

# GRADBENI VESTNIK

# 4

KONSTRUKTOR, TOZD GRADBENIŠTVO POMURJE, MURSKA SOBOTA  
DEPANDANSA HOTELA »RADIN« V RADENCIH





# korostop

antikorozijski dodatek betonu in cementni malti.

SOZD **KEMA** <sup>MD</sup> MARIBOR  
TOVARNA DUŠIKA RUŠE n.sol.o.

TOZD PROIZVODNJA KREMENČEVEGA  
PESKA n.sol.o. PUCONCI

TELEFONI: (069) 72-520, 72-521; TELEGRAM: SEPARACIJA PUCONCI

Društvo gradbenih konstruktorjev  
(v ustanavljanju)  
Ljubljana, Jamova 2

in

Društvo za potresno inženirstvo  
Ljubljana, Jamova 2

vabita na

## 7. zborovanje gradbenih konstruktorjev Slovenije

Pokrovitelj Zavod za raziskavo  
materiala in konstrukcij  
v Ljubljani

Bled, Casino, 19.—20. septembra 1985  
Podrobnosti boste našli na strani 89



# GRADBENI VESTNIK

GLASILO ZVEZE DRUŠTEV GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE  
Št. 4 • LETNIK 34 • 1985 • YU ISSN 0017-2774

## VSEBINA-CONTENTS

|   |  |
|---|--|
| <b>Clanki, študije, razprave</b><br><b>Articles, studies, proceedings</b>   | Duilio Benedetti in Miha Tomaževič:<br>PREVERJANJE POTRESNE ODPORNOSTI ZIDANIH ZGRADB . 75   |
|   | Boris Škerbinek:<br>OPERATIVNO-TEHNOLOŠKA PRIPRAVA KOT POMEMBEN<br>FAKTOR V PROIZVODNEM PROCESU MONTAŽNE GRADNJE . 83  |
| <b>Mnenje in kritika</b><br><b>Opinions</b>   | Svetko Lapajne:<br>KLASIČNA STATIKA — ELEKTRONSKA STATIKA — PRI<br>MOSTOVIH . . . . . 86   |
| <b>Iz naših kolektivov</b><br><b>From our enterprises</b>   | SCT LJUBLJANA, Ljubljana . . . . . 87<br>SGP GORICA, Nova Gorica . . . . . 88<br>SOZD ZGP GIPOSS, Ljubljana . . . . . 88<br>HIDROMONTAŽA, Maribor . . . . . 88<br>NOVICE VODARJEV . . . . . 89 |
| <b>Vesti in informacije</b><br><b>News and informations</b>   | 7. ZBOROVANJE GRADBENIH KONSTRUKTORJEV SLOVENIJE . 89  |
| <b>In memoriam</b><br><b>In memoriam</b>  | PROF. STOJAN GLOBOČNIK . . . . . 91  |
| <b>Informacije Zavoda za raziskavo</b><br><b>materiala in konstrukcij Ljubljana</b><br><b>Proceedings of the Institute for</b><br><b>material and structures research</b><br><b>Ljubljana</b> | VPLIV VRSTE CEMENTA IN VODOCEMENTNEGA RAZMERJA<br>NA ZMRZLINSKO ODPORNOST INJEKCIJSKIH MAS ZA KORO-<br>ZIJSKO ZAŠČITO PREDNAPETIH KABLOV (prvi del)<br>Damijana Dimic . . . . . 89             |

Glavni in odgovorni urednik: SERGEJ BUBNOV

Tehnični urednik: DUŠAN LAJOVIČ

Lektor: ALENKA RAIČ

Uredniški odbor: NEGOVAN BOŽIČ, VLADIMIR ČADEŽ, JOŽE ERŽEN, IVAN JECELJ, ANDREJ KOMEL, STANE PAVLIN, FRANC ČAČOVIČ, BRANKA ZATLER-ZUPANČIČ

Revija izdaja Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Ljubljana, Erjavčeva 15, telefon 221 587. Tek. račun pri SDK Ljubljana 50101-678-47602. Tiska tiskarna Tone Tomšič v Ljubljani. Revija izhaja mesečno. Letna naročnina skupaj s članarino znaša 500 din, za študente 250 din, za podjetja, zavode in ustanove 5000 din. Revija izhaja ob finančni podpori Raziskovalne skupnosti Slovenije, Splošnega združenja gradbeništva in IGM Slovenije in Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana.



## Preverjanje potresne odpornosti zidanih zgradb\*

MIHA TOMAŽEVIČ  
DUILIO BENEDETTI

## Povzetek:

Članek obravnava možne mehanizme odziva zidanih zgradb na potresno obtežbo, pri čemer upošteva rezultate eksperimentalnih in analitičnih raziskav ter analize poškodb zidanih zgradb po potresih. Članek obravnava tudi kriterije za preverjanje nosilnosti armiranih in nearmiranih zidnih elementov.

## Summary:

The seismic response of masonry buildings is discussed with reference to experimental tests, numerical simulations and damage analysis. Pier failure criteria both for unreinforced and reinforced masonry are also discussed.

1. V zadnjih letih se med strokovnimi in raziskovalnimi krogi počasi veča zanimanje za raziskave obnašanja zidanih zgradb pri potresni obtežbi. To lahko pripišemo predvsem dvema razlogoma: zahtevi po zanesljivih teoretičnih osnovah za projektiranje sanacijskih in ojačitvenih ukrepov po rušilnih potresih, ki so prizadeli obširna območja Italije in Jugoslavije, in povečani aktivnosti pri prenovi obstoječega gradbenega fonda, ki ga v večini predstavljajo ravno zidane zgradbe.

Trditev, da je obnašanje zidanih zgradb med močnimi potresi lahko tudi dobro, je običajno obremenjena z nezaupanjem, za kar seveda obstajajo dokaj jasni razlogi.

Med njimi navajamo le dva: na prvem mestu je to ugotovitev, da so prevladujoči delež k celotni škodi po močnih potresih doprinesle prav zidane zgradbe. Drugi razlog je povezan z dinamičnimi lastnostmi tovrstnih zgradb, ki so v glavnem karakterizirane z nizkimi vrednostmi lastnih nihajnih dob: te vrednosti se v spektrih odziva nahajajo ravno v območju, kjer je dinamično povečanje največje, ne glede na vrsto temeljnih tal (glej sliko 1, ki prikazuje srednje vrednosti spektrov odziva 104 kalifornijskih potresov). Iz tega sledi, da bodo zidane zgradbe pri enakem vzbujanju obremenjene z večjimi silami kot druge, npr. skeletne konstrukcije. Če to ugotovitev povežemo z majhnim ugledom, ki ga uživa zid kot material (po krivici ga smatramo

kot material, ki ne more prenašati nategov), si uvodoma omenjeno nezaupanje lahko razložimo.

Pri ugotavljanju poškodb na območjih, ki jih je prizadel potres, pa često naletimo na solidno grajene zidane zgradbe, ki so zelo dobro prestale tudi najmočnejše potresne sunke, ne da bi nam pri tem razlike v stopnji poškodovanosti dovolile misliti na olajševalen in odločilen vpliv različnih temeljnih tal.

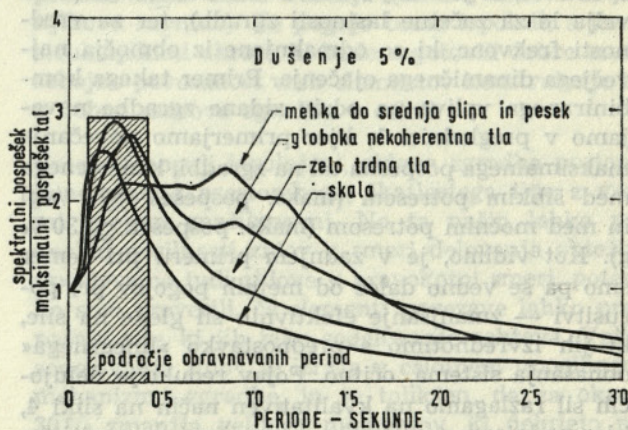
V Naghamu (1) — na primer — so opečne zidane zgradbe zdržale potres z maksimalnim pospeškom tal v velikosti več kot 1 g. Ugodne ugotovitve o obnašanju zidanih zgradb pri potresni obtežbi so bile dobljene tudi z eksperimentalnimi raziskavami. Med preiskavami kamnite zidane zgradbe v merilu 1 : 2 (2) s simuliranimi potresi na potresni mizi v laboratoriju ISMES v Bergamu, Italija (slika 2), je bilo doseženo mejno stanje s potresom z učinkovitim maksimalnim pospeškom (EPA — effective peak acceleration) več kot dvakrat večjim od ustrezne vrednosti, registrirane med potresom v Sturnu 28. 11. 1980. Pri dejanskemu potresu odgovarjajoči maksimalni vrednosti pospeškov vzbujanja je bila preizkusna kamnita zgradba le v manjši meri poškodovana. Pred nedavnim je bil preiskan (3) tudi model štirinadstropne zidane zgradbe, ki je imel v smeri vzbujanja razmerje višine proti širini približno 2 (slika 3). Model je bil preiskan na ponostavljeni potresni mizi z vzbujanjem s pomiki tal v obliki potresa El Centro s stopnjevano intenziteto. Porušitev je bila dosežena z vzbujanjem, karakteriziranim z maksimalnim pospeškom v velikosti približno 1 g. Čeprav je bilo trajanje med preiskavo precej krajše od dejanskega — zaradi upoštevanja ustreznih zakonov modelne podobnosti — je dobro obnašanje modela med preiskavo očitno.

\* Članek z naslovom »Sulla verifica sismica di costruzioni in muratura« je izšel v uvodni številki revije »Ingegneria sismica«, letnik I, Bologna, junij 1984, — prevod: Miha Tomažević.

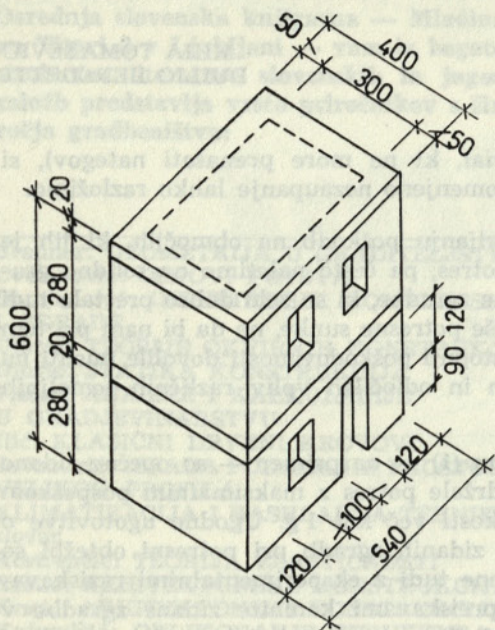
## Avtorja:

Duilio Benedetti, profesor, Politecnico di Milano, Piazza Leonardo da Vinci 32, Milano, Italija in

Miha Tomažević, raziskovalni svetnik, Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana, Dimičeva 12, Ljubljana

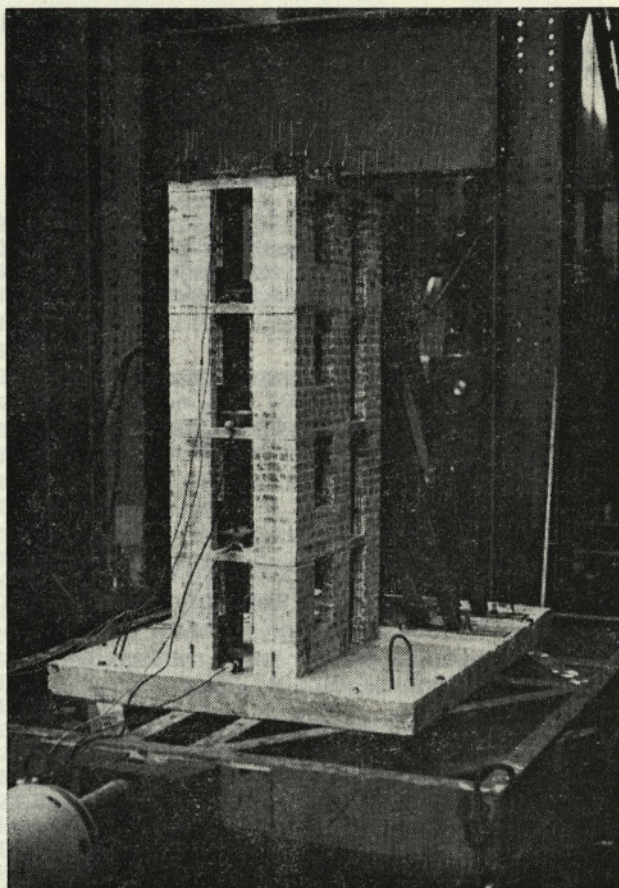


Slika 1

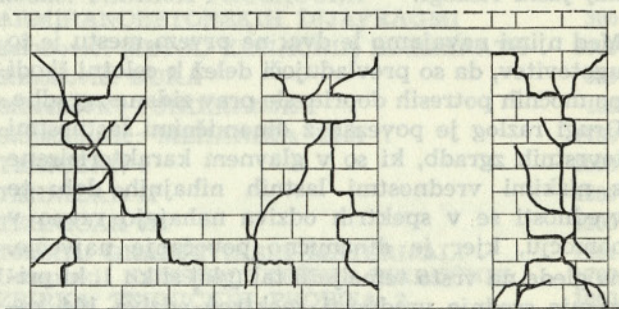


Slika 2

Vzroki za tako, več kot zadovoljivo obnašanje leže deloma v dobri zasnovi zgradb, deloma pa tudi v dobri povezanosti posameznih elementov konstrukcij, ki je preprečila lokalne porušitve, ki vodijo do rušenja celotne konstrukcije, in s tem dovolila polni izkoristek nosilnosti posameznih elementov. Poleg tega moramo upoštevati tudi izkoristek duktilnosti zgradbe, ki — daleč od tega da bi jo lahko zanemarili tudi pri narmiranih zidanih zgradbah — z naraščanjem poškodb zaznavno zmanjša sile, ki delujejo na konstrukcijo med potresom. Analitične raziskave (4) v zvezi z eksperimentalnimi raziskavami (2) so pokazale, da se med močnim potresom dušenje zidane zgradbe poveča za 3–4-krat glede na dušenje, ki ga lahko izmerimo po potresu, ki je zgradbo poškodoval, in da se lastna nihajna doba zgradbe poveča tudi približno za dvakrat. Kot rezultat analiz učinkovitih vrednosti konstrukcije sledi, da moramo odziv zidanih zgradb določiti s spektrom, ki je manj zahteven od elastičnega (le-ta velja le za začetne lastnosti zgradb), fer za vrednosti frekvenc, ki so odmaknjene iz območja največjega dinamičnega ojačenja. Primer takega kombiniranega vpliva na odziv zidane zgradbe navajamo v preglednici 1, kjer primerjamo povečanje maksimalnega pospeška tal na zgradbi, izmerjenega med šibkim potresom (maks. pospešek  $\approx 5\%$  g) in med močnim potresom (maks. pospešek  $\approx 30\%$  g). Kot vidimo, je v zadnjem primeru pri čemer smo pa še vedno daleč od mejnih pogojev pri porušitvi — zmanjšanje učinkovitih sil glede na sile, ki jih iz vrednotimo s predpostavko »linearnega« obnašanja sistema, očitno. Pojav redukcije delujočih sil razlagamo na kvalitativen način na sliki 4, kjer podajamo (pri čemer se omejimo na pozitivne pomike) histerezo ovojnice konstrukcije, ki pri



Slika 3 a



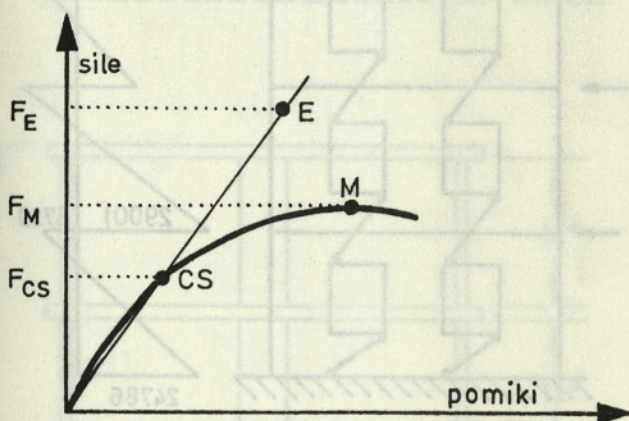
Slika 3 b

Preglednica 1

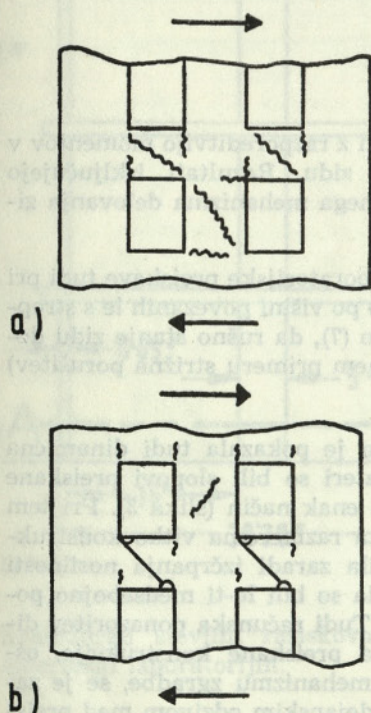
| $a_M$ | $a_I$ | $a_{II}$ |
|-------|-------|----------|
| (g)   | $a_M$ | $a_M$    |
| 0.045 | 2.6   | 3.5      |
| 0.30  | 1.35  | 1.9      |

močnem potresu doseže svojo maksimalno nosilnost (točka M). Točka CS označuje velikost sil, pri katerih se v konstrukciji pojavijo prve resnejše poškodbe. Pri tem ne mislimo toliko na pojav prvih razpok (kot so to npr. upogibne razpoke v parapetih ali pa ob priključkih zidnih slopov na parapetne zidove), pač pa na nastanek tistih pogojev, ki v

območjih, merodajnih za nosilnost, predstavljajo začetek rušenja. Pri nearmiranih zidovih je to npr. nastanek prve diagonalne razpoke v najbolj obremenjenem zidu.



Slika 4.



Slika 5

V primeru, ko bi se konstrukcija obnašala linearno (na sliki prikazano s črto, ki ponazarja efektivno linearnost prve faze dejanskega obnašanja konstrukcije), bi na konstrukcijo pri enakem vzbujanju delovale sile, označene s točko E. Razmerje med silama  $F_E$  in  $F_M$  upošteva vse pojave, povezane s sposobnostjo konstrukcije, da absorbira in disipira energijo, kot smo to zgoraj na kratko opisali.

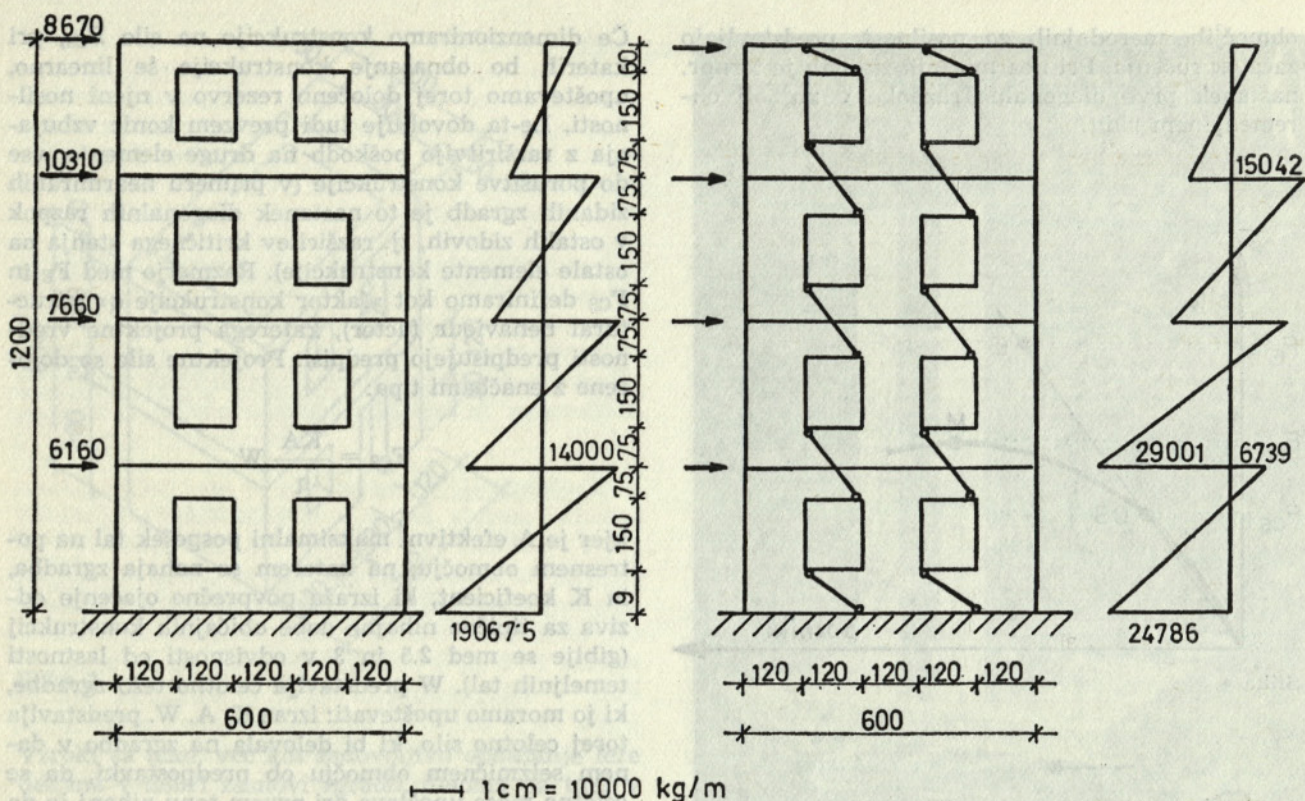
Če dimenzioniramo konstrukcijo na sile  $F_{CS}$ , pri katerih bo obnašanje konstrukcije še linearno, upoštevamo torej določeno rezervno v njeni nosilnosti. Le-ta dovoljuje tudi prevzem konic vzbujanja z razširitvijo poškodb na druge elemente, vse do porušitve konstrukcije (v primeru nearmiranih zidanih zgradb je to nastanek diagonalnih razpok v ostalih zidovih, tj. razširitev kritičnega stanja na ostale elemente konstrukcije). Razmerje med  $F_E$  in  $F_{CS}$  definiramo kot »faktor konstrukcije  $q$ « (structural behaviour factor), katerega projektne vrednosti predpisujejo predpisi. Projektne sile so določene z enačbami tipa:

$$F_{CS} = \frac{KA}{q} W$$

kjer je  $A$  efektivni maksimalni pospešek tal na potresnem območju, na katerem se nahaja zgradba, in  $K$  koeficient, ki izraža povprečno ojačenje odziva za tipične nihajne dobe običajnih konstrukcij (giblje se med 2.5 in 3 v odvisnosti od lastnosti temeljnih tal).  $W$  predstavlja celotno težo zgradbe, ki jo moramo upoštevati: izraz  $K \cdot A \cdot W$  predstavlja torej celotno silo, ki bi delovala na zgradbo v danem seizmičnem območju ob predpostavki, da se celotna masa upošteva pri prvem tonu nihanja in da sistem niha v linearnem območju. Analiza eksperimentalnih rezultatov (2) je pokazala, da je za nearmirane zidane zgradbe efektivna vrednost faktorja konstrukcije  $q$  nepričakovano visoka, velikostnega reda 2.4–2.8. Za primerjavo: priporočila, ki jih je izdelal Applied Technology Council (5) predlagajo za enake konstrukcijske sisteme upoštevanje vrednosti  $q = 1.25$ , tj. vrednosti, ki jo kot prenizko za uporabo v predpisih smatrajo tudi novejša preverjanja na zelo konservativnih osnovah (6).

2. Zidana zgradba, katere odpornost smo preverili glede na ustrezno, pri tem pa niti ne pretirano visoko velikost potresnih sil, bo zagotovo prestala tudi zelo močne potrese. Seveda pa moramo pri tem izpolniti še vse ostale pogoje, s katerimi bomo preprečili težka delna rušenja (strehe, zidovi izven njihove ravnine). Te pogoje bomo izpolnili s konstrukcijskimi ukrepi, ki bodo zagotovili dobro medsebojno povezanost vseh elementov konstrukcije in z dobro zasnovano zgradbo v celoti.

Če so ti pogoji izpolnjeni, zidana zgradba postane konstrukcija prostorskega, škatlastega tipa z vsemi svojimi značilnostmi. Na ta način lahko pri analizi nosilnosti zidov v smeri delovanja obtežbe upoštevamo tudi zidove v pravokotni smeri, potem ko smo preverili, če elementi povezave lahko prenašajo sile, ki jih tako sodelovanje zahteva. Vpliv sodelovanja zidov se izraža v celotnem upogibnem mehanizmu zgradbe, in je tolikšen, da za okrog 30% zmanjša velikost momentov, ki delujejo na koncih zidu, kar pomeni, da je približno enak vpli-



Slika 6

vom prečnih sil na parapetni del zidu, kot to kažejo rezultati numeričnih analiz (7), (8).

Pri navadnih zidanih zgradbah — do razmerja višine proti dolžini približno 2 — so slopovi zidov v smeri delovanja obtežbe tisti osnovni elementi, katerih obnašanje odločujoče vpliva na odpornost in duktilnost zgradbe. Kljub temu pa na splošno slopovi niso prvi element zidu, ki se pri delovanju horizontalne obtežbe močno poškodujejo. Običajno se pred njimi zaradi delovanja upogibnih momentov in prečnih sil izčrpa nosilnost parapetnega dela zidu (slika 5 a). Pojav poškodb in s tem dosežene nosilnosti parapetnega dela zidu nekateri avtorji smatrajo za začetek delovanja zidu kot konzole, pri kateri za prenos horizontalne obtežbe prevladuje upogibni mehanizem. Seveda bi bila na tak način izračunana nosilnost zidu razmeroma majhna, posebno še v primeru nearmiranega zidu.

Avtorja članka med svojimi izkušnjami nista odkrila poškodb, ki bi potrjevale konzolni mehanizem zidu, tudi ne v primeru močno poškodovanih parapetov. To si lahko razložimo na ta način, da si zamišljamo, da se v parapetnem delu zidu ustvarijo tlačni elementi, ki prenašajo sile na slopove (slika 5 b). Tlačni elementi, katerih naklon je določen z višino parapeta, občutno zmanjšajo velikost upogibnih momentov, ki delujejo na slopove, obravnavane kot konzolne elemente. Situacija je bila pozorjena numerično v (8), rezultati v obliki razporeditve upogibnih momentov po višini zidu pa so na

sliki 6 primerjani tudi z razporeditvijo momentov v še nepoškodovanem zidu. Rezultati izključujejo predpostavko konzolnega mehanizma delovanja zidu.

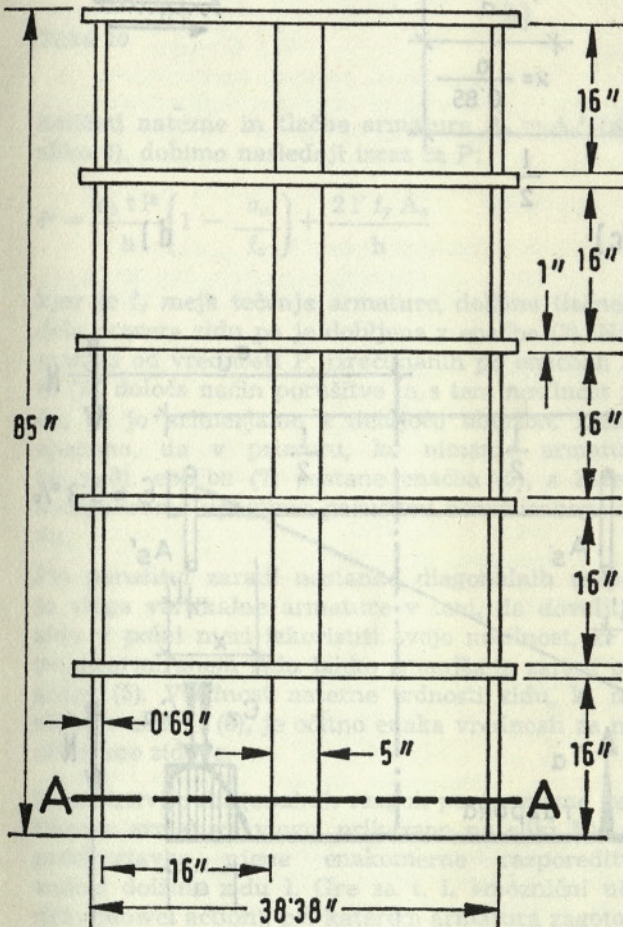
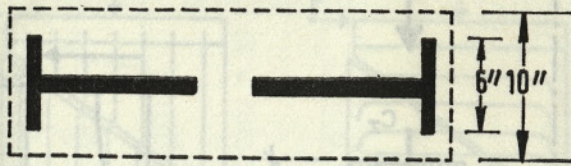
Na drugi strani pa laboratorijske preiskave tudi pri slopovih, medsebojno po višini povezanih le s stropnimi ploščami, kažejo (7), da rušno stanje zidu določa porušitev (v danem primeru strižna porušitev) slopov (slika 7).

Analogen mehanizem je pokazala tudi dinamična preiskava (3), pri kateri so bili slopovi preiskane zgradbe povezani na enak način (slika 3). Pri tem gre, kot že rečeno, za razmeroma vitko konstrukcijo, ki se je porušila zaradi izčrpanja nosilnosti slopov kljub temu, da so bili le-ti medsebojno povezani le s stropovi. Tudi računski ponazoritev dinamičnega obnašanja preiskane konstrukcije, osnovana na etažnem mehanizmu zgradbe, se je zadovoljivo ujemala z dejanskim odzivom med preiskavo, pa čeprav v področju, ko so se razpoke že močno razširile.

Izvrედnotenje rezerv nosilnosti zidnega slopa pri horizontalni obtežbi očitno igra osnovno vlogo v postopku preverjanja nosilnosti in dimenzioniranja. V nadaljevanju bomo obravnavali možne mehanizme obnašanja armiranih in nearmiranih zidov, pri čemer bomo izhajali iz poznanih eksperimentalnih rezultatov. Razložili bomo kriterije za preverjanje nosilnosti, ki so jih v zadnjih letih eksperimentalno



A-A



Slika 7

kontrolirali številni raziskovalci v evropskih in ameriških laboratorijih.

**Nearmirani zidovi**

3. Obravnavamo (slika 8a) zid, na katerega konceh deluje horizontalna obtežba P, ki se počasi povečuje, ter vertikalna obtežba N. V začetku (pri nizkih vrednostih P) ravnotežje zagotavljata momenta  $M = Ph/2$ , ki delujeta na konceh zidu; z naraščajočo horizontalno obtežbo P povzroči M v tegneni coni prve horizontalne razpoke, ki se počasi širi.

Pri teh pogojih se ravnotežje proti prevrnitvi vzpostavi tako, da se rezultanta vertikalne obtežbe N

premakne proti tlačnim robovoma zidu, doprinos momenta pa postane vedno manj važen.

Ekstremni položaj, ki ga lahko zavzame rezultanta N, je določen z oddaljenostjo tlačnega roba krajnjih prereзов zidu: v tem primeru je vrednost P enaka:

$$P = \frac{l}{h} N \tag{1}$$

kjer sta l in h dolžina in višina zidu: pri vrednostih P, ki presegajo vrednosti, dane z (1), se zid začne prevračati.

Zgoraj navedeni pogoj je bolj ali manj teoretičnega značaja. Običajno se, preden vrednost P doseže mejno vrednost, določeno z (1), v zidu bodisi pojavi prva diagonalna razpoka, bodisi se zid sesede zaradi izkoriščene tlačne trdnosti zidu na tlačnih robovih.

Prvi pogoj je izpolnjen, kadar je vrednost P enaka:

$$P = t l \frac{\sigma_{tr}}{b} \sqrt{1 + \frac{\sigma_o}{\sigma_{ti}}} \tag{2}$$

kjer je:

- t — debelina zidu
- $\sigma_o$  —  $N/t l$
- $\sigma_{tr}$  — natezna trdnost zidu
- b — koeficient enak 1 za  $h/l \leq 1$  in 1,5 za  $h/l \geq 1,5$  (za vmesne vrednosti h/l se vrednosti b določijo z linearno interpolacijo)

Enačba (2), ki je bila predložena v (9), je bila že velikokrat preverjena (v zadnjem času tudi v [10] in [11]). Osnovana je na predpostavki, da pri doseženi nosilnosti glavna natezna napetost v sredini zidu prekorači natezno trdnost zidu.

Pri predpostavki ravninskega zasuka prereza zidu je na sliki 8 c opisana razporeditev specifičnih deformacij in notranjih sil pri doseženi tlačni trdnosti zidu. Če nadomestimo dejansko razporeditev napetosti z ekvivalentno pravokotno razporeditvijo vzdolž dela prereza zidu dolžine

$$a = \frac{\sigma_o}{f_c} l \tag{3}$$

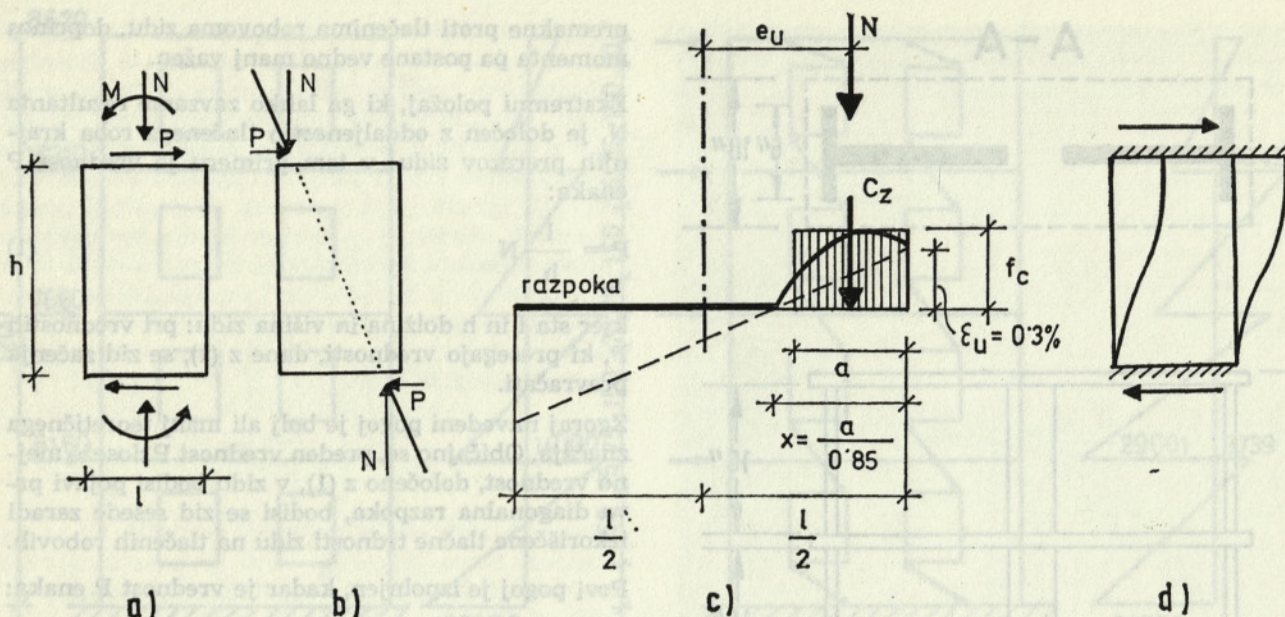
in izrazimo moment glede na tlačni rob zidu, lahko določimo ekscentriciteto  $e_u$  normalne sile N:

$$e_u = \frac{M_u}{N} = \frac{l}{2} \left( 1 - \frac{\sigma_o}{f_c} \right) \tag{4}$$

kateri pri predpostavljene mehanizmu odgovarja horizontalna sila

$$P = \frac{2 M_u}{h} = \frac{\sigma_o t l^2}{h} \left( 1 - \frac{\sigma_o}{f_c} \right) \tag{5}$$

Pri tem lahko ugotovimo, da se enačba (5) pri predpostavki  $f_c \rightarrow \infty$  spremeni v ravnotežni pogoj (1).



Slika 8

Ugotovimo lahko tudi, da prisotnost momentov

$$M_u = N e_u$$

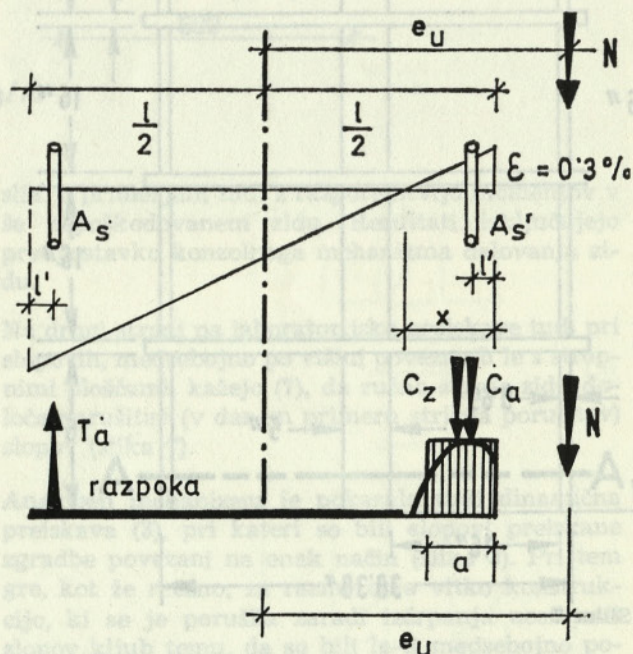
precej spremeni situacijo, prikazano na sliki 8 a, še posebej pa se ne ujema z deformacijo zidu, prikazano na sliki 8d. In ne nazadnje lahko ugotovimo, da pri opisanem mehanizmu pred doseženo nosilnostjo (2) ali (5) vedno nastanejo upogibne razpoke na koncih zidu. Sila, ki dejansko deluje na zid, mora biti torej manjša od najmanjše izmed vrednosti (2) in (5). Glede na to računski moment na koncih zidu ne sme prekoračiti vrednosti:

$$M_u = \frac{\sigma_0 t l^2}{2} \left( 1 - \frac{\sigma_0}{f_c} \right)$$

Ta kontrola dovoljuje preveriti element tudi pri predpostavki drugačnih mehanizmov, kot smo ga privzeli pri izpeljavi zgoraj navedenih odvisnosti.

#### Zidovi z vertikalno armaturo

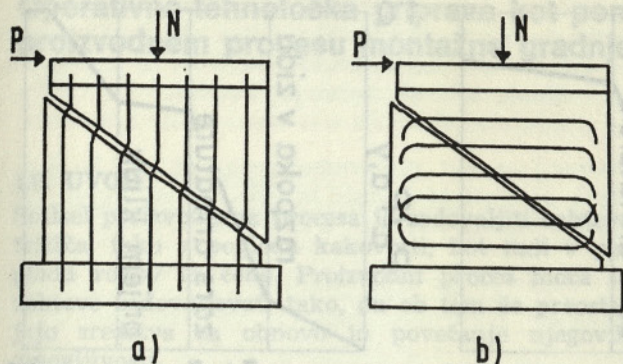
4. Zaradi enostavnosti obravnavamo zid z vertikalno armaturo, položeno le na robovih zidu (slika 9). V tem primeru armatura nudi ravnotežje momentov, ki ga povzroča horizontalna obtežba P na koncih zidov, vse do dosežene meje tečenja tegnjene in popuščenja tlačne armature. Ko narašča horizontalna obtežba, se zopet najprej pojavijo horizontalne razpoke na koncih zidov (kot to izčrpno dokumentirajo rezultati [9]). V splošnem se te razpoke razširijo, nastanejo pa tudi nove, podobne razpoke. Ker armatura nudi ravnotežje momentom na koncih zidov, naraščanje horizontalne obtežbe lahko povzroči nastanek prve vidne diagonalne razpoke. Tak, strižni način porušitve, previdimo z enačbo (2), ki jo tu ponovno napišemo:



Slika 9

$$P = t l \frac{\sigma_{tr}}{b} \sqrt{1 + \frac{f_c}{\sigma_{tr}}} \quad (6)$$

V tem primeru je lahko ekscentriciteta normalne sile N tudi večja od  $l/m$ . Razen možnosti nastanka strižne porušitve običajno kontroliramo tudi možnost nastanka upogibne porušitve, ki je določena z doseganjem upogibne nosilnosti krajnjih prereзов zidu. Če upoštevamo ravninski zasuk prereza zidu, simetrijo vpetosti na obeh koncih zidu in enaki



Slika 10

količini natezne in tlačne armature  $A_s = A_s'$  (glej sliko 9), dobimo naslednji izraz za P:

$$P = \frac{\sigma_0 t l^2}{h} \left( 1 - \frac{\sigma_0}{f_c} \right) + \frac{2 l' f_y A_s}{h} \quad (7)$$

kjer je  $f_y$  meja tečenja armature, dolžina tlačnega dela prereza zidu pa je dobljena z enačbo (3). Najmanjša od vrednosti P, izračunanih po enačbah (6) in (7), določa način porušitve in s tem nosilnost zidu, ki jo primerjamo z delujočo obtežbo. Lahko opazimo, da v primeru, ko nimamo armature ( $A_s = 0$ ), enačba (7) postane enačba (5), s katero kontroliramo upogibno porušitev nearmiranega zidu.

Pri porušitvi zaradi nastanka diagonalnih razpok je vloga vertikalne armature v tem, da dovoljuje zidu v polni meri izkoristiti svojo nosilnost, ki je pri nearmiranem zidu lahko zmanjšana zaradi pogojev (5). Vrednost natezne trdnosti zidu, ki nastopa v enačbi (6), je očitno enaka vrednosti za nearmirane zidove.

Z razširitvijo diagonalnih razpok pa prevzame vertikalna armatura vlogo, prikazano na sliki 10a za predpostavko njene enakomerne razporeditve vzdolž dolžine zidu l. Gre za t. i. »moznični učinek« (dowel action), pri katerem armatura zagotovi celotno nosilnost zidu z upogibom. Mehanizem delovanja armature, analiziran v (12), teoretično zagotavlja naslednjo vrednost nosilnosti P:

$$P' \cong 0,20 n d^2 f_y \quad (8)$$

kjer je n število armaturnih palic, d pa njihov premer. Da bi se izognili nenadnim padcem nosilnosti med širjenjem in večanjem diagonalnih razpok, in hkrati zidu zagotovili povečano duktilnost, bi morala biti v idealnem primeru vrednost P' enaka vrednosti P, določenj z enačbo (6). To pa seveda zahteva znatno količino armature, ki o njenem dejanskem učinku nimamo na razpolago enotnih in jasnih eksperimentalnih podatkov.

Za mehanizme rasporeditve momentov, ki se razlikujejo od tu obravnavanega etažnega mehanizma,

nosilnost zidnega elementa kontroliramo tako, da primerjamo upogibno nosilnost krajnjih prereзов zidu:

$$M_u = \frac{\sigma_0 t l^2}{2} \left( 1 - \frac{\sigma_0}{f_c} \right) + l' f_y A_s$$

z dejansko nastopajočim upogibnim momentom.

### Zidovi s horizontalno armaturo

5. Prva razlaga mehanizma nosilnosti horizontalne armature je bila formulirana v (12). Osnovana je bila na predpostavki, da po nastanku diagonalne razpoke zidu zagotavlja nosilnost samo armatura, izkoriščena do meje tečenja. To seveda vodi do ocene maksimalne vrednosti P, izražene z izrazom:

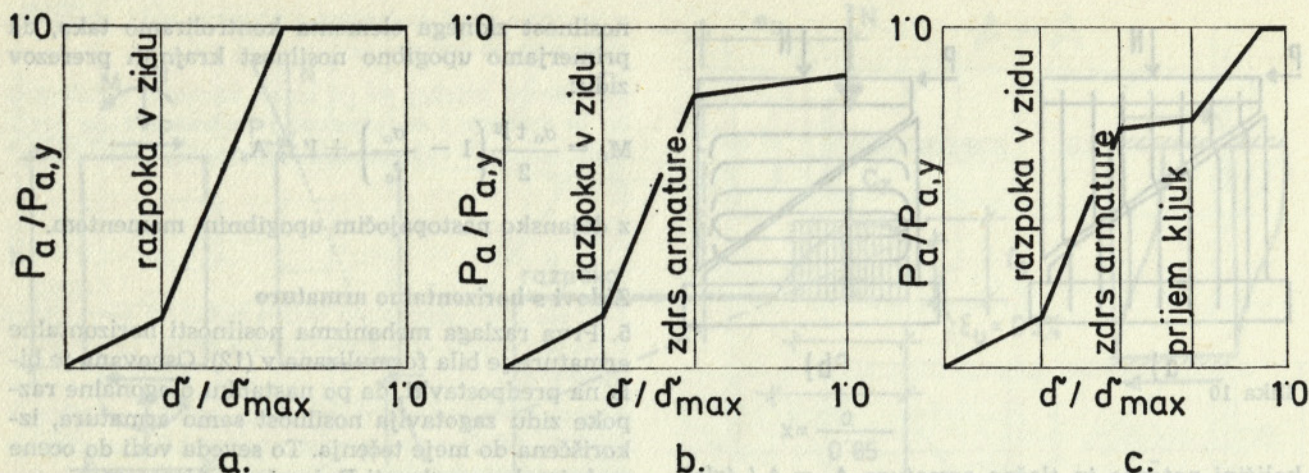
$$P_M = \frac{n \pi d^2}{4} f_y \quad (9)$$

pri čemer ponovno pomeni n število armaturnih palic,  $f_y$  pa mejo tečenja armature (slika 10).

Veljavnosti enačbe (9) nasprotujejo rezultati mnogih raziskav, ki niso mogle jasno dokazati predpostavljene odvisnosti med količino armature in maksimalno nosilnostjo zidu.

Nedavne raziskave (13) nam dovoljujejo analizirati doprinos horizontalne armature na ustreznejši način. Slika 11 prikazuje tri možnosti mehanizma delovanja armature, pri čemer je prikaz podan v odvisnosti od izkoristka armature, tj. v odvisnosti od razmerja med silo v armaturi  $P_a$  in nosilnostjo armature  $P_{ay}$  (podano z enačbo [9]:  $P_{ay} = P_M$ ). Relativni pomiki med krajnjima robovoma zidu so izraženi v razmerju maksimalnega doseženega relativnega pomika  $\delta_M$ . Pri tem slika 11a prikazuje idealni mehanizem. V prvi fazi je doprinos armature k nosilnosti zidu skromen zaradi omejenih specifičnih deformacij zidu pred nastankom diagonalnih razpok. Po nastanku diagonalnih razpok se horizontalne sile postopoma prenesejo na armaturo, dokler se le-ta ne plastificira. Kot vidimo, gre v tem primeru za obnašanje, ki ga lahko analitično izrazimo z enačbo (9).

Sliki 11b in c prikazujeta dejanska mehanizma, pri katerih je naraščanje doprinosu armature k nosilnosti zidu prekinjeno zaradi izgube sprijemnosti med armaturo in malto (slika 11b). V nekaterih primerih so kljuke na koncih armaturnih palic ustavile zdrs armature in dovolile ponoven prijem armature (slika 11c). V omenjenih raziskavah je bilo tudi ugotovljeno, da je bila, čeprav je v nekaterih primerih dosegla mejo tečenja, armatura v večini primerov daleč od polne izkoriščenosti, podane z enačbo (9). Kot primer je zanimivo pogledati rezultate, navedene v preglednici 2 (povzete iz [13]), kjer so za dve različni kvaliteti malte in raz-



Slika 11

lične količine armature navedena razmerja med največjimi izmerjenimi silami v armaturi  $P_{aM}$  in nosilnostjo armature  $P_{yM}$  (izkoristek armature).

Preglednica 2

| Tlačna trdnost<br>malte<br>(MPa) | Odstotek<br>armature<br>(%) | $P_{aM}$ |
|----------------------------------|-----------------------------|----------|
|                                  |                             | $P_{yM}$ |
| 12.4                             | 0.18                        | 0.43     |
|                                  | 0.32                        | 0.30     |
|                                  | 0.37                        | 0.37     |
| 17.8                             | 0.18                        | 0.84     |
|                                  | 0.32                        | 0.58     |
|                                  | 0.37                        | 0.39     |

Kot vidimo, je razmerje vedno manjše od ena. Izkoristek armature se zmanjšuje z naraščajočo količino armature in s padajočo kvaliteto malte (s slabšanjem razmer povezave armatura-zid).

Torej je nepotrebno, da bi armaturo predimenzionirali, tj. da bi zid armirali s količino armature, katere nosilnost, določena z enačbo (9), je večja od strižne nosilnosti zidu, določene z enačbo (2): največji izkoristek armature pri prevzemu nosilnosti in hkrati visoko stopnjo duktilnosti zagotovimo že z minimalno količino armature. Seveda pa moramo pri tem z dobro malto in ustreznim zidanjem preprečiti izgubo sprjemnosti.

Zdi se, da učinek horizontalne armature ni toliko v povečani nosilnosti zidu, kot v zagotavljanju dobre duktilnosti. Pri sicer enaki nosilnosti so imeli horizontalno armirani zidovi približno trikrat večjo duktilnost kot odgovarjajoči nearmirani zidovi.

## LITERATURA

1. EAEE Bulletin, 18/8, 4, no. 1.
2. D. Benedetti, A. Castoldi, »Dynamic and static experimental analysis of stone masonry buildings«, Proceedings, 7-ECEE, Athens, 1982.
3. M. Tomažević, R. Žarnić, »Shaking Table Study of a Four-Storeyed Masonry Building Model«, Proceedings, 8-WCEE, San Francisco, 1984.
4. D. Benedetti, G. M. Benzoni, »A numerical model for seismic analysis of masonry buildings«, v tisku v Earthquake engineering and structural dynamics.
5. »ATC 3-06, NBS Special publication 510«, U. S. Govt. printing office, 1978.
6. B. I. Sveinsson, R. L. Mayes, H. D. McNiven, »Evaluation of seismic design provisions of masonry in U. S.«, UCB-EERC report No. 81/10, 1981.
7. U. C. Kalita, A. W. Hendry, »An experimental and theoretical investigation of the stresses and deflections in model cross wall structures«, Proceedings, 2-IBMaC, Stoke-on-Trent, 1970.
8. G. M. Benzoni, N. Malatesta, »Influenza degli effetti flessionali sul comportamento sismico di edifici in muratura«, L'ingegneria sismica in Italia, Rapallo, 1984.
9. V. Turnšek, F. Čačovič, »Some Experimental Results on the Strength of Brick Masonry Walls«, Proceedings, 2-IBMaC, Stoke-on-Trent, 1970.
10. P. A. Hidalgo, R. L. Mayes, H. D. McNiven, R. W. Clough, »Cyclic loading tests of masonry single piers«, UCB-EERC reports No. 78/27, 78/26, 79/12, 1978—1979.
11. R. L. Mayes, Y. Omote, R. W. Clough, »Cyclic shear tests of masonry piers«, UCB-EERC report 76-8, 1976.
12. M. J. Priestley, D. O. Bridgeman, »Seismic resistance of brick masonry walls«, Bull. of New Zealand Nat. Soc. for Earthquake Engineering, vol. 7, n. 4. 1974.
13. M. Tomažević, R. Žarnić, »The effect of horizontal reinforcement on strength and ductility of masonry walls«, Proceedings, CIB Symposium on Wall Structures, Warsaw, 1984.

## Operativno-tehnološka priprava kot pomemben faktor v proizvodnem procesu montažne gradnje

BORIS ŠKERBINEK

### 1.0. UVOD

Smisel proizvodnega procesa je zadovoljiti zahteve tržišča, tako v pogledu kakovosti, kot tudi v pogledu rokov in cene. Proizvodni proces mora te zahteve zadovoljevati tako, da ob tem še preostajajo sredstva za obnovo in povečanje njegovih zmogljivosti.

Del proizvodnega procesa pa je tehnološki proces, ki je neobhodno potreben za preoblikovanje, izdelavo, transport, sestavljanje, kontrolo kakovosti itd. Tehnološki proces je torej tisti, ki je neposredno povezan z dokončanjem proizvoda.

### 1.1. Proizvodnja standardnih gradbenih elementov

Sodelovanje tehnologov pri načrtovanju proizvodnih procesov je nujno, ker morajo presoditi možnosti izdelave zahtevnih proizvodov in potrebo po vlaganju v delovne pripomočke in proizvodno opremo.

Tehnologi s svojo dejavnostjo, s predvidevanjem ustreznega gradiva, postavljajo osnove za gospodarjenje z materialom. Zaradi določenih dolgih dobavnih rokov je nujno podati oceno potrebnega materiala tudi vnaprej.

Posebno važno je sodelovanje tehnologov s konstrukterji, ker samo ob upoštevanju proizvodnih možnosti bom proizvajali ekonomsko.

Sodelovanje pri standardizaciji v smislu poenotenja tehnoloških postopkov je nujno, vse v smislu tipizacije in standardizacije sestavnih delov vseh proizvodnih procesov.

Tehnološki postopki z normativi časa in gradiva ter z določitvijo delovnih mest so neposredna osnova dela operativne priprave proizvodnje. Sodelovanje je potrebno predvsem pri posebnih zahtevah po kakovosti in roku.

Sodelovanje s proizvodnjo je važen faktor, ker vse ne poteka vedno tako, kot je predvideno. Stremeti je za izboljšavami, ki so posledica izmenjav mnenj med tehnologi in operativnimi izvajalci.

Osnova za delo kontrole kakovosti so podatki, ki jih podajata razvoj in tehnološki postopki. Tehnologi predvidevajo kontrolo kakovosti po vrsti in obsegu že v tehnoloških postopkih.

Načrtovanje tehnološkega postopka je ena od stopenj priprave proizvodnje. Predpogoj za dobro

opravljeno delo je v pravilni izbiri izdelka, ki mora zadovoljevati širok krog kupcev in to v pogledu:

- funkcionalnosti,
- trajnosti,
- cene,
- velikosti,
- splošne uporabnosti (dodatne naprave),
- tehnične izpopoljenosti.

In vse to ob najmanjšem vlaganju materiala v delo in proizvodnjo.

Razen zadovoljevanja zahtev kupcev mora proizvod biti izdelan tako, da čim bolj ustreza zmožnostim proizvodnje in to v pogledu:

- ljudi,
- proizvodne opreme,
- prostorov,
- transportnih možnosti,
- točnosti,
- itd.

Pri postavljanju zahtev po kakovosti nikdar ne smemo pozabljati, da stroški za dosego določene kakovosti rastejo hitreje kot dosežena kakovost.

V okviru načrtovanja tehnoloških postopkov pa je potrebno obdelati še posamezne faze.

### 1.2. Dokumentacija

Pred delom na načrtovanju tehnoloških postopkov mora tehnolog preveriti projektno dokumentacijo glede na:

- preglednost in popolnost,
- standardnost in dosegljivost materialov,
- možnost in cenenost izdelave,
- možnost izdelave na obstoječih proizvodnih sredstvih,
- možnost enostavne in hitre montaže oziroma dopolnjevanja.

Sočasno je potrebno sodelovanje projektanta in tehnologa, ker slednji sam ne sme spreminjati izdelka ali elementa montaže brez projektanta, ker samo ta pozna soodvisnost vseh montažnih elementov med seboj.

### 1.3. Projekt izdelave

Elaborat, na katerem oblikujemo tehnološki postopek, imenujemo plan montaže. Ta naj vsebuje vse podatke, na osnovi katerih je možno organizirati in voditi proizvodnjo ob ostali projektne dokumentaciji.

Plan izdelave in montaže obsega:

- podatke o elementih in objektu,
- potreben material,
- zaporedje izdelave in montaže,
- določitev delovnih mest,
- določitev režima na delovnih mestih,
- določitev posebnih potrebnih pripomočkov za delo,
- določitev normativa časa,
- določitev delovne skupine,
- določitev stroškovnega mesta.

Plan dela naj bi služil načrtovanju in spremljanju proizvodnje, nabavi oziroma izdelavi proizvodnih pripomočkov, nabavi materiala, načrtovanju in kontroli stroškov proizvodnje, kalkulaciji, nagrajevanju in načrtovanju kadra.

#### 1.4. Določevanje materiala

V primeru, ko se odločamo, da sami izdelamo montažni element, mora tehnolog točno določiti, koliko osnovnih materialov potrebujemo. Ločujemo direktne in indirektno materiale. Direktne so tisti, ki jih vgrajujemo v izdelke, lahko jih količinsko opredelimo in ga zapopademo v načrt izdelave.

Direktni materiali, ki tvorijo skupno samostojni element ali fazo, so vodeni skupno v postavkah. Ostale, ki jih potrebujemo za dokončanje proizvodnega postopka in niso vezani na posamezne proizvodne faze, pa ločimo po postavkah.

Potreba po vnaprejšnjem določevanju potrebnega materiala je le posledica nerednih in nepravočasnih dobav materialov, ki jih ni mogoče v potrebnih količinah imeti na zalogi oziroma so neprikladni za skladiščenje.

#### 1.5. Organiziranje in zaporedje operacij

Izbira tehnologije je odvisna od količin. Zato je pri pravilnem oblikovanju operacij in njihovega zaporedja potrebno poznati količine in potreben tempo proizvodnje. Enako velja za materiale in zahtevo po kakovosti proizvoda.

Ko smo seznanjeni z zahtevami po izdelku in smo ugotovili, da je projektna dokumentacija ustrezna, ko so določeni normativi za material, lahko pristopimo k oblikovanju operacij in njihovega zaporedja.

Najprej je potrebno ugotoviti, kakšne operacije so sploh potrebne za doseganje proizvodnega zahtevka. Pri tem moramo upoštevati:

- primernost proizvodne opreme glede na proizvod in kakovost,
- obremenjenost proizvodne opreme z drugimi nalogami,
- potrebne pripomočke za delo,
- razpored proizvodne opreme,
- potrebe po kontroli kakovosti,

- zahteve po rokovanju z materialom in po transportu,
- zahteve po deponijah izdelkov,
- velikost, težo in vrsto proizvoda,
- stanje materialov.

Operacij za isti proizvodni postopek naj bo čim manj, izhajati bi morale iz istih osnov, hkrati pa odgovoriti kaj, kdo, kje, kako, kdaj in zakaj.

#### 1.6. Organizacija proizvodnje

Določitev delovnega mesta je praktično določena že v toku določanja operacij, saj mora tam tehnolog odgovoriti na vprašanje, kje se bo delo odvijalo, kar pa je odvisno od:

- sposobnosti doseganja zahtev glede na kakovost proizvoda,
- zasedenosti delovnega mesta z drugimi nalogami,
- mesta, kjer se nahaja.

Pristop k določitvi delovnega mesta je važen pri enkratni ali občasni proizvodnji, pri ponavljajoči proizvodnji pa je z določitvijo delovnega mesta to določeno do konca proizvodnega procesa.

Določitev pripomočkov za delo je v pogledu ekonomičnosti izredno pomembno, saj vrednost teh pri občasni proizvodnji predstavlja včasih tudi mnogokratnik vrednosti osnovne proizvodne opreme. Tako so lahko pripomočki za delo standardni, ki jih lahko neposredno kupimo, ali pa so izdelani po posebnih naročilih.

#### 1.7. Normativi časa, grupe dela in stroškovno mesto

V načrte izdelave vnašamo tudi normative časa. Pod to razumemo:

- pripravljalno zaključni čas za neko operacijo,
- izvajalski čas.

Pripravljalno zaključni čas je vedno bolj važen, če imamo opravka z zahtevno opremo, kolikor ta ni ozko usmerjena. Zato ta čas navajamo posebej in ga ne združimo z izvajalskim časom.

Normativi časa so osnovni element za:

- pravilno načrtovanje proizvodnje,
- realno kalkuliranje,
- nagrajevanje.

Normativi časa v nobenem primeru ne bi smeli biti povezani z nerešenimi vprašanji v zvezi z nagrajevanjem, ker sicer to dejstvo ogroža ekonomičnost poslovanja podjetja.

V načrt izdelave je potrebno vnesti tudi grupo dela ali kakšno drugo oceno vrednosti dela v primerjavi z drugimi. Ni umestno vrednostnosti dela podajati z denarjem, ker se vrednosti le tega stalno spreminjajo.

Vsako delovno mesto je vključeno v neko stroškovno enoto, ki predstavlja enoto pridobivanja in

obračunavanje nekaterih stroškov, ali pa delovno mesto samo po sebi predstavlja takšno enoto. Nujno je, da se stroškovno mesto nahaja le v eni organizacijski enoti, ni pa nujno, da ima vsaka organizacijska enota samo eno stroškovno mesto.

### 1.8. Razvoj tehnologije

Pri načrtovanju tehnoloških postopkov smo vedno med zahtevo po stalnem izboljševanju tehnologije in zahtevo po zanesljivosti vsakega postopka. Uspeh prizadevanj za izboljševanje tehnoloških postopkov je torej možno doseči le, če omenjena prizadevanja ločimo od načrtovanja tehnoloških postopkov vsakokrat toliko časa, da dosežejo za proizvodnjo sprejemljivo stopnjo zanesljivosti.

Izboljšanje tehnologije zajema lahko le eno stopnjo ali tudi celotni tehnološki proces. Največkrat imamo opraviti z izboljšanjem tehnologije s smotrom izboljšanja kakovosti ali pa pocenitve proizvoda.

Možnosti izboljševanja so zelo različne, predvsem so v:

- povezavi tehnoloških procesov,
- izkoriščanju odpadkov v obliki spremljajočih proizvodov,
- avtomatizaciji tehnoloških procesov.

Sicer pa imajo tehnologi tudi dovolj drugih tekočih problemov in nalog, ki so po navadi nujne, vezane na časovne omejitve in prinašajo neposredne gospodarske učinke. Vendar je potrebno vse te dejavnosti izločiti iz rednega ciklusa tehnoloških postopkov in naj bodo za te spremljajoče probleme določene posebne skupine.

Izboljševanje tehnoloških procesov in postopkov je pomembna dejavnost, s katero se poveča tekmo-

valna sposobnost podjetja, s tem se razširi tržišče in poveča dohodek.

### 1.9. Osnova tehnološkega dela in dokumentacija

Iz navedenega je razvidno, da je tehnolog eden od glavnih kreatorjev gospodarnosti v podjetju. Njegov delež je pomemben, če ne tudi odločujoč.

Pri delu tehnologa se vedno porajajo nove zamisli, kakor tudi s strani ostalih udeležencev procesa. Pri svojem delu mora biti širok, nepristranski, samozavesten in ne sme čakati na spodbude s strani, temveč mora sam iskati nekaj novega.

Določanje potrebnega časa za neko operacijo in poznavanje stroškov proizvodnje je nujna stvar za dobrega tehnologa. Razen tega predstavlja osnovo za tehnološko delo seznam opreme in priprav, seznam delovnih mest, ocene zmogljivosti opreme, načrt stroškov, načrt podjetja za opremo itd.

Tehnološka dokumentacija je osnova za vrsto dogajanj v podjetju in ima zato izreden pomen. Najvažnejši del te dokumentacije je načrt izdelave in montaže in zbir normativov materiala, nabavljenih polizdelkov in zbir normativov časa za posamezne izdelke.

Vse delo tehnologov je v vsakem podjetju tisto, ki mu daje utrip razvoja, konkurenčnosti na tržišču, povečevanje proizvodnje ter s tem večanje dohodka, kar pa je pravzaprav cilj vsake gospodarske organizacije.

#### Viri:

Koželj: Razvojno in raziskovalno delo, Kranj 1980  
 Vršec-Dolgan: Priprava proizvodnje, VŠOD Kranj  
 Škerbinek: Magistrska naloga, VŠOD Kranj 1983

## MNENJE IN KRITIKA

## Klasična statika — elektronska statika — pri mostovih

Klasični način statičnega preračunavanja zgradb zahteva od konstrukterja mostu, da sam izvrši to analizo sil: iz določitve zunanjih sil izračun notranjih sil in dimenzioniranje. Taka obdelava konstrukcije mu v rezultatu nudi popolno sliko poteka zveznih napetostnih silnic po položaju in po njih intenzivnosti. Ističasno dobi vpogled v statično fungiranje posameznih elementov ter v učinek izpreminjanja oblik in mer. Najbolj gospodarno oblikovanje konstrukcije, tako po razporedu nosilnih elementov kot po njih merah, nam bo vselej samodejno nudilo prijeten vtis na pogled, estetsko kombinacijo, kot jo vidimo v naravi pri oblikovanju drevja in vej z oцепi na primer. Vse to je zajeto s pojmom »gradbene umetnosti«.

Elektronski račun konstrukcije nam nudi zajeten snop listov s številčnimi rezultati notranjih sil. Le redko nam statik nudi pregled tako dobljenih rezultatov z vnašanjem rezultante notranjih sil — opornice v skico nosilnih elementov v merilu, tako po položaju sil, kot po njih velikosti. Tako v večini primerov ostane statik brez te informacije, ki mu edina more prikazati potek napetostnih silnic. V Švici vrše revidenti (koder je to zahtevano, na primer pri železniških mostovih in velikih cestnih objektih) preveritev varnosti s kontrolnim približnim računom po neodvisni poti. Tako direktor statičnega biroja ceni svojega statika po tem, koliko je sposoben preverjati elektronski izračun! Pri elektronski statični obdelavi obstaja namreč vedno možnost, da se nam pri izračunu podatkov in njih vnašanje v stroj prikrađe spregled. Brez detajlne analize rezultatov elektronike, kar zahteva zelo mnogo truda in časa, ostane konstrukter brez informacije o statičnem fungiranju posameznih nosilnih elementov. Tako tudi nima podlage, iz katere bi mogel ugotoviti napake elektronskega računa, še manj pa negospodarnosti v konstruktivni zasnovi in v oblikovanju nosilnih elementov.

V mostnih zgradbah pridejo poteze prefinjenega zasnovanja in oblikovanja še posebno do izraza, saj so vsi elementi nosilnega značaja vidni. K tipičnim primerom velike gradbene umetnosti spadajo sfarinski kamniti rimski in turški mostovi, ter na primer mostovi prejšnjega stoletja: borovniški viadukt, stari predvojni solkanski most čez Sočo, tedanji največji evropski razpon v kamnu. Znameniti so leseni švicarski mostovi (na primer v Luzernu). Naša prva profesorja na fakulteti: prof. Kasal in prof. Král sta nam zapustila lepo število del, eden najlepših ljubljanskih mostov je Zmajski most, delo dunajskega konstrukterja prof. Melana. Priznavam, da se v mnogih mojih delih (Anhovo, Soteska) tudi zrcali spredaj navedena težnja po gospodarnosti, varnosti in estetski kvaliteti mostov. Vse pa gotovo posekata naša znamenita kolega, pokojni inž. Ilija Stojanovič in inž. Stanko Šram, katerih zapuščina so: most čez Krko v Šibeniku, most na otok Pag ter oba mosta na otok Krk, najdaljši s svetovnim rekordom celih 390 m razpona v ojačeno-betonskem loku.

V poročilu ne bi bil popoln, če ne bi navedel dveh primerov, ki kažeta prav obratno tendenco: s sorazmerno velikimi stroški, brez tendence za gospodarnost smo zgradili konstrukciji, ki sta varnostno manj ugodni, izkazujeta po nepotrebem višje napetosti, kot bi bile pri smotrnejšem oblikovanju. Te negospodar-

nosti bo ostro oko pravega konstrukterja odkrilo tudi v samem pogledu, v pomanjkljivi estetiki!

Prvi je novi most čez Sočo v Solkanu. Odstopanje oblike loka od opornice zvišuje napetosti betona, zahteva obilnejše armiranje (pravilna oblika bi izhajala sploh brez teoretske armature). Negospodarnosti pa bi se mogle ugotoviti tudi pri (ne)rafiniranosti odranja, in pri samem fundiranju objekta.

Drugi primer je most čez železnico prek avtoceste pri Uncu. Pri tem mostu moremo ugotoviti ošiljeno obliko, kar zmanjšuje svetli profil ceste in izziva preveliko plitkost mostu. Oblika ni prilagojena opornici obtežb. Upoštevanje prave opornice, v zvezi z določeno modifikacijo obtežb (večanje proti opornikom) bi omogočalo obliko z višjo puščico loka (pri istem svetlem profilu spodnje ceste), precej nižje napetosti in bistveno manjše upogibne momente — ter s tem štedljivejše armiranje, pa tudi bolj štedljive oporne temeljne bloke. Pri obeh mostovih moti soda razdelitev polj nadgradnje. Klasična navada ima v simetrali nadgradnje polje, kar je mogoče le pri lihem številu polj.

Tu ni mesto za razpravo o vzrokih spredaj navedenim oporečnostim konstrukcije. Vendar navajam nekaj možnosti: premalo sreče pri izbiri glavnega konstrukterja-statika, statični račun brez analize, ki bi vplivala na modifikacije zasnove, tretiranje projektnega dela na mostu kot obrtniško delo. (Romanski narodi tretirajo že vsako obrtno delo kot umetniško, vsaj delno!). Morda je sokriva tudi preozkosrčna akademska vzgoja konstrukterjev s preveliko pažnjo na nevažne decimalke in premalim poudarkom na gospodarnost in varnost konstrukcij. Varnost je namreč važna zaradi posebnih prevozov, ki izkazujejo kar dvakratno, tudi petkratno koristno obremenitev mostu od prvotno računsko predvidene. Dejstvo je, da smo v navedenih dveh primerih s sorazmerno velikimi stroški dosegli sorazmerno nizek učinek, kar je prav nasprotje od zaželenih stabilizacijskih tendenc.

**Zveza z naslednjimi članki:**

Ilija Stojadinović: Projekat mosta kopno—otok Krk. Gradjevinar 1981/2. Str. 57—76.

Stanko Šram: Gradjenje mosta kopno—otok Krk. Gradjevinar 1981/82. Str. 77—106.

Svetko Lapajne: Most čez Dobljico v Črnomlju. Novator 1950. Str. 202—203.

Objekti avtoceste Ljubljana—Zagreb. Gradbeni vestnik 1950/47—50. Str. 151—159.

Most prek Save Dolinke u Lescama. Gradjevinar 1962/11. Str. 401—402.

Tipizirani svodasti mostovi v Posočju. Gradbeni vestnik 1967/2. Str. 31—33.

Projekt mostu čez Sočo v Anhovem. Gradbeni vestnik 1976/2. Str. 35—37.

Porušitev in obnova mostu čez Loiro v Toursu. Gradbeni vestnik 1982/4. Str. 59—61.

Svodasti mostovi. Gradbeni vestnik 1982/4. Str. 62—66.

Svetko Lapajne



## IZ NAŠIH KOLEKTIVOV

### SGP SLOVENIJACESTE — TEHNIKA, LJUBLJANA

#### Obisk delegacije Hudhudshand

Na dvodnevem delovnem obisku v SCT se je mudila delegacija predstavnikov firme Hudhudshand iz glavnega mesta Jordanije, Amana. V delegaciji sta bila lastnik in glavni direktor firme Hussam T. Hudhud in direktor projekta Mike Rumball. Oglejala sta si asfaltno bazo v Črnučah in še nekatere druge dele proizvodnje, med obiskom pa so potekali tudi poslovni razgovori v zvezi z gradnjo mestne obvoznice v Zarqi, kjer bo sodelovala tudi delovna organizacija SCT. Poleg detajlov v zvezi z gradnjo objekta Zarqa by-pass so se dogovarjali tudi o nadaljnjem sodelovanju na novih projektih.

#### Gradili bodo ljubljansko porodnišnico

Izvršni odbor skupščine Skupnosti samoprispevka III v Ljubljani je na svoji seji 8. februarja, potem, ko sta komisija za ugotavljanje najugodnejšega ponudnika in tehnična komisija pregledali ponudbi in ocenili, da je SCT najuglednejši ponudnik, sklenili, da bo največji objekt iz programa tretjega samoprispevka — prvo fazo porodnišnice — gradila delovna organizacija SCT.

Od osmih gradbenih organizacij le SGP Grosuplje ni prevzel razpisne dokumentacije, od preostalih sedmih pa sta pravočasno in pravilno oddala ponudbi le SCT tozdr Inženiring in SGP Pionir iz Novega mesta.

Porodnišnico bodo gradili po sistemu »Funkcionalno ključ v roke« za vsa dela, do pridobitve uporabnega dovoljenja. Vrednost gradbenih, obrtniških in instalaterskih del po pogodbi znaša 1.380 milijard dinarjev in 500 tisoč dolarjev za funkcionalno medicinsko opremo, kar skupno zneso 1.509 milijarde dinarjev. Stavbo porodnišnice, ki bo v neposredni bližini ljubljanskega kliničnega centra, bodo pričeli graditi 1. junija letos, pogodbeni rok za gradnjo I. faze pa je 24 mesecev.

#### Sredi puščave

Večina projektov, ki so jih zgradili v Iraku, je bila tako glede gradbenih, montažnih kakor tudi instalacijskih del zelo zahtevna. Opravljenih del na projektih — mnogi so rasli sredi puščave — je pomenilo za strokovnjake velik izziv. Med takimi projekti je prav gotovo tudi KOL-7.

Nedaleč od glavnega mesta Iraka, Baghdada, na peščenih ravnici blizu reke Eufkrat, je bila delovna organizacija SCT soizvajalka za gradbena dela. Najprej so postavili naselje za bivanje in upravne prostore, napeljali vodo iz reke in nato pričeli z deli.

Razen SCT sta pri gradnji sodelovala že Ingrad iz Celja in Graditelj iz Gornjega Milanovca, skupna vrednost opravljenih gradbenih del pa je bila 135 milijonov ameriških dolarjev. Na površini tisočkrat tisoč metrov je zgrajenih več proizvodnih in skladiščnih hal — največja ima površino petinštirideset tisoč kvadratnih metrov — in drugih funkcionalnih objektov. Vsi objekti razen upravne stavbe, so zgrajeni po montažni tehnologiji, večino materiala (tri tisoč kamionov) pa so pripeljali iz Jugoslavije.

Vrednost opravljenih montažnih in instalacijskih del na tem projektu znaša 80 milijonov ameriških dolarjev. V slabih enaintridesetih mesecih je bilo naręjenih

skoraj tisoč kilometrov klima kanalov, položenih tristo kilometrov cevi in sedemsto kilometrov visoko ter nizko napetostnih kablov. Kakovost izdelave in raven opremljenosti vseh objektov sta na svetovni ravni. V konici del je bilo na projektu 1200 gradbincev, 340 instalaterjev in monterjev ter 600 pakistanskih delavcev.

#### Predor pod Karavankami

Meddržavna jugoslovansko-avstrijska komisija za gradnjo cestnega predora pod Karavankami je na skupnem zasedanju 22 in 23 januarja potrdila, da načrtovanje gradnje in zbiranja denarja za ta veliki skupni projekt počeka po načrtih. Gradnja bo potekala v dveh fazah, po predračunu pa bodo vsa dela na jugoslovanski strani stala 140 milijonov dolarjev, seveda se ta vsota še lahko spremeni. Ker je za prvo fazo gradnje predora na naši strani denar zagotovljen, je pomembno, da letos opravijo čim več del in kar najbolje izkoristijo že zbrani denar, so dejali člani komisije.

Pripravljalna dela za prvo fazo bodo zaključena v mesecu marcu, nato bo objavljen razpis gradbenih del, ki bo tekel do konca maja. Druga faza h kateri sodi gradnja vertikalnega jaška z vsemi objekti, se bo po načrtih začela v drugi polovici prihodnjega leta, predor pa bo tako končan julija 1990. Leti in tedaj tudi predan namenu.

Gradnja tega pomembnega objekta bo tudi tehnološko trd oreh, ki ga pa bodo uspešno rešili.

#### Servisne delavnice Integrala

Prvi objekt na barjanskih tleh v Ljubljani že dobiva končno podobo. Potem ko so delavci tozdra Gradnje Ljubljana in Gradisa sredi lanskega julija s pilotiranjem in nasutega terena odstranili 1,40 metra obremenilnega nasipa, so izkopalni gradbeno jamo, zabili pilote, izkopalni jame za temeljne vezi, temelje in delovne jaške. Na temelje so postavili montažno halo tipa Gradis, ki je dvakrat dilatirana s požarnimi stenami. Razpon med posameznimi loki je 22 metrov, skupna dolžina hale je 186 metrov, širina 72 metrov in višina 8,70 metra. V gradnji je tudi aneks, v dveh od skupno osmih polj, ki bo dolg 40 metrov. Vse stene in aneks se gradijo z armiranim betonom. Do konca leta je bila vrednost vseh opravljenih del za 260, v letu 1985 pa jih bodo opravili še za 400 milijonov dinarjev. Računajo, da bodo Integralove delavnice nared septembra letos, ko se bo tja preselil tozdr Tovorni promet s 500 tovornjaki.

#### Nova tovarna pohišta EMMI

V teh dneh je gradnja nove tovarne pohišta, Lesnega tozdra EMMI v Slovenski Bistrici praktično pri koncu. Največ dela so opravili delavci tozdov VGA in IBK, sodelovali pa so tudi obrtniki in instalaterji IMP in Gradbenega finalista iz Maribora, SOP iz Krškega ter Elektromontaže iz Ljubljane. Pričeli so jeseni leta 1983 z zemeljskimi deli in pripravo platoja na močvirnem terenu, pripravili temelje za montažne konstrukcije, postavili montažne hale in opravili finalna dela. Tik pred zimo so uredili še okolico, ves čas gradnje pa so se, tako kot na drugih gradbiščih, borili s slabim vremenom. Vrednost opravljenih del je približno 250 milijonov dinarjev.

Var: Glasilo SCT

## SGP GORICA, NOVA GORICA

### Gradimo tudi v Batujah

TOZD GO Sempeter gradi v Batujah industrijsko halo »Priprava vložka valjarne« TPO Batuje. Lokacija objekta je postavljena le 8 metrov stran od železniške proge, nasproti železniške postaje.

Po navodilih predstavnika geološkega zavoda iz Ljubljane, so odstranili iz zbirnega kanala, ki je dajal videz močvirja, skoraj 2000 m<sup>3</sup> blata in jalovine. Hala je izdelana v dveh višinah. Spodnji del hale je dvignjen približno za 180 cm nad raščenim zemljiščem. Za celoten nasip so porabili prek 7000 m<sup>3</sup> tampona, ki so ga črpali v Rodnah pri Batujah. Gornja višina, ki je za 2 m višja od spodnje in je zaključena z armiranobetonskim podpornim zidom, bo služila za industrijski tir, ki bo speljan skozi halo. Armirano betonsko montažno konstrukcijo je izdelal in montiral tozd ABK.

Z gradnjo hale za jeklovšek pa bodo pričeli predvidoma v začetku marca 1985.

Vir: SGP Gorica

## SOZD ZGP GIPOSS, LJUBLJANA

### Začetek gradnje čistilne naprave

Pred kratkim je Gradbinčeva tozd GO Kranj pričela z izgradnjo čistilne naprave v Zarici na desnem bregu Save v Kranju. Pravočasna izgradnja čistilne naprave je povezana z izgradnjo hidroelektrarne Mavčiče, ker bo nastalo jezero za pregrado, vplivalo na kanalizacijske zbiralnike in samo čistilno napravo. Investitor gradnje je Komunalno obrtno gradbeno podjetje Kranj, tozd Komunala. Sredstva v višini 700 milijonov dinarjev bosta na podlagi samoupravnega sporazuma zagotovili Samoupravna komunalna in Samoupravna interesna skupnost za gospodarjenje s stavbnim zemljiščem v Kranju. Precejšen del sredstev bodo prispevale tudi Savske elektrarne. Čistilna naprava mora biti zgrajena do konca letošnjega leta, ko bo za pregrado hidroelektrarne Mavčiče že nastalo umetno jezero.

### Nov prehrambeni center v Celju

V Celju so slovesno odprli nov regijski prehrambeni center Merx. Za ta objekt lahko rečemo, da je skoraj v celoti delo Ingradovih delavcev. Načrte so pripravili v tozd Projektiva, montaže armiranobetonske elemente so izvedli v tozd IGM Medlog, montažo konstrukcije so opravili delavci tozd Gradbena operativa Šentjur in tozd Mehanizacija, nekaj obrtnih in instalacijskih del so izvedli delavci tozd Proizvodni obrati in tozd Lesni obrafi, glavni izvajalec pa je bila tozd Gradbena operativa Celje.

Z novim objektom je Celje pridobilo več kot petnajst tisoč kvadratnih metrov skladiščnih in drugih površin.

### Mladinski dom v Celovcu

Giposs — inženiring — tozd inženiring je konec 1982. leta pridobil v izvajanje instalacijska in obrtniška dela ter kompletno opremo za slovenski Mladinski dom v Celovcu.

Objekt sestavljajo tri samostojne med seboj funkcionalno ozko povezane ente in sicer osrednji bivalno-spalni objekt s kapaciteto 189 ležišč, samopostrežno restavracijo, študijskimi in rekreacijskimi prostori, disco klubom in garažo za okoli 20 osebnih vozil.

Temu osrednjemu objektu, ki je podkleten in ima pritličje ter tri nadstropja, je na eni strani dodana telovadnica z vsemi potrebnimi spremljajočimi prostori v pritličju kot so garderobe, umivalnice, prostor za trenerja, skladišče za orodje in podobno ter v nadstropju s prostori za knjižnico in kino-projekcijsko kabino, iz katere je možno v telovadnico projicirati filme in diapozitive.

Na drugi strani pa je osrednjemu objektu ozko funkcionalno pripojen pritlični objekt, v katerem je otroški vrtec za 30 otrok in hišniško stanovanje.

Mladinski dom je v gradbenem smislu izvajalo Koroško gradbeno podjetje, ostala, to je instalacijska in obrtniška dela ter kompletno opremo Doma pa je prevzel GIPOSS Inženiring in jih izvajal v dveh fazah.

### Velik uspeh v Radencih

Delavci tozda Visoke gradnje Stavbarja so v rekordnem času v Radencih zgradili nove proizvodne prostore Tovarne polnilne opreme delovne organizacije Zdravilišče Radenska. 290-članski kolektiv tovarne, ki je eden izmed tozdov Radenska, je tako dobil 2182 kvadratnih metrov moderno opremljenih površin v proizvodni dvorani betonske konstrukcije. Pogodbena vrednost del v Radencih je bila nekaj več kot 146 milijonov dinarjev.

Vir: Giposs vestnik

## EM HIDROMONTAŽA, MARIBOR

### Hidromontaža med 250 največjimi

Izšla je TOPS-lista 250 največjih izvajalcev investicijskih del v svetu. Na listi najdemo 9 jugoslovanskih delovnih organizacij, ki so se s svojim delom na tujem uveljavile in uspele uvrstiti med 250 največjih. Med Jugoslovani prednjači Union inženiring iz Beograda, ki je po obsegu del v tujini na 56. mestu. Energoprojekt in Energoinvest sta zdrsnila po lestvici navzdol — če ju primerjamo z letom poprej. Tako sta letos na 196. mestu. Razveseljivo pa je, da sta se na lestvici največjih povzpeli dve slovenski delovni organizaciji. Tako je Gradis Ljubljana 189., EM Hidromontaža pa 223.

Kljub vsemu pa je delež jugoslovanskih OZD, ki so se uvrstile med 250 največjih, še vedno majhen, saj predstavlja le 1,4% vseh investicijskih del. Tako Jugoslovani v Aziji in Južni Ameriki sploh nismo prisotni, na afriškem kontinentu pa smo lani opravili 2,8% vseh investicijskih del.

### Sodelovanje pri izgradnji nuklearke v NDR

Uspešna izgradnja, velike delovne izkušnje in uspešno usposobljen strokovni kader EM Hidromontaže pri izgradnji termoelektričnih objektov v NDR, kot so Schwarze Pumpe, Hagenwerder, Bexberg, Jena, Janschwalde in pri izgradnji najrazličnejših industrijskih objektov, kot so tovarna papirja Blankenstein, tovarna ivernih plošč Gotha, železarni Heningsdorf in Eisenhüttenstadt in nazadnje veliki objekt PCK Schwedt, so bila povod za sklepanje pogodbe na KKW-Nord.

### Nosilni most za težki transport

Delavci tozd Proizvodne delavnice so izdelali po projektni dokumentaciji bratske tozd Projektiranje in kontrola nosilni most za prevoz težke opreme do teže 25 ton, 40 metrov dolg nosilni most, širine 4,2 m je

namenjen prevozu težke opreme, ki jo izdeluje sarajevski Energoinvest.

Delavci težkega transporta, okrepljeni z mobilno mehanizacijo bodo v treh mesecih kar 12-krat prevažali po cesti od Sarajeva do Luke v Bosanskem Šamcu izmenjevalce toplote, ki so namenjeni v Sovjetsko zvezo.

Celotna kompozicija je ob prevozu dolga in težka 455 ton. Delavci težkega transporta bodo z nosilnim mostom kar osemkrat prepeljali izmenjevalce toplote težke od 215 do 235 ton, štirikrat pa težko opremo (108 ton) s specialnimi prikolicami.

Vir: Hidromontaža Maribor

## NOVICE VODARJEV

### Gradnja hrapave drče na Dravinji

Vodarji s svojimi posegi v naravo večkrat korenito spremenijo naravno okolje. Pri regulacijah je, da vodotoku izboljšajo pretočnost, pomembno, da ohranijo vodotok tudi živ.

Za premostitev lokalne višinske razlike dna gradijo disipacijski objekti, ki jih občasno imenujejo stopnje, pragovi, drče ipd. Funkcija takšnega objekta je, da presežek energije toka vode, ki nastopi zaradi višin-

ske razlike dna in ki bi lahko povzročal poškodbe v dovodnem koritu, disipira v območju samega objekta, ki je močnejše zavarovan in odporen proti takšnim poškodbam. V hidrotehnični praksi se uporablja več oblik stopenj:

— prepadni pragovi, pragovi s hrbtom, hrapave drče, idr., ki imajo vsaka svoje prednosti in slabosti.

Kadar je stopnja visoka, lahko predstavlja nepremostljivo oviro ribam na njihovi poti proti toku. Zato na vodotokih, ki so bogati z ribjim življenjem in kjer bi takšna zapora predstavljala za ribe pomembno oviro, v zadnjem času gradijo hrapave drče ali drče s čermi, ki ustrezajo zašavljenim pogojem.

Pri regulaciji Dravinje je bilo treba rekonstruirati obstoječi jez pri žagi v Jurovcih, ki še danes uporablja za pogon vodnega kolesa vodo Dravnje ter zgraditi hrpavo drčo.

Preliv novega jezua je narejen v obliki armiranobetonskega zidu dolžine 43 metrov, katerega krona je obložena z lomljencem. Drča je iz velikih neobdelanih skal, ki so postavljene pokončno. Povprečne dimenzije skal so od 100—150 cm, srednji razmak med skalami pa je ca. 60 cm. Skale so postavljene na gramozni podlagi, vmesni prostori med njimi (hrape) pa so do četrtine višine skal zasuti z odpadnim lomljencem in zaliti z betonom. Povprečni vzdolžni padec drče je 1 : 10.

Vir: Novice Vodarjev

Lojze Cepuš

## VESTI IN INFORMACIJE

### 7. zborovanje gradbenih konstruktorjev Slovenije bo v dneh 19. in 20. septembra 1985 v Kazini na Bledu

Zborovanje bo omogočilo prikaz dosežkov gradbenega konstruktorstva v zadnjem času, izmenjavo izkušenj na področju razvojno raziskovalnega dela in potrebno informiranje o stanju veljavne regulative na področju gradbeništva. Prisotnost večjega števila strokovnjakov s področja konstruktorstva in potresnega inženirstva bomo izkoristili tudi za ustanovno skupščino Društva gradbenih konstruktorjev in skupščino Društva za potresno inženirstvo.

Gosti iz tujine nas bodo seznanili s smermi in stopnjo razvoja stroke pri njih in v svetu.

Poleg Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij iz Ljubljane, ki je pokrovitelj Sedmega zborovanja gradbenih konstruktorjev Slovenije, so do sedaj zborovanje in delovanje obeh društev — prirediteljev kot sponzorji finančno podprle še naslednje organizacije oziroma temeljne organizacije združenega dela: SGP Pionir Novo mesto, Ingrad Celje, Razvojni center Celje — TOZD Projektiva Celje, Seizmološki zavod Ljubljana, FAGG, VTOZD GG Ljubljana, Elektroprojekt Ljubljana in Slovenija ceste Tehnika Ljubljana.

### PROGRAM ZBOROVANJA

#### Sreda, 18. septembra 1985

17.00—19.00 Avtorji opremljajo posterje  
20.00 Sestanek izvršnih odborov obeh društev — prirediteljev in organizacijskega odbora zborovanja

#### Četrtek, 19. septembra 1985

7.00—8.00 Avtorji opremljajo oziroma dopolnjujejo posterje  
8.00—9.00 Registracija udeležencev  
9.00—9.30 Otvoritev zborovanja  
9.30—10.50 Referati  
10.50—11.20 Odmor  
11.20—12.40 Referati  
12.40—15.30 Odmor  
15.30—17.00 Predstavitve raziskovalnega dela na področju konstrukcij v gradbeništvu  
17.00—18.00 Ogljed posterjev in diskusija z avtorji

- 18.00—19.00 Ustanovna skupščina Društva gradbenih konstruktorjev in skupščina Društva za potresno inženirstvo  
20.00 Tovariško srečanje

**Petek, 20. septembra 1985**

- 9.00—10.30 Referati  
10.30—11.00 Odmor  
11.00—12.30 Diskusija o prispevkih, aktualnih problemih stroke, razvojno-raziskovalnem delu na področju konstrukcij v gradbeništvu in delu obeh društev  
12.30—13.00 Zaključki

**Predvideni referati:**

- J. Witteveen, Univerza Delft, Nizozemska: Požarna varnost gradbenih konstrukcij  
S. Otani, Univerza Tokio, Japonska: Japonski dosežki na področju potresnega inženirstva  
Katedra za betonske konstrukcije, Univerza Beograd: Problemi betonskih konstrukcij  
Z. Žagar: Lesene konstrukcije pri nas  
M. Marinček: Dimenzioniranje konstrukcij glede na mejna stanja  
B. Kogovšek (koordinator), IBE: Energetski objekti  
B. Mikuš: Projektiranje in izvajanje investicijskih del v tujini  
M. Tomaževič (koordinator), ZRMK: Rekonstrukcije in sanacije gradbenih objektov  
G. Vogrinčič: Temeljenje na koleh  
V. Ribarič: Problemi seizmičnosti  
P. Fajfar: Pregled stanja na področju potresnega inženirstva  
R. Rogač, F. Kržič, S. Turk: Novejši razvoj stroke na področju betonskih, metalnih in lesenih konstrukcij  
J. Reflak: Informacija o razvoju računalništva in informatike ter obstoječih programih  
M. Pregl, L. Bonač (koordinatorja): Predstavitev raziskovalnega dela na področju konstrukcij v gradbeništvu

**PRIJAVA PRISPEVKOV:**

Poleg predvidenih referatov pričakujemo še dodatne prispevke, ki so zanimivi za širši krog konstruktorjev. Zaradi omejenega časa naj bodo prispevki pripravljeni

v obliki posterjev. Po predhodnem dogovoru z organizatorji so možni tudi morebitni krajši referati, ki morajo biti pripravljene v standardni obliki in tehniki, ki je primerna za razmnoževanje.

**Posterji:**

Za pripravo posterja imamo na voljo panoje dimenzij  $1,0 \times 1,0$  m s plutovinasto podlago, na katero lahko po svoji presoji in okusu pritrdite slikovni, grafični ali tekstualni material, ki ga želite predstaviti. V nasprotju z referati so za posterje fotografije zelo primerne. Velikost napisov naj bo takšna, da bodo čitljivi vsaj do razdalje 3 m. V zgornjem levem vogalu posterja pustite prazen prostor višine 10 cm in širine 25 cm. V preostali del vrhnjega 10 cm visokega pasu pa napišite naslov in ime ter priimek avtorja posterja. Poster boste lahko opremili 18. 9. 1985 med 17. in 19. uro ali pa 19. 9. 1985 pred začetkom zborovanja. Prispevke za zbornik, to je morebitne referate in točne naslove posterjev z imeni avtorjev pošljite najkasneje do 15. junija 1985 na naslov:

**DRUŠTVO GRADBENIH KONSTRUKTORJEV  
(v ustanavljanju)****61000 LJUBLJANA****Jamova 2****Kotizacija**

Kotizacija za udeležbo zborovanja, v kateri so zajeti stroški organizacije in publikacije zborovanja kakor tudi stroški tovariškega srečanja in prispevek za poslovanje obeh društev, znaša 7000 din za osebo. Za študente rednega študija, ki prijavi priloženo veljavno frekventacijsko potrdilo, znaša kotizacija 2500 din za osebo. Avtorji prispevkov pri kotizaciji nimajo posebnega popusta. Delavci delovnih organizacij, ki so kot sponzorji oziroma pokrovitelj finančno podprle 7. zborovanje gradbenih konstruktorjev Slovenije, imajo pri kotizaciji 20 % popusta.

**Prijava**

Svojo udeležbo na zborovanju prijavite s tem, da nam najkasneje do 10. septembra pošljete izpolnjeno prijavo in nakažete potrebno kotizacijo. Kotizacijo nakažite na žiro račun Društva za potresno inženirstvo, Jamova 2, Ljubljana, št. 50101-678-47179 s pripisom: za 7. zborovanje gradbenih konstruktorjev Slovenije. Prijavi priložite potrdilo o plačani kotizaciji.

Za udeležence smo rezervirali 250 ležišč v hotelih A in B kategorije. Za rezervacijo sobe prosimo izpolnite prijavnico in pošljite Generalturistu.

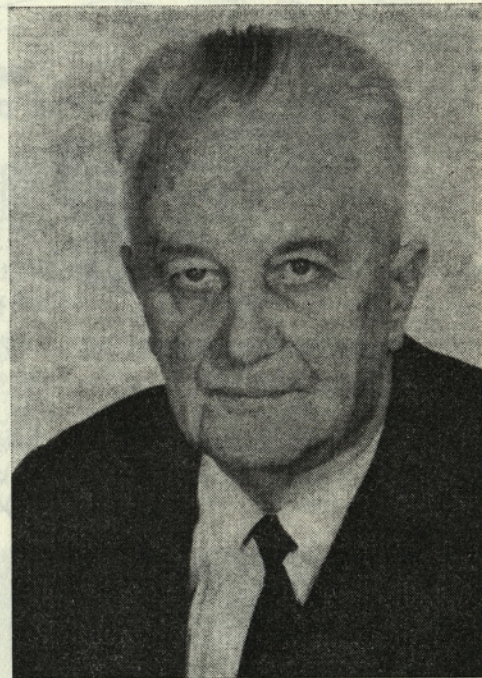
## IN MEMORIAM

## Prof. Stojan Globočnik

V aprilu 1985 je končal svoje življenje in delo v 90. letu starosti univ. prof. v p. dipl. inž. Stojan Globočnik. Rojen je bil 31. XII. 1895 v Kranju, po maturi na klasični gimnaziji pa ga je zajela prva svetovna vojna ter italijansko ujetništvo na otoku Asinari ob Sardiniji. Po vrnitvi se je vpisal na gradbeni oddelek novoustanovljene tehniške fakultete oz. Univerze v Ljubljani, kjer je diplomiral zaradi izredne marljivosti l. 1925 s prvimi 4 diplomanti. Že med študijem je bil pomožni asistent pri katedri za geodezijo, po diplomi pa je postal redni asistent pri katedri za visoke zgradbe na isti fakulteti. Tam je bil l. 1964 upokojen kot profesor.

Prof. Globočnika se hvaležno spominjamo njegovi zelo številni bivši študentje, sodelavci in kolegi, saj je predaval mnoge predmete s področja visokih zgradb ter splošnega stavbarstva prav vsem tehničkim panogam, to je na 8 oddelkih oz. odsekih tedanje tehniške fakultete. Ob tej izredni pedagoški obremenitvi je bil med drugim še predstojnik gradbenega oddelka, dolgo časa predsednik katedre, zelo prizadeven pa je bil tudi kot upravnik zgradb gradbenega in geodetskega oddelka, pri čemer so domovali v stavbi na Aškerševi c., imenovani »Stara tehnika«, dolga leta poleg njiju še mnogi drugi oddelki. Najtežje naloge na tem področju je moral reševati po koncu druge svetovne vojne l. 1945, ko je bilo treba obnavljati razdejane in graditi nove stavbe fakultete pod znanimi težkimi pogoji. V zvezi z naglim povojnim razvojem ljubljanske univerze se je izkazal tudi pri gradnji objektov drugih fakultet ter bil med prvimi pobudniki za novo zgradbo današnje FAGG.

V okviru raziskovalnega dela je napisal razne razprave s področja splošne statike gradbenih konstrukcij, železobetona ter opečnih industrijskih dimnikov, dalje več skript za študente, sicer pa še raz-



Profesor Stojan Globočnik 1895—1985

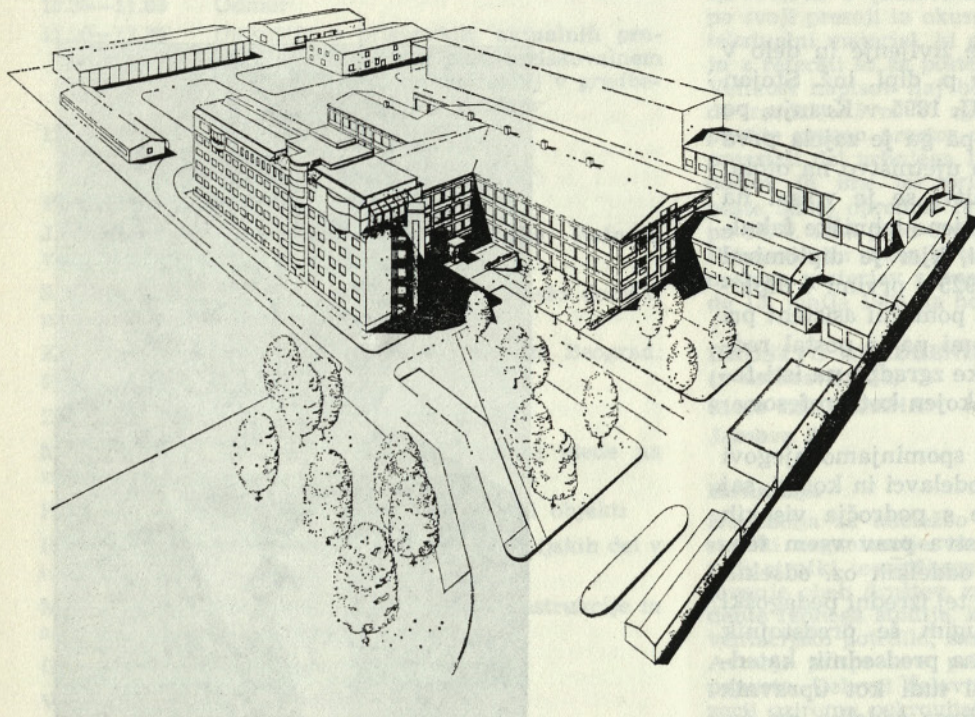
ne recenzije tuje strokovne literature ipd. Poleg vsega tega je zelo intenzivno sodeloval tudi z gradbeno operativo kot pooblaščen projektant, sodni izvedenec, cenilec in nadzorni organ pri visokih, industrijskih, mostnih ter prometnih zgradbah s prav njemu lastno izjemno delavnostjo in iznajdljivostjo. Njegovih številnih del s tega področja sploh ne bi mogli naštet, toliko jih je.

Prof. Globočnika se bomo še dolgo spominjali kot vzor delovne zavzetosti in velike požrtvovalnosti.

**Branko Ozvald**



# ZAVOD ZA RAZISKAVO MATERIALA IN KONSTRUKCIJ LJUBLJANA, n. sol. o.



## DEJAVNOSTI:

Raziskava in kontrola kakovosti vseh vrst materialov, njihovih surovin ter razvoj tehnologij za proizvodnjo in uporabo.

Raziskave tehnologij za shranjevanje odpadnih materialov in za uporabo sekundarnih surovin — varstvo okolja.

Proizvodnja specialnih materialov in njihova aplikacija.

Raziskave in kontrole s področja gradbene fizike: prostorska akustika, zvočna, toplotna in požarna zaščita ter zaščita proti vlagi.

Raziskave s področja geomehanike, inženirske geologije in izvajanje specialnih geotehniških del.

Projektiranje in izvajanje klasičnih in masovnih miniranj hribin ter specialnih miniranj objektov. Raziskave in kontrola kakovosti na področju prometne infrastrukture.

Raziskave in kontrola kakovosti gradbenih konstrukcij.

Raziskave na področju potresnega inženirstva.

Patologija konstrukcij in sanacije.

Raziskave za povečanje trajnosti in zanesljivosti strojev, naprav in njihovih delov.

Raziskave s področja tribologije. Raziskave na področju gradbene mehanizacije.

Tehnični nadzor žičnic.

Razvoj in izdelava laboratorijske opreme.

Umerjanje meril: sile, trdote, gostote in vlage.

Izdelava investicijskih programov, tehnične dokumentacije ter izvajanje svetovalnega inženiringa in inženiringa za objekte v obsegu problemov za katerih rešitve opravljamo študije, raziskave in razvoj.

Kontrola tehnične dokumentacije.

Nadzor gradnje gradbenih in rudarskih objektov.

Izobraževanje strokovnjakov iz prakse s področja dejavnosti.

Informativno-dokumentacijska služba in računalniški center.

**TOZD INŠTITUT ZA CESTE LJUBLJANA n. sub. o.**

**TOZD GEOTEHNIKA LJUBLJANA n. sub. o.**

**TOZD INŠTITUT ZA GRADBENO FIZIKO IN SANACIJE  
LJUBLJANA n. sub. o.**

**TOZD INŠTITUT ZA KONSTRUKCIJE IN POTRESNO INŽENIRSTVO  
LJUBLJANA n. sub. o.**

**TOZD INŠTITUT ZA MATERIALE LJUBLJANA n. sub. o.**

**TOZD STROJNIŠTVO LJUBLJANA n. sub. o.**

**DELOVNA SKUPNOST SKUPNE SLUŽBE**

Naslov: Dimičeva 12, 61109 Ljubljana, p. p. 54, Jugoslavija

Telefon: (061) 344 061

Teleks: 31449 YU ZRMK

Telegrami: RAZMAT

## ENOTA V MARIBORU

Gorkega 41, 61211 Šmartno pod Šmarno goro, Jugoslavija

Telefon: (062) 23 849, 23 851

## POSKUSNO RAZVOJNI CENTER

Gameljne 41, 61211 Šmartno pod Šmarno goro, Jugoslavija

Telefon: (061) 59 126

## Vpliv vrste cementa in vodocementnega razmerja na zmrzlinsko odpornost injekcijskih mas za korozijsko zaščito prednapetih kablov

### UVOD

Faktorji, ki vplivajo na zmrzlinsko odpornost injekcijskih mas za korozijsko zaščito prednapetih kablov v prednapetem betonu, so v veliki meri enaki onim, ki veljajo za betone na splošno. To so: vodocementni faktor, zrelost mase, vrsta cementa in kemijski dodatki, predvsem aeranti. Če predpostavimo, da je uporabljeni cement kvaliteten, potem je za doseganje zmrzlinске odpornosti mase dovolj že nizko vodocementno razmerje, zadostna količina z aerantom vnesenega zraka, pravilna velikost in porazdelitev mikropor ter pravilno in zadostno negovanje v času pred nastopom zmrzali.

V pogledu zmrzlinске odpornosti injekcijskih mas je bilo napravljenih malo preiskav, na osnovi katerih bi lahko postavili osnovne kriterije po posameznih pokazalnikih. V deželah z urejeno regulativo se dokazovanje zmrzlinске odpornosti injekcijske mase nanaša pretežno na merjenje sprememb »mlade« mase pri enkratnem zmrzovanju, večkrat pa tudi na spremembe »stare« mase pri večkratnem zaporednem zmrzovanju in odtaljevanju.

V tem prispevku so podani rezultati študije, ki smo jo opravili prav s tem namenom, da za naše domače materiale ugotovimo vpliv vrste cementa, vodocementnega razmerja in količine zraka, vnesenega v injekcijsko maso, ter na njeno odpornost proti zmrzovanju v prvih dneh hidratacije.

### EKSPERIMENTALNI DEL

Injekcijske mase za korozijsko zaščito prednapetih kablov se običajno pripravljajo brez uporabe peska, ki je neprimeren zaradi pojava segregacije v sveži masi in zato možnosti začepitja cevi v času izvajanja injiciranja. Iz tega razloga smo naše preiskave omejili na mase, pripravljene samo s cementom in vodo ter kemijskim dodatkom za vnašanje zraka in preprečevanje prekomernega zmanjšanja volumna mase po vgraditvi.

### Cementi

Uporabljeni so bili domači tržni cementi, ki po sestavi odgovarjajo vrstam cementov, ki se po Pra-

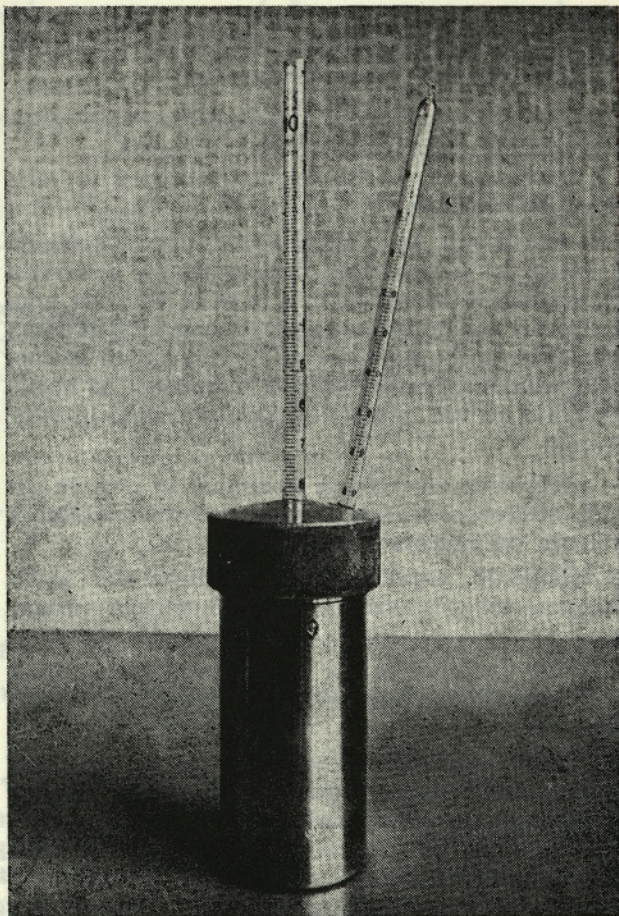
vilniku za prednapeti beton smejo uporabiti za pripravo injekcijskih mas za korozijsko zaščito prednapetih kablov (1), in sicer:

I PC 45 B (T) — čisti portlandski cement

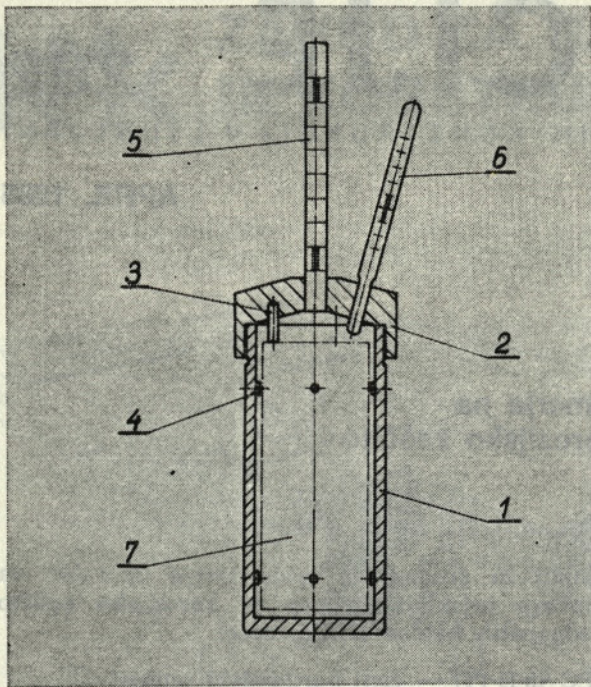
II PC 45 B (U) — čisti portlandski cement

III PC 15 z 45 S — portlandski cement z do 15 % dodatka granulirane plavžne žindre

IV PC 15 dz 45 S — portlandski cement z do 15 % mešanega dodatka (žindra in puolan)



Slika 1. Dilatometer za preiskavo zmrzlinске odpornosti injekcijskih mas



Slika 2. Shema dilatometra za preiskavo zmrzljive odpornosti injekcijskih mas

1. Plašč posode, 2. Pokrov, 3. Distančnik — aksialni, 4. Distančnik — radialni, 5. Graduirana cevka, 6. Termometer, 7. Preizkušanec

V PC 15 p 45 S — portlandski cement z do 15 % dodatka pucolana (prirodni pucolan)

Vsi cementi odgovarjajo pogojem kakovosti jugoslovskega standarda JUS B.C1.011-1982 .

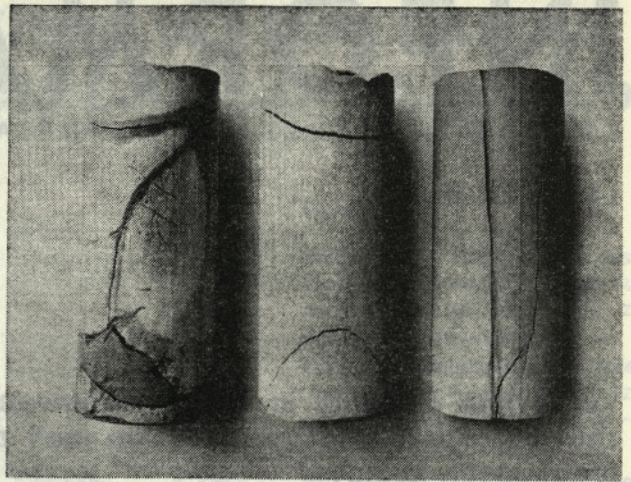
#### Kemijski dodatek

Pri raziskavah smo uporabljali domači kemijski dodatek, ki je specialno pripravljen in sestavljen za pripravo injekcijskih mas in se že vrsto let uporablja pri nas in tudi v tujini. Proizvajamo ga sami, v svojem poskusnem obratu v Gameljnah z imenom »Ikaton«. Sestavljen je iz komponent, ki hkrati vplivajo na več lastnosti injekcijske mase in sicer ikaton:

- preprečuje zmanjšanje volumna, ki nastaja zaradi sedimentacije in kemijskega ireverzibilnega krčenja pri hidrataciji cementa,
- izboljšuje pretočnost sveže injekcijske mase, oziroma omogoča znižanje vodocementnega razmerja,
- rahlo upočasnjuje čas vezanja cementa, s čimer preprečuje hitro zmanjševanje pretočnosti sveže injekcijske mase,
- izboljšuje zmrzljivo odpornost injekcijske mase v zgodnjem obdobju hidratacije in kasneje v času eksploatacije objekta.

#### Gotova suha zmes

Zaradi težav, s katerimi se srečuje naša gradbena operativa pri nabavi kvalitetnih vrst cementov za pripravo injekcijskih mas, kakor tudi iz razloga,



Slika 3. Izgled preizkušancev po preiskavi zmrzljive odpornosti — vse tri mase so zmrzljivo neodporne

da bi bila sestava injekcijske mase kolikor mogoče konstantna, zlasti v pogledu kemijskega dodatka — količine in homogenosti vmešanja, razen tega pa tudi zato, da bi bilo delo na terenu čim hitreje in poenostavljeno, smo v ZRMK v istem obratu uvedli proizvodnjo gotove suhe zmesi za injekcijsko maso, ki je pripravljena na osnovi čistega portlandskega cementa optimalne kakovosti in kemijskega dodatka — ikaton. Gotova suha zmes se pripravlja po kriterijih, ki so postavljeni v ameriški in zahodno nemški regulativi, pri nas pa so za sedaj postavljeni v Začasnih smernicah za injiciranje prednapetih kablov (2) in predlogu Pravilnika o injiciranju. V serijah preiskav je gotova suha injekcijska zmes označena z oznako VI.

#### Sestava injekcijskih mas

Injekcijske mase smo pripravljali po postopku, ki je podan v začasnih smernicah (2) v sestavah, ki so podane v tabeli št. 1. V podanih sestavah so preiskovane mase, pripravljene iz vseh petih vrst cementov. Karakteristike svežih in otrdelih mas so bile preiskovane po postopkih, ki so podrobno opisani v delih (3, 4, 5). Osnovne karakteristike injekcijskih mas so podane v tabeli št. 2.

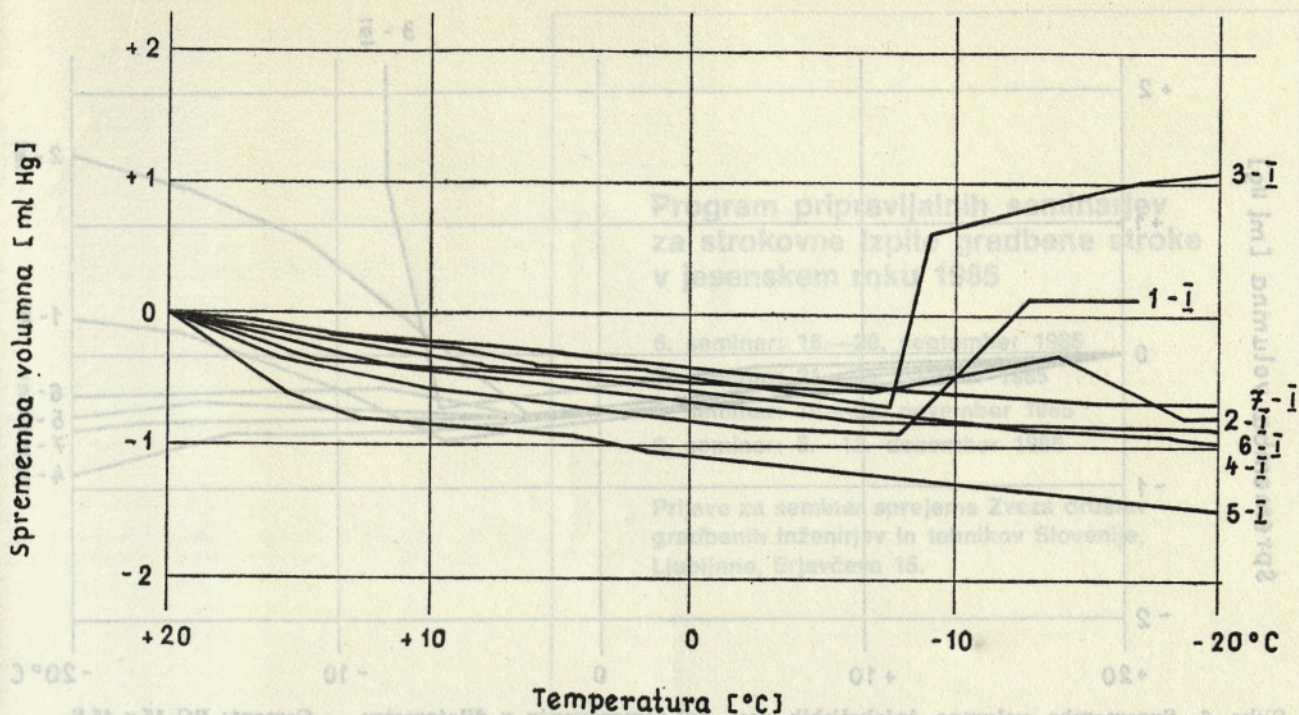
#### POSTOPEK DOLOČANJA ODPORNOSTI NA MRAZ

Preiskave smo opravil po modificiranem postopku A.Röhnischa (6). S tem postopkom ugotavljamo zmrzljivo odpornost »mlade« injekcijske mase, torej v stanju nizke stopnje hidratacije cementa.

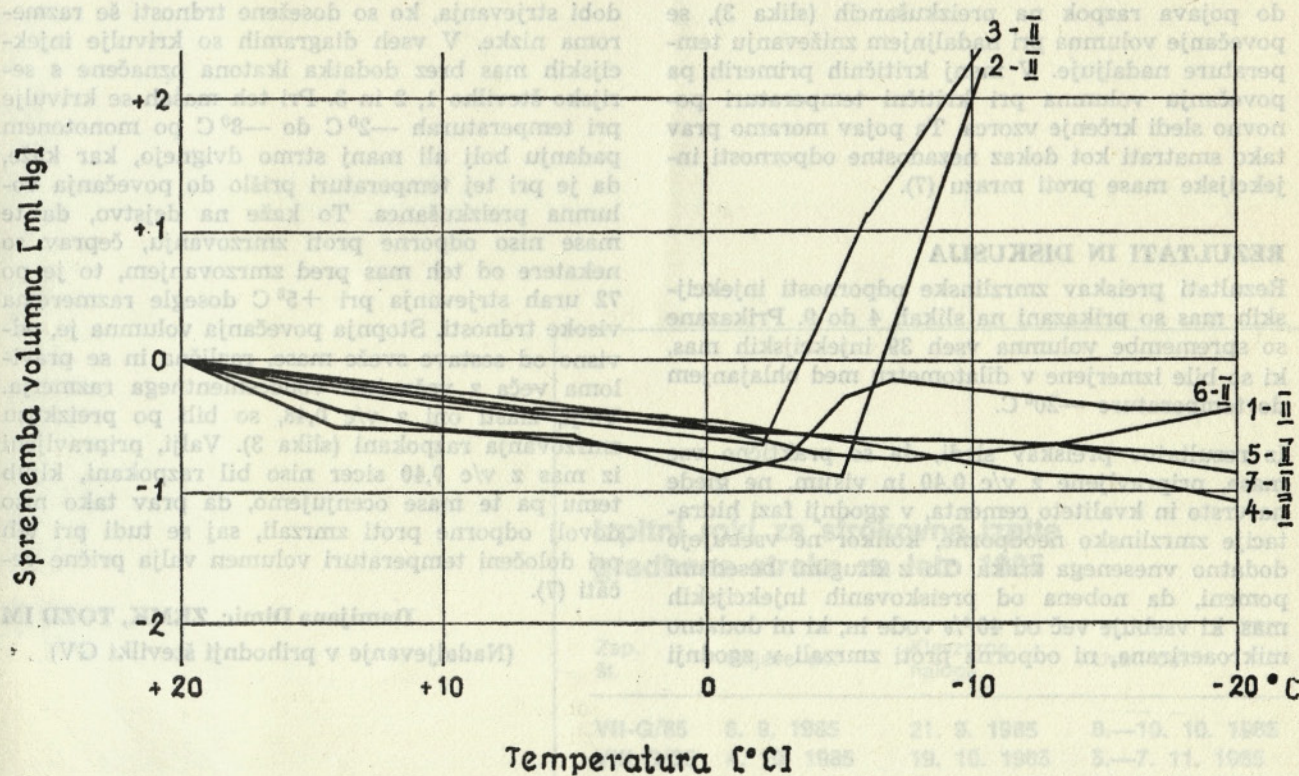
Preiskava bazira na merjenju spremembe volumna preizkušanca pri zamrzovanju do temperature  $-20^{\circ}\text{C}$ , predhodno 72 ur odležanega pri temperaturi  $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ . Hitrost zniževanja temperature znaša  $8-9^{\circ}\text{C}$  na uro. Preizkušanci so valji premera 46 mm, višine 110 mm.

Za preiskavo smo izdelali razmeroma zelo enostaven dilatometer, ki je prikazan na sliki 1 in shema prereza na sliki 2, detajlno je podan v II. delu študije o injekcijskih masah (5). Preizkušance po-





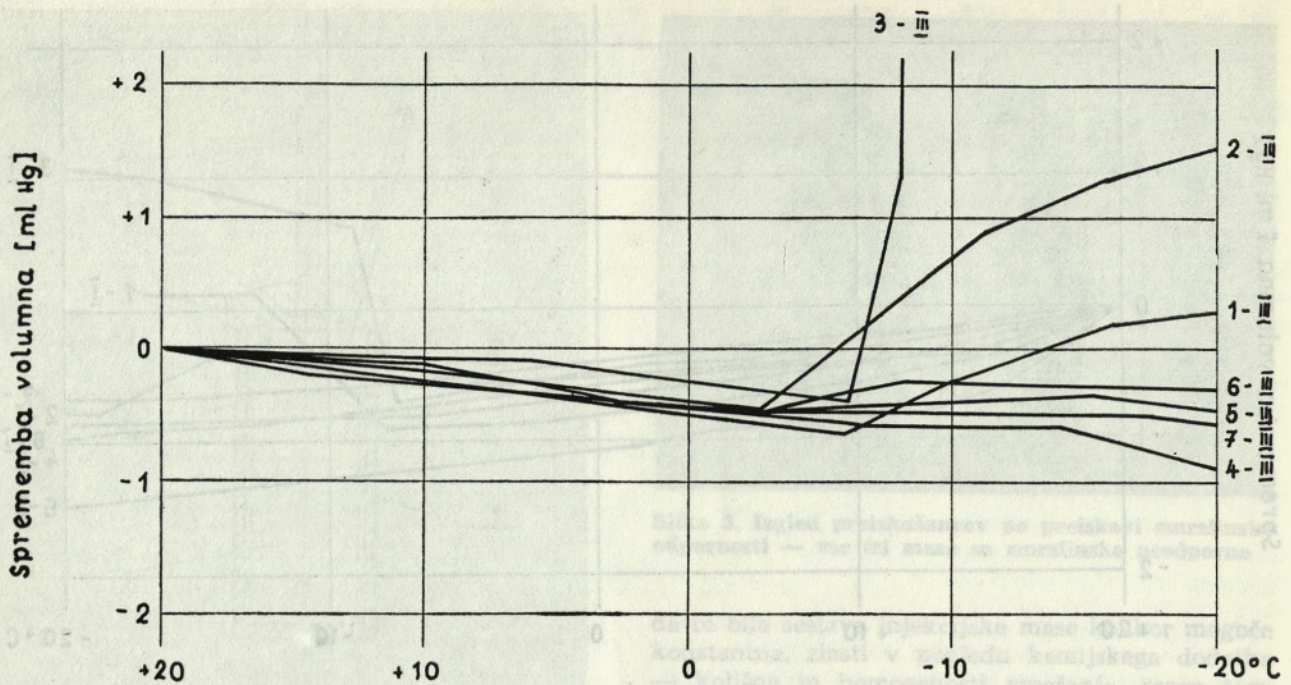
Slika 4. Sprememba volumna injekcijskih mas pri zamrzovanju v dilatometru — Cement: PC 45 B (T)



Slika 5. Sprememba volumna injekcijskih mas pri zamrzovanju v dilatometru — Cement: PC 45 B (U)

stavimo v posodo dilatometra, zalijemo z živim srebrom, tako da je valj popolnoma pokrit. Nato posodo zapremo s pokrovom in dolijemo živo srebro, da je posoda popolnoma zapolnjena. Med zmrzovanjem opazujemo spremembo nivoja živega srebra v merni kapilari, ki se nahaja v pokrovu dilatometra.

V primerih, ko je injekcijska masa odporna na mraz, se volumen preizkušanca pri zniževanju temperature manjša. Termično krčenje traja vse do temperature, do katere je masa obstojna, ko pa pride v preizkušancu do poškodb zaradi zmrzovanja, se volumen poveča, nivo živega srebra v kapilari se dviga. V bolj kritičnih slučajih, ko pride



Slika 6. Sprememba volumna injekcijskih mas pri zamrzovanju v dilatometru — Cement: PC 15 z 45 S

do pojava razpok na preizkušancih (slika 3), se povečanje volumna pri nadaljnjem zniževanju temperature nadaljuje. V manj kritičnih primerih pa povečanju volumna pri kritični temperaturi ponovno sledi krčenje vzorca. Ta pojav moramo prav tako smatrati kot dokaz nezadostne odpornosti injekcijske mase proti mrazu (7).

**REZULTATI IN DISKUSIJA**

Rezultati preiskav zmrzlinске odpornosti injekcijskih mas so prikazani na slikah 4 do 9. Prikazane so spremembe volumna vseh 39 injekcijskih mas, ki so bile izmerjene v dilatometru med ohlajanjem do temperature  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Iz rezultatov preiskav sledi, da so praktično vse mase, pripravljene z v/c 0,40 in višjim, ne glede na vrsto in kvaliteto cementa, v zgodnji fazi hidratacije zmrzlinско neodporne, kolikor ne vsebujejo dodatno vnesenega zraka. To z drugimi besedami pomeni, da nobena od preiskovanih injekcijskih mas, ki vsebuje več od 40 % vode in, ki ni dodatno mikroaerirana, ni odporna proti zmrzali v zgodnji

dobi strjevanja, ko so dosežene trdnosti še razmeroma nizke. V vseh diagramih so krivulje injekcijskih mas brez dodatka ikatona označene s serijsko številko 1, 2 in 3. Pri teh masah se krivulje pri temperaturah  $-2^{\circ}\text{C}$  do  $-8^{\circ}\text{C}$  po monotonem padanju bolj ali manj strmo dvignejo, kar kaže, da je pri tej temperaturi prišlo do povečanja volumna preizkušanca. To kaže na dejstvo, da te mase niso odporne proti zmrzovanju, čeprav so nekatere od teh mas pred zmrzovanjem, to je po 72 urah strjevanja pri  $+5^{\circ}\text{C}$  dosegle razmeroma visoke trdnosti. Stopnja povečanja volumna je, odvisno od sestave sveže mase, različna in se praviloma veča z večanjem vodocementnega razmerja. Valji, zlasti oni z v/c 0,48, so bili po preizkusu zmrzovanja razpokani (slika 3). Valji, pripravljeni iz mas z v/c 0,40 sicer niso bil razpokani, kljub temu pa te mase ocenjujemo, da prav tako niso dovolj odporne proti zmrzali, saj se tudi pri teh pri določeni temperaturi volumen valja prične večati (7).

**Damijana Dimic, ZRMK, TOZD IM**  
(Nadaljevanje v prihodnji številki GV)

**Program pripravljanih seminarjev  
za strokovne izpite gradbene stroke  
v jesenskem roku 1985**

6. seminar: 16.—20. september 1985

7. seminar: 21.—25. oktober 1985

8. seminar: 18.—22. november 1985

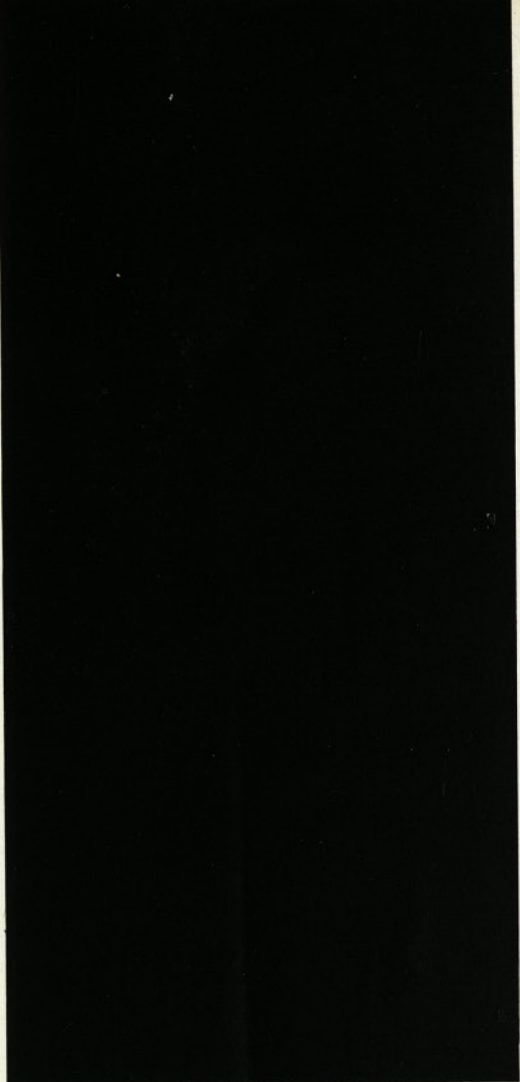
9. seminar: 9.—13. december 1985

Prijave za seminar sprejema Zveza društev  
gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije,  
Ljubljana, Erjavčeva 15.

**Izpitni roki za strokovne izpite  
gradbene stroke za leto 1985**

| Zap.<br>št. | Prijave do:  | Klavzurna<br>naloga | Ustni del       |
|-------------|--------------|---------------------|-----------------|
| VII-G/85    | 6. 9. 1985   | 21. 9. 1985         | 8.—10. 10. 1985 |
| VIII-G/85   | 4. 10. 1985  | 19. 10. 1985        | 5.—7. 11. 1985  |
| IX-G/85     | 31. 10. 1985 | 16. 11. 1985        | 3.—5. 12. 1985  |

Prijave za izpit sprejema Zavod za tehnično  
izobraževanje, Ljubljana, Langusova 21.



TISKARNA  
TONE TOMŠIČ  
LJUBLJANA  
GREGORČIČEVA 25A

KNJIGOTISK  
ROTOTISK  
OFSETNI TISK  
KNJIGOVEZNICA

