnine, citiram: »Razlike v prepustnosti skrasedlih kamnin so na majhnih razdaljah tako velike, da je potrebno za projekt in izgradnjo objekta mnogo več

raziskovalnih del kakor v drugih kamninah« (Breznik 1979/1, 1979/2),

- projektant in revizijska komisija sta bila zadovoljna z gornjo, mnogo premajhno količino raziskovalnih del,
- v letu 1984 je bilo za investitorja imenovano lokalno vodnogospodarsko podjetje, kateremu je bila to prva takšna pregrada.

Leta 1959 se je zaradi zdrsa kamnine v levem boku hipoma podrla 60 m visoka ločna pregrada Malpasset blizu Nice. Nesreča je znana tudi po kraju Frejus, kjer je bilo 1000 mrtvih. Geološko poročilo je izdelal ugledni univerzitetni profesor, strokovnjak za petrografijo, ki mu je bilo to prvo geološko poročilo za veliko pregrado. Investitor pa je bila lokalna skupnost za namakanje, ki tudi še ni imela velikih pregrad.

### III. NUJNI UKREPI

Mislím, da so gornji primeri dokazali, da je skrb za varnost velikih pregrad premajhna in so potrebni ukrepi, kot sledijo.

#### 1. Republiška uprava za varnost velikih pregrad

Ustanoviti je treba republiško upravo, ki bo imela velike pristojnosti kakor podobne državne uprave npr. v Švici, Kaliforniji in drugod in podobne kakor naša republiška uprava za jedrsko varnost. Skrbeti bo morala za varnost velikih pregrad in morala zahtevati delno ali popolno izpraznitev akumulacijskih bazenov, kjer pogoji varnosti ne bodo izpolnjeni.

Kalifornijska uprava za varnost velikih pregrad je zahtevala polovično izpraznitev akumulacij Upper in Lower San Fernando Reservoir, ki sta bila rezervoarja pitne vode za Los Angeles in okrog 200 m višje od mesta. Znani San Fernando potres leta 1971 je obe zemeljski pregradi na pol porušil, vendar jih voda ni prelila in nista bili povsem porušeni. Katastrofa je bila vnaprej preprečena.

Po kongresu za velike pregrade sem se na ekskurziji 1985. leta pogovarjal z direktorjem švicarske uprave za varnost pregrad, ki je bil starejši ugleden strokovnjak. Njihova uprava je imela samo okrog 5 članov. Ekspertize za stabilnostne analize je na stroške lastnikov objektov naročala pri najbolj uglednih projektantskih hišah. Na njihovi osnovi je odobrila obratovanje za naslednje obdobje ali zahtevala potrebne dodatne stabilizacijske ukrepe in delno ali popolno izpraznitev akumulacij. Zaradi sprememb načel projektiranja v sedanosti, npr. večjih potresnih obremenitev, je analizirala stabilnost vseh starejših pregrad in zahtevala prilagoditev novim zahtevam. Sanacije izvajajo postopoma.

#### 2. Sredstva za vzdrževanje in izboljšave

Gospodarske težave rešujemo že vrsto let s tako ceno elektrike, ki je za 30 % nižja od evropske in ki ne pokriva vseh stroškov. Zaradi pomanjkanja sredstev je bila izgradnja daljinskega vodenja hidroelektrarne Mavčiče nedokon-

čana. Z vlago povzročen stik na nepriključenem kablu je povzročil samodejno odpiranje zapornice leta 1992. Dvigjanja zapornice ni bilo možno z ročnim upravljanjem ustaviti pol ure, dokler ni zapornica dosegla najvišje točke in izklopila stikalo za polavtomatsko upravljanje. V tem času je narasel iztok na  $1190 \text{ m}^3/\text{s}$ , kar je 50-letna visoka voda. Ta poplavni val ni pretil hidroelektrarne Medvode zaradi prisebnega ukrepanja osebja, ki je pričelo pravočasno prazniti akumulacijski bazen HE Medvode. V Savi je dolvodno Medvod poginilo mnogo rib. Sredstev tudi ni dovolj za večja vzdrževalna dela na vtoku pregrade Moste.

Naše pregrade so stare ali nad 50 let (Fala, Doblar, Plave Dravograd) ali nad 40 let (Mariborski otok, Vuzenica, Moste, Medvode) ali nad 30 let (Vuhred, Ožbalt, Melje), kar vse zahteva večja dela zaradi vzdrževanja in zboljšanja stabilnosti. Dosedanja praksa, da zaradi prenizke cene elektrike za ta dela ni denarja, ni sprejemljiva, saj ogroža varnost pregrad.

### 3. Revizijske komisije

Za nevarnejše objekte, kar so nedvomno tudi pregrade, je treba vpeljati državne revizijske komisije z velikimi pooblastili. Leta 1954 je bilo za hidroelektrarno Vuhred izvršenih 95 % geoloških raziskovalnih del. Za vrtino skozi prelomno cono nam niso odobrili sredstev. Prva obrav-

nava na Republiški revizijski komisiji je propadla, ker nismo mogli podati povsem pozitivnega geološkega mnenja brez te vrtine.

Za pregrado Vogeršček je bilo izvršenih okrog 10 % potrebnih geoloških raziskovalnih del. Revizija leta 1983, očitno opravljena z »blago« roko, je gradnjo odobrila. Na povsem izgrajeni pregradi so bila potrebna obsežna dodatna raziskovalna dela in sanacija z naknadno izgradnjo injekcijske zavese globine 110,5 m.

### 4. Vpliv gradbenih strokovnjakov

Direktorji za izgradnjo hidroelektrarn v sosednji državi so vedno gradbeni inženirji, ker je zaradi stalnih »presenečenj« pri temeljenju mnogo gradbeniške problematike. Francoska državna električna družba EDF, ki je zgradila par sto velikih pregrad je sporočila, da so morali spremeniti eno tretjino načrtov gradnje zaradi težav pri temeljenju ali tesnitvi. Problematiko strojne in elektro opreme rešujejo v tovarnah. Pri nas so gradbišča in pozneje podjetja vedno vodili elektro inženirji. Posledica tega je praksa, da je električni del hidroelektrarn bolj vzdrževan, ker je bilo zanj več denarja, kakor gradbeniški. To ni sprejemljivo, ker je stabilnost pregrad odvisna od vzdrževanja. Gradbeni strokovnjaki morajo dobiti večji vpliv v hidroelektrarnah.

## LITERATURA

- Breznik M., 1966, Primer povečanja stabilnosti brane sa prednapregnutim ankerima. Saop sa VII kong Jug nac kom za visoke brane, 171–175, Sarajevo.
- Breznik, M., 1979/1, Sigurnost i oštećenje »podzemnih brana« i drugih zaptivnih objekata u krasu. Saop XI. Jug kom za visoke brane, 34–43, Portorož.
- Breznik, M., 1979/2, The Reability Of and Damage To Underground Dams and Other Cut Off Structures in Karst Regions. Trans 13<sup>th</sup> Int Cong on Large Dams Vol IV 57–79, New Delhi.
- Breznik, M., 1983, Večnamenska akumulacija Cerkniško jezero. Gradbeni vestnik, 3–15, Ljubljana.
- Breznik, M., 1985, Explorations, Design and Construction of Cut Offs in Karstic Regions. Trans 15<sup>th</sup> Cong on Large Dams Vol III Q 58 R 67, 1111–1129, Lausanne.
- Breznik, M., 1988, Ankerovanje brane Melje – Doprinos našem tehničkom nasledstvu. Jug simp o injektiranju knj II 84–86, Beograd.
- Breznik M., 1992, Increase of the Drava and Mura High Waters Due To the Regulation and River Barrages. Mednarodna konferenca o Dravi 69–75, Maribor.
- Breznik M., 1992, Povečanje poplavnih pretokov zaradi regulacij in rečnih pregrad elektrarn. Ujma knj 6, 209–213 Ljubljana.
- Breznik M., 1992, Erhöhung der Hochwasserabflüsse der Donau und ihrer Zuflüsse durch Regulierung und Staustufen von Kraftwerken. XVI Konf der Donauländer Kelheim 18 – 22 Mai 1992. 293–300, Koblenz.
- Japanese National Committee of the International Commission on Large Dams 1978 Standards for Geological Investigation of Dam Foundations. 1–38, Tokio. Publication approved by the International Commission on Large Dams ICOLD, October 1978.
- Jenček, L., Zajc, A., 1966, Katodna zaščita sider jezu Melje hidroelektrarne Srednja Drava I. Saop sa VII kong Jug nac kom za visoke brane, 69–74, Sarajevo.

# ŠTUDIJA TEMELJNIH PODPLATOV – ZASUKI

UDK 624.04:531.25

SVETKO LAPAJNE

## POVZETEK

Avtor objavlja rezultate svojega študija zasukov pod vplivom vrtilnega momenta na četverkotne temeljne podplate. Študij je bil izvršen po matematični poti z integracijo, kar je možno le za regularne pritiske pri gibkih podplatih. Tako izračunani zasuki so korigirani z vplivom izravnave podplatov v ravno ploskev. Dobljeni zasuki so v splošnem nekaj manjši od zasukov, izračunanih po načinu mreže končnih elementov. Statiki-konstrukterji potrebujejo podane diagrame zasukov pri statični analizi konstrukcij zaradi elastične upetosti konstrukcijskih elementov: skeletnih stebrov, skeletnih strženov, mostnih lokov in ločnih pregrad.

## STUDY OF FOOTINGS – ROTATIONS

## SUMMARY

The author presents the results of his study of rotations under the influence of rotation moment on rectangular footings. The study was executed mathematically by integration which is possible only for regular pressures on flexible footings. In this way rotations obtained were corrected by the influence of levelling the footings to an even surface. Thus obtained rotations are generally smaller than the rotations calculated by a net of finite elements. The designers of statics and constructions need these diagrams of rotations for statical analysis of constructions because of the elastical restraining of constructions such as: columns and kernels of skeletons, arched bridges and arched dames.

## UVOD

Študija je nadaljevanje študije istega naslova, objavljene v Gradbenem vestniku l. 1988 (3). Prva ugotavlja velikost usedkov in oceno napetosti zaradi vpliva centrične osne obremenitve. Ta, druga študija, dopolnjuje prvo z rezultati študija zasukov in oceno napetosti pod vplivom vrtilnega momenta zaradi ekscentričnosti osnih obremenitev. Avtor se je lotil naloge po matematični poti z integralnim računom. To pa je izvedljivo le za obtežbe, ki ustrezajo matematični zakonitosti: konstantne obtežbe, naraščajoče linearno ali po zakonu kvadratne ali kubične parabole. Integracijski elementi morajo imeti obliko kotnega izseka, katerega širina se oži proti opazovani točki usedka proti 0, torej  $\Delta\varphi$  (opis v članku [3]).

Navedeni način računa robnih usedkov je izkazal izredno nizke vrednosti, zato je avtor preverjal še usedke v četrtini višine, torej na polovici med osjo plošče in njenim robom. Za to mesto pa je račun izkazal izredno visoke vrednosti zasukov. Realna vrednost zasuka bo nekje vmes, pri čemer bo narava prilagodila reakcijske pritiske tal tako, da bo ustrezno zakonu minimalnega dela, minimalnemu zasuku. Ob robovih se bodo pojavile osti napetosti, ki bi dosegale teoretično v vogalih neskončne vrednosti, notranjost podplata pa bi zelo razbremenjevale. Račun z regularno obtežbo bi namreč predpostavljal gibe temelje, naši temelji pa so ponavadi zelo togi, vsaj pri zemljinah, ki niso skalnate. Račun z regularno obtežbo je treba dopolniti s korekcijo, ki bo izravnala razlike usedkov med robom in četrtino podplata na ravno črto, ki bi ustrezala togemu temelju. Tej korekciji je avtor posvetil poseben študijski trud.

Predpostavke študije: Temeljna tla predstavljajo elastični polprostor s konstantnim modulom elastičnosti  $E$ . Centrični pritisk od osne sile je dovolj velik, da se ne pojavljajo

Avtor:  
Svetko Lapajne, gradb. inž. in prof. FAGG v pokoju  
Bogišičeva ulica 1, 61000 Ljubljana, SLO

nategi v stični ploskvi med podplatom in tlemi. Kolikor bi se na natezni strani pojavljali nategi, bi morali računsko višino podplata omejiti na del, ki ne odstopa od temeljnih tal. Temeljni podplati, normalno grajeni iz ojačenega ali prednapetega betona, je predpostavljen kot popolnoma tog.

Za začetni račun pri predpostavki gibkega temelja so bile izbrane štiri vrste regularnih obtežb:

- a) linearna po Hookovem zakonu  $\sigma = \sigma_a \xi$ ;
- β) krivulja kubične parabole  $\sigma = \sigma_a \xi^3 \cdot \frac{10}{6}$ ;
- γ) trikotna obtežba robov širine 0,15h s težiščem v oddaljenosti 0,05h od roba; notranji del površine od 0,15h do 0,85h brez obremenitve;
- ε) četrta obtežba je podobna tretji, le da ima pravokotno obliko na širino 0,10h od roba (risba 2 – rezultati računa).

Oznake:

- M – vrtilni moment
- b – širina podplata (po osi vektorja M)
- h – višina podplata (v ravnini M)
- E – modul elastičnosti oziroma deformabilnosti zemljine
- E<sup>+</sup> – E\*/(1-ν<sup>2</sup>); ν – koeficient prečne kontrakcije
- σ – pritisk na zemljino;
- σ<sub>a</sub> = 6M/bh<sup>2</sup> – Hookova robna napetost
- ω – zasuk temelja (brezdimenzionalno)
- δ – usedek (v posamezni točki)
- Δ – razlika; Δδ razlika usedkov; Δσ razlika pritiskov
- ξ – x/h<sub>2</sub> relativna abscisa

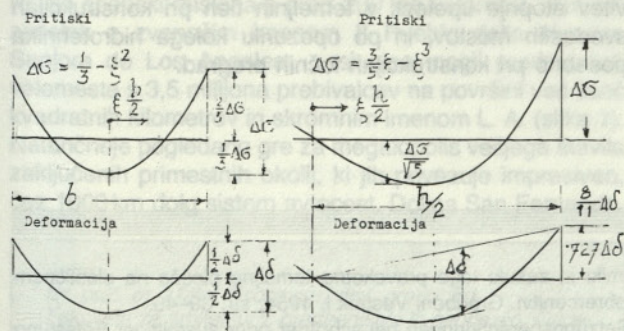
Indeksi:

- v – vogal
- r – rob
- m – sredina roba
- n – četrtnina višine h
- $\bar{\delta}, \bar{\sigma}$  znak za povprečno vrednost usedka, pritiska

Izračun zasukov iz robnega poveska δ<sub>r</sub> je izkazal majhne vrednosti. Izračun poveskov v četrtni višine δ<sub>n</sub> je podal vrednosti, ki so zelo presegle polovični robni povesek, δ<sub>r</sub>, razlika med obema z oznako Δ je predstavljala puščico upogiba gibkega temelja. Slika 1 z naslovom »Korekcija« predstavja rezultate korekcijskega računa: Za širino je

KOREKCIJA PO ŠIRINI b

KOREKCIJA PO VIŠINI h



Slika 1

predpostavljena parabolična oblika korekcijskih napetosti z 2/3 osti in 1/3 obratnih napetosti v sredini. Izračun usedkov je izkazal enake usedke na robu in enake v polju. Za korekcijo po smeri višine je bila predpostavljena kubična parabola z odrezno premico, ki jamči izenačenje statičnega momenta zaradi zvišanja napetosti v osti v vogalu in redukcije v četrtni višine. Izračun usedkov dokazuje velikost zaradi vogalnega (robnege) usedka v količini 8/11 puščice Δδ ali 0,727 Δδ.

Slika 2 – rezultate računa prikazujejo diagrami osnovnih in korekcijskih pritiskov na tla in pripadajoče deformacijske linije: osnovne in korekcijske. Rezultati za linearno osnovno funkcijo α in za funkcijo kubične parabole β se skoraj ne razlikujejo. Avtor je iskal še rešitve zasukov za nadomestne enostavne diagrame pritiskov: Za kvadratno ploščo daje diagram γ samo 3% večji zasuk, diagram ε pa kar 15% večji zasuk.

Za različna razmerja b/h od 0,25 do 4,0 so bili pripravljene diagrami za zasuke ω, pri raznih vrstah osnovnih obtežb: α, β, γ in ε. Odločilna bo seveda najnižja, debelejša, saj ustreza zakonu minimalnega dela. Narava bo izbrala še bolj rafinirano oblikovanje osnovnih in korektivnih pritiskov in je tako morda pričakovati še za kako malenkost nižji zasuk, morda ne nižji od 1 do 2%, saj je že razlika med linearnim in kubično-paraboličnim nastavkom neznatna. V diagramih so s črtkano linijo prikazani tudi faktorji povečanja robnih pritiskov σ<sub>r</sub> = 6M/bh<sup>2</sup>, in to: za vogal (v), za sredino roba (m) in za povprečje na robu (r). Narava bo seveda imela teoretično neskončne osti, ki pa bodo zaradi tečenja ali izmikanja zemljine verjetno blažje. Pravilnost črte za zasuk potrjuje tudi literatura DIN 4016, ki navaja limitni faktor zasuka za neskončno široko ploščo: 12/π = 3,82, kar odlično ustreza narisani črti. V primerjavi z diagramom literature [1] se sedanji rezultati ujemajo le za ozke temelje b/h = 0,15, od kvadratnega temelja do velikih širin pa so matematično izračunani zasuki za 28 do 30% nižji.

Videti je, da oblika obtežbene sheme pritiskov zelo vpliva na izračunani zasuk. Razdelitev iste sile z istim težiščem po obtežbi γ daje kar 10% do 12% nižje zasuke kot enakomerna obtežba po diagramu ε. Zato je tudi nedvomno pravilni račun s kvadratnimi elementi po literaturi [1] izkazal bistveno večje zasuke. Na tem mestu se zahvaljujem kolegi geomehaniku dr. Silvanu Vidmarju, s katerim sem prav o tem vprašanju razpravjal.

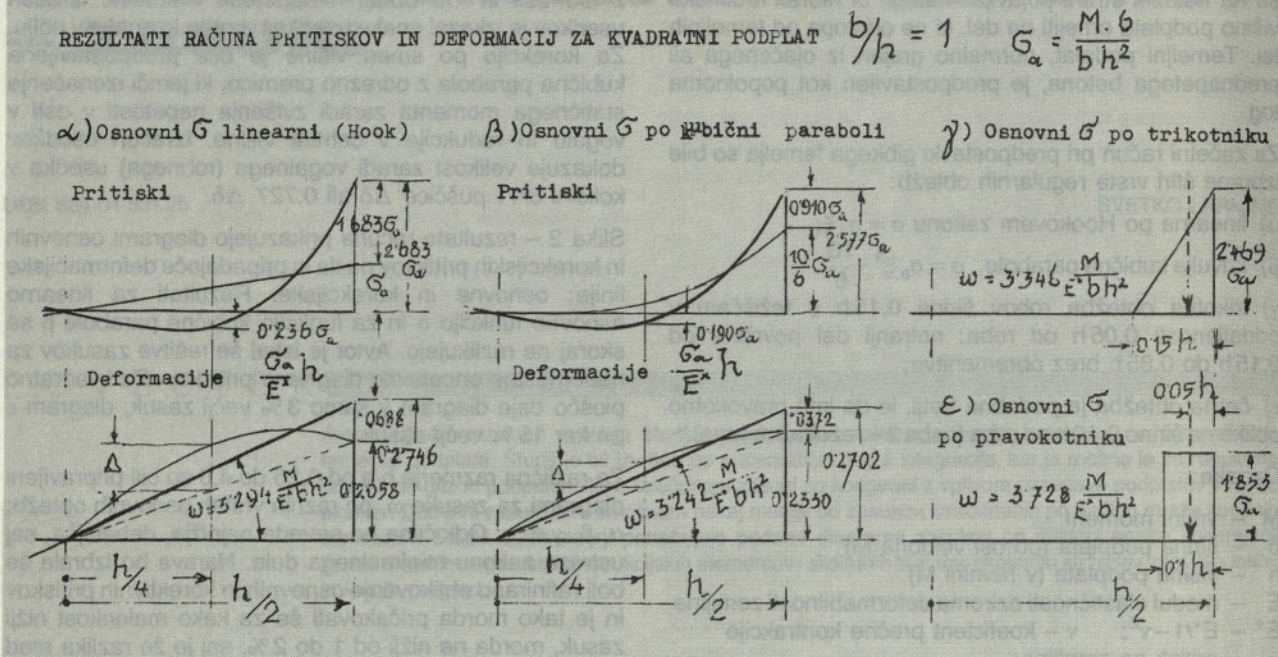
Za statike-konstrukterje bi bil ta članek pomanjkljiv, če ne bi navajal tudi zasuke okroglih temeljnih podplatoev pod vplivom vrtilnega momenta. Literatura pod [2] navaja naslednjo formulo: ω = 4,5M/E\* · D<sup>3</sup>, pri čemer je D premer podplata.

Avtor članka pa je z integracijskim postopkom linearne razdelitve pritiskov pri gibkem temelju dobil:

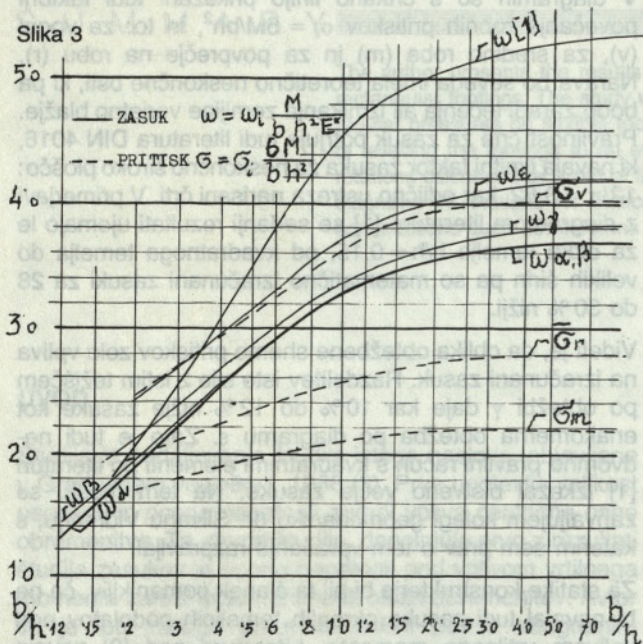
$$\omega = 128 M/3 \cdot E^* \cdot D^3 = 4,323 M/E^* \cdot D^3.$$

Z upoštevanjem korekcije zaradi togosti podplata bi se dobil še manjši zasuk. Avtor tega primera ni študiral, ceni pa to redukcijo na 5 do največ 10%, ker krog nima vogalov.

Slika 2



Slika 3



Avtor kot statik-konstrukter se je v tem primeru lotil geomehanskega problema zato, ker v praksi potrebuje rezultate. Gre namreč za stopnjo upetosti stebrov s togimi podplati na podajnih temeljnih tleh. Iz formule za zasuk pri danem vrtilnem momentu se da z inverzno obliko dobiti formula za togost temeljnih tal. Togost je namreč vrtilni moment, ki je potreben za zasuk  $\omega = 1$ . V vprašanje velikosti modula podajnosti  $E^*$  se avtor ni spuščal. Dejstvo je, da je ta modul pri trajnem delovanju nekajkrat večji od modula pri trenutnem delovanju vrtilnega momenta. Dejstvo, da ima tudi beton za trenutne obtežbe modul  $E = 400\,000 \text{ kN/dm}^2$ , pod trajnim delovanjem pritiska pa popušča na 1/3 do 1/5 navedene vrednosti, nam približa beton obnašanju zemljine. Tako bo konstrukter mogel dobiti primerno razmerje obeh modulov: betona in zemljine, pa naj bo to trajno ali trenutno. Upoštevanje togosti temeljne podlage ni pomembno le pri statični analizi skeletov, pomembnejše je pri dokazovanju upetosti skeletnih strženov in stolpov. Najpomembnejša pa je ugotovitev stopnje upetosti v temeljnih tleh pri konstrukcijah svodastih mostov, in po opozorilu kolega hidrotehnika posebno pri konstrukcijah ločnih pregrad.

LITERATURA

[1] Ing. Ivan Sovinc: Napetosti, premiki in zasuki toge pravokotne temeljne plošče na elastičnem polprostoru pri poljubni ekscentrični obremenitvi. Gradbeni Vestnik I. 1954, str. 39–45.  
 [2] Deutsche Normen: Baugrund – Setzungsberechnungen bei schräger oder ausmittiger Belastung (Verkantungen) DIN 4019. Bautechnik, 1959/6, str. 240–244.  
 [3] Svetko Lapajne: Študija temeljnih podplatov. Gradbeni Vestnik I. 1988, str. 193–198.

# VPLIV POTRESA V LOS ANGELESU 17. JANUARJA 1994 NA GRADBENE OBJEKTE

MATEJ FISCHINGER

## POVZETEK

Potres v severozahodnem delu Los Angelesa je 17. januarja 1994 kljub razmeroma majhni sprošeni energiji (magnituda 6,6) vzbudil zelo intenzivno gibanje tal, ki je zahtevalo 60 smrtnih žrtev in povzročilo 30 milijard posredne in neposredne škode. V članku so opisane tipične poškodbe gradbenih objektov in preliminarna analiza vzrokov za njihov nastanek. Poleg pričakovanih ugotovitev o slabem obnašanju neduktilnih armiranobetonskih stavb, navadne zidarije, montažnih konstrukcij, kratkih stebrov in stavb z mehkim pritličjem, je ta analiza dala tudi nekaj novih spoznanj. Poleg negativnih (rušitev specifičnih mostnih stebrov z vutami, porušitev nekaj novejših konstrukcij, več lokalnih porušitev v jeklenih stavbah), so ta spoznanja tudi pozitivna (dobro obnašanje predhodno potresno ojačanih stavb in ugoden odziv potresno izoliranih konstrukcij).

## THE EFFECT OF JANUARY 17, 1994 LOS ANGELES EARTHQUAKE ON CIVIL ENGINEERING STRUCTURES

## SUMMARY

In spite of a relatively low magnitude (6.6) the Northridge earthquake in Los Angeles of January 17, 1994 triggered intensive earth movements which claimed 60 lives and caused 30 billions U. S. dollars of direct and indirect damage. A description and analysis of typical damage are given in the paper. In addition to the well known facts about the poor response of non-ductile RC structures, unreinforced masonry, prefabricated structures, short columns and soft-story structures, some new observations have been made. Some of them are negative (collapses of fleured bridge columns as well as relatively new structures were observed, several local collapses in steel buildings were identified) and some positive (the behaviour of retrofitted buildings and bridges was very good and the response of base isolated structures was favourable).

## UVOD

Ko so španski misionarji pred 200 leti ustanovili skromni zaselek z zvenečim imenom Il Pueblo della Nuestra Senjora de Los Angeles..., si niso mogli predstavljati velemesta s 3,5 milijona prebivalcev na površini več tisoč kvadratnih kilometrov in skromnim imenom L. A. (slika 1). Natančneje pogledano gre za megalopolis večjega števila zaključenih primestnih okolij, ki jih povezuje impresiven, čez 1000 km dolg sistem avtocest. Dolina San Fernando,



Slika 1. Avtocesta 10 obide poslovno središče Los Angelesa

### Avtor:

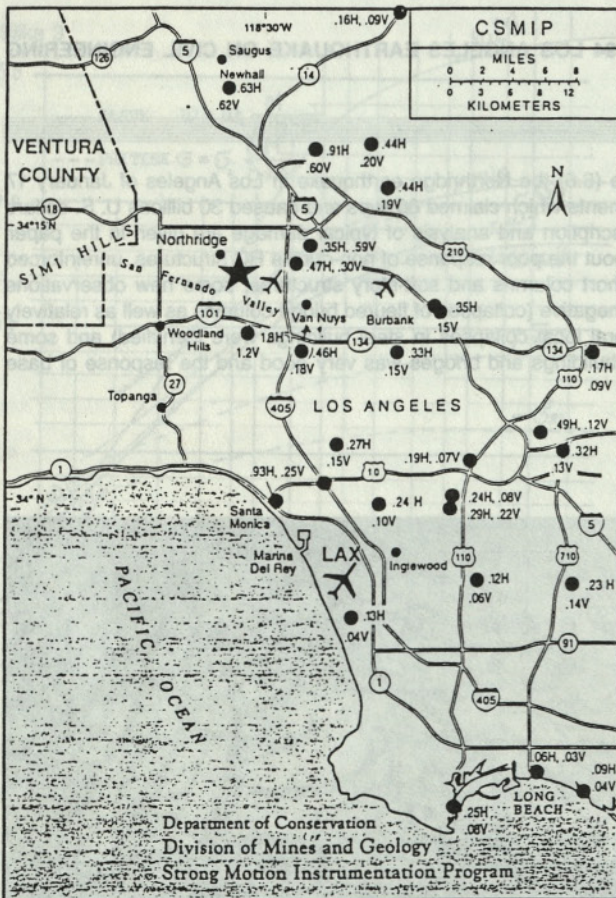
Izr. prof. dr. Matej Fischinger, dipl. gradb. inž.  
Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za gradbeništvo in geodezijo, Inštitut za konstrukcije, potresno inženirstvo in računalništvo.

kjer je bilo središče potresa v Northridgeu, obsega severno polovico mesta in tretjino njegovega prebivalstva. Prevladujejo nizke, pretežno lesene stanovanjske hiše, ki gravitirajo na lokalna središča z ogromnimi nakupovalnimi središči z velikimi garažnimi hišami. V starejših delih mesta, kot sta Hollywood in Santa Monica, pa prevladujejo nearmirane zidane zgradbe z redkimi višjimi armiranobetonskimi in jeklenimi stavbami.

Kljub idealnemu naravnemu okolju je prekletstvo mesta v preteči potresni nevarnosti. Tokrat mu je sicer bilo prizanešeno s katastrofalnim potresom magnitude 8 in več (»the big one«). Kljub manjši magnitudi (6,6) pa sta bili intenziteta potresa in obseg poškodb veliki. V tem članku smo se omejili predvsem na opis in analizo poškodb, več podatkov o ekonomskih in socialnih posledicah pa je zbrano v [1].

## ZNAČILNOSTI POTRESA

Okoli 20 sekund dolg potres je nastal ob dosedaj neznanem globinskem prelomu na globini 18 – 3 km. Zabeležilo ga je čez 200 akcelero metrov na vseh mogočih lokacijah. Že prvi pogled na sliko 2 odkrije nenavadno visoke horizontalne (H) in še predvsem vertikalne (V) pospeške



Slika 2. Maksimalni horizontalni (H) in vertikalni (V) pospeški tal v deležih pospeška prostega pada g [3]

na prostih tleh. Še poučnejši so elastični spektri odziva na sliki 3. Pokažejo, da so se pospeški na stavbah, ki so bile v resonanci s frekvenco potresa, približali 3-kratnemu pospešku prostega pada! To je vsaj 10-krat več od vrednosti, na katere te stavbe računamo. Zato npr. močne poškodbe zidanih stavb v Santa Moniki z nizko periodo okoli 0,2 s (slika 4) sploh ne presenečajo.

## OBSEG ŠKODE

Obseg škode je relativen pojem. Okoli 3000 uničenih objektov (slika 4) in 30 milijard dolarjev škode sta ogromni številki, pa tudi nekatere rušitve so bile spektakularne (slika 5). Vendar je teh 3000 objektov le neznamen del celotnega gradbenega fonda. Tako se je zopet pokazalo, da lahko solidno projektirane in izvedene konstrukcije preživijo zelo močan potres. Rušitve, ki jih bomo obravnavali v nadaljevanju, so praviloma pogojene z napakami v zasnovi, projektiranju, konstruiranju in izvedbi konstrukcij. Tako je k značilnim koncentracijam poškodb (slika 4) prispeval prav določen tip gradenj na določenih območjih. K temu moramo dodati še lokalno amplifikacijo gibanja tal in neugodne resonančne efekte.

## OBNAŠANJE STAVB

### Armiranobetonski okviri

Značilna za slabo obnašanje neduktilnih armiranobetonskih (AB) stavb je porušitev stavbe medicinske ustanove Kaiser Permanente (slika 6). Po poružitvi čelnih fasadnih sten, fleksibilni neduktilni okvir ni prenesel velikih pomikov. Direktni vzrok porušitve so bila vozlišča, na katere vse prepogosto pozabljamo pri projektiranju. Vzdržna armatura gred ni bila sidrana v jedra stebrov znotraj vozlišč, ki niso imela ustreznih stremen. Med pogostimi poškodbami so bile zopet strižne porušitve kratkih stebrov. Na sliki 7 so stebre »skrajšali« parapeti na fasadi.

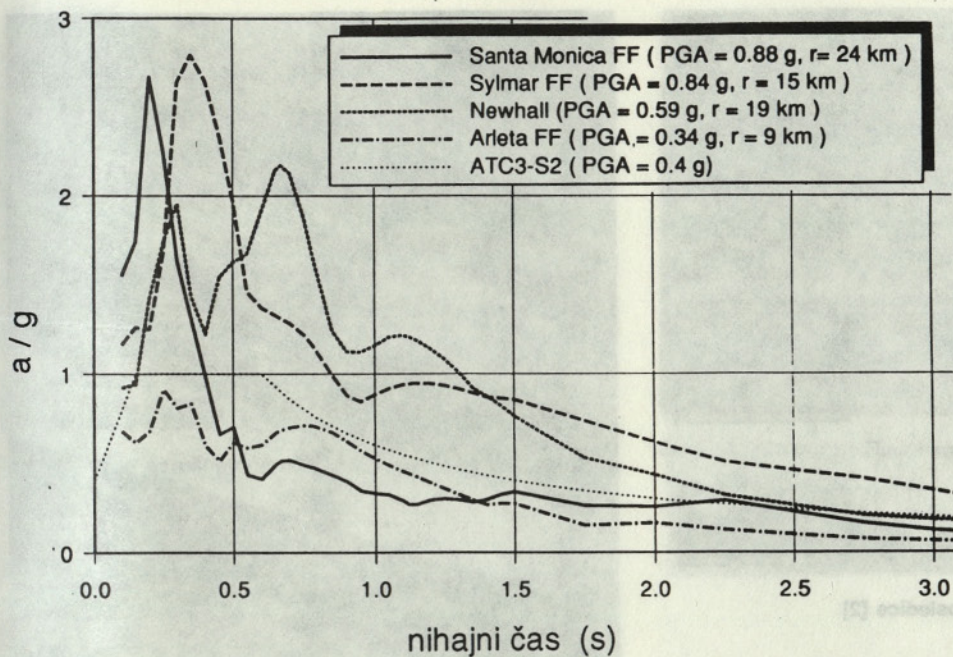
### Armiranobetonske stene

Zopet se je pokazalo, da so AB stene dovolj nosilne in toge, da preprečijo porušitev konstrukcijskih in nekonstrukcijskih elementov. Vendar pa je za ameriško prakso značilna uporaba relativno majhnega števila nosilnih sten. Zaradi velikih obremenitev je zato prišlo do več lokalnih strižnih poškodb sten. Na sliki 8 je prikazana zanimiva kombinacija strižnih poruštitev slopov in prečk s strižnim zdrsom konstrukcijskega stika v močno perforirani AB steni.

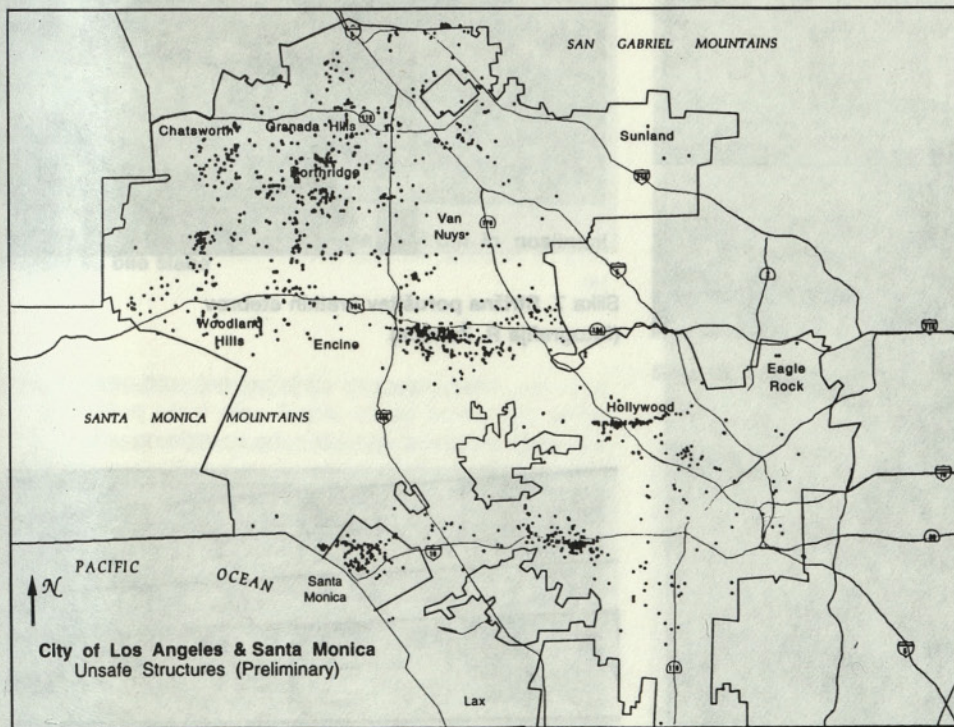
### Armiranobetonsko montažne stavbe

Prišlo je do številnih poruštitev montažnih AB garažnih hiš (slika 9), ki bi lahko ob bolj neugodnem času potresa povzročile številne žrtve. Najpogostejši razlog poruštitev je bila slaba povezava med osrednjim montažnim delom, ki je bil dimenzioniran le na vertikalno obtežbo in perifernimi nosilnimi elementi (stenami) za prenos horizontalne obtežbe (slika 10).





Slika 3. Elastični spektri odziva na tipičnih lokacijah za 5% dušenja [4]

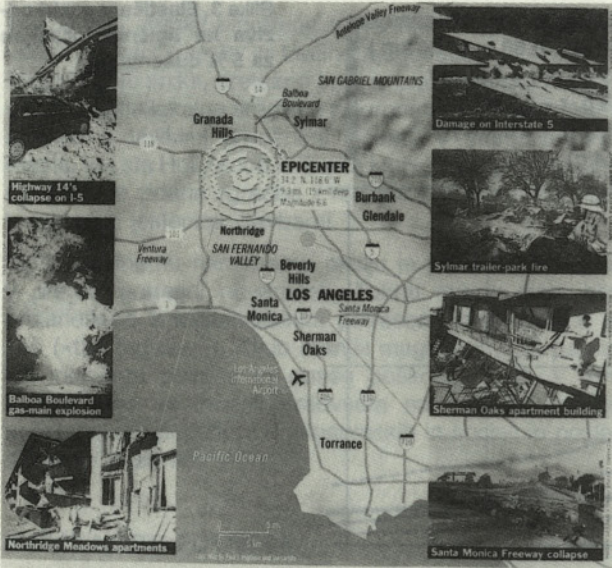


Slika 4. Lokacije nevarno poškodovanih stavb [4]

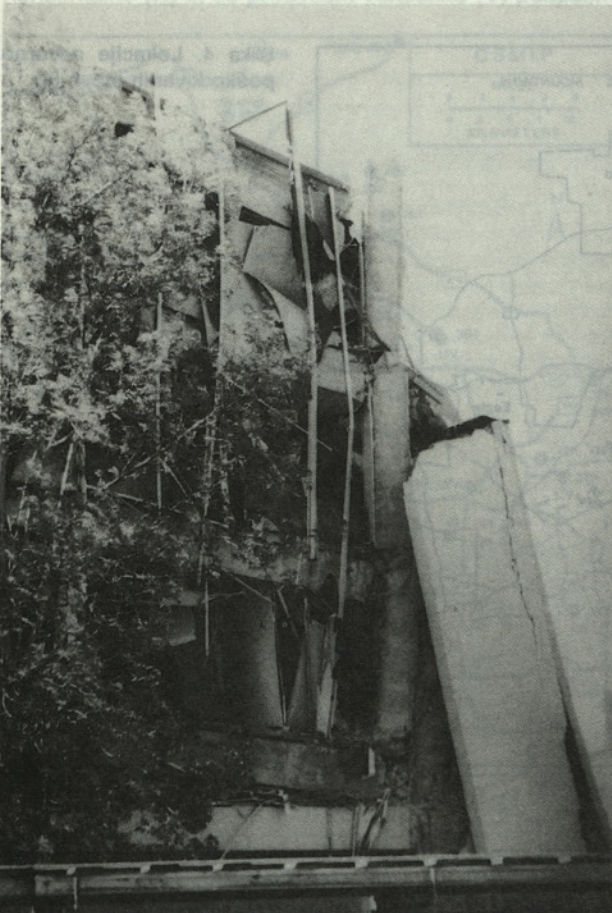
**Jeklene stavbe**

Najprej smo dobili vtis, da je bilo v skladu s pričakovanji obnašanje jeklenih stavb ugodno. Kasnejša poročila [4] so pokazala, da je vendarle prišlo do pogostih lokalnih porušitev vozlišč, diagonal in stikov. Ta mesta pa so bila

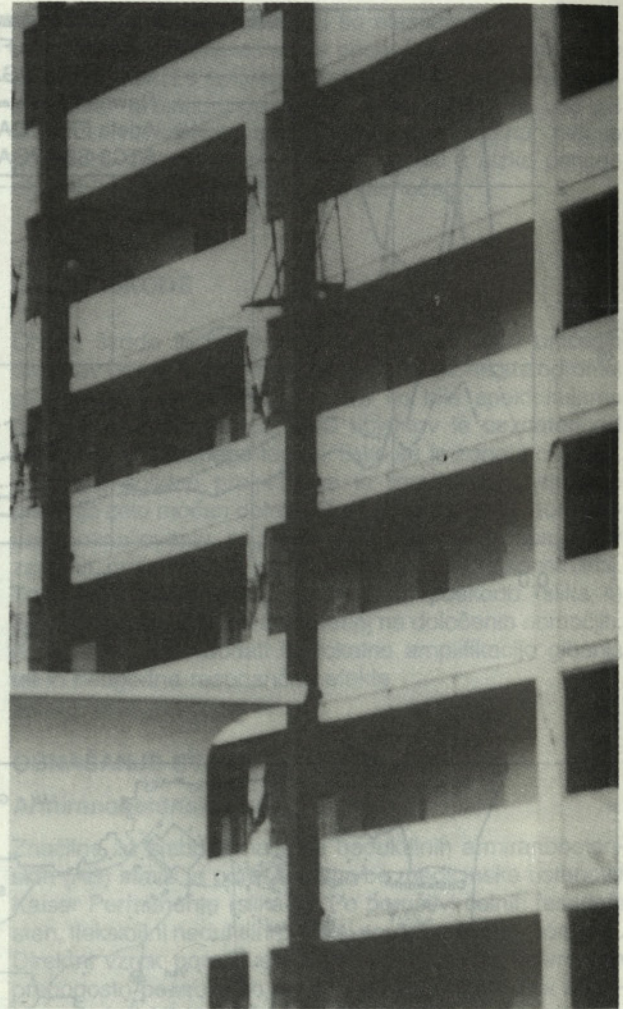
znotraj stavb privatnih lastnikov in zato težko dostopna. Iz [4] povzemamo sliko 11, ki kaže zlom podložne plošče in izvlek vijaka pri tegnjemem stebru diagonalno zavetrovanega okvira. Pogoste so bile tudi porušitve pritrditev težkih fasadnih sten na jeklene okvire [1].



Slika 5. Prizadeto področje in posledice [2]



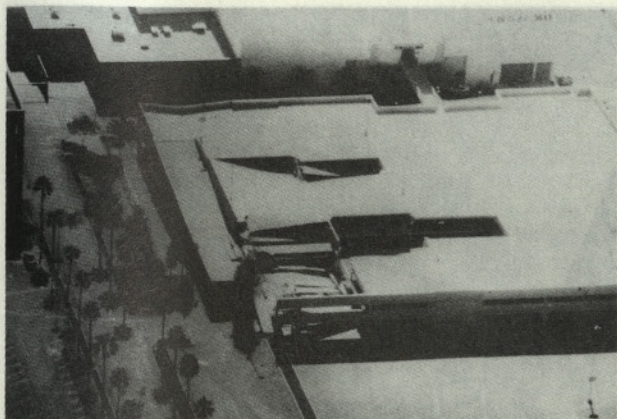
Slika 6. Porušitev vozlišč neduktilnega armiranobetonskega okvira



Slika 7. Strižna porušitev kratkih stebrov (fotografija R. Žarniča)



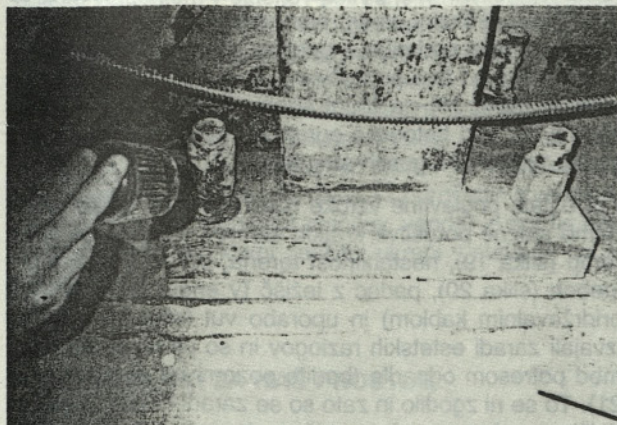
Slika 8. Strižne poškodbe stene



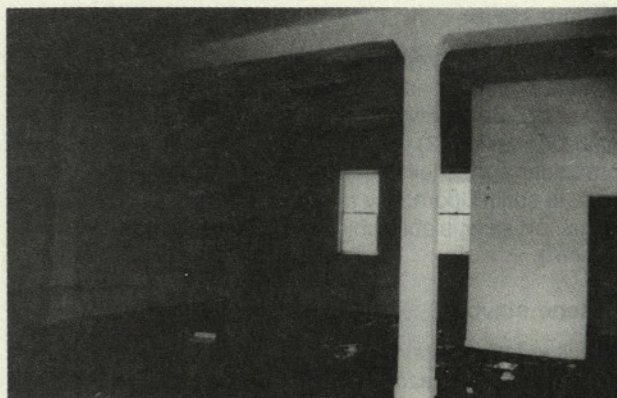
Slika 9. Delna porušitev garažne hiše (fotografija R. Žarniča)



Slika 10. Povezave med montažnim okvirom in nosilnimi stenami so bile slabe



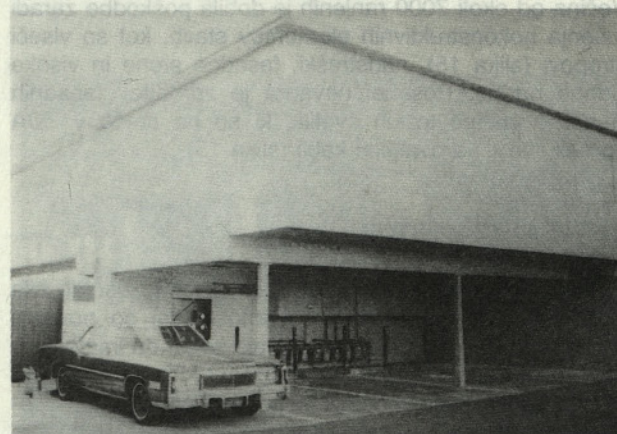
Slika 11. Poškodovani detajli v jekleni konstrukciji [4]



Slika 12. »Votla« notranjščina zidane stavbe



Slika 13. Poškodbe zidane stavbe z notranjščino na sliki 12



Slika 14. Dvoetažna lesena stanovanjska hiša z »mekho etažo« za garaže

### Zidane stavbe

Zidane stavbe v revnih predelih mesta so pogosto slabe kvalitete. Tudi konstrukcijska zasnova pogosto ni dobra (slika 12). Zato njihovo obnašanje po pričakovanju ni bilo najboljše (slika 13). Odlično pa se je izkazala z zakonom predpisana ojačitev zidanih stavb (na sliki 13 so vidne vezi, ki so jih uporabili v ta namen), ki je očitno preprečila porušitev sicer slabih objektov (v zidanih stavbah ni bilo mrtvih!).

### Lesene stavbe

Značilno leseno stavbo v ZDA tvori lesen okvir, zapolnjen z izolacijo in povezan (ne vedno!) z vezanimi ploščami ter obdan z mavčno oblogo. To je seveda daleč od klasične »brunarice« z veliko sposobnostjo absorpcije energije. Še poseben problem pa predstavljajo garaže, ki močno oslabijo pritličja večnadstropnih stanovanjskih stavb (slika 14; bodite pozorni na plinsko napeljavo, ki poteka na najbolj kritičnem mestu). Tudi največjo tragedijo med tem potresom (16 mrtvih) je povzročila delna porušitev takega pritličja v stanovanjskem kompleksu Northridge Meadows.

### Potresno izolirane stavbe

Potresna izolacija stavb je šele v razvoju. V celem L. A. je le 5 končanih (več jih je še v gradnji) izoliranih stavb. Vse so sicer precej daleč od epicentra potresa, kljub temu pa lahko ugotovimo, da je bil njihov odziv na potres zelo ugoden. Na eni izmed njih so bili instalirani akcelerometri, ki so izmerili pospešek 0,49g na prosti površini, 0,37g pod izolatorji, 0,13g nad izolatorji, 0,11g v 6. nadstropju in 0,21g na vrhu 7-nadstropne stavbe, kjer bi pospeški brez izolacije kaj lahko presegli 1g. Meritve na drugi stavbi pa so pokazale, da vse le ne gre brez problemov. Izmerili so nenavadne konice pospeškov nad izolatorji [4]. Ugotovili so, da je bila dilatacija med objektom in okolišnim terenom na mestu vhoda zalita z malto, kar je povzročilo udarjanje stavbe na tem mestu.

### Nekonstruktivne poškodbe

Večina od okoli 7000 ranjenih je dobila poškodbe zaradi rušenja nekonstruktivnih elementov stavb, kot so viseči stropovi (slika 15), nadstreški, fasadne stene in visoke zidane ograje. Posebej nevarna je zdrobitev fasadnih stekel in padec težkih svetilk, ki so na srečo v ZDA opremljene z varovalnimi kablji (slika 15).

### OBNAŠANJE MOSTOV

Spektakularne porušitve 11 izvenivojskih križišč so bile deležne največje medijske pozornosti, saj so povsem ohromile življenje v mestu. Pokazalo se je, da imajo prav zagovorniki nove struje v predpisih, ki zahtevajo, da morajo ostati ključni mostovi po potresu operativni (nepoškodovani) in ne le neporušeni.

Zaradi omejitve dolžine članka analizirajmo poškodbe samo enega tipičnega mosta na cesti 118. Most je izrazito



Slika 15. Nekonstrukcijska škoda v notranjosti veleblagovnice [4]

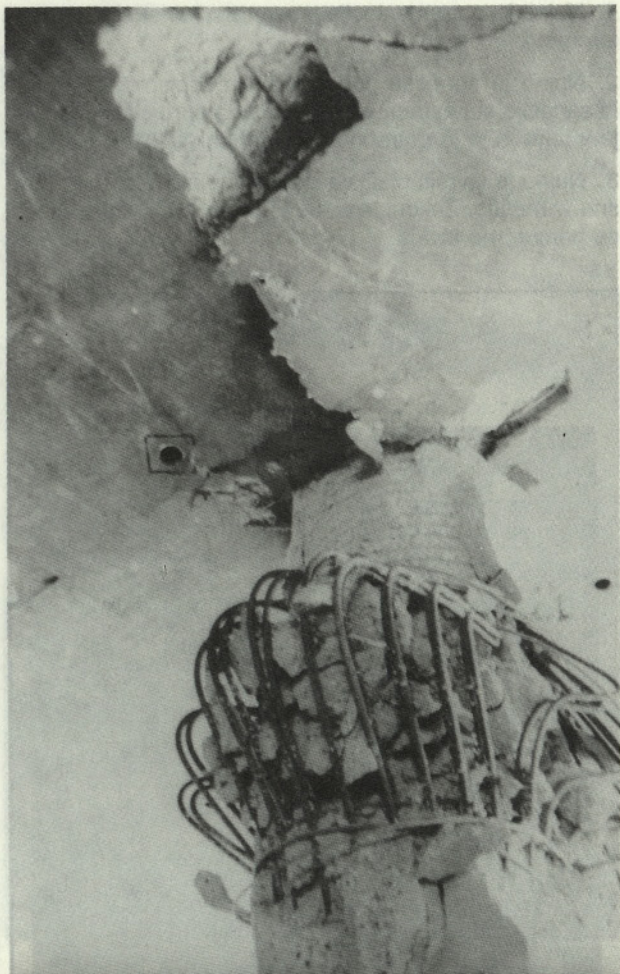
7. Slika: porušitev kratkih stebrov  
fotografija B. Zamcig

poševen. Med potresom se je zavrtel proti ostremu kotu (slika 16), stebri pa so utrpeli zelo hude poškodbe. Na eni strani potoka so te poškodbe nastale na vrhu stebrov (slika 17) in so bile povezane z udarjanjem stebra ob vozišče v vertikalni smeri. Neposredni vzrok je bila prekratka dolžina področja z gostimi stremeni (porušitev je nastala tik pod tem področjem). Težke strižne poškodbe stebrov (slika 18) na drugi strani potoka pa so nastale spodaj, tik nad betonsko ograjo ob potoku. Tudi na tem mestu ni bilo več gostih stremen.

Kot ostale poglavitne vzroke rušenj mostov lahko navedemo strižne porušitve kratkih stebrov v bližini dovoznih ramp (slika 19), nestabilnost terena, premalo stremen v stebrih (slika 20), padec z ležišč (v enem primeru kljub pridrževalnim kablom) in uporabo vut (slika 21). Te so izvajali zaradi estetskih razlogov in so računali, da bodo med potresom odpadle (bodite pozorni na detajl na sliki 21). To se ni zgodilo in zato so se zaradi krajše efektivne dolžine močno povečale strižne obremenitve stebra pod vuto.



Slika 16. Zamik poševnega mosta na cesti 118



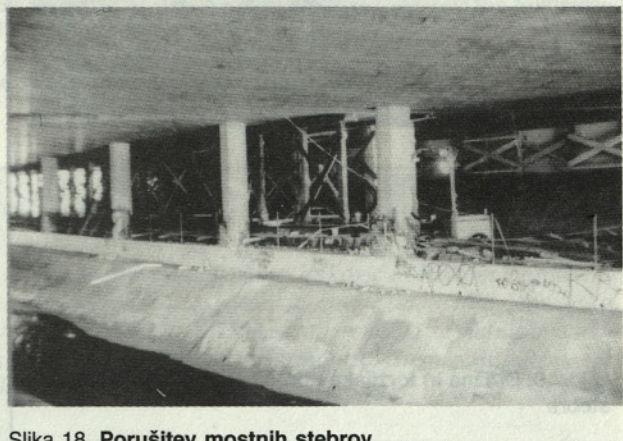
Slika 17. Porušitev mostnega stebra

### PROTIPOTRESNA OJAČITEV OBJEKTOV

Zadnji potresi v ZDA so spodbudili ameriško družbo k velikim vlaganjem v ojačitev potresno ranljivih stavb (slika 22) in mostov (slika 23). Med potresom v Los Angelesu so se te naložbe bogato obrestovale. Solidno obnašanje ojačanih zidanih stavb smo že omenili. Odlično so se izkazali tudi ukrepi za povečanje strižne odpornosti mostnih stebrov z jeklenimi oblogami (slika 23) in (z nekaj izjemami) uporaba pridrževalnih kablov za voziščne plošče. Zanimivo je, da je bilo 10 od 11 porušenih izvennivojskih križišč predvidenih za ojačitev, vendar je potres dela prèhital. Nekonstruktivni zaščitni ukrepi v stavbah pa so opisani v [1].

### SKLEPNI NAUKI ZA NAŠ PROSTOR

Za sklep navedimo le najnujnejše naloge, ki nas čakajo v Sloveniji:



Slika 18. Porušitev mostnih stebrov

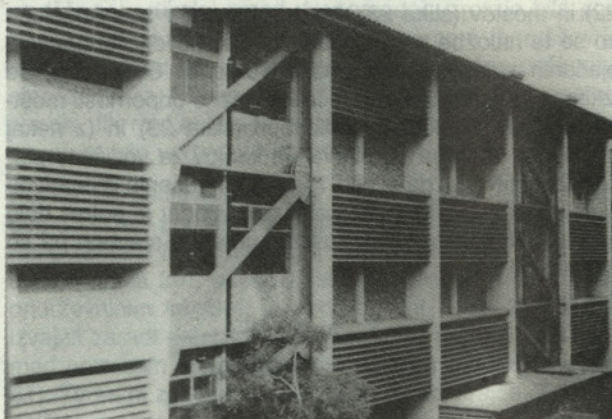
1. Nujna je instrumentacija prostora in konstrukcij z akcelerometri.
2. Nujno je sprejetje sodobnejših predpisov za gradnjo in sanacijo stavb in mostov. Akcija za sprejetje Eurocode je v teku in jo je potrebno čim prej zaključiti.
3. Nujno je izvršiti ojačitve objektov z nezadostno potresno varnostjo. Zakon, ki je v veljavi že več kot desetletje, se namreč ne izvaja.



Slika 19. Strižna in torzijska porušitev kratkega mostnega stebra



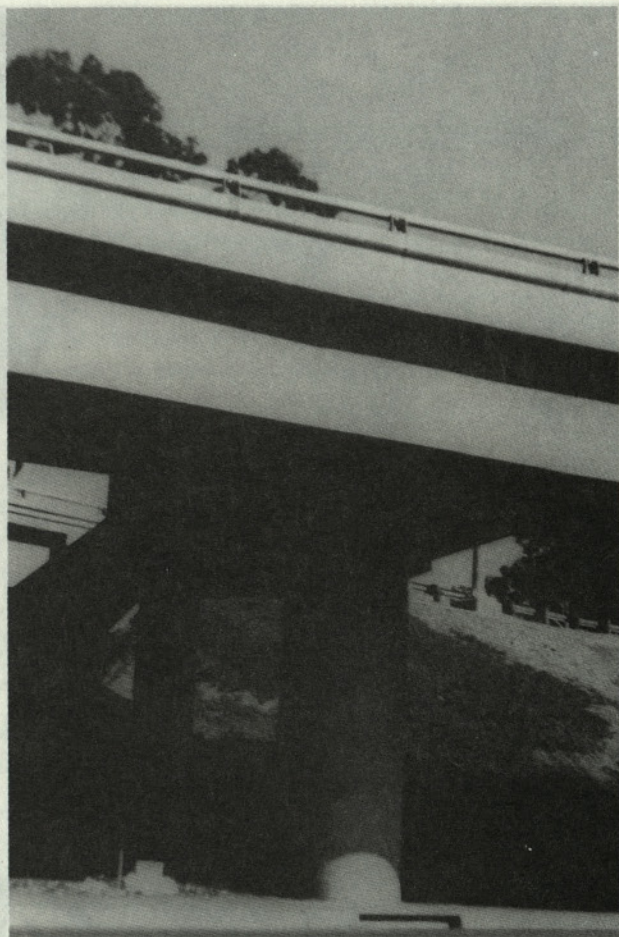
Slika 20. Porušitev mostnega stebra s šibkimi stremeni



Slika 22. Ojačitev okvira v Campusu univerze v Stanfordsu



Slika 21. Strižna porušitev mostnega stebra z vuto



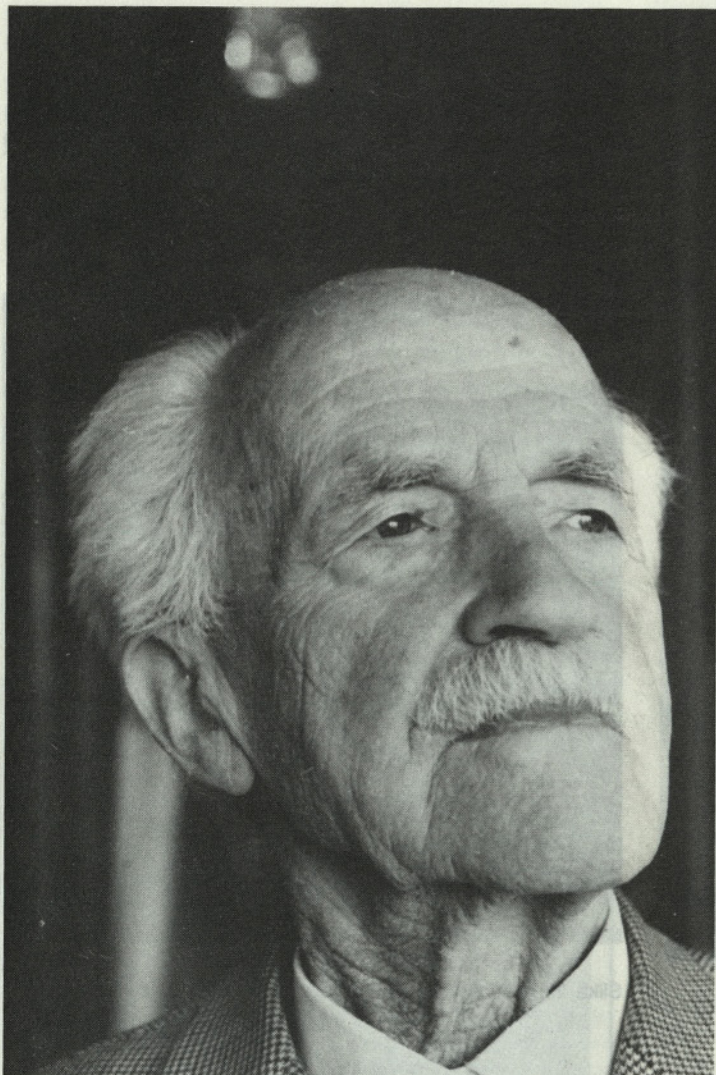
Slika 23. Ojačitev mostnega stebra z jeklenim ovojem

## LITERATURA

1. M. Fischinger, Potres v Los Angelesu 17. januarja 1994, UJMA, Republiška uprava za zaščito in reševanje, v tisku.
2. Časopisne novice Los Angeles Times in Time (31. 1. 1994) po potresu.
3. Fifth Quick Report on California Strong Motion Instrumentation Program Data from the Northridge/San Fernando Valley Earthquake of January 17, 1994.
4. Northridge Earthquake January 17, 1994. Preliminary Reconnaissance Report (urednik John F. Hall). EERI Report No. 94/01, marec 1994.

## ZAHVALA

Prizadeto območje sem obiskal z Lojzutom Bevcem, Tatjano Isakovič in Rokom Žarničem. Zato so opisana opažanja rezultat našega skupnega dela, ki so ga financirali Slovensko društvo za potresno inženirstvo, IKPIR FAGG in ZRMK. Na terenu pa so nam pomagali firma Kinematics (predvsem njen direktor A. M. Sereci), Earthquake Engineering Research Institute in profesor H. Krawinkler z Univerze v Stanfordu.



## **CIRIL STANIČ – DEVETDESETLETNIK**

*Naš Ciril je 24. julija dočakal devetdeset let življenja. Le malo ljudi dočaka tako visok življenjski jubilej, še manj pa je tistih, ki so ob takšnem jubileju tako polni energije in življenjske radosti, kot je to CIRIL STANIČ danes. To niso samo geni, kot radi rečemo ob takšnih priložnostih, to je tudi način življenja, samodisciplina, tolerantni odnos do okolice in do ljudi in predvsem delo, neutrudno, požrtvovalno delo. Delo v stroki, v strokovnih društvih, v lokalni samoupravi, na področju varstva narave, ribištvo, v telovadnih društvih in še kje, toda vedno konstruktivno, zavezano in dobronamerno.*

*Ciril Stanič se je rodil 24. julija 1904. leta v Kanalu ob Soči. V prvi svetovni vojni je izgubil očeta, znanega neprednega tržaškega čitalničarja. Njegova mati, zavedno slovenska žena, je z velikim trudom in v skrajni skromnosti vzgojila svoje otroke v duhu nacionalne zavesti in brezkompromisne poštenosti. Zagotovila jim je potrebno izobrazbo in jih usmerila na življenjsko pot.*

*Ciril je končal v Ljubljani srednjo Tehnično šolo in je kot gradbeni tehnik takoj začel delati v stroki. Strokovno se je opredelil predvsem na področje cestne gradnje. Veliko je naredil za ureditev marsikatere ceste v Ljubljani. V Splošnem projektivnem*



biroju je projektiral in nadzoroval izgradnjo številnih novih cest na širšem območju mesta. Projektiranje mestnih cest je na videz manj zahtevno področje cestne gradnje, v resnici pa to področje zahteva veliko dela in natančnosti ob upoštevanju številnih danosti, ne samo prometa, temveč tudi vseh prizadetih podzemskih napeljav. Kot potres, ki odkrije napake v projektu stavbe, tako pokaže naliv napake v projektu mestne ceste.

Svojo požrtvovalnost je Ciril Stanič pokazal s tem, da je po vojni več kot dve leti prostovoljno sodeloval pri obnovi Črne Gore in tudi pri izgradnji avtoceste Ljubljana–Zagreb.

Cirila Staniča so zanimali tudi številni širši problemi cestnega prometa na območju Slovenije in vključitev slovenskega cestnega omrežja v širši evropski prostor. V številnih člankih v dnevnikih časopisih je dal kritične pripombe na sprejete trase slovenskega omrežja in na razne parcialne rešitve cestnih problemov v mestih, predvsem v Ljubljani.

Kot gradbenik Ciril Stanič ni deloval samo na področju cestne gradnje, čeprav je bilo to njegovo osnovno področje. Več let je sodeloval z nepozabnim inž. Nacetom Perkom, vzornim človekom in strokovnjakom, načelnikom gradbenega oddelka Planinske zveze Slovenije, pri gradnji in obnovi številnih planinskih domov in postojank v naših gorah.

Kot vnet telovadec, predvojni član Sokola in povojni član Partizana Trnovo je pomagal pri številnih gradbenih posegih naših telovadnih organizacij.

Njegova naravovarstvena usmeritev se je izkazala z delom v Ribiški zvezi Slovenije in s tem, da je na zadnjih volitvah kandidiral na listi Zelenih Slovenije.

Posebno skrb je vedno namenjal delu v Zvezi društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije. Skoraj ni bilo strokovnega posveta ali sestanka našega društva, na katerem Ciril Stanič ne bi bil navzoč. Na številnih letnih skupščinah ZDGITS se je vedno oglasil k besedi in, v njemu značilnem slogu, prenašal svoj optimizem in ljubezen do gradbeništva na mlajše, pa tudi na starejše člane.

Za svoje že več kot pol stoletja trajajoče neutrudno in požrtvovalno delo je Ciril Stanič prejel več priznanj in odlikovanj. Postal je:

- častni član ZDGIT Slovenije,
- častni član Saveza inženjera i tehničara Jugoslavije,
- častni član Jugoslovanskega društva za ceste in dobil
- orden dela z zlatim vencem.

Ob tem visokem jubileju želimo vsi člani ZDGIT Slovenije dragemu kolegu Cirilu Staniču še veliko let trdnega zdravja, delovne energije in življenjske radosti. Želimo, da bi ga še večkrat videli na letnih skupščinah naše Zveze in slišali njegove prijazne in dobronamerne besede. Glede nadaljnega uspešnega dela Cirilu ni treba izražati posebnih želja. Takšni ljudje brez dela ne morejo živeti. Delo je njihovo življenje. Želimo pa, da bi bili sadovi njegovega dela še naprej koristni naši gradbeni stroki in družbi v celoti.

Sergej Bubnov



*e m o n a* **GLOBTOUR**  
TRAVEL AGENCY

Štefanova 13a  
61000 LJUBLJANA, SLOVENIJA  
Tel.: 061/213 843, Fax: 217 416

Zveza združenj Gradbenih inženirjev in tehnikov že dolga leta uspešno sodeluje s priznano slovensko potovalno agencijo Emona Globtour.

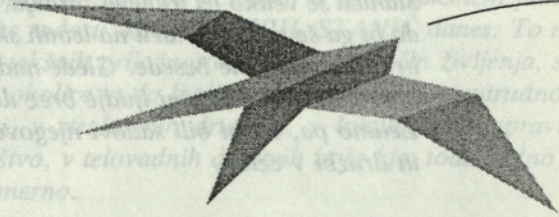
**Skupaj smo pripravili obisk dveh gradbenih sejmov:**

<b>SAIE – Bologna</b>	<b>odhod 20. oktober 94</b> <b>cena 120 DEM</b>	<b>2 dni</b>
<b>BATIMAT – Pariz</b>	<b>odhod 9. oktober 94</b> <b>cena 1050 DEM</b>	<b>4 dni</b>

Vabimo vas, da se udeležite teh koristnih in prijetnih potovanj. **Emona Globtour** je poskrbel za kvalitetne prevoze in hotele, kot tudi za strokovno izvedbo potovanj. Pazili smo tudi na to, da so cene konkurenčne.

**Emona Globtour** poskrbi tudi za vaša individualna službena potovanja. Za naročanje letalskih vozovnic, železniških vozovnic in najem Rent a car vozil so vam na voljo poslovalnice **Emona Globtoura** v:

<b>Ljubljani</b>	<b>tel.: 061/213 843</b>	<b>Novem mestu</b>	<b>tel.: 068/ 25125</b>
<b>Mariboru</b>	<b>tel.: 062/ 28 860</b>	<b>Portorožu</b>	<b>tel.: 066/ 73 356</b>
<b>Celju</b>	<b>tel.: 063/ 26 611</b>	<b>Bledu</b>	<b>tel.: 064/ 78 385</b>
<b>Novi Gorici</b>	<b>tel.: 065/ 24 608</b>	<b>Ajdovščini</b>	<b>tel.: 065/ 62 335</b>



**Vabimo vas tudi na počitnice**

<b>NA SICILIJO</b>	<b>ŽE ZA 479 DEM</b>
<b>V TURČIJO</b>	<b>ŽE ZA 647 DEM</b>
<b>V GRČIJO</b>	<b>ŽE ZA 496 DEM</b>



GV XXXXIII • 6-7-8

# POROČILA 35

## NUMERIČNE ANALIZE PORUŠITVE CESTNEGA NASIPA

UDK 624.136:627.514:519.68

JANKO LOGAR, BOJAN MAJES

### POVZETEK

Porušitev cestnega nasipa smo izkoristili za testiranje numeričnih postopkov, namenjenih analizam takih konstrukcij. Nasip na malonosilnih tleh smo analizirali s stabilnostnimi analizami po postopkih Bishopa in Janbuja in z napetostno deformacijskimi analizami po MKE, upoštevajoč elastične in elastoplastične materialne modele.

### SUMMARY

A failure of a road embankment gave us an opportunity to test numerical procedures for the analyses of such structures. The embankment built on soft subsoil was analysed by Bishop's and Janbu's procedures for stability analyses. The elastic and elasto-plastic stress-strain analyses based on finite element method were performed, too.

### UVOD

Težko je pridobiti podatke eksperimenta na konstrukciji naravne velikosti, na katerem bi verificirali pripravljene numerične postopke oziroma na njihovi osnovi izdelane računalniške programe. Razvoj računalniške opreme je namreč povzročil velik napredek v numeričnih metodah

za analize gradbenih konstrukcij oziroma za napovedi njihovega obnašanja pod različnimi obtežnimi primeri in drugimi vplivi. Temu napredku pa težko sledi razvoj ustreznih laboratorijskih postopkov, ki bi povečali zanesljivost vhodnih parametrov računa, in izvedba modelnih preizkusov, ki so nedostopni predvsem zaradi svoje visoke cene.

Na srečo ne pogosto, vendar se le zgodi, da pride zaradi naravnih nesreč, nepredvidenih okoliščin pri gradnji ali uporabi objekta ali celo zaradi konstruktorske napake, na konstrukciji do prekoračitve stanja mejnega ravnovesja in s tem do njenih poškodb. Kadar so take nesreče dovolj dobro dokumentirane, je njihova dobra stran vsaj ta, da nudijo možnost verificiranja postopkov, ki jih sicer uporabljamo za varno, a ekonomično projektiranje.

#### Avtorja:

Janko Logar, asist. mag., dipl. gradb. inž.

Bojan Majes, doc. dr., dipl. gradb. inž.

Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Oddelek za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za mehaniko tal z laboratorijem

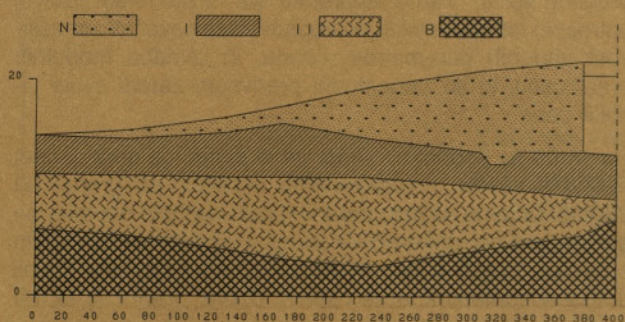
Tako se je zgodilo, da je prišlo med gradnjo do 8 m visokega cestnega nasipa zaradi zdrsa temeljnih tal pod njegovo obtežbo in s tem do poškodbe samega nasipa, še preden je bil zgrajen do končne projektirane višine. Za potrebe analiz vzrokov zdrsnitve in projekta sanacije so bile izvršene dodatne preiskave temeljnih tal, ki so skupaj s predhodnimi raziskavami nudile možnosti, da nasip na malonosilnih tleh tudi numerično analiziramo. Izvedli smo račun stabilnosti tega nasipa s klasičnimi stabilnostnimi analizami s krožnimi in poligonalnimi potencialnimi porušnicami kakor tudi z napetostno deformacijskimi analizami po MKE.

## OPIS TEMELJNIH TAL

Podatki, uporabljeni pri analizah obravnavanega nasipa, so zbrani iz poročil [1], [2], [3] in [4]. Vzдолžni prerez nasipa in temeljnih tal prikazuje slika 1. Nasip leži na dveh glinastih slojih flišne preperine, pod njima pa je trdna podlaga eocenskega laporja in peščenjaka. V območju porušitve znaša povprečna debelina zgornjega sloja težkognetne do poltrdne gline 3 m, debelina drugega, nižjeležečega sloja lahko do srednjegnetne gline pa 6 m. Gladina podtalnice je približno 0,5 m pod površjem temeljnih tal. Geotehnične karakteristike zemljin so bile določene s terenskimi in laboratorijskimi preiskavami deformabilnosti, strižne trdnosti, vlažnosti in leznih mej. Povprečne vrednosti parametrov, določene na podlagi vseh razpoložljivih podatkov, so zbrane v preglednici 1. Nedrenirana strižna trdnost  $\tau_u$  je določena iz terenskih preiskav s krilno sondo, statičnim penetrometrom, žepnim penetrometrom in v laboratoriju na prostih valjastih vzorcih. Parametra drenirane strižne trdnosti  $\varphi'$  in  $c'$  sta bila določena laboratorijsko z direktnimi strižnimi preiskavami. Stisljivost vzorcev tal je bila ocenjena iz meritev s statičnim penetrometrom, za Poissonove koeficiente  $\nu$  in vodoprepustnosti  $k$  pa navajamo izkustvene vrednosti.

V preglednici 1 in na slikah so sloji tal označeni takole:

- N – nasip,
- I – prvi (zgornji) sloj,
- II – drugi (nižjeležeči) sloj in
- B – podlaga.



Slika 1. Vzдолžni prerez po osi priključnega nasipa

Preglednica 1. V analizah upoštevane karakteristike temeljnih tal

Parameter	Sloj				
	N	I	II	B	
$E_{oed}$ (kPa)	15000	4000	700	–	statični penetrometer
$k$ (cm/s)	$10^{-1}$	$10^{-9}$	$5 \cdot 10^{-9}$	$10^{-14}$	ocena
$\nu$	–	0,35	0,45	0,25	ocena
$\tau_u$ (kPa)	0	56	20	–	nedrenirana strižna trdnost
$\varphi'$ (°)	40	0	0	–	
$c'$ (kPa)	0	10	0	–	drenirana strižna trdnost
$\varphi'$ (°)	40	28	24	–	

## GRADNJA IN PORUŠITEV NASIPA

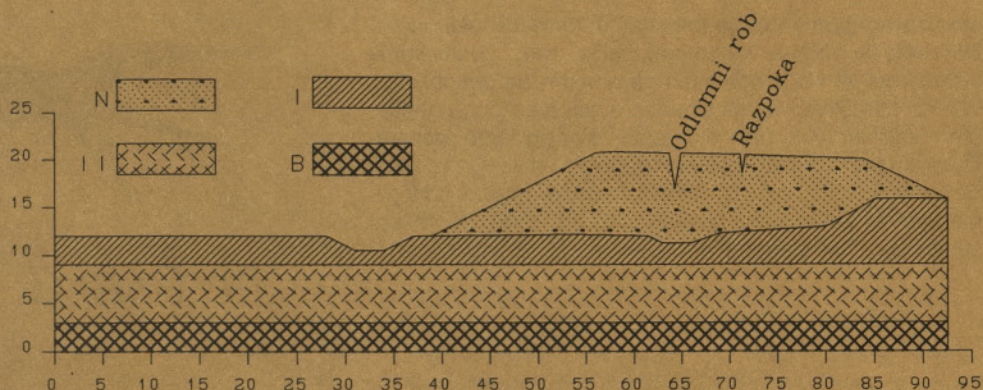
Priključni nasip k viaduktu prek železniške proge je dolg prek 200 m in v najvišjem delu visok 8 m. Grajen je bil iz kakovostnega kamnitega materiala. Brežini nasipa sta bili projektirani v naklonu 1 : 2. Vzдолž celega nasipa in le 2 m od njegovega vznožja je bil izveden odvodni kanal, globok 1,5 do 2 m in v dnu širok 3 m. Gradnja nasipa je potekala relativno hitro na ne dovolj dobro raziskanih temeljnih tleh. Razmeroma dobro so bili poznani parametri vrhnjega sloja, ki so znatno boljši od parametrov sloja pod njim (glej preglednico 1), poleg tega je bila debelina vrhnjega sloja precejšnja. Tako se je nasip, ko je bil zgrajen do višine ca. 7 m, porušil v dolžini približno 100 m. Na sliki 2 je prikazan prečni profil nasipa na najvišjem mestu, to je v neposredni bližini železniškega nadvoza. Na sliki je označena ozka razpoka, ki je nastala v osi nasipa, vzporedno s to razpoko na oddaljenosti 5–7 m od osi nasipa pa je bil jasno viden odlomni rob. Ob odlomnem robu je znašal horizontalni premik 50 do 120 cm in vertikalni do 1 m. Dršina izklinja v odvodnem kanalu, ki poteka vzporedno z nasipom. Po zdrsnitvi se je odvodni kanal dvignil za 50 do 100 cm, znatni so bili tudi bočni premiki.

## STABILNOSTNE ANALIZE

Analize stabilnosti za stanje ob porušitvi smo izvedli za potencialne krožne drsne ploskve po Bishopovem postopku [5] in z lastnim računalniškim programom Autobis, ki vključuje algoritem za avtomatsko določanje kritične drsine [6]. Poleg tega smo profil s slike 2 analizirali še s poligonalnimi potencialnimi drsinami po Janbujevem postopku [7]. Analize smo izvajali na dva alternativna načina:

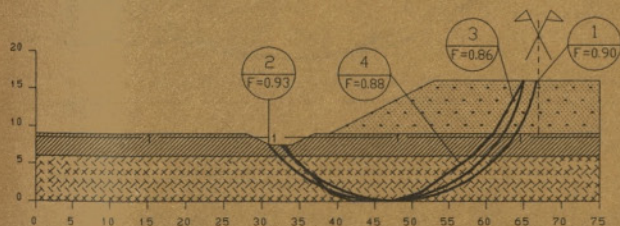
- a) z uporabo parametrov drenirane strižne trdnosti  $\varphi'$  in  $c'$ , ob upoštevanju dodatnih pornih tlakov v temeljnih tleh, ki so zaradi majhnih vrednosti vodoprepustnosti normalno konsolidiranih glinenih slojev med gradnjo praktično enaki dodatnim vertikalnim napetostim, povzročenim z obtežbo nasipa ( $\Delta u = \Delta \sigma_v$ ),
- b) z upoštevanjem nedrenirane strižne trdnosti, izmerjene

Slika 2. Kritični prečni prerez nasipa



neposredno po porušitvi, torej za napetostne razmere v tleh, ki so blizu tistim tik pred zdrsom (preglednica 1).

Opravljenе so bile torej skupno 4 analize, ki so vse izkazale količnik varnosti, definiran kot razmerje med razpoložljivo strižno trdnostjo in dejansko strižno napetostjo vzdolž potencialne porušnice ( $F = \tau_f / \tau$ ), manjši od  $F = 1$ . Analizi po Bishopovem postopku dasta rezultata:  $F = 0,90$  (za  $\varphi'$ ,  $c'$  in  $\Delta u = \Delta \sigma_v$ ) oziroma  $F = 0,93$  (za  $\varphi = 0$  in  $c = \tau_u$ ), analizi po Janbujevem postopku pa:  $F = 0,86$  (za  $\varphi'$ ,  $c'$  in  $\Delta u = \Delta \sigma_v$ ) ter  $F = 0,88$  (za  $\varphi = 0$  in  $c = \tau_u$ ). Tako izračunani količniki varnosti so vpisani tudi na sliki 3 k ustreznim kritičnim drsnim ploskvam. Če primerjamo te, računsko ugotovljene drsne ploskve, z vidnimi poškodbami nasipa po zdrsu, lahko sklepamo, da znani in v praksi široko razširjeni postopki Bishopa in Janbuja za analizo stabilnosti pobočij in zemljskih objektov nudijo možnost zanesljivega obravnavanja tovrstnih geotehničnih problemov, seveda ob predpostavki, da razpolagamo z dovolj velikim številom zanesljivih terenskih in laboratorijskih podatkov.



Slika 3. Kritične drsine in izračunane vrednosti količnika varnosti F

### NAPETOSTNO DEFORMACIJSKE ANALIZE

Na Katedri za mehaniko tal FAGG se že vrsto let ukvarjamo z numeričnimi postopki na osnovi metode končnih elementov za analizo napetostno deformacijskih stanj v temeljnih tleh, upoštevajoč nelinearne odnose med napetostmi in deformacijami ter konsolidacijo in viskozne učinke. O tem smo že poročali tudi v Gradbenem vestniku [8], [9] in [10].

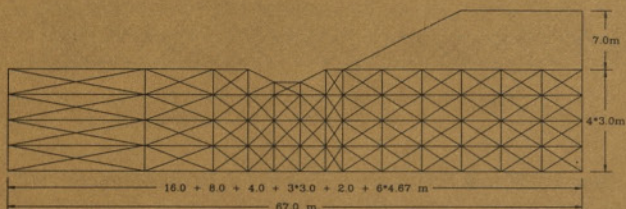
Za modeliranje nelinearnega obnašanja geotehničnih materialov smo večinoma uporabljali model Šukljeta, pri katerem so napetosti in deformacije povezane z izotahami (glej [9]). Model je v osnovi hipoelastičnega tipa, vključuje pa tudi možnost obravnavanja viskoznih učinkov. Model se je dobro obnesel pri analizah monotonih napetostnih poti (obremenjevanje) in pri napetostnih stanjih, ki so izpod porušnih.

V zadnjem letu smo prešli na uporabo elastoplastičnih materialnih modelov, ki jih v svetu pogosteje uporabljajo za modeliranje nelinearnega obnašanja geotehničnih materialov, saj so že zelo preprosti modeli tega tipa zelo primerni za analizo nosilnosti (mejnih stanj) in za obravnavanje nemonotonih napetostnih poti. Preprosta elastoplastična modela, primerna za geotehnične materiale, sta Mohr-Coulombov in Drucker-Pragerjev model, ki ju določajo po štirje parametri ( $K$ ,  $G$ ,  $\varphi$  in  $c$ ), za analizo nedreniranih stanj pa še preprostejša modela Tresca in von Misesa, določena le s tremi parametri ( $K$ ,  $G$  in  $c$ ). Slabost teh preprostih elastoplastičnih modelov je v tem, da pri napetostnih stanjih, ki so izpod porušnih, ne modelirajo nelinearnega obnašanja, sicer tipičnega za zemljine in zatorej ne omogočajo natančnega računa deformacij. Šele zahtevnejši elastoplastični modeli, pri katerih je elastično območje omejeno tudi v smeri hidrostatskih napetosti in upoštevajo utrjevanje materiala z napredujočimi deformacijami, omogočajo tudi kakovostno napoved deformacij. Seveda je za take modele tudi potrebno število materialnih parametrov večje.

Prav zaradi slednjega smo se morali pri analizi obravnavanega nasipa omejiti na uporabo elastičnega modela in Mohr-Coulombovega oziroma Drucker-Pragerjevega elastoplastičnega modela. Za te modele zadoščajo parametri, zbrani v preglednici 1. Vse analize so bile izvedene za začetno, nedrenirano stanje, brez upoštevanja konsolidacije. Nasip je bil pri nekaterih računih podan kot obtežba, v večini primerov pa je bil vključen v mrežo končnih elementov.

Šukljeta model je vključen v program Visoil, ki je namenjen analizam konsolidacije viskoznih zasičenih tal v ravninskem deformacijskem stanju [11]. Zemljino je možno predstaviti s trikotnimi končnimi elementi s 6 oglišči (12 prostostnimi stopnjami). V konkretnem primeru

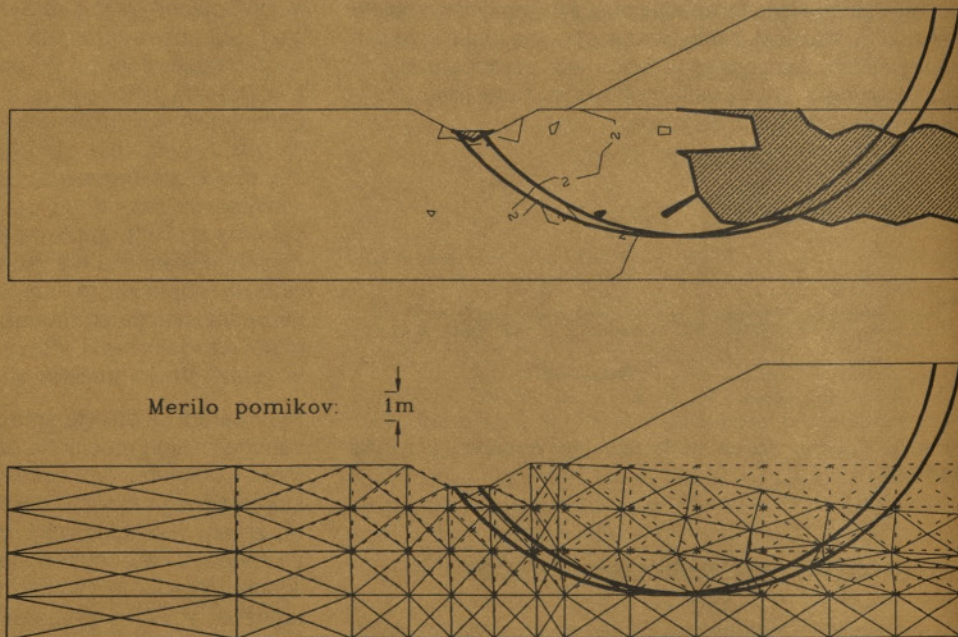
smo zaradi pomanjkanja preiskav deformabilnosti uporabili reološki model v okrnjeni obliki, brez upoštevanja viskoznosti in ob konstantnih parametrih deformabilnosti vse do porušitve. Model simulira elastoplastično obnašanje materiala tako, da v elementih, kjer pride do prekoračitve strižne trdnosti, postavi vrednost strižnega modula  $G$  na vrednost blizu 0. Nedeformirano mrežo končnih elementov za analizo nasipa prikazuje slika 4. Mrežo sestavljajo 204 elementi. Upoštevana je simetrija.



Slika 4. Nedeformirana mreža končnih elementov za analizo s programom Visoil

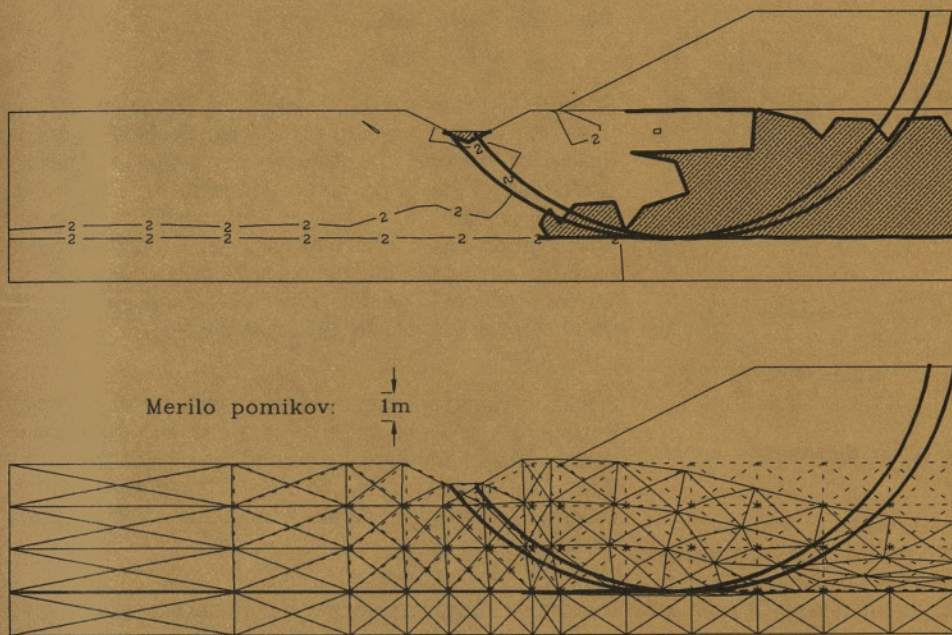
Rezultate prikazujemo grafično z izolinijami količnikov varnosti in z deformirano mrežo končnih elementov (slika 5). Vidimo, da je znaten del temeljnih tal pod nasipom šrafiriran in obdan z debelejšo črto, kar pomeni območje količnika varnosti  $F \leq 1$ . Deformacije so precej manjše od izmerjenih. (Na vseh slikah deformiranih mrež končnih elementov je merilo pomikov dvakrat večje od merila razdalj.)

Slika 5. Izolinije količnikov varnosti in deformirana mreža končnih elementov za analizo s programom Visoil



Ker je iz deformirane mreže končnih elementov vidna tendenca velikih deformacij med drugim slojem zemljine (II) in flišno podlago (B), smo na stiku med tema dvema slojema uporabili specialne tankoslojne elemente. Ti ele-

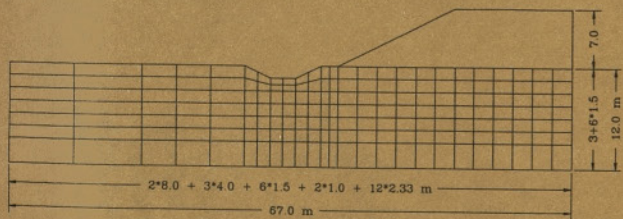
menti omogočajo simulacijo zdrsa med materiali različnih deformabilnosti in trdnosti. Tak račun pokaže povečano področje varnostnih količnikov  $F \leq 1$ , premiki pa so le malo večji (slika 6).



Slika 6. Izolinije količnikov varnosti in deformirana mreža končnih elementov za analizo s programom Visoil. V mrežo so dodani kontaktni elementi med sloj II in flišno podlago

Elastoplastične analize z Drucker-Pragerjevimi konstitucijskim modelom smo izvedli s programom Bojan [12]. Tu je zemljina predstavljena z mrežo 175 štirikotnih izoparametričnih elementov z 8 oglišči (16 prostostnimi stopnjami). Tudi tu smo upoštevali simetrijo. Osnovna mreža je predstavljena na sliki 7.

stopnji konvergirali počasi in ni dosegel zahtevane natančnosti 0,5%, temveč le 1,5% po 25 iteracijah. To jasno kaže, da je v temeljnih tleh doseženo mejno stanje nosilnosti. Področje plastifikacije se zelo dobro ujema z lego kritičnih drsin, ugotovljenih s klasičnimi postopki stabilnostnih analiz.



Slika 7. Mreža končnih elementov za analize s programom Bojan

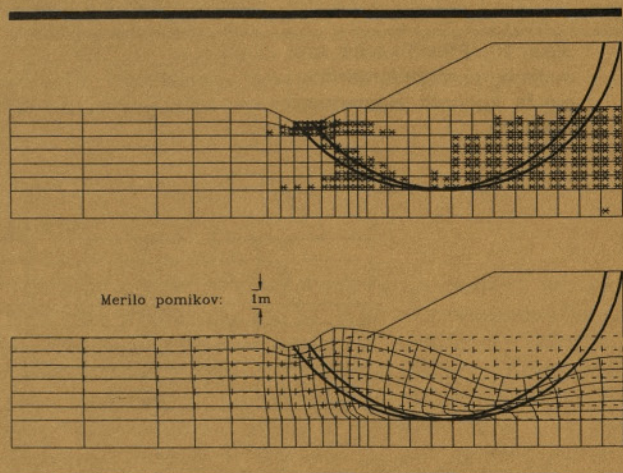
Izvedli smo več analiz:

A Z mrežo končnih elementov s slike 7. Obtežbo nasipa predstavljajo sile (idealno gibek nasip).

B V mrežo končnih elementov je vključen tudi nasip. Elementi nasipa se postopno dodajajo v mrežo, tako kot je potekala gradnja.

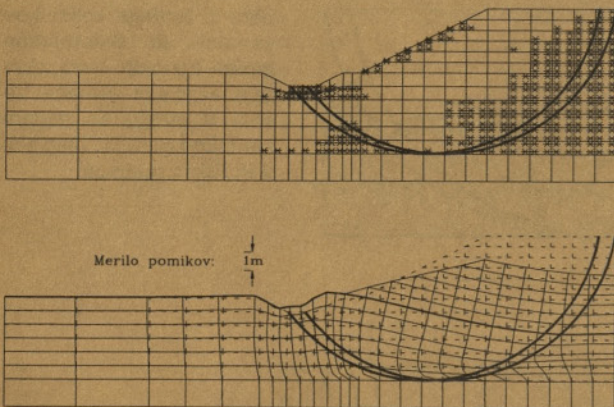
C Med nasipom in temeljnimi tlemi upoštevamo nično trenje in tako omogočimo večje horizontalne premike temeljnih tal. V naravi so bili ti omogočeni zaradi razpokanja nasipa v spodnjem delu.

Rezultate analize A prikazuje slika 8. Na sliki 8 so zgoraj označene integracijske točke, v katerih je napetostno stanje doseglo mejno vrednost. V mrežo niso dodani kontaktni elementi med sloja II in B, kot je bilo to potrebno pri uporabi programa Visoil. Račun je pri zadnji bremenski



Slika 8. Plastifikacija temeljnih tal in deformirana mreža končnih elementov – analiza A

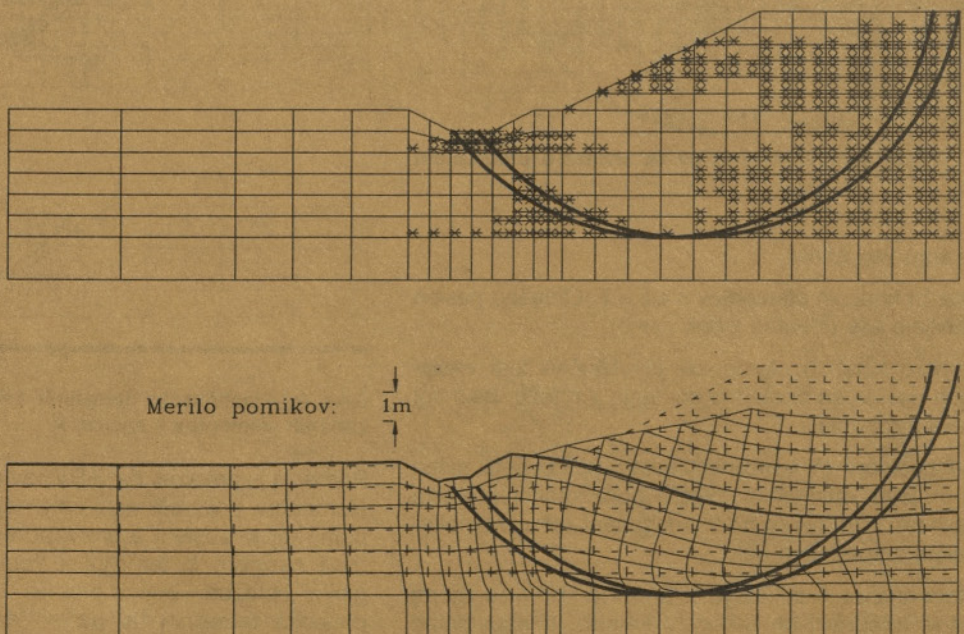
Primer B je pokazal, da vključitev nasipa v mrežo končnih elementov povzroči enakomernejše posedke pod nasipom, kar je posledica prerazporejanja napetosti na stiku med nasipom in temeljnimi tlemi, saj nasip ni idealno gibka obtežba. Bočni premiki in povprečna vrednost posedka temeljnih tal pa so enaki kot v primeru A. Nekoliko manjše je področje plastifikacije, ker je nasip s svojo togostjo prispeval k enakomernejšim deformacijam temeljnih tal (slika 9).



Slika 9. Plastifikacija temeljnih tal in deformirana mreža končnih elementov – analiza B

V primeru C smo med elemente nasipa in temeljnih tal vstavili točkovne stične elemente (glej [12]) in jim pripisali nično togost v tangencialni (vodoravni) smeri in s tem simulirali stik brez trenja. Iz rezultatov (slika 10) vidimo, da je bistvena sprememba med primeroma B in C v povečani plastifikaciji nasipa. Iz deformirane mreže so opazni diferenčni bočni premiki nasipa glede na temeljna tla, kar so omogočili dodani podajni stični elementi. Nekoliko manjši je posedek v osi nasipa, večji pa na robu. Območje plastifikacije temeljnih tal je glede na primer B praktično nespremenjeno.

Slika 10. Plastifikacija temeljnih tal in deformirana mreža končnih elementov – analiza C



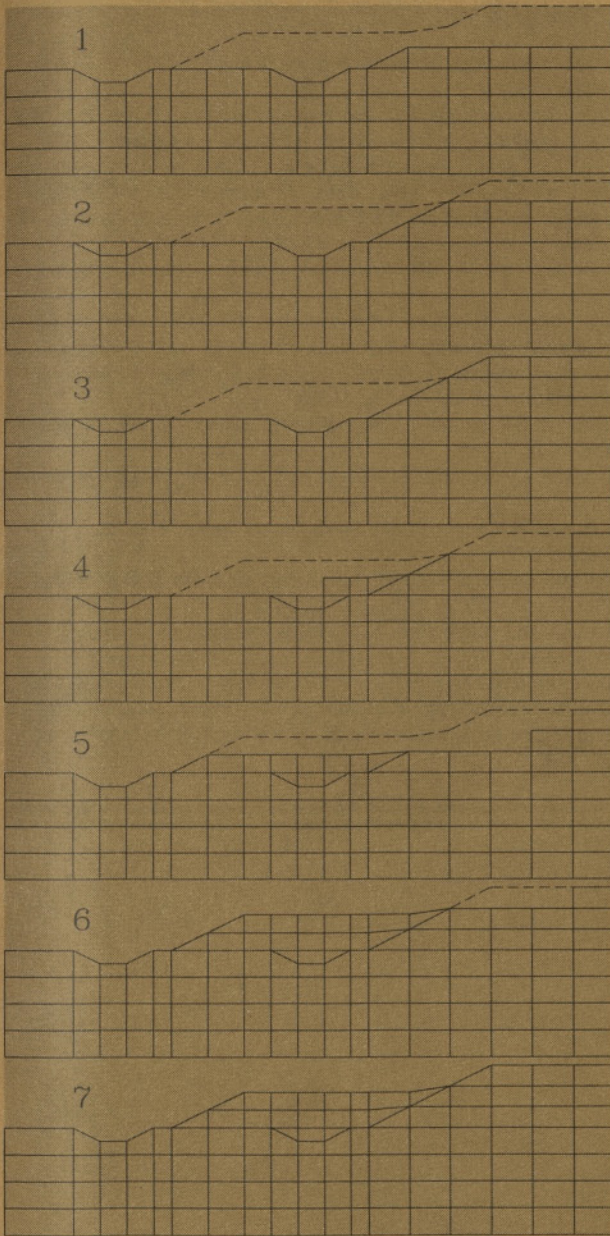
## ANALIZE SANACIJE

Sanacija nasipa je bila izvedena z dodatnim bočnim nasipom širine 22 m in višine 4 m. Brežina bočnega nasipa je v naklonu 1 : 2. Porušeni del nasipa je bil najprej odstranjen, material pa sproti vgrajevan v bočni nasip. Brežino preostanka nasipa so zastopničili in nasip ponovno gradili hkrati z bočnim nasipom. Odvodni kanal je bil prestavljen tako, da poteka vzdolž bočnega nasipa. Shematičen potek gradnje nasipa ter sanacije, kot smo ga upoštevali v analizah, prikazuje slika 11.

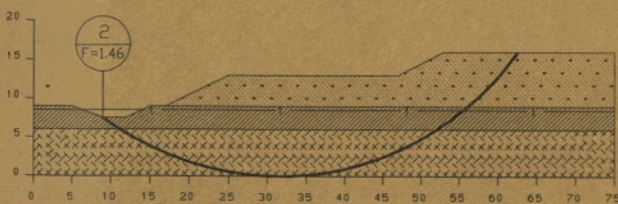
Sanirano stanje smo obravnavali najprej s stabilnostnimi analizami s programom Autobis za krožne potencialne drsine. Analize smo izvedli z nedreniranimi strižnimi karakteristikami ( $\varphi = 0$ ,  $c = \tau_w$ ) in dobili najmanjšo vrednost količnika varnosti  $F = 1,46$ . Izračunano kritično drsino prikazuje slika 12.

Z elastoplastično napetostno deformacijsko analizo smo analizirali celoten potek gradnje, vključno s sanacijo. Zaporedne faze gradnje in sanacije so razvidne s slike 11. Račun je izveden na redkejši mreži končnih elementov, sicer pa ustreza pogojem analize pod točko B. Slika 13 prikazuje plastificirano področje takoj po izgradnji prvotnega nasipa in kasneje, po končani sanaciji. Jasno





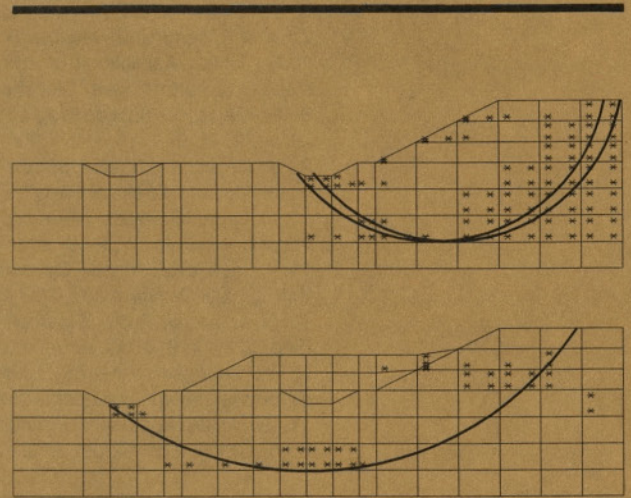
Slika 11. Shematični prikaz zaporedja gradnje nasipa in sanacije v 7 stopnjah, kot smo ga upoštevali v analizi po MKE



Slika 12. Kritična drsina in pripadajoči količnik varnosti za sanirano stanje

je razvidno, da po sanaciji ne obstaja več povezano področje izčrpane strižne trdnosti temeljnih tal. Vrisane so tudi kritične krožne drsine za ustrežna stanja, ki potekajo prav tam, kjer je tudi analiza po MKE pokazala na izčrpano trdnost v temeljnih tleh.

Sanacija, projektirana s klasičnimi metodami stabilnostnih analiz, se je tudi pri napetostno deformacijski analizi pokazala kot uspešna. Enako tudi v naravi, saj prek nasipa dnevno vozi več tisoč vozil.



Slika 13. Plastifikacija temeljnih tal po izgradnji prvotnega nasipa (zgoraj) in po sanaciji (spodaj)

### SKLEP

Porušitev nasipa je omogočila, da na realnem primeru testiramo programska orodja, ki jih v praksi uporabljamo za varno projektiranje brežin in zemljinskih objektov, kakor tudi bolj zahtevne numerične postopke nelinearnih analiz temeljnih tal po metodi končnih elementov. Izvršili smo vrsto računskih analiz in ugotovili, da so postopki Bishopa in Janbuja, ki jih geotehniki vsakodnevno uporabljamo pri projektiranju podobnih objektov, dobro prestali test in napovedali pričakovane vrednosti količnika varnosti ( $F < 1$ ). Poleg tega se lega kritičnih krožnih drsin, ki jih izračuna program Autobis, dobro ujema s terenskimi poškodbami in z računi po MKE. Napetostno deformacijske analize po MKE so pokazale, da so za analizo porušitev zlasti primerne elastoplastične konstitucijske zveze. Že s preprostim Drucker-Pragerjevim modelom je mogoče dobro izračunati področje plastifikacije v temeljnih tleh. Za bolj realno analizo premikov pri takem procesu, kot je porušitev, pri katerem pride do velikih relativnih premikov med točkami v temeljnih tleh in v nasipu, bo potrebno upoštevati teorijo velikih deformacij.

## L I T E R A T U R A

1. P. Bizilj, M. Kraljič, Geotehnično poročilo o pogojih izgradnje avtoceste Ankaran–Koper, Izvedbeni projekt, Geološki zavod Ljubljana, (1987).
  2. A. Gaberc, Stabilnost priključnega nasipa viadukta čez železnico in Rižano obalne avtoceste Ankaran–Koper, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani, (1989).
  3. B. Majes, Poročilo o terenskem ogledu porušenega nasipa v km 1.200 na trasi avtoceste Ankaran–Koper, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani, (1989).
  4. A. Gaberc, M. Vrabec, Sanacija cestnega nasipa od km 1.130 do km 1.430 avtoceste Ankaran–Koper, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani, (1990).
  5. A. W. Bishop, The use of the slip circle in the stability analysis of slopes, *Géotechnique*, Vol. 5, strani 7–17, (1955).
  6. B. Majes, J. Logar, Avtomatizirano določanje kritične krožne drsine pri stabilnostnih analizah, Zbornik 6. seminarja Računalnik v gradbenem inženirstvu, Ljubljana, strani 112–119, (1992).
  7. N. Janbu, Application of composite slip surfaces for stability analysis, European conference on stability of earth slopes, Stockholm, Zbornik del, strani 43–49, (1955).
  8. B. Majes, L. Šuklje, Pregled raziskav vpliva lezenja na konsolidacijo zemljin, *Gradbeni vestnik*, letnik 39, št. 9-10-11, strani 205–209, (1990).
  9. B. Majes, J. Logar, Uporaba deformacijskih izotah v analizi konsolidacije tal, *Gradbeni vestnik*, letnik 41, št. 1-2, strani 55–60, (1992).
  10. J. Logar, B. Majes, Numerična analiza učinka armiranja temeljnih tal pod cestnimi nasipi, *Gradbeni vestnik*, letnik 41, št. 9-10, strani 203–208, (1992).
  11. L. Šuklje, B. Majes, Consolidation and creep of soils in plane-strain conditions, *Géotechnique*, Vol. 39, No. 2, strani 231–250, (1989).
  12. J. Logar, B. Pulko, Elastoplastična analiza pilotnih sten, 1. posvetovanje slovenskih geotehnikov, Bled, 22.–23. 9. 1993, strani 115–124, (1993).
  13. N. Zakrajšek, Analiza napetostno deformacijskega stanja v temeljnih tleh pod cestnim nasipom, diplomska naloga, Fakulteta za arhitekturo, gradbeništvo in geodezijo, Univerza v Ljubljani, (1990).
  14. B. Majes, A. Gaberc, Reliability of analyses of slope stability, 20. konferenca Temeljenje objektov, Brno, ČSFR, Zbornik del, strani 24–31, (1992).
- 
-

# NOVE SMERI RAZVOJA OKOLJA ZA NAČRTOVANJE IN VREDNOTENJE CEST RoDEE

UDK 625.7:711.73:519.68

DANIJEI REBOLJ

## POVZETEK

V prispevku je na kratko opisano okolje (sistem) RoDEE, ki služi kot podpora pri načrtovanju in vrednotenju cest. Večji del prispevka pa je namenjen novim funkcijam, ki smo jih razvili in implementirali v zadnjem času oziroma šele vključili v globalni načrt celotnega sistema. Pri tem smo se osredotočili predvsem na dve področji, pri čemer prvo povečuje funkcionalnost (vrednotenje vplivov ceste na okolje), drugo pa odprtost celotnega sistema (standardizacija podatkovnih struktur).

## NEW DIRECTIONS IN DEVELOPING ROAD DESIGN AND EVALUATION ENVIRONMENT RoDEE

## SUMMARY

In the article RoDEE system, which supports the road design and evaluation process, is described briefly. The main part of the article deals with new functions that were developed and implemented recently or only included into the global system design. We have focused into two main fields, whereby the first one increases the functionality (evaluation of the road impact on the environment), and the second one the flexibility and openness of the whole system (standardisation of data structures).

Avtor:  
doc. dr. Danijel Rebolj  
Tehniška fakulteta Univerze v Mariboru  
Oddelek za gradbeništvo

## 1. UVOD

Načrtovanje cest je zelo odgovorno delo, zato smo v Centru za ceste in cestni promet v sodelovanju z Institutom za ceste in promet na Tehniški univerzi v Gradcu že pred leti pričeli z zasnovno integriranega okolja za načrtovanje cest, v katerem bi bila učinkovito povezana različna ustrezna programska orodja. Pri tem smo imeli v mislih vse faze: od izbire ustreznih koridorjev, načrtovanja geometrije in analize variant, do spremljanja gradnje s pomočjo sistemov za upravljanje projektov. V prvi fazi smo povezali funkcije, ki omogočajo določitev koridorja, projektiranje cestne geometrije, vizualizacijo ceste v okolju in shranjevanje v enotno geografsko podatkovno bazo, trenutno pa se posvečamo bolj podrobni analizi ceste v okolju, saj so raznovrstni vplivi ceste na okolje zelo intenzivni in dolgotrajni. Možnost hitrega preverjanja več variant trase ceste ob upoštevanju različnih kriterijev je postala nujna zaradi objektivne utemeljitve izbrane trase, ki jo je treba zagovarjati tako pred strokovno javnostjo kot pred prizadetimi prebivalci.

Za učinkovito povezavo ustreznih klasičnih programskih paketov smo razvili novo metodo, imenovano **metoda objektnih lupin** (glej [1]), saj s samostojno uporabo klasičnih programskih orodij za načrtovanje cest tako kompleksno vrednotenje tras ni izvedljivo. Razlog je v nezmožnosti uporabe potrebnih prostorskih informacij in pomanjkanju prostorskih funkcij kot tudi nekaterih drugih potrebnih postopkov, ki jih v omenjenih programskih paketih ni in jih vanje tudi ne moremo tako enostavno vključiti.

Z uporabo omenjene metode smo povezali dve programski orodji, ki sta za sodobno načrtovanje cest bistvenega pomena: *klasični programski paket za načrtovanje cest* in *geografski informacijski sistem* (GIS je bil v preteklosti že uporabljen v prometnem inženirstvu, vendar na drugih področjih – glej [2]). Tako nastali sistem smo poimenovali **Okolje za načrtovanje in vrednotenje cest** ali **RoDEE – Road Design and Evaluation Environment** (glej [3]).

## 2. SPLOŠEN OPIS RoDEE

Kot že omenjeno, je bilo okolje RoDEE načrtovano in izdelano z uporabo metode objektnih lupin, kar zagotavlja visok nivo abstrakcije. Uporabnik komunicira s *predmeti*, ki so takšni in se obnašajo tako, kot je vajen na svojem strokovnem področju.

RoDEE omogoča uporabniku dostop do treh *predmetov*: **projekta, koridorja in geometrije ceste** (ali *ceste* v ožjem pomenu). Nekatero funkcije, ki so z njimi povezane, se izvajajo na predmetnem nivoju kot prave *metode (načini)* predmeta, nekatere pa v različnih *podpornih aplikacijah* kot emulirane metode. V našem primeru sta podporna programa Sistem za načrtovanje cest ter Geografski informacijski sistem (GIS) oziroma v njem izdelani posebni postopki. Mehanizmi, ki omogočajo dvig nivoja abstrakcije podpornih postopkovno usmerjenih aplikacij, so izvedeni s pomočjo metode objektnih lupin ter imple-

mentirani v *predmetnih upravljalcih (OM)* in *paketnih upravljalcih (PM)* (podrobnosti glej v [1] ali [3]). *Funkcije* (oziroma *metode*), ki pripadajo navedenim predmetom, so:

Projekt	Koridor	Cesta (geometrija)
Odpri	Določi	Določi
Seznam	Glej	Analiziraj
Briši	Spremeni	Glej
Izhod		Shrani

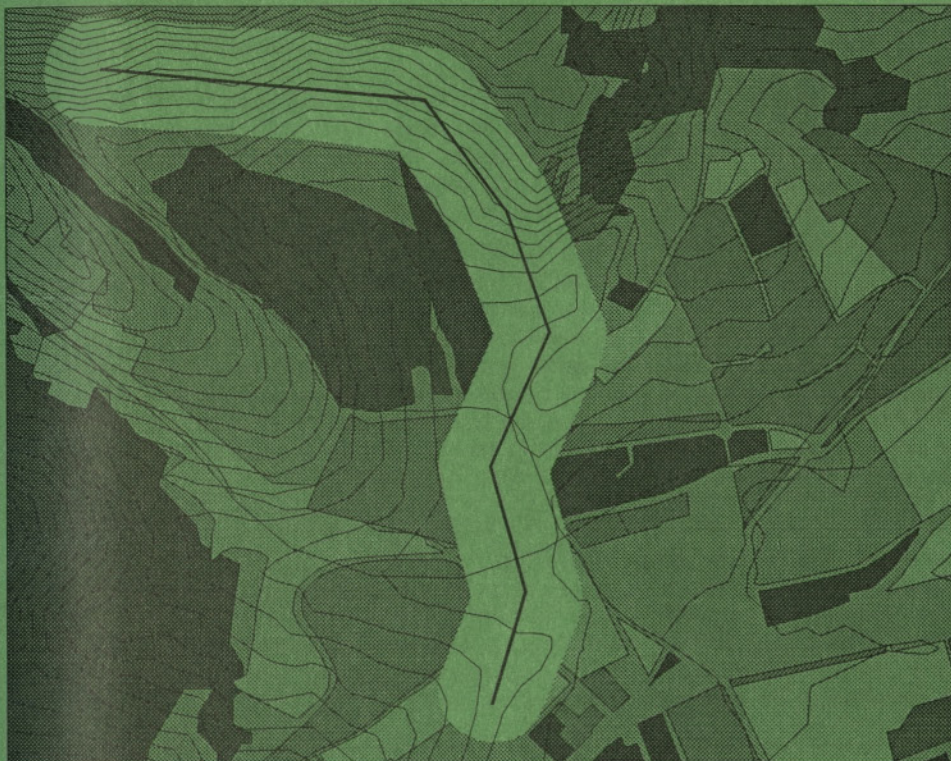
Jedro sistema RoDEE aktivira podporni program, ki zna izvesti želeno funkcijo. Odgovorno je tudi za konsistenco podatkov globalne podatkovne strukture ter opozarja uporabnika na nekatere napake, ki jih je mogoče odkriti na višjih nivojih sistema.

V trenutni implementaciji RoDEE sta vključena sistem za načrtovanje cest CADOR [4] in dobro znan geografski informacijski sistem ArcInfo. Fleksibilnost arhitekture RoDEE pa dopušča zamenjave podpornih sistemov brez večjega truda. Ta lastnost je zelo pomembna za prilagoditev okolja RoDEE organizacijam, kjer so že v uporabi drugi sistemi za načrtovanje cest ali geografski informacijski sistemi.

Dve različni verziji RoDEE tečeta pod operacijskim sistemom VMS/DEC Windows (razlikujeta se v uporabniškem vmesniku), ena pa na osebnih računalnikih pod operacijskim sistemom MS Windows. Glede na verzijo so dodatne grafične funkcije za vizualizacijo cestnega telesa implementirane ob podpori grafičnega sistema HOOPS (VAX/VMS) ali AutoCAD (MS Windows). AutoCAD implementacija metode *Cesta* glej je podrobno opisana v [5]).

## 3. NAČRTOVANJE CESTE V OKOLJU RoDEE

Ko je nov projekt odprt, lahko določimo koridor. Metoda *Koridor.določi* aktivira postopek, ki teče v GIS okolju. V njem lahko načrtovalec uporabi vse razpoložljive prostorske podatke, ki bi lahko bili pomembni za določitev trase ceste. Model terena je obvezen, nadvse pomembni pa so tudi podatki o obstoječih cestah, zgradbah, vodah, uporabi zemljišč, ekološko občutljivih predelih itd. Vse te informacije so pogosto že na voljo v digitalni obliki v različnih *tematskih plasteh*. Trud, vložen v zbiranje prostorskih informacij, je seveda odvisen od pomembnosti projekta. Vse zbrane plasti se nato vključijo v sliko področja, na katerem želimo načrtovati traso. V naslednjem koraku grafično določimo *psevdo os*, tj. enostavno polilinjijo, ki je v optimalni legi glede na uporabljene kriterije. Nato se določi vplivno območje okrog psevdo osi. Ročno, kadar gre za zelo občutljiva področja, ali avtomatsko, z navedbo konstantne razdalje med psevdo osjo in robom območja. Avtomatsko določeno vplivno območje je prikazano na sliki 1.



Slika 1. Določitev koridorja

Geometrija ceste se lahko definira neposredno zatem, ko je določen koridor. Metodo *Cesta.določi* izvede v glavnem podporni sistem za načrtovanje cest. Kot je bilo že omenjeno, uporabniku ni potrebno skrbeti za prenos podatkov iz enega podpornega sistema v drugega. Terenski podatki vplivnega območja in psevdo os sta že v dosegu sistema za načrtovanje cest in z načrtovanjem ceste je mogoče takoj nadaljevati. Postopek načrtovanja je v tem koraku podvržen samo dobro znanim specifičnim kriterijem za načrtovanje cestne geometrije, ki pa se lahko določi le znotraj koridorja. Podroben postopek načrtovanja je odvisen od posebnosti podpornega programa za načrtovanje cest, vendar ima rezultirajoči načrt cestne geometrije vedno enako strukturo.

Novo cesto lahko optično presodimo takoj, ko smo določili prečne profile, s pomočjo metode *Cesta.glej*. Metoda omogoča perspektivni pogled na cesto in koridor z dodatnimi možnostmi *preleta* ter *vožnje* (slika 2).

Metoda *Cesta.analiziraj* je namenjena podrobni oceni in analizi načrtovane ceste. V odvisnosti od podatkov, ki so na voljo v podpornem geografskem informacijskem sistemu, lahko upoštevamo poljubne kriterije. V naslednjem koraku lahko novo načrtovano cesto tudi vključimo v cestno mrežo (če mreža seveda obstaja v podpornem GISu), kar nam daje dodatne možnosti za še bolj poglobljeno variantno analizo.



Slika 2. Optična presoja načrtovane ceste

#### 4. METODE ZA VREDNOTENJE CESTE V RoDEE

RoDEE nima le kvantitativnega vpliva na načrtovanje cest (hitrejši postopek načrtovanja, boljši izkoristek prostorskih podatkov, hitrejši in enostavnejši prenos podatkov med aplikacijami), temveč predvsem dvigne kakovost načrtovanja, saj lahko načrtovalec svoje delo oceni hitro in na podlagi objektivnih informacij z globalnega vidika.

Pred dobrim letom smo v Centru za ceste in cestni promet načrtovali razširitev takratnega Okolja za načrtovanje cest

(RoDeE) z več aplikacijami (oziroma podpornimi paketi, kot so izvorno imenovani v [3]). S Sistemom za vodenje projektov (PMS – Project Management System) smo na primer nameravali razširiti funkcionalnost predmetov *Projekt* in *Cesta* na druga pomembna področja (oziroma uporabniške poglede, kot jih pogosto imenujemo). Zaradi rastočega pomena ekologije pa smo spremenili odločitev in se posvetili metodam za vrednotenje načrtov cest na podlagi različnih prostorskih kriterijev. To je bil tudi razlog za razširitev imena sistema v Okolje za načrtovanje in vrednotenje cest (RoDEE). V nadaljevanju sledi opis nekaterih metod vrednotenja, ki jih razvijamo.

Metoda *Cesta.analiziraj*, ki je imela v prejšnji verziji sistema bolj splošen pomen, še vedno skrbi za prenos podatkov o cestni geometriji v geografski informacijski sistem, podpira pa tudi izbiro ustreznega postopka za kvantitativno vrednotenje ceste.

Metoda za **izračun cen parcel** je med enostavnejšimi, vendar zelo učinkovitimi. Temelji na preseku dveh tematskih plasti: skrajnem robu načrtovanega cestnega telesa in katastrom parcel. Rezultat te operacije je nova plast, ki vsebuje le tiste parcele (ali njihove dele), ki ležijo znotraj cestnega telesa. Naslednja operacija sešteje produkte atributov, ki predstavljajo cene parcel na enoto mere in

njihove površine. Isti postopek je uporaben tudi za vrednotenje vpliva na okolje v smislu prekrivanja dragocenih površin, zgradb itd. V tem primeru se namesto cen uporabi ustrezen drug atribut. Končna vsota se lahko uporabi na dva načina: njena absolutna vrednost se lahko vključi v nadaljnje celovitejše presoje, planiranje stroškov itd., uporabi pa se lahko tudi za enostavno primerjavo variant.

Nova metoda ki jo intenzivno razvijamo, je **dinamični emisijski model**. Omogoča kvantitativno vrednotenje vpliva na okolje, glede na občutljivost posameznih področij. Ena od prednosti, ki jih prinašajo podrobni podatki o geometriji ceste, vključeni v GIS, je natančen potek trase ne le v vzdolžni, temveč tudi v prečni smeri. Ti podatki omogočajo izračun emisije, ki jo bo povzročal promet in je odvisna od vzdolžnega naklona cestne osi, veliko bolj natančno kot z drugimi znanimi metodami (glej na primer [6]). Model je zasnovan tako, da upošteva odvisnost emisije od vzdolžnega naklona ceste (relacije so prikazane v [7]). Ker je naklon (poenostavljeno) konstanten med dvema prečnima prerezoma, se emisija izračuna za vsak segment med posameznimi prečnimi prerezi in nato geometrijsko koncentrirna v središčni točki med njima. Na ta način nastane okrog osi *emisijski diagram*, kot je prikazano na sliki 3.



Slika 3. Diagram emisij

Dodatni podatki, ki jih potrebujemo za določitev emisij, so: pričakovani prometni tok, hitrost in struktura prometa. Za podrobno analizo vpliva emisij je potreben izračun (oziroma simulacija) emisij (kot npr. v [8]), vendar je za variantno analizo natančen podatek o količini pričakovanih emisij bolj pomemben. Za približno oceno vpliva emisij lahko opazujemo občutljiva področja skupaj z linijami, ki predstavljajo emisijske vrednosti (*emisijski diagram*). Natančen vpliv emisij je seveda možen le ob upoštevanju veliko večjega števila relevantnih prostorskih informacij in ustreznega imisijskega modela.

Osnovni princip metode se lahko uporabi za izračun emisije izpušnih plinov kot tudi za emisijo hrupa, pri čemer se uporabljajo ustrezni računski modeli. Seveda so tudi vplivi na okolje povsem različni.

Poleg opisanih metod obstaja še veliko drugih možnosti, ki jih nudi GIS in so v veliki meri odvisne od zahtev in razpoložljivih podatkov. Trenutno še nismo povezali kvantitativnih rezultatov posameznih postopkov vrednotenja, zato moramo izvesti končno ocenitev ročno. Povezava neodvisnih metod vrednotenja je načrtovana v prihodnosti.

## 5. NADALJNI RAZVOJ RoDEE

Razvoj računalniško podprtega Okolja za načrtovanje in vrednotenje cest načrtujemo v več smereh. Ena pomembnejših nalog bo povezava **metod za vrednotenje cest** med seboj, podpora teh metod z bolj natančnimi modeli in ekspertnimi sistemi ter prilagoditev mednarodnim standardom.

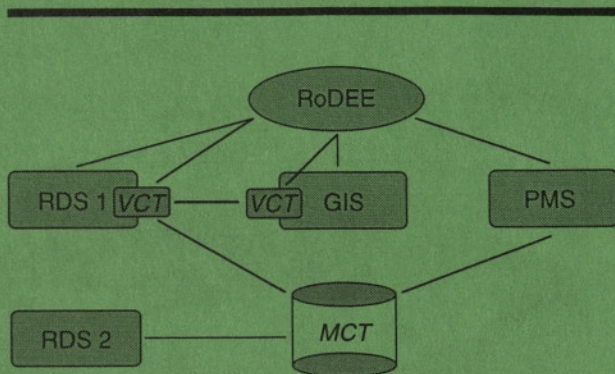
Naslednja pomembna naloga bo vključitev načrta ceste v **bazo cestnih podatkov**, pri čemer imamo v mislih dva cilja:

- vključitev osnovne geometrije ceste v *geografsko bazo cestne mreže* in
- vključitev elementov ceste v atributivno podatkovno bazo.

Na ta način bodo npr. za vzdrževalce ceste vedno na voljo podatki o cestnih elementih (npr. dolžina ograje v izbranem segmentu).

V načrtu je tudi vključitev dodatnih podpornih programskih paketov, kot npr. Sistema za vodenje projektov (PMS), ki lahko nudi podporo v kasnejših fazah načrtovanja in izgradnje ceste. Njegova vključitev v RoDEE bi v veliki meri poenostavila cenovno in terminsko planiranje.

Nadaljnji pomemben projekt, ki je v neposredni povezavi z razvojem RoDEE, je določitev Metadatoteke cestnega telesa (MCT) in Vmesnika cestnega telesa (VCT) – glej sliko 4, – ki bi zelo poenostavila prenos podatkov med različnimi računalniki in programi.



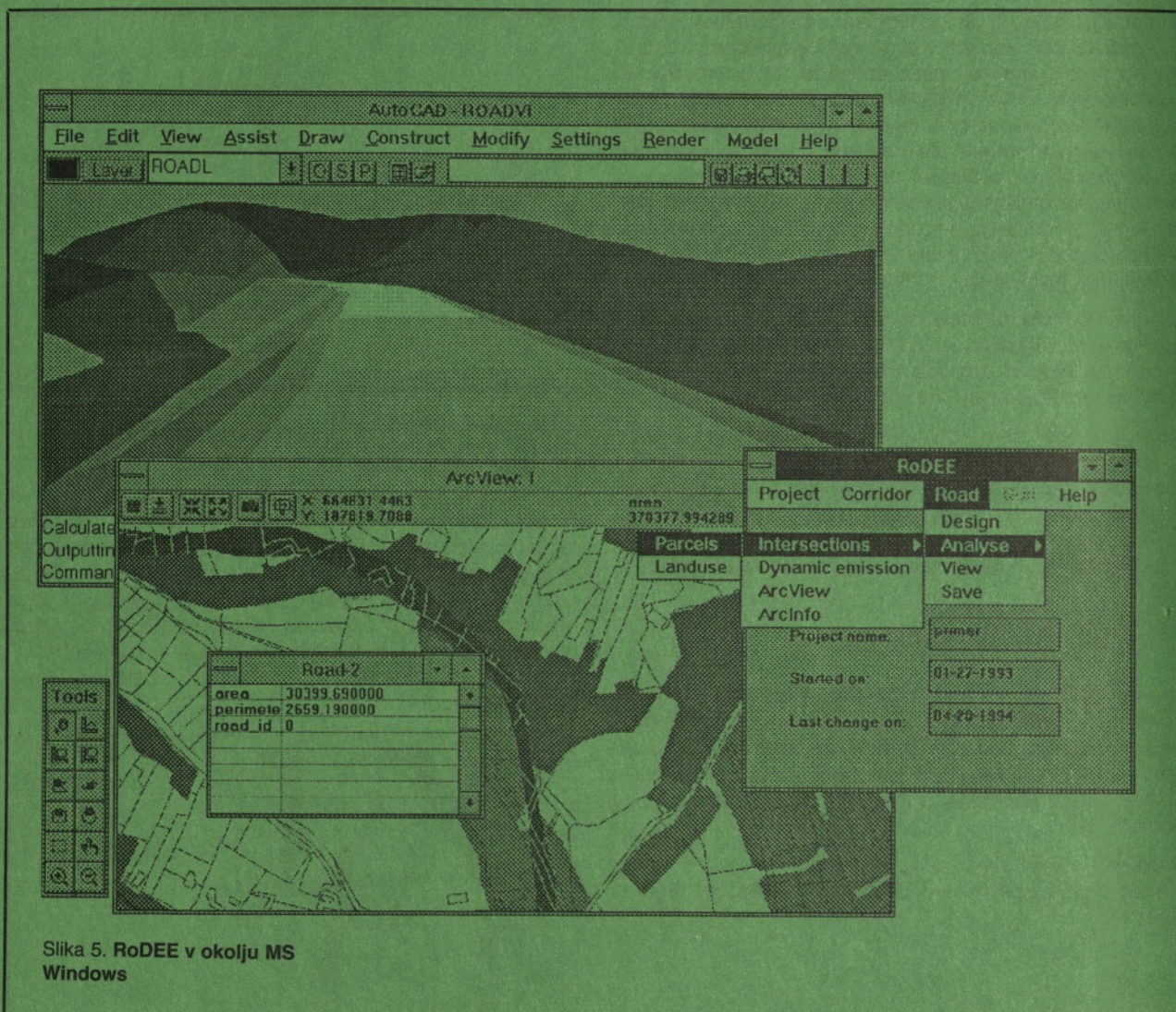
Slika 4. Uporaba Metadatoteke in Vmesnika cestnega telesa

S pomočjo cestne metadatoteke bi postala vključitev različnih sistemov v RoDEE rutinska naloga, kar je bilo tudi eno od osnovnih vodil pri načrtovanju tega okolja. Osnovno verzijo MCT bomo za začetek vgradili v enega od programov za načrtovanje cest, predvidevamo pa tudi novo verzijo RoDEE, ki bo v celoti podprta z okoljem MS Windows. Trenutno delujejo v »oknih« le določene komponente (slika 5).



## 6. SKLEP

Naš temeljni cilj je bila implementacija okolja, ki bi podpirala načrtovalca ceste pri vsakem koraku procesa *njegovega* načrtovanja in mu dajalo odgovore na zastavljena vprašanja. Povezave programov s potrebnimi funkcijami se nismo lotili z izdelavo množice različnih podatkovnih in kontrolnih vmesnikov, temveč smo najprej izdelali metodo, ki omogoča fleksibilno in konceptualno čisto povezavo obstoječih programskih paketov na predmetno usmerjenem nivoju. Integrirano Okolje za načrtovanje in vrednotenje cest je potrdilo pravilnost takšnega postopka, saj je za prilagoditev sistema, dodajanje modulov, metod in predmetov potrebnega le malo truda. Na ta način se lahko RoDEE razvija v skladu z željami in potrebami uporabnikov, ki se iz dneva v dan bolj posvečajo okolju, v katerem živimo.



Slika 5. RoDEE v okolju MS Windows

## LITERATURA

1. Danijel Rebolj, »The Elevation of the Abstraction Level in the Procedure Oriented Program Environment with the Object Shell Method«, Advances in Computer-Based Design Environments, proceedings of the 6th International Conference on System Research, Informatics and Cybernetics, Baden-Baden, 17.–23. 8. 1992.
2. »GIS & Transportation«, Pre-Conference Workshop GIS/LIS '91, The Inforum, Atlanta, GA, October 1991.
3. Danijel Rebolj, »Computerunterstützter integrierter Straßenentwurf in einer objektorientierten Umgebung« Verlag für die Technische Universität Graz, Graz 1993.
4. Werner Gobiet, »Straßenentwurf mit Hilfe der graphischen Datenverarbeitung«, Technische Universität Graz, Graz 1985.
5. Andrej Tibaut, »Vizualizacija cestnega telesa v pripadajočem okolju«, diplomsko delo, Tehniška fakulteta Univerze v Mariboru, Maribor, 1993.
6. »Trä srtation, planning and air quality«, edited by Rober L. Wayson, ASCE, New York, 1991.
7. Leon Grašič, »Model prenosa stacionarnih karakteristik motorja v vlečni diagram vozila«, magistrsko delo, Tehniška fakulteta Univerze v Mariboru, Maribor, 1993.
8. Paul G. Höglund and Håkan Törnevik, »Calculated emmission and measured immision of air pollution related to traffic flow on a motorway«, The Science of the Total Environment, 134 (1993), pp 139–146.



## PRODUKTIVNO NAVARJANJE OBRABNO ODPORNIH PREVLEK

RAJKO KEJŽAR

### POVZETEK

V gradbeništvu povzroča obraba delovnih površin in robov ogromno škodo, ki pa ni le posledica uničenja strojnega elementa, ki ga moramo zamenjati, ampak predvsem zelo dragega izpada proizvodnje.

Z navarjanjem lahko delovne površine in robove oplemenitimo – zaščitimo z obrabno odpornimi prevlekami. Najboljše rezultate pri obnovitvi in plemenitjenju obrabno obremenjenih površin in robov smo dosegli z enoslojnim navarjanjem.

Uporaba debelo oplaščenih elektrod in legiranih aglomeriranih praškov omogoči enoslojno navarjanje močno legiranih nanosov na nelegirano ali malolegirano jeklo in na cenena orodna jekla. Razredčenje navara, ki ga povzroči taljenje osnovnega materiala, ter odgorevanje legiranih elementov moramo nadomestiti z legiranjem navara prek elektrodne obloge oziroma legiranega aglomeriranega praška.

### SUMMARY

#### PRODUCTIVE SURFACING OF WEAR RESISTANT COATINGS

In civil engineering the wear of working surfaces and edges causes an enormous damages, leading not only to destruction of mechanical element which must be replaced, but also to the very expensive interruption of production.

The working surfaces and edges can be refined – protected by wear resistant coatings. The best results in restoration and refinement of surfaces and edges subject to wear, are achieved by one-layer surfacing.

The application of thick-coated electrodes and alloyed agglomerated fluxes permits one-layer submerged arc surfacing of high-alloyed claddings on unalloyed or low-alloy structural steels and cheap tool steels. Dilution of the surfacing due to melting of the parent metal and burn-off of alloying elements should be compensated by alloying of the surfacing by means of the electrode cover i.e. an alloyed agglomerated flux.

## 1. UVOD

Postopki navarjanja omogočajo, da izdelamo iz posebnih korozijsko ali obrabno odpornih jekel in zlitin le tiste obremenjene ploskve in robove, ki se med obratovanjem obrabljajo zaradi kemičnih, mehanskih in toplotnih obremenitev. Ker je delež navara v primerjavi s celotno napravo, strojnim elementom ali orodjem večinoma majhen (pogosto pod 10%), je ekonomično, da navarimo najkakovostnejše obrabno odporne zlitine [1-3].

Cilj navarjanja pa ni taljenje osnovnega materiala, temveč nanašanje korozijsko ali obrabno odpornih nanosov, ki pa morajo biti kakovostno spojeni z osnovnim materialom. Močno taljenje osnovnega materiala je pomanjkljivost večine obločnih in še posebno polavtomatskih in avtomatskih postopkov navarjanja. Zaradi mešanja navara z osnovnim materialom moramo zelo pogosto navarjati večslojno (glej preglednico 1) [4 in 5].

Preglednica 1: Ocena razredčenja navarjenih slojev na konstrukcijsko jeklo zaradi taljenja osnovnega materiala

Postopek navarjanja	TIG	RO	MIG	EPP
Produktivnost (kg/h)	0,3–1,0	0,5–2,5	1,5–6,0	3,0–20,0
% uvara	10–30	20–40	20–50	20–80
Koeficient mešanja »K«	0,2	0,3	0,4	0,5
% odstopanja*				
– 1 sloj	20,0	30,0	40,0	50,0
– 2 sloj	4,0	9,0	16,0	25,0
– 3 sloj	0,8	2,7	6,4	12,5
– 4 sloj	0,2	0,8	2,6	6,3

\* Odstopanje od sestave čistega vara

Vpliv razredčenja navara z raztaljenim osnovnim materialom računamo po naslednjih enačbah:

$$\% Me_n = \% Me_{\dot{c}v} - K^n (\% Me_{\dot{c}v} - \% Me_{OM}) \quad (1)$$

$$\% \text{odstopanja} = \frac{\% Me_{\dot{c}v} - \% Me_n}{\% Me_{\dot{c}v}} \times 100 = K^n \left( 1 - \frac{\% Me_{OM}}{\% Me_{\dot{c}v}} \right) \times 100 \quad (2)$$

Pri navarjanju na nelegirano konstrukcijsko jeklo lahko predpostavimo, da je:  $\% Me_{OM} = 0$ .

Enačba 2 se poenostavi.

$$\% \text{odstopanja} = K^n \times 100 \quad (3)$$

Legenda oznak:

$\% Me_n$ ,  $\% Me_{\dot{c}v}$ ,  $\% Me_{OM}$  – vsebnosti elementov v navaru »sloju n«, čistem varu in osnovnem materialu

K – koeficient mešanja (delež uvara v celotnem varu;

$$K = \frac{\text{uvar}}{\text{uvar} + \text{navar}}$$

n – število navarjenih slojev

Taljenje osnovnega materiala, ki je posebno izrazito pri navarjanju pod praškom, zelo učinkovito zmanjšano z uvajanjem dodatnih materialov (kovin in kovinskih zlitin) v kopel in oblok – tako preprečimo oziroma zmanjšamo neposreden vpliv obloka na varjenec.

Varjenje po TIG – postopku z dodatnim materialom je klasičen primer, kako z dodajanjem varilne žice hladimo varilno kopel in zmanjšujemo taljenje osnovnega materiala. Podoben učinek dosežemo tudi pri varjenju z visokoproduktivnimi in legiranimi varilnimi praški, ki vsebujejo večje količine kovin in kovinskih zlitin v elektrodni oblogi oziroma varilnem prašku [4-6].

## 2. DEBELO OPLAŠČENE ELEKTRODE ZA NAVARJANJE MOČNO LEGIRANIH NANOSOV

Debelo oplaščene elektrode so zanimive predvsem za navarjanje. V SŽ-ŽJ, FI PROM – Elektrode, Jesenice so na tej osnovi razvili elektrode za navarjanje delov, ki so izpostavljeni močni obrabi. Z elektrodami znamke »ABRADUR« navarjamo lopate buldožerjev in plugov, vodila transportnih trakov, potisne polže stiskalnic, dele drobilcev in mešalcev ter vsipnih sistemov plavžev in peči za sintranje itd. [7].

Kovine in kovinske zlitine, ki so v elektrodni oblogi, pomembno vplivajo na varilno tehnične karakteristike navarjanja (preglednica 2).

Preglednica 2: Nekatere pomembne varilno-tehnične karakteristike navarjanja

Elektroda	I (A)	U (V)	$\eta$ (%)	$v_T$ (g/s)	$C_T$ (g/Ah)	$C_E$ (Wh/g)	$P_{z1}$ (g <sub>z1</sub> /g)	$v_{varj}$ (m/h)
Abradur 54; Ø 3,25	130	30	111	0,33	9,1	3,3	0,57	7,3
Abradur 64; Ø 3,25	130	25	190	0,26	7,1	3,5	0,16	7,4
Abradur 66; Ø 3,25	130	28	219	0,32	8,8	3,2	0,26	5,2

Legenda oznak:

$\eta$  – izkoristek varjenja v %

$v_T$  – produktivnost navarjanja v g/s

$C_T$  – talična konstanta v g/Ah

$C_E$  – poraba energije v Wh/g

$P_{z1}$  – pokrivanje navara z žilindro v g<sub>z1</sub>/g<sub>vara</sub>

$v_{varj}$  – hitrost varjenja v m/h

Sestava čistega vara je odvisna samo od sestave elektrodne žice in kovin, ki pridejo v navar iz elektrodne obloge (upoštevati pa moramo tudi procese dezoksidacije – odgor in prigor dezoksidantov in legiranih elementov).

Na sestavo enoslojnega navara pa odločujoče vpliva tudi taljenje osnovnega materiala (% uvara), ki pa je močno odvisno od intenzivnosti obloka in temperature predgrevanja osnove »T<sub>p</sub>« (preglednica 3) [5].

Iz preglednice 3 je razvidno, da že z enoslojnim navarjanjem na konstrukcijsko jeklo z debelo oplaščeno močno legirano elektrodo »Abradur 64 in 66« dobimo močno legirane obrabno zelo odporne nanose.

Preglednica 3: Vpliv izkoristka varjenja »η« in temperature pregrevanja »T<sub>p</sub>« na taljenje osnovnega materiala (% uvara) ter sestavo in kakovost enoslojnih navarov

Elektroda	I (A)	T <sub>p</sub> (°C)	η (%)	uvar (%)	C (%)	Cr (%)	Nb (%)	Mo (%)	Koef. obrabe (%)
Abradur 54; Ø 3,25	130	20	111	35	0,36	6,2	–	–	75
	130	500	111	45	0,32	5,2	–	–	–
Abradur 64; Ø 3,25	130	20	190	18	5,7	19,7	5,7	–	6
	130	500	190	22	5,5	18,7	5,5	–	–
Abradur 66; Ø 3,25	130	20	219	16	5,0	18,5	5,0	5,0	7
	130	500	219	20	4,8	17,6	4,8	4,8	–

Koeficient obrabe oziroma relativno obrabo navarov »ε« smo določili na tribometru »Amsler« (sliki 1 in 2).

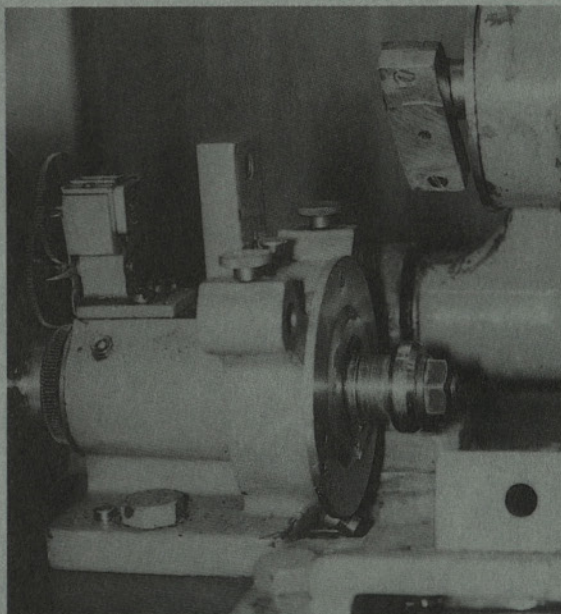
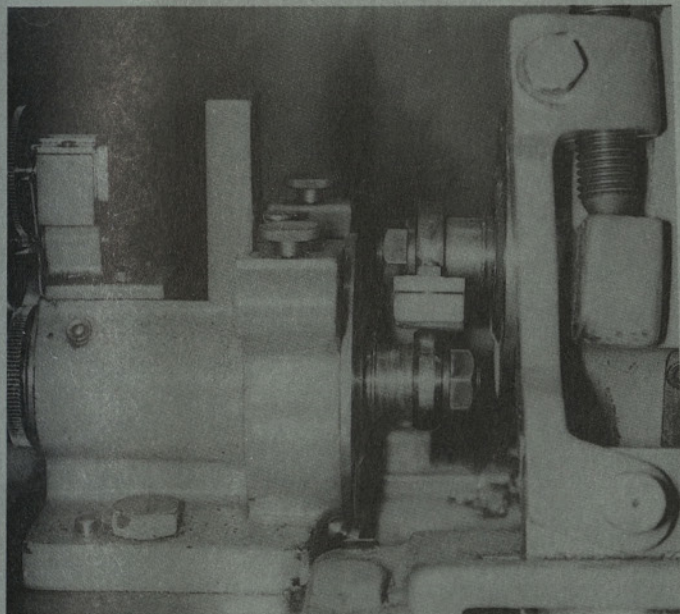
$$\varepsilon = \frac{\text{obraba navara (g)}}{\text{obraba primerjalnega vzorca (g)}} \times 100 \quad [8]$$

Op.: Kot primerjalni vzorec smo uporabili navar z bazično elektrodo EVB 50 (sestava čistega vara: 0,08 % C; 0,50 % Si in 0,90 % Mn)

Pri legiranju prek aglomeriranega legiranega praška obstajajo tudi omejitve. Legiranih praškov ni priporočljivo izdelovati z dodajanjem težko taljivih kovin (volframa s tališčem pri 3410 °C in molibdena s tališčem pri 2625 °C). Tudi velike količine dodatkov težko taljivih ferozlitin (posebno ferovolframa) niso priporočljive, ker pri varjenju pod tako pripravljenimi močno legiranimi aglomeriranimi praški dobimo nehomogene navare s kovinskimi vključki [1 in 9].

Kakovostne močno legirane navare lahko enoslojno navarjamo na konstrukcijsko jeklo le, če del legirnih elementov (predvsem volfram) legiramo v navar prek legirane žice.

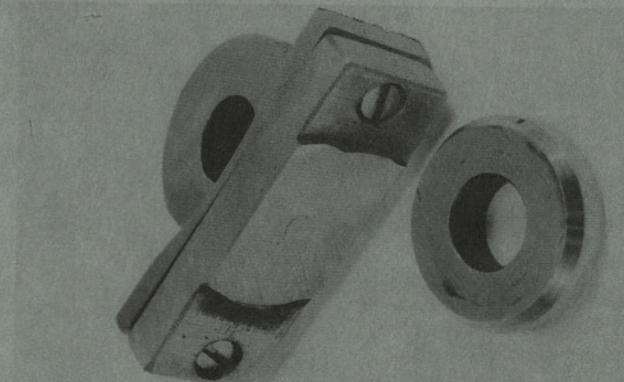
Sestava navara je pri navarjanju pod legiranimi aglomeriranimi praški odvisna tako od intenzivnosti taljenja varilnega praška (kovin v prašku) in osnovnega materiala (uvar – razrečenje navara) kot tudi od hitrosti odtaljevanja varilne žice. Razmerje med odtaljeno varilno žico in kovinami, ki pridejo v navar iz legiranega varilnega praška, določa sestavo čistega vara. Razmerje med navarom (odtaljena žica + kovine iz legiranega aglomeriranega praška) in odtaljeno žico je izkoristek varjenja »η«, ki je odvisen od vsebnosti kovin v prašku in varilnih parametrov (glej sliko 3) [4 in 5 ter 9, 10 in 11].



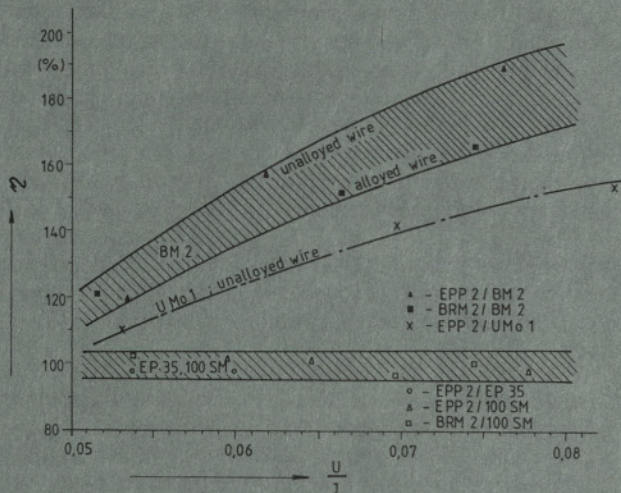
Slika 1. Določanje obrabe navara na tribometru »Amsler«  
a) med preizkusom (P<sub>N</sub> = 1000 N/cm, v = 200 obr./min oziroma 42 m/s, t = 2 min.)  
b) po preizkusu – navarjena ploščica (vzorec) je dvignjena

### 3. LEGIRANI AGLOMERIRANI PRAŠKI

Prednost aglomeriranih varilnih praškov pred taljenimi in sintranimi praški je v tem, da vsebujejo dezoksidante in legirne dodatke. Zaradi postopka izdelave taljeni in sintrani praški ne morejo vsebovati kovinskih komponent. Aglomerirane praške pa sušimo pri nizkih temperaturah. Pri temperaturi sušenja – aglomeracije – v aglomeriranem prašku ne sme priti do oksidacije kovin in kovinskih zlitin.



Slika 2. Videz navarjene ploščice (vzorca navara, ki mu določamo obrabo) na nosilcu za pritrditev na »Amsler« in protikoleška z obrabno odporno površino (BRM2)



Slika 3. Vpliv razmerja med napetostjo in jakostjo varilnega toka na izkoristek varjenja » $\eta$ « pri varjenju z nelegiranimi in legiranimi žicami pod taljenimi, nelegiranimi in legiranimi aglomeriranimi varilnimi praški

#### Opis varilnih žic in varilnih praškov:

EPP 2 – nelegirana žica (0,1% C; 0,1% Si, 1,0% Mn; osnova Fe)

BRM 2 – legirana žica (0,9% C; 4,0% Cr; 5,0% Mo; 6,5% W; 1,9% V; osnova Fe)

EP 35 – taljeni varilni prašek

100 SM – nelegirani aglomerirani varilni prašek

UMo 1 – legirani aglomerirani prašek za navarjanje

BM 2 – močno legirani aglomerirani prašek za navarjanje

Preglednica 4. Vpliv jakosti varilnega toka in temperature predgrevanja na taljenje osnovnega materiala in sestavo enoslojnih navarrov

Varilna žica	Varilni prašek	I (A)	U (V)	$T_p$ (°C)	$\eta$ (%)	uvar (%)	C (%)	Cr (%)	Mo (%)	V (%)	W (%)
EPP2; $\varnothing$ 3	100 SM	650	35	400	97	81	0,10	0,45	0,22	–	–
		570	35	150	101	68	0,09	0,43	0,20	–	–
		450	35	20	98	56	0,10	0,43	0,19	–	–
BRM2; $\varnothing$ 3	100 MS	640	35	400	97	68	0,31	1,43	1,60	0,32	1,90
		650	35	150	103	56	0,34	1,66	1,85	0,44	2,28
		470	35	20	100	50	0,34	1,67	1,87	0,44	2,28
EPP2; $\varnothing$ 3	BM 2	640	35	400	136	63	0,36	1,72	1,84	0,59	1,93
		620	35	150	120	56	0,32	1,76	1,82	0,75	2,09
		460	35	20	189	47	0,78	4,61	5,44	2,27	6,04
BRM2; $\varnothing$ 3	BM 2	640	35	400	128	67	0,56	2,68	3,11	1,05	3,66
		680	35	150	120	66	0,52	2,64	3,15	1,02	3,80
		470	35	20	166	41	1,28	7,03	7,03	2,84	8,10

Preglednica 5: Kemična sestava enoslojnih navarrov z večkratno elektrodo ( $\varnothing$  1,2mm) pod legiranim aglomeriranim praškom

Varilna žica	Varilni prašek	št. žic	I (A)	U (V)	$\eta$ (%)	uvar (%)	C (%)	Cr (%)	Mo (%)	V (%)	W (%)
VAC 60	UMo1	4	180	35	131	33	0,37	7,33	1,83	0,58	–
		3	135	38	157	27	0,47	9,89	2,42	0,82	–
VAC 60	BM 2	4	190	35	157	32	0,82	5,36	6,21	2,56	6,93
		3	150	37	193	27	0,94	5,99	7,11	2,62	8,05

Sestava enoslojnih navarrov pa ni odvisna le od izkoristka varjenja » $\eta$ «, temveč tudi od taljenja osnovnega materiala, na kar odločilno vplivajo varilni parametri, pomembno pa vpliva tudi temperatura predgrevanja » $T_p$ « (glej preglednico 4).

Navarjanje z legiranimi žicami daje boljše rezultate tako glede kakovosti (navari nimajo kovinskih vključkov W, Mo ali FeW), kot tudi glede produktivnosti. Še boljše rezultate pa dobimo pri navarjanju z večkratno elektrodo (preglednica 5) [9 in 11].

Pri navarjanju z večkratno elektrodo pod legiranimi aglomeriranimi praški dobimo zaradi zelo plitvega uvarjanja znatno bolj legirane navare kot pri navarjanju z enojno elektrodo.

#### 4. SKLEP

Navarjanje z močno legiranimi aglomeriranimi praški in debelo oplaščenimi elektrodami omogoča enoslojno in visokoproduktivno nanašanje močno legiranih abrazijsko in korozijsko odpornih jekel in zlitin na konstrukcijska jekla.

Za navarjanje obrabno odpornih nanosov so posebne primerne elektrode znamke »ABRADUR« (SŽ-ŽJ, FI PROM – Elektrode, Jesenice). Z debelo oplaščenima elektrodama »Abradur 64 in 66« dobimo močno legirane in obrabno zelo odporne nanose že z enoslojnim navarjanjem na nelegirano ali malolegirano konstrukcijsko jeklo.

Za navarjanje večjih ploskev in daljših robov, kar je zelo pogost primer obnavljanja obrabljenih površin v gradbeništvu, pa je zelo perspektivno navarjanje pod legiranimi aglomeriranimi praški.

S pravilno izbiro varilne žice in legiranega aglomeriranega praška ter postavitvijo ustreznih varilnih parametrov glede

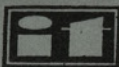
na temperaturo predgrevanja, kar odločilno vpliva tako na izkoristek varjenja kot tudi na taljenje osnove (% uvara), lahko dobimo izbrano sestavo in kvaliteto enoslojno navarjenega močno legiranega nanosa na izbranem nelegira-

nem ali malolegiranem jeklu. Še boljše rezultate, tako glede produktivnosti kot tudi legiranja nanosenih slojev, pa dobimo pri navarjanju z večkratno elektrodo pod močno legiranimi aglomeriranimi varilnimi praški.

## L I T E R A T U R A

---

1. R. Kejžar: Hardfacing by Submerged Arc Welding. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International ŠTEV GRADBENon Tooling »Neue Werkstoffe und Verfahren für Werkzeuge«, Bochum, 1989, 301/314.
2. Weld Surfacing and Hardfacing. The Welding Institute, Abington, 1980.
3. A. Diebold: Verschleiss – und Korrosionsminderung. Schweißtechnik, Wien 32 (1978) 7, 129/133.
4. R. Kejžar: Refinement of Working Surfaces by Submerged Arc Hardfacing. Proceedings of the International Conference on the Joining of Materials, JOM 5, Helsingør, 1991, 117/126.
5. R. Kejžar: Navarjanje močno legiranih nanosov na konstrukcijska jekla. Varilna tehnika, Ljubljana 41 (1992) 4, 96/101.
6. R. Kejžar: Alloying Processes in Submerged Arc Surfacing with Alloyed Agglomerated Fluxes. IIW Doc. 212–844–93.
7. Dodajni materiali za varjenje. Katalog Železarne Jesenice (1991).
8. H. Uetz: Abrasion und Erosion. Carl Hanser Verlag München Wien (1986).
9. R. Kejžar: Some Results Referring to Alloying of Submerged Arc Surfacing in Multiple Electrode Welding. IIW Doc. 212–813–92.
10. R. Kejžar: Legirani aglomerirani praški za posebna navarjanja. Rudarsko-metalurški zbornik, Ljubljana 38 (1991) 2, 275/290.
11. R. Kejžar: One-Layer Submerged Arc Surfacing of High-Alloyed Claddings with Single and Multiple Electrodes and with Alloyed Agglomerated Powders. Proceedings of the International Conference on the Joining of Materials, JOM 6, Helsingør, 1993, 455/463.



ZVEZA DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE LJUBLJANA, ERJAVČEVA ULICA 15

## STROKOVNI IZPITI ZA GRADBENIŠTVO IN ARHITEKTURO TER PRIPRAVLJALNI SEMINARJI ZA STROKOVNE IZPITE V LETU 1994

Rok	Leto	Mesec	A. SEMINAR	B. IZPIT	
				pisni	ustni
VI.	94	September	19.–23. september	15. oktober	2.–4. november
VII.	94	Oktober	17.–21. oktober	19. november	4.–8. december
VIII.	94	November	21.–25. november		
IX.	94	December	12.–16. december		

A. Pripravljalni seminar organizira **ZVEZA DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE**, Erjavčeva 15, telefon: 061/221-587. Prijavo v obliki dopisa, skupaj z dokazilom o plačilu, pošlje plačnik stroškov seminarja. Cena seminarja v mesecih novembru in decembru 1994 znaša 350 DEM, plačljivo v SIT po srednjem tečaju Banke Slovenije na dan plačila, z doplačilom 5 % prometnega davka. Morebitna sprememba cene bo naknadno objavljena.

B. Izpit organizira **ZAVOD ZA RAZISKAVO MATERIALA IN KONSTRUKCIJ LJUBLJANA**, Dimičeva 12, Ljubljana. Informacije dobite pri inž. Grošlju prek telefona št. 061/342-671, od 10. do 12. ure.



## ZVEZA DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE 61000 Ljubljana, Erjavčeva 15

### ZAPISNIK

**redne skupščine Zveze društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije (v nadaljnjem besedilu ZDGITS), z dne 5. maja 1994, ki je potekala v dvorani Termoelektrarne Šoštanj v Šoštanju, ob sodelovanju domicilnega Društva gradbenih inženirjev in tehnikov Velenje ter pod pokroviteljstvom Izvršnega sveta Občine Velenje, GIP-a VEGRAD Velenje in TEŠ Šoštanj.**

**Prisotni:** Delegati iz šestih društev GIT in treh specializiranih društev, predstavniki pokroviteljev in drugi vabljeni gostje.

#### Dnevni red:

1. Otvoritev skupščine, sprejem skupščinskega poslovnika in izvolitev organov skupščine
2. Poročilo predsednika Predsedstva ZDGITS
3. Aktualni problemi gradbeništva
4. Poročilo predsednika nadzornega odbora
5. Poročilo glavnega in odgovornega urednika Gradbenega vestnika
6. Razprava
7. Sprejem noveliranega statuta
8. Razrešitev organov ZDGITS
9. Volitev novih organov ZDGITS
10. Podelitev priznanj zaslužnim in častnim članom ZDGITS
11. Zaključna beseda

#### Ad. 1.1.

Skupščino najprej pozdravi predsednik domicilnega društva GIT Velenje, **g. Matija Blagus**, ki prisotnim pojasni, da so danes vabljeni v ta kraj, na območje Šaleške doline, kot priče uspešnega reševanja ekoloških problemov Slovenije, ki tu prednjačijo in kjer prvi rezultati že vidno brišejo dolini zloglasno oznako »dolina smrti«.

Gospod Blagus poudari, da imajo pomemben delež pri ekološki sanaciji regije tudi gradbeniki iz velenjske in mozirske občine, ki strokovno sodelujejo še pri reševanju drugih komunalnih in gospodarskih problemov v obeh občinah. Od leta 1978 so stanovsko povezani v društvo, s sedežem v Velenju, in njegovih 90 članov predstavlja 25% delež tehničnega kadra na območju obeh občin. Društvo GIT je s svojo aktivnostjo vidno prisotno pri kreiranju življenja v regiji, saj, kot pravi njegov predsednik, želijo biti v pomoč družbeni skupnosti tudi zunaj svojih profesionalnih obvez.

V imenu svojega društva gospod Blagus zaželi skupščini uspešno delo, delegatom in gostom pa prijetno bivanje v Velenju.

#### Ad. 1.2.

V imenu predsedstva in Izvršnega odbora ZDGITS uradno otvori skupščino **gospod Borut Gostič** ter pozdravi vse delegate in goste, s posebnim zadovoljstvom predsednika Izvršnega sveta Občine Velenje, **gospoda Srečka Meha**, predstavnika Ministrstva za gospodarske dejavnosti, **gospoda Dušana Šturma** in **gospoda Franca Zupančiča**, rektorja Tehniške fakultete Univerze v Mariboru, **gospoda dr. Ludvika Traunerja**, dekana FAGG, Univerze v Ljubljani, **gospoda dr. Janeza Duhovnika** in predsednika Zveze inženirjev in tehnikov Slovenije, **gospoda dr. Pavla Štularja**.

Uvodno misel nameni želji, da bi skupščina potekala čimbolj konstruktivno; da bi vsi skupaj s svojim sodelovanjem prispevali k oblikovanju politike delovanja Zveze v naslednjem obdobju, da bi se v sklepah osredotočili na trenutne aktualne probleme gradbeništva, ki bi jih za tem posredovali ustreznim ministrstvom in drugim pristojnim organom Vlade Republike Slovenije.

Skladno s 14. členom Statuta seznanili delegate s skupščinskim poslovnikom in ga da na glasovanje.

**SKLEP I.:** Poslovnik skupščine je soglasno sprejet.

Gospod Gostič za tem, skladno z določili sprejetega poslovnika, predlaga v izvolitev organe skupščine.

**SKLEP II.:** Soglasno so izvoljeni naslednji organi skupščine:

#### a) delovno predsedstvo:

- predsednik: Matija Blagus
- član: Bojan Bučinel
- član: Branka Grebenšek

#### b) zapisnikar:

- Anka Holobar

#### c) overovatelja zapisnika:

- Ciril Stanič
- Adolf Derganc

#### č) verifikacijska komisija:

- predsednik: Anton Žerjal
- član: Maks Megušar
- član: Darinka Omahen

**d) kandidacijska komisija:**

- predsednik: Jože Vengust
- član: Vlasta Lederer

**e) statutarna komisija:**

- predsednik: Franc Hribernik
- član: Veljko Gačič
- član: Matija Blagus

**f) komisija za sklepe:**

- predsednik: Boris Pečenko
- član: Borut Gostič
- član: Peter Mandelj

**Ad 1.3.**

Predsednik delovnega predsedstva, **gospod Matija Blagus**, se v imenu izvoljenih zahvali za zaupanje in da na glasovanje dnevni red skupščine.

**SKLEP III:** Dnevni red skupščine je sprejet.

V imenu gostitelja in organizacijskega odbora za pripravo skupščine se gospod Blagus najprej zahvali vsem sodelavcem, ki so sodelovali v pripravah, in vsem tistim, ki so izvedbo skupščine omogočili, v prvi vrsti Izvršnemu svetu Občine Velenje in GIP-u VEGRAD. Nadalje prebere pozdravna pisma in brzojavke, ki so jih skupščini naslovili: **gospod Vladimir Čadež**, ugledni gradbeni strokovnjak, dolgoletni aktivist ter zaslužni in častni član ZDGITS (glej PRILOGO 1.), **gospa Vida Jug**, predsednica nadzornega odbora ZDGITS, ki se skupščine zaradi bolezni ne more udeležiti in zato v pozdravni brzojavki istočasno prosi za razrešitev funkcije; ter **Združenje gradbeništva in IGM pri Gospodarski zbornici Slovenije** (Glej PRILOGO 2.!).

Gospod Blagus da za tem besedo predstavnikom pokroviteljev in drugim gostom.

**Ad 1.4.**

S strani pokroviteljev pozdravi prvi skupščino predsednik Izvršnega sveta Občine Velenje, **gospod Srečko Meh**.

Delegatom in gostom izrazi dobrodošlico in željo, da bi o kraju dobili najboljše vtise in se prepričali, da medijsko ožigosana »dolina smrti« sploh ni dolina smrti, ampak je dolina življenja in mladosti; da je takšna bila, da takšna je in da bo takšna tudi ostala, za kar jamči mladost prebivalstva, ki v povprečju znaša 32 let in predstavlja pomemben potencial za nadaljnji razvoj občine in njenega zaledja.

Gospod Meh predstavi občino Velenje, s približno 43 tisoč prebivalci kot perspektivno občino, čeprav njihova izobrazbena struktura ni zadovoljiva in je večina aktivnega prebivalstva (pribl. 24 tisoč) zaposlena v proizvodnji. Računajo pa na podmladek, ki raste in se izobražuje, in pravi, da je v vzgojnovarstvenih organizacijah 1700 otrok, osnovno šolo jih obiskuje 5800, Center srednjih šol pa 2500 dijakov, medtem ko na obeh slovenskih univerzah študira 900 mladih ljudi z območja velenjske občine.

V državnem merilu obsega občina Velenje 0,8% vsega

prebivalstva, družbeni proizvod pa znaša 5%. Po besedah gospoda Meha so načrti občine veliki. Po novi lokalni samoupravi bodo na območju sedanje občine nastale tri zaokrožene enote: Šmartno ob Paki (2500 prebivalcev), Šoštanj (8000 do 9000 prebivalcev) in Velenje (30 do 33 tisoč prebivalcev, ki se poteguje za status mestne občine, pa mu zaenkrat to preprečuje negativno razmerje v dejavnostni strukturi prebivalstva, med proizvodnimi in neproizvodnimi dejavnostmi.

V razvojni prizadevanje občine sodi predvsem ohranitev domačega kvalificiranega potenciala in s tem delovnih mest. V načrtu je obogatitev kulture, katere veliki potrošniki so, a žal brez lastnih kulturnih institucij. Kar 4500 občanov je ljubiteljsko aktivnih pri Zvezi kulturnih organizacij, kar pomeni, da kulturna dejavnost v občini zasluži posebno dodatno podporo, Velenje pa slovi tudi po športu, tako po množičnosti kot kakovosti.

Glede ekologije skušajo predvsem preprečiti nastajanje negativnega videza, da v njihovi dolini ni mogoče živeti zaradi onesnaženja. S tem v zvezi so napravljene številne korekcije načrtov rudnika in proizvodnje električne energije v TEŠ, pri čemer pa se soočajo predvsem s finančnimi težavami, ker sama občina ni kos tem problemom, saj za potrebno sanacijo bloka 5 pri TEŠ tudi Evropska banka za razvoj ne da posojila, z interpretacijo, da bi v tem primeru sanirali več kot po evropskih merilih velja za dopustnost onesnaženja. Gospod Meh pri tem opozori, da je razvoj občine vezan tudi na proizvodnjo premoga in ne samo na proizvodnjo električne energije, zato je problem še toliko večji.

Od drugih problemov, ki jih v občini preudarno rešujejo, omeni stanovanjsko politiko in pove, da do leta 2010 načrtujejo izgradnjo 1500 stanovanj – vsako leto 100 stanovanj – in da gre pri tem predvsem za socialna stanovanja, kar pa je spet vezano na finančne probleme, delno pa tudi na lokacijske, ker po vsej površini območja Velenja in Šoštanja ni mogoča graditev objektov. Predsednik Izvršnega sveta Občine Velenje, gospod Srečko Meh, zaključi svojo predstavitev občine z optimizmom, saj pravi, da so vsi problemi vendarle rešljivi ob razumevanju in podpori ljudi, gospodarstva in drugih pristojnih institucij v Republiki Sloveniji.

**Ad 1.5.**

Skupščino pozdravi tudi glavni direktor GIP-a VEGRAD, **gospod mag. Muharem Bolič** in ji zaželi dobro delo, koristno za gradbeništvo in njegove perspektive.

Svoje podjetje predstavi kot solidno telo, ki se, kljub prisotnim znanim težavam v gospodarstvu in zlasti v gradbeništvu, dokaj uspešno pobija. Podjetje zaposluje 1500 delavcev in drugih strokovnjakov. Od svojega proizvodnega programa izvaja v domači Šaleški dolini 15%, vsa ostala dela potekajo drugod po Sloveniji in v tujini – tam kar 50% vseh del.

V imenu vseh zaposlenih pri VEGRAD-u in kot domačin zaželi vsem še enkrat iskreno dobrodošlico.



**Ad 1.6.**

**Gospod dr. Pavel Štular** pozdravi skupščino in ji zaželi najboljše sklepe, tako v svojem kot v imenu Zveze inženirjev in tehnikov Slovenije, katere dolgoletni predsednik je.

V svojem nagovoru omeni, da smo inženirji in tehniki velik del t. i. civilne družbe, ki pa se v novih časih in razmerah nekoliko manj najdemo kot drugi pomembni stanovi – npr. zdravniki; vendar pa to še ni znak, da se ne želimo prilagoditi. S parafrazo »sami si pomagajmo in pomagala nam bo oblast« želi opozoriti na mesto in vlogo inženirjev in tehnikov v naši družbi; da je treba enkrat za vselej poskrbeti za naš poklic, za našo stroko, za naš socialni status, saj bomo na ta način največ prispevali tudi za javni interes naše države, čemur smo v preteklem obdobju dajali prednost.

**Ad 1.7.**

Z ministrstva za gospodarske dejavnosti se oglasi in pozdravi prisotne **gospod Dušan Šturm**. V svojih besedah ugotavlja, da smo na slovensko gradbeništvo lahko ponosni, da je bilo že uspešno uveljavljeno v svetovni konkurenci, da ima v svetu bogate reference, vendar ga danes ni opaziti in predstavlja le delček v strukturi na dvanajst panog razdrobljenega ministrstva. Zato bi, po njegovi sodbi, zaslužilo boljšega vizionarja, bolj informirane ministra ali pa vsaj sekretarja.

Meni, da kljub temu, da je čas »Leskovškove težke industrije« in »Mačkovega gradbeništva« za nami, ima slovensko gradbeništvo trdno strokovno podlago, ustaljeno povezavo s svetom, in verjame, tudi svojo vizijo, tako, da mu za nove čase ni treba izražati nikakršnih kompleksov.

Pomemben in oprijemljiv element predstavlja za gradbeništvo predlog novega Zakona o graditvi, ki je že v obravnavi. Skupščino s tem v zvezi poziva, da sprejme sklep o pomembnosti tega zakona in skrajšanja poti, da bi prišel čimprej v veljavo.

**Ad 1.8.**

**Gospod Korenak** pozdravi skupščino v imenu Društva varnostnih inženirjev in tehnikov Slovenije ter svoje misli in želje izlušči iz določila v predlogu novega zakona o graditvi, ki pravi: »Gradbišče mora biti urejeno tako, da je na njem mogoče varno delati.«

**Ad 1.9.**

**Gospod dr. Ludvik Trauner**, dekan Tehniške fakultete Univerze v Mariboru, pozdravi vse prisotne in skupščino ZDGITS hvaležno seznanj, da je Tehniška fakulteta v Mariboru pred 35 leti nastala prav na pobudo Društva gradbenih inženirjev in tehnikov Maribor.

**Ad 1.10.**

**Gospod dr. Janez Duhovnik**, dekan FAGG, Univerze v Ljubljani, pozdravi skupščino v imenu svoje fakultete in ji

zaželi, tako kot predsednik Zveze inženirjev in tehnikov Slovenije, da bi v svoji vsebini dala predvsem poudarek statusu strokovnjakov v naši družbi.

**Ad 1.11.**

**Prof. dr. Ivan Sovinc** se oglasi s pozdravi in s predstavijo Slovenskega geotehničnega društva, ki mu predse-  
duje. Pove, da je društvo registrirano kot »slovensko društvo...« dve leti in da v njem delujeta dve delovni skupini: **skupina za evrokod 7** pripravlja evropske predpise za temeljenje in **skupina »geotehnika in ekologija«**, ki je prav tako aktivna.

**Ad 1.12.**

**Gospod Stane Mencinger** pozdravi skupščino v imenu Zveze strojnih inženirjev in tehnikov Slovenije. Predvsem izrazi željo, da bi se vsi tehnični strokovnjaki bolj povezali, morda prek dejavnosti osrednje Zveze inženirjev in tehnikov Slovenije, saj lahko le tako mnogoštevilni uveljavijo svoje interese v družbi, ki jih spričo znanja in izobraženosti imajo tudi vso pravico uveljavljati.

**Ad 1.13.**

Predsednik delovnega predsedstva se vsem govornikom zahvali za dobre želje in pobude, za tem pa toplo pozdravi prisotnost nekaterih najstarejših članov ZDGITS: **gospoda Cirila Staniča**, letošnjega 90-letnika, **gospoda Maksa Megušarja** in **gospoda Sergeja Bubnova**, može, ki so vse življenje bili aktivni snovalci slovenskega gradbeništva in od katerih si tudi ZDGITS lasti velik del njihove ustvarjalne zapuščine.

**Ad 1.14.**

Preden se skupščina usmeri k svojemu temeljnemu vsebinskemu delu, predsedujoči prosi predsednika verifikacijske komisije, da poda svoje poročilo o sklepčnosti.

Gospod Anton Žerjal poroča, da je verifikacijska komisija v sestavi: Anton Žerjal (predsednik), Maks Megušar (član) in Darinka Omahen (član), opravila svoje delo in seznanja skupščino z naslednjo ugotovitvijo:

Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije ima v svoji sestavi 8 aktivnih društev gradbenih inženirjev in tehnikov, in sicer:

1. DGIT Maribor
2. DGIT Pomurje
3. DGIT Velenje
4. DGIT Celje
5. DGIT Novo mesto
6. DGIT Ljubljana
7. DGIT Ajdovščina–Gorica–Tolmin
8. DGIT Kočevje

in ima 4 specializirana društva:

1. Specializirano društvo potresnih inženirjev in tehnikov
2. Specializirano društvo konstrukterjev
3. Specializirano društvo geomehanikov
4. Specializirano društvo za zaščito voda.

Na podlagi 14. člena Statuta ZDGITS in 4. člena skupščinskega poslovnika se skupščina formira po delegatskem principu:

- po 5 delegatov iz vsakega društva
- po 3 delegati iz vsakega specializiranega društva.

Po 5. členu skupščinskega poslovnika je skupščina sklepčna tedaj, če ji prisostvuje najmanj polovica delegatov in delegacij.

Po pregledu poverilnic, s katerimi so delegati izkazali svojo udeležbo, je le-ta naslednja:

	delegati
1. DGIT Maribor	4
2. DGIT Pomurje	0
3. DGIT Velenje	5
4. DGIT Celje	3
5. DGIT Novo mesto	5
6. DGIT Ljubljana	5
7. DGIT Ajdovščina–Gorica–Tolmin	5
8. DGIT Kočevje	0
9. Specializirano društvo potresnih inženirjev	2
10. Specializirano društvo konstrukterjev	2
11. Specializirano društvo geomehanikov	2
12. Specializirano društvo za zaščito voda	1

Od pričakovanega števila 52 delegatov prisostvuje skupščini 35 delegatov (67,3%), kar pomeni, da je skupščina sklepčna in lahko nadaljuje svoje delo.

#### Ad 2.

Sledi poročilo predsednika Predsedstva ZDGITS, **gospoda Gorazda Humarja**, o delovanju in problemih Zveze v minulem mandantnem obdobju. (Glej PRILOGO 3.!)

#### Ad 2.1.

Predsednik delovnega predsedstva da poročilo predsednika Predsedstva ZDGITS na glasovanje.

**SKLEP IV.:** Poročilo predsednika ZDGITS je soglasno sprejeto.

#### Ad 3.

**G. Blagus**, predsedujoči v delovnem predsedstvu, oznani prehod skupščine na obravnavo poglobitvenih aktualnih problemov, ki pestijo slovensko gradbeništvo in ki terjajo čim hitrejše in čim bolj učinkovito reševanje. Pri tem postavi v ospredje predlog **novega Zakona o graditvi in kadrovske problematiko v gradbeništvo**.

#### Ad 3.1.

V imenu delovne skupine, ki je na pobudo Združenja gradbeništva in IGM pri Gospodarski zbornici Slovenije in Ministrstva za gospodarske dejavnosti pripravila osnutek novega Zakona o graditvi, spregovori o motivih in ciljnih novega zakona, **gospod prof. dr. Janez Duhovnik**.

Najprej predstavi gradbeništvo, ki je na eni strani gospodarska panoga, ki teži k dobičku, po drugi strani pa tista panoga, nad katero v vseh razvitih družbah bedi oblast,

da bi s svojo dejavnostjo ne posegla v prostor s škodljivimi dolgotrajnimi posledicami oziroma da bi ne gradili takih objektov, ki bi bili nevarni za uporabnike.

Pravi, da si je iluzorno predstavljati, kako je gradbeništvo po vsej Evropi regulirano na enak način. Nasprotno. Vsaka država ima svoje določene posebnosti, zato ne čaka samo nas, ampak tudi Evropsko skupnost, še veliko naporov in tudi težav pri ureditvi tehnične regulative. Kar zadeva nas, je tak poskus že pripravljeni osnutek novega Zakona o graditvi, ki bi naj bil podlaga za vpeljevanje novih mednarodnih standardov, ki se pripravljajo po svetu in kot je za gradbeništvo potrebno, morajo zagotavljati zanesljivost konstrukcij, s tem pa tudi varnost.

Prejšnji zakon je ločil med vrstami investitorjev glede na lastništvo, ločil je med vrstami podjetnikov glede na lastništvo. Teh razlik v sodobnih družbah, kakršna naj bi bila naša, sedaj ni več. Novi zakon mora ponujati možnost, da se na področju gradbeništva lahko uveljavi kakršnokoli podjetništvo, s tem, da za vse veljajo enaki pogoji, podrejeni strokovnosti. Po tem zakonu ne sme biti več razlike med različnimi investitorji, da bi se zasebnika drugače obravnavala kot neko javno podjetje.

Po besedah prof. Duhovnika je bila do sedaj ugotovljena pomanjkljiva kontrola projektov in da se je notranja kontrola projektov največkrat sprevrgla v formalizem. Zato je v predlog novega zakona vpeljana za pomembne objekte revizija, ki jo morajo opravljati neodvisni strokovnjaki. Potrebno je namreč ločiti med gradnjo enostavnega objekta (denimo garaže) in zapletenega (npr. termoelektrarne).

Novi zakon so želeli vgraditi v »Evropsko smernico o gradbenih proizvodih«, katere namen je, da bi se v objekt vgrajevali sami taki gradbeni proizvodi, ki potem funkcionirajo tako, da je objekt zanesljiv, varen in trajen.

Gradbeništvo bi moralo biti zajeto v oblastnih strukturah na dva načina: na eni strani kot gospodarska panoga (resor ima nalogo, da omogoča čim bolj ugodne pogoje gospodarjenja), na drugi strani pa bi moral obstajati resor, ki bi zagotavljal, da je panoga regulirana, da bi preprečeval svobodo, kakršno si lahko lasti proizvodnja nekaterih drugih dobrin (npr. električnih naprav). Prvič, gradbeni objekt lahko za stalno zasede določeni prostor in lahko bolj kot kateri drugi manjši proizvod ogroža ljudi. Drugič, za gradbene objekte se pogosto investirajo velika družbena sredstva iz državnega proračuna (od davkoplačevalcev), zato gradnja ne more biti prepuščena stihiji in interesom podjetništva.

Kot vemo in kot je bilo že danes nekajkrat omenjeno, pa gradbeništvo ni ustrezno zastopano v vladi oziroma v njenih ministrstvih. Prav to stanje pa tudi botruje kasnitvi tega novega zakona. Pripravljen in na posebnem posvetu obravnavan je bil že oktobra 1993, po tem pa se zadeve niso posebno daleč premaknile. Ne smemo tudi upati, da bomo do zakona kmalu prišli, kljub temu, da je Ministrstvo za gospodarske dejavnosti njegov osnutek že dalo vladni službi za zakonodajo. Prof. dr. Duhovnik predvideva, da bomo na zakon čakali še morda leto dni ali leto in pol.

Skupščini zdaj predlaga, da bi v svojih sklepih omenjeni predlog Zakona o graditvi načelno podprla. Obenem pa poziva vse k sodelovanju, da bi prispevali k razčistitvi in izboljšanju predlaganega besedila, da bi prišlo v obravnavo poslancem v Državni zbor v čim bolj strokovni obliki, da bi bil zakon čim bolj utemeljeno sprejet. Potrebno je zavzeti stališče, da je ta zakon zelo strokoven, da mora imeti stroka velik vpliv na rešitve, ki so v zakonu predvidene.

#### Ad 3.2.

Problematiko v zvezi s kadrovanjem v gradbeništvu je predstavil **gospod Boris Pečenko** (glej PRILOGO 4.!).

#### Ad 3.3.

Predsednik delovnega predsedstva, **gospod Blagus**, povabi prisotne k razpravi o predstavljenih problematikah, vendar prosi pred tem še za poročilo Nadzornega odbora ZDGITS in poročilo glavnega in odgovornega urednika »Gradbenega vestnika«.

#### Ad 4.

Namesto odsotne predsednice Nadzornega odbora ZDGITS poda poročilo **gospod Adolf Derganc** (glej PRILOGO 5.!).

#### Ad 4.1.

Predsednik delovnega predsedstva da poročilo Nadzornega odbora ZDGITS na glasovanje.

**SKLEP V:** Poročilo Nadzornega odbora ZDGITS je soglasno sprejeto.

#### Ad 5.

Poročilo glavnega in odgovornega urednika »Gradbenega vestnika« poda **gospod Franc Čačovič** (Glej PRILOGO 6!).

#### Ad 5.1.

Predsednik delovnega predsedstva da tudi poročilo glavnega in odgovornega urednika Gradbenega vestnika skupščini na glasovanje.

**SKLEP VI.:** Poročilo glavnega in odgovornega urednika Gradbenega vestnika je sprejeto.

#### Ad 6.

Predsednik delovnega predsedstva odpre razpravo, ki naj bi zajela vse probleme s področja delovanja ZDGITS, ki so bili predstavljeni v poročilih, kot tudi širšo aktualno problematiko slovenskega gradbeništva, do katere sta bili prav tako danes na skupščini dani izhodišči: zakon o graditvi in kadrovske problemi.

#### Ad 6.1.

Prvi se priglasijo k besedi **gospod Ciril Stanič**, najstarejši

še aktivni član ZDGITS in se najprej zahvali za izkazano pozornost, obenem pa izrazi veselje, da poteka današnja skupščina v Šaleški dolini, med prijaznimi, mladimi, delovnimi, optimizma polnimi ljudmi, ki dolino oživljajo. Povzame besede predsednika Izvršnega sveta Občine Velenje, gospoda Meha, in opozori, da se dolina res sooča s problemom onesnaženosti, vendar pa se je potrebno zavedati, da se v Šaleški dolini proizvaja energija, ki omogoča, da je vsa ostala Slovenija ekološko čista in zelena, zato bi morali prevzeti odgovornost za ekološko sanacijo prizadete Šaleške doline vsi Slovenci.

Današnji zbor gradbenikov pozdravi in ga opredeli kot izbor strokovnjakov, ki je, tako rekoč, prostovoljno odločen skrbeti in bdeti nad svojo stroko in njenim udejanjanjem v družbi, zato namenja vsem posebno priznanje in čestitke.

Še posebej pohvali odsotnost politike in strankarskih razprtij v tem, kakor ga imenuje, »super strokovnem zboru«, ki prisega izključno na stroko. S tem v zvezi izrazi priznanje teamu, ki je pripravil besedilo novega zakona o graditvi. Pohvali pa tudi naš Gradbeni vestnik in njegov uredniški odbor, pri čemer ne pozabi omeniti pomembni prispevek gospoda Sergeja Bubnova, ki je za revijo skrbel celih 25 let in jo afirmiral kot pomembno strokovno revijo tudi v svetu.

Kot strokovnjak za ceste se dotakne tudi problematike o izgradnji slovenske cestne mreže in apelira na prisotne, da bi kot strokovnjaki tudi na izvajanje cestnega programa aktivno vplivali s svojimi strokovnimi utemeljitvami.

Na koncu izpostavi pomembnost izobraževanja in ustreznega kadrovanja. Zahvali pa se tudi za vestno delo in prijaznost kolektiva, ki skrbi, da delo naše Zveze uspešno poteka in da imamo gradbinci svoj dom, svoje zatočišče, kjer neobremenjeno stresamo svoje probleme, naši delavci pri Zvezi pa jih umno in prizadevno rešujejo.

#### Ad 6.2.

Razpravo nadaljuje **gospod prof. Sergej Bubnov** in se odloči poudariti problem pravne države in zakonodaje v gradbeništvu. Gospod Bubnov je prepričan, da mora biti najprej vzpostavljena pravna država s svojimi instrumenti, šele nato se lahko lotimo reševanja drugih problemov, tudi v gradbeništvu.

Zadovoljen je spriču prvih korakov napredovanja v tem pogledu in ima v mislih gradbeniški zakon. Istočasno pa meni, da bi pri tem veljalo upoštevati nekatere izkušnje iz »stare Jugoslavije«. V »stari Jugoslaviji« so vsi vedeli, da mora na gradbišču stati tabla, na kateri je napisano, kdo gradi, kdo je inženir, projektant, kdo je odgovoren za gradbišče. Med napisanimi so lahko bili in se na gradbišču pojavljali samo pooblaščen člani zbornice inženirjev in tehnikov. Danes, pravi, so obstoječe table, žal, zgolj reklama za podjetje in delavce, ki gradijo določen objekt. Omenjena tabla v »stari Jugoslaviji« pa je bila **tabla odgovornosti**. Gospod Bubnov sodi, da bi ta izkušnja morala biti upoštevana v novem zakonu o graditvi. Odgovornost pri graditvi mora biti osnova uspeha, osnova

priljubljenega izvajanja in torej v družbenem interesu.

Zelo star je tudi problem kontrole projektov in s tem potreba po revizijski komisiji. Toda po mnenju gospoda Bubnova pri tem ni mišljena revizijska komisija, kakršna je bila sedaj, ki je, denimo, ugotavljala namembnost, ekonomičnost, pravilno zasnovanost projekta... Ti dejavniki sodijo v pristojnost in odgovornost investitorja, ne pa revizijske komisije. Revizijska komisija mora soditi predvsem o tem, ali je objekt varen in revizijska komisija mora za tako presojanje biti usposobljena.

Zagotavljanje varnosti objektov je v svetu različno rešeno. V Franciji, na primer, obstajata dve veliki agenciji, »Veritas« in »Securitas«, ki na zahtevo investitorja preverita varnost objekta. Vsaka taka agencija pa s tem prevzema odgovornost. Ti dve, in ostale take agencije, so namenjene predvsem graditvi pomembnih objektov.

V pravni državi mora imeti pomembno mesto nadzor. Na tem področju smo pri nas še zelo šibki. Gospod Bubnov ima za potrebno uveljavitev gradbeniške policije po nemškem zgledu. Opomni, kako je tudi sicer zmotno stališče, da demokracijo zagotavlja odsotnost policije. Nasprotno. Prisotnost policije zagotavlja demokracijo in pravno državo.

Vprašanje nadzora, kompetenc posameznikom... vsa ta vprašanja so odvisna od nas samih.

Tudi gospod Bubnov se strinja s tistimi, ki zagovarjajo pomen v močnejše povezanosti strokovnjakov in agresivnejši nastop v odnosu do družbe. Meni, da je del krivde za današnje, komaj opazno mesto gradbeništva v vladnih resorjih, tudi v premajhni aktivnosti ZDGITS. Zdaj bi morali biti zelo odločni in si ustvariti določeno bazo, ki nam bo dala pravico in dolžnost, da se vključimo v našo novo družbo in ji tako pomagamo ustvariti razmere pravne države na področju gradbeništva, je končal misli gospod Bubnov.

### Ad 6.3.

V razpravo se vključi **gospod prof. dr. Janez Reflak**, predstavnik FAGG, na skupščini delegat Društva za potresno inženirstvo, sicer pa tudi predsednik tehničnega komiteja za konstrukcijo pri Zavodu za standardizacijo.

Strinja se z nujnostjo sprejetja novega zakona o graditvi, ki velja za predpogoj. Skrbi ga pa to, da po določitih Ustavnega zakona prenehajo konec leta veljati vsi tehnični pravilniki, ki zadevajo našo stroko. Sprašuje se, kako bomo v bodoče delali, kako bomo v bodoče pravna država?

Omeni tudi, kako pravimo, da smo v Evropi, pa nam to Evropo prikaže še z druge, za nas pomembne strani. Pravi, da ima Evropska skupnost v okviru CENA več tehničnih komitejev za področje gradbeništva in sprejetih približno od 300 do 400 standardov, ki jih bomo morali tudi mi spraviti v življenje. Če se bodo začele v Sloveniji investicije, in bodo investitorji člani Evropske skupnosti, bodo le-ti želeli imeti urejene zadeve po evro-standardih. Če ne bomo tega sposobni narediti mi, bodo k nam

pripeljali svoje ljudi.

To se navezuje tudi na ugotovitve gospoda Pečenka, ki pravi, da imamo težave z delovno silo iz predelov bivše Jugoslavije. Če bomo mi znali postaviti standarde, ki bodo določali pogoje in kakovost, ki ji je treba zadostiti, potem ti problemi odpadejo. Za primer postavi Krko, svetovno uveljavljeno podjetje, ki zadnjih deset let ni zaposlila niti enega delavca z nedokončano osnovno šolo, ker takega delovnega mesta preprosto ni več. Problem razširi z naslednjo ponazoritvijo. Pravi, da imajo na področju konstrukcij 10 delovnih skupin, v vsaki delovni skupini 8 do 9 ljudi; se pravi, da je približno 100 slovenskih gradbenikov zasedeno s problemom osvajanja evropskih standardov samo na področju konstrukcij. Kje pa so ostala področja: cestogradnja, vodogradbeništvo, ekonomija...?

Pravi, da so pred štirimi leti dali Ministrstvu za znanost in tehnologijo pobudo, da začne s tem delom, pa so dobili odgovor, da je to naloga gradbenikov in gradbenih podjetij. Dr. Reflak ogorčeno ugotavlja, da na tak način ni mogoče delati, zlasti ker ni nikjer v državi za to delo pripravljenega niti enega tolarja.

Pravi, da si torej ne smemo delati utvar, kako ni problemov, saj je samo na področju konstrukcij problemov neskončno veliko. Dr. Reflak zato skupščini priporoča, da je ZDGITS dolžna biti tudi na tem področju bolj aktivna in se strinja z opombo prof. Bubnova, da smo gradbeniki premalo aktivni pri uveljavljanju gradbeniške problematike, da ne znamo z njo prodreti v življenje.

Seznani nas tudi z novostmi novega Zakona o visokem šolstvu, ki ponuja nov profil. Na fakultetah ne bo več stopenjskega študija, ampak bosta po novem ločeni visoka šola in fakulteta. Visoka šola bi naj trajala 3 leta plus 1 leto prakse, diplomant pa bi si pridobil naziv diplomirani gradbeni inženir. S to pridobitvijo na področju izobraževanja se bomo približali evropskim zahtevam. Naš inženir bo moral v Evropi enako pomeniti, pri tem pa bo moral imeti tudi enako izobrazbo.

Misli, da bi ZDGITS morala pomagati opredeliti profil tega novega inženirja in poudariti pomembnost tega novega profila. Zato pričakuje tudi sodelovanje Zveze pri pripravi učnega programa za izobraževanje tega novega profila.

### Ad 6.4.

**Gospod mag. Muharem Bolič** v svoji diskusiji predvsem obžaluje, da ni videti pravih motivov za reševanje, tako slovenskega gospodarstva v celoti, kot njenega najbolj prizadetega segmenta – gradbeništva. O tem govorijo tudi podatki, kako malo mladih ljudi se danes odloča za gradbeniški poklic.

Glede naših prizadevanj za vstop v Evropo, se mag. Bolič spominja besed dr. Baniča, državnega sekretarja za gospodarstvo, ki je govoril na to temo na enem od posvetovanj za gospodarstvenike. Gospodu Boliču so njegove besede zveneje precej pomanjkljivo, nerealno, odmaknjeno od dejanskih razmer.

V gradbeništvu, denimo, slovensko podjetje ne more nikjer po Evropi enakopravno konkurirati tamkajšnjim

podjetjem; lahko konkurirajo samo kot soizvajalci. Medtem ko lahko podjetnik iz Evrope pri nas v Sloveniji suvereno nastopa v enakovredni konkurenci z domačimi podjetniki. Nemški inženir ima v Sloveniji priznan status inženirja, naš inženir ga v Nemčiji nima. Kadar prevzamemo dela v Nemčiji, moramo plačati za prekoračitev 9-mesečnega bivanja delavcev 2000 DEM. Nemškim gradbenikom pri nas ni treba plačati ničesar in se tudi ne ubadajo s tako številnimi administrativnimi preprekami, s katerimi se moramo ubadati mi, če hočemo delati v tujini. Naš vodja gradbišča v Nemčiji mora po 90 dneh tam polagati celo vozniški izpit, da dobi vozniško dovoljenje za vožnjo po Nemčiji.

Vse to so navidezne malenkosti, vendar v resnici ni tako. Gospod Bolič meni, da država s takim površnim in omalovažujočim odnosom do svojih državljanov in brezpogojnim odpiranjem vrat tujim, zbija tudi sebi ceno in ugled v Evropi.

Pri gradbenikih pa tudi on pogaša večjo organiziranost pri uveljavljanju svoje stroke. Za zgled navede organiziranost slovenskih kmetov.

Tudi njega prizadeva problematika gradbene zakonodaje. Načelno se strinja, da tako odmaknjeni od nje ne bomo dosegli tistega, kar potrebujemo in je za nas pomembno, v tem primeru – čim hitreje sprejetje novega zakona o graditvi. Vsi dobro vemo, kako potekajo zadeve v Državnem zboru, kako predvsem strankarsko politično odločajo poslanci.

Strinja se tudi s tistimi, ki poudarjajo pomen izobraženosti in strokovnosti, saj pravi, da bomo, samo dobro strokovno podkovani in razgledani lahko delali v Evropi.

Zbranim gradbenikom pa ima zdaj priložnost potožiti tudi zaradi nelojalne konkurence med samimi gradbeniki, pri čemer tudi vidi glavni vzrok v odsotnosti ustreznih standardov, ki bi opredeljevali možnosti in pogoje konkurence. Sramotno se mu zdi, da lahko gradbeno podjetje danes odpre frizer, ki nima niti najmanjšega znanja o gradbeništvu, in prevzema gradbena dela, za katera so med drugim konkurirala uveljavljenega gradbena podjetja s svojimi pravimi strokovnjaki. Vrh vsega pa potem na njegovem gradbišču najdemo naše delavce, tam honorarno zaposlene, ki smo jih tako rekoč mi izsolali, mi plačujemo zanje prispevke... itn....

Na današnjo skupščino apelira, da kot primerni naslov sproži te probleme v javnosti in jih posreduje na tiste naslove, ki so za to problematiko odgovorni.

#### Ad 6.5.

**Gospod prof. dr. Pavel Štular** sklene vsebine dosedanjih diskusij aplicirati na dejavnost in cilje krovne Zveze inženirjev in tehnikov Slovenije, ki ji predseduje.

Najprej se osredotoči na problem povezave stroke s politiko. Prisotne seznanj, da so domala vse ugledne politične stranke ponujale Zvezi sodelovanje, njeno stališče pa je, kako je vsako sodelovanje dobrodošlo, katero bi omogočilo uveljavitev interesov tehnične inteligence.

Načelno pa je bilo sklenjeno, da ostane Zveza inženirjev in tehnikov Slovenije nepolitična organizacija. Sicer pa, pravi, smo v povezavi z oblastjo. V Državnem svetu imamo svetnika, **prof. dr. Franca Vodopivca**, ki smo ga izvolili, da tam zastopa interese tehnične inteligence. Zveza sodeluje tudi v parlamentarni komisiji za razvoj in raziskave, ki nadzoruje delo Ministrstva za znanost in tehnologijo. Na I. inženirskem kongresu pa je bilo definitivno sklenjeno, da od oblasti ne pričakujemo, da bo reševala naša vprašanja, ker so vprašanja s področja naše stroke v naši pristojnosti.

Prof. dr. Štular vidi tudi izredno podobnost predstavnega Zakona o graditvi, s konceptom transparentnega Zakona o inženirski zbornici, ki obsega sicer še veliko širšo problematiko. Prisotne zato poziva k sodelovanju pri komisiji za ustanovitev inženirske zbornice, katere cilji in nameni obljublajo vse tisto, kar je bilo v tukajšnjih diskusijah izraženo za nujno potrebno, plus vse tisto, kar je zapisano v predlogu Zakona o graditvi.

V zvezi s standardizacijo pove, da sodeluje Zveza inženirjev in tehnikov Slovenije tudi z Državnim zavodom za standardizacijo. Pri tem razmišlja, kako praksa po svetu tolmači standarde za neobvezno blago in da postanejo obvezni šele, ko so vpeti v zakonska določila. Naš novi Zakon o standardizaciji pa taka določila vsebuje.

Pri ustanavljanju komisij za standardizacijo na posameznih področjih opozarja na pojav neprofesionalnosti, saj državni urad vabi sodelavce kar na prostovoljni bazi in seveda k delu brez plačila. Prof. dr. Štular meni, da tako zahtevno strokovno delo zahteva izjemne strokovnjake, ki odlično obvladajo tudi nekaj tujih jezikov, in tako zahtevnega dela ne more obvladati kdorsibodi.

Sicer pa predsednik Zveze inženirjev in tehnikov meni, da kaže država svoj odnos do omenjene Zveze posredno tudi s procesom odvzemanja prostorov, ki jih Dom inženirjev in tehnikov uporablja za svoje dejavnosti že 40 let. Urad Vlade Republike Slovenije grozi Domu IT z deložacijo, iz prejetih odgovorov na naše ugovore pa se kaže velika mera omalovaževanja naše dejavnosti.

Diskutant se vrača k delu komisije za razvoj in raziskave, ki jo pri zvezi inženirjev in tehnikov vodi prof. dr. Vodopivec, in pravi, da je politika na področju razvoja in raziskav ostala nespremenjena. Pravi, kako se letno porabi na državnem nivoju 160 milijonov DEM, pa ni pravega učinka, in da na nacionalni raziskovalni program čakamo že štiri leta, četudi je bil leta 1991 sprejet zakon s tega področja.

#### Ad 7.

Po razpravi in odmoru, ki je sledil, napove predsednik delovnega predsedstva še nekaj pomembnih točk dnevnega reda, ki zadevajo formalnosti za nemoteno delovanje ZDGITS.

#### Ad 7.1.

Sekretar ZDGITS, **gospod Peter Mandelj** opomni delegate iz društev, da so oktobra 1993 vsa društva prejela

stari statut in koncept novega, ki bi Zvezi opredelil dejavnosti v skladu z novimi političnimi, zakonskimi in gospodarskimi razmerami. Novega Zakona o društvih, žal, še nismo dočakali, smo pa v veliki meru upoštevali vse druge novosti, ki smo se jim morali podrediti. Dokončno pa se je besedilo posvetila še statutarna komisija, ki bo dala na tej skupščini svoje poročilo.

#### Ad 7.2.

V imenu statutarne komisije poroča njen predsednik **gospod Franc Hribernik** in pravi, da je statutarna komisija v sestavi: Franc Hribernik (predsednik), Veljko Gačič (član) in Matija Blagus (član), opravila svoje delo in predlaga skupščini v potrditev naslednje spremembe v predlaganem statutu ZDGITS:

– 21. in 22. člen se zamenjata, s tem, da bi se pri novo zapisanem 21. členu še dodalo »**Izvršni odbor je operativni organ ZDGITS**«, črtala pa bi se tretja alineja, ki govori, da so člani Izvršnega odbora še predsedniki sekcij, odborov, komisij in svetov, ker teh stalnih komisij in odborov statut več ne predvideva, temveč zgolj občasne odbore in komisije, ki bi rabile posameznim aktualnim nalogam.

– zamenjali naj bi 25. in 26. člen, s tem, da bi prvi stavek v zamenjanem 26. členu pripisali v prvi odstavek novega 25. člena.

– komisija predlaga, da šesto alinejo 15. člena statuta prenesemo v skupščinski poslovnik, ker govori o volitvah in o razrešitvi organov ZDGITS.

Besedilo bi se vneslo v poslovnik kot 11. člen, z naslednjim dopolnilom: **Volitve so praviloma tajne. O drugačni izvedbi volitev odloča skupščina.**

Sedanji 11. člen skupščinskega poslovnika bi postal 12. člen.

#### Ad 7.3.

Predsednik delovnega predsedstva da poročilo statutarne komisije na glasovanje, obenem pa tudi novo oblikovani Statut ZDGITS, s spremembami in dopolnili, kot jih je predlagala statutarna komisija.

**SKLEP VII.:** Skupščina soglasno sprejme novooblikovani Statut ZDGITS s spremembami in dopolnili, ki jih je predlagala statutarna komisija.

#### Ad 8.

Predsednik delovnega predsedstva seznanil skupščino, da je potrebno skladno s 13. in 15. členom Statuta ZDGITS razrešiti naslednje organe ZDGITS, ki jim je potekel mandat:

#### 1. UREDNIŠKI ODBOR Gradbenega vestnika v sestavi:

- Franc Čačovič: glavni in odgovorni urednik
- Danijel Tudjina: tehnični urednik
- Alenka Raič: lektorica

- Sergej Bubnov: član
- Vojteh Wlodyga: član
- Stane Pavlin: član
- mag. Ivan Jecelj: član
- Vladimir Čadež: član
- mag. Jože Boštjančič: član
- dr. Miran Saje: član

#### 2. DISCIPLINSKO SODIŠČE v sestavi:

- Veljko Gačič (predsednik)
- Peter Ambrož (član)
- Jože Vučajnik (član)

#### 3. NADZORNI ODBOR v sestavi:

- Vida Jug (predsednica)
- Adolf Derganc (član)
- Janez Bojc (član)
- Dragan Kranjc (namestnik)
- Slavko Kukovec (namestnik)

#### 4. IZVRŠNI ODBOR v sestavi:

- dr. Borut Gostič (predsednik)
- dr. Darinka Battelino (član)
- Stane Petrič (član)
- Adolf Derganc (član)
- Franc Čačovič, kot glavni in odgovorni urednik »GV« (član)
- Gorazd Humar, kot predsednik predsedstva (član)
- Boris Pečenko, kot prvi podpredsednik predsedstva (član)

Razrešnico poimenskih sestav organov ZDGITS, ki jim je potekel mandat, da predsednik delovnega predsedstva skupščini na glasovanje.

**SKLEP VIII:** Skupščina z javnim glasovanjem razreši organe ZDGITS, ki jim je potekel mandat.

Predsedujoči, **gospod Blagus** se vsem razrešenim članom organov ZDGITS zahvali za dosedanje delo in jih vabi k nadaljnjemu sodelovanju na drugih področjih delovanja ZDGITS.

#### Ad 9.

Sledijo volitve za mesta razrešenih organov ZDGITS. Volitve so javne. Poimenske predloge je pripravila Kandidatejska komisija, v imenu katere poroča njen predsednik **gospod Jože Vengust**.

Imenovani pravi, da komisija skladno s 13., 22., 25. in 28. členom Statuta ZDGITS predlaga za mandatno obdobje 1994–95 skupščini v izvolitev naslednje člane v organe ZDGITS, ki jim je potekel mandat:

#### I. UREDNIŠKI ODBOR Gradbenega vestnika

1. za glavnega in odgovornega urednika predlagajo: **prof. dr. Mirana Sajeta** – predstavnika iz FAGG Ljubljana
2. za tehničnega urednika: **Danijela Tudjina**
3. za lektorico: **prof. Alenko Raič**

za člane so predlagani:

4. **mag. Ivan Jecelj** – predstavnik Univerze v Mariboru
5. **mag. Jože Boštjančič** – predstavnik iz ZRMK Ljubljana
6. **prof. Sergej Bubnov** – iz DGIT Ljubljana
7. **Stane Pavlin** – iz DGIT Novo mesto
8. **Franc Čačovič** – iz DGIT Ljubljana
9. **Andrej Komel** – iz DGIT Celje

## II. DISCIPLINSKO SODIŠČE

za predsednika predlagajo: **Antona Žerjala** iz DGIT Novo mesto

2. za člana: **Alojza Hudarina** iz DGIT Velenje
3. in **Dragana Kranjca** iz DGIT Ljubljana

## III. NADZORNI ODBOR

1. za predsednika **nadzornega odbora predlagajo Adolfa Derganca** iz DGIT Maribor

za člana:

2. **Feliksa Strmoleta** iz DGIT Novo mesto
  3. **Felicijana Lebana** iz DGIT Celje
- za namestnike:
4. **Jožefa Lemuta** iz DGIT Ajdovščina–Gorica–Tolmin
  5. **Ivana Parklja** iz DGIT Novo mesto
  6. **Janeza Bojca** iz DGIT Maribor

## IV. IZVRŠNI ODBOR

1. za novega **predsednika izvršnega odbora** predlagajo **prof. dr. Bogdana Zgonca**, uglednega gradbenika, zaposlenega pri Slovenskih železnicah, na delovnem mestu pomočnika generalnega direktorja za infrastrukturo, razvoj in mednarodne odnose,

2. za ostale člana Izvršnega odbora pa so predlagani naslednji:

- **Franc Hribernik** iz DGIT Novo mesto
- **dr. Mirko Pšunder** iz DGIT Maribor
- iz predsedstva ZDGITS po funkciji njegov predsednik, **Gorazd Humar**
- podpredsednika predsedstva **Boris Pečenko** in **Borut Gostič**

– ter glavni in odgovorni urednik Gradbenega vestnika **prof. dr. Miran Saje**.

Gospod Vengust, v imenu kandidacijske komisije, prosi delovno predsedstvo, da da njihove predloge skupščini na glasovanje, kar je tudi izvedeno.

**SKLEP IX:** Skupščina z dvigom rok soglasno izvoli predlagane kandidate za organe ZDGITS, kot jih je bila predlagala kandidacijska komisija. Mandat vseh izvoljenih traja dve leti.

Vsem izvoljenim v organe ZDGITS za naslednji dve leti zaželi gospod Blagus, predsednik delovnega predsedstva, v imenu vsega članstva obilo uspeha pri delu.

### Ad 10.

Sledi slovesna podelitev priznanj za zaslužne in častne člane ZDGITS.

**SKLEP X:** Skupščina podeljuje naslov zaslužnega člana ZDGITS naslednjim svojim članom in podjetjem:

1. Ani Mariji **POKORNY** (DGIT Velenje)
2. Antonu **APATU** (DGIT Velenje)
3. Vlasti **LEDERER** (DGIT Velenje)
4. **TERMOELEKTRARNI ŠOŠTANJ**
5. **GIP-U VEGRAD** Velenje
6. Bojanu **BUČINELU** (DGIT Novo mesto)
7. **GIP-u PIONIR** Novo mesto
8. **Gabrijeli LEPENER** (DGIT Maribor)

**Naslov častnega člana ZDGITS** je podeljen:

1. **Felicijanu LEBANU** (DGIT Celje)
2. **Matiji BLAGUSU** (DGIT Veleje)
3. **Vidi Jug** (DGIT Pomurje).

### Ad 11.

Skupščino zaključil predsednik predsedstva ZDGITS, **gospod Gorazd Humar**. V svoji sklepni besedi izrazi zadovoljstvo nad delom skupščine, nad polnoštevilno udeležbo, zlasti nad udeležbo visokih gostov in najvišjih predstavnikov obeh slovenskih univerz. Pozdravlja vse tukaj izoblikovane predloge in pobude, s katerimi bo treba prodreti tudi do najvišjih oblastnih struktur. Pove, da je že iniciativna delovna skupina, ki je pripravila tematiko za današnjo skupščinsko obravnavo, sklenila, da bomo na tukaj sprejetih sklepih trdno vztrajali in z njimi šli, če bo potrebno, tudi do predsednika vlade. Pravi, da si gradbeniki želimo predvsem enakovredno pot v Evropo, enake standarde in enaka pravila za naš prodor na evropski trg, kar vse nam mora zagotoviti država. Pri tem ponovi dejstvo iz svojega poročila, kjer pravi, da je Evropa dobro zavarovan protekcionističen sistem, ki se je dobro zavaroval z zakoni in drugo regulativo, ki zna samega sebe kontrolirati in ščititi. Mi pa smo zaenkrat iz tega izvzeti in delujemo na brezpravnem terenu, dokler ne dosežemo vzpostavitve pravnih osnov in standardov, vsaj postopoma.

Kako smo bili pri tem svojem prizadevanju uspešni, si bomo povedali na naslednji skupščini.

Do tedaj pa predsednik Humar vse še enkrat lepo pozdravlja, se zahvali za aktivno in številno udeležbo, matičnemu društvu v Velenju za pripravo, vsem sponzorjem pa za pomoč.

### Ad 11.1.

Predsednik delovnega predsedstva, **gospod Matija Blagus**, povabi za zaključek vse prisotne na strokovni ogled termoelektrarne, po družabnem srečanju ob kosilu pa vse še na I. slovensko prvenstvo gradbincev v tenisu, ki ga je organiziralo Društvo gradbenih inženirjev in tehnikov Velenje.

**Zapisnikar:**

Anka Holobar, l. r.

**PRESEDNIK**

**DELOVNEGA PREDSEDSTVA**

Matija Blagus

**Overovatelja zapisnika:**

Ciril Stanič

Adolf Derganc

**Velenje, 5. maja 1994.**

## PRILOGA 1

inž. Vladimir Čadež  
Vrtača 7  
61000 Ljubljana

Predsedstvo Zveze društev gradbenih  
inženirjev in tehnikov Slovenije  
Erjavčeva 15  
61000 Ljubljana

Spoštovani,

Zahvaljujem se vam za vljudno vabilo na redno skupščino, ki bo potekala 5. maja 1994 v Šoštanju. Obžalujem, da se je ne bom mogel udeležiti, še posebej zato, ker me Šoštanj in Velenje spominjata na obdobje med leti 1949 in 1953, ko smo začeli graditi TE Šoštanj in objekte Novega Velenja.

Skupščini želim veliko uspeha. Ob tem sem prepričan, da bo novi odbor, tako kot doslej, posvečal posebno pozornost Gradbenemu vestniku, ki bo s tem obdržal visoko strokovnost člankov in tekoče seznanjal naše člane z aktualno problematiko našega gradbeništva.

Lep pozdrav!

V Ljubljani, dne 25. 4. 1994

inž. Vladimir Čadež

## PRILOGA 2

Pozdravljamo udeležence redne skupščine Zveze društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije v Šoštanju z željo po uspešnem delu skupščine.

Prepričani smo, da bo skupščina obravnavala in sprejela stališča, predloge in sklepe, ki bodo pospešili reševanje sedanje aktualne problematike, povezane s slovenskim gradbeništvom in njegovo usposobitev za uspešno delo doma in v tujini v enakopravni borbi s tujo konkurenco.

**GZS – Združenje za gradbeništvo in IGM**

## PRILOGA 3

### POROČILO PREDSEDNIKA PREDSEDSTVA ZDGITS

Spoštovani kolegice in kolegi, spoštovani gostje in gostitelji, vesel sem, da vas tudi jaz lahko vse pozdravim in želim prijetno počutje na naši skupščini.

Pravzaprav je že skoraj tri leta od tega, kar smo se nazadnje sestali v Ajdovščini. To je relativno kratko obdobje, a je bilo kljub vsemu polno dogodkov in sprememb, tako v vsakdanjem življenju kot na področju gradbeništva. Mislim, da je današnja skupščina prva v novi državi RS, zadnja je bila tik pred spremembami oziroma razpadom bivše Jugoslavije. Ne samo politične spremembe, tu mislim seveda osamosvojitve Slovenije in nastanek nove države, pač pa tudi spremembe v ekonomskem položaju Slovenije in s postopnim in nezadržnim upadanjem gradbene dejavnosti oziroma gradbeništva v Sloveniji – vse to je dajalo nov ton in tudi nove naloge naši Zvezi. Že tako je pravno in zakonsko dokaj slabo podprta gradbena dejavnost ostala še bolj v praznem zakonskem okviru, kar v precejšnji meri velja še danes. Še vedno nimamo ustrezne zakonodaje, da področja standardizacije niti ne omenjam.

Vse te spremembe so dajale osnovno smer dejavnosti tako same Zveze kot izvršnega odbora in predsedstva Zveze. Seveda je teklo to delo tudi vzporedno v posameznih komisijah, ki jih je najbolj zaznamovalo prizadevanje dr. Janeza Duhovnika za ureditev zadev s pomočjo zakonodaje.



Ob navedenem so se seveda z vso težo odslikavale tudi nove razmere v gradbeništvu v zadnjih treh letih, ki so jih na kratko povedano karakterizirale predvsem spremenjene (na slabše) gospodarske razmere, upadanje, gradbene dejavnosti in investicij (min. gradnje avtocest), intenzivno zmanjševanje števila zaposlenih v gradbeništvu, predvsem kvalificiranih kadrov in preliv strokovnjakov v druge dejavnosti. Padlo je tudi zanimanje za študij gradbeništva in tako naprej.

Če vsemu temu dodam še intenzivno ukvarjanje povprečnega Slovenca ali morda bolj vlade in parlamenta z vsakodnevno politiko, s stalnimi strankarskimi boji in koalicijskimi kombinacijami, nam je seveda lahko takoj jasno, da je za urejanje vprašanj stiske ostalo bolj malo časa, vsekakor ne brez posledic za gradbenike.

S prenosom nekaterih Ministrstev v zavetje določenih strank so prihajale do izraza predvsem strankarske barve in enobarvna kadrovska kombinacija, na odločilnih mestih se je zato menjavalo veliko ljudi, rekli smo temu tudi »**ministri so prihajali in odhajali**«, problemi pa ostali, še preden so jih utegnili reševati. S tem je padala kontinuiteta strokovne dejavnosti, večala pa se je tudi izguba »**zgodovinskega strokovnega spomina**«. Bil je tudi poskus strankarskega barvanja naše Zveze, ki smo ga na samem začetku odločno zavrnili in tudi obsodili. Naša Zveza je bila in bo ostala popolnoma strankarsko nevtralna, strokovna cehovska organizacija, ki bo delovala po svojem programu neodvisno od političnih vplivov. **Le to ji daje univerzalno vrednost.** Te vloge Zveze smo se v predsedstvu in izvršnem odboru zavedali in v tem smislu tudi delovali.

Pospešen program izgradnje avtocestnega križa v Sloveniji prinaša na področje gradbeništva nove razmere. Intenzivnost delovanja na gradbenem področju se povečuje, pred nami so velike investicije, veliko nalog in obveznosti, na katere smo opozarjali, tako rekoč, še vse pristojne v Sloveniji, pa ostaja neuresničenih. Še je čas, morda skrajni, da se reši in določi temeljne osnove za razvoj gradbeništva in okvire, v katerih naj dela. Tu so vsa vprašanja od Zakona o graditvi objektov, vprašanja standardizacije, zaposlovanje tuje delovne sile in osnov delovanja tujih podjetij v Sloveniji itd. Zato ponovno opozarjam na še vedno nerešeno problematiko in apeliram na vse prisotne, da si prizadevajo za pospešitev uresničitve teh nalog.

Toliko o tem. Kot sem že omenil, se je vsa ta problematika stalno odlikovala v delu predsedstva, ki se je poleg formalnih sklicev sestajalo tudi v okviru posameznih iniciativnih in delovnih problemskih skupin. Običajno se je predsedstvo sestajalo skupno z izvršnim odborom Zveze in poleg že navedenih vprašanj obravnavalo in spremljalo tudi dejavnost Gradbenega vestnika kot edinega in temeljnega strokovnega glasila naše Zveze. Uspešna in ažurna dejavnost glavnega urednika g. Čačoviča skupaj z uredniškim odborom je omogočila živahnost na založniškem področju, kar je omogočalo bogato in strokovno vsebino našega glasila.

**(Upam, da se je to slišalo kot kompliment!)**

Prav tako je predsedstvo spremljalo poslovanje zaposlenih (trije) v Zvezi in knjigovodsko poslovanje. Z zadovoljstvom lahko ugotovimo, da je bila Zveza eno boljših »malih podjetij« v gradbeništvu, saj ni nikoli pokazalo rdečih števil. **(Morda je to tudi kompliment!)**

Nadaljnja značilnost, ki smo jo zaznali, je bilo stalno upadanje članstva Zveze. Rekel bi samo to, da se bo ta trend počasi obrnil.

Poleg navedenega smo reševali še večje število tekočih zadev, ki smo jih sproti usklajevali. Bistvena dejavnost Zveze pa vseeno ostaja rešitev problematike, ki jo obravnava današnja skupščina. Lahko rečem, da se postopno ustvarja gibanje, ki deluje v smeri reševanja (kar nam je vsem skupaj uspelo premakniti), postajamo vedno bolj organizirani, trmasti in vztrajni. Kljub temu, da smo vsi angažirani v glavnem močno vpeti v delovne obveznosti okolja, v katerem delamo, bo vseeno prav, da poskušamo rešiti navedene probleme, saj nam bodo konec koncev omogočili lažje delo.

S tem napovedanim optimizmom bi tudi končal, obvezo za reševanje navedenega pa nam daje še dejstvo, da se tega močno zavedamo.

Hvala lepa.

## PRILOGA 4

**Spoštovane kolegice, kolegi, cenjeni gostje!**

V pripravah za to skupščino sem bil zadalžen, da skupaj s kolegi pripravim oceno stanja na področju kadrov v gradbeništvu. Pri tem sem uporabil tudi ugotovitve z mnogih strokovnih srečanj naše dejavnosti, ki se vedno pogosteje uvkarja s tem vprašanjem. Preden se bom lotil sistematičnega orisa stanja, želim opozoriti, da bom obravnaval le problem proizvodnih delavcev, ki je v tem trenutku najbolj pereč; sicer pa gradbeništa brez operative sploh ne more biti. Problem pomanjkanja kakovostnih gradbenih tehnikov in inženirjev se bo po tako dolgi investicijski suši ob istočasnem lastninskem preoblikovanju podjetij šele pokazal in bo hvaležna tema za naša prihodnja srečanja.

Pri ocenjevanju kadrovskega potenciala, s katerim razpolaga gradbeništvu v proizvodnji, razlogov za slabo stanje in posledic, smo prišli do naslednjih ugotovitev:

1. Zaradi gospodarske krize, burnih dogajanj v našem okolju ter zmanjšanja investicijskih del v tujini se je število zaposlenih v gradbeništvu zmanjšalo za več kot 40% (seveda največ v proizvodnji, manj pa v režiji). Natančnega stanja ni moči ugotoviti, ker je razpadel tudi informacijski sistem, ki je dolga leta omogočal dober pregled nad dogajanjem v gradbeništvu.

2. Čeprav nas vedno znova presenečajo visoke številke o stopnji brezposelnosti v Sloveniji, pa se na razpise za usposobitev in delo v gradbeništvu odziva zelo malo brezposelnih. Razloge moramo iskati v dejstvu, da je med temi nezaposlenimi zelo veliko žensk, starejših in delavcev, ki imajo zdravstvene omejitve. Vsekakor ne smemo zanemariti tudi tistih, ki so si našli boljši zaslužek v sivi ekonomiji in se ne želijo zaposliti v dejavnosti, ki poleg izredno težkih delovnih pogojev ponuja tudi izredno nizke plače.

3. Nizke plače, kot statusni simbol gradbeništa pri nas, so posledica pritiska cenene delovne sile iz južnih krajev v letih pred osamosvojitvijo Slovenije ter seveda ob upadu investicijske dejavnosti za naše kraje predimenzionirane gradbene operative. Zato so bili pred leti zelo redki vajenci iz domačih logov. Razveseljuje pa ponovno naraščanje vpisa v gradbene šole, ki pa ne more pokriti vseh potreb. Potrebna bodo še leta, da bodo absolventi šol dosegli na osnovi delovnih izkušenj kakovost, ki si jo želi slovensko gradbeništvu.

4. Čeprav je gradbena operativna ohranila proizvodna jedra, ki so usposobljena in imajo dolgoletne izkušnje pri gradnji najbolj zahtevnih objektov doma in v tujini, pa moramo le ugotoviti, da nam manjka novih mladih moči ter seveda številčno pojačanje za povečano investicijsko dejavnost doma ob hkratni ohranitvi trdo pridobljenih pozicij v tujini. Vsekakor pa moramo biti pripravljeni tudi na potrebo naših delavcev iz BiH, da se za krajši ali daljši čas ob umiritvi stanja v teh krajih vrnejo domov.

5. Ugotavljamo tudi, da naša zakonodaja ne omogoča domačim podjetjem take zaščite, pred čisto neloyalno tujo konkurenco, kot to omogočajo predpisi večine evropskih držav in jo vsak dan občutimo pri delih v tujini. Posebno v zadnjem času so se v vsem razvitem delu Evrope poostrile selektivne omejitve pri zaposlovanju tujcev z namenom, da se v gospodarski krizi zaščitijo lastni državljani in interesi lastnega gospodarstva.

V želji, da bi gradbeništvu omogočili normalen razvoj in prenesli blagodjene učinke predvidenih investicij na ostale gospodarske veje, kot to delajo v razvitih deželah, predlagamo naslednje ukrepe:

1. Zavod za statistiko in Gospodarska zbornica morata zagotoviti učinkovit informacijski sistem, ki bo nudil pravo sliko o stanju in potrebah v gradbeništvu in spremljajočih dejavnostih.

2. Državni organi morajo realno oceniti možnosti za prešolanje in preusmeritev nezaposlenih v gradbeništvu, za povečanje vpisa na gradbene šole, pripraviti kratkoročne in dolgoročne ukrepe ter strategijo Slovenije pri zaposlovanju tujcev v deficitarnih poklicih. Pri tem je treba preprečiti nekontroliran prodor cenene delovne sile iz drugih držav, ki bo z znižanjem cene dela odvrnil že itak redke domače delavce od gradbeništa in preprečil vse lastne programe prezaposlitve. V gospodarskih sporazumih s posameznimi državami je treba uveljaviti na tem področju recipročnost ter uvesti možnost sezonskega zaposlo-

vanja. Pri pripravi ustreznih zakonskih predpisov je smotrno uporabiti izkušnje gradbene operative, ki si jih je pridobila pri delih v tujini.

3. Z novo panožno kolektivno pogodbo je potrebno zagotoviti proizvodnim delavcem take prejemke, da bodo motivirani za delo pod težkimi pogoji in v gradbeništvu (torej moramo pustiti tržne mehanizme, da delujejo tudi ob pomanjkanju kvalitetne delovne sile). Seveda pa lahko ti mehanizmi delujejo je v pravno urejenem okolju, kot to vidimo ter čutimo v razvitem delu Evrope. Zato je potrebno zagotoviti, da bodo vsi spoštovali sprejeta pravila, ki jih uvajata Splošna in panožna kolektivna pogodba ter tudi drugi predpisi s področja varstva pri delu ter kakovosti. Država bo pač končno morala usposobiti inšpekcije, da bodo lahko zahtevale od vseh enako spoštovanje pogojev za delovanje na področju gradbeništvu.

4. Tako kot država, šole, podjetja morajo tudi društva posvetiti več pozornosti animiranju mladine za gradbene poklice.

Ljubljana, maj 1994.

#### PRILOGA 5

### POROČILO NADZORNEGA ODBORA NA REDNI SKUPŠČINI ZDGITS 5. 5. 1994

Nadzorni odbor je po statutu Zveze organ notranjega družbenega nadzora in kot tak dolžan, da najmanj dvakrat letno pregleda stanje materiala in finančno poslovanje Zveze ter o tem poroča skupščini.

Zadnja skupščina je bila 20. novembra 1991 v Ajdovščini. Na tej skupščini je bilo prebrano in sprejeto poročilo nadzornega odbora za obdobje 1989 in 1990.

Od takrat je nadzorni odbor, ki danes podaja poročilo, obravnaval obdobja v letih 1991, 1992 in 1993. Pri pregledih materialnega in finančnega poslovanja v tem obdobju ni nadzorni odbor našel na nepravilnosti, niti na pomanjkljivosti v poslovanju in evidentiranju poslovnih dogodkov. O svojem delu in ugotovitvah je poročal nadzorni odbor izvršnemu odboru in predsedstvu Zveze. Vsakokratni pregled poslovanja Zveze je pokazal, da se je odvijalo tako materialno kot finančno poslovanje v skladu z letnim načrtom in smernicami, ki jih je za vsako leto sprejel izvršni odbor Zveze. Pregledana dokumentacija, ki je vodena po veljavnih predpisih, je strokovno pravilno urejena. Celotno poslovanje strokovne službe je ažurno, pregledno in zasluži priznanje.

Za obdobja 1991, 1992 in 1993 so bili pravočasno izdelani, pregledani in sprejeti zaključni računi s podrobnimi finančnimi poročili.

Nadzorni odbor predlaga skupščini, da v skladu s 16. členom statuta:

1. sprejme in potrdi zaključne račune Zveze za leta 1991, 1992 in 1993
2. sprejme in potrdi poročilo nadzornega odbora,
3. oceni poslovanje Zveze za obdobja, za katera dajemo poročilo, materialno in finančno pozitivno in uspešno,
4. skladno z določbami statuta izglasuje razrešnico organom, ki jim danes poteka mandat.

Nadzorni odbor se zahvaljuje članom in namestnikom nadzornega odbora za vestno sodelovanje v obdobju, o katerem poročamo, istočasno pa izreka zahvalo za sodelovanje predsedstvu in izvršnemu odboru ter priznanje delavcem strokovnih služb.

Za nadzorni odbor:  
Adolf Derganc

## PRILOGA 6

**POROČILO GLAVNEGA IN ODGOVORNEGA UREDNIKA »GRADBENEGA VESTNIKA«**

Spoštovani predsednik, delegatke, delegati in gostje, spoštovani bralke in bralci Gradbenega vestnika!

Od zadnje skupščine ZDGITS v novembru 1991 sta v celoti izšla dva letnika Gradbenega vestnika: vsako leto po 12 števil v petih zvezkih. V obeh letih je imela posamezna številka v povprečju po 24 strani, to je na gornji meji plana (20–24 strani).

V letu 1992 so imeli posamezni zvezki po dve stalni prilogi: poročila FAGG Univerze v Ljubljani in Informacije ZRMK Ljubljana. V letu 1993 smo pridobili še eno stalno prilogo, in sicer Novosti gradbeništva Tehniške fakultete Univerze v Mariboru. Vse tri priloge so financirali navedeni naslovi.

V letu 1992 je bilo 8 števil tematskih, kar pomeni, da so članke v celoti prispevala posamezna podjetja oziroma inštituti. V letu 1993 je bilo takih števil polovico manj, kar pomeni med drugim tudi, da je bilo pol manj števil sofinanciranih kot leto poprej.

Naklada Gradbenega vestnika je v dveh letih padla od 2500 na 1200 izvodov. Gotovo ni cena tisto, zaradi česar je med člani ZDGITS vse manj naročnikov. Najverjetneje je, da zaposleni v vedno bolj obrobem gradbeništva v Gradbenem vestniku ne najdejo tistega, kar bi jim pri njihovem vsakdanjem delu neposredno koristilo. Gradbeni vestnik je vse bolj slika stanja obeh fakultet, naših inštitutov in nekaj večjih podjetij.

Vedno težje je dobiti naročnika za tematsko številko, pa tudi posamezne članke pri uglednih naslovih.

Zaradi raznih vzrokov prihaja do zamujanja pri izhajanju posameznih števil, kljub vložnemu trudu. V številke se je vrnilo tudi nekaj napak, za katere se naročnikom opravičujem. Na bistveno napako smo v naslednjem zvezku opozorili in jo popravili.

Iz podanega je razvidno, da je Gradbeni vestnik odraz agonije našega gradbeništva.

Predvidena gradnja avtocest bo Gradbeni vestnik nekoliko poživila, vendar je pričakovati, da bo nadaljnje izhajanje časopisa povezano še z večjimi problemi kot do sedaj. Zato je potrebno, da delegati povedo svoje mnenje oziroma svoje predloge, kako naprej. Treba je ugotoviti, ali je časopis, tak kot je, z manjšimi dopolnili še zanimiv ali pa zahteva večje spremembe. V slednjem primeru bi bilo nujno za glavnega in odgovornega urednika izvoliti mlajšega strokovnjaka, ki bo taki spremembi kos.

Maj, 1994

Glavni in odgovorni urednik  
Gradbenega vestnika  
Franc Čačovič, dipl. inž.

---

**POUDARKI IZ RAZPRAVE IN SKLEPI  
REDNE SKUPŠČINE ZDGITS, 5. 5. 1994 V ŠOŠTANJU**

---

1.0 Ponovno je bil obravnavan problem Zakona o graditvi objektov, ki zaradi svoje zastarelosti že dalj časa povzroča motnje v delovanju gradbeništva, saj že itak šibke inšpekcijske službe ne morejo v času burnega prestrukturiranja družbe zagotoviti izpolnjevanja sicer zastarelih, vendar še vedno veljavnih ter potrebnih zakonskih določil. Vsi večletni poskusi gradbeništva, da se zakon dopolni ali v celoti zamenja z novim, ki naj bi se približal evropskim usmeritvam, so propadli zaradi neuskladenosti med ministrstvi in različnimi pogledi na to dejavnost. Ker so te težave že prekoračile razumno mejo in ogrožajo pravni red in tehnično varnost, je skupščina sprejela naslednji sklep:

**sklep št. 1.:**

Zaradi specifičnosti gradbene dejavnosti mora imeti stroka odločujoč vpliv na vsebino zakona o graditvi, pri čemer je potrebno, v fazi sprejemanja tega akta, s širšo razpravo v strokovni javnosti preveriti in po potrebi izboljšati predlagane rešitve.

Skupščina podpira aktivnosti Združenja za gradbeništvo in industrijo gradbenega materiala pri zahtevi, da se ta akt sprejme kot samostojni zakon.

2.0 Po razpravi o stanju na področju izobraževanja predvsem pa zaposlovanja v gradbeništvu so bili v želji, da bi gradbeništvu omogočili normalni razvoj in prenesli blagodejne učinke predvidenih investicij na ostale gospodarske veje, kot to delajo v razvitih deželah, predlagani naslednji ukrepi:

**sklep št. 2.a.:**

Zavod za statistiko in Gospodarska zbornica morata zagotoviti učinkovit informacijski sistem, ki bo nudil pravo sliko o stanju in potrebah v gradbeništvu in spremljajočih dejavnostih.

**sklep št. 2.b.:**

Državni organi morajo realno oceniti možnosti za prešolanje in preusmeritev nezaposlenih v gradbeništvo, za povečanje vpisa na gradbene šole, pripraviti kratkoročne in dolgoročne ukrepe ter strategijo Slovenije pri zaposlovanju tujcev v deficitarnih poklicih. Pri tem je treba preprečiti nekontroliran prodor cenene delovne sile iz drugih držav, ki bo z znižanjem cene dela odvrnil že itak redke domače delavce od gradbeništva in preprečil vse lastne programe prezaposlitve. V gospodarskih sporazumih s posameznimi državami je treba uveljaviti na tem področju recipročnost ter uvesti možnost sezonskega zaposlovanja. Pri pripravi ustreznih zakonskih predpisov je smotno uporabiti izkušnje gradbene operative, ki si jih je pridobila pri delih v tujini.

**sklep št. 2.c.:**

Z novo panožno kolektivno pogodbo je potrebno zagotoviti proizvodnim delavcem take prejemke, da bodo motivirani za delo pod težkimi pogoji v gradbeništvu (torej moramo pustiti tržne mehanizme, da delujejo tudi ob pomanjkanju kvalitetne delovne sile). Seveda pa lahko ti mehanizmi delujejo le v pravno urejenem okolju,

kot to vidimo ter čutimo v razvitem delu Evrope. Zato je potrebno zagotoviti, da bodo vsi spoštovali sprejeta pravila, ki jih uvajata Splošna in panožna kolektivna pogodba ter tudi drugi predpisi s področja varstva pri delu ter kvalitete. Država bo pač končno morala usposobiti inšpekcije, da bodo lahko zahtevale od vseh enako spoštovanje pogojev za delovanje na področju gradbeništva.

#### sklep št. 2.d.:

Tako kot država, šole in podjetja morajo tudi društva posvetiti več pozornosti animiranju mladine za gradbene poklice.

#### sklep št. 2.e.:

Ob procesu prilagajanja visokošolskega izobraževanja evropskim usmeritvam se mora ZDGITS vključiti v pripravo učnega programa ter uvajanja novega sistema.

#### sklep št. 2.f.:

Državni organi morajo zagotoviti recipročnost pri priznavanju doma dosežene strokovne izobrazbe tudi v tujini.

3.0 Poleg zastarelega zakona o graditvi objektov vnašajo v gradbeno dejavnost nered tudi zastareli in pomanjkljivi tehnični predpisi in standardi, katerih pravna veljavnost je sporna. Zato je bil sprejet sklep:

#### sklep št. 4.:

Skupščina ZDGITS poziva državne organe, da pripravijo program izdelave ter zagotove financiranje izdelave novih standardov ter ustreznih tehničnih pravilnikov.

Ljubljana, 9. 6. 1994

Maj, 1994

DRC - Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije d.o.o.

Road and Transportation Research Association of Slovenia \* Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen Slovensiens

# NOVICE O CESTAH

road's newsletter



Pod pokroviteljstvom

Ministrstva za promet in zveze in IRF - International Road Federation  
organizirajo

DRC - Družba za raziskave v cestni in prometni stroki Slovenije,  
Društvo za ceste Ljubljana in Društvo za ceste Maribor

## 2. SLOVENSKI KONGRES

---

## O CESTAH IN PROMETU

---

Portorož, 26. - 28. oktober 1994



## tehno inženiring

61235 radomlje, p.p. 8,  
homec VII. ul. 35, SLO  
tel.: 061/728-002, 727-876; fax. 061/728-002  
žiro račun: 50120-601-64243



### IZDELUJEMO VSE VRSTE KALUPOV ZA BETONSKE POLIZDELKE

- žerjavne proge
- stebri
- Pi plošče
- nosilci raz. presekov
- ograjni elementi
- cestni robniki
- stopnice
- A nosilci
- cvetlična korita
- ograjni stebrički

Kalupi so lahko opremljeni z različno vibrotehniko, nizko-temperaturnim zaparjevanjem pod Al. pokrovi, tesnjeni z oljeodporno gumo. Izdelani so v ozkih tolerancah in kvalitetno korozijsko zaščiteni.

#### ● PROJEKTIRANJE

- obratov za betonske prefabrike in galanterijo
- betonarniško-transportnih postrojenj
- kalupov za vse vrste betonskih izdelkov
- opreme za vibriranje in zaparjevanje

#### ● OPREMLJANJE

- obratov za betonske prefabrike in galanterijo
- obratov za proizvodnjo betona
- oprema za prenapenjanje

#### ● PROIZVODNJA

- vseh vrst kalupov za betonske izdelke
- opreme za vibriranje in zaparjevanje
- naprave za transport in dozir. betona

#### ● MONTAŽA IN VZDRŽEVANJE

- vseh vrst naprav za izdelavo betona betonskih polizdelkov ter naprav v industriji gradbenega materiala

#### ● SVETOVANJE

- za izvedbo betonarn, tovarn betonskih izdelkov, obdelavo in negovanje betona, tehnologij v industriji gradbenega materiala