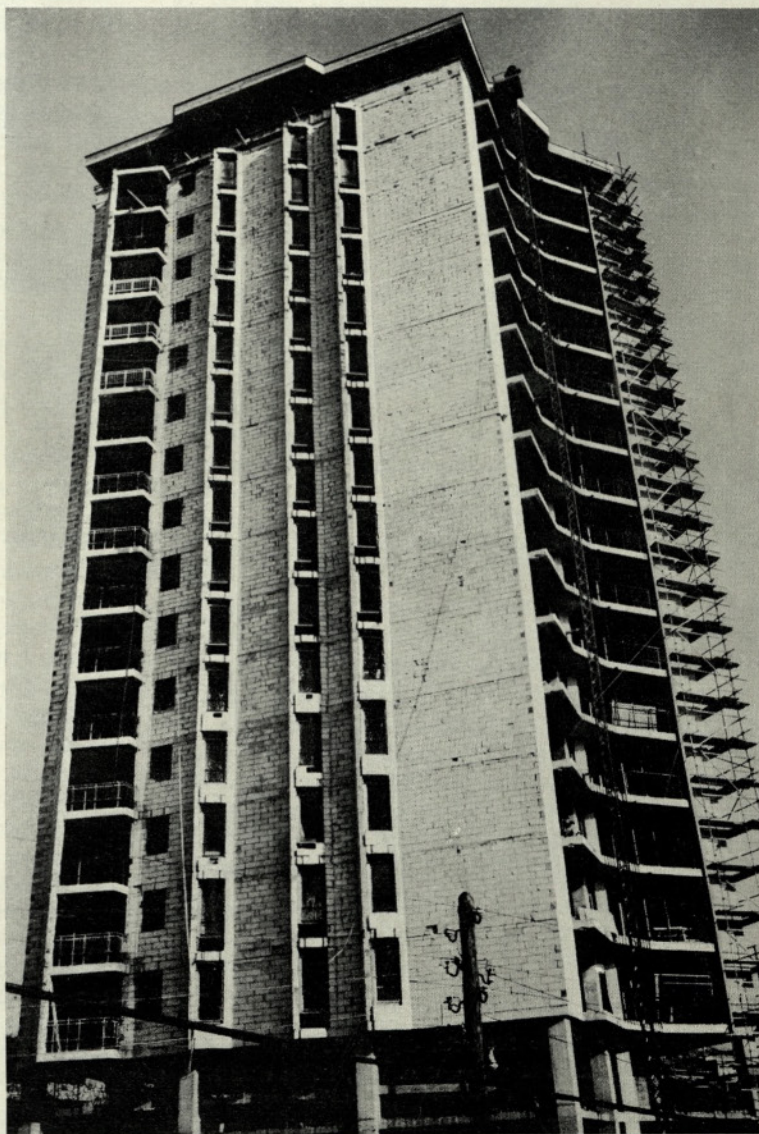


# GRADBENI VESTNIK

LJUBLJANA, JANUAR 1970  
LETNIK 19, ŠT. 1, STR. 1—36

1



SGP »ZIDAR« KOČEVJE  
114-stanovanjska stolpnica na Rijeki

# VSEBINA - CONTENTS

Članki, študije, razprave  
Articles, studies, proceedings

BLEIWEIS JANKO - COLARIČ OTMAR - RAJAR RUDI:

Nestacionarni pojavi v dovodnem kanalu HE Srednja  
Drava 1 . . . . . 1  
Unsteady flow in open channel of the PHS Srednja Drava 1

EXEL NEŽA:

Zaščita jekel za napenjanje pred korozijo v betonu . . . 8  
Anticorrosion protection of stressed steel cables in concrete

Iz naših kolektivov  
From our enterprises

GREBENC J.:

Izkušnje pri izvedbi polnih plošč s kartonskimj polnili . . 13  
Experiences by making full plates with cardboard fillers

Vesti iz inozemstva  
News from foreign countries

LAPAJNE SVETKO:

Nesreča stolpnice »Ronan Point« . . . . . 14  
Destruction of high building »Ronan Point«

Iz strokovnih revij in časopisov  
From technical reviews and newspapers

S. A.:

Objave . . . . . 18  
Publications

Informacije zavoda za raziskavo  
materiala in konstrukcij v Ljubljani  
Reports of Institute for material  
and structures research in Ljubljana

PLEMELJ ALBERT:

Okvare in sodobna tehnologija ometavanja . . . . . 19  
Damages and contemporary plastering technology

---

Odgovorni urednik: Sergej Bubnov, dipl. inž.

Tehnični urednik: prof. Bogo Fatur

Uredniški odbor: Janko Bleiweis, dipl. inž., Vladimir Čadež, dipl. inž., Marjan Gaspari, dipl. inž., dr. Miloš Marinček, dipl. inž., Maks Megušar, dipl. inž., Dragan Raič, dipl. jurist, Saša Skulj, dipl. inž., Viktor Turnšek, dipl. inž.

Revijo izdaja Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov za Slovenijo, Ljubljana, Erjavčeva 15, telefon 23 158. Tek. račun pri Narodni banki 501-8-114/1. Tiska tiskarna »Toneta Tomšiča« v Ljubljani. Revija izhaja mesečno. Letna naročnina skupaj s članarino znaša 36 din, za študente 12 din, za podjetja, zavode in ustanove 250 din.

## Nestacionarni pojavi v dovodnem kanalu HE Srednja Drava I

UDK 626.01 : 621.311.21 (SREDNJA DRAVA I)

JANKO BLEIWEIS, PROF. INŽ. - OTMAR COLARIČ, DIPL. INŽ.  
RUDI RAJAR, MR. INŽ.:

### 1. UVOD

Z dograditvijo in pričetkom obratovanja prve naše velike hidroelektrarne z dovodnim in odvodnim kanalom se je ostreje kot doslej pojavila potreba po zanesljivi proučitvi nestacionarnih pojavov, ki jih lahko povzroči neenakomernost obratovanja elektrarne, še posebej pa nepričakovani izpadi s prekinitvijo pretoka skozi turbine.

Za nasipe dovodnega kanala je nevaren zlasti nestacionaren pojav, ki ga poznamo pod imenom pozitivni val, kjer se pri prekinitvi pretoka skozi turbine dviganje gladine širi proti toku. Kot njegov dvojniki se v takem primeru istočasno pojavijo v odvodnem kanalu negativni val, kjer nižanje gladine potuje v smeri toka. Ker je ta del kanala vkopan, je zanj sicer treba analizirati nestacionarne pojave zaradi možnosti izplakovanja brežin, vendar za sam obstoj kanala negativni val ni tako nevaren, kot pozitivni val v dovodnem kanalu, ki utegne povzročiti prelitje bregov in s tem ogroziti sam nasip.

Od parametrov pojava nas zanimata predvsem višina in hitrost potovanja vala. Če lahko v vsaki točki kanala in ob vsakem času ti dve količini določimo, smatramo, da je naloga rešena. Naloge te vrste rešujemo lahko eksperimentalno ali računsko. Modelna raziskava, ki daje v takem primeru sicer točne rezultate, je zaradi potrebne ponazoritve dolžine objekta v modelu zelo draga in je v primeru, da je njen namen izključno določitev parametrov nestacionarnih pojavov, največkrat nesmotrna. Za analitično reševanje se poslužujemo najraje računalnikov, ker zmorejo postopke, ki so bili zaradi časovne zahtevnosti prej skoraj izključeni. Za navadno in grafično računanje smo zaradi tega uporabljali prej večinoma metode, ki so z nekaterimi omejitvami, supozicijami ali poenostavitvami dale ob porabi še sprejemljivega časa računanja dovolj zanesljive podatke za projekt. Pri tem je bil pri najneugodnejšem manevru s turbinami določen časovni potek dviganja in najvišji možni dvig gladine tik pred elektrarno, to je na spodnjem koncu dovodnega kanala in ustrezno največje znižanje gladine v podslapju oz. na začetku odvodnega kanala. Računalniki pa omogočajo celostno analizo nestacionarnega pojava in tako med drugimi rezultati naravno lahko najdemo tudi rezultate za prilike tik pred in tik pod elektrarno.

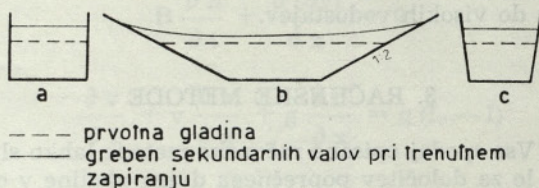
Prav primer hidroelektrarne Srednja Drava I nam je omogočil pomembne ugotovitve, s katerimi lahko med seboj primerjamo rezultate modelnih poskusov, rezultate računov, napravljenih po različnih metodah in na terenu opravljene meritve. Še posebej so pri tem zanimive primerjave časov, ki so bili potrebni za računanje po posameznih metodah.

### 2. MODELNE RAZISKAVE

Za hidroelektrarno Srednja Drava I smo hidravlične probleme študirali na več modelih. Za študij nestacionarnih pojavov sta bila uporabljena le model v merilu 1:40, ki je obsegal 3,8 km dolg odsek dovodnega kanala vzvodno od elektrarne ter popačeni model zgrajen z merilom dolžin in širin 1:250 in merilom višin 1:40, ki je ponazarjal ves odsek od Mariborskega otoka do izliva odvodnega kanala v Dravo. Ta model je bil dolg ca. 120 m.

Nepopačeni model je pokazal, da ima nestacionarni val v trapeznem profilu drugačne lastnosti kot v pravokotnem profilu, če je prekinitve pretoka trenutna. Pri pravokotnem preseku kanala je greben sekundarnih valov, ki se razvijejo na pozitivnem valu med bregovima raven, medtem ko je pri trapeznem preseku kanala ta greben konkaven in se ob brežinah poganja precej više kot v osi kanala. Za varnost brežin bi bilo torej nepravilno, če bi upoštevali višino vala v osi.

V popačenem modelu, kjer je bil prečni presek kanala trapezne oblike zelo podoben pravokotnemu preseku, se ta lastnost nestacionarnega vala ni pokazala. Pač pa se je v popačenem modelu, ki je bil dosti dolg, pokazal drug znan fenomen, ko se sekundarno valovanje na pozitivnem valu polno



Slika 1

Oblike grebena sekundarnega vala, ki nastane pri trenutni prekinitvi pretoka, ki se širi proti toku in ki je bil študiran:  
a) v pravokotnem profilu  
b) v nepopačenem modelu 1:40 in  
c) v popačenem modelu 1:40/250.

razvije šele v določeni oddaljenosti od mesta prekinutve pretoka.

Pri trenutni prekinutvi pretoka skozi turbine se gladina najprej naglo dvigne, nato pa se še polagoma dviga, dokler se odbiti negativni val ne vrne od vtoka kanala, kar povzroči ponovno nižanje gladine. Po trenutni prekinutvi pride v danem preseku tem prej do naglega dviga gladine, čim bliže je ta presek elektrarni oz. mestu prekinutve pretoka, naknadno dviganje gladine pa traja toliko dalj časa, kolikor bolj je presek oddaljen od vtoka v kanal. Če bi za naš primer npr. izbrali presek tik nad elektrarno, bi se tam gladina naglo dvignila takoj po prekinutvi pretoka, nato pa bi počasi naraščala še približno 4800 sek, kolikor znaša čas potovanja vala navzgor do vtoka in nazaj do elektrarne.

Na popačenem modelu 1 : 40/250 smo pri trenutni prekinutvi pretoka 450 m<sup>3</sup>/sek izmerili v oddaljenosti približno 0,8 km vzvodno od mesta prekinutve — to je v preseku, kjer so se že razvili sekundarni valovi — in približno 110 sek po njej poprečni dvig gladine

$$\Delta h = 1,06 \text{ m}$$

(Po 1400 sek je znašal dvig gladine na istem mestu  $\Delta h = 1,29 \text{ m}$ )

Gladina, ki so jo dosegli grebeni najvišjih sekundarnih valov, pa se je na istem mestu in ob podobnih pogojih kot zgoraj, v osi kanala dvignila za

$$\Delta h = 1,48 \text{ m}$$

dočim smo na nepopačenem modelu izmerili ob podobnih pogojih na istem mestu kot zgoraj, vendar ob brežini, dvig gladine

$$\Delta h = 2,49 \text{ m}$$

Iz primerjave teh podatkov, ki smo jih dobili iz modela, vidimo, da se v izbranem preseku zaradi sekundarnih valov gladine dvigne v osi kanala za 0,42 m ob bregovih pa celo za 1,43 m nad poprečno višino dviga gladine, ki jo povzroči val pri prehodu skozi ta presek. Gladina, ki se pri prehodu vala s sekundarnim valovanjem dvigne tako visoko, se v tem primeru nekoliko kasneje spet umiri in pade ter prične nato ponovno polagoma naraščati vse do povratka odbitega vala. Tako pride v preseku pri hipni prekinutvi pretoka v eni fazi dvakrat do visokih vodostajev.

### 3. RAČUNSKÉ METODE

Vse spodaj opisane računске metode lahko služijo le za določitev poprečnega dviga gladine v osi kanala. Višino sekundarnih valov nad to poprečno gladino moramo računati po posebnih metodah, medtem ko še ni znane računске metode za določitev zvišanja gladine ob brežinah trapeznega ka-

nala. To zvišanje lahko določimo le eksperimentalno.

Pri počasni prekinutvi pretoka, ki nastopa v praksi mnogo pogosteje, pa sekundarnih valov ni in računске metode zelo dobro reproducirajo pojav.

#### 3.1 Metoda trenutnih profilov

Zaradi predpostavke, da je pri pozitivnem valu proti toku čelo vala ves čas navpično, da nadalje vpliv trenja ni pomemben in da ga lahko zanemarimo ter da so gladine za čelom vala — torej med valom in spodnjim koncem dovodnega kanala vodoravne, kar tudi pomeni, da ne upoštevamo sekundarnih valov — daje ta metoda le približne vrednosti. Račun je izvedljiv le za primer, ko pretok skozi turbine trenutno prekinemo ali spremenimo to je, da ga trenutno zmanjšamo od  $Q_0$  na nek drug manjši pretok  $Q$  ali pa  $Q_0$  na  $Q = 0$ . Postopek je iteracijski v tem, da v enačbo pretoka za presek  $n$

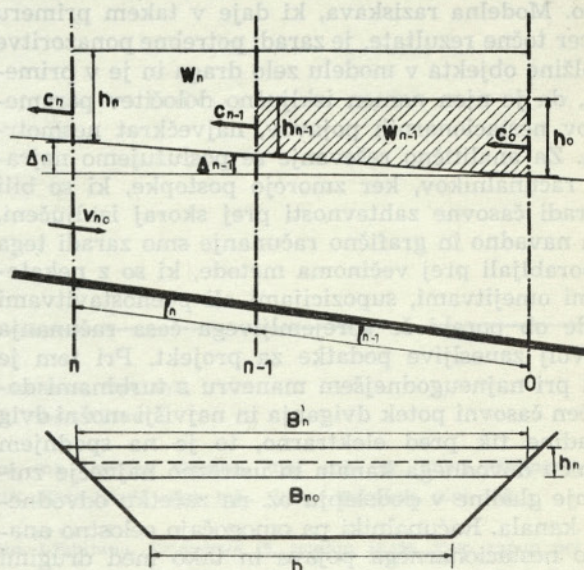
$$Q_n = C_n B_n' h_n$$

in v enačbo Egiazarova za hitrost širjenja vala v istem preseku kanala trapeznega preseka

$$C_n = \sqrt{g \frac{S_{n0}}{B_n'} \left( 1 + \frac{3}{2} \frac{B_n'}{S_{n0}} h_n \right)} - v_{n0}$$

(označbe imajo pomen, ki ga pojasnjuje slika 2.  $S_{n0}$  pa je mokri presek, ki ga določa prvotna gladina), postavljamo vrednost za višino vala  $h_n$  toliko časa, dokler ta višina ne ustreza obema enačbama.

Tako dobimo  $C_n$  in ob supoziciji, da ostane med profiloma  $n$  in  $n-1$  hitrost  $C_n$  nespremenjena, tudi čas, v katerem pride val do preseka  $n$



Sl. 2. Shema širjenja pozitivnega vala proti toku, po metodi trenutnih profilov.

$$\Delta t_n = \frac{l_n}{C_{n-1}}$$

Prostornina, ki se v posameznih časovnih intervalih zbere nad prvotno gladino med presekom O in n je

$$W_n = \Delta Q_o \Delta t_n$$

Tako računamo postopno do vtoka v dovodni kanal in s podatki o koti gladine v obravnavanem preseku dobivamo zaradi privzete supozicije o vodornosti gladine tudi kote gladine v preseku elektrarne.

Z računom po tej metodi smo našli v preseku tik nad mestom prekinitev dvig gladine

$$\Delta h = 1,10 \text{ m}$$

Ta rezultat se dobro ujema z onim, ki smo ga kot srednjo vrednost izmerili na popačenem modelu ( $h = 1,06 \text{ m}$ ) (slika 3). Ker upošteva metoda trenutnih profilov le poprečno vrednost dviga gladine, je prav, da med seboj primerjamo ta dva podatka.

### 3.2 Metoda karakteristik

Ta metoda omogoča izvedenotenje St. Venantovih enačb

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial S}{\partial t} = 0$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} + g \frac{\partial h}{\partial x} = g (I_o - I)$$

ki brez omejitev in poenostavitev opisujeta nestalni tok ter omogočata izračunavanje bodisi grafoanalitično, bodisi z računalniki. V teh enačbah pomeni I po Manningu določen naklon črte energije

$$I = \frac{n_g^2 v (v)}{R^{4/3}}$$

$I_o$  pa naklon dna kanala.

Z uporabo kontinuitetne enačbe  $Q = Sv$  in izraza za mokri pesek

$$S = A \cdot h^n$$

v katerem s parbolično obliko preseka lahko aproksimiramo tako naravne rečne struge kot trapezne preseke umetnih kanalov, dobimo sistem parcialnih diferencialnih enačb hiperbolitičnega tipa, pri katerih sta neodvisni spremenljivki  $x$  in  $t$ , odvisni pa hitrost toka in globine  $h$ . Rešitev iščemo tako, da so parcialni diferenciali  $\partial h/\partial x$ ,  $\partial h/\partial t$ ,  $\partial v/\partial x$  in  $\partial v/\partial t$  nedefinirani.

Dobimo štiri navadne diferencialne enačbe tako imenovane enačbe karakteristik.

$$\frac{dx}{dt} = v + \sqrt{g \frac{h}{n}}$$

$$dv + \sqrt{\frac{gn}{h}} dh = g (I_o - I) dt$$

$$\frac{dx}{dt} = v - \sqrt{g \frac{h}{n}}$$

$$dv - \sqrt{\frac{gn}{h}} dh = g (I_o - I) dt$$

Metoda karakteristik, ki je sicer praktično uporabna le za prizmatične struge, je zelo pregledna in prikazuje fizikalni pojav, če rezultate nanašamo v diagramu  $x - t$ .

Pri grafičnem postopku računamo z zgoraj napisanimi enačbami, ki jih preuredimo v diferenčno obliko in tako računamo v diagramu  $x - t$  mrežo od točke do točke. Računanje je zelo zamudno in je za konkretni primer dovodnega kanala Srednja Drava I trajalo približno 40 ur. Če si pri tem pomagamo z namiznim računalnikom, s katerim računamo pomožne krajše programe, računanje precej pospešimo. Za konkreten primer je bilo potrebnih 16 ur. Po izdelanem programu pa je bilo za delo z računalnikom IBM 1130 porabljenih 8 minut.

Za primerjavo (slika 3) z že zgoraj navedenimi rezultati navajamo, da je bil z grafoanalitično metodo karakteristik za podobne pogoje kot prej na istem mestu izračunan dvig gladine

$$\Delta h = 1,07 \text{ m}$$

dočim je bil z računalnikom izračunan dvig

$$\Delta h = 1,10 \text{ m}$$

### 3.3 Implicitna shema metode končnih razlik

Prav tako kot z metodo karakteristik tudi s to metodo brez omejitve izvedenotimo St. Venantovi enačbi, le da namesto prevedbe na štiri navadne diferencialne enačbe vstavimo izraze za končne difference takoj v obe parcialni diferencialni enačbi. V osnovnih St. Venantovih enačbah, ki ju pišemo v obliki:

$$B \frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial (Sv)}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} + g \frac{\partial h}{\partial x} = g (I_o - I)$$

izrazimo parcialne odvode po naslednji shemi:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{1}{\Delta t} \left[ \frac{h_j^{n+1} + h_{j+1}^{n+1}}{2} - \frac{h_j^n + h_{j+1}^n}{2} \right]$$

$$\frac{\partial h}{\partial x} = \frac{1}{\Delta x} [\theta \{h_{j+1}^{n+1} - h_j^{n+1}\} + (1 - \theta) \{h_{j+1}^n - h_j^n\}]$$

podobno za  $\partial v / \partial t$  in  $\partial v / \partial x$

Tu pomenijo indeksi  $n$  število korakov na časovni skali in indeksi  $j$  profile na  $x$  osi tako, da je npr.

$$v(x, t) = v^n; v(x, t + \Delta t) = v_j^{n+1}$$

$\theta$  je tu  $t$ . i. koeficient ponderacije, ki določa stabilnost metode in za katerega običajno privzamemo vrednost  $\theta = 2/3$ .

Z združevanjem dobimo dve algebraični enačbi z neznankami

$$h_j^{n+1}; h_{j+1}^{n+1}; v_j^{n+1} \text{ in } v_{j+1}^{n+1}$$

Vrednost za čas  $t + \Delta t$ , to je vrednosti z indeksi  $n + 1$  nadomestimo z izrazi

$$h_j^{n+1} = h_j^n + \Delta h_j$$

$$v_j^{n+1} = v_j^n + \Delta v_j$$

$$S_j^{n+1} = S_j^n + \Delta S_j$$

$$\Delta S_j = B_j^n \cdot \Delta h_j$$

$$h_{j+1}^{n+1} = h_{j+1}^n + \Delta h_{j+1}$$

itd.

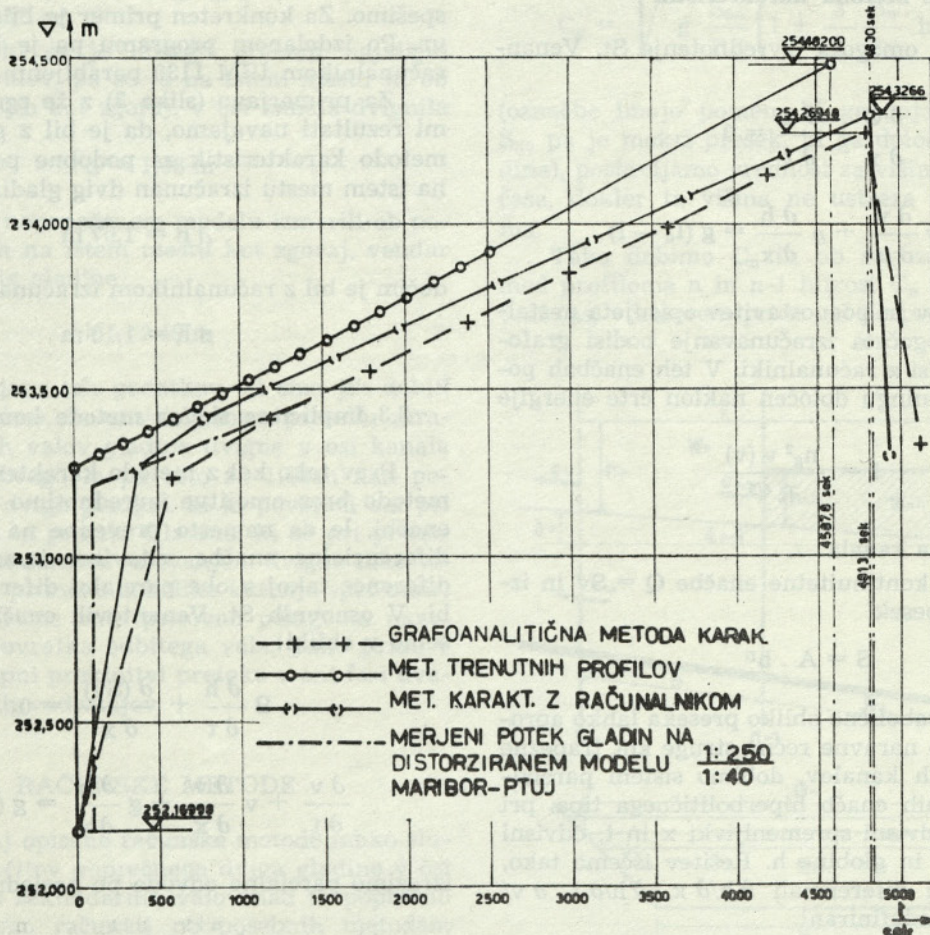
Če te enačbe vstavimo v izraze, dobljene iz osnovnih štirih enačb in če zanemarimo kvadratne izraze, dobimo dve algebrajski enačbi oblike

$$A_j^n \Delta h_j + B_j^n \Delta v_j + C_j^n \Delta h_{j+1} + D_j^n \Delta v_{j+1} = G_j^n$$

$$a_j^n \Delta h_j + \beta_j^n \Delta v_j + \xi_j^n \Delta h_{j+1} + \delta_j^n \Delta v_{j+1} = \gamma_j^n$$

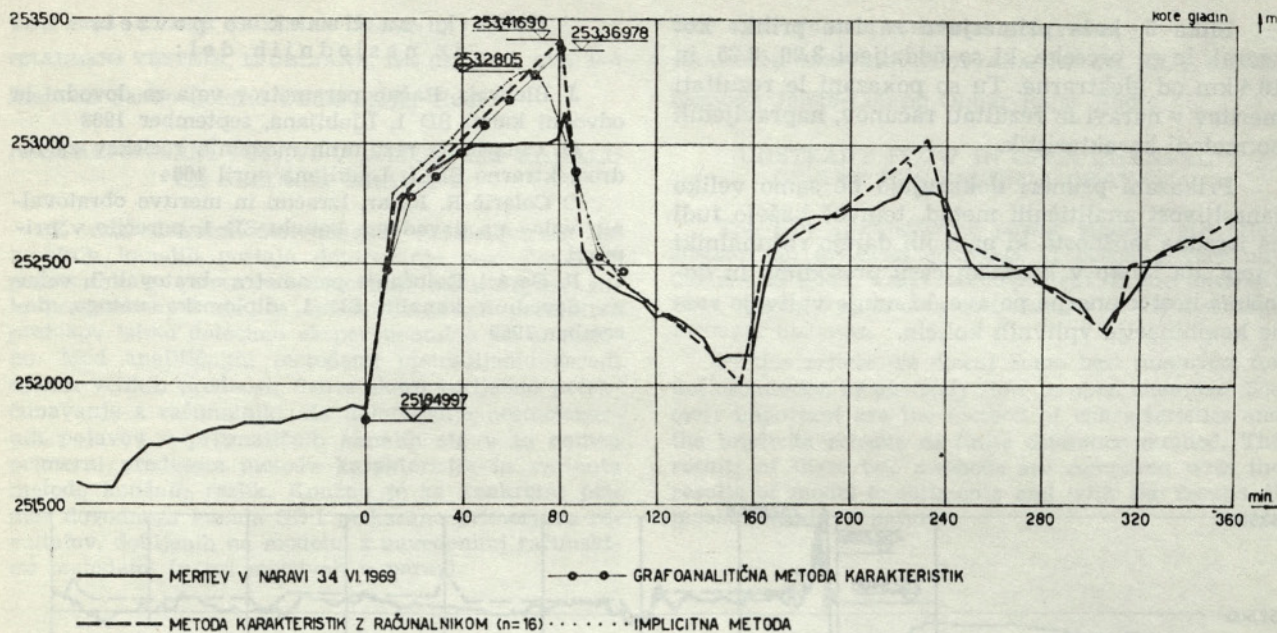
iz katerih z znanimi robnimi pogoji izračunamo neznanke  $\Delta h_j$ ,  $\Delta h_{j+1}$ ,  $\Delta v_j$  in  $\Delta v_{j+1}$ , to je prilike v kanalu ob času  $t + \Delta t$ .

Aplikacija metode je smiselna samo za delo z računalnikom. Njena glavna prednost je v tem, da je uporabna tudi za neprizmatične struge. Za prizmatične struge je nekoliko manj točna, zato pa pri računanju z računalnikom nekoliko hitrejša kot metoda karakteristik.



Slika 3

Naraščanje gladine tik nad elektrarno pri trenutni prekinitvi pretoka 450 m<sup>3</sup>/s določeno po raznih računskih metodah in z meritvami na modelu



Slika 4

Naraščanje gladine tik nad elektrarno pri prekinitvi pretoka  $330 \text{ m}^3/\text{s}$  v 720 sek določeno po dveh računskih metodah in po meritvah v naravi

S to metodo smo primerjali samo meritve v naravi in rezultate računa po ostalih metodah (slika 4), ne pa tudi meritev na modelu. Meritve v naravi so bile napravljene namreč le za primer prekinitve pretoka  $330 \text{ m}^3/\text{sek}$  v času 720 sek. Tako nimamo na razpolago podatka za maksimalni dvig gladine  $\Delta h$  tik nad elektrarno za primer trenutne prekinitve pretoka  $450 \text{ m}^3/\text{sek}$ , ki bi ga lahko primerjali s prejšnjimi podatki.

#### 4. MERITVE V NARAVI

Meritve v naravi so bile opravljene med poskusnim obratovanjem — torej ob pogojih, kakršne so omogočale takratne prilike.

Postavljena sta bila dva limnigrafa, eden približno 1250 m vzvodno od elektrarne, drugi pa ob pričetku dovodnega kanala v Melju. Vmes je bilo še šest opazovalnih mest, kjer so opazovalci beležili ob merskih letah ob bregovih časovni potek spreminjanja gladine. Pretok je znašal  $330 \text{ m}^3/\text{sek}$ , dočim je bil čas zapiranja razbremenilca 720 sek.

Pri počasnem zapiranju ima pozitivni val drugačne lastnosti kot pri hipnem zapiranju. Sekundarni valovi se ne pojavijo več, pa tudi višjega dviga gladin ob brežinah trapeznega profila zaradi tega ni.

Pri počasnem zapiranju se gladina, ki ima ob pričetku zapiranja naklon proti elektrarni, prične spreminjati tako, da prehaja v nasprotni naklon. Ob naraščanju gladine pri elektrarni se začetek odseka z gladino v protisklonu počasi približuje vtoku v kanal. Ko je vtok v kanal dosežen, se prične odsek v protisklonu zopet umikati proti elektrarni. Pri tem pa gladina pri elektrarni še ves čas pola-

goma narašča, vse dokler ne pride vpliv od vtoka do elektrarne. Šele po ca 4800 sek, ko se to zgodi in ko doseže gladina pri elektrarni svojo najvišjo koto, se prične spet polagoma nižati. Ves pojav je zelo počasen in je spreminjanje globine v danem preseku ob prehodu vala ob brežinah in v osi kanala enako, čeprav ima presek trapezno obliko. Opravka imamo le s poprečnim dvigom gladine v preseku, ki je istočasno tudi izračunana vrednost.

V slikah 3, 4 in 5 so prikazane primerjave med podatki, ki so jih dale meritve na modelu, računi in meritve v naravi. V sliki 3 je obravnavan primer trenutne prekinitve pretoka  $450 \text{ m}^3/\text{sek}$ . Krivulje, ki kažejo potek dviganja gladine tik nad elektrarno v odvisnosti od časa, so določene po treh analitičnih metodah in z meritvami na popačenem modelu. Na modelu je registrirano spreminjanje gladine v preseku ca. 800 m od spodnjega konca kanala, ker se tam še razvija sekundarno valovanje. Nanesene so srednje vrednosti dviga gladine in to samo za čas do 1400 sek, ker so se od tega časa dalje na modelu pričele pojavljati motnje, ki so prihajale v merski profil s strani odvodnega kanala.

V sliki 4 so v odvisnosti od časa do časa naneseni rezultati meritev v naravi, rezultati računa, napravljenega po implicitni shemi metode končnih razlik in po metodi karakteristik za presek tik nad elektrarno pri prekinitvi pretoka  $330 \text{ m}^3/\text{sek}$  v času 720 sek. Meritve v naravi v kulminaciji odstopajo od rezultatov računov, kar je zelo verjetno pripisati neustaljenim pretočnim prilikam v kanalu ob pričetku meritev. Na neustaljenost prilik kaže naraščanje gladine pred pričetkom opazovanja to je pred časom 0.

Slika 5, kaže primerjavo za iste prilike kot zgoraj, le za preseke, ki so oddaljeni 3,00, 8,75, in 16,4 km od elektrarne. Tu so pokazani le rezultati meritev v naravi in rezultati računov, napravljenih po metodi karakteristik.

Prikazani primeri dokazujejo ne samo veliko zanesljivost analitičnih metod, temveč kažejo tudi na izredne možnosti, ki nam jih dajejo računalniki s tem, da lahko v kratkem času presodimo in določimo nestacionarne pojave, ki nanje vplivajo razne kombinacije vplivnih količin.

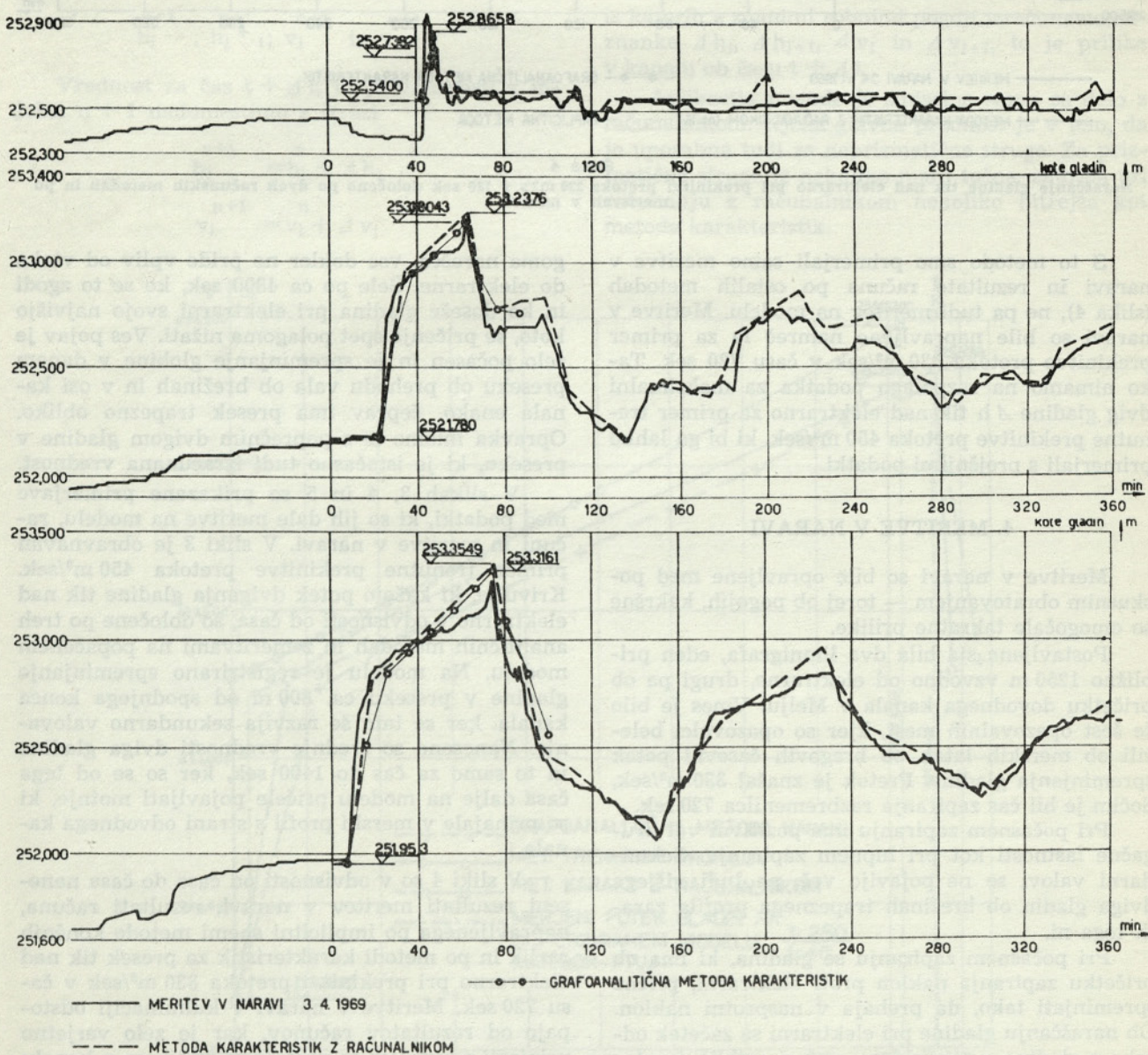
Podatki za članek so povzeti iz naslednjih del:

J. Bleiweis, Račun parametrov vala za dovodni in odvodni kanal SD 1, Ljubljana, september 1963

O. Colarič, O rezultatih modelnih raziskav za hidroelektrarno SD 1, Ljubljana april 1964

O Colarič-R. Rajar, Izračun in meritve obratovalnih valov na dovodnem kanalu SD 1, poročilo v pripravi

P. Deržel, Določanje parametra obratovalnih valov na dovodnih kanalih SD 1, diplomska naloga, december 1969



Slika 5

Naraščanje gladine pri prekinitvi pretoka  $330 \text{ m}^3/\text{s}$  v 720 sek določeno po metodi karakteristik in po meritvah v naravi. Zgoraj: v preseku km 16,4 vzvodno od elektrarne — v sredi: v preseku km 8,75 vzvodno od elektrarne — spodaj: v preseku km 3,00 vzvodno od elektrarne



UDK 626.01 : 621.311.21 (SREDNJA DRAVA 1)

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA, 1970 (19), Št. 1, STR. 1-7

Bleiweis Janko-Colarič Otmar-Rajar Rudi:

NESTACIONARNI POJAVI V DOVODNEM KANALU  
HE SREDNJA DRAVA 1

Z dograditvami derivacijskih hidroelektrarn na umetnih kanalih postaja določevanje nestacionarnih pojavov, ki ga povzročata obratovanje takih naprav, zelo pomembno. Posledica spreminjanja ali prekinitve pretokov lahko določimo eksperimentalno ali analitično. Med analitičnimi metodami uporabljamo zaradi njenih velikih prednosti danes skoro izključno preračunavanje z računalniki. Za določevanje nestacionarnih pojavov v prizmatičnih kanalih sta v ta namen primerni predvsem metoda karakteristik in varianta metode končnih razlik. Končno je za konkretni primer dovodnega kanala SD 1 prikazana primerjava rezultatov, dobljenih na modelu, z navedenimi računskimi metodami in pri meritvah v naravi.

UDC 626.01 : 621.311.21 (SREDNJA DRAVA 1)

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA, 1970 (19), NR. 1, PP. 1-7

Bleiweis Janko-Colarič Otmar-Rajar Rudi:

UNSTEADY FLOW IN OPEN CHANNEL  
OF THE PHS SREDNJA DRAVA 1

The new hydroelectric power stations are often situated an artificial channels. It becomes very important to know exact developement of the unsteady flow, which is caused by the changes of the discharge throught turbines.

In this article we discuss some best methodes for the calculation of unsteady flow in open channels. The most important are the method of characteristics and the implicate scheme of finite diference method. The results of these two methods are compared with the results of model experiments and with the results of measurements in nature.

Gradbeno podjetje

# tehnika

LJUBLJANA, VOŠNJAKOVA ULICA 8

gradi in projektira vse inženirske zgradbe, prodaja gradbene objekte na tržišču, izvršuje usluge tujim naročnikom in prodaja lastne izdelke v ekonomskih enotah: obrata za zemeljska in betonska dela, opažarski obrat, zidarski obrat, železokrivski obrat, avtopark, mehanični servis, ključavničarstvo in obrat mehanizacije, opravlja zunanjetrgovinski promet, izvaja investicijska dela v tujini.

# Zaščita jekel za napenjanje pred korozijo v betonu

UDK 620.197 : 693,8 : 666.972

NEZA EXEL, DIPL. INŽ.

X. zasedanje evropske komisije ASP (Association scientifique de la précontrainte) je bilo v marcu 1968, poročilo pa je bilo objavljeno leto kasneje. Ker vsebuje poročilo določene važne zaključke in priporočila, ki so pomembna tudi za naše gradbeništvo, podajamo krajši izvleček.

## 1. Poročilo dr. ing. Kerna od tvrde Diwidag

Vprašanje korozije je zelo pomembno za trajnost napetega betona. Po obliki ločimo: **splošno korozijo**, ki je enakomerna in najpogostejša; **preprečimo jo tako**, da armaturo pred vgradnjo skladiščimo v zaprtem, suhem prostoru oz. jo pri vgradnji povsem obdamo z betonom ali cementno malto; **luknjičasto korozijo**, ki je redkejši pojav, toda nevarnejša, ker je napad zgoščen na posameznih mestih; kot vzrok za njen nastanek se navaja npr. CO<sub>2</sub> vsebujoča voda, in **napetostno korozijo** oziroma interkristalno korozijsko pokanje, ki je še mnogo bolj nevarno kot prejšnji dve vrsti. To vrsto povzroča vodik, ki se razvija pod določenimi pogoji. Ta vodik difundira v jeklo in daje ob prehodu v molekularno stanje velike pritiskne, ki povzročijo krhkost in pokanje jekla.

Navedeni so rezultati preizkušnje občutljivosti na korozijsko pokanje za jekla za napenjanje, ki jih uporablja tvrdka Diwidag (München). Konvencionalni poizkus se izvede tako, da se palice, ki so napete na 70 % trdnosti jekla, izpostavijo vplivu 10 % raztopine amonrodanida, ki pri občutljivih jeklih povzroči pokanje zaradi razvijanja vodika. Čas do nastopa loma je »odpornostna doba«. Mejni čas za trajanje poizkusa je 800 ur. Če po tem času palice ne počijo, jih vzamejo iz korozijske raztopine in preizkusijo mehanske lastnosti. Preizkušene so bile gladke palice vrste SIGMA St 80/105 premera 26 mm (meja plastičnosti je 80 kp/mm<sup>2</sup>, trdnost je min. 105 kp/cm<sup>2</sup>), navojne palice St 90/110 iste izmere in gladke oplemenjene palice St 125/140 premera 12,2 mm. Po 800 urah korozijskega delovanja so bile mehanske lastnosti tj. meja plastičnosti, trdnost, raztezek in kontrakcija še vedno enako dobre kot v dobavnem stanju, le pri jeklu St 125/140 je bila kontrakcija znižana od 50 na 30 %. Smatra se torej, da so ta jekla odporna na korozijsko pokanje.

Prvi poizkusi, ki smo jih z oplemenjenim jeklom St 125/140 izvedli v Zavodu za raziskavo materiala v Ljubljani, potrjujejo te navedbe.

## 2. Poročilo prof. R. N. Berthiera o nevarnosti korozije trdih jekel

To poročilo obravnava:

— vpliv soli v cementu

— galvanske člene napetih kablov z zaščitnimi cevmi.

— bimetalne galvanske člene na splošno

### 2.1 Soli v cementu oziroma betonu

Beton predstavlja močno alkalno sredino, v kateri je najpomembnejša baza Ca(OH)<sub>2</sub> s pH med 11,7—12,7 (in male količine drugih alkalij). V taki sredini ni skoro nič več vodikovih ionov (H<sup>+</sup>) in se v njej ne more razvijati vodik, razen v sekundarni reakciji, pri čemer pa jeklo tega vodika ne sprejema. Po tem mnenju torej v čisto alkalni sredini ni nevarnosti za korozijsko pokanje.

Jeklo je v takem čisto alkalnem mediju pasivno, torej zaščiteno in se ne topi — ne korodira. Zaščita pa postane negativna in lahko izgine, če vsebuje sredina še ione soli, torej razen OH ionov še npr. kloride, sulfate, nitrate, ali če je prisoten CO<sub>2</sub> in se beton karbonatizira. V prisotnosti soli, v betonu naj bi nastala korozija zaradi koncentracijskih razlik, ki ustvarjajo galvanski člen. Kloridi so najbolj topni in najaktivnejši. Običajni cementi že sami vsebujejo male količine kloridov (ki bi jih bilo treba nadzirati), se pa kloridi še dodajajo npr. CaCl<sub>2</sub> za pospešitev vezanja, česar uporabnik vedno niti ne ve. Vsak dodatek kloridov je treba prepovedati, predvsem za napeti beton, razen v primerih, ko je predvidena katodna zaščita armatur, ki deluje tako, da odbija one soli iz neposredne okolice armatur in s tem preprečuje tudi vsako nevarnost morebitne vodikove krhkosti (napetostnega pokanja).

Sulfat-ioni se nahajajo v znatnih količinah v industrijskih cementih, ker jih že od nekdanj nomenoma dodajajo mešanici za klinker (mavec). Dodatek se smatra kot potreben, nikdar pa tudi ni nihče pomislil na nevarnost korozije, ki jo povzroča in na možnost izdelave cementa brez sulfatov. V Franciji je taka izdelava uspela in so prve količine uporabili v l. 1967 za betoniranje nove drsališčne plošče, ker je stara po 1 letu povsem propadla (korozija cevi za amonijak; merjenja potenciala so pokazala splošno korozijo). Strjevanje betona z novim cementom je bilo normalno kljub zimi, in začetni potencial jekla v betonu je kazal popolno pasivnost in je tak ostal (drsališče je bilo odprto 1. dec. 1967 in od tedaj brezhubno deluje). Najbolj se priporoča uporaba takega cementa za zalivanje napetih kablov. Malta iz novega cementa ima tudi veliko prednost, da ne dekantira.

### 2.2 Bimetalni galvanski členi

Merjeni so bili potenciali bimetalnih spojev, pri katerih je jeklo ena elektroda, druga pa je

neka druga kovina npr. aluminij, cink, svinec, kadmij, nerjavno jeklo itd. Elektrolit je bila bodisi destilirana voda, vodovodna voda, morska voda, običajen PCA cement v destilirani vodi in cement brez sulfatov v destilirani vodi. Nekateri teh poizkusov so bili izvedeni dvakrat, tako da je bil elektrolit enkrat zračen, drugič pa nezračen. Merjeni so bili potenciali in tokovi sklenjenega tokokroga in potenciali posamezne elektrode nasproti kalomelni. Meritve so izvajali po 15 minutah, 6—10 dneh in 50—60 dneh.

Zaključki iz meritev so naslednji:

— med »normalnimi« potenciali in faktičnimi, posebno v alkalni sredini, so velike razlike;

— gostote tokov so istega velikostnega reda kot pri naravni koroziji; pojav nevarne korozije pa ne zavisi le od višine gostote toka, temveč predvsem od lokalizacije tega toka; nastaja vtis, da zelo male gostote toka predvsem težijo k lokalizaciji, ki pa jo lahko povzročajo tudi površinske napake jekla in nekateri pogoji okolja;

— potenciali se s časom spreminjajo in pride tudi do spremembe predznaka;

— v alkalni sredini so kovine Zn, Al in tudi svinec (Pb) elektronegativne nasproti jeklu in tvorijo anodo v galvanskem členu, kar pomeni, da se tope (korodirajo) in s tem ščitijo jeklo (ki je katoda in ne korodira);

— kisik ni neobhodni dejavnik za korozijo;

— nerjavne legure na osnovi Ni in Cr ter titan dosežejo močno pasivnost in močan pozitiven potencial, ki znižuje potencial jekla tudi v alkalni sredini in s tem ustvarja nevarnost korozije jekla; (v tej zvezi se navajajo primeri korozije jekla, ki je bilo povezano z nerjavnim);

— cement CPA brez sadre (skoro brez sulfatov) deluje pasivirajoče na jeklo.

Smisel teh meritev je bil oceniti nevarnost korozije jekla, ki je v stiku z neko drugo kovino, bodisi v betonu ali izven njega.

### 2.3 Galvanski členi z zaščitnimi cevmi kablov

Izvedeni so bili poizkusi in meritve z namenom, da se ugotovi ali uporaba pocinkanih zaščitnih cevi lahko privede do korozije napetih žic kabla, ki se nahajajo v ceveh, in predvsem do napetostne korozije zaradi vodika, ki se razvija z delovanjem cinka na cement, kot sumijo nekateri strokovnjaki.

2.31 Poizkusi: patentirana žica  $\phi$  7 mm je bila postavljena v pocinkano zaščitno cev in zalita z malto iz normalnega cementa CPA 400 ob  $v/c = 0,50$ . Merjeni so bili potenciali v kratkem stiku in njihov tok in delni potenciali posameznih kovin (cinka, železa) po različnih časih in sicer za napeto žico. Namen je bil ugotoviti, ali bo nastopila vodikova krhkost.

Rezultati so pokazali, da nastane razvijanje vodika, če je jakost toka  $> 40 \mu A/cm^2$ , toda jeklo

ga ne sprejema, zato ni nastala nikaka krhkost ali pokanje jekla. Mehanske lastnosti,  $\sigma - \epsilon$  diagram in upogibi so bili enaki kot pred poizkusom. Omembe vredno je še, da pocinkanje, ki je razmerna tanko, omejuje trajanje katodne polarizacije jekla in razvijanje vodika na nekaj tednov, potem pa cink preneha delovati.

Izveden je bil še enak poizkus s cementom brez sadre, toda tako, da je bila zaščitna cev od zunaj obdana z malto, ki je bila narejena iz cementa, ki je vseboval sadro (3 %  $SO_3$  Cl : 0 %), da bi ugotovili, če bo ta malta povzročila onečiščenje malte v cevi, ki je bila brez sulfatov. Rezultati so bili zopet ugodni in krhkost ni nastopila; preizkušali so jo z upogibnim preizkusom.

### 2.32 Dodatni poizkusi

Pri anodnem raztapljanju cinka nastane v alkalnem betonu hidratiziran Ca-cinkat. Čeprav je količina cinka na pocinkanih ceveh majhna in ne more dati mnogo Ca-cinkata, so hoteli dognati, kaj se zgodi, če je ves cementni  $Ca(OH)_2$  nasičen s cinkom, kar bi se lahko primerilo npr. v zelo velikih votlinah zalivne malte.

Nasičena raztopina  $Ca(OH)_2$  s pH 12.7 je bila več dni v dotiku s cinkovimi granalijami, ob mešanju in brez dostopa zraka. Nastala je raztopina s pH 11.7, ki so jo nato elektrolizirali z železnimi elektrodami z jakostjo toka  $70 \mu A/cm^2$ . Anodna železna žica se ni raztapljala, katoda, na kateri se je razvijal vodik tekom 3 dni, ni kazala nikake krhkosti pri zelo občutljivem upogibnem poizkusu. Zatem je bila ta raztopina cinkata povsem karbonatizirana ob dosegu pH 6.9 in elektrolizirana kot zgoraj z istim rezultatom. Pri vseh elektrolizah so opazovali lahno, praškasto naslago Zn na katodi.

Pripravili so še raztopino čistega cinkovega oksida v destilirani vodi s pH 6.2, po karbonatizaciji s pH 6 in spet elektrolizirali. Tudi pri tem ni nastala nikaka vodikova krhkost na katodi.

Zaključno bi iz teh poizkusov torej sledilo, da pri uporabi pocinkanih zaščitnih cevi za napete kable ne pride do vodikove napetostne korozije niti v povsem alkalnem betonu, niti v navadnem, ki vsebuje sulfate.

Isti avtor (Berthier) govori še o uporabi Al zaščitnih cevi za kable, pri čemer pravi naslednje:

Aluminij je v betonu tudi negativen nasproti jeklu in ga ščiti. Razlika nasproti pocinkanim cevm je v tem, da so aluminijaste cevi masivne in je torej več Al na razpolago za pretvorbo v Ca-aluminat, ki je mnogo bolj voluminozen kot Al kovina in manj čvrst kot strjeni beton. Ker so produkti Al pretvorbe rahli, vodik, ki se počasi razvija, difundira vzdolž cevi in ne škoduje. Pretvorba aluminija zahteva vodo, zato izsušuje malto, kar kmalu prepreči nadaljnjo pretvorbo.

Izvedli so iste poizkuse nasičenja  $Ca(OH)_2$  z Al, kot gori z Zn; nasičena raztopina ima pH 11.20, karbonatizirana pa 7.3. Rezultati elektrolize so bili

isti kot pri Zn in torej ni nastopala vodikova krhkost oziroma napetostna korozija.

V razliko od pocinkanih cevi pa je treba pričakovati lahko ekspanzijo betona zaradi nastalih aluminatov, morda tudi lahen padec napetosti jekla in dodatne galvanske člene, če je bil namesto čistega aluminija uporabljen duraluminij (ki vsebuje baker). Končno je rečeno, da se uporaba Al zaščitnih cevi ne priporoča.

Za posvinčene zaščitne cevi je rečeno, da se obnašajo skoro kot pocinkane in da ni znana nikaka nevšečnost.

#### Jeklene zaščitne cevi

Nastanejo slabi galvanski členi med mehkim jeklom (zašč. cevi) in trdim (armatura). V tem primeru naj se na vsak način upošteva predpis, da bo zalivna malta brez soli.

#### Razni vplivi

Pri ocenjevanju vzrokov korozije jekla je treba upoštevati še naslednje pojave: na žicah za napenjanje lahko obstajajo že pred vgradnjo napake, ki so iniciatorji kasnejše korozije ali lomov; v tej zvezi se postavlja vprašanje neporušne kontrole žice, ki še ni rešeno. Začetki korozije lahko nastanejo tudi zaradi slabega skladiščenja, kar je celo zelo pogosto. Zgodi se tudi, da se vstavi kable v vlažne ali mokre zaščitne cevi, pa se jih ne zalije takoj, kar je zopet nevarno v pogledu korozije. V takem primeru je treba vsaj osušiti zaščitne cevi s komprimiranim zrakom, saj so kompresorji vedno na gradbišču. Najbolje bi bilo, da se na ta način drži notranjost cevi suho vse dotlej, dokler se ne zalije kablov. Po zalitju kablov se dogaja, da njihovi prosti konci, ki mole iz zalitja, hitro korodirajo, kar se razlaga z dejstvom, da skrajna zunanja plast betona ob teh prostih kablkih karbonatizira, s čimer postanejo ioni soli (kloridi, sulfati) aktivni in pospešujejo rjavenje.

2.33 Zaključki, ki jih podaja avtor Barthier, so naslednji:

— pri stiku trdega armaturnega jekla z raznimi kovinami je treba računati z možnostjo nastanka galvanskih členov in korozijo jekla;

— razne kovine, ki prihajajo v poštev, lahko uvrstimo v dve kategoriji: take, ki so nasproti jeklu elektronegativne kot npr. Zn, Al in Pb in ga ščitijo pred korozijo; rahlo razvijanje vodika, ki pri tem nastane, ne povzroča nikakega napetostnega pokanja pod običajnimi pogoji;

— pozitivne kovine nasproti jeklu kot npr. krom, nikelj, nerjavna jekla in baker so v betonu pasivne in delujejo kot katoda, medtem ko je jeklo anoda in se zato pojavi nevarnost korozije;

—  $\text{CaSO}_4$ , ki je v normalnih CPA cementih, je stalna nevarnost za korozijo jekla; cement brez sulfata prepreči vsako korozijo.

Kot bomo spoznali v naslednjih »priporočilih«, se vsi strokovnjaki ne strinjajo z vsemi gornjimi zaključki, predvsem kar zadeva uporabo pocinkanih zaščitnih cevi oziroma splošno zvezo jekla z neko drugo kovino.

### 3. Priporočilo komisije za trajnost prednapetih konstrukcij

#### 1. priporočilo:

Prepovedati je treba vsak dodatek kloridov v beton za napete konstrukcije ali v injekcijsko malto.

V cementu se nahajajo kloridi iz naravnih snovi, ki torej niso bili dodani. Količino tega klora v betonu ali malti je treba omejiti na 0,05 % od teže betona oz. malte. Okrog tega je bilo precej debate, češ da je treba v tej zvezi poznati vsebnost klora za cement, kot za pesek in vodo, ki se uporablja pri betoniranju. Na sestanku v oktobru 1968 je bila dokončno sprejeta gornja maks. vsebnost 0,05 % Cl v betonu z dodatkom, da klor v cementu ne sme prekoračiti 0,02 %, in enako v vodi; s tem ostane za pesek maks. 0,01 % Cl.

Količina 0,05 % Cl ustreza 0,079 %  $\text{CaCl}_2$ , ali če računamo glede na cement, ustreza približno 0,5 %  $\text{CaCl}_2$  od teže cementa. Pri nas smo dosedaj ocenjevali vsebnost okrog 1 %  $\text{CaCl}_2$  od teže cementa še kot neškodljivo v pogledu korozije, vendar pa se ni upošteval lastni klorid, temveč običajno le dodan (dodatki za zgoščanje ali hidratacijo).

Le za cimente iz visokopečne žindre in za žlindre klinkerske cimente se dovoljuje dodatek kloridov do 1 % od celotne mase, toda količina mora biti navedena na embalaži.

Glede žvepla se priporočilo omeji le na sulfide in sulfite v cementu in pravi, naj ne bo več kot maks. 0,2 % S v cementu, ki se uporablja za napete konstrukcije.

V tej zvezi se postavlja problem žlinder za izdelavo cementa. Visokopečna žindra nastane pri proizvodnji surovega železa v plavžih in služi predvsem razžveplanju železa. Revne železne rude tvorijo mnogo žlindre in je zato žveplo v njih razredčeno, npr. francoske minete iz Loraine dajo v žlindri 0,2—1 % S v obliki sulfida. Angleške in nemške bogate rude pa dajo do 3,5 % S v žlindri, zato npr. predpisujejo Nemci, da je treba žlindrin cement mešati s portland cementom v razmerju 1 : 1. Komisija smatra, da sulfidi lahko povzročijo oz. pospešijo napetostno korozijsko pokanje (vodikova krhkost).

Žveplo v obliki sulfidov se ne smatra tako nevarno, ker deluje oksidativno.

Ker omenjena meja 0,2 % S ni dovolj raziskana, je bilo predloženo, da naj bi se za injekcijske malte in za cimente, ki so v kontaktu z napetim jeklom, prepovedala vsebnost žvepla v kakršnikoli obliki. To velja do nadaljnjega, dokler

ne bo problem bolje raziskan. Za beton, ki pa ni v stiku z armaturo, pa bi se zadržala meja 0,2 % S v cementu. V zvezi z žveplom se je postavilo že vprašanje sulfatov v cementu (Berthier), češ, da so oni krivi za večino korozij. To vprašanje pa ni bilo dalje obravnavano.

3.2 Drugo priporočilo komisije — še iz l. 1967 — pravi, da se aluminatni ali taljeni cementi ne smejo uporabljati za napete konstrukcije, ker so imeli primere razpada betona, padca trdnosti in korozije armatur.

Sedanje mnenje je, da so nevšečnosti, ki so jih imeli predvsem Nemci, izvirale iz vsebnosti žvepla v njihovem aluminatnem cementu, ker se ta dela iz visokopečne žilindre. Aluminatni cement tipa Lafarge, kot se proizvaja v Franciji in Angliji, se dela s talilnim žganjem mešanice boksita in apnenca in običajno ne vsebuje žvepla in, kot se navaja, ni povzročal težav.

Propadanje betona iz aluminatnih cementov, ki nastane zaradi spremembe kristalizacije, je danes že odpravljeno. Ker so pa Nemci ugotavljali padce trdnosti betona tako pri uporabi svojega kot francoskega cementa, je komisija pustila do nadaljnjega gornje priporočilo še v veljavi.

Zastopnik raziskovalnega centra Lafarge je komisiji poročal naslednje. V teku časa so nastopali pri aluminatnem cementu trije problemi in sicer:

- razpad zaradi alkalne hidrolize, ki je bil rešen prvi in to že pred 20 leti,
- padec trdnosti betona, ki ga povzroča pretvorba heksagonalnih aluminatov v kubične in ki je danes tudi rešen,
- nezadostna zaščita armatur in nevarnost njihove korozije.

Prvi problem je bil rešen z omejitvijo vsebnosti alkalij. Reševanje drugega problema je pokazalo, da padec trdnosti povzročajo pojavi, ki spremljajo pretvorbo heksagonalnega aluminata v kubičnega, to je predvsem sprostitvev 18 molekul vode na molekulo kubičnega aluminata. Zaradi tega naraste poroznost, pojavi se prosta voda in v tej zvezi tudi padec trdnosti. Da bi se ta prosta voda vezala, je treba imeti pravilen, tj. dovolj nizek vodocementni faktor; v tem primeru se sproščena voda veže na še nehidratizirani del cementa in tvori novo skupino hidratiranih aluminatov. Poroznost ne naraste, voda je vezana in trdnost ne pade. Kot pravilen vodocementni faktor se navaja maks. 0,50.

Glede nezadostne zaščite armatur pravijo: pH betona iz aluminatnega cementa je 10,5, kar je nad mejo, ki je neobhodno potrebna (9) in je torej za neke primere korozije verjetno krivo žveplo, ki ga vsebujejo nekateri aluminatni cementi. Pregledi so pokazali, da neke prednapete konstrukcije, pri katerih je bil uporabljen aluminatni cement brez žvepla, po 10 letih niso dale nikake korozije armature. Novi aluminatni cement »silal«, izpolnjuje vse pogoje.

Ko bodo te navedbe preverjene s strani uporabnikov, je pričakovati spremembo omenjenega 2. priporočila.

3.3 Tretje priporočilo se nanaša na kovinske prevleke armatur za napenjanje in zaščitnih cevi.

a) Armature: priporoča se, da naj armature ne bodo zaščitene s kovinskimi prevlekami, kot jih daje pocinkanje, ponikljanje, pobakrenje, pokromanje itd. Kot vzrok za prepoved se navaja:

- nastanek galvanskih členov, ki bi lahko povzročili napetostno korozijo (predvsem se misli na učinek pocinkanja);

- škodljivi vpliv npr. pocinkanja na strjevanje in konzervacijo betona zaradi nastanka ZnO;

- nevarnost utrujenosti jekla v korozijskem okolju;

- nastanek nascentnega vodika, ki je koroziven za jeklo in tudi zmanjšuje adherenco z betonom in s tem omogoča razpoke v betonu;

- in še druge neznane stvari.

Zagovorniki pocinkanih armatur menijo, da Zn štiti jeklo kot raztapljajoča se anoda in da Zn soli zamaši pore na jekleni zaščiti.

Komisija meni, da ZnO lahko škodljivo vpliva pri strjevanju betona. Poizkusi, ki so bili izvedeni v Združenju galvanizerjev, pa kažejo, da ni nikake zakasnitve strjevanja betona; tudi francoski centralni laboratorij za gradnjo mostov in cest daje ugodne izjave, vendar želi rezultate (z nenapeto armaturo) preveriti že v teku časa. Komisija je zaključila: čeprav ZnO ne znižuje trdnosti, se zaradi opočasnitve strjevanja prepoveduje uporaba galvaniziranega jekla v napetih konstrukcijah.

Ob galvanizaciji armatur nastali nascentni vodik (zaradi luženja v kislini), med procesom izgine in ne bi bil nevaren, kot ugotavljajo strokovnjaki IRSID.

Kar zadeva razvijanje vodika in napetostnega pokanja, ki bi nastalo zaradi vpliva Zn, dokazujejo poizkusi (IRSID), da v alkalnem mediju ni pokanja, če je okolje čisto bazično in če ni nezalnih praznin ob napetih žicah. V cementnem mleku z dodatkom kloridov nastane Zn-Ca hidrat, ki daje žici plemenit potencial, ki bi pa med časom lahko poslabšal adherenco, zato so potrebna daljša opazovanja.

b) Zaščitne cevi za jeklene kable:

Glede zaščitnih cevi je komisija prav tako priporočila, naj odgovorni forumi prepovedo uporabo pocinkanih oz. sploh s kovinskim prekritjem zaščitnih cevi kot tudi uporabo aluminijastih, cinkovih ali drugih cevi, razen železnih. Vzrok je morebitni nastanek galvanskih členov med jekleno armaturo in cevmi in s tem korozija jekla. Na splošno velja, da nevarnosti za korozijo, tudi pri uporabi neželeznih cevi, ni, če je zaščita armatur

z injekcijsko malto popolna in povsem obda armaturo ter jo loči od cevi. Če pa nastopajo praznine, ki vsebujejo zrak in vodo, ali dopuščajo dostop obeh, nastopi nevarnost korozije armatur. Kontrolo zalitij izvajajo z gamagrafijo; navaja se, da je v 50 % izvedb zalitje slabo. Sicer se navaja kot primer, da pri uporabi posvinčenih zaščitnih cevi ni bilo nikakih slabih izkušenj, da pa so imeli take pri uporabi aluminijevih in pocinkanih cevi. Francozi so na široko opisali primer lomov žic napetih kablov, ki so bili zaliti v pocinkanih ceveh in zaključili, da je bilo vzrok lomov vodikovo napetostno pokanje jekla, čeprav je bila injekcijska malta visoko alkalna (pH 11.8) in vsebnost kloridov in sulfatov v njej zelo nizka. Ta njihov zaključek ni v skladu z izvajanjem prof. Berthierja, ki je s poskusi ugotovil, da jeklo v alkalni sredini ne sprejema vodika in ne poka, kar so potrdili tudi poizkusi v IRSID. Komisija je na zasedanju v oktobru 1968 izrekla mnenje, da so edine kovine oz. prevleke, ki so za zaščitne cevi nevarne, tiste, ki so elektronegativne nasproti jeklu, kar je prav nasprotno od mnenja kemikov. Nastaja vtis, da komisija v pogledu korozijskega vpliva Zn nima pravičnega stališča, kar se bo pa s časom gotovo razčistilo.

3.4 Četrto priporočilo pravi, da se je treba izogibati uporabi napetih golih (nezabetoniranih) kablov, ker je nevarnost napetostne korozije večja, prav tako pa tudi rizik zaradi morebitnega slabega sidranja in nenadnih lomov zaradi neke nadnapetosti ali utrujenosti. Komisija meni, da prednost lahke zamenjave golih jekel v primeru neke korozije ne odtehta varnosti, ki jo daje primerna in popolna zaščita. Dobro zabetonirano ali zalito jeklo z zagotovljeno sprijemnostjo štiti pred vsemi neprijetnostmi in močno zvišuje mejo, pri kateri nastajajo razpoke v betonu.

UDK 620.197 : 693.8 : 666.972

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA, 1970 (19), ŠT. 1, STR. 8-12  
Exel Neža:

#### ZAŠČITA JEKEL ZA NAPENJANJE PRED KOROZIJO V BETONU

Avtor obravnava poročilo z X. zasedanja Evropske komisije za napeti beton (Association scientifique de la précontrainte), ki je bilo objavljeno v l. 1969. Na kratko so podane raziskave in zaključki prof. R. N. Berthierja o vplivu soli v betonu in o galvanskih členih napetih kablov v stiku z drugimi kovinami oz. z zaščitnimi cevmi kablov, razen tega pa še priporočila Komisije glede 1. vsebnosti kloridov v napetem betonu, 2. uporabe aluminatnega cementa in 3. kovinskih zaščit in zaščitnih cevi napetih kablov.

Avtor je glede 3. priporočila mnenja, da ni dobro utemeljeno, ker v pogledu napetostne korozije sloni na zaključkih, ki so v nasprotju z rezultati preizkusov. Ostala priporočila pa smatra kot pomembna tudi za domače gradbeništvo.

#### 4. Zaključki

Od 4 navedenih priporočil, ki jih daje komisija izvajalcem napetih konstrukcij, je prvo priporočilo, ki omejuje vsebnost kloridov na 0,05 % Cl od teže betona, novo predvsem po tem, da so s tem mišljeni v sestavinah betona se nahajajoči kloridi in da ni dovoljen nikak namenski dodatek kloridov. Količina 0,05 % Cl ustreza 0,08 % CaCl<sub>2</sub> od teže betona.

Drugo priporočilo, ki zadeva prepoved aluminatnih cementov v napetih konstrukcijah, bo verjetno v kratkem spremenjeno v tem smislu, da se taki cementi lahko uporabljajo, če ne vsebujejo žvepla in če se pri uporabi drži določen primeren vodocementni faktor.

Tretje priporočilo, ki se nanaša na prepoved drugih kovin oz. elektronegativnih kovin za antikorozijske zaščitne prevleke armatur in za zaščitne cevi, pa menim, da ni dobro utemeljeno, ker v pogledu napetostne korozije jekla sloni na zaključkih, ki so v nasprotju z rezultati izvedenih poizkusov. Ne dvomim, da je v primeru, ki ga obravnavajo Francozi, prišlo do korozije in lomov kablov, ki so bili v pocinkanih zaščitnih ceveh, pač pa je dvomljivo, če je vzrok lomov res vodikova napetostna korozija, nastala zaradi stika napetega jekla s pocinkanimi cevmi in to v dobro alkalnem okolju. Taki lomi, kot jih prikazujejo, bi mogli biti tudi utrujenostni. Verjetno bodo tudi to problematiko kmalu razčistili, do takrat pa je bolje, da se izogibamo stikov napetega jekla s kako drugo kovino.

Četrto priporočilo, ki pravi, da naj se izogibamo golih, napetih kablov, je razumljivo, verjetno pa nastopajo primeri, ko se jim ni mogoče izogniti. Tedaj je pa važno, da so taki nezabetonirani kabli dobro antikorozijsko zaščiteni.

UDC 620.197 : 693.8 : 666.972

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA, 1970 (19), NR. 1, PP. 8-12  
Exel Neža:

#### ANTICORROSION PROTECTION OF STRESSED STEEL CABLES IN CONCRETE

The report of the X. Meeting of the European Committee for Prestressed Concrete, published in 1969, is being discussed. The investigations and conclusions of Prof. R. N. Berthier are given in short, treating the influence of salts in concrete and the galvanic cells of stressed steel cables in contact with other metals, resp. with cable sheaths. Also presented are the recommendations of the Committee concerning 1. the quantity of chlorides in prestressed concrete, 2. the application of aluminium cement and 3. the metallic protection and protective sheaths for stressed cables. By the author's opinion the 3. recommendation is not properly justified concerning stress corrosion of steel, because it is based on conclusions being in opposition to test results.

## iz naših kolektivov

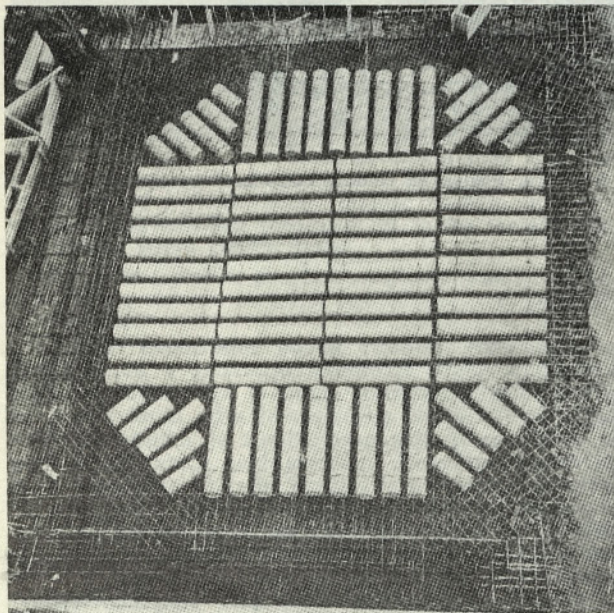
### Izkušnje pri izvedbi polnih plošč s kartonskimi polnili

#### 1.0 Splošno

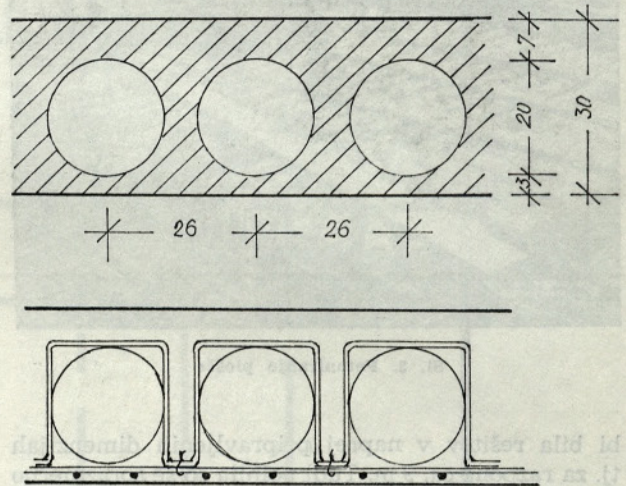
SGP »Zidar« Kočevje gradi na Reki na kompleksu »Podmurvice« več stanovanjskih 18-etažnih objektov za trg. Konstruktivno so stavbe zasnovane s polnim armiranobetonskim jedrom, armirano-betonski stebri po obodu, podebljene etažne plošče pa so brez zunanje poudarjenih nosilcev. Rešitev omogoča dokaj poljubno strukturo stanovanj. Stavbe so tlorisno dokaj razgibane, zaradi pogojenosti v okolje tlorisno neregulirane in izven modularnih mer, vendar s solidnimi možnostmi orientacije za izvedbo. Enake ali podobne etaže omogočajo določeno sistemizacijo gradnje.

#### 2.0 Etažne plošče

Izvedba polnih plošč s polnili iz kartona (Rohbaudecke) je bila v času ko so se dela začela, na našem gradbenem področju glede izkušenj precejšnja novost. Zlasti to velja v pogledu materiala (kartona), kot tudi za to, da gre za stanovanjske objekte. V zasnovi so to s križem armirane plošče, debeline 30 cm, s skritimi razširjenimi nosilci. Kot polnila so uporabljene kartonske cevi  $\phi$  186/196 oz. kasneje reducirane na 186/194 mm. Polnila so položena v skladu s potekom momentov in prečnih sil. Etažna plošča je tako sestavljena iz posameznih ploskev osmerokotne oblike, obrobljene s polnimi



Sl. 1



Sl. 2

betonskimi pasovi (slika 1). Relativno majhna lastna teža plošče ( $q = 375 \text{ kg/m}^2$ ) je pogojena s polnili iz hidroizoliranih kartonskih cevi dolžine 1,10 m. Cevi so zaprte z običajno sivo lepenko.

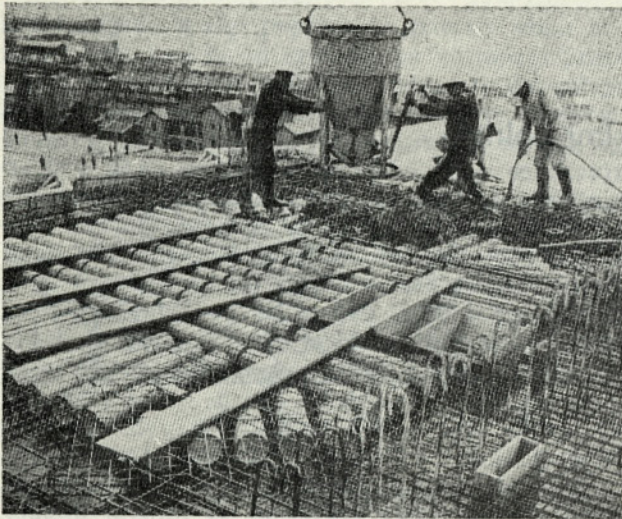
#### 3.0 Posebnosti izvedbe

Prijem v podani obliki je obdelan v literaturi (npr.: Bautechnik št. 7/1965, 7/1966, 2/1966, 3/1967), vendar je pri nas v praksi manj znan, tako da informativno navajam nekatere značilnosti, ki jih moramo pri delu upoštevati:

- odvisnost med premerom cevi in debelino plošče;
- minimalni nadsloj betona nad cevmi je 6,5 cm;
- cevi naj bodo odporne proti deformacijam, vlagi in sposobne vzdržati v prvotni obliki in kvaliteti ca. 6 do 7 ur v svežem betonu;
- pri betonaži pride do vzgonskih pojavov, zato morajo biti polnila v grupah povezana z cpažem (običajno enkrat na  $\text{m}^2$  s 3 mm žico);
- cevi naj ohranijo stalnost položaja, kar dosežemo s posebnimi sedli, ki obdrže posamezne skupine cevi na predvidenih mestih;
- stalnost oblike moramo zagotoviti s tem, da preprečimo transport in hojo po ceveh (transportne poti).

#### 4.0 Zaključki

- Neposredna ekonomika ni izrazita, ker je bil projekt zasnovan z razponi ca. 7 m. Ugodnejša



Sl. 3. Betoniranje plošče

bi bila rešitev v naprej pripravljenih dimenzijah tj. za razpone ca. 9 m. Tudi polnila so še sorazmerno draga, čeprav gre za velike količine (ca. 13.000 m za objekt). S poskusom smo za 1 mm stanjšali cevi, kar je še ustrezalo, v končni fazi pa je predstavljalo dokajšen prihranek. V celoti vzeto je projektirana rešitev omogočila hitro napredovanje del, saj smo dosegli do 3.5 etaže na mesec (žerjav HV-JU-45, betonarna »Itas«, mešalec »Fagram« 500 l, objektu prilagojeni opaži).

— Tovarniško izolirane kartonske cevi so se dobro obnesle (proizvajalec KT Ljubljana). Preizkušali smo cevi različnih debelin sten in po stopnji izoliranosti. Pokazalo se je, da zadoščajo debeline sten 4 mm, priporočamo pa, da se hidroizolacija nekaj gornjih navitij ne opusti. Zapora iz navadne sive lepenke je bila zadostna.

— Vzgonski vplivi so bili minimalni in varovanju v tem smislu ni bilo potrebno posvečati posebne pozornosti.

— Stalnost položaja cevi smo zagotovili s posebnimi sedli  $\phi$  6, pripravljenimi na gradbišču. Cevi smo vezali v nize bodisi neposredno na plošči ali pa pri deponiji cevi na posebnih šablonah. Ta

sistem je hitrejši, vendar je potrebno, da se poslužujemo posebnega ogrodja in montažnih vzdolžnih palic  $\phi$  10 (2 kom na niz), ki ju potem pritrdimo na armaturo plošče (slika 2).

— Betoniranje je bilo običajno in direktno vsipanje betonske mase ob primerni pazljivosti ni razmaknilo cevi. Potrebovali pa smo vibrator z iglo 35 mm zaradi malih razmakov med cevmi.

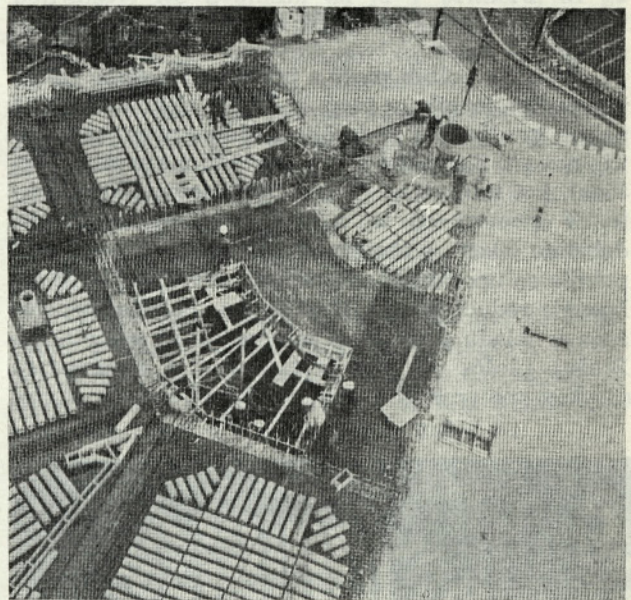
— Izbor in uporaba varjenih mrež (ČBM-50), za katere smo se odločili naknadno, je pokazala ugodne časovne in količinske rezultate.

— V pogledu izolativnosti so bile potrebne običajne rešitve kljub sorazmerno znatni debelini plošče, saj so npr. za prevodnost zvoka kritična mesta, ko gre za sorazmerno oslavljen prerez na prehodu skozi cevi.

Projekt: GPZ Reka.

Tehnologija: SGP »Zidar« — tehnični biro.

Izvedba: SGP »Zidar« — sektor Reka.



Sl. 4. Pogled na celotno etažo med betoniranjem

J. Grebenc, dipl. inž.

## vesti iz inozemstva

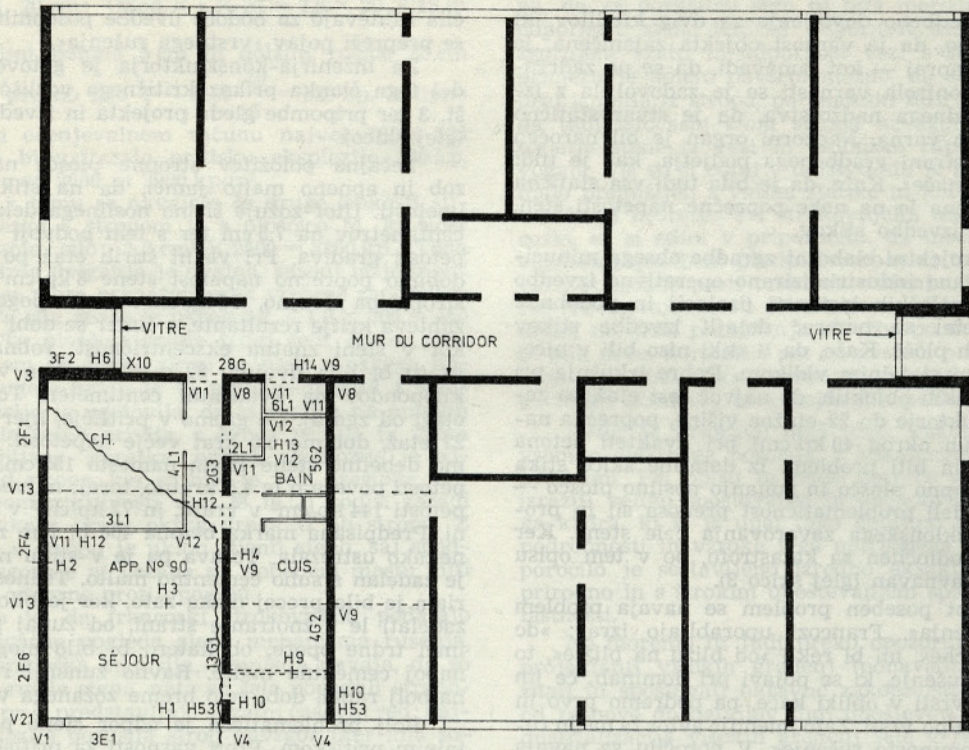
### Nesreča stolpnice »Ronan Point«

Iz francoske revije Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, novembrske številke leta 1969, posnemamo objavo v kratkem izvlečku. Originalna objava obsega kompletno poročilo preiskovalne komisije v francoskem prevodu. Podpisani so avtorji: Hugh Griffiths, A. G. Pugsley, Owen

Sounders in James Marlow. Dodana so mišljenja francoskih strokovnjakov: Robinsona, Despeyrouxa in Sail-larda.

Gre za dvaindvajsetnadstropno stolpnico višine 61 m v kraju »Ronan Point« v predmestju Londona. Sistem grajenja je polno industrializirana, težka mon-





Sk. 1: Razpored zidov ogrodja

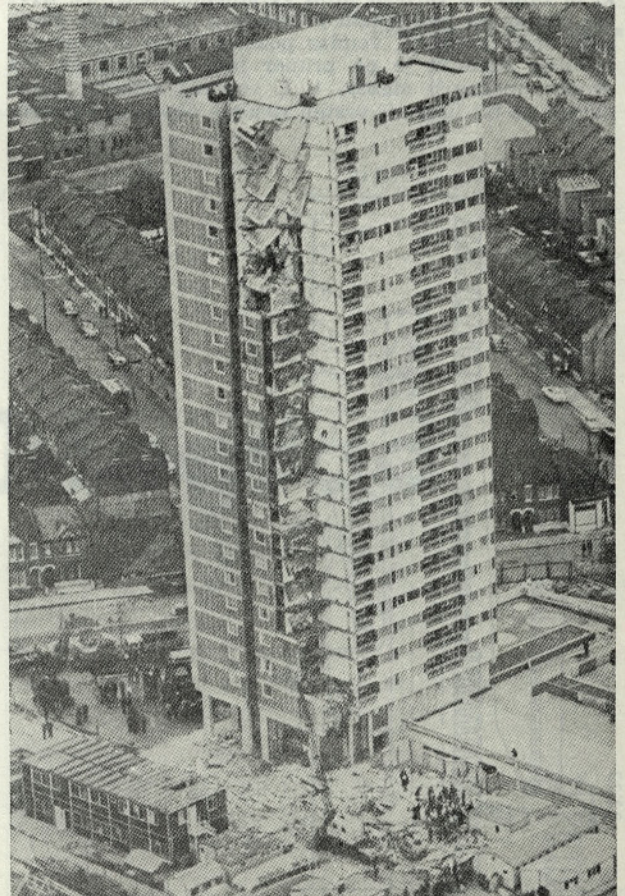
taža. Prefabricirane stenske plošče merijo  $2,70\text{ m} \times 2,40\text{ m}$ , prefabricirane stropne plošče:  $2,70\text{ m} \times 4,60\text{ m}$  največ. Te plošče, spojene med seboj, tvorijo že nosilno ogrodje, brez posebnih stebrov in nosilcev. Nosilni sistem je škatlast s to razliko, da so čelna polnila nenosilna, tanke nosilne plošče (panoji) so zavarovane proti uklonu le s stropnimi ploščami (glej skico 1).

Izčrpná preiskava je ugotovila, da je neposredni povod rušenju dala dvojna eksplozija v osemnajstem nadstropju. Udarec eksplozije se ceni na okrog 2000 do 3000  $\text{kp/cm}^2$  za trenutek, kar je bilo ugotovljeno iz deformacij pločevinaste opreme, pohištva, vrat. Eksploziji je sledilo vrstno rušenje kritičnega vogala stavbe, obsegajoče okrog 6 m zunanje tanke nosilne stene ter pripadajoče stropne plošče v površini okrog  $30\text{ m}^3$ . Polnilno okensko steno druge strani vogala je potegnilo zraven. Ker so bila nekatera stanovanja še nezasedena, pa tudi v zasedenih stanovanjih ljudje večinoma v navedenih prostorih niso spali, je katastrofa zahtevala le 4 smrtne žrtve, tri težje ranjence in 14 poškodovancev lažjega značaja (glej sliko 2). Polna zasedba prostorov bi lahko terjala tudi mnogokrat večje število žrtev.

Izčrpná poročilo posebne angleške vladne komisije navaja obširne in točne ugotovitve; podajamo jih v izvlečku.

Prvič: neposredni povod rušenja, eksplozija, je imela vzrok v puščanju kurilnega plina: holandska matica privite cevi je imela prešibko prirobnico, ta se je odkrnila, plin je neopazno uhajal. Jutranjemu vžigu kuhalnika je sledila eksplozija plina, ki se je prek noči nabral pod stropom. Komisija ugotavlja, da pojava neke slučajne eksplozije ni mogoče absolutno preprečiti: lahko je vzrok v pranju z bencinom, lahko v primeru vojne zadetek projektila. Toda, vsaka taka eksplozija mora obdržati značaj lokalnega rušenja, nikakor pa ne bi smelo priti do t. i. »vrstnega rušenja«.

Drugič: zaporedje administrativnih ukrepov kaže na širokogrudnost, ki je sicer v navadi, ni pa pravilna.



Sl. 2: Pogled na porušitev

Na primer: gradbeno dovoljenje za dvig kreditov, ki obsega klavzulo, da je varnost objekta zjamčena, je bilo izdano vnaprej — kot ponavadi, da se ne zadržuje grajenje. Kontrola varnosti se je zadovoljila z izjavo posvetovalnega nadzorstva, da je stvar statično preračunana in varna. Nadzorni organ je bil naročen in plačan od strani gradbenega podjetja, kar je tudi preveč »po domače«. Kaže, da je bila tudi vsa statična kontrola izvršena le na neke poprečne napetosti sten, brez ozira na izvedbo stikov.

Tretjič: projektni elaborat zgradbe obsega minuciozno preštudirano industrializirano operativno izvedbo z gledišča tehnoloških lastnosti (izolacij in podobno). Glavni problemi so namreč detajli izvedbe stikov prefabriciranih plošč. Kaže, da ti stiki niso bili v ničemer prilagojeni statičnim vidikom. Dobre izkušnje pri sorazmerno nizkih objektih, do največ šest etaž, so zapeljali konstruktorje do 22-etažne višine, poprečna napetost v stenah okrog 40 kp/cm<sup>2</sup> pri kvaliteti betona 400 ne bi smela biti problem. Iz detajlne skice stika H2 — med stropno ploščo in zunanjo nosilno ploščo — bomo hitro videli problematičnost prenosa sil in problematičnost uklonskega zavarovanja cele stene. Ker je bil ta stik odločilen za katastrofo, bo v tem opisu še posebej obravnavan (glej skico 3).

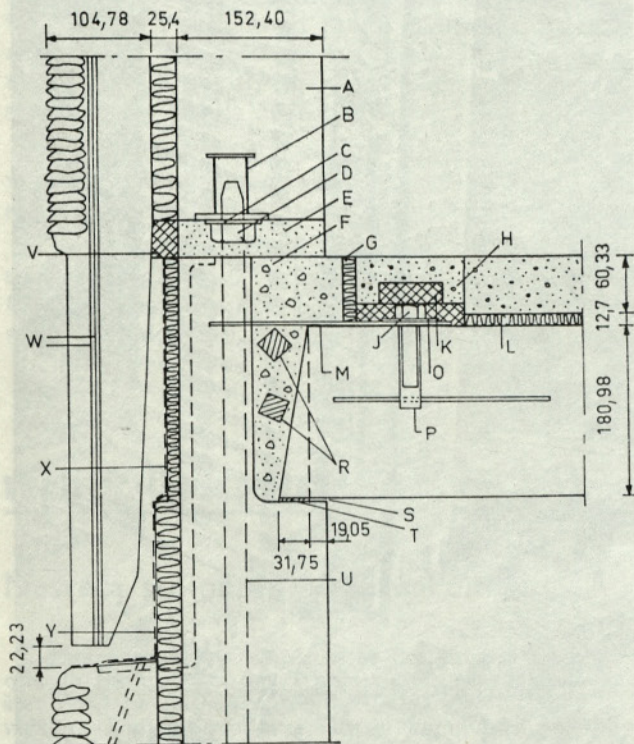
Četrta: kot poseben problem se navaja problem »vrstnega rušenja«. Francozi uporabljajo izraz: »de proche en proche«, mi bi rekli »od blizu na bližje«, to je zaporedno rušenje, ki se pojavi pri dominah, če jih postavimo po vrsti v obliki kače, pa podremo prvo in se zvrčajo vse po vrsti. Zato imenuje avtor ta način rušenja tudi »dominasto rušenje«. V poročilu se navaja še izraz »rušenje kot hišica iz kart«. Poročilo navaja, da nobena evropska država nima nobenega predpisa, ki bi zahteval varnost proti »vrstnemu rušenju«. (Avtor članka na tem mestu pripominja, na so naši predniki, stari inženirji, vendar poznali to nevarnost: bovarniški viadukt je na primer imel na štiri ali pet svodov močnejši stebel, t. i. »oporni stebel«, čigar namen je bil ustaviti vrstno rušenje obokov.) Priporo-

čila zahtevajo za bodoče uvedbe posebnih ukrepov, da se prepreči pojav »vrstnega rušenja«.

Za inženirja-konstruktorja je gotovo najvažnejši del tega članka prikaz kritičnega vozlišča H2 s skico št. 3 ter pripombe glede projekta in izvedbe tega stika (glej skico).

Tečajna položitev stropne plošče na 5 cm širok zob in apneno malto jamci, da na stiku ni nobene upetosti. Utor zožuje širino nosilnega dela stene od 15 centimetrov na 7,5 cm ter s tem podvoji poprečne napetosti gradiva. Pri višini štirih etaž po 3 t na etažo dobimo poprečno napetost stene 8 kp/cm<sup>2</sup>, v vratu ob stropu pa dvojno, 16 kp/cm<sup>2</sup>. Toda pogoj ravnotežja zahteva kritje rezultante, s čimer se dobi tako v vratu, kot v steni znatna ekscentričnost: robna napetost v vratu bi bila dvojna: 32 kp/cm<sup>2</sup>, robna v steni pa 16 kilopondov na kvadratni centimeter. To je v četrti etaži od zgoraj. Če gremo v pritličje, kjer leži na njeno 22 etaž, dobimo 5,5 krat večje napetosti. Ker pa imamo debelino stene 18 cm namesto 155 cm, se nam napetosti povečajo le 4,5 kratno, torej: največje robne napetosti 144 kp/cm<sup>2</sup> v vratu, in 72 kp/cm<sup>2</sup> v poprečni steni. Predpisana marka betona 400 bi tem napetostim še nekako ustrezala. Težava pa je v stiku nad ploščo, ki je zadelan s suho cementno malto. Trdnost tega materiala je bila precej nizka zato, ker je bilo stik mogoče izdelati le z znotranje strani, od zunaj pa ta stik ni imel trdne opore, ob katero bi bilo mogoče zagostiti naboj cementne malte. Ravno zunanji rob, ki je bil najbolj rahel, dobi celo breme zožanega vratu stene.

Bolj problematičen je odpor stene proti horizontalnim pritiskom. Proti varnosti za pritisk vetra v iznosu 50 do 150 kp/m<sup>2</sup> ni nobenih pomislekov. Stene so precej močne (15 cm) in primerno armirane, tako, da je komisija izračunala njih upogibno odpornost pod vertikalno osno silo do iznosa  $p = 7500 \text{ kp/m}^2$ . Toda njih priključek spodaj in zgoraj ni sposoben zdržati pripadajoče prečne sile. Poskusimo oceniti to odpornost: zgoraj bi trenje vertikalne sile 12 ton v iznosu 66% že znašalo okrog 8 ton, kar bi pomenilo pritisk okrog 6,7 t/m<sup>2</sup>. Če pa eksplozija s pritiskom 2,0 t/m<sup>2</sup> vzdigne strop, ostane od 12 ton pritiska le še 7,4 t, kar pomeni pritisk 4,1 t/m<sup>2</sup>, kar je več od pritiska dejanske eksplozije. Bolj problematičen je spet zoženi vrat stene, pri katerem se zaradi prečne sile morajo pojaviti znatni upogibni momenti. Če računamo samo drog za dviganje, brez betona, nam drži moment  $W \cdot \sigma = 1,05 \times 2500 = 2600 \text{ kg/cm}$ ; toda na ročico 20 cm prečno silo 130 kg, ali na 1 m širine 100 kg. Če prištejemo sodelovanje betona, lahko ugotovimo prenos sile s trenjem



Sk. 3: Stik H<sub>2</sub> (vodoravni stik med stropno ploščo in fasadnim elementom)

- A zid
- B metalni poklopec
- C podložka
- D matica
- E suha malta
- F na mestu vgrajeni beton
- G polistiren 12,7 mm (vgrajen na mestu)
- H prevleka (cementna)
- J Vijak 15,8 mm
- K steklena vlakna (vgrajen na mestu)
- L polistiren (vgrajen na mestu)
- M pričvrstilna plošča (50,8 x 4,76 mm), 2 kosa na pano
- N, O podložka
- P puša (nameščena na mestu)
- R zvojavne armature (tor)
- S odprti stik, napolnjen z apneno malto
- T plošča kartona, nameščena v štirih vogalih (na mestu)
- U drog za dviganje  $\phi$  22,2 mm v mehkem jeklu
- V steklena volna, nalepljena na fasado
- W žleb s trakom neoprena
- X kavčuk Butyl debeline 152,4 mm, na stiku (vgrajen na mestu)
- Y mavec, topljiv za grajenje, preplesek z epoxy-smolo (na mestu).

$\tau$  na dolžini 20 cm:  $Obod \times \tau \times 20 = 7,0 \times 20 \times 15 = 2100$  kg.

Na debelini betona 5 cm in dolžini ročice 20 cm nam nudi to prečno silo  $T = 2100 \frac{20}{5} = 525$  kp. Skupno torej po tem ocenjevalnem računu največ  $100 + 525 = 625$  kp. To bi ustrezalo pritisku eksplozije 500 kp, znašal pa je med 2000 in 3000 kp/m<sup>2</sup>.

Dodatno k temu se navajajo še druge šibkosti stika: zid je vezan s stropom le s ploščico M, ki sicer lahko prevzame silo:  $1,3 \text{ cm}^2 \times 2500 = 3250$  kp. Toda odprtina za drog dviganja je ovalna, zaradi lažje montaže. Pritisk se mora prenašati prek vmesne zapolnitve z betonom. Ta sila znaša le okrog  $2,2 \times 1,0 \times 200 = 440$  kilogramov. Ta ploščica prime tedaj šele, ko se premakne, pri tem pa lahko strop že pade z ozkega naslona. Na drugem kraju je ta ploščica privita z vijakom J. Komisija je ugotovila, da ta matica na mnogih mestih ni bila tesno privita, s čimer je bila ta zveza bistveno zrahljana. Skratka: pritisk eksplozije je odtrgal steno od stropa, ker so bile te vezi prešibke, bodisi zaradi pomanjkljivosti vezi M in J, bodisi zaradi popustitve ozkega vratu okrog droga U ob stropu. Z izgubo opore v stropu je uklon stisnil steno, saj spodnja stena z zgornjo ni vezana na nobenem mestu, niti natezno, niti odporno proti upogibu.

Zanimivo je, da francoski strokovnjaki podajajo nekoliko drugačne poglede glede mehanizma rušenja, kot uradna angleška komisija. Komisija navaja, da so se najprej porušile stene, nato so šle popadali stropovi. Francozi pa si predstavljajo obratni časovni red: najprej je eksplozija porušila strop navzgor (ker ima sorazmerno majhen odpor proti obtežbi navzgor), strop se je izpulil iz stene, sledilo je zaporedno rušenje ostenja in stropov. Če predpostavljamo, da je za porušenje stene potreben res pritisk 7,5 t/m<sup>2</sup>, trikratni pritisk eksplozije, potem bi imeli Francozi prav. Kaže

pa, da za porušitev sten ni bila merodajna upogibna odpornost sten, temveč odpornost sten na strig v zgornjem vratu in odpornost vezi s stropom. V tem primeru je potem povsem možno, da se je stena najprej izpulila iz stropa, po angleški tezi. Možen je seveda tudi istočasni zlom stropa navzgor, istočasno iztrganje stene iz vezi in uklonsko zaporedno rušenje vogala. Vsi so si edini v dejstvu, da je bil stik H2 premalo premišljen z vidika statike in kot tak glavni povzročitelj nesreče. Vsi strokovnjaki, angleški in francoski, so si edini v priporočilu, da morajo vsi bodoči varnostni gradbeni predpisi vsebovati tudi določila, za varnost zgradb proti vrstnemu rušenju. Posamezne porušitve morajo ostati lokalizirane, objekti morajo obdržati možnost prenašanja obtežbe po drugih poteh, če bi bila prva, normalna pot po nesreči prekinjena. (Prikazana je tudi slika podobnega primera v Alžiru — z lokalnim učinkom, brez najhujših posledic).

Avtor je pripravil opis tako, kakor je sam zajel vsebino obširnega poročila, z nekaterimi lastnimi pripombami. Pri opisu te hude nesreče moremo vendar izraziti veliko spoštovanje in občudovanje inženirskega kadra, ki si je upal tako detajlno javno razglasiti podrobnosti in vzroke tega nesrečnega primera. Samo poročilo je sestavljeno izredno eksaktno, objektivno, prirodno in s širokim upoštevanjem splošnih človeških lastnosti.

Ne moremo iti tudi preko opozorila, da bi morali projektanti visokih gradenj (ponavadi arhitekti) poznati in spoštovati naravne zakonitosti statike ter jih od zasnov do detajlov tudi upoštevati. Pri nas je industrializacija visokih gradenj šele v razvoju, nas izkušnje šele čakajo (nekaj jih že imamo). V sestavku je navedenih veliko dejanj, ukrepov in potez, za katere bi mirno lahko rekli »kot pri nas«.

Prof. inž. Svetko Lapajne

## GRADBENO PODJETJE

Ljubljana, Celovška c. 34

izvršuje vse vrste gradbenih in projektivnih del ter gradi stanovanja za tržišče solidno in poceni.

# Megrad

## iz strokovnih revij in časopisov

### MATERIJALI I KONSTRUKCIJE — BEOGRAD, 1969. Št. 3

- Mr. ing. R. Vukotić: Kriterijum loma. Uslov plastičnosti betona sa složenim naponskim stanjem. Str. 3—10, 14 sl.
- Dr. ing. Z. Brzoko. Preveo Ing. Ž. Perišić: Definisanje osnovnih reoloških osobina tla i njihovo predstavljanje jednim novim modelom. Str. 11—18, 4 sl.
- Mr. Ing. J. Tucakov: Termički naponi u dugačkom cilindru za nehomogen materijal. Str. 19—26, 6 sl.
- Ing. T. Čvorić: Prikaz savetovanja o visokovrednim čelicima za armiranje armirano betonskih i prednapregnutih konstrukcija. Str. 27—31, 3 sl.
- Pregled radova članova seveza izvršenih u 1969. g. str. 32—39.
- Bibliografija. Str. 40—43.
- Kongresi — savetovanja — simpozijumi — kolokviji. Str. 43—45.
- Obaveštenje saradnicima. Str. 45.
- Naučni skupovi u 1969. u SFRJ i inostranstvu. Str. 46 do 47.
- Informacije iz oblasti organizacije naučno-istraživačkog rada. Str. 48—51.

### GRADJEVINAR — Zagreb, 1969. Št. 11

- Stručne informacije za građevinsku industriju iz Hoechst: »Sintetska materija u građevinarstvu«. Dodatak str. 1—4.
- Ing. J. Miličić: Bi-čelik i mrežaste armature kao faktor unapredjenja gradjenja. Str. 419—422.
- Ing. B. Krstulović: Bi-čelik, osnovni podaci, karakteristike i upotreba. Str. 423—437, 45 sl.
- Prof. dr. Ing. Z. Kostrenčić: Ispitivanje ploča i greda armiranih Bi-čelika. Str. 439—443, 3 sl., 7 tab.
- Pravilnik o tehničkim merama za upotrebu Bi-čelika u armirano-betonskim konstrukcijama. St. 445—448, 14 sl.
- Informacija br. 1 i br. 2: Iz industrije cementa i azbestcimenta, Anhovo. Str. XIV—XV.

### IZGRADNJA — Beograd, 1969. Št. 12

- Ing. I. Stojadinović: Konzolni postupak betoniranja mostovskih lukova velikog raspona. Str. 1 do 24, 27 sl., 1 tab.
- Ing. E. Balgač: Odredjivanje sila u kablovima prethodno napregnute mreže obešenih krovova oblika hiperboličnog paraboloida (nastavak iz br. 11-69). Str. 25—34, 1 sl., 1 tab.
- Ing. arch. A. Petrović: Zaštita parketnih podova spoljnim premazima. Str. 35—36.
- Dipl. ek. A. Atanacković: Potreba uvođenja tržišnih ocena u građevinskim preduzećima. Str. 36 do 39, 3 tab.
- Podgrada ankerovana u tlo koja omogućava duboke iskope. Str. 40.

- VII. kongres Jugoslovenskog društva za puteve. Str. 40—43.
- Pregled mesečne prerioidike. Str. 43—44.

### DOKUMENTACIJA ZA GRADJEVINARSTVO I ARHITEKTURU — Beograd, 1969. Št. 189

- ILG — 404. Proizvodnja u građevinarstvu do kraja septembra 1969.
- ILG — 405. Lični dohoci u građevinarstvu i ostalim oblastima privrede u avgustu 1969.
- ILG — 406. Stambena izgradnja u društvenom sektoru u trećem tromesečju 1969.
- DGA — 1057. Pravilnik o tehničkim merama i uslovima za projektovanje i izvođenje građevinsko-zanatskih radova (Nacrt).
- DGA — 1056. Pravilnik o tehničkim merama i uslovima za opterećenje građevinskih objekata i konstrukcija (Nacrt).
- DGA — 1058. Pravilnik o tehničkim merama i uslovima za izgradnju, montažu, eksploatacija održavanje liftova (Nacrt).
- KIG — 85. Klasifikovani indikatori za građevinarstvo.
- TKD — 153. Cene građevinskih radova u trećem tromesečju 1969.

### DOKUMENTACIJA ZA GRADJEVINARSTVO I ARHITEKTURU — Beograd, 1969. Št. 190

- ILG — 407. Proizvodnja u građevinarstvu do kraja oktobra 1969
- ILG — 408. Lični dohoci u građevinarstvu i ostalim oblastima privrede u septembru 1969.
- DGA — 1060. Neki aktuelni problemi proizvodnje ustanova i pravci njihovog rešavanja.
- DGA — 1061. Dimenzioniranje pojačanja kolovoznih konstrukcija na putevima u Madjarskoj na osnovu geomehaničkih karakteristika i odnosa.
- DGA — 1062. Neki opšti pojmovi pri projektiranju inostranih građevinskih zgrada.
- DGA — 1063. Dokumentacija inostranih građevinskih tržišta.
- DGA — 1064. Prikaz jugoslovenskog građevinarstva na Stalnoj izložbi građevinarstva Jugoslovenskog građevinskog centra u Beogradu.
- DGA — 1065. Laki agregati od letećeg pepela (Prikaz).
- DGA — 1067. Ispitivanje mogućnosti korišćenja visokokvalitetnog vatrostalnog materijala u industriji kreča (Prikaz).
- DGA — 1068. Praćenje i dopunjavanje nomenklature zanimanja u građevinarstvu (Prikaz).
- DGA — 1069. Sistem obrazovanja stručnih građevinskih kadrova (Prikaz).
- DGA — 1070. Izvođenje vodonepropustnih injekcionih zavjesa u jako karstificiranim vapnencima (Prikaz).
- TKD — 154. Cene građevinskog materijala u julu 1969.
- KIG — 86. Klasifikovani indikatori za građevinarstvo.

## Okvare in sodobna tehnologija ometavanja

UDK 69.059.2 : 693.625

S spremembo kvalitete zidovja in konstrukcij se pojavljajo tudi določene zahteve in pogoji v pripravi malt in tehniki vgrajevanja pri ometavanju. Neupoštevanje tega stanja in opuščanje znanih, tudi starih pravil se pogosto maščuje v okvarah na ometih, ki jih zelo radi vzročno vežemo na povsem druge vzroke in pogoje nastajanja.

### 1. Okvare na ometih in stenskih premazih

Omet na zidovih in stropovih zgradb, zunaj in znotraj, je dragocena zaščita in važen oblikovni element arhitektonske kompozicije objektov. Zato naj omet izpolnjuje naslednje zahteve:

— ustvarja naj ravne in goste zaključke sten in stropov kot podlago za obdelavo z barvnimi ali drugimi premazi;

— ščiti naj gradbene in konstrukcijske elemente objektov pred vplivi vlage in vode, toplote, mraza in požara kot izvori poškodb in razpadanja;

— omet, kot lahko izvedljivi element iz plastične malte, naj po obliki in kvaliteti smotrno in estetsko vključuje zgradbe v neposredno okolico.

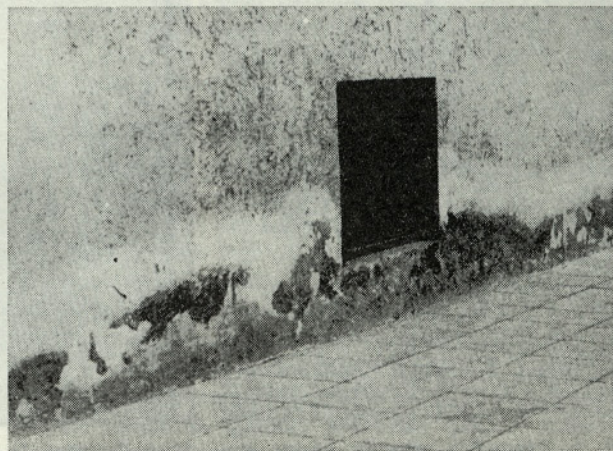
Tem pogojem bo ustrezal le omet pravilne materialne sestave, priprave podloge in vgrajevanja, ob upoštevanju splošnih in tehničnih pogojev pri grajenju (tehnološki, časovni in terminski) in samo tako bo zagotovljena obstojnost in trajnost ometa v vseh klimatskih razmerah. Z naraščajočo gradbeno dejavnostjo in zazidanim prostorom pa ugotavljamo nesorazmeren porast okvar na ometih, ki tvorijo nehigienske pogoje v objektih, ogrožajo v prostornih in mestnih komunikacijah varnost prometa, kvarijo videz in zahtevajo prevelike vzdrževalne stroške na zgradbah.

Vzroki za okvare na ometih in premazih so vedno posledica tehnološke vode ali vode drugega izvora (podtalna, meteorna voda) tj. vplivov vode v plinskem, tekočem ali trdnem stanju. Pri tem vplivno sodelujejo in povečujejo kvarne posledice še pomanjkljivosti v konstrukciji zgradb (dilatacije, termična zaščita itd.) ter v tehnološki organizaciji pri izvajanju gradbenih del (posedanje, strjevanje — krčenje materialov, izhlapevanje itd.).

Pri gradbenih delih, zlasti pri ometih, je voda nezamenljiva, hkrati pa skrajno neugodna topilna snov.

Voda je kot topilec enakovreden gradbeni material pri pripravi malte, zraven pa pri nepravilni tehnologiji vgrajevanja povzroči na ometih lahko tudi največje okvare (razpoke, izstopanje, odpadanje). Voda pa ni nevarna samo kot porabna snov pri pripravi malte za omete, enako je škodljiva vsaka druga voda, ki moči in vlaži zidovje oz. omete.

Tako imenovana zamesna voda sestoji iz tehnološko potrebne vode in presežne vode, ki daje malti plastičnost in možnost vgrajevanja na zidovje (ometavanje). Ta voda, ki pri vezavi in strjevanju malte v ometih ni potrebna, deloma izhlapi, drugi del pa sprejme porozna podlaga t. j. zidovje. Od pogojev izhlapevanja in usesavanja proste vode iz malte je odvisna kvaliteta ometa, ker vsako oddajanje vode povzroči spremembe prostornine v sloju ometa. Isti proces spremembe prostornine pa se pojavi tudi pri sprejemanju vode v poroznem ometu npr. pri deževju. Oddajanje vode (izhlapevanje in vpijanje na podlagi ometa) je zlasti škodljivo pri svežem ometu, ko malta še nima končne trdnosti in povzroči krčenje pri spremembi prostornine razpoke in odstopanje od podloge. Nasprotno pa pri sprejemanju vode v ometu nastopajo raztezki in nabrekanje snovi s pojavom tlačnih napetosti v ometu, ki lahko prekoračijo sprejemne trdnosti na podlagi in tudi vodijo do okvar na ometih (razpoke,



Sl. 1. Temeljna vlaga (nezadostna hidroizolacija) in brizganje deževnice na omet (mehka voda) luži in izpira apno iz veziva v ometu in ustvarja pogoje za mehansko poškodovanje in odpadanje ometa

odstopanje, odpadanje). Pri novih ometih mora izvajalec skrbeti za počasno oddajanje vode pri strjevanju malte, tako da proces krčenja snovi ostane v dopustnih mejah trdnosti, s čimer se prepreči tako odstopanje ometov od podlage in razpok v ometih. Sicer pa naj bo malta gosta, da je sprejemanje in oddajanje vode (krčenje in raztezanje) v mejah dopustnih napetosti, kjer igra važno vlogo podloga ometov. Pri lesu je sprejemanje večje, pri železobetonu pa manjše in tako je vpliv vlage pri lesenem stropu ali steni nevarnejši, kakor pri železobetonskih konstrukcijah.

Podoben pojav poškodb na ometih opazamo zlasti pri zgradbah z montažnimi elementi iz različnih materialov in snovi, kjer so pogoji sprejemanja vlage v podlagi in ometu različne stopnje. Pri teh izvedbah so okvare neogibne, ker vlaga (od malte ali poroznega ometa) vpliva na spremembo prostornine v materialu podloge in posebej v ometu. Tako je omet izpostavljen dvojnemu vplivu poškodbe npr. razpoke zaradi krčenja ali nabrekanja materiala v podlagi, in ločeno pri istih pogojih v ometu samem. Zato je priporočljivo pri montažnih elementih (keramika, les-heraklit, siporeks itd.) finalizirati zlasti tanke in velike elemente v suhem postopku (plastoboard, tapete itd.) in se izogniti mokremu postopku z ometi ali premazi.

Okvare nastopajo na ometih v daljši dobi. Vpliv presežne vode sicer nastopi takoj v času strjevanja malte v obliki tankih razpok in nizkih sprejemnih trdnosti (vendar vpliv vlage in vode stalno deluje, krčenje in nabrekanje se stalno ponavlja in ruši omet, kjer dodatno še delujejo deformacije v podlagi (obtežba stropov), ali sunki in vibracije od strojev in prometa).

Sicer pa je najpogostejši povzročitelj okvar na ometih nepravilna priprava malte za ometavanje. Mastne malte z neprimernim agregatom in dozo veziva vodijo pri neupoštevanju kvalitete podloge neogibno do razpok in odstopanja od podloge. Kajti agregat in vezivo določata ne samo trdnosti malte v ometih, od

istih dveh elementov in vgrajevanja je odvisna tudi vplivna voda, ki tvori spremembe v prostornini ometa.

Navedeni pojavi in pogoji za okvare na ometih so tehnološkega značaja. Izvori okvar na ometih pa so lahko tudi konstruktivni, zlasti pri gradbenih detajlih (posedanje v temeljih, posedanje svežega zidovja, dilatacije, spajanje elementov, termični mostovi itd.), in izvedbenega značaja. V naslednjem jih navajamo in delimo po glavnih skupinah:

- okvare ometov zaradi nezadostnega temeljenja, posedanje svežega zidovja, tresljajev in nateznih napetosti pri deformacijah v konstrukcijah in gradbenih detajlih;

- poškodbe ometov zaradi nezadostne termične izolacije zidov in stropov, kar ima za posledico znojenje in vlaženje ter mehansko razpadanje ometov (nabrekanje, krčenje, raztezanje);

- poškodbe ometov na poroznih podlogah (kamen, keramika in celični betoni), ki posesajo iz malte tehnološko vodo, trdnost ometa, zlasti sprejemna trdnost močno padajo, in omet odpada;

- poškodbe ometov na gladkih in gostih podlagah (beton, kamen), kjer omet ne oddaja vode v podlogo in se zato ne ustvari fizična povezava podloge ometa;

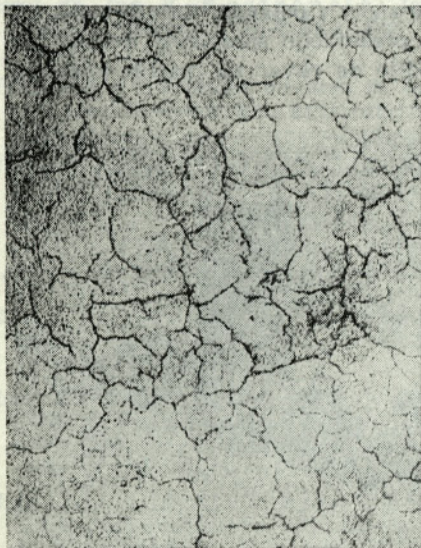
- poškodbe na ometih, kjer se malta v spojnica zida še ni stabilizirala;

- poškodbe na ometih, kjer podloga ni bila dovolj suha ali pa je bila presušena in je zato sprejemala premalo ali preveč vode iz malte;

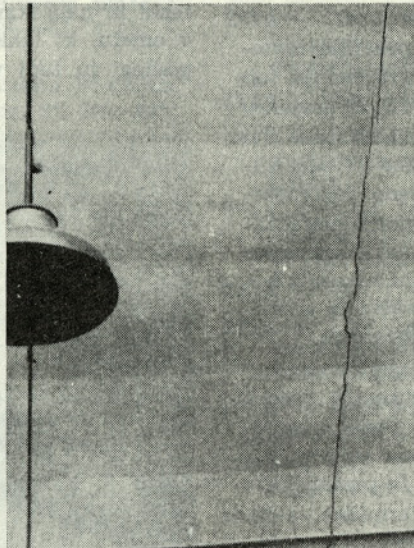
- okvare na ometih zaradi slabega veziva: nedovoljno gašeno apno, premajhna ali prevelika količina veziva za uporabljeni agregat;

- okvare na ometih zaradi neprimerne peska: nepravilna zrnavost, nečisti pesek, mineraloško neustrezni pesek (nabrekanje, vpijanje vode);

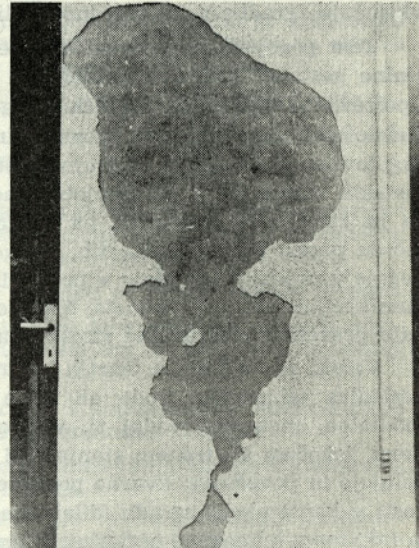
- okvare na ometih zaradi neprimerne mešanice, slaba homogenizacija malte, odvečna voda, prepočas-



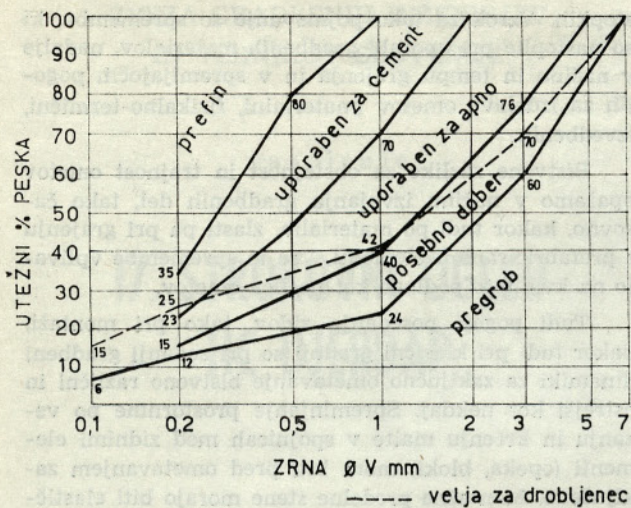
Sl. 2. Nepravilna zrnavost peska, premočna doza veziva in prevelik sesalni učinek podloge so povzročili mrežasto razpokani fini omet. V drugi fazi bo omet pod vplivom vlage v razpokah razpadel zaradi mehanskih učinkov.



Sl. 4. Zmrzlina je odkrušila fini omet, ker je bil osnovni omet pregladek in zato sprejemnost na podlagi nezadostna.



Sl. 3. Topo stikovane lesno-cementne plošče so se zaradi temp. vplivov ukrivile, omet je na stikih razpokal in bo s časom tudi odpadel.



KRIVULJE PRESEJAVANJA PESKA ZA APNE NE  
IN CEMENTNE MALTE

na uporaba pripravljene malte zlasti pri hitro strjujo-  
čih vezivih (cement, mavce).

Ob upoštevanju gornjih pogojev in pravilni pripra-  
vi malte in vgrajevanja tj. predvsem ob oskrbi pri-  
pravi podloge za omet, bodo poškodbe in okvare na  
ometih v glavnem odstranjene.

## 2. Malte in ometavanje

Za lep, odporen in trajen omet je pripraviti malto,  
ki po sestavi, trdnosti in lepljivosti ustreza pogojem  
podloge (zid, strop — opeka, beton, les). Vsaka vrsta  
podloge zahteva posebno vrsto malte in vrsto ometa.  
Malte se razlikujejo tako po vrsti veziva in zrnivosti  
peska, ometi pa po številu plasti. Ometi za gosto pod-  
logo (nizka poroznost) so enoplastni na hrapavi pod-  
logi, malta pa iz drobnozrnatih peskov in z visoko do-  
zo veziva (cementni omet na betonski podlagi). Hrapa-  
vost na taki podlagi pa povečamo z grobim cementnim  
obrizgom (zrno do 4—5 mm). Pri dvoplastnih ometih je  
nosilni in vezni sloj grobi, podložen omet, ki je za-  
glajen s fino, drobnozrnato malto drugega sloja.

Tajnost dobrega ometa je v uporabi čistega peska  
v določeni zrnivosti po krivulji presejavanja (glej ski-  
co).

Gornje krivulje presejavanja peskov so določene s  
preiskavami za trdnost in izdatnost malte z različni  
vezivi (apno, cement). Tako se določi za vsak pesek  
krivulja (s serijo sit) presejavanja, dodajajo se frak-  
cije za popravljeno krivuljo presejavanja po gornjem  
grafikonu in na ta način dobimo pesek za optimalno  
porabo veziva in izdatnost malte. Kolikor bolje se zrn-  
avost peska približa krivulji presevka v mejah gor-  
njih optimalnih linij, toliko nižja je poroznost in višja  
gostota in trdnost malte ter večji izkoristek veziva.

Drobnozrnati peski zahtevajo večjo količino vezi-  
va, ker je skupna površina zrn peska, ki mora biti ob-  
lepljena z vezivom, znatno večja, kakor mešanega pes-  
ka z drobnim in grobim zrnom. Pri isti količini veziva  
bo torej trdnost malte z enakomerno finim, drobnim  
peskom nižja, kakor pri različni velikosti zrn mešane-  
ga peska po optimalni krivulji presevka.

Poleg tega, kar je sicer splošno znano, naj bo pe-  
sek čist in naj ustreza veljavnim predpisom, zlasti v  
pogledu odplakljivih snovi, ki rabijo veliko veziva in  
povzročajo pri strjevanju znatna krčenja (odplakljive  
snovi pod 0,12 mm pri pesku 0/7 mm maks. 3% in pes-  
ku 0/3 mm maks. 4%).

Uporabni so najbolj rečni peski okroglega zrna in  
kremenčeve osnove. Tudi jamski peski so dobri (pre-  
težno so apneni), v določenih pogojih celo boljši od  
rečnega, ker so čisti in ostri. Sicer so pa pri vseh pes-  
kih poleg humoznih snovi, ilovice in mulja posebno  
škodljive primesi sulfatov in kloridov (morski pesek),  
katerih količina je tudi normirana.

Kot vezivo za malte uporabljamo apno, cement in  
mavec, najnovejša veziva pa so tudi plastične mase.  
Uporaba in funkcija veziva v maltah je znana, tako  
tudi mešanice veziv (apno in cement), opozarjamo pa  
na mešanice cementa in mavca, ki vodijo do nabreka-  
nja in razpadanja ometa (sulfati, cementni bacil).

Pri ometavanju se zahteva plastična malta in hra-  
pava ter porozna podloga, ki omogočata dobro leplji-  
vost in sprejemnost malte na zidu ali stropu. S tem se  
preprečijo razpoke in odstopanja ometa od podloge.  
Sprejemnost ometa na podlagi je fizikalni pojav, po-  
vzročen s kapilarnim delovanjem vode v porah podlo-  
ge. Fine pore snovi v podlogi (beton, kamen, opeka,  
omet) sesajo vodo iz malte in s tem lepijo malto na  
podlogo. To kapilarno sesanje vode iz malte pa je za  
pravilno strjevanje ometa lahko le v mejah iznad po-  
trebne tehnološke vode pri vezanju malte. Če je veza-  
nje in odvzem vode večji, pade sprejemnost in trdnost  
malte, če pa je manjše od tega presežka vode, na zi-  
dovih malta leze in se deformira, s stropa pa sveže  
odpada, v obeh primerih pa se pojavijo še močna krče-  
nja in razpoke v ometu.

Zato se zahteva (glede na kvaliteto malte in način  
izdelave ometa vlažnost podloge od 2% do 12%, ki jo  
dosežemo s primernim vlaženjem podloge pred ometa-  
vanjem. Pri ometih bo trdnost in sprejemnost na pod-  
lagi največja takrat, kadar bo nasesavanje v kapi-  
lah podloge trajalo ves čas vezanja malte in strjeva-  
nja ometa. Sicer pa sprejemnost in lepljenje ometa na  
podlogo še povečamo z ohrapavitvijo, kjer se na hra-  
pavi površini malta vpne v globelih in višjih mestih.

Na osnovni, gladki površini to dosežemo z grobim,  
cementnim obrizgom (zrno 0—5 mm), na osnovnih ome-  
tih pa z rezkanjem površine. Pospešeno sprejemnost  
ometov na podlagi dosežemo z malto, ki hitro veže in  
strjuje; to so mavčni ometi. Med hitro strjujočo se  
malto štejemo tudi cementne malte, najdaljše vezanje  
po ima apnena malta, posebno v hladnem časovnem  
obdobju.

Iz tega sledi, da zahtevajo apneni ometi hrapavo  
in vlažno podlogo (opeka), gladka betonska površina pa  
cementno malto in enoslojni omet na predhodno obri-  
zgani površini z grobo cementno malto. Dandanes upo-  
rabljamo pri cementnih ometih nujno tudi plastifika-  
torje in strjevalce za povečanje gostote in lepljivosti  
malte v ometu (cementoli).

Za omete na gladkih površinah (beton), posebno  
pri enoslojnih ometih, so priporočljive apneno-mavč-  
ne malte, kjer naj bo obrizg iz iste malte kakor omet.  
Pri mavčnih maltah je zaradi vpliva sulfatov cementni  
obrizg za ohrapavitev gladkih površin neprimeren.

Za zaključek lahko rečemo, da je dober omet odvisen od:

- sestave pravilne malte;
- kvalitete in priprave podloge in ta dva faktorja odločilno vplivata na lepljivost in sprejemnost ometa na zidu ali stropu, torej na
- stabilnost, trajnost in trdnost ometa.

Za dober omet je že naveden pogoj priprave podloge (zidu, stropa), sestave malte in materialnih pogojev, poleg teh pa tudi način vgrajevanja. Za izpolnitev namenskih zahtev ometa posebej detajlno naštevamo pogoje podloge in vgrajevanja malte po teh pravilih:

— nesnažne in zaprašene površine je predhodno očistiti in oprati, zmrzle dele malte in cvet (soliter itd.) je skrbno odstraniti;

— neravnine na zidnih površinah je predhodno izravnati s posebnim slojem malte;

— porozna podloga, ki močno sesa vodo iz sveže malte, naj se predhodno škropi z vodo — navlaži, prav tako pa je vedno na celotni površini za ometavanje ustvariti enako poroznost oz. hrapavost z obrizgom (mešani zidovi: kamen opeka, opeka beton itd.);

— gosta in slaba upojna podloga naj se že pri izdelavi ohrapavi, ali pa dosežemo isto z grobim — mrežastim, cementnim obrizgom;

— okvare ali defekti na podlagi se vedno prenašajo tudi na omete (segregirane površine, razpoke npr. v rezervoarjih je predhodno sanirati z injektiranjem v homogeno maso, ker sicer prepuščajo vodo);

— z oljem onesnažene površine je pred ometavanjem očistiti (olja od opažev ipd.);

— vlažna podloga (stalna vlaga) je neuporabna za apnene in mavčne omete; za betonske površine je poleg cementne primerna tudi apneno-mavčna malta za izdelavo enoplastnega ometa. Obe vrsti ometa se uporabljata na betonski podlogi, ki je predhodno ohrapana z obrizgom;

— zidove lahko ometavamo šele po zasedanju zidovja zaradi sušenja in krčenja malte v spojnica zidu (opečni zid se posede pri višini 10,0 m zidu najmanj za 1,0 cm, ko ne nastopajo več vertikalni premiki (strižna sila, sprejemnost);

— priprava malte naj bo mehanska, tako da je sveža malta temeljito homogenizirana in vgrajena pred pričetkom strjevanja veziva.

Izredno važno je vgrajevanje malte v omete, ki naj bo tako pri ročnem kot pri mehanskem izvršeno s silo ometa  $5,0 \text{ kp/cm}^2$  (ročna sila). Od tega je odvisna tudi sprejemna trdnost na podlago. Zato je ometavanje z vlečenjem malte s plazmo nepravilno in je tudi fino in redko malto metati na podlogo (ročno ali mehansko) in šele nato zagladiti s plazmo. Tudi venci se najprej ometavajo in posamezni sloji naknadno profilirajo s šablonami.

### 3. Končne ocene

Omet je prastari, vendar v sodobni gradbeni tehnologiji nov gradbeni element pri oblikovanju in zavarovanju objektov. Sicer na prvi pogled ni jasno, če pri izdelavi ometov govorimo o novih tehnoloških po-

stopkih. Vzrok za tako pojmovanje so spremembe, ki so nastopile pri uporabi gradbenih materialov, nadalje v načinu in tempu grajenja in v spremljajočih pogojih za izdelavo ometov (materialni, fizikalno-termični, izvedbeni).

Bistvene razlike za obstojnost in trajnost ometov opazimo v načinu izvajanja gradbenih del, tako časovno, kakor tudi po materialih, zlasti pa pri grajenju s prefabriciranimi elementi. Vse te spremembe vplivajo na kvaliteto podloge kot nosilca ometov.

Tudi pogoji posedanja zidov, tako pri montaži, kakor tudi pri klasični gradnji so pri sedanji gradbeni dinamiki za zaključno ometavanje bistveno različni in ostrejši kot nekdanj. Spreminjanje prostornine po vezanju in krčenju malte v spojnica med zidnimi elementi (opeka, bloki) mora biti pred ometavanjem zaključeno. Montažne predelne stene morajo biti elastično vgrajene, ker se sicer pojavi vpetost in uklon predelnih zidov. Zato stene pokajo, omet odpada, razpoke pa nastopajo med ploščami po višini zaradi krčenja podloge (elementa).

Gotovo, da je montažni sistem (suhi postopek) nezdržljiv s klasičnim ometavanjem (mokri sistem) in je v takih primerih treba uporabljati montažni omet ali tapete. K navedenim pojavom se še dodatno pridružujejo vplivi temperature in difuzije, ki negativne posledice okvar na ometih še pospešujejo. Tudi pogojev vlaženja in treslajev pri teh ocenah ni treba zanemarjati.

Tipičen primer težjih okvar na ometih zgradb je znan v Sloveniji in povzroča celo v strokovnih krogih nepravilna pojmovanja. Te zgradbe so grajene iz elementov velikega formata in iz novega gradbenega materiala. Elementi so večjih in gladkih površin. Zgradbe so grajene po sistemu konvejerja, tako da se je po montaži stropa etaža finalizirala (instalacije, ometi itd), naslednja in višje etaže pa gradile in izgotovile enako po vertikalnem vrstnem redu.

Ometi so razpokali, po nekaj letih pa omet odstopa, se krši in v večjem obsegu odpada, tako da so nastale nemogoče higienske razmere v številnih stanovanjih, obstoji pa tudi nevarnost za stanovalce.

V tem primeru je povsem zanesljiv vzrok okvar posedanje zidov zaradi naknadnih obremenitev zidovja v fazi, ko malta v spojnica ni bila stabilizirana, z druge strani pa je hitreje se strjujoči omet pri posedanju zidov utrpel na gibljivi podlogi napetosti strižnih sil, ki so prekoračile sprejemno trdnost malte.

Verjetno pa tudi podloga, drobno porozna površina ni bila hrapava in močena z vodo in je malta izgubila s sesalnim učinkom na podlogi potrebno tehnološko vodo, s čimer sta bili zmanjšani sprejemnost in trdnost malte v teh ometih.

Z gotovostjo lahko sklepamo, da bi podobne, čeprav morda po učinku manjše okvare nastopile brez ozira na kvaliteto uporabljenega materiala v podlogi — zidovih, kajti nova gradbena tehnologija, ki ni pogojena samo z mehanizacijo in materialom, temveč tudi s časom in mehansko-fizikalnimi pogoji, zahteva nove ali dopolnjene gradbene postopke tudi pri starih elementih objektov kot so npr. ometi.



razpisuje

## 17. STROKOVNI OGLED HC DJERDAP

Na željo članov Zveze, ki niso še imeli priložnosti videti ali pa so bili na gradbišču HC Djerdap v začetku gradnje tega največjega objekta, bomo priredili od 19. do 22. marca letos 17. ogled HC Djerdap (in vzporednih objektov) na naši in romunski strani.

O d h o d : 19. marca 1970 ob 22. uri

20. marca 1970 — ogled objektov na naši strani

21. marca 1970 — ogled objektov na romunski strani

22. marca 1970 — Prihod v Ljubljano ob 7.10.

Prenočitve 19. in 21. marca v ležalnikih II. razreda, 20. marca v novem Park hotelu v Turn Severinu. Neobvezen obisk »Hajdučke pečine«.

Kalkulacijska cena za potovanje s potrebno oskrbo, ob nespremenjeni prevoznih tarifi in zagotovljeni skupini (60) udeležencev je 480 din.

**Naslednji 18. strokovni ogled predvidevamo od 24. do 27. septembra 1970.** Orientacijske prijave tudi že sprejemamo.

Na željo preskrbimo spalnike I. razreda (z doplačilom razlike) s pogojem, da naročilo prejmemo vsaj 14 dni pred odhodom.

Prijave že sprejemamo. **Skrajni rok prijave za 17. ogled je do 3. marca 1970.**

Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije priredi 2., 3. in 4. marca s sodelovanjem strokovnih sodelavcev iz Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij

tridnevni seminar

## PROBLEMATIKA SODOBNE TEHNOLOGIJE BETONA IN MATERIALOV ZA BETON

2. marca

Ing. Viktor Turnšek, glavni direktor: Kratek uvod v tematiko in pomen seminarja

Geol. Anton Grimšičar: Kamniti materiali — presoja z mineraloško petrografskega vidika

Ing. Božo Röthl: Tehnologija priprave mineralnih agregatov za beton

3. marca

Ing. Roman Stepančič: Kriteriji laboratorijskih preiskav mineralnih agregatov za beton

Ing. Stane Droljc: Sortiment in kvaliteta cementov

4. marca

Ing. Edvard Mali - Ing. Alojz Sever: Osnove tehnologije betona in glavni parametri njegove kvalitete

Seminar bo v prostoru nove FAGG v Ljubljani, Jamova 2 dnevno od 8. do 14. ure.

Na seminarju bodo prikazani izbrani diapozitivi. Po vsakem predavanju pojasnila in odgovori na postavljena vprašanja.

Cena seminarja: 260 din.

Prijave sprejemamo še do pričetka seminarja.

Zveza bo pripravila tudi še nekaj drugih seminarjev, zato priporočamo, da se dogovorite tudi o udeležbi vaših strokovnih delavcev, ki se zanimajo za snov seminarja.

Zveza gradbenih inženirjev  
in tehnikov Slovenije

# Danes vam predstavljamo

**PODJETJU »SOSESKA«** je poverjeno urejanje in oddajanje stavbnih zemljišč po odloku Mestnega sveta o urejanju in oddajanju stavbnih zemljišč na območju mesta Ljubljane in na njegovi podlagi izdanih odlokov Občinske skupščine Ljubljana-Bežigrad in Občinske skupščine Ljubljana-Moste-Polje.

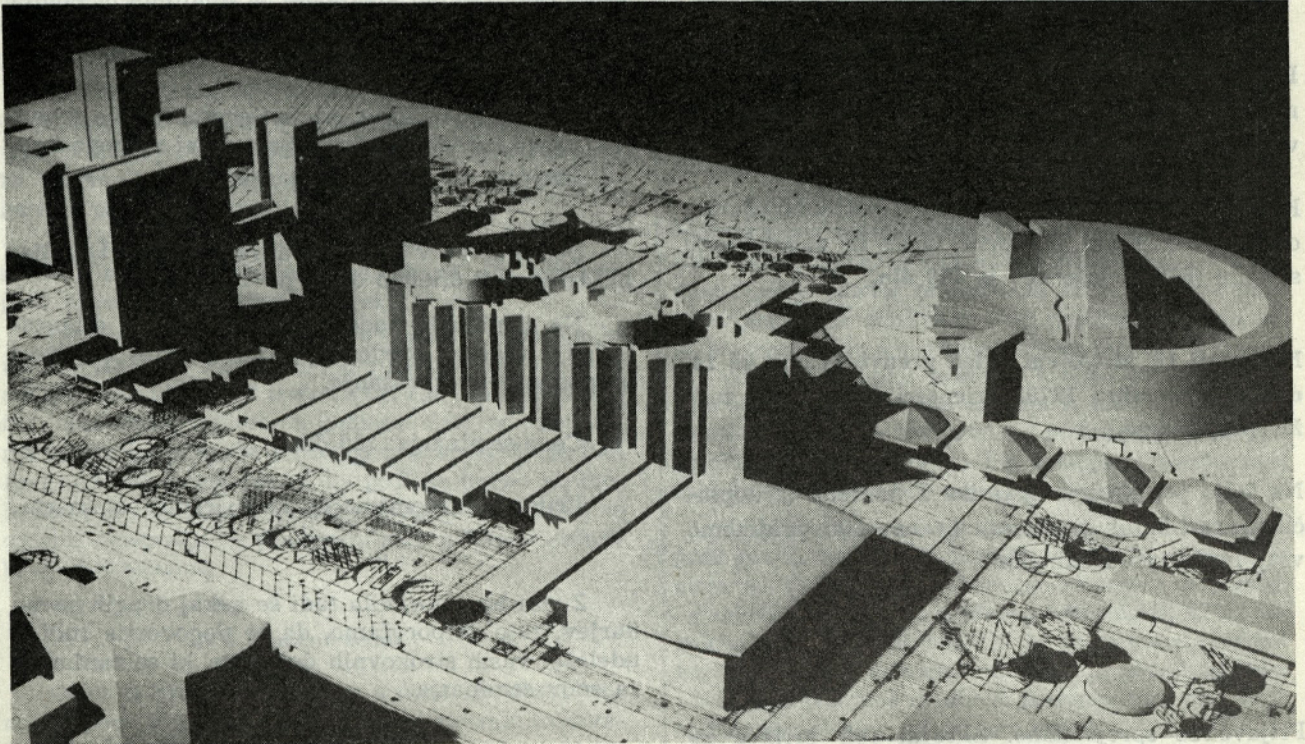
Urejanje in oddajanje mestnih zemljišč je bilo na področju občine Ljubljana-Bežigrad poverjeno Zavodu za urejanje mestnih zemljišč, ki je bil januarja 1966 priključen novoustanovljenemu Stanovanjskemu podjetju Bežigrad. Na področju občine Ljubljana-Moste-Polje je opravljal Sklad za urejanje zemljišč občine Moste-Polje vse naloge s področja urejanja in oddajanja stavbnega zemljišča, vključno industrijsko cono, ki je bila v letu 1966 prevzeta od bivšega Zavoda za industrijo Moste oz. Stanovanjskega podjetja Moste-Polje. S pripojitvijo Stanovanjskega podjetja Moste-Polje k Stanovanjskemu podjetju Bežigrad 1. 7. 1967 je Stanovanjsko podjetje Bežigrad prevzelo vse naloge s področja urejanja in oddajanja stavbnega zemljišča na celotnem območju občine Moste-Polje. Na priporočilo Skupščine občine Bežigrad in Skupščine Moste-Polje je ustanovilo Stanovanjsko podjetje Bežigrad-Moste samotojno podjetje za urejanje stavbnih zemljišč »Soseska«, ki se je konstituiralo 11. 7. 1968. Ustanovitelske pravice sta prevzeli od Stanovanjskega podjetja obe občinski skupščini.

Najvišji organ samoupravljanja v »Soseski« je delovna skupnost. Da se zavarujejo splošni družbeni interesi ter pravice občanov in organizacij, odločajo v zadevah posebnega družbenega pomena tudi pred-

stavniki javnosti, od katerih imenuje vsaka občinska skupščina po 4 člane. Podjetje je organizirano v treh organizacijskih enotah: služba za pripravo in opremljanje, imovinsko-pravna in splošna služba ter računovodstvo. Podjetje ima zaposlenih 30 strokovnih delavcev, od katerih jih ima večina visoko strokovno izobrazbo. Vodilni delavec v podjetju je samo direktor.

Naloga podjetja je urejanje in oddajanje stavbnih zemljišč. V urejanje stavbnih zemljišč spada priprava in opremljanje zemljišča; v okvir priprave spada naročanje investicijsko-tehnične dokumentacije, rušenje objektov, priprava nadomestnih stanovanj, organizacija geoloških raziskav; v okvir opreme zemljišč pa organizacija izgradnje kolektivnih in individualnih komunalnih naprav (ceste, javna razsvetljava, ptt omrežje, elektro omrežje, kanalizacijsko, vodovodno in plinovodno omrežje). Pri urejanju stavbnih zemljišč sodelujejo obe občini, komunalne delovne organizacije in investitorji. Naloga podjetja je predvsem v sinhronizaciji in organizaciji vseh stanovanjskih in komunalnih činiteljev za realizacijo izgradnje posamičnega urbanističnega območja. Ker je podjetje ustanovljeno zaradi zaščite javnih interesov in koristi občanov, mora pri svojem delu upoštevati interese občin kot organiziranih družbenih skupnosti ter hkrati zadovoljevati potrebam občanov glede stanovanjske izgradnje, izgradnje poslovnih ter drugih objektov družbene dejavnosti.

Področje vsake občine zajema stanovanjske in industrijske komplekse, ki so organizirani po soseskah. Vsaka soseska predstavlja svoje občinsko območje.



Poslovni center občine Bežigrad in Gospodarsko razstavišče

Izračun stroškov urejanja zemljišč za vsako obračunsko območje potrjuje po zakonitih predpisih pristojna občin. V letu 1969 je »Soseska« urejevala na področju SOB Ljubljana-Bežigrad 10 stanovanjskih sosesk, 5 industrijskih sosesk in poslovno-stanovanjski-trgovski center Bežigrad, na področju SOB Moste-Polje pa 7 stanovanjskih sosesk, center Moste in 7 industrijskih sosesk.

Financiranje urejanja zemljišč določa republiški zakon o urejanju in oddajanju stavbnih zemljišč in na njegovi osnovi izdani odlok Mestnega sveta. Dohodek sredstev za urejanje zemljišč se formira iz prispevkov investitorjev, sredstev občin in sredstev komunalnih delovnih organizacij. Sredstva za urejanje stavbnih zemljišč se vodijo na posebnem računu podjetja »Soseska«, in sicer ločeno za občino Bežigrad in ločeno za občino Moste-Polje.

V operativnem programu za leto 1970 je predvideno nadaljevanje del na urejanju stanovanjskih in industrijskih sosesk na področju občine Bežigrad in Moste-Polje, poleg tega so predvidena nova dela na področju soseske Center Bežigrad, dalje dela na PTC

ob Linhartovi cesti in nova dela na urejanju centra občine Moste-Polje. Program je sestavljen na osnovi potreb, ki jih narekuje stanovanjska, poslovna in industrijsko-servisna izgradnja. Skupni predvideni stroški urejanja zemljišč znašajo za leto 1970 47 milijonov za stanovanjsko in 10 milijonov za industrijsko izgradnjo. Od tega je planiranih 29 milijonov za opremljanje zemljišč. Razen tega planira »Soseska« še 31 milijonov potrebnih sredstev za odkup zemljišč. Soseska opravlja investicijske posle za sredstva SOB Bežigrad in SOB Moste-Polje (cestni sklad, proračun in prispevek za uporabo mestnega zemljišča), ki so namenjena za izgradnjo komunalnih naprav, individualne in kolektivne komunalne potrošnje ter investitorske posle za izgradnjo treh varstvenih ustanov na področju občine Moste-Polje. Program za leto 1970 je sestavljen ne glede na to, iz kakšnih virov bo lahko »Soseska« pokrila planirane izdatke in koliko bo zbrala prispevka k stroškom za urejanje zemljišč od bodočih investitorjev. Nujno potrebno bo tudi angažirati bančna sredstva za doseg optimalnih rezultatov pri izpolnitvi programa za urejanje zemljišč za leto 1970.

#### Ob zaključku redakcije GV 1/1970

ZVEZA GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE

sporoča,

da je 17. strokovna ekskurzija na HC Djerdap  
v dneh 19.—22. marca 1970  
s 64 prijavljenimi udeleženci popolnoma zasedena.

### **Zveza sprejema nove prijave podjetij in posameznikov ZA 18. STROKOVNI OGLED**

ki bo po želji prijavljenih izveden v prvi polovici  
aprila 1970 z izgubo enega samega delovnega dne.

Oglejte si čimpreje gigantsko gradbišče  
HC Djerdap na naši in na romunski strani.

Vse informacije dobite pri

ZVEZI GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE

Ljubljana, Erjavčeva 15 telefon 23-158



# termika

INDUSTRIJSKO IN MONTAŽNO PODJETJE ZA IZOLACIJE

Ljubljana, Kamniška 25, tel. 315 477

Teleprinter 31 263 YU TERMIZ

## Projektanti in gradbeniki!

Objekti, ki jih projektirate in gradite, bodo popolni le, če bodo zadostili tudi normativom za toplotno in zvočno izolacijo. Ne dovolite, da se uporabniki objekta pritožujejo nad projektom ali izvedbo in uporabljajte izolacijske materiale, ki rabijo za odlično toplotno in zvočno izolacijo podov, pregradnih sten, stropov!

Iz našega proizvodnega programa vam še posebej priporočamo

**TERVOL**, izdelke iz mineralne volne, ki jih proizvajamo v naslednjih variantah:

**TERVOL FF** — fenoliziran filc iz mineralne volne;

**TERVOL LP** — lahke plošče iz mineralne volne, vezane s sintetično smolo;

**TERVOL TP** — trde plošče iz mineralne volne, vezane s sintetično smolo;

**TERVOL SP** — samonosilne plošče iz mineralne volne, vezane s sintetično smolo;

**TERVOL BS** — blazine iz mineralne volne, impregnirane s sintetično smolo, lepljene (oziroma šivane) na bituminiziranem papirju, valoviti lepenki, merkur pletivu, alumin. foliji itd.;

**TERVOL F** — filc iz mineralne volne;

**TERVOL B** — blazine iz mineralne volne;

**TERVOL V** — žlebaki iz mineralne volne;

**TERVOL Ž** — vrvi iz mineralne volne;

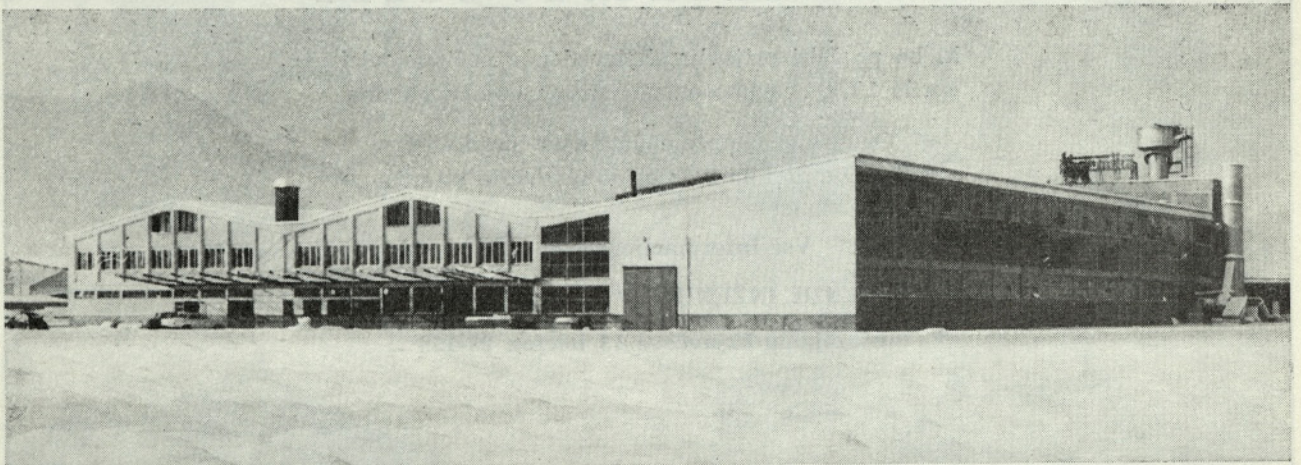
**TERVOL N** — nepredelana mineralna volna.

Med strokovnjaki je že dobro znano, kakšno vrednost ima mineralna volna kot izolacijski material, še posebej, ker ima:

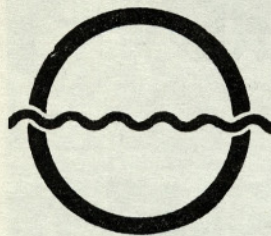
- nizko toplotno prevodnost;
- nizko volumensko težo;
- ne gori in zadržuje ogenj;
- je obstojna pri visokih temperaturah do 800 °C (JUS); temperaturne spremembe nanjo sploh ne vplivajo;
- je obstojna proti vlagi;
- vlakna mineralne volne ne razpadajo; kot neorganska vlakna so odporna proti staranju in trhljivosti;
- mineralna volna je odporna proti mikroorganizmom in mrčesu, je brez vonja, kemično nevtralna, ne deluje na kovine ali druge snovi in se da zelo preprosto vgrajevati.

Naša nova tovarna TERVOL izdelkov iz mineralne volne, ki je opremljena z najmodernejšimi napravami švedske firme JUNGERS, že daje tržišču širok asortiment TERVOL izdelkov. Letna kapaciteta tovarne in tehnološki proizvodni proces v tovarni pa zagotavljata kvaliteto izdelkov.

**PROJEKTANTI IN GRADBINCI! Zahtevajte naše prospekte, ateste in cenike za vse TERVOL IZDELKE!**



TERMIKA — Tovarna TERVOL izdelkov iz mineralne volne, Skofja Loka-Trata



ANHOVO

# informacija št. 5

## AVTOKLAVIRANE AZBESTCEMENTNE CEVI IN FILTRI BISTRAL<sup>®</sup> ZA VODNJAKE

Za gradnjo cevnih vodnjakov uporabljajo različne tipe cevi in filtrov, ki se medsebojno razlikujejo po materialu, izdelavi, prepustni moči, trdnosti in podobno. Posamezne vrste konvencionalnih cevi in filtrov so močno podvržene koroziji in inkrustaciji, posebno, če jih uporabljamo pri črpanju slanah ali rudniških vod. Zaradi korozije se lahko občutno zmanjša njihova trajnost, zaradi inkrustacije in zmanjšanja notranjega premera pa nastopajo težave pri eksploataciji vodnjakov. Protikorozijska zaščita z različnimi organskimi ali anorganskimi premazi ne daje vedno zadovoljivih rezultatov. Zato so začeli iskati nove materiale, ki naj bi ustrezali tako v pogledu trdnosti, kot v pogledu korozijske odpornosti.

Pred več kot 20 leti so tako začeli uporabljati za gradnjo cevnih vodnjakov tudi azbestocementne cevi, na primer v Italiji, Nemčiji, ZDA in drugod. Pri tem so prišle do polne veljave vse znane lastnosti azbestocementa: majhna teža, velika trajnost, odpornost na kemično in elektrokemično korozijo, neobčutljivost na pojav inkrustacije, enostavnost pri montaži in ne nazadnje tudi cena, ki je občutno nižja od cen za druge tovrstne cevi.

Z uvedbo azbestocementnih cevi se ni spremenil način gradnje vodnjakov. Še vedno so uporabljali sistem perforiranja cevi z zasipavanjem izvrtin ter perforiranja in ovijanje perforirane cevi z mrežo. Kasneje pa so prešli tudi na direktno lepljenje filtrirnega sloja na površino perforirane azbestocementne cevi, podobno kot pri kovinskih filtrih z lepljeno oblogo. Pri tem uporabljajo lepila iz umetnih smol ali pa iz navadnega cementa.

Pred leti smo tudi v Anhovem razvili in osvojili proizvodnjo posebnih azbestocementnih cevi in filtrov tipa **Bistral<sup>®</sup>**, namenjenih za vodnjake.

Azbestocementni filtri **Bistral<sup>®</sup>** z lepljeno pečeno oblogo so sicer podobni zahodnonemškimi azbestocementnim filtrom »Etha«, ki jih uporabljajo že 10 let, vendar se od njih bistveno razlikujejo, predvsem v načinu vezave in vezivu, s katerim so zrnca zlepljena med seboj in s steno perforirane cevi. Pri filtru **Bistral<sup>®</sup>**

smo na originalen način rešili vprašanje trdne povezave med peščenimi zrnji oziroma med filtrirno plastjo in perforirano cevjo ob istočasni odlični prepustnosti in veliki trdnosti same obloge. To smo dosegli s strjevanjem filtrov v avtoklavih, pod visokim pritiskom v nasičeni pari, torej s postopkom, ki ga uporabljamo tudi pri redni proizvodnji **avtoklaviranih** azbestocementnih cevi.

Kot je znano iz prakse in literature, o tem smo pisali tudi v doslej objavljenih informacijah, pri **avtoklaviranih** materialih ne more priti do naknadnega izločanja prostega apna. Zato tudi ni nevarnosti, da bi se pore pri filtrih **Bistral<sup>®</sup>** naknadno zamašile z izločenim apnom. **Avtoklavirani** materiali so praktično brez prostega apna, zato so v pogledu korozije, zlasti sulfatne, mnogo odpornejši od azbestocementa, ki je strjevan na konvencionalni način.

Redni proizvodni program obsega **avtoklavirane** azbestocementne cevi in cevne filtre **Bistral<sup>®</sup>** v razredih Bw in Cw in premerih 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500 in 600 mm, po dogovoru pa tudi v premerih 700 in 800 mm. Filtri **Bistral<sup>®</sup>** so izdelani v dolžinah 1,0 ali 2,0 m, cevi pa v dolžinah 3,0 in 4,0 m. S cevmi in filtri dobavljamo potrebne **avtoklavirane** azbestocementne spojke, ki so posebej prirejene za posamezne načine spuščanja cevne kolone v izvrtino. Po posebnem sporazumu lahko dobavljamo tudi fasonsko opremo, potrebno pri spuščanju cevi in filtrov v vodnjak.

Doslej smo s cevmi in filtri zgradili že več vodnjakov v globinah prek 300 m, prav tako pa so v teku dela na večjem številu vodnjakov globine 350—450 m.

Cevi in cevne filtre **Bistral<sup>®</sup>** lahko uporabljamo tudi za osuševanje rudniških galerij in pri izvrtinah za eksploatacijo nafte na naftnih področjih. Za industrijske potrebe pa proizvajamo in dobavljamo posebne tlačne filtre **Bistral<sup>®</sup>**, ki so namenjeni za filtriranje in prečiščevanje industrijskih in tehnoloških vod.

Informacije in tehnične podatke v zvezi z uporabo **avtoklaviranih** azbestocementnih cevi in filtrov **Bistral<sup>®</sup>** posredujejo prodajna služba in predstavništva SALONIT ANHOVO, tovarniški strokovnjaki pa so vedno na razpolago.

### Predstavništva:

Beograd, Generala Ždanova 33, tel. 331 215

Zagreb, Trpimirova 25/I, tel. 410 424

Skopje, Đure Đakovića 34, tel. 32 330

Sarajevo, Omladinsko šetalište 14, tel. 44 392



# LJUBLJANSKE OPEKARNE

## LJUBLJANA

imajo v letošnjem proizvodnem programu naslednje izdelke:

MODULARNI BLOK	290 × 190 × 140
BH 4/1	250 × 250 × 140
PREGRADNI BLOK	250 × 300 × 120
POROLIT PLOŠČE	5 cm 250 × 300 × 50
POROLIT PLOŠČE	8 cm 250 × 300 × 80
MONTA 12/30	250 × 300 × 120
MONTA 16/30	250 × 300 × 160

**Vse informacije daje prodajni oddelek,**

**LJUBLJANA, CESTA NA VRHOVCE 2**

Telefon: 61 965 in 61 805

SPLOŠNO GRADBENO PODJETJE

# GRADITELJ

**KAMNIK, Maistrova ulica 7**

**Izvaja:**

vse vrste visokogradenj, industrijskih objektov,  
hidrotehničnih naprav ter nizke gradnje

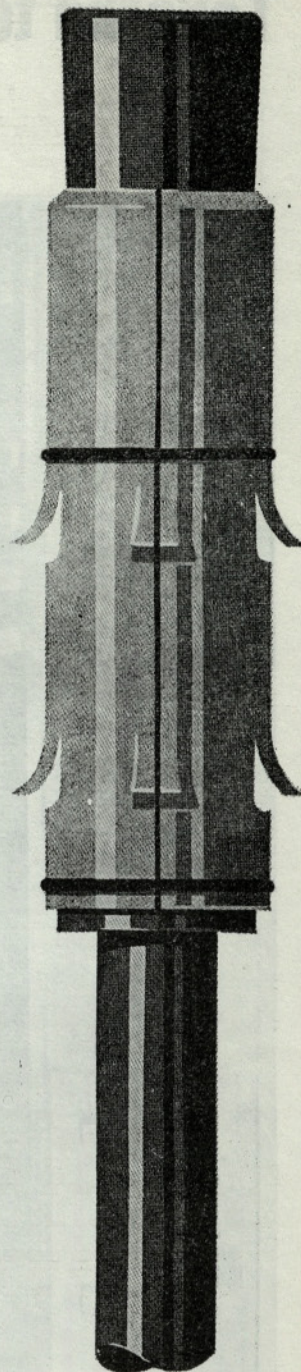
**nudi:**

v okviru gradnje za trg v Kamniku:  
stanovanja, vrstne hiše, trgovske lokale in garaže  
V Črnučah: individualne hiše



Podgrajevanje z GD sidri (jeklo + plastika) predstavlja najbolj ekonomičen, napreden in varen način podgrajevanja, utrjevanja in učvrščevanja jamskih prostorov: prodorov, hodnikov in galerij.

S sidrnimi vijaki lahko pritrдите stroje, obešate ventilacijske cevi, cevi za komprimiran zrak in podobno. Uporabljate jih v gradnji železnic in cest, usekov in zasekov ter za pritrđitev mrež.



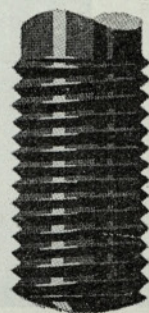
# GD SIDRA

---

**GORSKA DIBEL SIDRA — PODGRAJEVANJE Z JEKLENIMI SIDRI**

---

**ŽELEZARNA RAVNE**  
TOVARNA PLEMENITIH JEKEL  
**RAVNE NA KOROŠKEM**  
SLOVENIJA — JUGOSLAVIJA

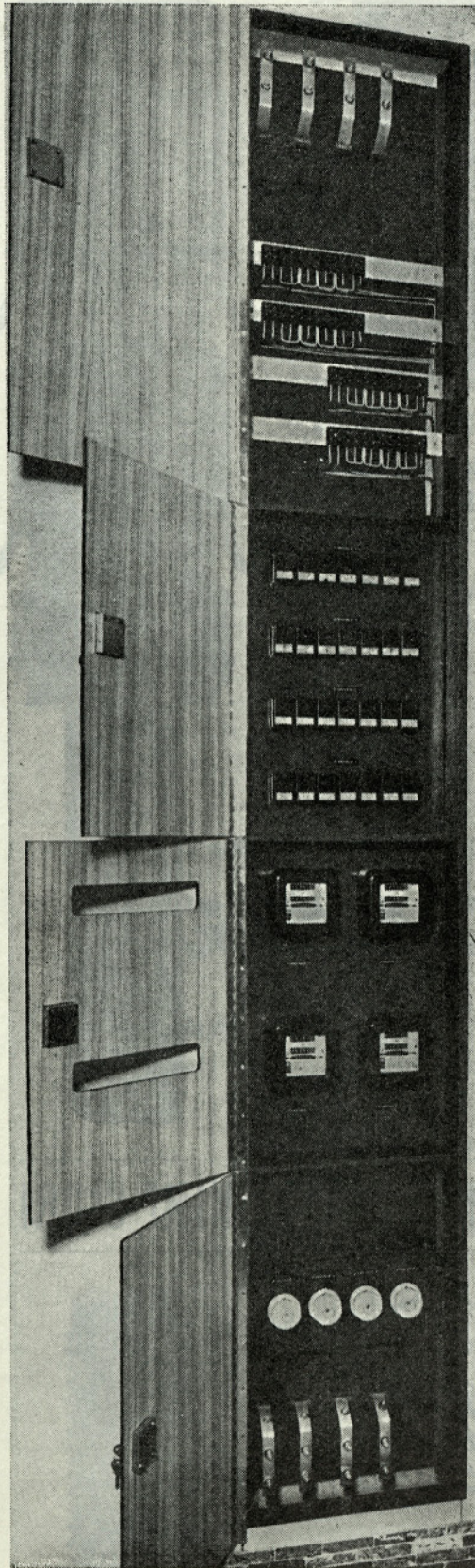


# Tovarna tesnil in plastičnih mas

Medvode — Slovenija

Telefon: Medvode 71 006

Telex: 31-365



Instalacije nasploh in elektroinstalacije še posebej doslej niso sledile splošnemu trendu razvoja gradbeništva v smeri prehoda od obrtniške izdelave na industrijske postopke.

Da bi omogočili ta prehod na industrijsko tehnologijo razvoda elektroinstalacij, sta »Tesnilka« in »Elektro Gorica« skupaj razvili in izdelali tipe **ELEKTROINSTALACIJSKIH VOZLOV**.

Elektroinstalacijski vozeli so industrijski prefabrikati, ki v enem elementu vsebuje vso opremo in instalacije vertikalnega razvoda, to je: dvizhni vodov, varovanja in meritve, vgrajeno v ohišju iz armiranega poliestra, opremljeno s štirimi vrati s posebnimi ključavicami.

Dvizhni vodi so v obliki zbiralnic, ki so vlitve v hrbtni strani ohišja.

Namen elektroindustrijskega vozela je omogočiti prehod iz obrtniške na industrijsko tehnologijo priprave in montaže elektroinstalacijskega razvoda pretežno v stanovanjski gradnji. Pri tem je namen doseči naslednje:

- skoncentrirati ves razvod elektroinstalacij v objektu na enem mestu,
- omogočiti industrijsko izdelavo, ki garantira preciznost in kvaliteto,
- zmanjšati porabo žive delovne sile na gradbišču,
- uvesti industrijsko standardizacijo in tipizacijo,
- omogočiti hitrejšo in lažje delo projektantu,
- doseči določene ekonomske prednosti.

Ti tipi vozlov so formirani na principih industrializacije in paralelizacije, to se pravi, da so izdelani v tovarni na zalogo, ali pa po pravočasnih posebnih naročilih in se vgrajujejo na objektih po operativnem planu, ki teče paralelno s planom grobih gradbenih del. Pri tem se objekt dokončuje od spodaj navzgor, a ne, kot doslej pri obrtniški finalizaciji, od zgoraj navzdol, šele po dokončanju grobih gradbenih del.

Posebno pri sodobnih tehnologijah grobih del, kot je npr. liti beton, ali gradnja s prefabrikati, je uporaba elektroinstalacijskih industrijskih vozlov predpogoj za izvajanje plana organizacije s paralelizacijo grobih in finalnih del.

S takimi elektroinstalacijskimi vozli smo uspeli, da tudi grupo elektroinstalacij vpeljemo v domen dimenzionalne standardizacije, kar bo imelo dalekosežne posledice na racionalizacijo projektiranja in izvajanja.

**Izdelujemo filtre in tesnila za gradbene stroje kot so bagri, mešalci, drobilci itd.**



**Obvestila iz naših laboratorijev  
za preiskavo sredstev  
za zaščito zgradb**



Za zaščito zgradb pred atmosferskimi vplivi in za zagotovitev trajnosti toplotne izolacije hišnih zidov se že dolgo uporabljajo silikoni zaradi odpornosti proti atmosferilijam in odbojnosti za vodo.

**Silikonska sredstva za impregnacijo**

ščitijo zgradbe pred atmosfersko vlago, preprečujejo osončenje fasad in tvorbo plesnobe na zidovih. Impregnirane fasade imajo odlično prevodnost za vodne pare, kar ugodno vpliva na toplotni režim in ustvarja ugodno stanovanjsko klimo.

**Silikonske barve za premaze**

je možno nanašati tudi na svežo in mokro malto. Premazi dobro prepuščajo vodno paro, pospešujejo utrđitev malte plasti pod premazom in sušenje zidov.

**Silikonski osnovni premaz**

preprečuje prodiranje atmosferske vlage in zapečenje disperzin barve na poroznih podlagah ter utrjuje površine premazane podloge. Disperzin barve imajo dobro sprijemnost.

Za vsa zaščitna sredstva za stavbe dobavljamo surovine. Sporočimo vam na željo podjetja, ki naprej predelujejo te surovine, ter vam stavimo na razpolago podrobno informativno dokumentacijo.

**WACKER — CHEMIE GMBH**

8 München 22, pp, telefon (0811) 21 091 — teleks 05/28121 — Zvezna republika Nemčija

S 5569

# Urbanistični zavod

Projektivni atelje

Ljubljana

Kersnikova 9, tel. 310 888

izdeluje:

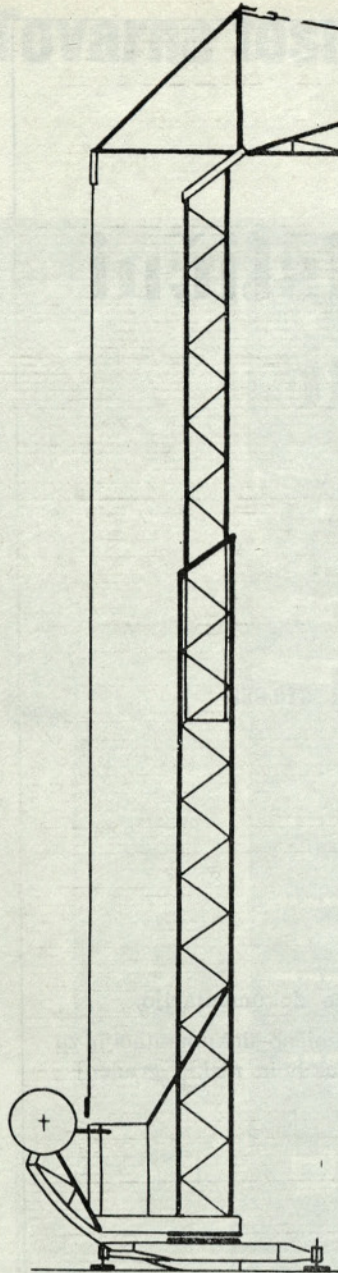
- vso urbanistično dokumentacijo
- investicijsko-tehnično dokumentacijo za vse objekte visokih in nizkih gradenj

opravlja:

- urbanistično službo
- vse geodetske meritve

razpolaga s tipskimi načrti:

- družinskih in vrstnih hiš
- stanovanjskih stolpnic in blokov
- trgovskih objektov
- otroških vrtcev in šol



## Velika izbira gradbenih dvigal in gradbenih strojev

### STOLPNI ŽERJAV M-5, patent 25-246

Žerjav je teleskopske izvedbe z vodoravno ročico in mačkom. Teleskopski stolp se lahko še dodatno podaljša z enim podaljškom. Jeklena konstrukcija je lahka, izdelana iz cevi. Transportiranje in postavljanje je preprosto in hitro. Stolpni žerjav M-5 je v celoti izdelan iz kvalitetnega domačega materiala. Upravljanje žerjava je daljinsko.

Tehnični podatki: nosilnost	400—800 kg
doseg ročice	15 m
višina dviganja s teleskopom	16 m
s podaljškom	20 m
čas montaže žerjava	30 minut

Dodatno se žerjav lahko opremi za vožnjo po žerjavni progii. Cena je 15 do 20 % nižja od vseh podobnih žerjavov domače proizvodnje.

### GRADBENO DVIGALO GD-5, patent 25-264

Dvigalo je namenjeno za dostavo gradbenega materiala pri visokih gradnjah. Je lahke in enostavne konstrukcije. Transportiranje in postavljanje je preprosto in hitro. Dvigalo se lahko poljubno podaljšuje do višine 61,75 m. Za posluževanje ima eno košaro, ki se dviga in spušča po vodilih stropa. Upravljanje dvigala je daljinsko.

Tehnični podatki: nosilnost	600 kg
površina košare	
višina dviganja brez podaljškov	1,2 × 1,3 m
višina dviganja brez podaljškov s 17 podaljški	10,75 m
čas montaže dvigala	61,75 m
čas montaže podaljška	10 minut
	15 minut

### GRADBENO DVIGALO GD-9, patent 25-246

Dvigalo je namenjeno za dostavo gradbenega materiala pri visokih gradnjah. Je lahke in enostavne konstrukcije. Transportiranje in postavljanje je preprosto in hitro. Lahko se poljubno podaljšuje do višine 71 m. Dvigalo ima za posluževanje dve košari, ki lahko obratujeta sinhrono ali pa neodvisno druga od druge. Upravljanje je daljinsko.

Tehnični podatki: nosilnost	2 × 600 kg
površina košare	1,2 × 1,3 m
višina dviganja brez podaljškov	11 m
z 20 podaljški	71 m
čas montaže dvigala	15 minut
čas montaže podaljška	15 minut

Oba tipa gradbenih dvigal GD-5 in GD-9 sta izredno funkcionalna in ekonomična. Danes obratuje prek 1000 teh dvigal na gradbiščih širom Jugoslavije.

### RBŽ-22 STROJ ZA ODVIJANJE IN RAVNANJE BETONSKEGA ŽELEZA

Namenjen je za odvijanje in ravnanje betonskega železa kvalitete Čo 200 in je edini tovrstni stroj domače proizvodnje. Sestavljen je iz dveh naprav: žičnice za odvijanje in stroja za nateg, ki se avtomatično izklaplja, ko betonsko železo doseže mejo plastičnosti.

Tehnični podatki: Premer žice	od 5 do 22 mm
kapacitete	1000 kg na uro
dolžina proge	60 m

Stalni proizvodni plan »SKIP« obsega še izdelavo betonskih mešalnikov, železnih in poliestrskih cistern, stoječih rezervoarjev, tlačnih posod...  
Za vse naše proizvode so rezervni deli vedno na zalogi.

# SKIP

STROJNO KOVINSKO INDUSTRIJSKO PODJETJE

LJUBLJANA, CELOVŠKA CESTA 479

TELEFON: h. c. 51 541 — KOMERCIALA 51 850



# KOMBINAT LESNO PREDELOVALNE INDUSTRIJE

DOLENJI LOGATEC - TELEFON 74.260 - JUGOSLAVIJA

Brzjav: KLI Logatec, poštni predal 25

Tovarna oken Kombinata lesno predelovalne industrije Logatec izdeluje:

suhomontažna, lakirana in zasteklena okna in balkonska vrsta (vezana krilo na krilo) v dimenzijah: JUS — DE-1-121, JUS — DE-1-122, JUS — DE-1-150

Na željo kupcev pa dodatno vgrajuje: — plastificirane esslinger rolete in — platnene zavese.

Priznana kvaliteta in moderne konstrukcijske rešitve oken in vrat. Okovje in kvalitetne lake uvažamo.

Poleg teh kakovostnih prednosti zagotovi:

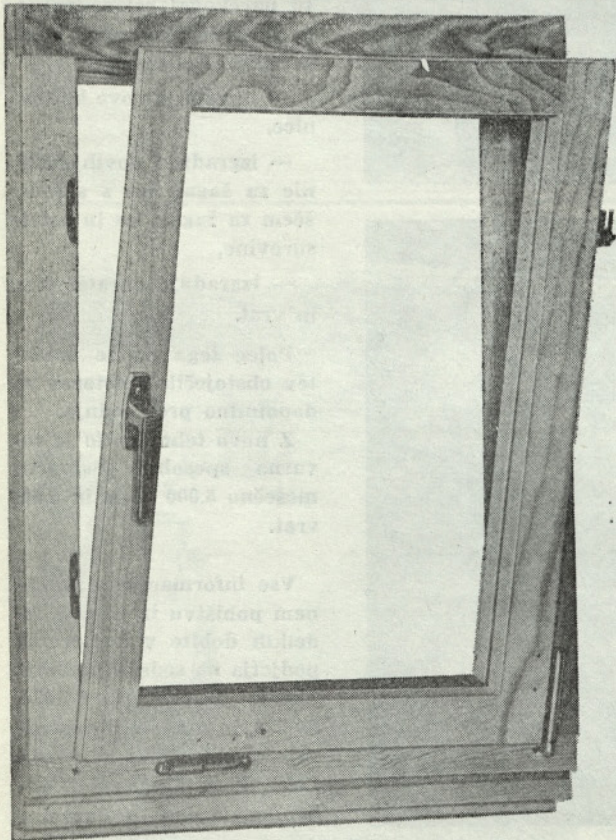
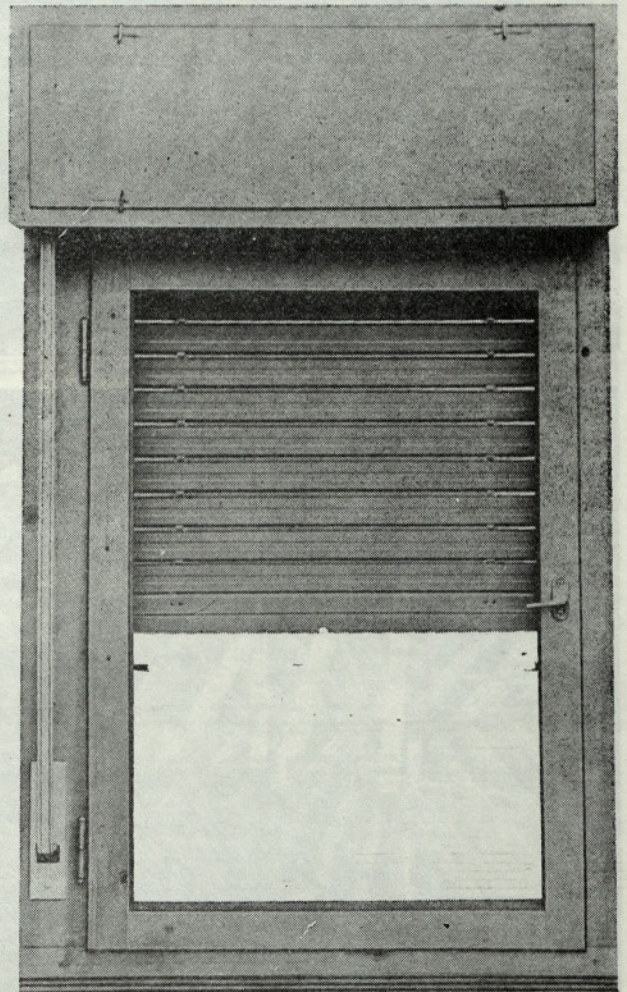
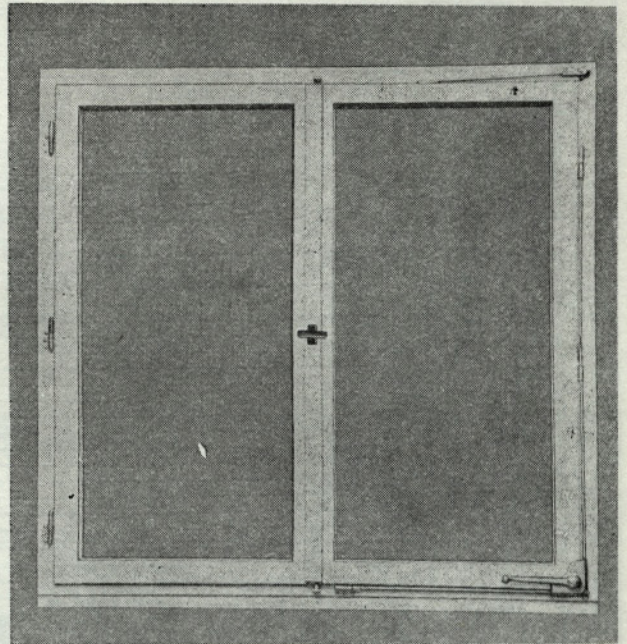
— Vgrajevanje oken z lastnimi monterji v naprej pripravljene slepe okvire, takoj ob zaključku gradbenih del, v rekordnem času in kvalitetno.

— Dobavo oken in vrat — fco vgrajena na stavbi — pa opravi točno v dogovorjenem terminu. KLI Logatec prevzema skrb za transport, zasteklitev in za neoporečno lakiranje iz dobavljenih izdelkov v dogovorjenih objektih.

Okna, ki jih izdeluje KLI Logatec, kupujejo po vsej Jugoslaviji. Med potrošniki so tudi večja gradbena podjetja: GP »Ratko Mitrović« Beograd, GK »Beaton« Novi Sad, GP »Neimar« Novi Sad, GP »Tehnika« Osijek, ZGP Sarajevo, GP »Tehnika« Tuzla, GP »Radnik« Doboj, GK »Medjimurje« Čakovac, PVG »Stavbar« Maribor, SGP »Pionir« Novo mesto, GP »Megrad« Ljubljana, GGP »Obnova« Ljubljana, GP »Tehnika« Ljubljana ter mnoga druga gradbena podjetja.

Individualni kupci lahko dobe vsako količino oken takoj, medtem ko trgovskemu omrežju še vedno ne uspemo zagotoviti velikih naročil v zaželenem roku.

Od 30.000 do 40.000 okenskih kril letno izvažamo v Zahodno Nemčijo. KLI Logatec bo letos dal na tržišče 90.000 oken, v prihodnjem in naslednjih letih pa vedno več, da bi lahko pokrili veliko povpraševanje po preizkušanih oknih, ugodno sprejetih tako pri domačih in tujih graditeljih.





## JELOVICA

LESNA INDUSTRIJA  
ŠKOFJA LOKA

Proizvodni program podjetja Jelovica lesna industrija Škofja Loka vključuje danes montažne stanovaljske hiše in stavbno pohištvo, garažna, notranja vrata — pleskana in furnirana, okna in balkonska vrata ter okenska senčila.

Stavbno pohištvo je finalizirano in embalarano v transportno in vgrajitveno embalažo. Je plod natančnih raziskav tržišča.

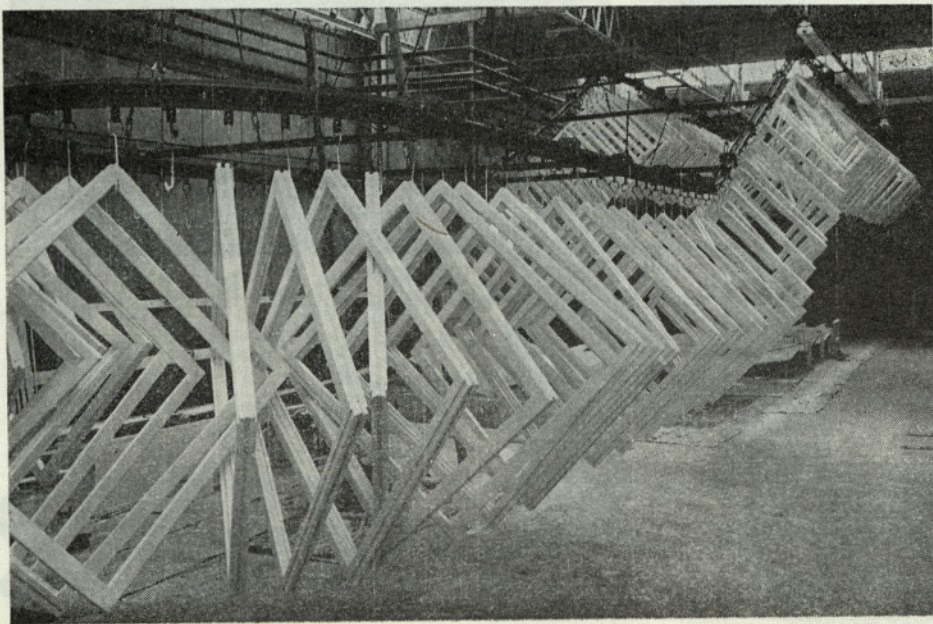
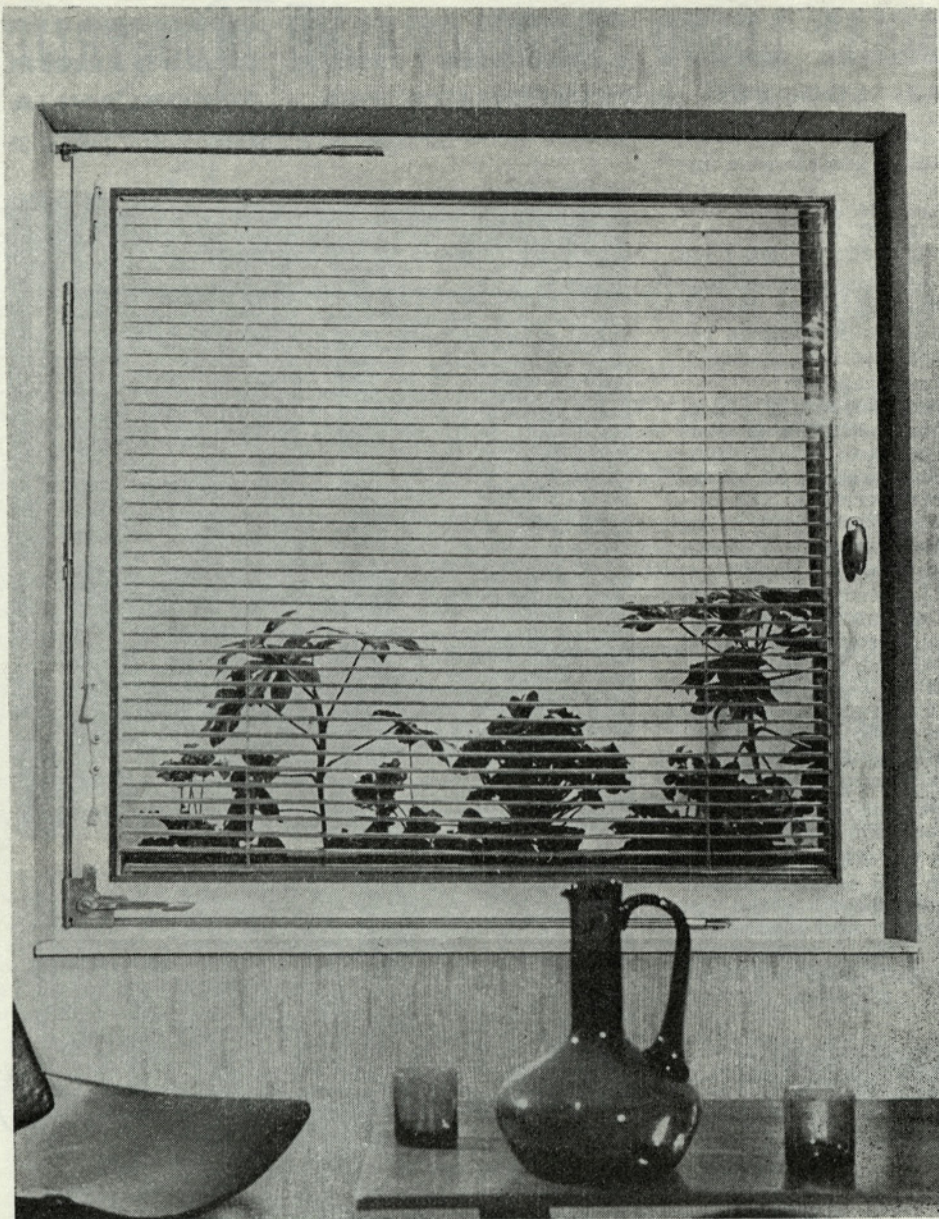
Razvit in preštudirani program je v preteklem letu narekoval rekonstrukcijo tovarne stavbnega pohištva, ki je obsegala:

- izgradnjo nove kotlovnice,
- izgradnjo novih sušilnic za žagan les s skladiščem za žagan les in ostale surovine,
- izgradnjo obrata oken in vrat.

Poleg tega pa še ureditev obstoječih prostorov za dopolnilno proizvodnjo.

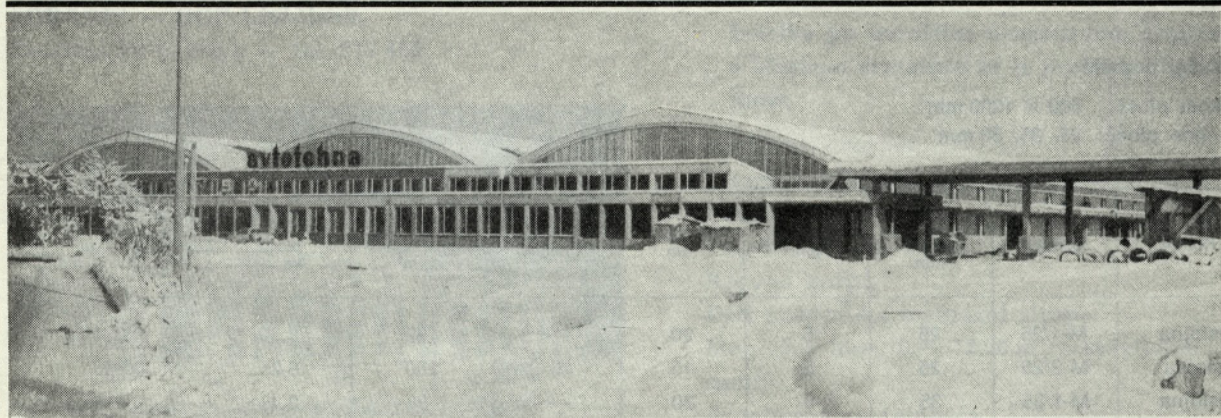
Z novo tehnologijo je tovarna sposobna ustvariti mesečno 5.000 oken in 6.000 vrat.

Vse informacije o stavbnem pohištvu in ostalih izdelkih dobite v komercialni podjetja na sedežu podjetja Škofja Loka, tel. 85-336, 85-339, in v naših industrijskih prodajalnah v Škofji Loki, Puli, Crikvenici, Šibeniku, Zadru in Zagrebu.

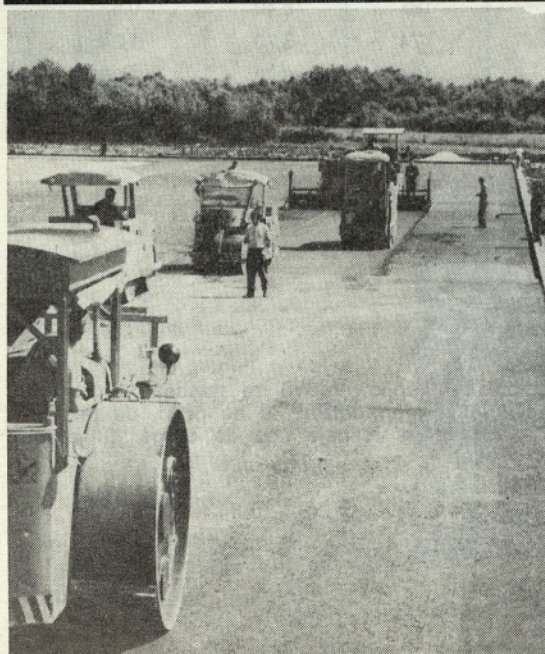


#### Program dejavnosti podjetja:

- Podjetje gradi vse vrste objektov s področja nizkih in visokih gradenj v tuzemstvu in inozemstvu
- Specializacija podjetja je v gradnji in modernizaciji cest s težkim asfaltnim ali betonskim voziščem
- Podjetje gradi mostove, predore in letališča
- Opravlja gradbena dela za industrijo in družbeni standard
- Izvaja vsa v asfaltno stroko spadajoča dela, kot so ureditve parkirnih površin in komunikacij v naseljih, liti asfalt za tlake in kritine v industriji itd.
- Posebne ekipe izvajajo izolacije in tlake, ki so visoko kemično in mehansko odporne za objekte v industriji in arhitekturi v vseh niansah — po postopku »ARALDIT«-CIBA
  - V mehaničnih obratih opravlja remont gradbenih strojev. Izdeluje opremo za separacije kamnolomov in gradbeništvo
  - Iz obratov gradbenega materiala dobavlja opečne izdelke in apnenčeve agregate
  - Projektivni biro podjetja izdeluje po naročilu projekte za objekte nizkih in visokih gradenj



Gradnja industrijske montažne hale za tržišče v Ljubljani



Asfaltiranje vzletne steze na letališču Pula—Brnik

GENERAL BUILDING ENTERPRISE  
**SLOVENIJA CESTE**  
LJUBLJANA — YUGOSLAVIA

builds  
**R O A D S**  
**B R I D G E S**  
**A I R P O R T S**  
**A N D H I G H**  
**B U I L D I N G S**



# IZOLIRKA

TOVARNA IZOLACIJSKEGA MATERIALA  
LJUBLJANA - MOSTE · TEL. 313-557, 316-851

## KOMBI NOVE LAHKE GRADBENE PLOŠČE

### Lastnosti

KOMBI plošče so lahke gradbene plošče, sestavljene iz dveh materialov: STYROPORA in IZOLITA (heraklita).

So lahko:

DVOSLOJNE — styropor + izolit, ali

TROSLOJNE — izolit + styropor + izolit

Oba materiala sta med samim proizvodnim postopkom monolitno vezana. Styropor dobi v kombinaciji z izolitom večjo trdnost — kompaktnost in sprijemljivo površino za vse vrste ometov.

Kombi plošče je mogoče uporabljati vsestransko. Lahko jih je žagati na poljubne oblike in formate (s krožnimi ali ročnimi žagami). Enostavno in hitro jih je mogoče pritrjevati na vse vrste podlag — bodisi z lepljenjem (masivne stene), s pribijanjem ali vijaki (leseno ogrodje) ter z vgrajevanjem v opaže, med opečne ali betonske stene.

### Tehnični podatki

velikost plošč: 500 × 1000 mm

debeline plošč: 25, 35, 50 mm

Kombi	Oznaka	Debelina plošč mm	Izolit mm	Styropor mm	Izolit mm	Prost. teža kg/m <sup>3</sup>	Teža plošč kg/m <sup>2</sup>	Toplotna izolacija 1/λ = m <sup>2</sup> h°C/kcal
Dvoslojna	M-1/25	25	5	20	—	132	3,30	0,631
Troslojna	M-2/25	25	5	15	5	250	6,25	0,546
Dvoslojna	M-1/35	35	5	30	—	98	3,45	0,915
Troslojna	M-2/35	35	5	25	5	183	6,40	0,832
Dvoslojna	M-1/50	50	5	45	—	74	3,70	1,345
Troslojna	M-2/50	50	5	40	5	134	6,70	1,260

Pri tem je:

λ za styropor (rač. vrednost) = 0,035 kcal/mh° C

λ za izolit (rač. vrednost) = 0,085 kcal/mh° C

specifična teža za styropor = 18 kp/m<sup>3</sup>

specifična teža za izolit = 600 kp/m<sup>3</sup>

### Način pritrjevanja kombi plošč na opečni ali betonski zid oziroma strop

Za oblaganje masivnih sten se ponajveč priporočajo **dvoslojne plošče**.

Kot vezivo se uporablja fina cementna malta, ki se ji doda Jubinol 5 A lepilo. Vezivo se nanaša na kombi ploščo — na plast styropora — v točkah in sicer tri po širini plošče in štiri po dolžini; to se pravi, da je potrebno nanesti na vsako ploščo 12 točk malte. Plošče je treba polagati čim tesneje eno do druge. Stike je potrebno armirati s pocinkanim žičnim pletivom (izdelovalec »Žična« Celje).

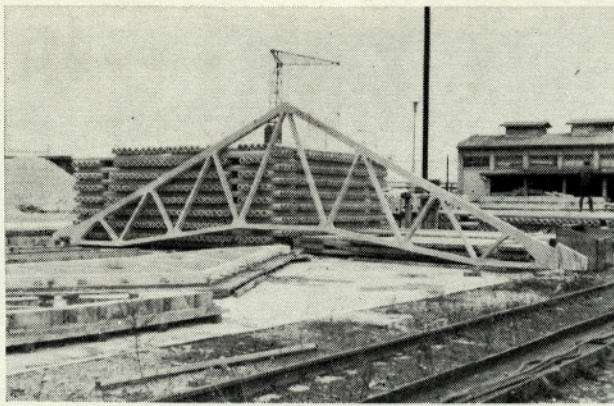
### Receptura za lepilno malto — volumenski deli

1,5 dela Jubinol 5 A (proizvajalec »JUB« Dol pri Ljubljani)

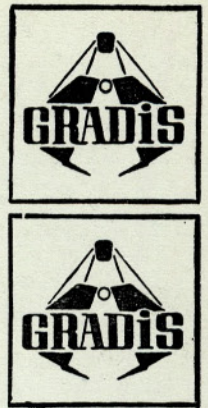
3 dele cementa PC 350

7 delov mivke

Vode se doda toliko, da se dobi čim bolj konsistentna malta.



Nosilec



Vse informacije in prospekte zahtevajte  
v prodajnem oddelku

»GRADIS — OGP Ljubljana,  
Šmartinska c. 100/a — tel. 317 446

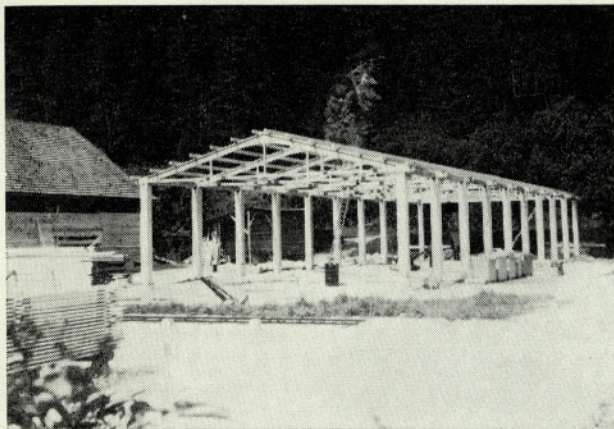
**V obratu gradbenih polizdelkov proizvajamo standardne izdelke iz betona:**

Cevi  $\phi$  10—100 cm (armirane in nearmirane)  
Betonske in žilindrine blok votlake dimenzije  
40 × 30 × 20 in 40 × 20 × 20 cm

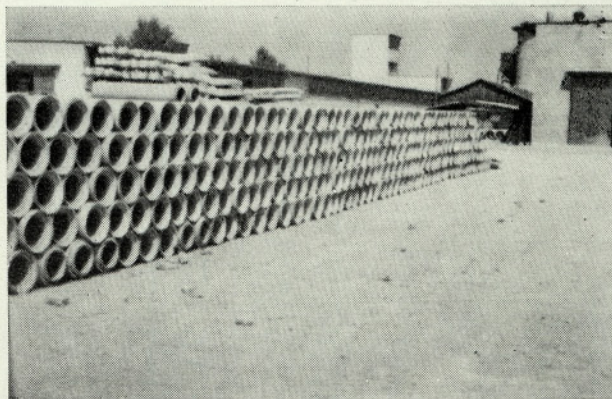
Montažne dimnike  
Ritter klešče za daljnovode  
Robnike cestne in za vrtove  
DIN polnila (za montažni strop)

**Izdelke po naročilu: nearmirane, armirane s klasično armaturo in iz prednapetega betona:**

Hmeljske drogove  
Vinogradniške drogove  
Predalčne nosilce  
Fasadne plošče  
Krovnna korita  
DIN nosilce (za montažni strop)  
Montažne lope, L = 12,00 m (postavljamo sami)  
Avtobusna postajališča  
Montažne garaže  
Pohodne plošče

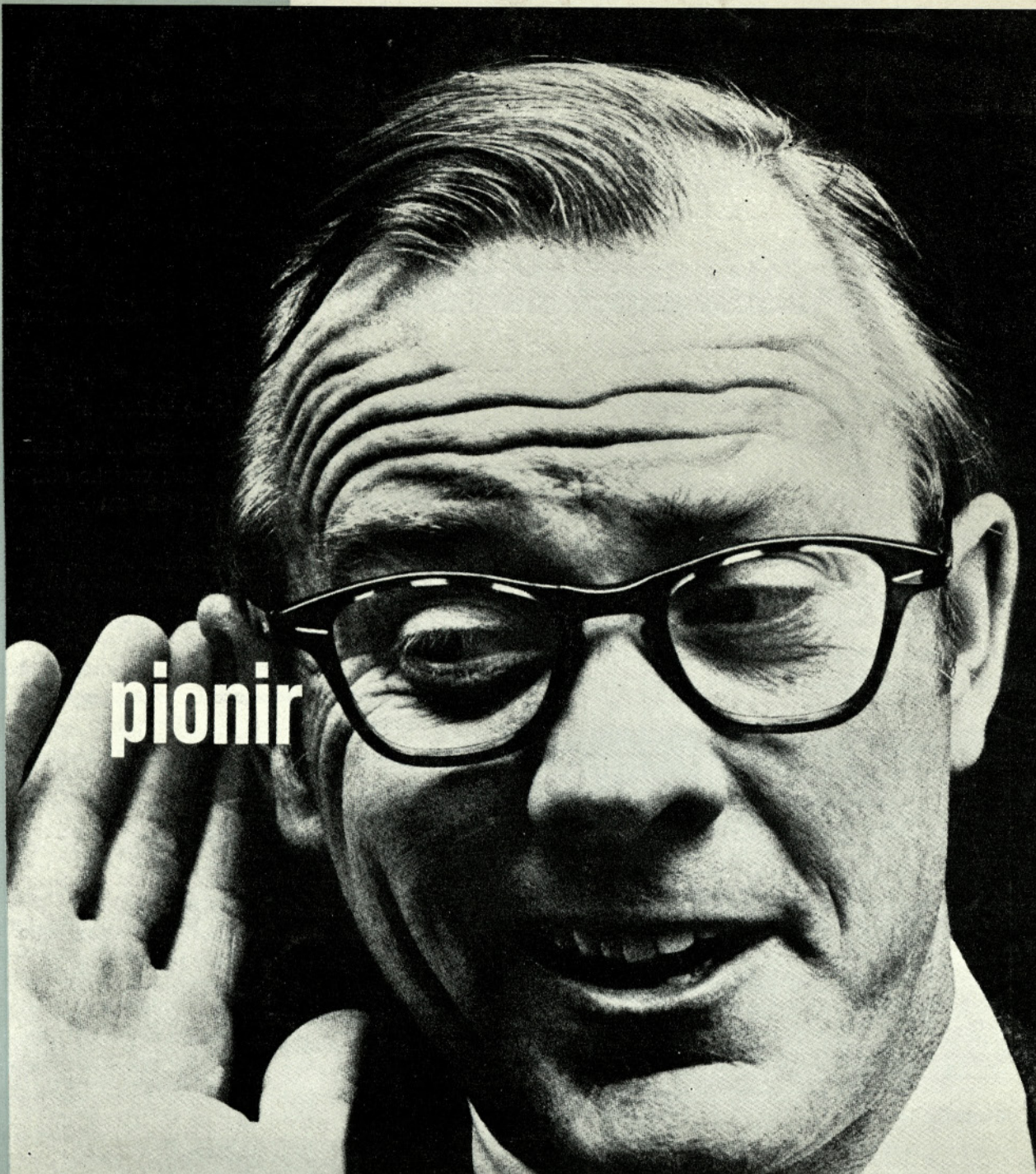


Montažna lopa



Betonske cevi





**pionir**

**Da, prav ste slišali**

**SGP**

**PIONIR**

**NOVO MESTO**

**gradi solidno in se drži  
dogovorjenih rokov**