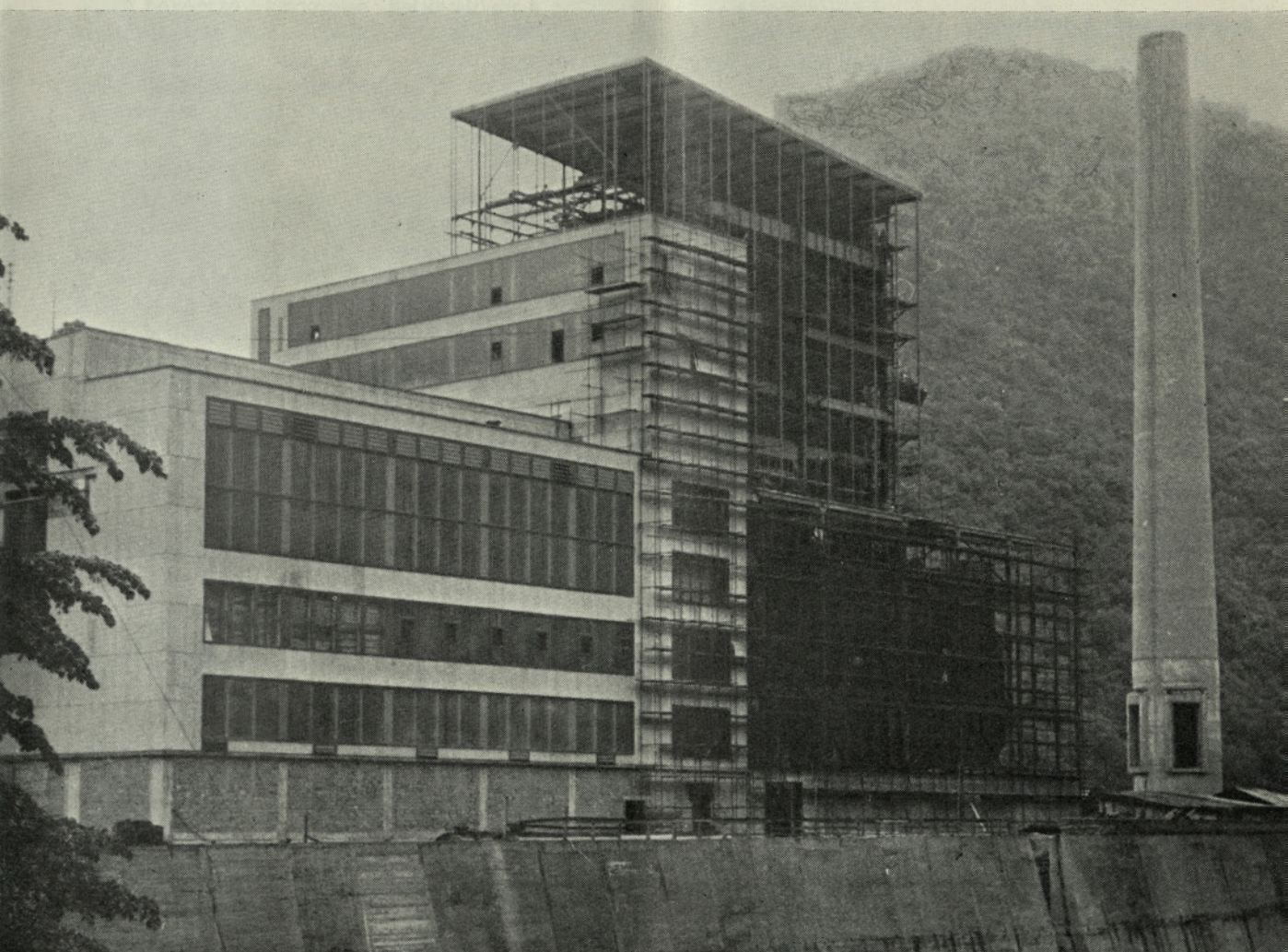


# GRADBENI VESTNIK

LETO XVI

APRIL 1967

ŠTEVILKA 4



GIP «INGRAD» CELJE: TERMoeLEKTRARNA TRBOVLJE II

## VSEBINA

Ciril Šivic, dipl. inž.: Vpliv temperature na nosilnost tornih spojev . . . . .	73	C. Šivic: Influence of temperature on the bearing strength of high strength bolts connections
Egon Engelsberger, dipl. inž.: Raziskave tornih spojev v posebnih pogojih . . . . .	77	
Srečko Cerar, dipl. inž.: Vpliv neposredne lastne teže stropne konstrukcije, krčenja in kvalitete betona na potek notranjih obtežb med gradnjo večetažne železobetonske okvirne konstrukcije (Nadaljevanje) . . . . .	84	S. Cerar: The influence of the immediate own weight of a ceiling structure, of the contraction of the concrete, and the concrete quality on the distribution of the load acting from the inside during the building of a multi-storied reinforced concrete frame structure
<b>Iz glasil naših kolektivov</b>		
20 let — GP »TEHNIKA« v Ljubljani . . . . .	83	
<b>Gradbeni center Slovenije</b>		
Igor Blumenau, dipl. inž. arh.: O pomanjkanju gradbenih materialov . . . . .	90	
<b>Informacije Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij v Ljubljani</b>		
Inž. M. F. Stabilizacija zemeljskih materialov z graderjem MBU proizvod STT Trbovlje		

Odgovorni urednik: Sergej Bubnov, dipl. inž.

Uredniški odbor: Janko Bleiweis, dipl. inž., Vladimir Čadež, dipl. inž., prof. Bogo Fatur, Marjan Gaspari, dipl. inž., dr. Miloš Marinček, dipl. inž., Maks Megušar, dipl. inž., Dušan Raič, dipl. jurist, Saša Škulj, 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 503-608-109. Tiska tiskarna »Toneta Tomšiča« v Ljubljani. Revija izhaja mesečno. Letna naročnina za nečlane 15.000 dinarjev. Uredništvo in uprava Ljubljana, Erjavčeva 15.

## Vpliv temperature na nosilnost tornih spojev

CIRIL SIVIC, dipl. inž.

DK 624.94

### 1.0 UVOD

Z naraščajočo uporabo tornih spojev v jeklenih konstrukcijah so se pojavila razna vprašanja v zvezi z njihovo varnostjo v raznih pogojih. Eno takih je vprašanje obnašanja in varnosti tornih spojev pri visokih temperaturah, ali z drugimi besedami, vprašanje, kako se obnašajo med morebitnim požarom.

Obsežne raziskave požarne varnosti jeklenih konstrukcij so bile opravljene v preteklih petnajstih letih v Švici. Te raziskave so pokazale, da je kritična temperatura za jeklene konstrukcije med 300 in 400° C. Pri požarni obtežbi do 25 kg/m<sup>2</sup>, ki je pri navadnih poslovnih stavbah običajno ne presežemo, do kritične temperature ne pride in zato ni treba skrbeti za kakšno posebno požarno zaščito.

Pri navadni kritični temperaturi se zniža meja plastičnosti navadnih konstrukcijskih jekel nekako na 16 do 18 kg/mm<sup>2</sup>, torej na višino dopustnih napetosti. Modul elastičnosti E pa se pri 400° C zniža na približno 85 % svoje prvotne vrednosti. Kot vidimo, je kritična temperatura tista temperatura, pri kateri se obe karakteristiki, meja plastičnosti in elastični modul znižata na vrednosti, ki so v konstrukcijah izkoriščene, tako da ostanemo brez potrebne varnosti.

Opisane izsledke smo upoštevali pri programiranju raziskave temperaturnega vpliva na torne spoje. Predpostavili smo, da vzdržljivost tornega spoja ne bi morala biti večja od vzdržljivosti osnovnega materiala. S tem smo dobili torej kriterij za najvišjo temperaturo, do katere je smotrno izvajati preiskave.

### 2.0 PROGRAM RAZISKAVE

V principu obsega raziskava dve vrsti različnih preiskav.

— ugotavljanje nosilnosti spoja pri določeni konstantni temperaturi;

— ugotavljanje temperature, pri kateri spoj popusti in sicer pri dopustni sili in pri sili, povečani za 20 % nad dopustno silo.

Za orientacijo smo posebej ugotovili mejo elastičnosti osnovnega materiala pri različnih povišanih temperaturah.

Celoten program raziskav prikazujemo pregledno v tabeli 1, 2 in 3.

Tabela 1

#### Preiskava osnovnega materiala

Temperatura °C	20	75	150	225	300	375	450
Preizkušane št.	1	6	3	5	2	7	4

Tabela 2

#### Nosilnost spoja v odvisnosti od temperature

Serija	Temperatura °C									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	
I.	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	
II.	2	3	13	5	6	7	8	9	10	
III.	11	12	22	14	15	16	17	18	19	
IV.	20	21	30	23	24	25	26	27	28	

Tabela 3

#### Kritična temperatura za dopustno silo $N_{dop}$ in $1,2 N_{dop}$

Obremenitev spoja	Preizkušane št.				
$N_{dop} = 8800$ kp	1	3	4	10	12
$1,2 N_{dop} = 10600$ kp	5	6	7	11	13

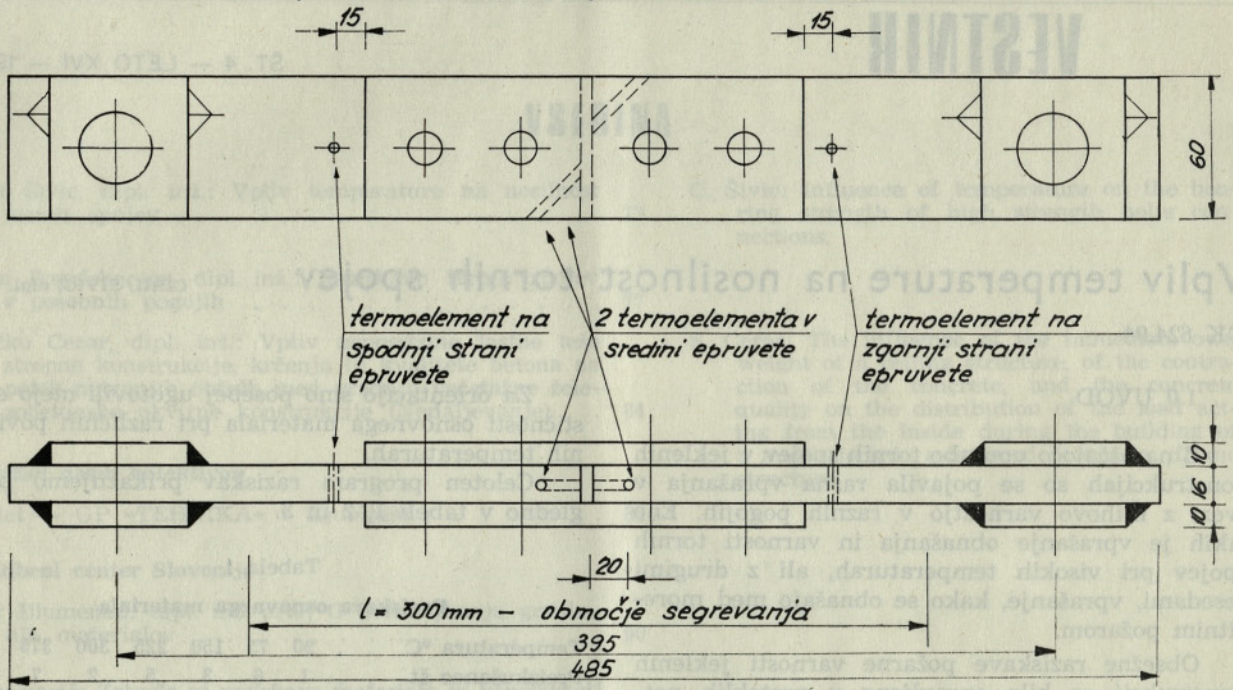
### 3.0 IZVEDBA EKSPERIMENTOV

#### 3.1 Preizkušanci

Oblika preizkušanca in njegove dimenzije so prikazani na sl. 1. Material preizkušanca je običajno konstrukcijsko jeklo ČN 25. Spoj z dvema vijakoma smo izbrali zato, ker je v takem spoju sila porazdeljena enako na oba vijaka in je tako možno enostavno interpretiranje rezultatov. Vijaki so kvalitete 10 K, izdelek nemške firme Verbus.

Temperaturo smo merili na vsakem preizkušancu na 4 mestih s termoelementi (glej sl. 1) in sicer sta dve merski mesti postavljeni v sredini epruvete, po eno mersko mesto pa na obeh krajih epruvete izven spoja. Tako je bilo mogoče opazovati temperaturo v vsem območju spoja, kar je važno zaradi vodenja peči in doseganja čim bolj enakomerne temperature po celem spoju.

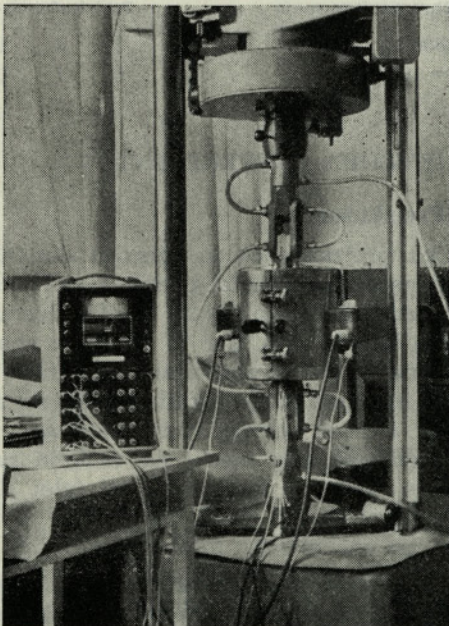
### Skica epruvete z dispozicijo termoelementov



Sl. 1

### 3.2 Segrevanje preizkušancev

Za segrevanje preizkušancev smo skonstruirali posebno peč, ki je prikazana na sl. 2 in 3. Ima deset grelcev po 600 W, torej 6000 W celotne moči. V zračnem prostoru peči sta nameščena dva termoelementa, ki sta povezana z avtomatičnim regulatorjem temperature. Peč se pritrdi direktno na natezni stroj in jo je v tem položaju možno odpirati in zapirati, preizkušance pa lahko vstavljamo in



Sl. 2

jemljemo iz stroja, ne da bi bilo potrebno peč demontirati.

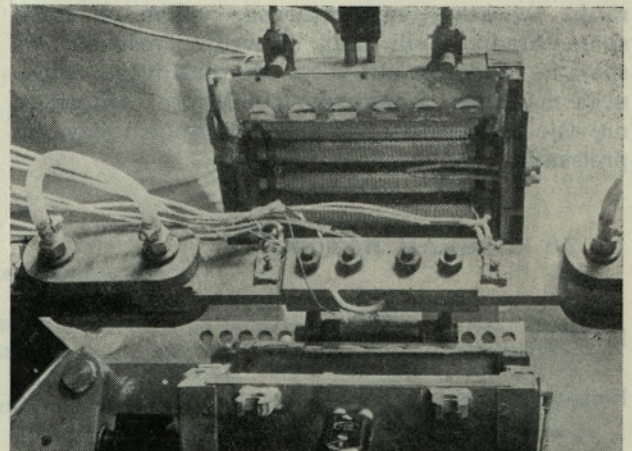
Preprečitev segrevanja vpenjalnih glav stroja je urejena z dodatno vpenjalno napravo pri spodnji in zgornji vpenjalni glavi, v kateri je enostaven hladilni sistem s pretokom hladne vode iz vodovoda.

S pečjo lahko dosegamo temperature do 650 °C, pri opisanih preizkusih pa smo rabili največ 450 °C.

### 4.0 REZULTATI RAZISKAVE

#### 4.1 Preiskava meje elastičnosti osnovnega materiala

Kot epruveto smo izbrali ploščato palico preseka 16 × 60 mm (sl. 4), kolikor je tudi presek po-



Sl. 3

sameznih elementov v preizkušanih tornih spojih. Dolžina epruvete je 500 mm. Ogrevana dolžina epruvete, tj. tista dolžina, ki gre skozi peč, pa je 300 milimetrov.

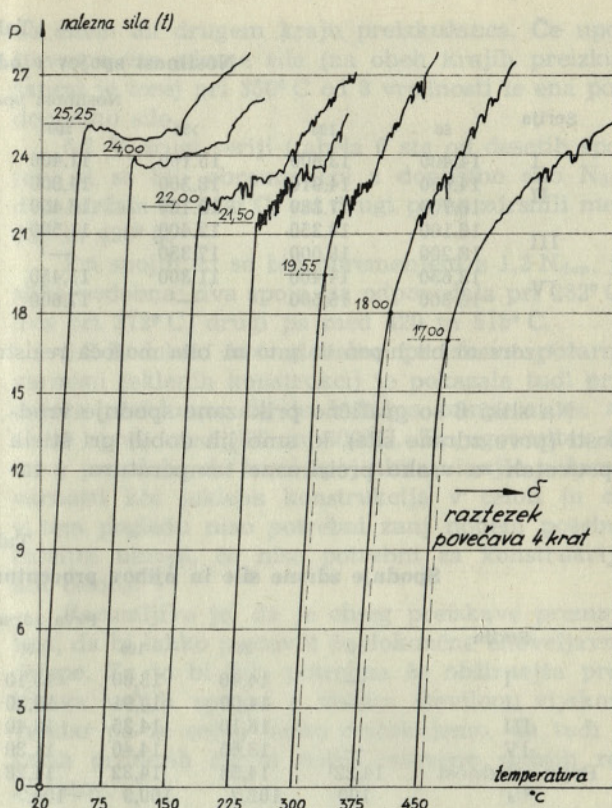
Kako se spreminja meja elastičnosti v odvisnosti od temperature, je prikazano na sl. 4. Če vzamemo kot dopustno napetost za ČN 25  $\sigma_{dop I} = 1650$  in  $\sigma_{dop II} = 1850$  kp/cm<sup>2</sup>, je kritično območje za ta material pri nekako 375° C, kjer je meja elastičnosti  $\sigma_v = 1880$  kp/cm<sup>2</sup>. To se ujema z ugotovitvami, ki jih navaja literatura.<sup>1</sup>

Na sl. 5 so prikazani diagrami P -  $\delta$  pri vseh preizkusnih temperaturah od 20 do 450° C. Tu vidimo, da pri 300° C ni več izrazite meje elastičnosti. Zato smo v tem področju izbrali kot mejo elastičnosti napetost  $\sigma_{0,2}$ , pri čemer smo vzeli za bazo  $l = 300$  mm, tj. tisto dolžino epruvete, ki gre skozi peč in je ogrevana na mersko temperaturo.

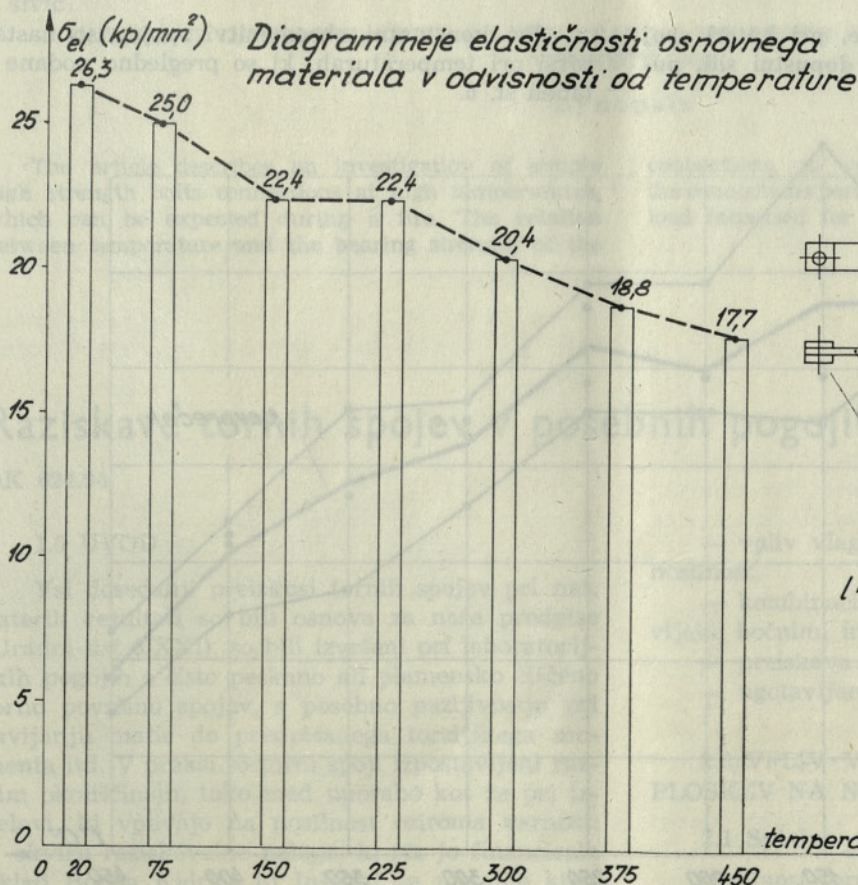
#### 4.2 Nosilnost spojev v odvisnosti od temperature

Pri teh preizkusih smo registrirali silo zdrsa v obeh tornih spojih, razen v 1. seriji, ki je bila preliminarna in je prvotno nismo mislili vključiti v rezultate raziskave; tu je registrirana le sila pri prvem zdrsu. Rezultate podajamo v tabeli 4.

<sup>1</sup> E. Geilinger, W. Geilinger: Feuersicherheit der Stahlkonstruktionen, II. Teil; Schw. Stahlbauverband, Mitteilungen der Technischen Kommission, Heft 15.



Sl. 5



Sl. 4

Tabela 4  
Nosilnost spojev v odvisnosti od temperature

Serija	Nosilnost spoja v kp pri temperaturi (°C)									
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	
I	14.400	13.600	15.100	11.400	12.100	11.600	10.650	7910	5760	
II	14.000	14.910	18.300	14.800	14.700	11.100	11.500	8610	4000	
III	16.700	17.380	19.100	16.430	— <sup>1</sup>	14.700	11.100	9380	5000	
	16.100	14.350	12.400	11.500	14.130	10.850	9.270	8250	4650	
IV	18.200	18.000	17.350	— <sup>1</sup>	16.330	12.100	11.390	— <sup>1</sup>	— <sup>1</sup>	
	13.650	14.400	11.300	11.450	11.400	9.000	6.850	6200	3700	
	16.300	15.500	— <sup>1</sup>	17.600	15.150	— <sup>1</sup>	— <sup>1</sup>	8000	4600	

<sup>1</sup> zdrs ni bil hipen in zato ni bila mogoča registracija sile.

Na sliki 6 so grafično prikazane spodnje vrednosti (prve zdrsne sile), ki smo jih dobili pri štirih epruvetah za vsako preizkusno temperaturo, v ta-

beli 5 pa jih podajamo ponovno z njihovimi poprečnimi vrednostmi in procentualni odnos glede na poprečno vrednost pri 20° C.

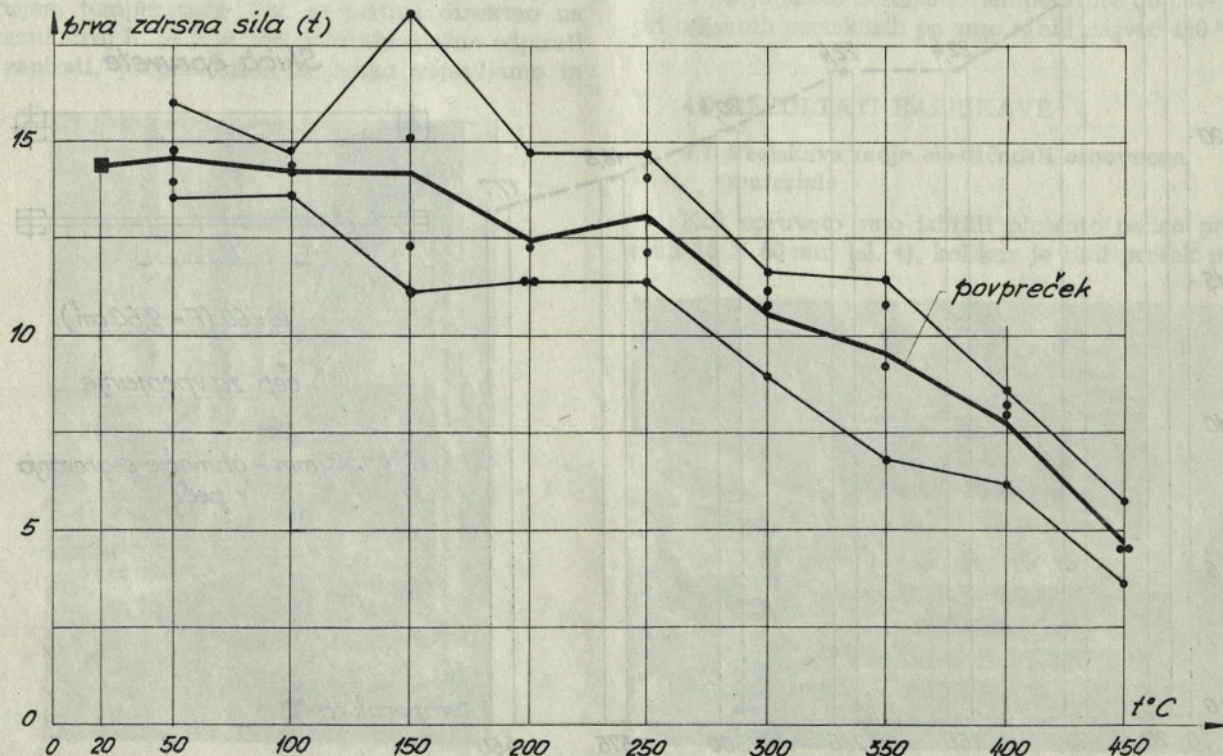
Tabela 5  
Spodnje zdrsne sile in njihov procentualni odnos glede na zdrsko silo pri +20° C

Serija	Prva zdrsna sila pri temperaturi (°C) v [t]									
	20	50	100	150	200	250	300	350	400	450
I	—	14,40	13,60	15,10	11,40	12,10	11,60	10,65	7,91	5,76
II	—	14,00	14,91	18,30	14,80	14,70	11,10	11,10	8,61	4,00
III	—	16,10	14,35	12,40	11,50	14,13	10,85	9,27	8,25	4,65
IV	—	13,65	14,40	11,30	11,45	11,40	9,00	6,85	6,20	3,70
Popr. vrednost	14,22 <sup>1</sup>	14,53	14,32	14,28	12,29	13,13	10,64	9,57	7,74	4,53
%	100	102,2	100,9	100,3	86,4	92,4	74,9	67,3	54,5	31,8

<sup>1</sup> popreček 14 rezultatov iz prejšnje raziskave (poročilo št. 1773 — IMK, 1966)

4.3 Ugotavljanje temperature, pri kateri spoj popusti pri dopustni sili in pri dopustni sili, povečani za 20 %

Pri konstantni obremenitvi spojev so nastali zdrs pri temperaturah, ki so pregledno podane v tabeli št. 6.



Slika 6

Tabela 6

Pregled temperature, pri kateri so nastali zdrsi v spojih (°C)

$N_{dop}$ 8800 kp	št. preizkušanca zdrs v 1. spoju	1 436	3 490	4 475	10 440	12 324
	zdrs v 2. spoju	440	490	475	440	324
$\sim 1,2 N_{dop}$ 10.600 kp	št. preizkušanca zdrs v 1. spoju	5 420	6 500	7 480	11 372	13 282
	zdrs v 2. spoju	424	515	486	372	282

Dopustno silo  $N_{dop}$  smo določili zaokroženo na osnovi poprečnega laboratorijsko izmerjenega koeficienta  $K = 0,168$ . Po DIN 6914-18 bi bila dopustna sila spoja v visokih gradnjah za II. obtežni primer  $N_{dop} = 8600$  kg in s tem  $1,2 N_{dop} = 10.320$  kilogramov.

## 5.0 SKLEPI

5.1 V poprečju nastopajo zdrsi pri silah, ki so blizu dopustne sile tornega spoja pri temperaturi nad  $300^{\circ}\text{C}$  (glej tabelo 5). Pri  $300^{\circ}\text{C}$  so vsi preizkušani spoji zdrsnili pri obremenitvi nad 8800 kp ( $= N_{dop}$ ), pri  $350^{\circ}\text{C}$  so zdrsnili trije od štirih spojev nad to silo, medtem ko je en spoj zdrsnil že pri sili 6,85 t. Pripomniti je treba, da tu primerjamo le nižjo od obeh zdrsnih sil, ki je nastopila

na enem ali drugem kraju preizkušanca. Če upoštevamo vse zdrsnne sile (na obeh krajih preizkušanca) je torej pri  $350^{\circ}\text{C}$  od 8 vrednosti le ena pod dopustno silo.

5.2 V drugi seriji (tabela 6 sta od desetih spojev, ki so bili obremenjeni z dopustno silo  $N_{dop}$ , dva zdržala do  $324^{\circ}\text{C}$ , vsi drugi pa so zdrsnili med  $436$  in  $490^{\circ}\text{C}$ .

Pri spojih, ki so bili obremenjeni z  $1,2 N_{dop}$ , je slika podobna: dva spoja sta odpovedala pri  $282^{\circ}\text{C}$ , dva pri  $372^{\circ}\text{C}$ , drugi pa med  $420$  in  $515^{\circ}\text{C}$ .

5.3 Podobno kot globalne preiskave požarne varnosti jeklenih konstrukcij je pokazala tudi pričujoča preiskava, da je kritična temperatura za torne spoje med  $300$  in  $400^{\circ}\text{C}$ . Ta ugotovitev bi torej povedala, da torni spoj nima manjše požarne varnosti kot jeklena konstrukcija v celoti in da v tem pogledu niso potrebni zanj nobeni posebni zaščitni ukrepi, če niso potrebni za konstrukcijo kot celoto.

Razumljivo je, da je obseg preiskave premajhen, da bi lahko postavili že dokončne enoveljavne sklepe. Za to bi bila potrebna še obširnejša preiskava večjih spojev z večjim številom vijakov, vendar pa že sedaj lahko pričakujemo, da tudi v takih primerih ne bi dobili bistveno slabših rezultatov.

## C. SIVIC:

### INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE BEARING STRENGTH OF HIGH STRENGTH BOLTS CONNECTIONS

#### Synopsis

The article describes an investigation of simple high strength bolts connections at high temperatures, which can be expected during a fire. The relation between temperature and the bearing strength of the

connections, as well as the critical temperature at the connections permissible load and at the permissible load increased for 20% is given.

## Raziskave tornih spojev v posebnih pogojih

EGON ENGELSBERGER, dipl. inž.

DK 624.94

### 1.0 UVOD

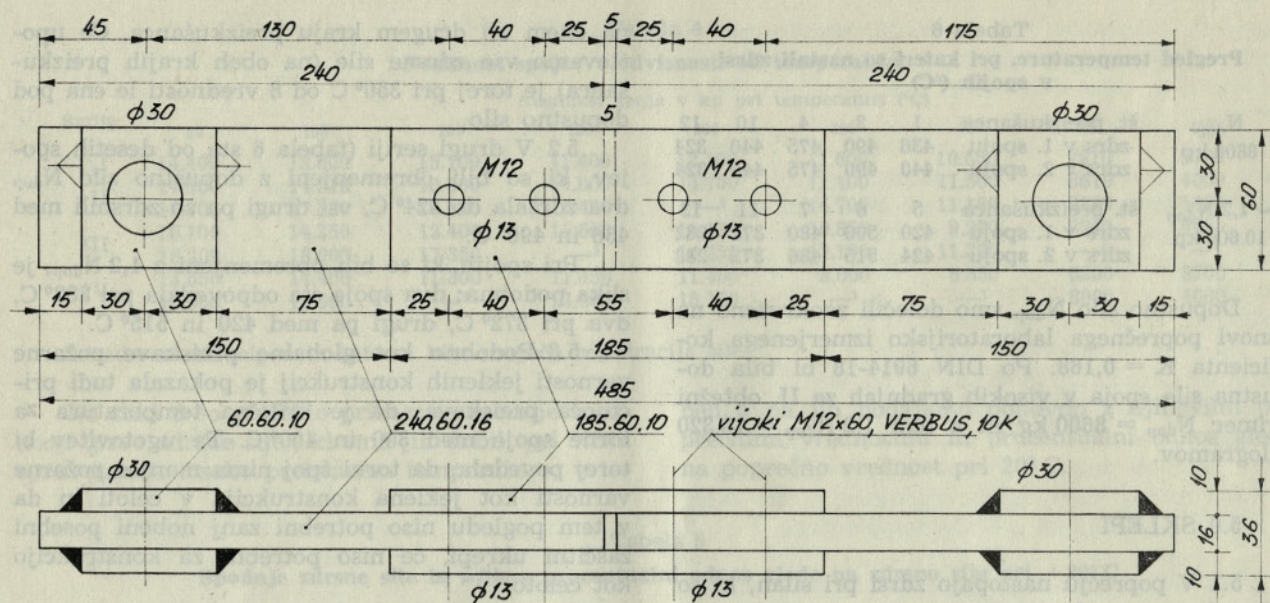
Vsi dosedanji preizkusi tornih spojev pri nas, katerih rezultati so bili osnova za naše predpise (Uradni list 6/XXI), so bili izvršeni pri laboratorijskih pogojih s čisto peskano ali plamensko čiščeno tornno površino spojev, s posebno pazljivostjo pri zavijanju matic do predpisanega torzijskega momenta itd. V praksi so torni spoji izpostavljeni raznim okoliščinam, tako med uporabo kot že pri izdelavi, ki vplivajo na nosilnost oziroma varnost. V okviru raziskovalne naloge, ki sta jo financirala Sklad Borisa Kidriča in Inštitut za metalne konstrukcije, smo obdelali naslednje teme:

- vpliv vlage in obdelave tornih ploskev na nosilnost,
- kombinacijski spoji z visokovrednimi (VV) vijaki, bočnimi in čelnimi zvari,
- preiskava VV vijakov,
- ugotavljanje koeficienta trenja.

### 2.0 VPLIV VLAŽE IN OBDELAVE TORNH PLOSKEV NA NOSILNOST

#### 2.1 Splošno

Nosilnost tornega spoja je definirana z zdrsno silo, ki zavisi od prednapenjanja in od koeficienta



SI. 1 Skica preizkušanca

trenja med tornimi ploskvami. Da bi dosegli največjo nosilnost, morajo biti površine tornega spoja čiste, brez prahu, olja, rje itd.

Literatura priporoča posebne obdelave, na primer peskanje s kremenčevim peskom ali čiščenje z acetilenskim plamenom.

Če je koeficient trenja premajhen, nastopi zdrs že pri majhni obremenitvi, spoj pa deluje potem kot navadna kovičena ali zavijačena zveza.

V praksi moramo računati na razne pomanjkljivosti, kot neperfektno obdelane torne površine in slabo tesnjenje, zaradi česar nastaja v torni površini rja. Torne površine so lahko vlažne že pri sestavljanju spoja. S preiskavami, ki so podane v nadaljevanju, smo skušali ugotoviti, kako te pomanjkljivosti vplivajo na nosilnost spoja.

## 2.2 PROGRAM PREISKAVE

### 2.2.1 Material

Za vse epruvete smo uporabili mehko konstrukcijsko jeklo ČN-25 in visokovredne vijake nemške proizvodnje s kvaliteto 10 K (matice 8 G).

### 2.2.2 Izdelava epruvet

Načrt epruvet je na sliki 1. Izgube pri prednapenjanju smo preprečili tako, da smo vse matice obremenili najprej samo na 80 % potrebnega torzijskega momenta. Pri sestavi smo opazili, da so imeli vsi deli isto temperaturo. Velik del ekscentričnosti pri vpenjanju smo eliminirali z vgraditvijo čepov, tako da so bile epruvete na koncih členkasto fiksirane (sl. 2 in 3). Za zavijanje matic s točnim torzijskim momentom smo uporabili torzijski del univerzalnega tridesettonskega preizkuševalnega stroja (slika 4).

### 2.2.3 Pogoji glede vlage

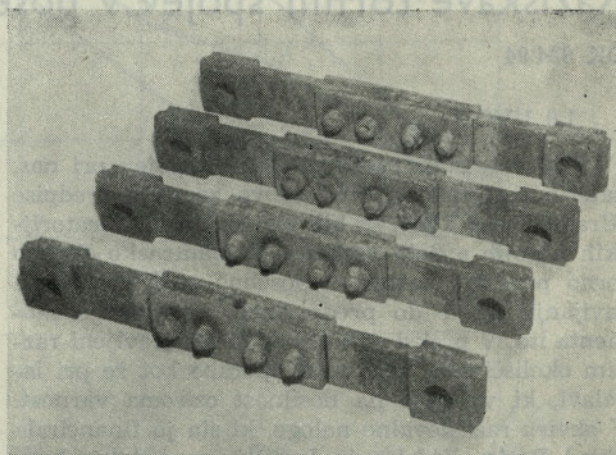
Potem ko so elementi epruvet delno že izgubili valjčno kožico z rjavenjem na prostem, smo izbrali naslednje tri načine pogojev glede vlage:

- sestava s suhimi tornimi površinami,
- sestava z mokrimi tornimi površinami,
- sestava s suhimi tornimi površinami, nato pa namakanje celih epruvet v vodi za 24 ur.

### 2.2.4 Obdelava tornih površin

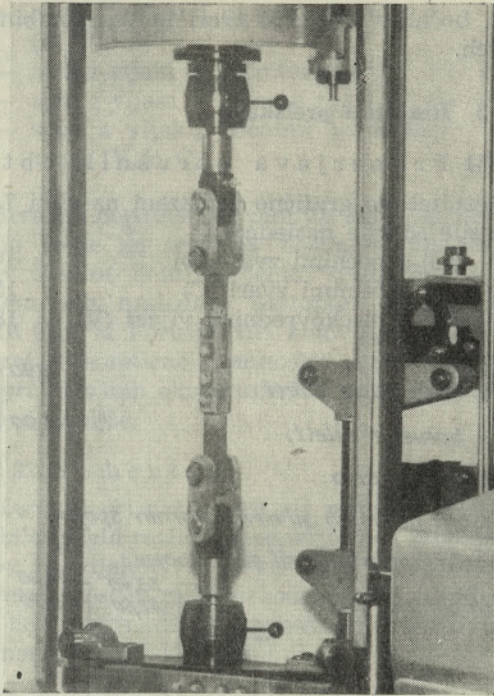
Posamezne skupine epruvet smo obdelali

- s peskanjem s kremenčevim peskom do  $\phi 1$  mm,
- s plamenskim čiščenjem s trdim plamenom (30 % mešanica acetilena in kisika),
- ena serija je ostala brez obdelave, le da smo grobo rjo na površinah odstranili z lahkim krtačenjem.



SI. 2 Skupina epruvet pred preizkušanjem

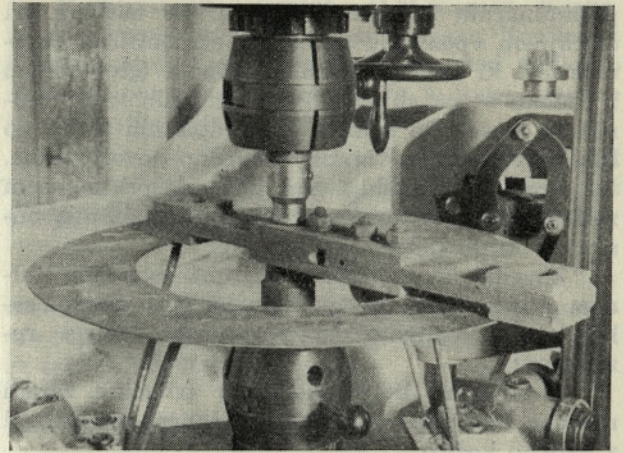




Sl. 3 Preizkušavec v nateznem stroju

2.25 Variiranje časa od sestave do obremenitve

Izbrali smo naslednje dobe izpostavljanja atmosferski koroziji: 0 dni, 14 dni, 1 mesec, 6 mesecev in 12 mesecev.

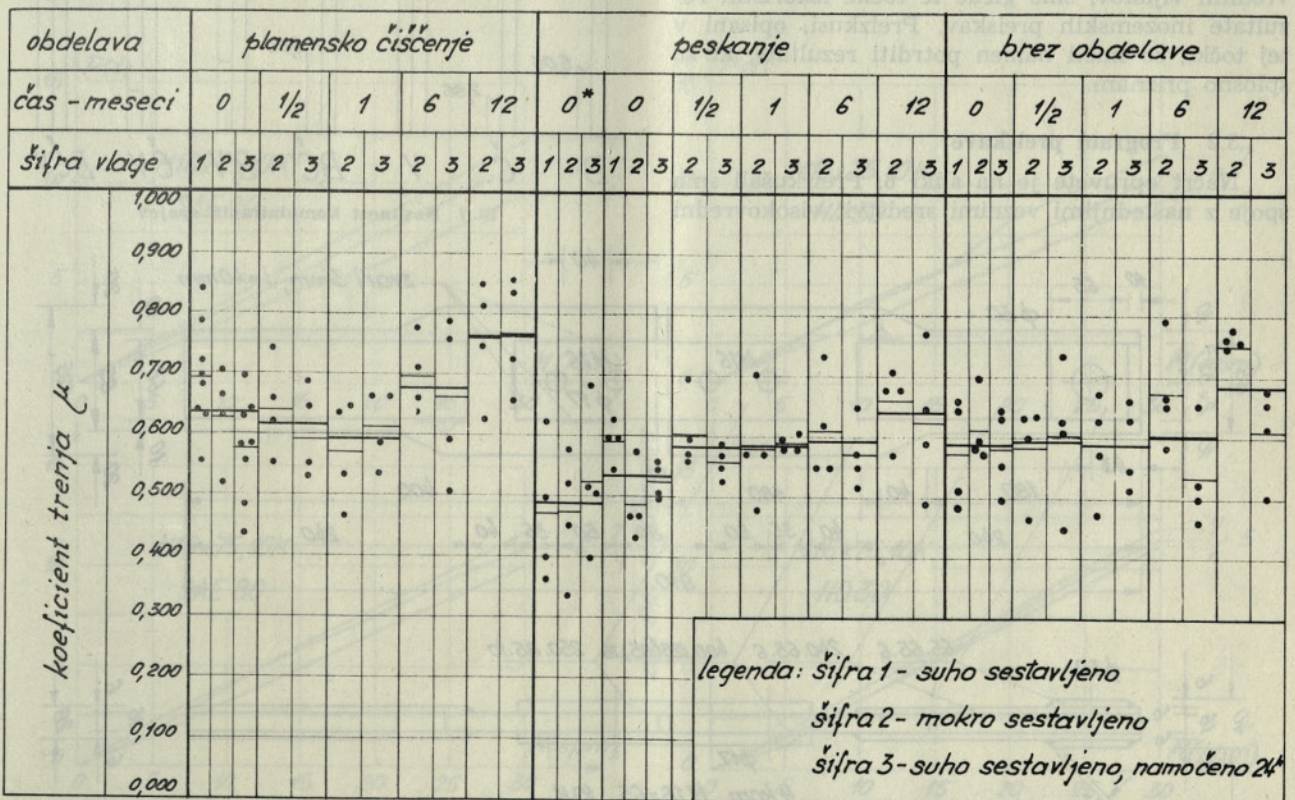


Sl. 4 Privijanje matic s pomočjo torzijskega stroja

2.3 Rezultati preiskave

Pri vsaki epruveti smo registrirali silo zdrsa za obe strani preizkušanca. Skupaj smo dobili tako 116 eksperimentalnih podatkov za koeficient trenja. Rezultati so podani v grafikonu na sliki 5.

Po naših predpisih je računski koeficient trenja za material ČN 25  $\mu = 0,460$ . Če ne upoštevamo rezultatov epruвет, ki za vpenjanje v preizkuševalni stroj niso imele posebne ureditve s čepi, s katerimi smo omogočili členkasto fiksiranje, smo dobili samo 3 koeficiente trenja pod predpisano vrednostjo. Vgrajevanje čepov smo uporabili zato, ker smo pri



Sl. 5 Grafikon koeficientov trenja pri različnih eksperimentalnih pogojih

preliminarnih preizkusih opazili, da nastopa pri običajnem vpenjanju v čeljusti ekscentrična obremenitev, ki zmanjša nosilnost spoja (glej kolono z oznako 0\* na sliki 5). Pri omenjenih treh vrednostih, ki so bile manjše od predpisanih za 3,0 do 5,0 in 7 %, pa je varnost še vedno dovolj velika.

Grafikon na sliki 5 nam kaže, da pri nobenem načinu obdelave tornih površin ni poslabšanja nosilnosti kljub delovanju korozije.

Zavedati se moramo, da se pri eksperimentalnem preizkušanju ne moremo izogniti raznim sekundarnim vplivom, ki povzročajo raztros rezultatov:

— slučajno boljša kvaliteta površine zaradi različne kvalitete obdelave in različne prekritosti z valjčno kožico,

— ekscentričnost obremenitve spoja, ki nastopi zaradi neenakomernega naleganja tornih površin po širini preizkušanca ali če vijaki niso razporejeni točno v osi,

— različna prednapetost vijakov zaradi različnega koeficienta K (glej rezultate v točki 4.0).

**3.0 KOMBINACIJSKI SPOJI Z VISOKOVREDNIMI VIJAKI, BOČNIMI IN ČELNIMI ZVARI**

**3.1 Splošno**

Pri sestavljanju naših predpisov, ki dovoljujejo uporabo spojev s kombinacijo zvarov in visokovrednih vijakov, smo glede te točke izkoristili rezultate inozemskih preiskav. Preizkusi, opisani v tej točki, so imeli namen potrditi rezultate, ki so splošno priznani.

**3.2 Program preiskave**

Načrt epruvete je na sliki 6. Preizkušali smo spoje z naslednjimi veznimi sredstvi: visokovredni

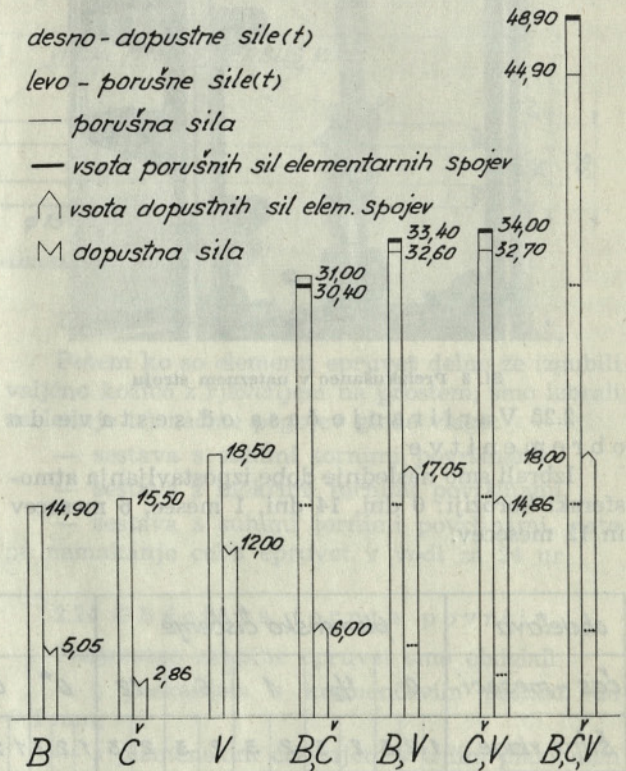
vijaki, bočni zvari, čelni zvari in vse kombinacije teh treh.

**3.3 Rezultati preiskave**

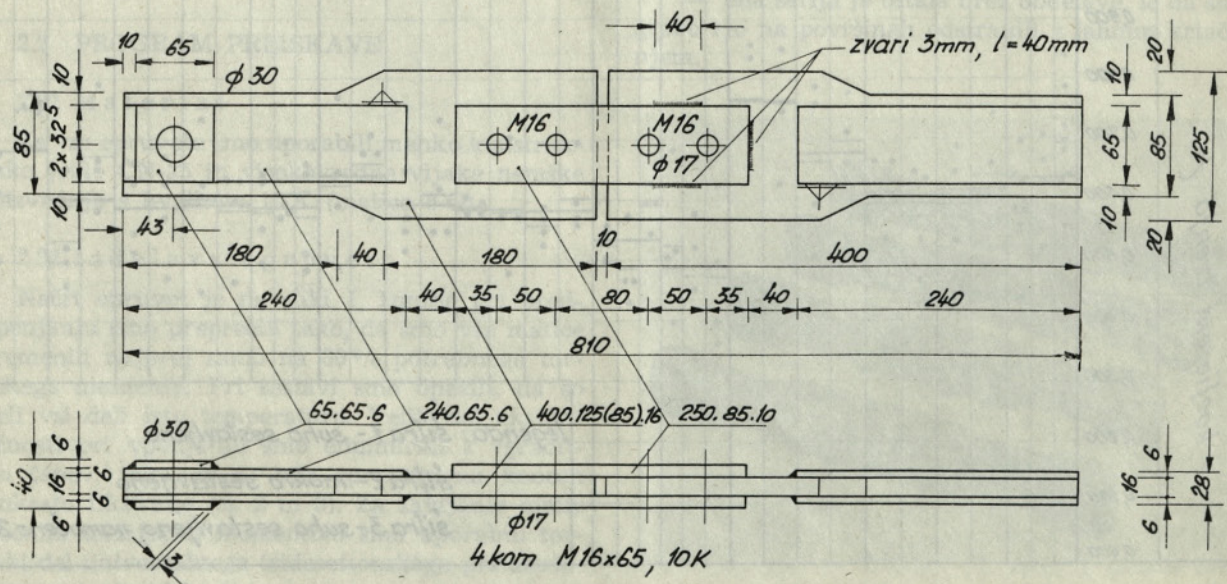
**3.3.1 Primerjava porušnih obtežb**

Rezultati so grafično prikazani na sliki 7. Porušne sile so bile naslednje:

- spoj z bočnimi zvari (B) . . . . . 14,90 t
- spoj s čelnimi zvari (C) . . . . . 15,50 t
- spoj z visokovrednimi vijaki (V) . 18,50 t



Sl. 7 Nosilnost kombiniranih spojev



Sl. 6 Skica preizkušanca s kombinacijo vijakov in zvarov

— spoj z bočnimi in čelnimi zvari (B, Č) . . . . .	31,00 t
— spoj z vijaki in bočnimi zvari (V, B) . . . . .	32,60 t
— spoj z vijaki in čelnimi zvari (V, Č) . . . . .	32,70 t
— spoj z vijaki, bočnimi in čelnimi zvari (V, B, Č) . . . . .	44,90 t

Stvarne porušne sile zadnjih štirih epruvet pomenijo glede na seštevek nosilnosti pripadajočih spojev s samo enim spojenim sredstvom v istem vrstnem redu naslednje odstotke: 102,0 — 97,6 — 96,2 in 91,8 %. Porušna sila kombinacijskega spoja se torej s teoretično nosilnostjo ujema precej dobro, pri nemških eksperimentih pa je bilo to ujemanje še boljše.

3.32 K o m e n t a r

Ker niti pri naših, niti pri nemških preizkusih niso bila zajeta različna razmerja med dimenzijami zvarov in vijakov, ki povzročajo seveda različno deformabilnost in različno sodelovanje veznih sredstev, bo treba nadaljnje preiskave razširiti tudi v tej smeri.

4.0 PREISKAVE VIJAKOV

4.1 Splošno

Koeficient K je pri računu tornih spojev z visokovrednimi prednapetimi vijaki pomožna konstantna vrednost, ki nastopa v enačbi  $M = KDP$ . Pri tem pomeni:

$M$  = torzijski moment,  $D$  = premer vijaka,  $P$  = prednapetostna sila v stebelu vijaka. Koeficient K izraža vpliv trenja v navojih ter med podložko in matico na privojni moment in je torej osnovna karakteristika prednapetih vijakov.

Pobudo za detajlnejše preiskave koeficienta K za različne vplive so dale praktične izkušnje pri gradnji mostu Peračica na odseku ceste Ljubljana—Jesenice.

Koeficient K je pri različnih postopkih izdelave lahko precej različen, zato je pri uporabi še neznanjih vijakov vedno priporočljivo ugotoviti popreček in raztros koeficienta K.

4.2 Program preizkušanja

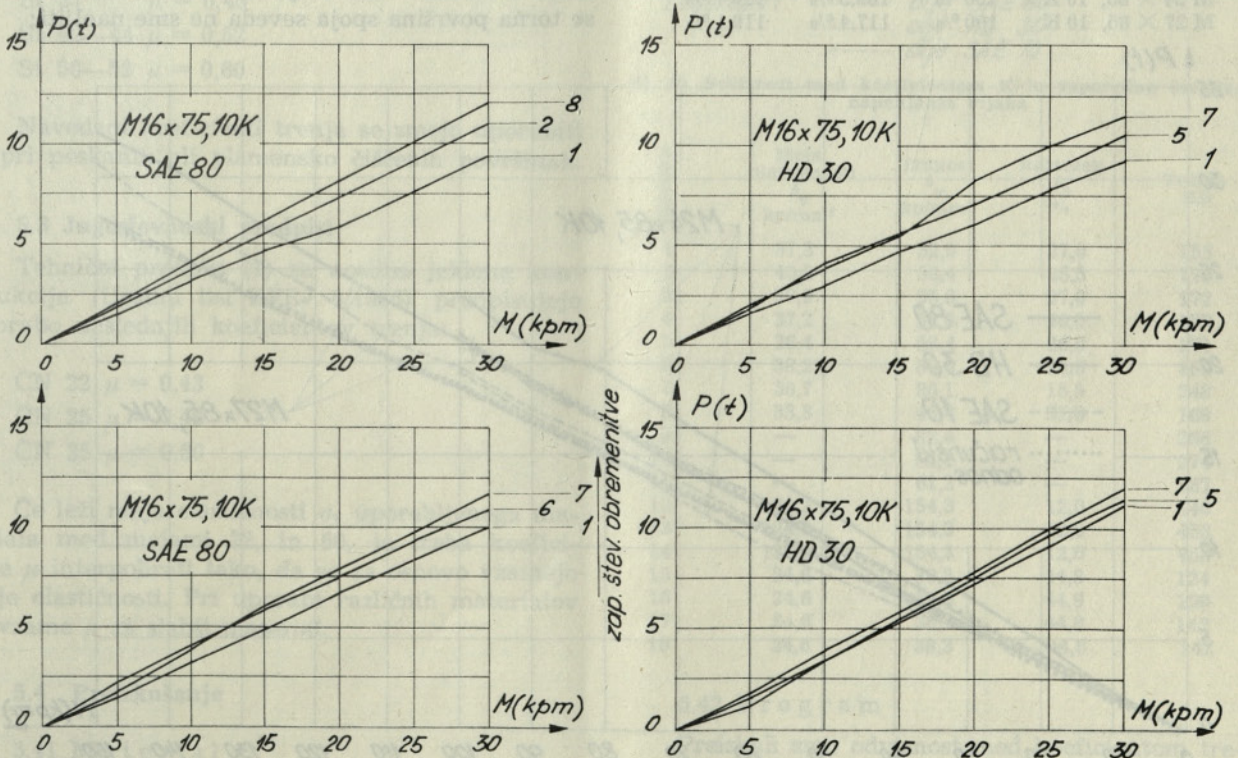
Preizkušali smo po 5 vijakov pod enakimi pogoji. Domačih vijakov ni bilo mogoče dobaviti (Tvornica vijaka Knin-TVIK), zato smo se morali omejiti na nemške vijake s kvaliteto 10 K. Vijake smo obremenjevali po 8-krat. Variirali smo:

- premer vijaka (M 12, M 16, M 24, M 27)
- vrsto olja za mazanje navojev pred obremenjevanjem (SAE 80, HD 30, SAE 10).

4.3 Rezultati

4.31 Splošno

Rezultat preizkušanja je sovisnost med torzijskim momentom in osno silo v stebelu vijaka pri večkratnih obremenitvah ter odvisnost koeficienta K od zaporedne številke obremenitve istega vijaka.



Sl. 8. Odnos M-P pri ponavljajočem napenjanju vijaka in dveh različnih vrstah olja

4.32 Sovisnost med torzijskim momentom in osno silo v vijaku pri večkratni obremenitvi

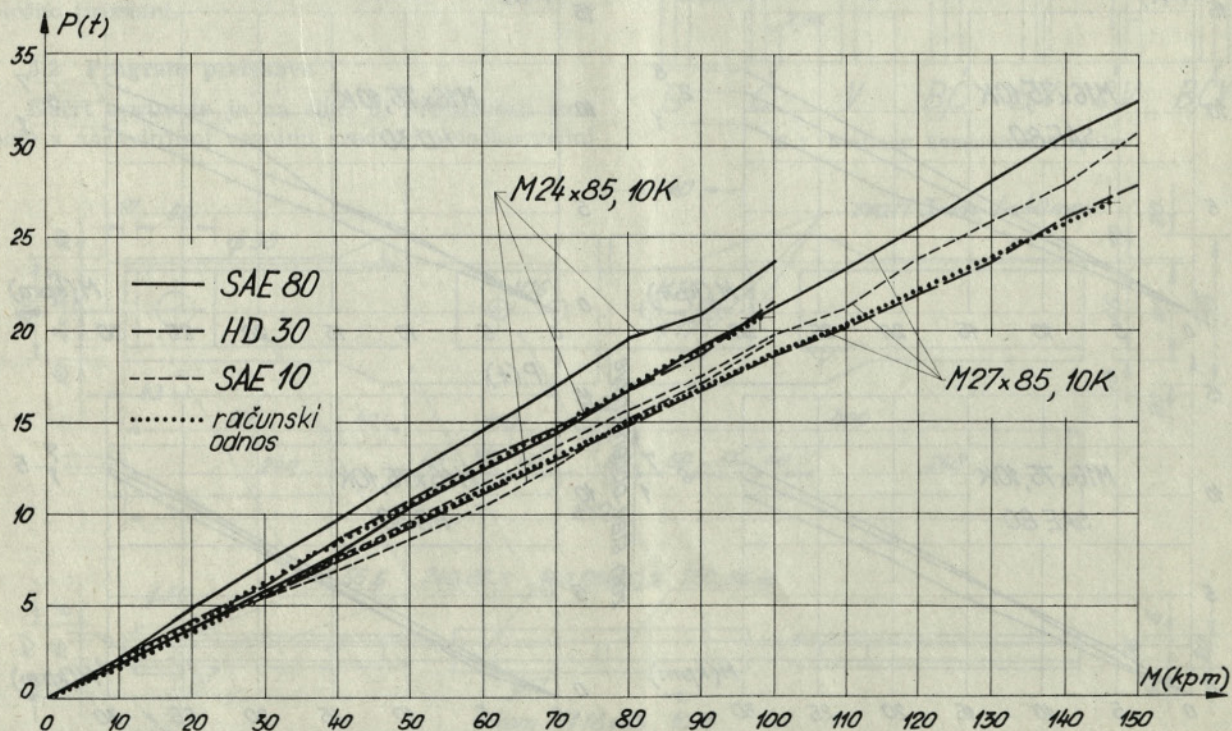
Na sliki 8 so podani diagrami moment — osna sila za vijah M 16 z uporabo olja SAE 80 in HD 30. Za iste okoliščine sta podana dva karakteristična diagrama z največjim in najmanjšim povečanjem osne sile za enak torzijski moment pri kasnejših obremenitvah. Zaradi preglednosti v diagramu ni vseh osem črt, ampak samo najnižja, srednja in najvišja.

Pri vseh dimenzijah vijakov in pri vrstah uporabljenega olja dobimo za kasnejše obremenitve pri istem torzijskem momentu večje osne sile v vijaku, torej se koeficient K s ponovnimi obremenitvami zmanjšuje. Potek črt v diagramu je v grobem linearen, do plastifikacije torej pri ponovnih privijanjih matice do dopustnega momenta ni prišlo.

4.33 Sovisnost med torzijskim momentom in osno silo v vijaku pri prvi obremenitvi

Vsaka črta v diagramu na sliki 9 je po-preček prvih obremenitev 5 vijakov. Primerjava različnih olj pri enakih primerih pokaže, da doseže osna sila v steblu pri določenem momentu največje vrednosti pri uporabi olja z največjo viskoznostjo. Pri končnem momentu smo dobili naslednja razmerja med poprečki koeficientov K v odstotkih:

Vijak	Olje		
	SAE 80	HD 30	SAE 10
M 12 × 50, 10 K	100 %	105,4 %	116,8 %
M 16 × 75, 10 K	100 %	96,9 %	114,0 %
M 24 × 85, 10 K	100 %	109,5 %	120,7 %
M 27 × 85, 10 K	100 %	117,4 %	119,1 %



Sl. 9. Primerjava odnosa M — P za različne vrste olja

4.34 Odvisnost med koeficientom K in zaporedno številko obremenitve

Črte v diagramih na sliki 10 so zveznice poprečkov koeficientov K za 5 vijakov pri večkratnih obremenitvah.

Diagrami na sliki 10 pokažejo, da so koeficienti K pri uporabi viskoznejših olj občutno nižji kot pri redkejših oljih, ne glede na številko obremenitve.

Večkratne obremenitve so pokazale tendenco padanja koeficienta K, kar je logično in ustreza razlagi tega pojava z mehansko zgladitvijo tornih površin navojev in boljšo razporeditvijo mazalnega olja.

#### 4.35 Zaključek

Solidnost tornih spojev zavisi v pogledu vijakov predvsem od naslednjih parametrov:

- točnosti predpisanega torzijskega momenta,
- vrste olja za mazanje vijakov,
- čistoče navojev vijaka,
- enakomernosti kvalitete vijakov (natezna trdnost in geometrijske tolerance).

Rezultate preiskave lahko povzamemo z naslednjim:

- pri uporabljanju vijakov brez površinske obdelave se mora uporabiti dovolj viskozno olje za navoje. Mazanje z oljem da poleg manjšega raztrosa tudi absolutno nižje koeficiente K. Pri tem se torzna površina spoja seveda ne sme naoljiti;

— večkratna uporaba visokovrednih vijakov je dopustna. Pri nadaljnjih obremenitvah se koeficient  $K$  zmanjša za 10 do 15 %, zato je potrebna previdnost pri izbiri torzijskega momenta.

### 5.0 PREIZKUŠANJE ODVISNOSTI MED KOEFICIENTOM TRENJA IN MEHANSKIMI LASTNOSTMI PLOČEVIN

#### 5.1 Povzetek iz literature

V literaturi (3) so opisani eksperimenti za določitev koeficienta trenja pri pločevini kvalitete St 37 in St 52. Plamensko čiščene površine so dale pri jeklu St 37 vrednosti  $\mu$  od 0,57 do 0,70 s srednjo vrednostjo 0,63 — pri jeklu St 52 pa od 0,62 do 0,75 s srednjo vrednostjo 0,66.

Avstrijski preizkusi pa so dosegli pri uporabi plamenskega čiščenja naslednje vrednosti koeficientov trenja  $\mu$ :

jeklo St 33 in 37: 0,30 do 0,85 (najpogostejša vrednost 0,575),

jeklo St 52: 0,50 do 0,90 (najpogostejša vrednost 0,725).

#### 5.2 Priporočilo evropske konvencije

V svojem dokumentu — literatura (6) je deseta komisija CEACM priporočila naslednje vrednosti  $\mu$  za račun spojev:

jeklo:

St 37  $\mu = 0,45$

St 42—44  $\mu = 0,52$

St 50—52  $\mu = 0,60$

Navedeni koeficienti trenja se smejo uporabiti le pri peskanih ali plamensko čiščenih površinah.

#### 5.3 Jugoslovanski predpisi

Tehnični predpisi (1) za nosilne jeklene konstrukcije (Uradni list SFRJ 6/1965) predpisujejo uporabo naslednjih koeficientov trenja:

ČN 22  $\mu = 0,43$

ČN 25  $\mu = 0,46$

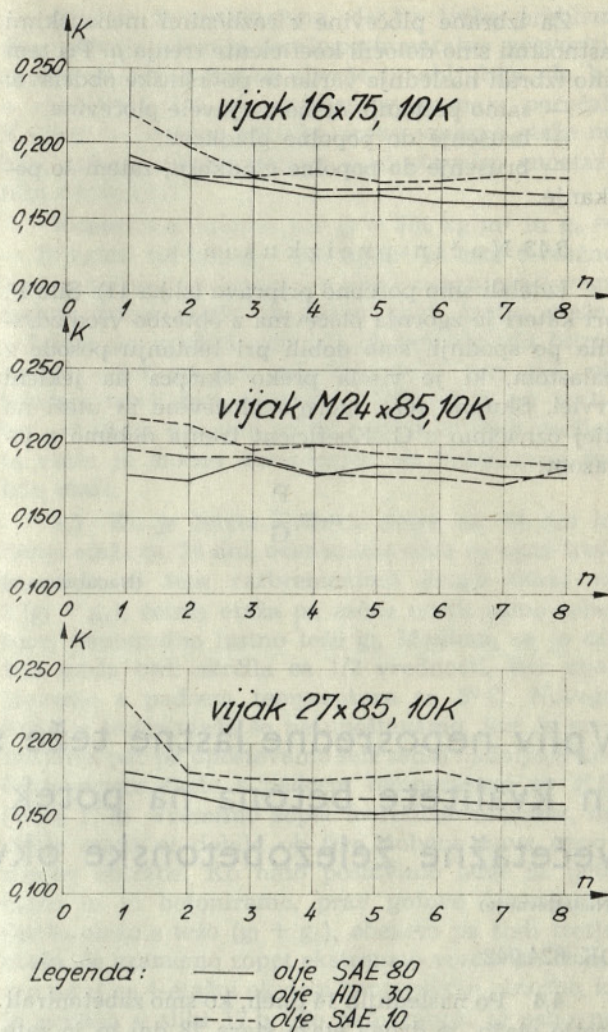
ČN 35  $\mu = 0,60$

Če leži meja elastičnosti  $\sigma_v$  uporabljenega materiala med mejami 22, in 60, je treba koeficiente  $\mu$  interpolirati tako, da se za osnovo vzamejo meje elastičnosti. Pri uporabi različnih materialov se vzame  $\mu$  za slabši material.

#### 5.4 Preizkušanje

##### 5.41 Material

Uporabili smo naslednje različne materiale:



Sl. 10. Sovisnost med koeficientom  $K$  in zaporedno številko napenjanja vijaka

Številka	Meja plastičnosti $\delta_v$ kp/mm <sup>2</sup>	Trdnost $\delta_m$ kp/mm <sup>2</sup>	Raztezek $\delta_5$ %	Trdota HB
1	37,3	52,0	27,0	155
2	40,8	58,4	25,5	179
3	37,9	55,0	27,0	172
4	37,2	53,3	26,0	157
5	36,4	53,4	26,0	171
6	38,2	55,6	24,6	169
7	50,7	86,1	15,5	248
8	33,3	46,4	32,0	168
9	—	82,4	—	266
10	—	54,1	—	274
11	—	61,2	—	187
12	124,2	154,3	12,0	440
13	124,2	154,3	12,0	453
14	124,2	154,3	12,0	453
15	24,6	38,3	44,8	124
16	24,6	38,3	44,8	129
17	24,6	38,3	44,8	142
18	24,6	38,3	44,8	142

##### 5.42 Program

Preiskali smo odvisnost med koeficientom trenja  $\mu$  in naslednjimi mehanskimi lastnostmi pločevine:

Za izbrane pločevine z različnimi mehanskimi lastnostmi smo določili koeficiente trenja  $\mu$ . Pri tem smo izbrali naslednje variante površinske obdelave:

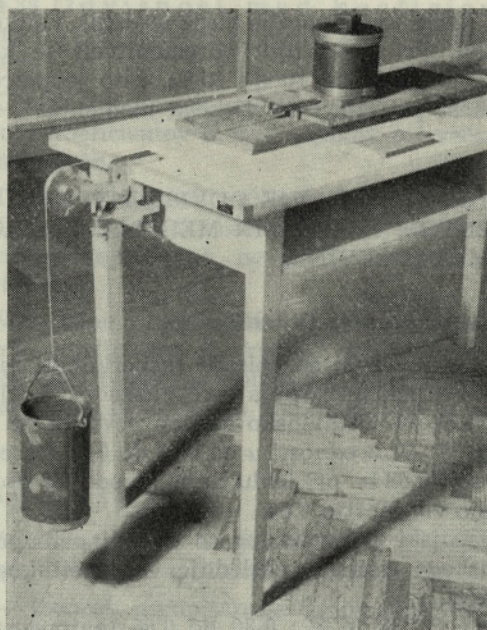
- samo peskanje delno zarjavele pločevine,
- brušenje do popolne gladkosti,
- brušenje do popolne gladkosti, zatem še peskanje.

#### 5.43 Način preizkušanja

Izdelali smo posebno pripravo (slika 11). Silo P, pri kateri je zgornja pločevina z obtežbo vred zdrsnila po spodnji, smo dobili pri tehtanju posode z balastom, ki je visela preko škripca na jekleni vrvici. Skupno težo zgornje pločevine in uteži na njej označimo z G. Koeficient trenja dobimo z izrazom:

$$\mu = \frac{P}{G}$$

(Nadaljevanje)



Sl. 11

## Vpliv neposredne lastne teže stropne konstrukcije, krčenja in kvalitete betona na potek notranjih obtežb med gradnjo večetažne železobetonske okvirne konstrukcije

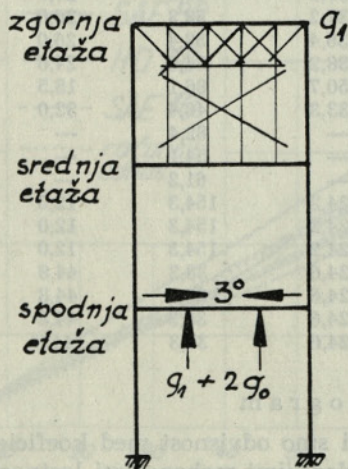
(Nadaljevanje)

SREČKO CERAR, dipl. inž.

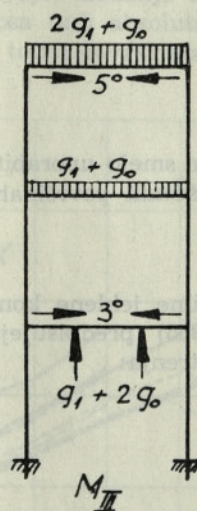
DK 624.042

4.4 Po naslednjih 14 dneh, ko smo zabetonirali tretjo etažo, je druga etaža stara 28 dni in jo zato smemo razopaziti. V tem trenutku razbremenimo prvo etažo za težo dveh odrov in za težo stropne konstrukcije tretje etaže, skupno torej za  $(2g_0 + g_1)$ . Ker pa je prva etaža stara že več kot 28 dni se je že skrčila za polovico krčenja tj. za ca.  $8^\circ$  C.

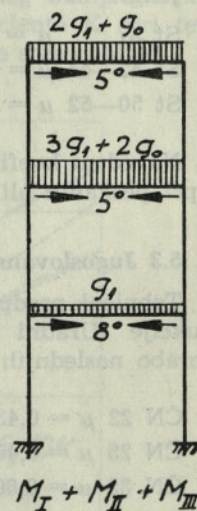
Ker smo prvih  $5^\circ$  C že upoštevali pri obtežbi  $M_I$ , nam ostane še  $3^\circ$  C, ki jih moramo upoštevati



Sl. 14



Sl. 15



Sl. 16

kot padeč temperature. Razbremenitev prve etaže v vrednosti  $(2g_0 + g_1)$  je problematična le v toliko, kolikor smo že prej predvideli takšno obtežbo na njej. Kolikor bi bila manj obremenjena, jo sedaj tudi v isti vrednosti razbremenimo. Eksperimentalna preiskava v naravi nam bo dala točen odgovor. Jasno pa je, da je začela tretja etaža no-

siti samo sebe tj. obtežena je z neposredno lastno težo  $g_1$ , saj smo izpodmaknili podporo v drugi etaži. Zopet pa moramo zaenkrat le teoretsko predpostaviti, da druga etaža ni v tem trenutku dobila nobene dodatne neposredne obtežbe, temveč vplivajo na notranje obtežbe v njej le deformacije vsega okvirja, predvsem zasuki vozlišč njene etaže in njen premik, kar pa bomo v izračunavanjih itak upoštevali. Medtem tudi dobetoniramo stebre 4. etaže, ki vplivajo le na osne sile v spodnjih stebrih.

Nato pa postavimo oder za četrto etažo in betoniramo stropno konstrukcijo. Skupna teža ( $g_1 + g_0$ ) bremeni prav gotovo tretjo etažo in, vzemimo zopet teoretično ekstremno, preko te etaže in njenega odra tudi drugo etažo. Tretja etaža se je med tem tudi intenzivno krčila prvih 10 dni. To upoštevajmo s  $5^\circ$  C padca temperature, medtem ko pri drugi etaži še ne upoštevamo krčenja, ker je premajhna razlika, smo pa itak prvih  $5^\circ$  C že obračunavali pri dvoetažnem okvirju.

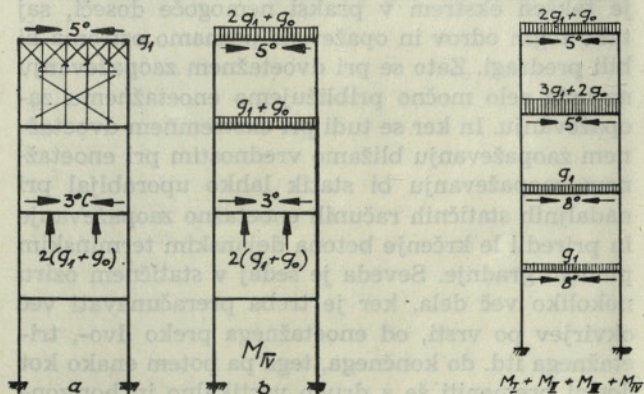
Trietažni okvir je tedaj obremenjen po sliki 15. Tretja etaža je obremenjena z zvezno obtežbo ( $2g_1 + g_0$ ) in s padcem temperature  $5^\circ$  C, druga etaža je obremenjena z zvezno obtežbo ( $g_1 + g_0$ ), prva etaža pa je razbremenjena z zvezno obtežbo ( $g_1 + 2g_0$ ) in s padcem temperature  $3^\circ$  C. Izračunane upogibne momente izrazimo z  $M_{III}$ .

Končno stanje na vsej trietažni stavbi dobimo s seštevkom vseh dosedanjih vrednosti:

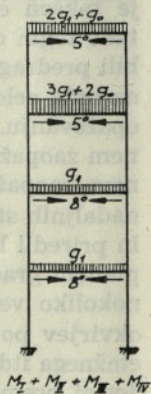
$$M = M_I + M_{II} + M_{III}$$

S tem smo upoštevali obtežbo, ki je podana v sliki 16. Prva etaža je obremenjena z neposredno lastno težo  $g_1$  ter se je skrčila za polovico vrednosti tj. za  $8^\circ$  C, druga etaža je obremenjena z ( $g_1 + 2g_0$ ) in se je skrčila za  $1/3$  tj. za  $5^\circ$  C, tretja etaža pa je obremenjena z ( $2g_1 + g_0$ ) in se je prav tako skrčila za  $1/3$  tj. za  $5^\circ$  C.

Vidimo torej, da je druga etaža obremenjena z ( $3g_1 + 2g_0$ ) torej znatno več kot pa je vrednost  $q$  po vselitvi. Zato nastopi zelo velik upogibni moment v glavi stebrov pod njo, znatno več kot kasneje pri obtežbi  $q$ , vendar sedaj nastopa znatno manjša osna sila, kot pa bo nastopala po vselitvi.



Sl. 17



Sl. 18

Bilo je že poudarjeno, da bo treba problem dvoetažnega odranja še eksperimentalno preveriti, za kar se avtor članka obveže in obljublja, da bo o zaključkih teh eksperimentov pozneje poročal. Kolikor bi prenosa obtežbe preko vmesne etaže ne bilo, imamo zopet opravek z enostavnim enoetažnim odranjem!

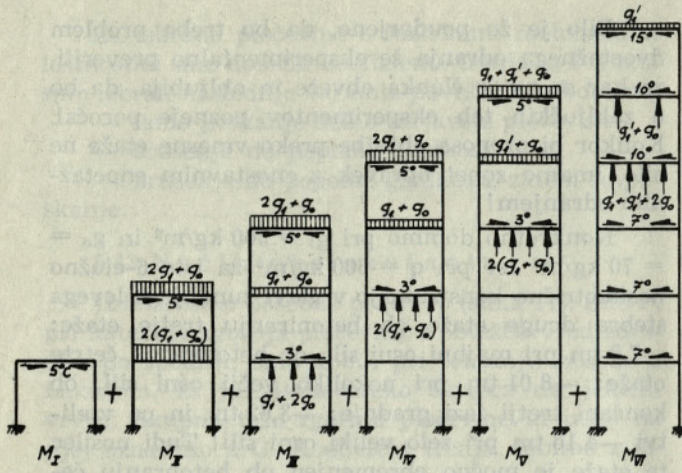
Konkretno dobimo pri  $g_1 = 300 \text{ kg/m}^2$  in  $g_0 = 70 \text{ kg/m}^2$  ter pri  $q = 600 \text{ kg/m}^2$  za isto 6-etažno nesimetrično konstrukcijo v glavi zunanlega levega stebra druge etaže ob betoniranju tretje etaže:  $-7,3 \text{ tm}$  pri majhni osni sili, ob betoniranju četrte etaže:  $-8,01 \text{ tm}$  pri nekoliko večji osni sili, ob končani tretji fazi gradnje:  $-3,62 \text{ tm}$  in po vselitvi  $-4,16 \text{ tm}$  pri zelo veliki osni sili! Tudi nosilec te etaže je močno obremenjen ob betoniranju četrte etaže.

4,5 Ko je četrta etaža že stara ca. 14 dni in tretja etaža ca. 28 dni, odstranimo oder in opaž tretje etaže. S tem razbremenimo drugo etažo za  $2(g_1 + g_0)$ , četrta etaža pa začne nositi samo sebe, torej neposredno lastno težo  $g_1$ . Medtem, se je četrta etaža tudi skrčila za  $1/2$  vrednosti, kar upoštevamo s padcem temperature za  $5^\circ$  C. Novega krčenja tretje etaže še ne upoštevamo, ker je premajhno, pač pa upoštevamo šele sedaj nadaljnje krčenje druge etaže s padcem temperature za  $3^\circ$  C (slika 17 a). Vzemimo zopet teoretično možnost, da tretja etaža ni dobila ob tem nobene nove neposredne obtežbe. Ko nato postavimo oder za peto etažo in jo betoniramo, prav gotovo bremenimo četrto etažo s težo ( $g_1 + g_0$ ), obenem pa tudi tretjo etažo, če vzamemo zopet ekstremno vrednost. Dobimo torej na 4-etažni okvirni konstrukciji obtežbo, ki je podana v sliki 17 b. Ko nato zaradi te osnovne obtežbe izračunamo notranjo obtežbo, dobimo vrednosti  $M_{IV}$ . Ko jih nato prištejemo k prejšnji vsoti dobimo

$$M = M_I + M_{II} + M_{III} + M_{IV}$$

in s tem stanje notranje obtežbe na štirietažni konstrukciji ob betoniranju pete etaže. Slika 18 nam pokaže, kakšno je sedaj stanje te obtežbe. Vidimo, da je sedaj tretja etaža obremenjena z ( $3g_1 + 2g_0$ ), kar je zelo veliko. Zavedajmo se, da je to le ekstremna teoretična postavka, da pa je v resnici obtežba manjša, kajti oder in opaž nad tretjo etažo ni tako tog, da bi se med gradnjo ne posedal. V praksi se torej zopet približujemo enoetažnemu zapozaženju, kar bomo kasneje natančno ugotovili z merjenjem deformacij in napetosti v naravi.

4,6 Tako lahko sedaj po tem principu nadaljujemo od etaže do etaže. Upoštevati je morda treba drugačno neposredno lastno težo  $g_1$  nekaterih stropnih konstrukcij oziroma strehe. Pri končni obliki okvirne konstrukcije, ko razopazimo vse etaže moramo upoštevati še krčenje, ki se tekom naslednjih let še kaže. Ker smo do sedaj upoštevali pri spodnjih etažah šele po  $8^\circ$  C, moramo sedaj upoštevati še preostalih  $7^\circ$  C, pri najvišji etaži pa



Sl. 19

kar vseh 15° C hkrati in pri predzadnjih dveh po 10° C, ker smo tu doslej upoštevali le 5° C.

Že prej podana 6-etažna konstrukcija bi imela torej naslednje obtežne sheme za neposredno lastno težo  $g_1$  in krčenja betona med gradnjo (slika 19):

Za vsako novo okvirno konstrukcijo moramo sproti od etaže do etaže ugotoviti togosti in razdelilne koeficiente, kadar upoštevamo spremembo modula elastičnosti zaradi različne kvalitete in starosti betona. Ako pa se zadovoljimo s konstantnim modulom elastičnosti, potem moramo računati le nove razdelilne koeficiente za vsakokratno zgornjo etažo in za etažo pod njo, pri čemer pa ostanejo togosti iste. Za vsak okvir in njegovo obtežbo izračunamo po vrsti ustrezajoče upogibne momente  $M_i$  ( $i = I, II, III$  itd.) in jih sproti seštevamo. Nato pa na končni okvirni konstrukciji posebej računamo še vse druge obtežbe, kot je to podano v poglavju 5.5. Vedeti moramo, da dobimo pri dvoetažnem zaopaževanju veliko obtežbo v vsakokratni predzadnji etaži in zato tudi velike upogibne momente v isti etaži. Stebri dobe tedaj majhne osne sile, medtem ko bodo po vselitvi osne sile pri obtežbi  $q$  znatno večje, upogibni momenti pa manjši.

Po končnem izračunu na 6-etažni nesimetrični okvirni konstrukciji obteženi z neposredno lastno težo  $g_1$  in zaradi krčenja betona dobimo pri dvoetažnem zaopaževanju manjše razlike upogibnih momentov v primerjavi z dosedanjim načinom obtežne sheme, kot smo jih dobili pri enoetažnem zaopaževanju. Naj bo tu navedena le četrta etaža za obtežbo  $g_1$  brez krčenja in pri konstantnem modulu elastičnosti.

	Levi steber		Srednji steber		Velika	
	zgoraj	spodaj	zgoraj	spodaj	razpeta	desno
stari način	-1,95	-1,89	+1,52	+1,51	+3,68	-4,66
dvoetažno opaževanje	-2,60	+0,33	+1,72	+0,20	+2,34	-4,83
enoetažno opaževanje	-2,80	+0,80	+1,88	-0,07	+2,11	-4,85

Razlika med upogibnimi momenti je zaradi različnega načina zaopaževanja v prvi in drugi etaži nekoliko večja, nato pa se te razlike v višjih etažah manjšajo. Razlike nastale pri obtežbi  $g_1$  ostanejo seveda iste pri kombinacijah z drugimi obtežbami. Tudi krčenje daje spremembo poteka upogibnih momentov, vendar razlika ni tako velika med obema načinoma opaževanja, velika pa je z ozirom na stari način upoštevanja krčenja na vsej konstrukciji istočasno. Kot je videti iz sl. 19, upoštevamo sedaj na vsej konstrukciji le v zgornji etaži 15° C, v naslednjih dveh po 10° C in v vseh drugih spodnjih 7° C, pri enoetažnem zaopaževanju pa po sliki 7 upoštevamo v zgornji etaži 15° C, v vseh drugih pa po 8° C, po starem načinu pa upoštevamo po 15° C v vseh etažah.

## 5. Zaključek

Ker smo dosedaj upoštevali pri vertikalni obtežbi samo poenostavljeno shemo obtežbe  $q$  in krčenje betona na vsej dokončni skeletni konstrukciji, smo dobili nepravilne vrednosti notranjih obtežb. Ker pa je delež neposredne lastne teže  $g_1$ , ki jo vgrajujemo po fazah gradnje, približno polovica celotne obtežbe  $q$ , moramo zato realneje upoštevati ta del obtežbe. Upoštevati moramo postopno gradnjo okvirne konstrukcije, ki se počasi dviga iz etaže v etažo, in ko na vsakokratno že zgrajeno konstrukcijo deluje na novo dobetorinana konstrukcija le kot obtežba, ne pa kot nosilna konstrukcija. Nadalje moramo pravilneje upoštevati krčenje betona, ki se delno opravi med gradnjo samo, prav tako pa lahko sproti upoštevamo tudi spremembo modula elastičnosti. Predvsem moramo vnaprej vedeti, kako hitro se bo gradila konstrukcija v višino, ali pa bo moral statik predpisati, kakšen način opaževanja bo treba uporabiti, namreč eno- ali dvoetažno zaopaževanje. Upoštevati bo treba tudi težo odra in opaža, ki je doslej nismo nikoli posebej vključevali v račun. Kot je v članku omenjeno, bo treba še eksperimentalno v naravi ugotoviti vpliv dvoetažnega zaopaževanja, kajti tu je sedaj upoštevan ekstrem. Avtor je prepričan, da je takšen ekstrem v praksi nemogoče doseči, saj tako togih odrov in opažev ne poznamo oziroma bi bili predragi. Zato se pri dvoetažnem zaopaževanju najbrže zelo močno približujemo enoetažnemu zaopaževanju. In ker se tudi pri ekstremnem dvoetažnem zaopaževanju bližamo vrednostim pri enoetažnem zaopaževanju bi statik lahko uporabljal pri nadaljnjih statičnih računih enoetažno zaopaževanje in priredil le krčenje betona dejanskim terminskim planom gradnje. Seveda je sedaj v statičnem oziru nekoliko več dela, ker je treba preračunavati več okvirjev po vrsti, od enoetažnega preko dvo-, trietažnega itd. do končnega, tega pa potem enako kot doslej bremeniti še z drugo vertikalno in horizontalno obtežbo.



Nove metode (zlasti Kani) oziroma elektronski računski stroji omogočajo dokaj hitro izračunavanje. Vendar se to delo izplača. Na večetažni skelletni konstrukciji bomo zato dobili točnejše vrednosti notranjih obtežb in zato dimenzionirali varneje. Ne trdim, da bomo zato ekonomičnejši, da bomo morda veliko prihranili na armaturi. Predvsem bomo porazdelili armaturo pravilneje, kajti po dosedanem načinu imamo ponekod preveč, drugje pa premalo armature.

Ob eksperimentalnih preiskavah v naravi pa bomo lahko opazovali med samo gradnjo prereze, ki so močno obremenjeni ob betoniranju zgornje

etaže, kasneje pa se notranja obtežba bistveno spremeni, ko stavbo dogradimo.

Kot je bilo že omenjeno v članku, je določevanje potresnih sil problematično, zato so tudi vrednosti notranjih obtežb po konstrukciji problematične. Ako pa imamo tudi zaradi vertikalnih obtežb, ki jim preenostavno določamo obtežne sheme, napačno izračunane vrednosti notranjih sil, imamo tako na mnogih mestih v konstrukciji dvakrat napačne rezultate. Odstranimo zato vsaj eno teh napak s pravilno zasnovo vertikalne obtežne sheme.

#### S. CERAR

### THE INFLUENCE OF THE IMMEDIATE OWN WEIGHT OF A CEILING STRUCTURE, OF THE CONTRACTION OF THE CONCRETE, AND THE CONCRETE QUALITY ON THE DISTRIBUTION OF THE LOAD ACTING FROM THE INSIDE DURING THE BUILDING OF A MULTI-STORIED REINFORCED CONCRETE FRAME STRUCTURE

#### Synopsis

Multi-storied frame structures are statically examined by loading the whole structure simultaneously with the total vertical load. One half of the total load, however, consists of the immediate own weight ( $g_1$ ), which burdens the frame structure during the successive construction of one story after another. During concreting a new story, the story immediately under the new one is burdened with the weight  $g_1$  of the new story and with the weight of its casing and the scaffold  $g_0$ ; the lower story as the supporting story is, therefore, burdened with the double own weight and with the weight of the scaffold ( $2g_1 + g_0$ ). This load influences all the lower stories which have already been built; it cannot, however, influence either the story that has just been concreted or the future upper stories which have not been built yet. At the same time we must take into consideration the contraction of the concrete during setting which is considerable just during the first weeks after concreting.

After uncasing the new story begins carrying itself (and during the next building stage it will become a supporting story) the lower story on the other side gets unburdened of the casing weight and of the own weight of the upper story.

The static calculation must, therefore, be made for a one-storied, and later for a two-storied, three-storied etc. structure, until we get the final frame

form (Picture 7 and 19). The difference between the load schemes of both the procedures is brought about due to the scaffold of a single story, or due to the simultaneous scaffold of two stories. With both examples the contraction of the concrete during the construction itself is taken into consideration. The change of the modulus of elasticity due to the different age and concrete quality may also be considered.

The author, therefore, proposes a new loading scheme for the loading of that part of the structure, which is built successively from one story to another during the construction itself. In this way the actual load of the structure is more accurately taken into consideration, while it gradually rises from one story to another and while the new-built story effects the preceding lower already built structure only as a load and not as a supporting structure.

More accurate results for the values of the bending moments will be obtained; these values, combined with the future vertical load built in later and with the horizontal load, will make a save dimensioning feasible. First of all, the reinforcing steel should be more correctly disposed within the structure, because, according to the calculations having been used up to the present, there has been set too much reinforcing steel in some parts of the structure and too little in others.

## iz glasil naših kolektivov

### 20 let — GP »Tehnika« v Ljubljani

Gradbeno podjetje »TEHNIKA« je v dvajsetletnem obdobju zgradilo mnogo poslovnih objektov, industrijskih in javnih zgradb, šol, fakultet, inštitutov, hotelov, stanovanj in drugih za družbeni in ekonomski razvoj prepotrebnih objektov. Zgrajeni objekti dokazujejo visoko strokovnost in solidnost podjetja.

Delovni kolektiv, ki je leta 1947 razpolagal le z najskromnejšimi delovnimi pripomočki, je s prizadevnostjo, voljo in vztrajnostjo razvijal in uvajal nove delovne postopke in izboljševal tehnično opremljenost, kar je omogočilo, da se je podjetje razvilo v dvajsetih letih v sodobno in kvalitetno delovno organizacijo.

Vlada LRS je iz nekaterih nacionaliziranih gradbenih podjetij ustanovila dne 11. aprila 1947 novo gradbeno podjetje z nazivom »Splošno stavbno podjetje«. Mnogo truda je bilo treba vložiti za utrdev mladega podjetja, ker mu je primanjkovala najosnovnejša mehanizacija in ni bilo na razpolago potrebnega strokovnega kadra.

S požrtvovalnostjo kolektiva je bila mogoča vsestranska razširitev dejavnosti podjetja, kar je potem zahtevala tudi spremembo naslova. Stara firma in poslovni predmet v novih pogojih poslovanja nista več ustrezala, zato je bilo podjetje preimenovano v Gradbeno podjetje »TEHNIKA«, ki ga od leta 1951 dalje vodi in upravlja delavski svet z upravnim odborom.

Od ustanovitve do leta 1952 je podjetje izvrševalo v glavnem le visoke gradnje, največ na področju mesta Ljubljane in bližnje okolice. V letu 1953 pa je podjetje razširilo svojo dejavnost še na nizke gradnje. Hkrati z ustanovitvijo podjetja v letu 1947 in še naslednje leto so za potrebe glavne dejavnosti podjetja poslovali nekateri stranski obrati, in sicer: mehanična delavnica in elektro obrat na Celovski cesti, ključavničarstvo na Rimski cesti, avtopark in strojnoinventarni park v Žibertovi ulici, kjer je bilo tudi centralno skladišče, in mizarstvo v Aleševčevi ulici. Potrebam podjetja s povečano dejavnostjo obstoječe delavnice niso več zadoščale. Zaradi raztresenosti obratov je bilo oteženo pravilno in smotrno poslovanje, zaradi zastarelosti njihove opreme in utesjenosti prostorov pa ni bilo mogoče razširiti njihovih zmogljivosti. Podjetje si je zato leta 1953 zgradilo za svoje stranke nove moderne prostore v Kajuhovi ulici v Mostah. Zaradi potrebe, ki se je pokazala v operativi po kvalitetnih in pravočasno dobavljenih cementinarskih izdelkih, je bila v letu 1956 v okviru pomožnih obratov ustanovljena betonarna.

Zaradi razširitve podjetja je bila povečana in modernizirana obstoječa gramoznica v Fužinah, ki

z mehanizirano proizvodnjo zadovoljuje vse potrebe podjetja po peščenih agregatih.

To je le kratek pregled razvoja podjetja od ustanovitve do leta 1964, ko je podjetje spremenilo svojo klasično organizacijo in prešlo od dela po sistemu gradbišč in sektorjev na delo s pomočjo specializiranih gradbenih obratov.

Formirani so bili strojni obrat z avtoparkom in štirje osnovni gradbeni obrati:

- obrat za zemeljska in betonska dela,
- opažarski obrat,
- zidarski obrat,
- železokrivski obrat.

Od teh so obrat za zemeljska in betonska dela, opažarski in železokrivski obrat dobili ustrezne nove produkcijske prostore, kjer je možen industrijski način proizvodnje.

Koordinacija dela obratov in direktivno vodstvo objektov je poverjeno sektorskim šefom s potrebnim tehničnim kadrom.

Trenutno obstoje štirje grupni sektorji in samostojno gradbišče v Mariboru, Zagrebu, Dubrovniku in na Bledu ter gradbišča v inozemstvu, in sicer v ZR Nemčiji, DR Nemčiji in Belgiji, ki poslujejo po klasičnem sistemu sektorjev.

Gradbeni obrati zaposlujejo 1600 delavcev, strojni obrati 260, direkcija s projektivnim birojem 120. Skupno število zaposlenih je 1980 ljudi. Projektivni biro je samostojna ekonomska enota, ki projektira v glavnem za potrebe podjetja, v okviru prostih kapacitet pa tudi za zunanje naročnike. Med drugim je Projektivni biro nastopil s svojim delom na inozemskem tržišču: Alžirija, Češkoslovaška, Maroko, Belgija, Libija, DR Nemčija.

Podjetje je registrirano za »projektiranje in gradnjo vseh vrst inženirskih zgradb«. Tej registraciji ustreza raznovrstnost gradenj, ki jih je podjetje prevzemalo v delo. V času 20 let svojega obstoja je podjetje zgradilo:

- 159 stanovanjskih zgradb (od enonadstropnih vrstnih hiš do 13-nadstropnih stolpnic),
- 99 industrijskih zgradb,
- 143 upravnih, poslovnih in javnih zgradb,
- 15 objektov nizkih zgradb,
- 11 hidrogradbenih objektov.

Vrednost vseh novozgrajenih objektov od obstoja podjetja do danes znaša, ne upoštevajoč revalorizacijo na današnjo vrednost, 518,028.000 N din.

Podjetje iz leta v leto modernizira način gradnje z uvajanjem novosti, ki se pojavijo in uveljavijo v gradbeni stroki. Poleg tega ima tudi posebno študijsko skupino, ki sodeluje pri projektiranju in gradnji objektov.

V jubilejnem letu bo zaključena ureditev strojnih obratov.

Posebno skrb posveča podjetje mehanizaciji, ki jo smotrno povečuje in izboljšuje. V opremljenosti z mehanizacijo je doseglo bistven napredek, saj je podjetje v letu 1947 razpolagalo le s 4 betonskimi mešalci in 3 stavbnimi dvigali.

Poleg gradbene mehanizacije razpolaga podjetje z vrsto najmodernejših vodnih črpalk za hitre intervencije. Pri delih uporablja izključno jeklene podpore in jeklene fasadne odre. Dalje uporablja hidravlične prekladalne silose za beton ter mehanične lopate, kar je oboje proizvod strojnih delavnic v podjetju. Te naprave podjetje zelo uspešno uveljavlja tudi na tržišču. Seveda pa s tem spisek mehanizacije in opreme ni izčrpan, saj znaša vrednost osnovnih sredstev nad 21 milijonov N din.

Ob ustanovitvi je štel kolektiv 536 ljudi. Že v naslednjih letih, ko se je podjetje začelo naglo razvijati, je z drugimi zmogljivostmi rastla tudi zmogljivost delovne sile. Tako je podjetje v letu 1954 zaposlovalo poprečno že 1800 oseb, v sezonskih mesecih pa do 2400. V obsegu takih zmogljivosti je bila posvečena posebna skrb manjkajočemu strokovnemu kadru, zato je podjetje pristopilo k izučevanju vajencev. V dvajsetih letih se je pri podjetju izučilo: 705 zidarjev, 28 tesarjev, 73 ključavničarjev, 38 avtomehanicov, 13 teracerjev in 36 učencev drugih strok — skupno 893 mladih ljudi. Zaradi nihanja tržnih pogojev v zadnjih dveh letih zaposluje podjetje letos nekoliko manj učencev.

Podjetje organizira vsako leto v zimskem času, ko je gradnja omejena, tečaje za pridobivanje kvalifikacij in izpopolnjevanje kadrov po posameznih strokah in poklicih.

Poleg usposabljanja strokovnih kadrov po redni učni poti je podjetje omogočalo izpopolnjevanje znanja delavcem tudi s priučevanjem na delovnem mestu. Sprememba v tehnološkem postopku gradnje in prehod na delo s specializiranimi obrati sta zahtevala delovno silo z ožjim znanjem po posameznih strokah. Zato je podjetje v lastnem izobraževalnem centru in na tečajih izven podjetja nudilo možnost take izobrazbe 364 delavcem, in sicer za specializirana opažarska dela, ometavanje, zidanje z opeko in upravljanje z lahko in težko mehanizacijo.

Obseg opravljenih del kažejo naslednje številke:

poslovne in upravne zgradbe . . . . .	89.997 m <sup>2</sup>
inštituti in visoke šole . . . . .	59.986 m <sup>2</sup>
šole . . . . .	57.552 m <sup>2</sup>
hoteli . . . . .	21.298 m <sup>2</sup>
bolnišnice . . . . .	19.714 m <sup>2</sup>
javne zgradbe . . . . .	33.817 m <sup>2</sup>
industrijske zgradbe . . . . .	113.698 m <sup>2</sup>

športni objekti . . . . .	9.150 m <sup>2</sup>
spomenika . . . . .	2
javne garaže . . . . .	17.070 m <sup>2</sup>
druge zgradbe . . . . .	21.979 m <sup>2</sup>
ceste . . . . .	12.768 m
mostovi . . . . .	69 m
kolektorji in kanali . . . . .	4.307 m
vodovod . . . . .	1.030 m

Nekateri najpomembnejši objekti, zgrajeni v 20 letih:

— stanovanjske zgradbe:

stanovanjska naselja v Šentvidu in Pržanju; stanovanjski bloki na Karlovski, Celovski in Prešernovi cesti, v Ilirski, Kotnikovi, Ptujski, Kersnikovi, Vošnjakovi, Triglavski ulici; stolpnice v Pražakovi, Roški, Puharjevi in Društveni ulici, na Vidovdanski in Titovi cesti;

— industrijske zgradbe:

»Belinka«, tovarna elektro-kemijskih izdelkov; Kartonažna tovarna; »TIKI«, tovarna električnih aparatov; »VEGA«, tovarna optičnih in steklopiščastih izdelkov; »Avtomontaža«, tovarna karoserij; »TOPS«, tovarna pisalnih strojev; »Ljudska pravica«, tiskarna; »Labinka« v Labinu, tovarna opreme za trgovino in gostinstvo; »Jadran« Zagreb, tovarna kovinske opreme; »Kontakt« Zagreb, tovarna električnih gospodinjskih aparatov;

— poslovne zgradbe:

GP »Tehnika«, Lesnina, Impex, Centromerkur, Petrol, Kompas, Tekstil, Alko, Agroprogres, Slovenija vino itd.;

— javne zgradbe:

Skupščina SRS, Pošta Ljubljana 2, Sekretariat Izvršnega sveta, PTT, Telekomunikacije, Visoka šola za družbene vede, šole na Poljanah, v Čufarjevi, Gregorčičevi, Gerbičevi in Šubičevi ulici, Matematična fakulteta, Umetnostna akademija, Fakulteta za elektroniko, Vodogradbeni laboratorij, Tekstilni inštitut, Kemijski inštitut, Turboinštitut, Inštitut za elektrotehniško gospodarstvo;

hoteli Lev, Slon;

Poliklinika, Dermatološka klinika, Stomatološka klinika;

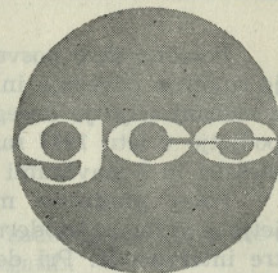
Športna hala Tivoli;

2-etažne podzemne garaže na Trgu revolucije;

— nizke gradnje:

avtocesta pri Višnji gori, pri Novem mestu, pri Rudniku, most čez Savo v Soteski, kolektor na Celovski cesti.

Ob dvajsetletnici je GP »TEHNIKA« izdalo vzorno opremljeno jubilejno publikacijo, ki jo je uredil organizacijski odbor za proslavo in sta jo opremila dipl. ing. arh. Anton Pibernik in dipl. ing. arh. Vladislav Sedej. Iz te publikacije so povzeti tudi vsi gornji podatki.



## O pomanjkanju gradbenih materialov

IGOR BLUMENAU, dipl. inž. arh.

Navajeni smo, da smatramo periodično pomanjkanje nekaterih gradbenih materialov kot normalno »nujno zlo«. Pogostoma mislimo, da je to posledica nezadostnih investicij, naše »nerazvitosti«, odtoka čez mejo in drugega, samo ne to, da smo večkrat vsega sami krivi. Vendar pa sploh ne bi bilo potrebno, da je tako. To se pravi, da teoretično pomanjkanja pri nas sploh ni, obstaja samo nekoordiniranost želja in možnosti.

Pri tem so želje predvsem na strani projektantov, ker ti a priori določajo vrste materialov in sicer precej točno za eno leto vnaprej, toda brez realne kontrole o stanju na tržišču z materiali, ki jih »primanjkuje«.

Zato mogoče ne bi bilo slabo, da si ogledamo nekatere čisto teoretične vidike tega problema.

### Vzroki

Razlikujemo dve osnovni grupi vzrokov pomanjkanja gradbenih materialov:

a) sezonska poraba z visokimi konicami potrošnje, v kombinaciji z majhnimi možnostmi formiranja zalog, bodisi zaradi nezadostnih skladiščnih prostorov, bodisi nezadostnega obratnega kapitala;

b) neplansko in nekoordinirano projektiranje, ki povzroča ne samo nepredvidene pojave pomanjkanja, ampak tudi nepredvidene neporabljene zaloge.

Pri tem spada nestalnost projektiranja, ki naj bi bilo bolj zimsko delo, v obe grupi oz. povezuje obe.

Že dolgo skoraj vsi teoretiki planiranja trdijo, da pri nas sploh ne bi bilo pomanjkanja gradbenih materialov tudi tedaj, če bi izpolnili plan povečane graenje, če bi se obstoječe kapacitete absolutno ali vsaj približno optimalno izkoristile.

Drugače rečeno: to pomeni, da bi v primeru, ko oba navedena vzroka pomanjkanja odstranimo, lahko brez pretresov dosegli ravnotežje med proizvodnjo in porabo.

Jasno je, da tako visok cilj in take ekonomske prednosti te teoretične trditve v sedanji fazi pomanjkanja investicijskega kapitala zaslužijo, da jih detajlno analiziramo.

Posebno nas zanima vzrok pod b), ker ne zahteva nobenih investicij za skladiščni prostor, niti za obratne kredite, kot je to pri vzrokih pod a).

Mogoče bi pojasnili problem na dveh primerih. V tabeli I. so prikazani nekateri podatki iz študije GCS: »Priročnik o stropovih«.

Vidi se, da opečni stropovi rabijo malo cementa. Vendar se pri klasični armaturi ne dajo doseči prihranki, razen delno s pomočjo zmanjšanja teže stropne konstrukcije.

Zmanjšanje potrebe po železu je treba torej iskati na drugi strani, predvsem pri mrežnih armaturah, ki rabijo po teži samo okoli 60% železa v primerjavi s klasično armaturo.

Vendar je ostala osnovna tendenca, da ublažimo pomanjkanje cementa ali pa železa s samim projektom konstrukcije. Kakor vidite, ne zahtevamo od projektanta, da se paralelno s konstrukcijskimi problemi ukvarja tudi s primerno ekonomiko (ceno konstrukcije), temveč bi ga radi zainteresirali tudi za splošno ekonomiko (boljšo preskrbo z materiali).

Že takoj bi povedali, da je to samo vprašanje stimulansa, točneje sistema participacije projektanta na prihrankih. Na ta problem pa se moramo vrniti malo pozneje.

TABELA I.

Pregled osnovnih materialov za 1 m<sup>2</sup> stropne konstrukcije za razpon 4,80 m

Sistem stropa	Potrošnja materiala na 1 m <sup>2</sup> stanovanja		
	cementa kg/m <sup>2</sup>	železa kg/m <sup>2</sup>	opeke kom. NF/m <sup>2</sup>
Ravna plošča*	29	7,61	—
»Rapid«	10	4,18	106
»TM«	14	4,23	80
»SAT«	16	4,55	81,5
»Zagorka XIV«	13	4,92	62
»Monta«	17	4,60	70
Rebričasti liti strop	24	5,30	—
Montažni »Avramenko«	24	3,36	—

\* Ravna plošča ni rentabilna pri razponu 4,80, armirana v eni smeri.

Podatek je dan samo kot primerjava.

### Vpliv sistema

Se bolj jasni so podatki, ki jih daje študija GCS: »Komparacija nekaterih sistemov gradnje«.

V tabeli II. so dani nekateri podatki na osnovi zelo preciznih analiz nekaterih naših sistemov v Slo, veniji in kot komparacija mnogo diskutirani sistem DDR.

TABELA II.

Pregled osnovnih materialov za 1 m<sup>2</sup> stanovanjske površine za različne sisteme gradnje

Sistem gradnje	Potrošnja materiala na 1 m <sup>2</sup>		
	cementa kg/m <sup>2</sup>	železa kg/m <sup>2</sup>	opeke kom. NF/m <sup>2</sup>
Tradicionalna opečna stavba P + 4	213,52	34,51	280,42
OTM 420	157,05	34,199	45,89
ZIDOB	211,00	30,890	11,29
JUGOMONT	233,56	27,500	0,70
Liti beton	242,00	27,696	4,279
DDR	202,23	34,456	—

Pokazalo se je, da tako reklamirani DDR sistem v pogledu porabe cementa niti ni dosti boljši od našega tradicionalnega.

Vidi se, da se naše polmontaže približno držijo evropskega poprečja, a da gre liti beton nekaj pod poprečje. Najbrž gre predlog »Gradisa« o razponih čez 6,00 m v litem betonu v smeri rešitve teh problemov. Toda zato ima »Tehnogradov« OTM-420 (ing. Šraml) kot edini analizirani predstavnik industrializacije na osnovi opečnih izdelkov celih 24% prednosti, kar se tiče uporabe cementa. Če pogledamo tendence v tujini, vidimo, da je Francija že davno šla po tej poti s sistemi »Fiorio« in »Costamagna« itd., da je Milano in Torino kupil (za ca. 100 milijonov lir) sistem »Costamagna«, da je Hamburg kupil »Beretza« itd.

Pri nas je »JGC« uspešno dokončal projekt opečnih panojev, a podatki sicer zelo skromne serije v Ljubljani kažejo zelo lepe rezultate.

Mogoče bi bilo treba razmisliti o taki usmeritvi tudi z aspekta pomanjkanja cementa v Sloveniji.

Drugi pokazovalec te analize za železo je tudi zanimiv. Najekonomičnejši je »Jugomont«, ca. eno petino manj kot trije analizirani sistemi (tudi DDR), toda je zelo blizu litemu betonu, kar je razumljivo zaradi teže monolitnih konstrukcij. »Gradisov« ZIDOB je bil tudi zelo ekonomičen v tem pogledu.

Rad bi poudaril predvsem naslednje: podatki, ki jih tukaj ločeno dajemo, niso nobeno vrednotenje, za to so potrebne zelo komplicirane kombinacije, toda so pokazovalci metode, kako se z izbiro sistema, stimulacijo projektanta, planiranjem odstranjevanja težav mora analizirati možnost vpliva na pomanjkanje.

Naslednji primer take analize bi bil grafikon prodaje opečnih izdelkov Ljubljanskih opekarn za 1966.

#### Kaj pravi grafikon opeke v Ljubljani?

Konica je očitvidna in logično izhaja iz našega splošnega sistema sezonske gradnje.

Na srečo je bil v tem letu »fuš« v Sloveniji tako velik, da je skupna letna potrošnja precej ekvilibri-

rana v poprečju, kar kaže linija kapacitete (horizontala). Vendar to ni vselej tako in v večini obratov je navadno hujše. Ekonomsko je zimska »luknja« seveda instrument povečanja cene opeke, toda to je druga bolezen.

GCS misli, da bi opekarnarji morali razmisliti, kaj bi dobili z nivelacijo konic, tem prej, ker so razmere v pogledu koordinacije že dovolj zrele in bi dobra študija kar kmalu prinesla ekonomske rezultate. Misli se na podaljšanje sezone odvzema opečnih izdelkov s pomočjo stimuliranja projektov za zimsko gradnjo.

#### Nekaj teorije

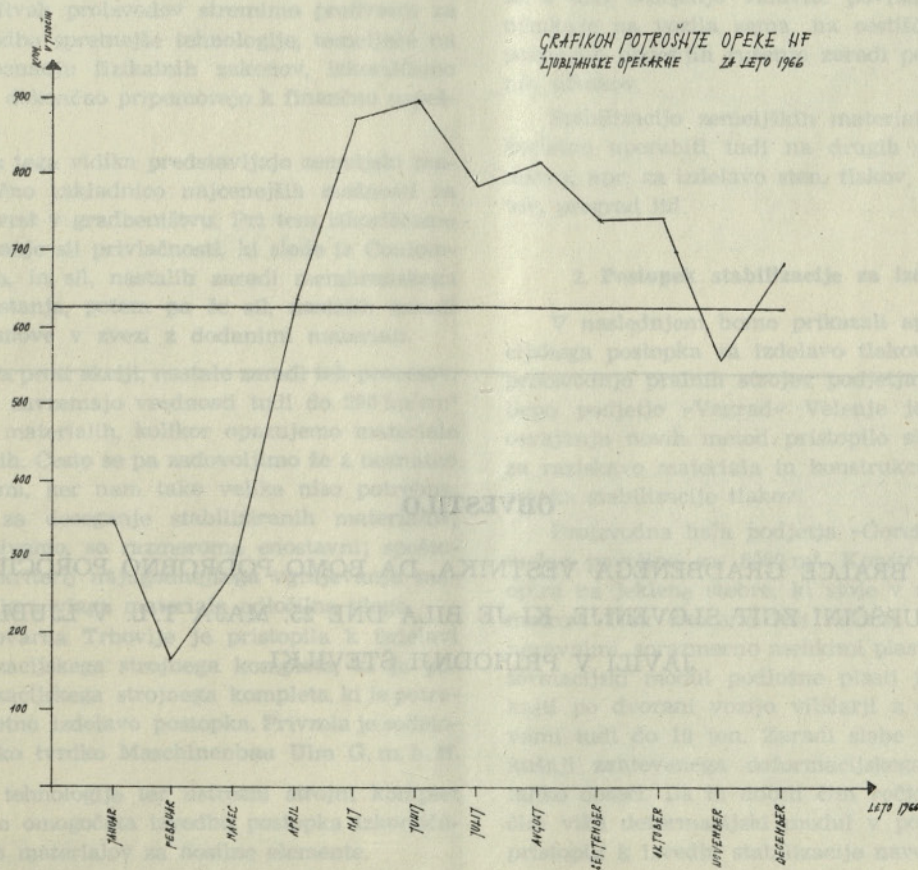
Ti trije primeri so izbrani samo zato, ker smo slučajno v zadnjih mesecih na tem delali in imeli podatke pri roki, rezultati pa so razumljivi tudi laiku. Za strokovnjaka pa ni tajnost, da se skoro brez izjeme pri vseh gradbenih materialih kaže posebna situacija.

Mogoče je še najbolj značilna ugotovitev, da so analize pokazale, da se deficitarnost delovne sile teoretično obnaša popolnoma na enak način, samo da je horizontalna linija poprečja naših kapacitet še mnogo nižja v odnosu na konice in daleč pod linijo poprečja potreb. Pomanjkanje je tam torej akutno tudi v poprečju. Da to pelje direktno v podražitev in padec kvalitete, je znano.

Kratek zaključek bi bil precej enostaven: splača se razmisliti in poskusiti. Tudi delni rezultati so dobrodošli. Če enkrat začnemo, bo šlo tudi naprej.

Sicer pa:

— če bi se nam posrečilo vpeljati nek sistem stimuliranja projektov, da se vključijo v koordinacijski aparat, ki bi reagiral vsaj na najbolj ostre konice pomanjkanja in pomagal doseči vsaj minimalno kontinuiteto dela v obstoječih obratih za izdelavo gradbenega materiala vseh osnovnih kategorij, bi dosegli velike



ekonomske prednosti. Pri tem seveda kontinuiteta produkcije implicira kontinuiteto odvzema.

— Seveda se s samo koordinacijo taki problemi ne morejo reševati, toda GCS deluje v tej smeri in nudi svoje usluge tistim, ki imajo težave.

— Toda zato imamo v skupini b), to se pravi v neplanskem in neusmerjenem projektiranju, celo vrsto odprtih možnosti. Omenim naj samo nekatere vzroke težav s pomanjkanjem:

1. projektiramo v tehnologiji, ki je namenjena sezonski, letni gradnji. Projekti za zimsko ali celo celoletno gradnjo se v Sloveniji praktično ne delajo. Pri tem se seveda misli na integralno racionalizacijo s projekti, ki so specialno izdelani za celotno tehnologijo;

2. nimamo paralelnih projektov za različne materiale. To se pravi, ne obstaja možnost, da se nek dober stanovanjski objekt gradi z različnimi materiali, če to razmere na tržišču zahtevajo. Morate delati ali nov projekt, ali vzeti drugega. Časa navadno ni in analize seveda sploh niso mogoče. Prav pomanjkanje takih paralelnih projektov pa jemlje planerjem in ekonomistom možnost, da presojujejo in usmerjajo. V času, ko se vse bolj uveljavlja princip gradnje za trg, je taka presoja za podjetje zelo dragocena, ker vedo, kakše muke nastanejo ob konicah zaradi pomanjkanja;

3. nimamo pripravljenih projektov večjih stanovanjskih kompleksov, ki bi se a priori naslanjali na baze materiala v radiusu rentabilnega transporta. A da ne govorimo o integralnih projektih, ki bi bazirali na kooperacijskih pogodbah s proizvajalci gradbenih materialov. Ta oblika kooperacije je v inozemstvu zelo razširjena. Stroške stimulansa projektanta nosita obe zainteresirani strani, proizvajalec materiala in proizvajalec stanovanj;

4. nimamo specializiranih podjetij, ki bi se ukvarjala z integralno ekonomiko. Posebno se to občuti pri projektne sektorju, saj se še vedno honorarji za pro-

jekt določujejo na osnovi odstotka od investicijske vsote, a ne na osnovi participacije na prihranku. Saj niti prihranka nismo navajeni definirati, ker ne poznamo in ne uvajamo v projektne podjetjih sisteme etalonskega kriterija.

Tudi v tem sektorju GCS poskuša delovati kot svetovalec, toda povpraševanje po pomoči je minimalno;

5. koordinacija med organizirano projektivno in organizirano industrijo gradbenih materialov sploh skoraj ne deluje v smeri planiranega odstranjevanja pomanjkanja. Da se npr. projektna organizacija angažira, da forsira neke materiale, ki iščejo večje tržišče, se smatra skoraj kot nekaj nedovoljenega. Tak postopek je mogel preiti v nekaj nedopustnega v dobi, ko je investitor plačal vse, kar je projektant predvideval. Danes, ko delamo za trg, je podjetje, ki gradi, sam svoj kalkulacijo in pozna svojo računico.

In druga stran medalje.

Ni treba verjeti, da se vsa krivica lahko zvali na pomanjkanje stimulansa za projektante. Večkrat industrija materiala deluje v smeri formiranja umetnih tržiščnih deficitov. Skačejo pač cene. To pa je nevarna pripoved, boljše je, da je ne začnemo. To tem prej, ker kaže, da v Sloveniji še niso prevzeli te inozemske koncernske navade, vsaj ne v vznemirjajoči meri.

In na koncu, kaj nas boli? V svetu se temu problemu tržišča, pomanjkanju in planiranju plasmaja posveča ogromna pozornost. Vsote, ki so namenjene analizam in predlogom, so za naše pojme kar astronomske. Tehnično-razvojno sodelovanje z institucijami, kot so ZRMK ali GCS, je reden in obvezen pojav. In pri nas? Po besedah smo vsi za teoretični in znanstveni pristop k temu problemu, toda da bi res tudi financirali kako analizo ali ekonomsko študijo, to bi bilo pa kar preveč! Na srečo se tudi ta primitivizem hitro spreminja.

## OBVESTILO

OBVEŠČAMO BRALCE GRADBENEGA VESTNIKA, DA BOMO PODROBNO POROČILO O REDNI LETNI SKUPŠČINI ZGIT SLOVENIJE, KI JE BILA DNE 25. MAJA T. L. V LJUBLJANI, OBJAVILI V PRIHODNJI ŠTEVILKI.

## Stabilizacija zemeljskih materialov z graderjem MBU proizvod STT Trbovlje

### 1. Splošno

Pocenitve gradbenih storitev so možne bodisi z uvedbo novih tehnoloških postopkov z ustrezno mehanizacijo z visoko storilnostjo, bodisi s čim večjo enakomernostjo proizvodnje pri obstoječih tehnoloških postopkih: medtem ko je prvo stališče razumljivo, je drugo stališče potrebno objasniti. Racionalizacija proizvodnje mora predvsem zmanjšati disperzijo v kvaliteti, ker le na ta način dvignemo nivo poprečja, medtem ko ga s prekomernimi odstopanji slabimo. Čim pa dvignemo nivo poprečja, lahko tega potem tudi znižamo do želenega nivoja ter s tem pocenimo proizvodnjo.

Pocenitve gradbenih storitev torej ne smejo iti na račun kvalitete proizvodov.

Pri pocenitvah proizvodov stremimo predvsem za tem, da z uvedbo spretnejše tehnologije, temelječe na temeljitem poznanju fizikalnih zakonov, izkoriščamo zakonitosti, ki dokončno pripomorejo k finančno uspešni proizvodnji.

Gledajoč s tega vidika predstavljajo zemeljski materiali neskončno zakladnico najcenejših možnosti za storitve vseh vrst v gradbeništvu. Pri tem izkoriščamo temeljno poznanje sil privlačnosti, ki slede iz Coulombovega zakona, in sil, nastalih zaradi membranskega napetostnega stanja, potem pa še sil, nastalih zaradi kemične preosnove v zvezi z dodanimi materiali.

Sile odpora proti akciji, nastale zaradi teh procesov, so znatne, saj zavzemajo vrednosti tudi do 200 kp/cm<sup>2</sup> pri določenih materialih, kolikor opazujemo materiale po teh kriterijih. Često se pa zadovoljimo že z neznatno manjšimi silami, ker nam tako velike niso potrebne.

Postopki za doseganje stabiliziranih materialov, kakor jih nazivamo, so razmeroma enostavni; spoštovati moramo kriterij najugodnejšega vgrajevanja materialov, kjer igra vlaga materiala odločilno vlogo.

Strojna tovarna Trbovlje je pristopila k izdelavi takega stabilizacijskega strojnega kompleta, ki je potakega stabilizacijskega strojnega kompleta, ki je potreben za kvalitetno izdelavo postopka. Privzela je sodelovanje z nemško tvrdko Maschinenbau Ulm G. m. b. H.

Poznanje tehnologije ter ustrezní strojni komplet za stabilizacijo omogočata izvedbo postopka izkoriščanja zemeljskih materialov za nosilne elemente.

dajali po kvadratnem metru tlaka 20 kg mešanice elektrofiltrskega pepela z apnom, v zgornjo plast pa ca. 15 kg cementa na kvadratni meter tlaka.

S tako stabilizacijo zemeljskih materialov, kolikor se uporablja v cestogradnji, je npr. mogoče doseči homogenejše ponašanje posameznih plasti cestišča, saj na ta način stvorimo telo, ki je sposobno prenašati kontinuirno večja bremena v globino zemeljskih plasti, pri čemer telo samo ne spreminja niti svoje kvalitete, niti ne dopušča poljubnega premika posameznih delcev (razmešanje). S tem postopkom je na primer možno v cestogradnji dosegati avtomatično enakomerno podlogo, ki ima majhna odstopanja v velikosti deformacijskega modula, kar omogoča enakomerno površino cestišča tudi v daljših časovnih območjih. Onemogoča se s tem tvorjenje valovite površine, ki tako slabo učinkuje na vozila sama, na cestišču pa povzroča v poznejših obdobjih rušenje zaradi povečanja dinamičnih učinkov.

Stabilizacijo zemeljskih materialov pa je mogoče koristno uporabiti tudi na drugih področjih gradbeništva, npr. za izdelavo sten, tlakov, zemeljskih objektov, pregrad itd.

### 2. Postopek stabilizacije za izdelavo tlaka

V naslednjem bomo prikazali aplikacijo stabilizacijskega postopka za izdelavo tlakov v veliki hali za proizvodnjo pralnih strojev podjetja »Gorenje«. Gradbeno podjetje »Vegrad« Velenje je spričo želje po osvajanju novih metod pristopilo skupno z Zavodom za raziskavo materiala in konstrukcij k aplikaciji postopka stabilizacije tlakov.

Proizvodna hala podjetja »Gorenje« obsega proizvodno površino ca. 8000 m<sup>2</sup>. Konstrukcija dvorane se opira na jeklene stebre, ki stoje v razmaku ca. 8 × 8 metrov. Tlak dvorane leži deloma 80 do 100 cm nad naravnimi, sorazmerno mehkiimi plastmi. Zahtevani deformacijski modul podložne plasti je bil 1000 kp/cm<sup>2</sup>, kajti po dvorani vozijo viličarji z osnimi obremenitvami tudi do 10 ton. Zaradi slabe podloge pri preizkušnji zahtevanega deformacijskega modula ni bilo lahko doseči. Da bi dobili čim večjo enakomernost in čim višji deformacijski modul v podložni plasti, smo pristopili k izvedbi stabilizacije navoženega drobljene-

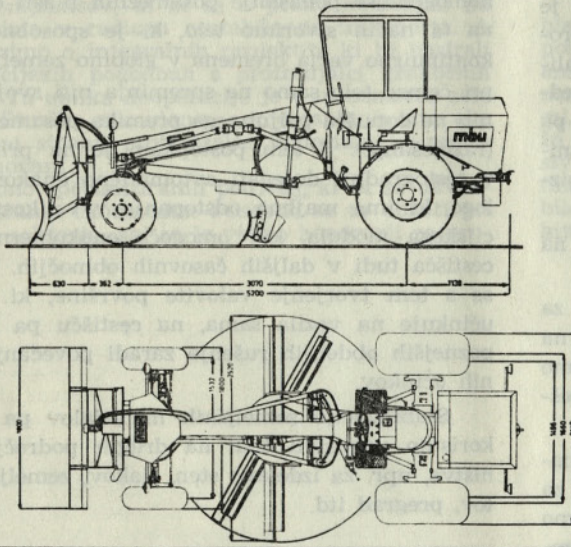
ga dolomitnega materiala iz kamnoloma gradbenega podjetja »Vegrad« v Velenju.

Stabilizacija tega materiala se je izvršila dvoplastno v skupni debelini 20 cm. V spodnji plasti smo do-

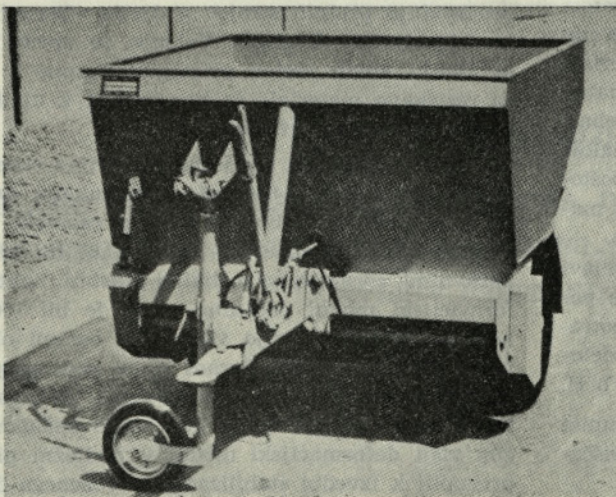
Za izvršitev stabilizacije se je uporabil stabilizacijski komplet, proizvod Strojnih tovarn Trbovlje, ki ga izdeluje omenjena tovarna v kooperaciji z nemško tvrdko Maschinenbau Ulm G. m. b. H. Grader sam nosi naziv MBU-Grader G3.

### 3. Grader MBU proizvod STT Trbovlje

Grader sestoji iz graderskega stroja dolžine 5,20 m' in širine 2,14 m', ki tvori osnovo, na katero se po potrebi priključi homogenizacijski stroj za mešanje zemeljskega materiala z dodatnimi komponentami, sipalni voziček (dozator) za razprostiranje dodatkov k osnovnemu materialu, vibracijski valjar za vibracijsko valjanje plasti, vibracijska plošča za utrjevanje površine, jeklena ščetka za pometanje utrjene stabilizacije pred nanosom naslednjih, npr. asfaltnih preprog.



Sl. 1 Grader MBU — proizvod STT (merna skica)



Sl. 2 Dozorni voziček za rezivne materiale pri stabilizacijskem postopku z graderjem STT

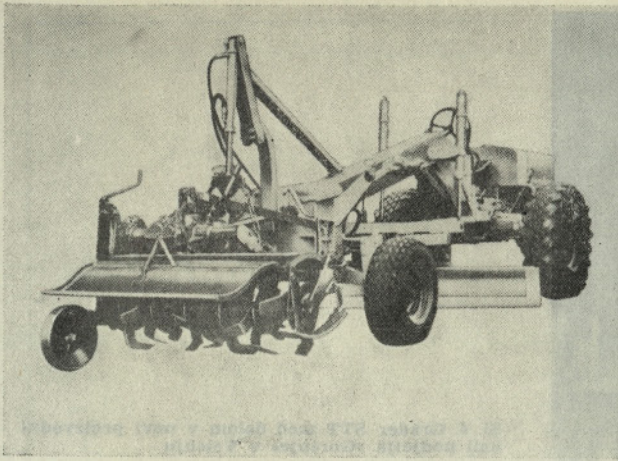
Grader sam je planirni stroj, ki omogoča planiranje na grobo nasutih materialov z višinskim odstopanjem, npr.  $\pm 5$  cm. Za tako planiranje ima stroj lahko vgrajeni 2 planirni ravnali (klini), od katerih je srednje ravnalo gibljivo ter tako prilagodljivo za vse položaje. S tem ravnalom lahko tudi razprostiramo materiale, npr. beton ali asfalt, katerega seveda potem po normalnih postopkih utrjujemo.

Grader ima vgrajene tudi izrivače, ki služijo za izravnavo, npr. neravnosti na cestah. V konstrukciji s prej navedenimi ravnali lahko uspešno uporabimo stroj za vzdrževalna dela na cestah, zlasti še, če uporabimo tudi ravnalne kline za čiščenje jarkov ob cestah, ki se lahko enostavno montirajo na srednjo kline.

Grader ima 4-cilindrski motor Deutz s 40 KS. Zadnja kolesa je mogoče opremiti s posebnimi verigami, ki omogočajo delo stroja ob vsakem terenskem goju.

Priključeni stroji so spojeni s pogonom s členkastimi osmi, katerih prikllop in razklop je zelo enostaven.





Sl. 3 Grader STT z mešalno homogenizacijsko napravo

Tako je mogoče v 5 minutah demontirati stari priključek in montirati novega.

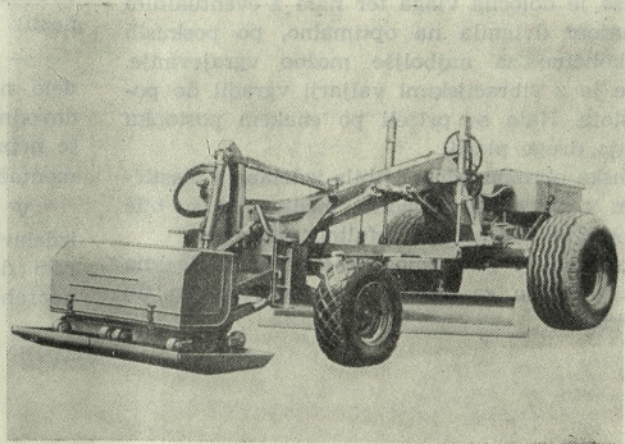
Kot omenjeno, spada med priključke homogenizacijski stroj, ki ima delovno širino 1300 mm, delovno globino pa 200 mm. Stroj omogoča s posebno oblikovanimi klinami premešanje zemeljskih materialov, ki so oplemeniteni z vezivi oziroma primerno ovlaženi že po predhodnih postopkih.

Vibracijske planirne plošče, ki se montirajo na spodnji del graderja, imajo možnost, da se montirajo kot dvoploščni ali triploščni sistem. Pri prvi izvedbi dobimo širino 1630 mm, vibracijsko ploskev  $0,7 \text{ m}^2$  ter pritisk goščenja do 5,5 t, pri trojni plošči pa dobimo vibracijsko ploskev  $1,05 \text{ m}^2$  pri istem pritisku goščenja.

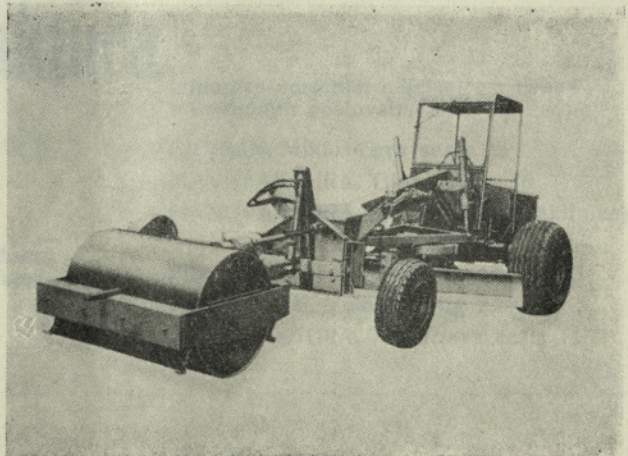
S ploščo je možno planparalelno zgladiti in utrditi površino.

Vibracijski valjar ima delovno širino 1200 mm, premer 800 mm in težo 1 t. Pritisk goščenja 15 t.

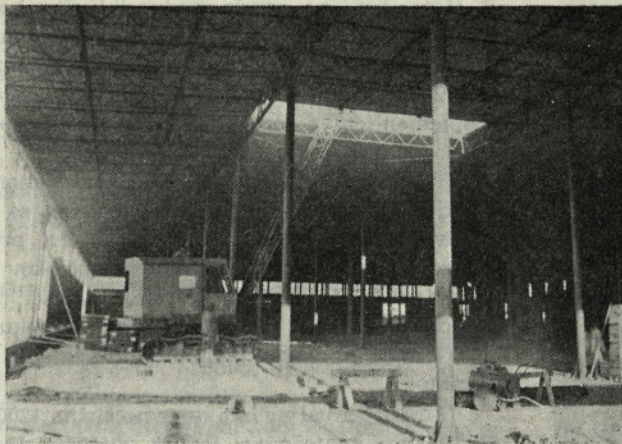
Čistilna metla ima delovno širino 2160 mm in premer 600 mm. Siplalni voziček (dozator) ima delovno širino 40 cm, koristno vsebino  $0,8 \text{ m}^3$ . Voziček ima vgrajeno dozirno os, ki omogoča enakomerno dozacijo materiala na kvadratni meter ploskve, ki pa se da količinsko regulirati na določeno količino.



Sl. 4 Grader STT z vibracijsko ploščo



Sl. 5 Grader STT z vibracijskim valjem



Sl. 6. Grader STT med delom v novi proizvodni hali podjetja »Gorenje« v Velenju

#### 4. Delovni postopek stabilizacije tlaka

Sam delovni postopek stabilizacije tlaka je naslednji:

Potem, ko so navozili material nasutja in ga primerno utrdili, so pričeli z razprostiranjem stabilizacijske plasti. Delo se je opravljalo z graderjem, ki je razprostrl material na ca. 20 % večjo višino od predvidene. Na tako pripravljeno osnovo se je razprostrl elektrofiltrski pepel z apnom v količini do 20 kg/m<sup>2</sup>. Materialu se je določila vlaga ter nato z eventualnim pobrizgavanjem dvignila na optimalno, po poskusih potrebno količino za najboljše možno vgrajevanje. Material se je z vibracijskimi valjarji vgradil do potrebne gostote. Nato so pričeli po enakem postopku z vgraditvijo druge plasti.

Površinska obrabna plast je bila izdelana s plastičnim tlakom v notranjih prostorih, medtem ko so bile zunanje površine obdelane z asfaltno preprogo.

S postopkom je bilo omogočeno obdelati dnevno v zaprtem prostoru ca. 4000 m<sup>2</sup>, na odprtem pa do 8000 m<sup>2</sup> površine.

#### 5. Kritične pripombe

Postopek stabilizacije tal v dvoranskih zgradbah je opravičen iz več razlogov, čeprav stebrovje in fundamenti ovirajo delo:

- dozacija veznih materialov je nizka;
- uporablja se lahko poljubnen material, ki pa mora biti tehnološko preiskan in recepture določene;
- uporaba graderja MBU je priporočljiva zaradi izredne okretnosti graderja in njegove velike storilnosti;
- stabilizacija tal, opravljena spočetka kot uvodno delo na gradbiščih bodisi dvoranske ploskve bodisi dovodnih poti, omogoča delo ob vsakem vremenu, kar je neprecenljive vrednosti za napredno delo. Dela na montaži objektov potekajo hitreje ob manjših naporih.

V konkretnem primeru smo dosegli kvalitetnejšo izdelavo tlakov ob hitrejšem tempu dela, manjši uporabi delovnih ur, manjšem številu ljudi in manjši uporabi materialov.

Inž. M. F.

# projekt - nizke gradnje

Ljubljana, parmova 3, telefon 312 029

izdeluje projekte za vse vrste nizkih gradenj: ceste, mestne ulice, mostove, viadukle, predore, aerodrome, regulacije, melioracije, vodovode, kanalizacije, jezove, pregrade, črpalnice, čistilne naprave, industrijske in druge visoke zgradbe

opravlja geodetske izmere in ekspropiracijske elaborate

Trgovsko podjetje

## manufaktura

Uprava: Ljubljana, Trubarjeva cesta 27/1  
telefon 311 638

Naš cilj je zadovoljiti odjemalce z dobro kvaliteto, najnovejšimi vzorci in niskimi cenami

priporoča cenjenim odjemalcem nakup v naslednjih poslovalnicah

CICIBAN, Miklošičeva cesta 22

MANUFAKTURA, Titova cesta 18

MANUFAKTURA, (hiša mestne hranilnice)  
Čopova ulica 3

PRI VODNJAKU, Ciril Metodov trg 21

PRI JOŽETU, Vodnikov trg 2

MANUFAKTURA, Trubarjeva cesta 11

# K R E D A

SRPENICA **kreda** SRPENICA **kreda** SRPENICA

proizvaja

## **dodatke za beton**

ALFA CEMENTOL — *pospeševalec*

pospešuje vezanje, daje hiter razvoj trdnosti, preprečuje zmrzovanje

BETA CEMENTOL — *pospeševalec in gostilec*

ima lastnosti pospeševalca in daje vodotesen beton

GAMA CEMENTOL — *gostilec*

daje gost, vodotesen beton, preprečuje zmrzovanje

DELTA CEMENTOL — *plastifikator*

omogoča lažje in ekonomičnejše vgrajevanje ter daje kvalitetnejši beton, znižuje vodocementni faktor, povišuje plastičnost betona, povečuje trdnost betona in preprečuje segregacijo betona

ETA CEMENTOL — *aerant in plastifikator*

vnaša mikro-zračne mehurčke v beton, daje beton, odporen proti zmrzovanju in odjugi ter solem za posipanje cest, znižuje vodocementni faktor, povišuje plastičnost betona in preprečuje segregacijo betona

Vsi dodatki so uporabni v letnem in zimskem času.

Prospekti in navodila so na razpolago v podjetju.

Ateste za vse dodatke je izdelal *Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij, Ljubljana*.

Proizvaja še:

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| — temeljne barve                        | — firnež                         |
| — oljnate barve — v niansah             | — razredčila                     |
| — oljnate kite za lopatico in brizganje | — kalijevo mazavo milo           |
| — oljnati minij                         | — steklarski kit                 |
| — oljnate lake                          | — minij kit                      |
| — ALP — notranji emajl                  | — mangan kit                     |
| — POLAR — zunanji emajl                 | — izoplastik — trak za izolacijo |
| — univerzalni sintetični emajl          | — mleto sivo gorsko kredo.       |