

GRADBENI VESTNIK

LJUBLJANA, JUNIJ - JULIJ 1972
LETNIK 21, ŠT. 6-7, STR. 121 — 148

6-7



SGP KONSTRUKTOR MARIBOR:
Stanovanjska sošeska S-21 ob Ljubljanski cesti v Mariboru, kjer je v gradnji 1000 stanovanj

VSEBINA-CONTENTS

Članki, študije, razprave Articles, studies, proceedings

BORUT DOBOVIŠEK: Rotacijske lupine in njihovi deli	121
Shells of revolution and their sectors	

JOŽE KUŠAR—JOŽE MARINKO:

Utemeljenost zidanja v opeki	131
Building with brick material	

Iz naših kolektivov From our enterprises

BOGDAN MELIHAR:

Junijski sestanki gradbenih podjetij	135
Angažiranost v letu 1972	135
Zakaj ni dovolj cementa	135
Dragocene izkušnje ob licitaciji za nadaljevanje odseka avtoceste	136
Akcijski program stabilizacije v »Gradisu«	137
VII. kongres sindikata gradbincev	137
Novi most v Brežicah	137
SGP Konstruktor je organiziral športno srečanje	137

In memoriam

Ivo Vodopivec, dipl. inž.	137
-----------------------------------	-----

Vesti iz inozemstva From foreign countries

Vibracijska sita za proizvodnjo gradbenih materialov	133
--	-----

Vesti News

Razširjeni sestanek za hidrotehnični beton jugoslovanskega komiteja za visoke pregrade	139
Strokovna vprašanja za XI. mednarodni kongres za visoke pregrade	139

Prikazi in ccene New books

DUŠAN GREGORKA:

Priročnik za izračunavanje toplotnih izgub v zgradbah	140
---	-----

Vesti iz ZGIT News from ACE

Priročnik za armirani beton I. del	141
Strokovni ogledi	141

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

Vpliv kemičnih dodatkov (aditivov) na termične lastnosti betona	145
---	-----

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, Maks Megušar, dipl. inž., Anton Podgoršek, Saša Skulj, dipl. inž., Viktor Turnšek, dipl. inž.

Revija 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 50 din, za študente 20 din, za podjetja, zavode in ustanove 300 din

Rotacijske lupine in njihovi deli

UDK 629.074.7

DR. BORUT DOBOVIŠEK, DIPL. INŽ.

1. UVOD

Rotacijska ploskev nastane, kadar rotira ravninski črtni lik, imenovan profil, okrog rotacijske osi, ki leži v njegovi ravnini. Profilovalne točke opisujejo pri tem kroge, imenovane vzporedniki. Rotacijske lupine imajo rotacijsko središčno ploskev. Po postopku, ki je opisan v pričujočem sestavku, je mogoče računati statično stanje teh lupin le, če je njihov profil poligonalen. Ker lahko poljubni krivulji priredimo poligon, je postopek uporaben tudi za lupine s krivočrtnimi profili.

Od popolnih rotacijskih lupin z zaključenimi vzporedniki se v postopku deloma razlikujejo izseki rotacijskih lupin, ki so omejeni z dvema končnima profiloma in predstavljajo zato njihovi vzporedniki le krogove izseke. Kot med ravninama obeh končnih profilov je središčni kot, ki ga označujemo z 2θ . Pri popolni rotacijski lupini je to polni kot.

Z večanjem rotacijskih radijev, to je z oddaljevanjem rotacijske osi od profila, se manjša ukrivljenost lupine in njenih vzporednikov. V limitnem primeru preidejo izseki rotacijskih lupin v prizmatične lupine, njihovi vzporedniki postanejo ravni in se preimenujejo v tvornice. V članku [1] opisane prizmatične lupine so torej le limitni primer rotacijskih izsekov; obravnavane so bile posebej, ker je bila pri njih mogoča analitična rešitev sistema diferencialnih enačb. Pri rotacijskih lupinah določamo prenosne matrike in obtežbene vektorje iz sistema diferencialnih enačb po numeričnem postopku. V vseh drugih podrobnostih je potek računa pri obeh vrstah lupin isti, zato se v pričujočem sestavku ne moremo izogniti nekaterim ponovitvam.

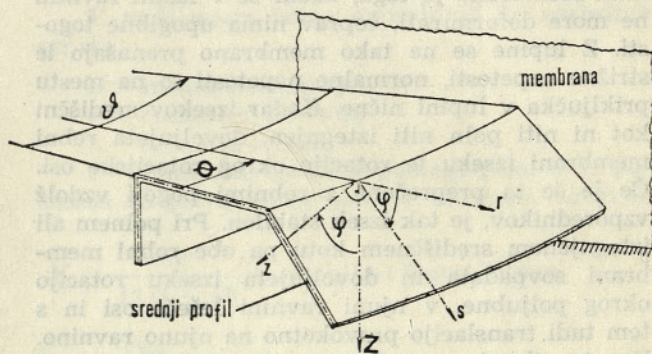
2. KOORDINATNI SISTEMI

Ker dopušča postopek le lupine s poligonalnim profilom, so le-te sestavljene samo iz odsekov stožcev s skupno rotacijsko osjo.

Lega poljubne točke na lupini je podana s koordinatami » θ «, » s « in » z «, ki tvorijo lokalni koordinatni sistem stožčevega odseka.

Pomen koordinat kaže slika 1.

Ordinato » s « merimo po tako imenovanem poldnevniku, to je po presečnici profilne ravnine



Slika 1

s središčno ploskvijo stožca. Poldnevnik oklepa z ravnino vzporednika kot » φ «.

Ordinata » z « sovpada z normalo središčne ploskve. Kot » θ « merimo od srednjega profila, ki je pri rotacijskih lupinah poljubno voljen, pri izsekih pa razpolavlja središčni kot.

3. ROBNII POGOJI

S prikazanim postopkom lahko obravnavamo popolne rotacijske lupine in njihove izseke z naslednjimi robnimi pogoji.

Vzdolž vse dolžine poljubnih vzporednikov je lupina lahko toga ali elastično podprta proti pomiku v smeri vzporednika in proti poljubnemu pomiku v ravnini profila ter toga ali elastično vpeta proti zasuku okrog vzporednika.

Vzdolž poljubnih vzporednikov lahko v lupini nastopajo členki (sprostitve) za poljubne notranje statične količine.

Središčna ploskev poljubnega odseka, omejena z dvema vzporednikoma je lahko elastično podložena (pri prizmatičnih lupinah elastična podlaga ni bila mogoča).

Poljubne točke lupinine središčne ploskve so lahko toga ali elastično podprte proti poljubno usmerjenemu pomiku in proti zasuku okrog vzporednika.

Po dve poljubni točki lupine sta lahko med seboj toga ali elastično povezani z razporo oziroma vezjo.

Profil lupine ima lahko poljubno poligonalno obliko, debelina lupine mora biti vzdolž vzpored-

nikov konstantna, vzdolž profila se lahko linearno ali skokoma spreminja. (Pri prizmatičnih lupinah linearna sprememba debeline ni bila mogoča).

Računski postopek se zelo poenostavi, če je lupina sama (brez točkovnih podpor) stabilna, kar pomeni, da ji je onemogočeno gibanje togega telesa. Tako stabilnost morajo lupini zagotoviti zvezni robni pogoji vzdolž vzporednikov.

Izseki rotacijskih lupin, ki jih lahko računamo po obravnavanem postopku, morajo biti ob obeh končnih profilih priključeni na togo in nepomično robno membrano, ležečo v profilovi ravnini. Membrana je toga, kadar se v lastni ravnini ne more deformirati, čeprav nima upogibne togosti. Z lupine se na tako membrano prenašajo le strižne napetosti, normalne napetosti so na mestu priključka v lupini nične. Kadar izsekov središčni kot ni niti poln niti iztegnjen, dovoljujeta robni membrani izseku le rotacijo okrog rotacijske osi. Če je še ta preprečena z robnimi pogoji vzdolž vzporednikov, je tak izsek stabilen. Pri polnem ali iztegnjenem središčnem kotu pa obe robni membrani sovpadata in dovoljujeta izseku rotacijo okrog poljubne, v njuni ravnini ležeče osi in s tem tudi translacijo pravokotno na njuno ravnino. Vsa ta gibanja morajo preprečevati robni pogoji vzdolž vzporednikov.

Popolne rotacijske lupine z membranami niso podprte. Robni pogoji vzdolž vzporednikov jim morajo omejevati vsako gibanje togega telesa.

Obtežba lupin je lahko poljubna, ploskovna, linijska ali točkovna. Mogoče je upoštevati tudi skoke v deformacijah in z njimi računati vplivne ploskve.

4. OSNOVNE PREDPOSTAVKE

Izhajamo iz običajnih osnovnih predpostavk za lupine:

1. Normalne napetosti pravokotno na središčno ploskev so zanemarljivo majhne.

2. Točke, ki leže na normali središčne ploskve pred deformacijo lupine, leže na normali tudi po deformaciji.

3. Pomiki deformirane lupine so majhni v primerjavi s krivinskimi radiji središčne ploskve lupine, njihovi prvi odvodi pa so majhni v primerjavi z enoto.

Prvi dve predpostavki bi bili točni le za anizotropni elastični material, pri katerem bi bila elastičnostni in strižni modul v smeri normale na središčno ploskev neskončno velika. Tak material ne obstaja, predpostavki pa sta sprejemljivi za tanke lupine, pri katerih lahko zanemarimo strižne deformacije zaradi prečnih sil.

S tretjo predpostavko se omejimo na teorijo prvega reda in majhnih deformacij. V izvajanjih upoštevamo zato le linearne člene pomikov, ravnotežne pogoje pa nastavljamo na nedeformiranem

sistemu. Vse enačbe ostanejo linearne, kar omogoča med drugim tudi neposredno superpozicijo različnih obtežnih primerov.

5. TEORETIČNE OSNOVE

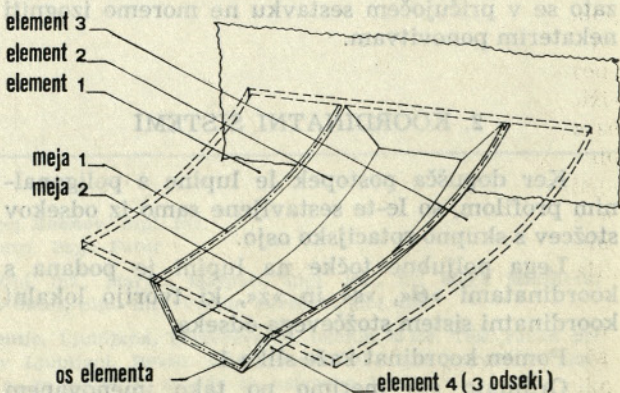
5.1 Splošno

Račun lupininega statičnega stanja je zaključen, kadar poznamo na poljubnem mestu lupine vse deformacije in napetosti. Te so, če upoštevamo osnovne predpostavke, določljive iz statičnega stanja lupinine središčne ploskve, ki ga zato iščemo kot končni rezultat.

Realni konstrukciji priredimo računski model, sestavljen iz pasovnih elementov, ki se stikajo na mejah. Meje med elementi sovpadajo z vzporedniki. Širina posameznega elementa je enaka dolžini pripadajočega vzporednika. Dolžina elementa se meri po elementovi osi od njegove začetne do končne meje. Os elementa je presečnica srednjega profila z elementovo središčno ravnino, lahko je lomljena, ne sme pa biti razvejana. Pasovni elementi so torej sestavljeni z odseki stožčastih lupin.

Stanje vsakega elementa je določeno z robnimi pogoji in njegovo neposredno obtežbo. Določamo ga, kakor tudi elementovo togostno matriko, po redukcijskem postopku. Na mejah med elementi (vzdolž vzporednikov) morajo biti v ravnotežju notranje statične količine vseh priključenih elementov in neposredna zunanja obtežba in ohranjena mora biti kontinuiteta konstrukcije. Deformacije mej med elementi in z njimi robne pogoje elementov določamo po deformacijskem postopku. Slika 2 prikazuje kot primer konstrukcijo mostu v krivini, ki predstavlja izsek rotacijske lupine. Njen računski model sestavljajo štirje pasovni elementi in dve meji.

Po redukcijskem postopku se določa stanje pasovnih elementov s pomočjo prenosnih matrik. Te so enostavno določljive, kadar je vsa obtežba lupine porazdeljena vzdolž vzporednikov le v obliki sinusovih ali cosinusovih valov. Z razvrstitvijo v Fourierjeve vrste lahko prevedemo v tako obli-



Slika 2

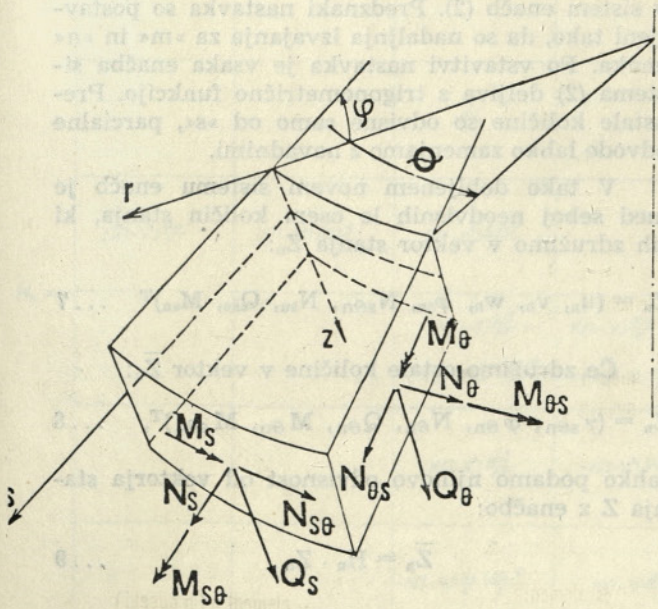
ko poljubno obtežbo; superpozicijo posameznih členov vrste dovoljujejo osnovne predpostavke. Pri razvrstitvi upoštevamo le končno število členov, ki je pri različni obtežbi različno. Najneugodnejše so v tem pogledu točkovne sile, ki se razdelijo pri upoštevanju »n« členov na območje približno »n« tega dela dolžine vzporednika. V realnih konstrukcijah delujejo točkovne sile vedno na nekem končnem območju. Iz razsežnosti le-tega določamo potrebno število vrstinih členov.

Sinusna oziroma cosinusna razporeditev obtežbe povzroči tudi sinusno in cosinusno razporeditev ostalih količin stanja. Zato dosežemo s primernim rešitvenim nastavkom pri sistemu parcialnih diferencialnih enačb, ki povezujejo količine stanja, separacijo spremenljivk. Preostali sistem navadnih diferencialnih enačb rešujemo po numeričnem postopku in tako določamo prenosne matrike. Pri prizmatičnih lupinah smo prenosne matrike določevali analitično.

Dolžina posameznega elementa je v računskem modelu iz numeričnih razlogov omejena in naj ne presega znatno dolžine najkrajšega vala obtežbene razvrstitve. Drug kriterij za elementovo dolžino postavlja redukcijski postopek, element mora biti tako kratek, da vplivata stanja njegovih meja eno na drugo.

5.2 Sistem parcialnih diferencialnih enačb

Pomike točke lupinine središčne ploskve v vzporedniški, poldnevniški in normalni smeri označimo z »u«, »v« in »w«. Zasuk poldnevnik okrog vzporednika označimo s φ_s , zasuk vzporednikove tangente okrog poldnevnikove pa s φ_θ . Strižno deformacijo lupine označimo z $\gamma_{s\theta}$. Vse deformacije so pozitivne, kadar kažejo njihovi vektorji v pozitivno smer lokalnih koordinatnih osi.



Slika 3

Slika 3 prikazuje na delcu stožčaste lupine vse notranje statične količine in njihovo usmerjenost.

Stanje lupine je podano s šestimi silami, štiriimi momenti, tremi pomiki, dvema zasukoma in eno strižno deformacijo, s skupaj 16 količinami.

Da bomo ob robovih vzdolž vzporednikov lahko zadostili Kirchhoffovim robnim pogojem, uvedemo namesto prečne sile Q_s reducirno prečno silo \bar{Q}_s :

$$\bar{Q}_s = Q_s + \frac{1}{r} \frac{\partial M_{s\theta}}{\partial \theta} \quad \dots 1$$

V nadaljnjem bomo uporabljali še naslednje oznake:

- E = modul elastičnosti,
- ν = Poissonov količnik,
- h = debelina lupine,
- c = konstanta elastične podlage (sila, ki je potrebna za posed enote ploskve za enoto dolžine),

$$K = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)} = \text{upogibna togost lupine,}$$

$$D = \frac{Eh}{1-\nu^2} = \text{membranska togost lupine.}$$

Parcialne odvode po spremenljivki » θ « bomo označevali z vejico, parcialne in navadne odvode po spremenljivki »s« pa s piko.

Ravnotežni robni pogoji na delcu lupine, geometrijske relacije in osnovne predpostavke privedejo, če izrazimo specifične deformacije z deformacijami središčne ploskve, če uporabimo Hookov zakon in integriramo napetosti po debelini »h«, do naslednjega sistema parcialnih diferencialnih enačb:

$$N'_s r + N_s \cos \varphi + N'_{\theta s} - N_\theta \cos \varphi = 0 \quad 2.1$$

$$N'_\theta + N'_{s\theta} r + N_{s\theta} \cos \varphi - Q_\theta \sin \varphi + N_{\theta s} \cos \varphi = 0 \quad 2.2$$

$$\bar{Q}'_s r - M'_{s\theta} + \bar{Q}_s \cos \varphi + Q'_\theta + N_\theta \sin \varphi - wcr = 0 \quad 2.3$$

$$M'_{s\theta} r + M_{s\theta} \cos \varphi + M'_\theta - M_{\theta s} \cos \varphi - Q_\theta r = 0 \quad 2.4$$

$$M'_{\theta s} + M'_{s\theta} r + M_s \cos \varphi + M_\theta \cos \varphi + \bar{Q}_s r - M'_{s\theta} = 0 \quad 2.5$$

$$-M_{\theta s} \sin \varphi + N_{s\theta} r - N_{\theta s} r = 0 \quad 2.6$$

$$N_s = D \left[v + \frac{\nu}{r} (u' + v \cos \varphi - w \sin \varphi) \right] \quad 2.7$$

$$N_\theta = D \left[\frac{1}{r} (u' + v \cos \varphi - w \sin \varphi) + \nu v' \right] \quad 2.8$$

$$N_{s\theta} = D \left(\frac{1-\nu}{2} \right) \left[u' + \frac{1}{r} (v' - u \cos \varphi) \right] \quad 2.9$$

$$N_{\theta s} = N_{s\theta} \quad 2.10$$

$$M_s = K \left[w'' + \frac{\nu}{r} (w'' + w' \cos \varphi) \right] \quad 2.11$$

$$M_\theta = -K \left[\frac{1}{r} (w'' + w' \cos \varphi) + \nu w'' \right] \quad 2.12$$

$$M_{s\theta} = -K(1-\nu) \left[\frac{1}{r} w'' - \frac{1}{r^2} w' \cos \varphi \right] \quad 2.13$$

$$M_{\theta s} = -M_{s\theta} \quad 2.14$$

$$\varphi_s = w' \quad 2.15$$

$$\varphi_\theta = -\frac{w'}{r} \quad 2.16$$

$$\chi_{s\theta} = \frac{2(1+\nu)}{Eh} N_{s\theta} \quad 2.17$$

Pri tem so relacije med notranjimi statičnimi količinami in deformacijami v enačbah (2.7) do (2.14) zaradi osnovnih predpostavk deloma samo približne, kar je zlasti razvidno iz enačbe (2.10), ki je v nasprotju s pravilno ravnotežno enačbo (2.6). Kot je v tehnični teoriji lupin običajno, upoštevamo v nadaljnjem enačbo (2.10), enačbo (2.6) pa črtamo. S tem predpostavimo, da sta poleg torzijskih momentov tudi strižni sili po velikosti enaki, kot je razvidno iz enačb (2.14) in (2.10). Za določitev količin stanja zadoščajo enačbe (2.1) do (2.17) brez enačbe (2.6). Z neupoštevanjem enačbe (2.6) povzročimo malenkostno napako, njen vpliv na stanje lupine lahko ocenimo iz končnih rezultatov (glej točko 5.6).

5.3 Nastavek rešitve in sistem navadnih diferencialnih enačb

V smislu točke 5.1 volimo za rešitev sistema enačb (2) naslednji nastavek:

$$\begin{aligned} u &= -\sum_m u_m \cos \alpha_m \theta + \sum_n u_n \sin \alpha_n \theta \\ v &= \sum_m v_m \sin \alpha_m \theta + \sum_n v_n \cos \alpha_n \theta \\ w &= \sum_m w_m \sin \alpha_m \theta + \sum_n w_n \cos \alpha_n \theta \\ \varphi_s &= \sum_m \varphi_{sm} \sin \alpha_m \theta + \sum_n \varphi_{sn} \cos \alpha_n \theta \\ N_{s\theta} &= -\sum_m N_{s\theta m} \cos \alpha_m \theta + \sum_n N_{s\theta n} \sin \alpha_n \theta \\ N_s &= \sum_m N_{sm} \sin \alpha_m \theta + \sum_n N_{sn} \cos \alpha_n \theta \\ \bar{Q}_s &= \sum_m \bar{Q}_{sm} \sin \alpha_m \theta + \sum_n \bar{Q}_{sn} \cos \alpha_n \theta \\ M_s &= \sum_m M_{sm} \sin \alpha_m \theta + \sum_n M_{sn} \cos \alpha_n \theta \\ N_\theta &= \sum_m N_{\theta m} \sin \alpha_m \theta + \sum_n N_{\theta n} \cos \alpha_n \theta \\ Q_\theta &= -\sum_m Q_{\theta m} \cos \alpha_m \theta + \sum_n Q_{\theta n} \sin \alpha_n \theta \\ M_\theta &= \sum_m M_{\theta m} \sin \alpha_m \theta + \sum_n M_{\theta n} \cos \alpha_n \theta \\ M_{s\theta} &= -\sum_m M_{s\theta m} \cos \alpha_m \theta + \sum_n M_{s\theta n} \sin \alpha_n \theta \\ \varphi_\theta &= -\sum_m \varphi_{\theta m} \cos \alpha_m \theta + \sum_n \varphi_{\theta n} \sin \alpha_n \theta \\ \chi_{s\theta} &= -\sum_m \chi_{s\theta m} \cos \alpha_m \theta + \sum_n \chi_{s\theta n} \sin \alpha_n \theta \end{aligned} \quad \dots 3$$

Za zaključen stožčasti obroč velja:

$$\begin{aligned} m &= 0, 1, 2, 3, 4, \dots \\ n &= 0, 1, 2, 3, 4, \dots \\ \alpha_m &= m \\ \alpha_n &= n \end{aligned} \quad \dots 4$$

S tem nastavkom je zagotovljeno, da je stanje pri kotu θ enako stanju pri kotu $\theta + 2\pi$.

Za zaključen stožčasti obroč, katerega stanje je večkrat simetrično in je pri kotu θ enako stanju pri kotu $\theta + \frac{2\pi}{j}$, vzamemo nastavek:

$$\begin{aligned} m &= 0, 1, 2, 3, 4, \dots \\ n &= 0, 1, 2, 3, 4, \dots \\ \alpha_m &= m \cdot j \\ \alpha_n &= n \cdot j \end{aligned} \quad \dots 5$$

Za izsek stožčastega obroča, ki se na obeh končnih profilih priključuje na membrano, je nastavek podoben nastavku za prizmatične lupine:

$$\begin{aligned} m &= 0, 2, 4, 6, \dots \\ n &= 1, 3, 5, 7, \dots \\ \alpha_m &= \frac{\pi}{2j} \cdot m \\ \alpha_n &= \frac{\pi}{2j} \cdot n \end{aligned} \quad \dots 6$$

Nastavek (6) avtomatično zadovoljuje vse robne pogoje ob obeh končnih membranah.

Če je pri zaključenem obroču tudi stanje lupine rotacijsko, to je enako pri poljubnem kotu θ , potem upoštevamo od nastavkov (4) in (5) samo ničelni člen ($m = 0$ in $n = 0$). Pri izseku lahko nastopa tak primer samo pri čisti torziji okrog rotacijske osi, v vseh drugih obtežnih primerih je stanje pri različnih kotih θ različno.

Fourierjevi koeficienti v nastavku (3) so odvisni le od spremenljivke »s«. Ker obravnavamo vsak člen Fourierjeve razvrstitve obtežbe ločeno, vstavimo le del nastavka za poljubni »m« ali »n« v sistem enačb (2). Predznaki nastavka so postavljeni tako, da so nadaljnja izvajanja za »m« in »n« enaka. Po vstavitvi nastavka je vsaka enačba sistema (2) deljiva s trigonometrično funkcijo. Preostale količine so odvisne samo od »s«, parcialne odvode lahko zamenjamo z navadnimi.

V tako dobljenem novem sistemu enačb je med seboj neodvisnih le osem količin stanja, ki jih združimo v vektor stanja Z_n :

$$Z_n = (u_n, v_n, w_n, \varphi_{sn}, N_{s\theta n}, N_{sn}, Q_{sn}, M_{sn})^T \quad \dots 7$$

Če združimo ostale količine v vektor \bar{Z}_n :

$$\bar{Z}_n = (\gamma_{s\theta n}, \varphi_{\theta n}, N_{\theta n}, Q_{\theta n}, M_{\theta n}, M_{s\theta n})^T, \quad \dots 8$$

lahko podamo njihovo odvisnost od vektorja stanja Z z enačbo:

$$\bar{Z}_n = H_n \cdot Z_n \quad \dots 9$$

Matrika H_n je podana v tabeli I.

TABELA I

	$\frac{\cos^2 \varphi}{r}$	$\frac{\alpha_n}{r}$		$\frac{2}{D(1-\nu)}$			
	$-\nu \frac{\alpha_n}{r}$	$-\nu \frac{\cos^2 \varphi}{r}$	$\nu \frac{\sin^2 \varphi}{r}$			$\frac{1}{D}$	
				1			
		$\nu \frac{\alpha_n^2}{r^2}$	$-\nu \frac{\cos^2 \varphi}{r}$				$\frac{1}{K}$
$A_n =$	$D(1-\nu^2) \frac{\alpha_n^2}{r^2}$	$D(1-\nu^2) \frac{\alpha_n \cos^2 \varphi}{r}$	$-D(1-\nu^2) \frac{\alpha_n \sin^2 \varphi}{r} - K(1-\nu) \frac{\alpha_n \cos^2 \varphi \sin^2 \varphi}{r} - K(1-\nu) \frac{\alpha_n^2 \sin^2 \varphi}{r}$	$K(1-\nu) \frac{\alpha_n \sin^2 \varphi}{r} + K(1-\nu) \frac{\alpha_n \sin^2 \varphi \cos^2 \varphi}{r}$	$-2 \frac{\cos^2 \varphi}{r}$	$\nu \frac{\alpha_n}{r}$	$\frac{\alpha_n \sin^2 \varphi}{r}$
	$D(1-\nu^2) \frac{\alpha_n \cos^2 \varphi}{r}$	$D(1-\nu^2) \frac{\cos^4 \varphi}{r^2}$	$-D(1-\nu^2) \frac{\sin^2 \varphi \cos^2 \varphi}{r}$		$-\frac{\alpha_n}{r}$	$-(1-\nu) \frac{\cos^2 \varphi}{r}$	
	$-D(1-\nu^2) \frac{\alpha_n \sin^2 \varphi}{r}$	$-D(1-\nu^2) \frac{\sin^2 \varphi \cos^2 \varphi}{r}$	$2K(1-\nu) \frac{\alpha_n^2 \cos^4 \varphi}{r^2} + K(1-\nu) \frac{\alpha_n^2}{r^2} + D(1-\nu^2) \frac{\sin^4 \varphi}{r^2} + c$	$-K(1-\nu)(3+\nu) \frac{\alpha_n^2 \cos^2 \varphi}{r^2}$		$-\nu \frac{\sin^2 \varphi}{r}$	$-\frac{\cos^2 \varphi}{r}$
			$-K(1-\nu)(3+\nu) \frac{\alpha_n^2 \cos^2 \varphi}{r^2}$	$2K(1-\nu) \frac{\alpha_n^2}{r^2} + K(1-\nu) \frac{\cos^2 \varphi}{r^2}$			-1
					$\frac{2(1+\nu)}{Eh}$		
		$\frac{\alpha_n}{r}$					
	$D(1-\nu^2) \frac{\alpha_n}{r}$	$D(1-\nu^2) \frac{\cos^2 \varphi}{r}$	$-D(1-\nu^2) \frac{\sin^2 \varphi}{r}$			ν	
$H_n =$			$-K(1-\nu) \frac{\alpha_n^2}{r^2} - K(1-\nu) \frac{\alpha_n \cos^2 \varphi}{r}$	$K(1-\nu) \frac{\alpha_n \cos^2 \varphi}{r} + K(1-\nu) \frac{\alpha_n}{r}$			$\frac{\alpha_n}{r}$
			$K(1-\nu^2) \frac{\alpha_n^2}{r^2}$	$-K(1-\nu^2) \frac{\cos^2 \varphi}{r}$			$-\nu$
		$-K(1-\nu) \frac{\alpha_n \cos^2 \varphi}{r}$		$K(1-\nu) \frac{\alpha_n}{r}$			

					$\frac{2(1+\nu)}{Eh}$		
		$\frac{\alpha_n}{r}$					
	$D(1-\nu^2) \frac{\alpha_n}{r}$	$D(1-\nu^2) \frac{\cos^2 \varphi}{r}$	$-D(1-\nu^2) \frac{\sin^2 \varphi}{r}$			ν	
$H_n =$			$-K(1-\nu) \frac{\alpha_n^2}{r^2} - K(1-\nu) \frac{\alpha_n \cos^2 \varphi}{r}$	$K(1-\nu) \frac{\alpha_n \cos^2 \varphi}{r} + K(1-\nu) \frac{\alpha_n}{r}$			$\frac{\alpha_n}{r}$
			$K(1-\nu^2) \frac{\alpha_n^2}{r^2}$	$-K(1-\nu^2) \frac{\cos^2 \varphi}{r}$			$-\nu$
		$-K(1-\nu) \frac{\alpha_n \cos^2 \varphi}{r}$		$K(1-\nu) \frac{\alpha_n}{r}$			

Komponente vektorja stanja povezuje med seboj preostali sistem osmih navadnih linearnih diferencialnih enačb z nekonstantnimi koeficienti, ki ga podajamo v matrični obliki:

$$Z'_n = A_n \cdot Z_n + B_n \quad \dots 10$$

Matrika A_n je podana v tabeli I, v vektorju B_n je združen vpliv neposredne zunanje obtežbe lupine na odvod vektorja stanja.

5.4 Numerična rešitev sistema diferencialnih enačb

Sistem enačb (10) rešujemo po numeričnem postopku »Runge-Kutta« [15]. Po tem postopku izračunamo iz začetnih vrednosti pri ordinati »s« vektor stanja na vzporedniku, ki je oddaljen za dolžino koraka »k«.

Če označimo vrednosti pri ordinati »s« z ničlo, vrednosti pri ordinati »s + k/2« z rimsko dvojko in vrednosti pri ordinati »s + k« z rimsko štirico, lahko napišemo rešitev:

$$Z_{n,IV} = P_n \cdot Z_{n,0} + O_n \quad \dots 11$$

kjer je prenosna matrika ($I =$ enotna matrika):

$$P_n = I + \frac{k}{6} \left[A_{n,0} + 4 A_{n,II} + A_{n,IV} + \right. \\ + k (A_{n,II} \cdot A_{n,0} + A_{n,IV} \cdot A_{n,II}) + \\ + \frac{k^2}{2} (A_{n,II}^2 \cdot A_{n,0} + A_{n,IV} \cdot A_{n,II}^2) + \\ \left. + \frac{k^3}{4} A_{n,IV} \cdot A_{n,II} \cdot A_{n,0} \right] \quad \dots 12$$

in obtežbeni vektor:

$$O_n = \frac{k}{6} \left[B_{n,0} + 4 B_{n,II} + B_{n,IV} + \right. \\ + k (A_{n,II} \cdot B_{n,0} + A_{n,IV} \cdot B_{n,II}) + \\ + \frac{k^2}{2} (A_{n,II}^2 \cdot B_{n,0} + A_{n,IV} \cdot A_{n,II} \cdot B_{n,II}) + \\ \left. + \frac{k^3}{4} A_{n,IV} \cdot A_{n,II} \cdot B_{n,0} \right] \quad \dots 13$$

Bistvene važnosti je pravilno voljena dolžina koraka »k«. Metoda Runge-Kutta dovoljuje sicer poljubno spreminjanje le-te od prereza do prereza, vendar jo lahko spreminjamo šele na podlagi ugotovljene napake. Pri sistemih diferencialnih enačb pa je praktično mogoče ugotoviti napako samo s ponovnim integriranjem z manjšim korakom, kar zahteva precej računskega časa. Zato je ugodnejše voliti dolžino koraka po izkušnjah ter šele pri rezultatih ugotavljati pravilnost izbire. Ta postopek je priporočljiv zlasti pri računu podobnih konstruk-

cij, ko smo izbirali že pri prvi preverili in uporabljamo isto pri vseh naslednjih. Pri prvi med podobnimi konstrukcijami lahko določamo optimalno, to je največjo dovoljeno dolžino koraka z večkratnim računanjem, primerjanjem rezultatov in ugotavljanjem konvergence.

Predolg korak povzroči poleg napačnih rezultatov tudi neizpolnjene robne pogoje, tako da je napaka opazna pri končnih rezultatih (glej točko 5.6).

Kadar je dolžina elementovega odseka v računskem modelu večja od dovoljene dolžine koraka, razdelimo odsek na pododseke in te obravnavamo po redukcijskem postopku.

5.5 Račun lupine kot celote

Za vsako delno stanje (za vsak člen Fourierjeve razvrstitve obtežbe) poteka račun celotne lupine po kombinaciji deformacijskega in redukcijskega postopka. Tukaj navajamo samo nekaj posebnosti, ker je sam postopek znan iz literature [2].

Pri redukcijskem postopku je poleg prenosne matrike (12) in obtežbenega vektorja (13) važna še transformacijska matrika lokalnega koordinatnega sistema. Ta je enostavno določljiva, ker je odvisna le od nagiba φ .

Pri deformacijskem postopku moram omeniti posebno, da togostne matrike opisanih pasovnih elementov prvotno niso simetrične. Njihove elemente tvorijo Fourierjevi koeficienti, ti pa izhajajo iz razvrstitve količin stanja ob različno dolgih vzporednikih. V splošnem temelji simetričnost togostnih matrik na enakosti premikalnega dela, ki ga pri lupinah posreduje integral produkta med silo in pomikom vzdolž meje. Dolžina meje, ki je istovetna z dolžino vzporednika je linearno odvisna od mejnega polmera. Med dvema simetrično ležečima elementoma togostne matrike velja zato naslednji odnos

$$a_{ik} \cdot r_i = a_{ki} \cdot r_k \quad \dots 14$$

Relacija (14) predstavlja tudi navodilo za transformacijo togostnih matrik v simetrično obliko. Ker uporabljamo za določevanje deformacij meja iz ravnotežnih pogojev metodo Cholesky, prevedemo v simetrično obliko ne le togostne matrike, temveč ves sistem ravnotežnih enačb deformacijskega postopka.

5.6 Kontrola numeričnega postopka in umestnosti predpostavk

Simetričnost togostne matrike s samim postopkom tudi po transformaciji z relacijo (14) ni avtomatično zagotovljena. Pri uporabi metode Cholesky simetričnost predpostavljamo, ker vemo, da togostna matrika realne konstrukcije mora biti simetrična. Seveda pa privede simetrično reševanje delno nesimetričnega sistema enačb do napak, ki se odražajo tudi v deloma neizpoljenih robnih pogojih. Tako omogoča stopnja izpolnjenosti robnih pogojev vpogled v pravilnost postopka. Če so robni pogoji

izpolnjeni, lahko z veliko gotovostjo trdimo, da je postopek numerično stabilen in da so osnovne predpostavke in z njimi črtanje enačbe (2.6) upravičeni. Neizpolnjeni robni pogoji pa kažejo na nepravilnosti, ki jih lahko povzročita predolg korak pri postopku Runge-Kutta ali prevelika dolžina elementov ali prevelika debeline lupine, za katero osnovne predpostavke niso več upravičene.

5.7 Točkovne podpore in razpore

Med možnimi robnimi pogoji so omenjene tudi točkovne podpore in razpore. Njihove sile izračunamo po silnem postopku in jih nato v ponovnem računu upoštevamo skupaj z zunanjo obtežbo. Za »statično določeni« osnovni sistem volimo pri tem samo lupino (brez opor in podpor), za katero smo že prej postavili zahtevo, da je stabilna. Pomike pod enotnimi opornimi in razpornimi silami ter pod zunanjo obtežbo izračunamo po dosedaj navedenem postopku, iz njih so določljive oporne sile pod pogojem, da so deformacije opor in razpor sorazmerne njihovi podajnosti.

Prvotni namen točkovnih opor je bil, da omogočijo računanje točkovno podprtih mostnih konstrukcij. Pozneje se je izkazalo, da je računski postopek numerično tako stabilen, da je mogoče upoštevati pri eni konstrukciji več desetih opor in

razpor. S tem se je razširilo področje uporabnosti vsega postopka s čistih lupin na mnogo bolj zapletene konstrukcije.

6. RAČUNSKI PRIMERI

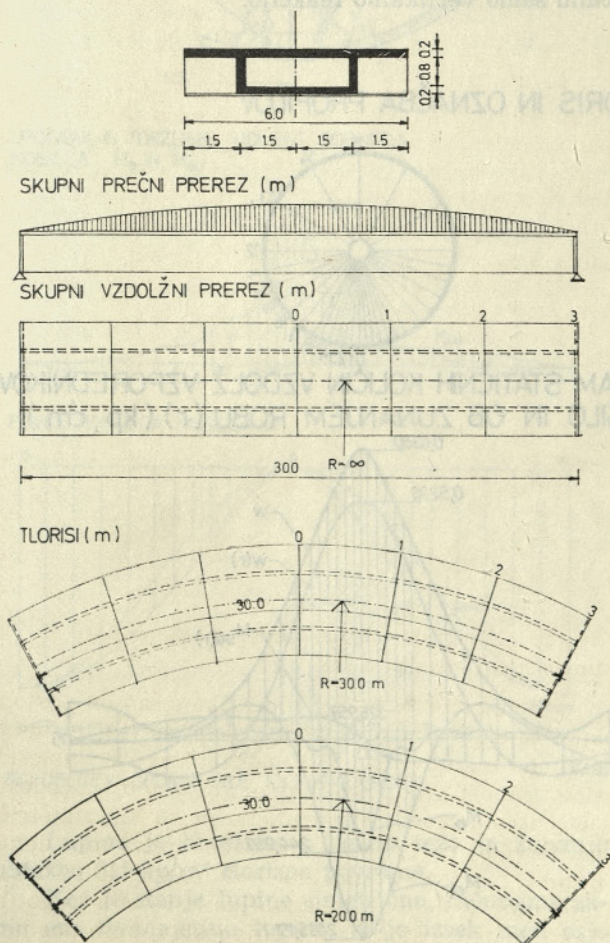
Vsi primeri so bili izračunani na računalniku CDC 3300 z 32 K 24-bitnih besed hitrega spomina in dvema enotama magnetnih diskov. Program je napisan v jeziku FORTRAN IV. Priprava podatkov je zelo enostavna in zajema samo osnovne podatke o sistemu in obtežbi.

Prikazani primeri so vzeti iz gradbeniške prakse in ne prikazujejo vseh možnosti uporabe programa, ki se raztezajo tudi na področje strojništva. Primeri iz strojniške prakse bodo objavljeni na primernejšem mestu.

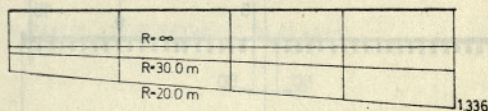
6.1 Betonski most kasetnega prereza v premi in v krivini

Primer je računat z namenom, prikazati vpliv horizontalne krivine na statično stanje konstrukcije, zato je voljena sinusna obtežba, ki jo je mogoče zajeti z enim Fourierjevim členom.

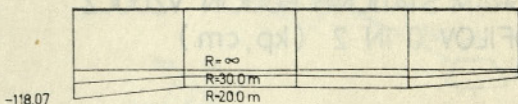
Slika 4 prikazuje prečni in vzdolžni prerez betonske mostne konstrukcije, ki veljata za vse tri, v tlorisih prikazane mostove. Vsi trije mostovi ima-



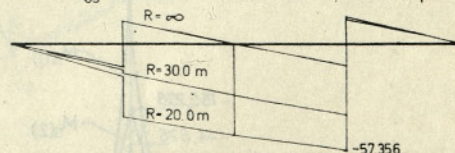
POVES W ZGORNJE PLOŠČE NA SREDINI MOSTU (cm)



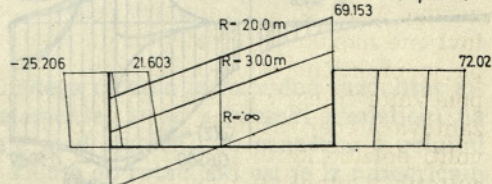
TLAKI N₆ V ZGORNJI PLOŠČI NA SREDINI MOSTU (kp/cm)



STRIGI N₆₅ V ZGORNJI PLOŠČI OB PODPORI (kp/cm)



STRIGI N₆₅ V SPODNJEM DELU NOSILCA OB PODPORI (kp/cm)



Slika 4

jo enako horizontalno dolžino osi (razpetina = 30 metrov), enake robne pogoje (na obeh koncih so priključeni na togo membrano) ter enako obtežbo. Konstrukcije se razlikujejo le v ukrivljenosti osi. Prvi most leži v premi, drugi v krivini z $R = 30$ m, tretji v krivini z $R = 20$ m.

Vse tri konstrukcije so obtežene z linijsko obtežbo po osi vozišča mostu v obliki sinusovega vala. Amplituda na sredini mostu znaša 1000 kp/m.

Za srednji profil so prikazani povesei zgornje plošče mostov in tlačne sile N_θ v zgornji plošči. Za končni profil ob podpori so prikazane strižne sile.

6.2 Okrogla jeklena plošča spremenljive debeline z ojačenim robom na elastični podlagi

Slika 5 prikazuje prerez okrogle jeklene plošče linearno spremenljive debeline na elastični podlagi. Okrog rotacijske osi je v plošči odprtina. Elastična podlaga je računana s konstanto $0,2 \text{ kp/cm}^3$. Debelina plošče se linearno spreminja od 5 mm ob notranjem do 15 mm ob zunanjem robu. Zunanji rob je ojačen s pokončnim pasom višine 50 mm in debeline 10 mm. Plošča je obtežena z ekscentrično točkovno silo 1000 kp, oddaljeno 60 cm od središča plošče na profilu 0. Račun je bil izveden s petnajstimi simetričnimi členi Fourierjeve vrste.

Pod prereзом so podani diagrami količin stanja M_s , Q_s in w na profilih 0 in 2 (pod silo in ob

sili). Skok v prečni sili Q_s v profilu 2 nastopa zaradi nepopolne koncentracije obtežbe pri Fourierjevi razvrstitvi. Zanimiv je potek momentov M_s , ki se ob zunanjem robu ne izgublajo zvezno, temveč prehajajo v torzijski moment ojačenega robu.

Nadaljnji diagrami prikazujejo potek količin stanja vzdolž vzporednikov pod silo in na zunanjem robu. Na vzporedniku pod silo so prikazani diagrami poteka M_θ , $M_{s\theta}$ in w . Plošča se po vsem vzporedniku posede, moment M_θ se pojavlja le v območju obtežbe.

Za robno ojačitev so prikazani diagrami poteka M_θ , $M_{s\theta}$ in w . Na področju, ki je od sile oddaljeno, se rob plošče dvigne, kar povzroča natege v elastični podlagi. Drugi maksimum v poteku momenta M_θ je posledica teh nategov. Zanimiv je potek momenta $M_{s\theta}$, v katerega prehaja upogibni moment plošče M_s .

6.3 Betonska kupola na šestih stebrih

Slika 6 prikazuje tloris, prerez in računski model betonske kupole. Kupola v obliki kalote konstantne debeline 7 cm se z ojačenim robom naslanja na robni nosilec, na katerega je poleg dveh manjših robov priključena tudi robna strešna lupina. Robni nosilec je podprt s šestimi, simetrično razporejenimi pokončnimi stebri, ki prevzamejo v računu samo vertikalno reakcijo.

PREREZ (mm)

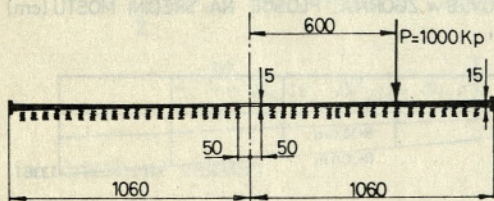
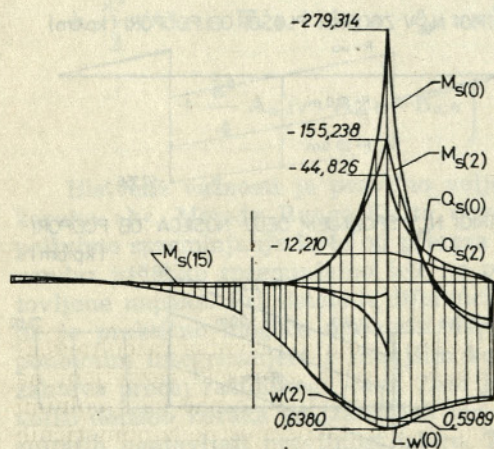


DIAGRAM STATIČNIH KOLIČIN VZDOLŽ PROFILOV 0 IN 2 (kp, cm)



TLORIS IN OZNAČBA PROFILOV

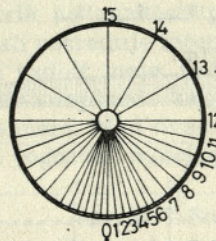
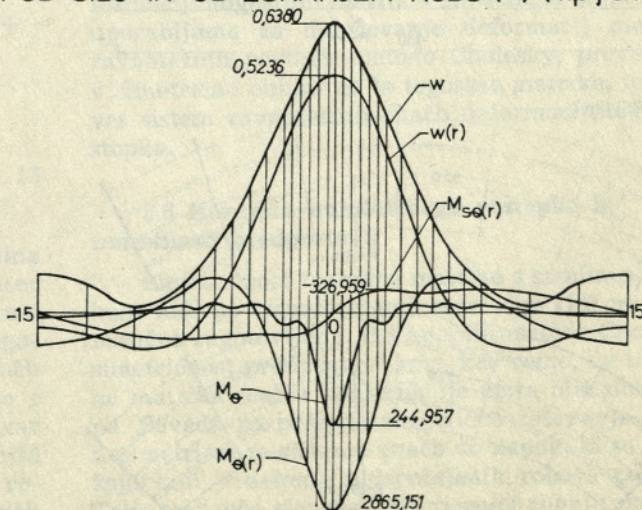
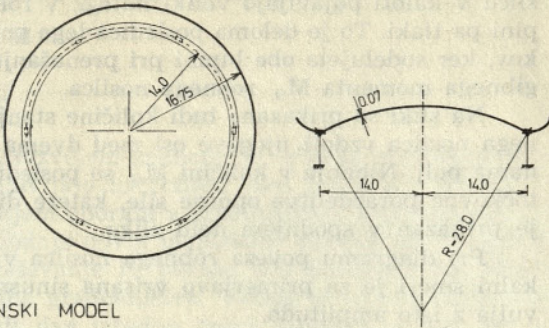


DIAGRAM STATIČNIH KOLIČIN VZDOLŽ VZPOREDNIKOV POD SILO IN OB ZUNANJEM ROBU (r) (kp, cm)

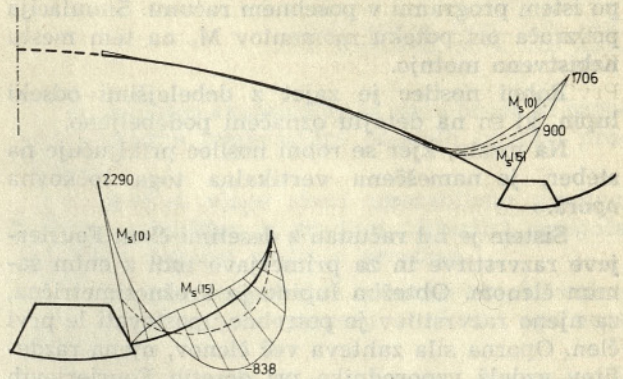


Slika 5

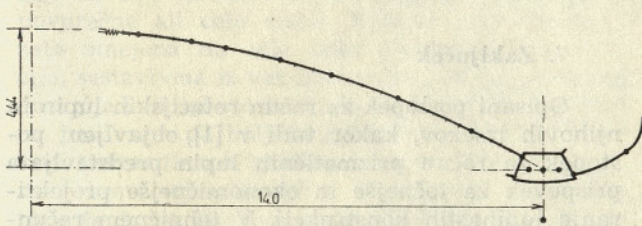
TLORIS IN PREREZ



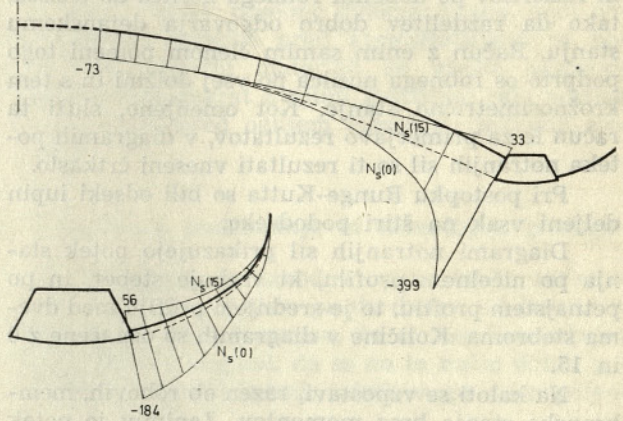
UPOGIBNI MOMENTI M_s (kp/cm)



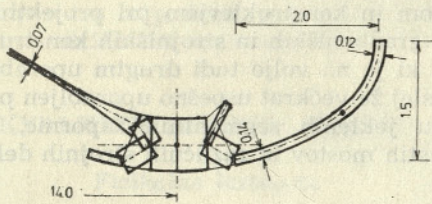
RAČUNSKI MODEL



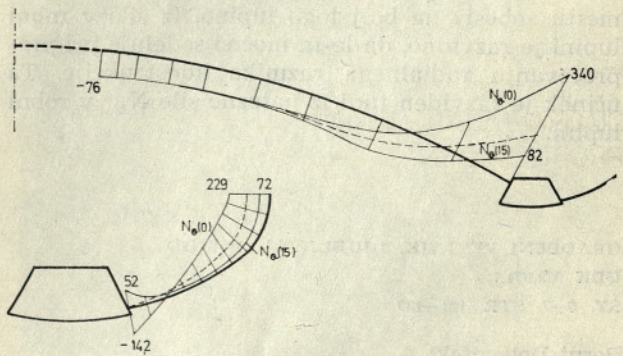
OSNA SILA V SMERI POLDNEVNIKA N_s (kp/cm)



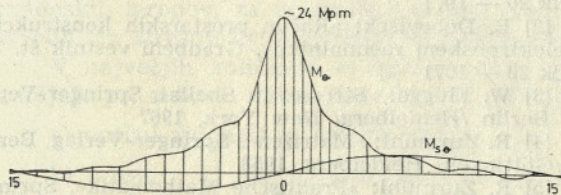
DETAJL ROBNEGA NOSILCA



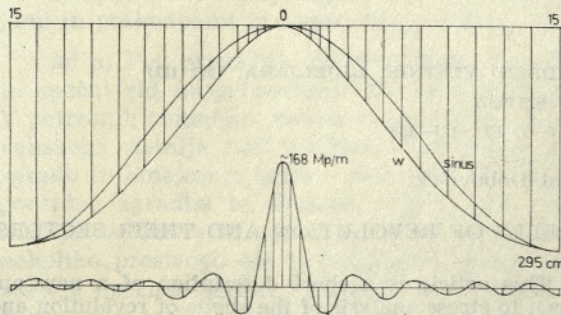
OSNA SILA V SMERI VZPOREDNIKA N_θ (kp/cm)



UPOGIBNI IN TORZIJSKI MOMENT ROBNEGA NOSILCA M_θ IN $M_{\theta 96}$



POVES ROBNEGA NOSILCA w



RAZDELITEV OPORNE SILE TOČKOVNE OPORE

Slika 6

Lupina je obtežena z lastno težo in zunanjo obtežbo 315 kp/m² tlorisne površine.

Ker je stanje lupine simetrično, računamo samo eno dvanajstino lupine, to je izsek med osjo stebra in sredino polja.

Z računskega modela je razvidna razdelitev sistema na elemente, ki so s preseki razdeljeni na odseke. Meje med elementi so označene s polnimi krožci. Del kalote ob rotacijski osi je iz numeričnih razlogov nadomeščen z dvema vzmetema — hori-

zontalno in momentno. Vzmeti sta bili izračunani po istem programu v posebnem računu. Simulacija povzroča pri poteku momentov M_s na tem mestu ne bistveno motnjo.

Robni nosilec je zajet z debelejšimi odseki lupin, ki so na detajlu označeni podebeljeno.

Na mestu, kjer se robni nosilec priključuje na steber, je nameščena vertikalna toga točkovna opora.

Sistem je bil računat z desetimi členi Fourierjeve razvrstitve in za primerjavo tudi z enim samim členom. Obtežba lupine je krožnosimetrična, za njeno razvrstitev je potrebno upoštevati le prvi člen. Oporna sila zahteva več členov, njena razdelitev vzdolž vzporednika pri desetih Fourierjevih členih je prikazana z diagramom. Glavni del sile je zbran na območju, ki ga zajema netočkovni steber in razširitev po debelini robnega nosilca do težišča, tako da razdelitev dobro odgovarja dejanskemu stanju. Račun z enim samim členom pomeni togo podprto os robnega nosilca po vsej dolžini in s tem krožnosimetrično stanje. Kot omenjeno, služi ta račun le za primerjavo rezultatov, v diagramih poteka notranjih sil so ti rezultati vneseni črtkasto.

Pri postopku Runge-Kutta so bili odseki lupin deljeni vsak na štiri pododseke.

Diagrami notranjih sil prikazujejo potek stanja po ničelnem profilu, ki vsebuje steber, in po petnajstem profilu, to je srednjem profilu med dvema stebroma. Količine v diagramih so označene z 0 in 15.

Na kaloti se vzpostavi, razen ob robovih, membransko stanje brez momentov. Zanimiv je potek momentov M_s po zunanji robni lupini, kjer se ti bistveno razlikujejo od momentov konzole.

Največja tlačna sila N_s nastopa nad stebrom, zanimiva je natezna sila N_s med kaloto in nosilcem na sredini polja, ki priča, da se nosilec na tem mestu »obesi« na bolj togo lupino. Iz sile v robni lupini je razvidno, da le-ta močno sodeluje pri preprečevanju radialnega razmika konstrukcije. Ta učinek je razviden tudi iz natezne sile N_θ v robni lupini.

Pri poteku obročne sile N_θ se ob robnem nosilcu v kaloti pojavljajo veliki nategi, v robni lupini pa tlaki. To je deloma posledica lege priključkov, ker sodelujeta obe lupini pri prenašanju upogibnega momenta M_θ robnega nosilca.

Na sliki so prikazane tudi količine stanja robnega nosilca vzdolž njegove osi med dvema središčinama polj. Nihanja v količini M_θ so posledica netočkovne porazdelitve oporne sile, katere diagram je prikazan v spodnjem delu slike.

Pri diagramu povesa robnega nosilca v vertikalni smeri je za primerjavo vrisana sinusna krivulja z isto amplitudo.

7. Zaključek

Opisani postopek za račun rotacijskih lupin in njihovih izsekov, kakor tudi v [1] objavljeni postopek za račun prizmatičnih lupin predstavljata prispevek za točnejše in ekonomičnejše projektiranje lupinastih konstrukcij. V tehničnem računskem centru podjetja »Metalna-Maribor« je bil po navedenih postopkih izdelan računalniški program (imenovan »SHELLS«), ki lahko nudi dobro pomoč statikom in konstrukterjem pri projektiranju različnih gradbeniških in strojniških konstrukcij. Program, ki je na voljo tudi drugim uporabnikom, je bil doslej že večkrat uspešno uporabljen pri projektiranju jeklenih segmentnih zapornic, betonskih škatlastih mostov in različnih strojnih delov.

Literatura

- [1] B. Dobovišek: »Račun prizmatičnih lupin na elektronskem računalniku«. Gradbeni vestnik št. 6-7, letnik 20 — 1971
- [2] B. Dobovišek: »Račun prostorskih konstrukcij na elektronskem računalniku«. Gradbeni vestnik št. 1, letnik 20 — 1971
- [3] W. Flügge: »Stresses in Shells«. Springer-Verlag, Berlin /Heidelberg/ New York, 1967
- [4] R. Zurmühl: »Matrizen«. Springer-Verlag, Berlin /Göttingen/ Heidelberg, 1958
- [5] R. Zurmühl: »Praktische Mathematik«. Springer-Verlag, Berlin /Heidelberg/ New York, 1965

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA, 1972 (21)

UDK 629.074.7

ST. 6-7, STR. 121-130

Borut Dobovišek:

ROTACIJSKE LUPINE IN NJIHOVI DELI

Sestavek podaja kratek opis postopka za statično preiskavo rotacijskih lupin in njihovih izsekov. S produktnim nastavkom v obliki Fourierjeve vrste je mogoče pri rotacijskih lupinah in njihovih segmentih prevesti parcialne diferencialne enačbe v navadne, ki jih postopek rešuje numerično. S tem preide prostorski problem v ravninskega, število neznank se občutno zmanjša in postopek je primeren tudi za srednje velike elektronske računalnike. Sestavku so priključeni računski primeri, iz katerih so razvidne nekatere možnosti uporabe.

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA, 1972 (21)

UDC 629.074.7

NR. 6-7, PP. 121-130

Borut Dobovišek:

SHELLS OF REVOLUTION AND THEIR SECTORS

This article is a short description of a new approach to stress analysis of the shells of revolution and their sectors. By introducing a Fourier series the partial differential equations are transformed into ordinary ones, and further solved numerically. A three-dimensional problem is thus transformed into a plane one, and the number of the unknowns considerably reduced. This procedure is consequently suitable for the computers of medium capacity as well. Included are also some numerical examples from which one can get an impression of the possible applications.

Utemeljenost zidanja v opeki

UDK 691:666.7

JOŽE KUŠAR, DIPL. INŽ. ARH.
JOŽE MARINKO, DIPL. INŽ. ARH.

UVOD

Z razvojem znanosti in tehnike se vsakodnevno pojavljajo na tržišču novi materiali. Mnogi so namenjeni uporabi v gradbeništvu. Raziskovanje in proizvodnjo novih materialov narekujeta vse večje povpraševanje in poraba kot posledica izrednega razmaha gradbeništva. Večina teh materialov ima eno ali dve izredno dobri lastnosti, ostale pa so povprečne ali celo slabe. Njihova uporabnost je zato omejena na zelo ozko področje. Konstrukcija, sestavljena iz več materialov, od katerih vsak opravlja le določeno funkcijo, mora biti nujno dražja, predvsem pa bolj komplicirana. Želje in poizkusi ustvariti nov gradbeni material, ki bi ustrezal vsem najrazličnejšim funkcijam, se pojavljajo še danes. Dejstvo pa je, da so za sedaj opečna gradiva še vedno tista, ki v največji meri združujejo lastnosti dobrega gradbenega materiala. Namen tega sestavka je, opozoriti na te lastnosti, in s pogledom v čas in prostor, pokazati veliko uporabnost in vzdržljivost tega materiala.

KVALITETE OPEČNIH GRADIV

Fizikalne lastnosti

Opečne izdelke uporabljamo pri najrazličnejših konstrukcijah v zgradbi: za nosilne zidove in predelne stene, fasadna polnila, polnila armirano betonskih stropov, za dinamične tuljave različnih izvedb, za strešne kritine, tlakovce, obloge idr.

V največjih količinah se opečni izdelki uporabljajo pri zidanju zidov. Zato je več razlogov:

- a) opečni zid nosi in izolira hkrati,
- b) prostor, ki ga obdaja, ustreza higiensko zdravstvenim zahtevam klime v prostoru,
- c) opečni zid varuje zgradbo pred atmosferilijami in poškodbami in zagotavlja požarno varnost.

ad a) Pri pritličnih do dvoetažnih zgradbah je opečni zid najprimernejši kot nosilni element. V potresnih območjih, kamor spada večina jugoslovanskega ozemlja, naši predpisi zmanjšujejo višino zgradb in omejujejo število etaž tako, da so mnogoetažne zgradbe le domena armiranega betona. Zadnje raziskave so pokazale, da so ti predpisi le nekoliko prestrogi, saj je bil glavni vzrok za porušitve opečnih zgradb v Skopju in drugod predvsem slaba malta in pomanjkljive armiranobetonske vezi.

ad b) Lastnosti opečnega zidu, ki ustrezajo higiensko zdravstvenim zahtevam ugodne klime v prostoru, so naslednje:

— toplotno izolacijska sposobnost, ki pogojuje pravilno temperaturo zraka v notranjosti prostora,

— toplotno akumulacijska sposobnost, ki zagotavlja ugodno temperaturo obodnih površin prostora,

— prehod vlage skozi uporabljeno gradivo, oziroma razpršitev v gradivu (difuzija) omogoča primerno vlažnost zraka v prostoru,

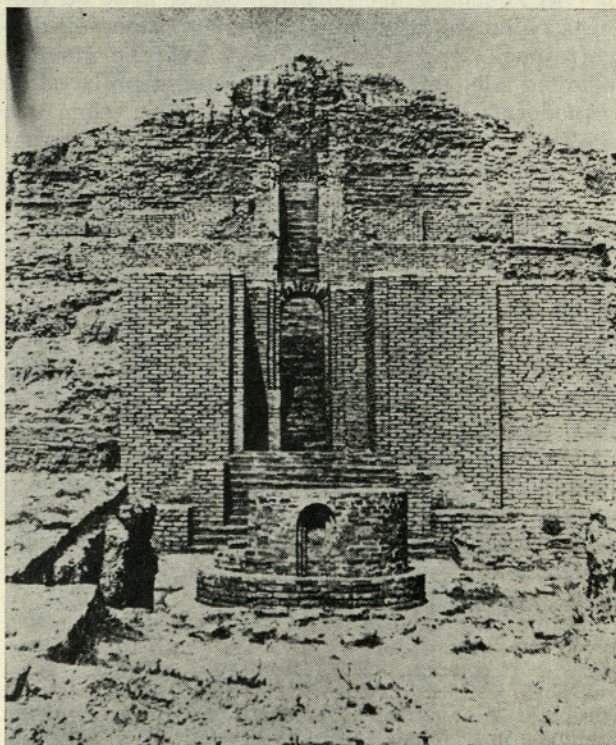
— pravilna in zadostna izmenjava zraka v prostoru, ki jo omogoča porozna struktura opečnega gradiva,

— zvočna izolacija, potrebna za vsak prostor v katerem bivajo ljudje, kot zaščita pred zunanjim hrupom ali hrupom sosednjih prostorov.

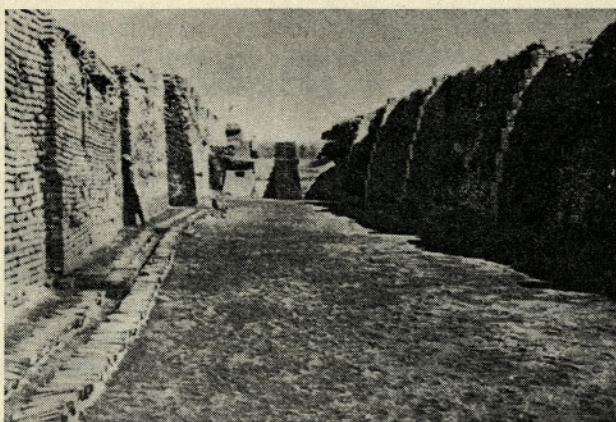
ad c) Opeka, posebno dvakrat žgana, nudi dobro zaščito zgradbe pred atmosferilijami in poškodbami. Opečni materiali so visoko ognjeodporni in mnogokrat z njimi zaščitimo celo nosilno konstrukcijo pred ognjem (obzidavo jeklenih stebrov).

Tehnologija proizvodnje in tehnologija gradnje

Tehnologijo proizvodne opeke lahko zasledujemo od prvih začetkov pa do danes; od časov velikih egiptovskih faraonov, ko so množice sužnjev gnetle glino z nogami, da so na ta način dobili potrebno kvaliteto končnih izdelkov, pa do popolno-



Sl. 1. Coga zigurat (13. stol. pr. n. št.), petslojni zigurat v bližini Suze (Perzija)



Sl. 2. Cistilna ulica z jaški za smeti v Mohenjo Daru (Indija)

ma avtomatizirane proizvodnje. In pravtako tehnologija gradnje z opeko ustreza najprimernejšemu načinu gradnje z lastno delovno silo, kot tudi visoko mehaniziranim sistemom.

Ekonomске prednosti

Ekonomika gradnje z opeko je že v samem delu, da en sam material opravlja več funkcij hkrati, kar je sicer potrebno kombinirati z več materiali.

Ekonomika je v možnosti pridobivanja gline na raznih mestih, kar občutno zmanjša stroške transporta, ki ne smejo bremeniti tako cenenega materiala.

In končno v načinu proizvodnje, ki je od ročnega oblikovanja gline in sušenja na soncu ali dolgotrajnega žganja v »kopah« z uporabo številne delovne sile, prišel do avtomatizirane proizvodnje v modernih avtoklavah, kjer 4 delavci v enem letu lahko proizvedejo ca. 1 milijon NF opeke (evropsko povprečje, pri nas 100 % manj).

Sodobna tehnika do danes ni iznašla materiala, ki bi se bolj približal fizikalnim, tehnološkim in ekonomskim kvaliteta idealnega gradbenega materiala, kot je ravno opeka. Zato menimo, da je opeka neupravičeno izginila iz naše predstave kot sodoben gradbeni material. Le bežen pogled v čas in prostor nam bo pokazal, da je opeka material, ki je svoje kvalitete dokazal v obdobju več tisoč let in v območju vseh zemljepisnih širin, v najrazličnejših klimatskih pogojih. Poleg naštetih odličnih lastnosti pa je opeka gradbeni element, ki je bil s svojimi merami usklajen z vsemi ostalimi gradbenimi elementi tedanje dobe zaradi antropometrike in služil kot osnovni modul kompozicij, ki jih še danes občudujemo.

POGLED V ČAS IN PROSTOR

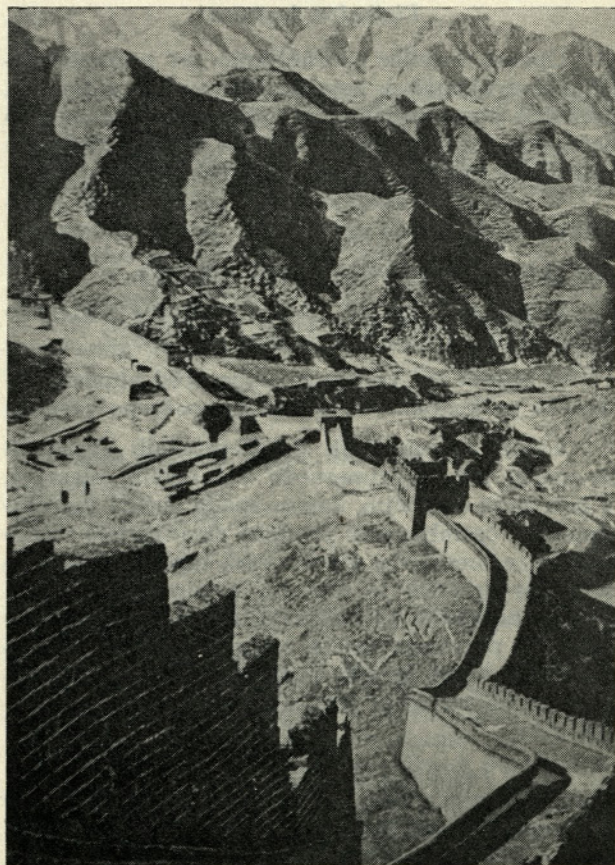
Začetke opečne gradnje zasledimo v porečjih velikih rek Bližnjega vzhoda, ki so zaradi rodovitnosti tal postala zibelka civilizacije; ob Nilu v

Starem Egiptu, v Mezopotamiji in Indiji. To je obdobje 2.—3. stoletja pr. n. š.

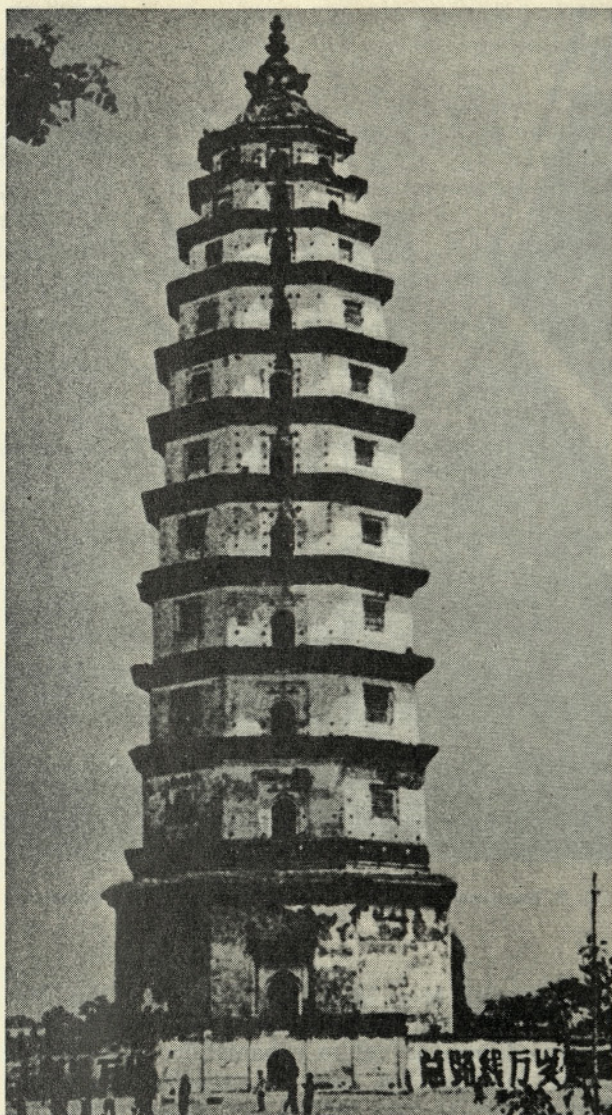
V Starem Egiptu so kvadre iz ilovice sušili na soncu, ker zaradi pomanjkanja lesa ni bilo možno žgati opeke, pa tudi gradnja v tem podnebnju ni zahtevala žgane opeke. Nežgano opeko ali čerpič ($38 \times 14 \times 11$ cm) so vezali z glineno malto ali pa vlažne zidake posipali s peskom, ki je tako služil kot vezivo.

V Mezopotamiji so uporabljali čerpiče in žgano opeko ($40 \times 30 \times 11$ cm). Gmote zbite ilovice so utrjevali z zidom iz čerpičev, ki je služil kot opaž namesto lesa. Poleg običajnega načina grajenja z glineno malto, so uporabljali kot vezivo tudi asfalt, ali pa so gradili z neosušenimi vlažnimi zidaki, ki so se zlepili in osušili med gradnjo. Žgano opeko so, ob pomanjkanju kamna, uporabljali za tiste dele zgradb, kjer bi vlaga lahko razkrojila čerpiče: za temelje zidov, baze stebrov, podzemne hodnike idr. Ohranjeno je nekaj velikih opečnih gradenj stopničastih stolpov, imenovanih zigurati (v Uru, okoli leta 2100 pr. n. št., v bližini Suze, okoli leta 1400 pr. n. št. idr.).

Celo v sijajnih dvoranah perzijskih vladarjev s stebri iz marmorja in stropovi iz cedrovine je bila opeka običajen material za zidove. Mere opeke so bile 1 čevlj \times 1 čevlj \times $\frac{1}{4}$ čevlja ($33 \times 33 \times 8$ cm). Pri Perzijcih tudi prvič zasledimo gradnjo z opeko z uporabo apnene malte.



Sl. 3. Veliki kitajski zid



Sl. 4. Liao-ti Ta — pagoda za opazovanje sovražnikov (10. stol. n. št.) ob južni meji Kitajske

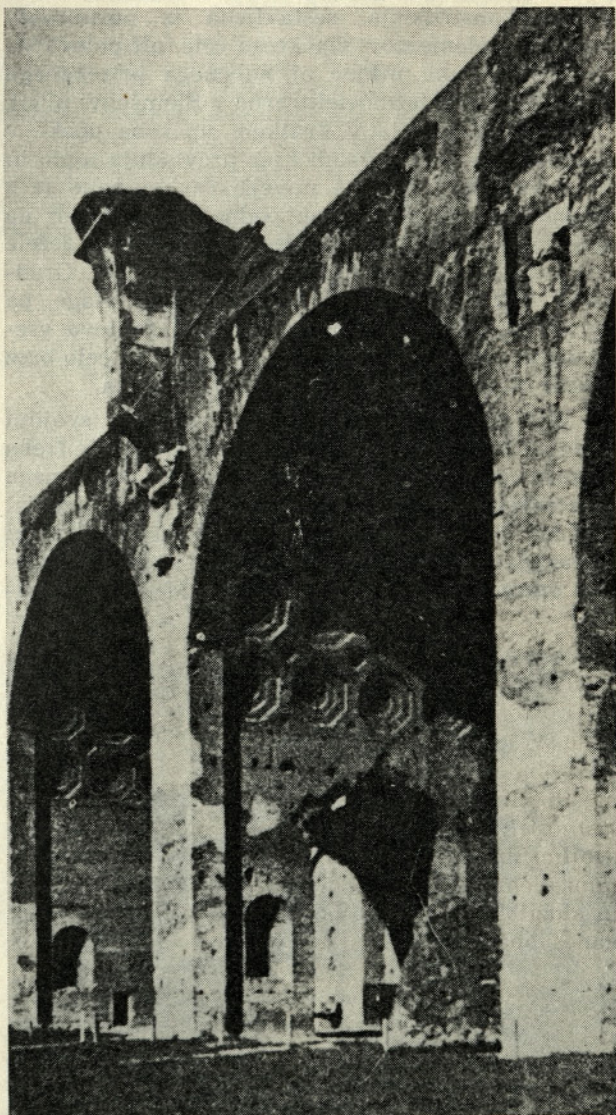
Zgodovina *indijske* arhitekture se začne z gradnjo velikih mest, ki so cvetela v dolini reke Inda v času od 3000 do 1500 let pr. n. št.: Harapa in Mohenjo Daro. Zgrajena so bila iz žgane opeke. In to ne samo zgradbe, ampak tudi celoten sistem kanalizacije s čistilnimi ulicami in jaški za smeti, tlaki in bazeni, ki so služili pri obredih. Ulice so tvorile pravilno ortogonalno mrežo. Povsod je ritem, ki ga je diktiral opečni modul (opeka), jasen in nedvoumen.

Na *Kitajskem* se opeka proizvaja z izredno natančnostjo in je njena uporaba zelo stara. V obdobju, ko so evropski narodi uporabljali še samo nežgano opeko, so bile cele površine Velikega kitajskega zidu obložene ali zidane z žgano opeko. Posebnost pri zidanju starih kitajskih hiš so bili votli opečni zidovi. S takim načinom zidave so prihranili material in povečali toplotno izolacijo zidu. Čeprav je običajna gradnja stanovanjskih kot

kulturnih zgradb v lesu, pa še stoji nekaj pagod, starih 1000—1500 let, zidanih iz opeke. To so zgradbe izrednih dimenzij.

Tudi *Grki*, klasični mojstri zidanja v kamnu, so uporabljali opeko, imenovano »tetradoron« (ali »štiri dlani«) in »pentadoron« (ali »pet dlani«).

Rimljani so začeli uporabljati žgano opeko šele v času, ko so prišli v stik s civilizacijami Male Azije in Bližnjega vzhoda. To je bil odličen material za gradnjo lokov, obokov arkad in kupol, ki karakterizirajo rimsko graditeljstvo. Ostanki velikih term, bazilik, forumov, tržnic idr. pričajo o opečni gradnji velikih dimenzij, ki nas še danes impresionira. Rimske opeke so se s svojimi merami vključevale v rimski merski sistem, ki je temeljil na antropometriki. Opeke najrazličnejših dimenzij se med seboj skladajo, ker izhajajo iz istega merskega sistema. Ob izkopavanju stare Emone so našli opeko najrazličnejših velikosti, od malih opečnih



Sl. 5. Maksencijeva bazilika v Rimu (4. stol. n. št.)

kamenčkov za tlak (1 urijska × 1 uncija = ca. 2,5 × 2,5 cm) do velikih plošč (2 čevlja × 2 čevlja = ca. 60 × 60 cm), ki so jih uporabljali pri hipokavstih.

Starokrščansko obdobje je v tehniki gradnje in materialih sledilo rimskim vzorom. Iz tega časa, 4—6. stol. n. št., so ohranjene in še danes uporabne mnoge, v opeki grajene, sakralne zgradbe v Italiji. Te zgradbe so, brez zaščite z ometom, uspešno kljubovale klimatskim nevarnostim in zobu časa do danes.

V poznejših obdobjih so opeko zlasti uporabljali za obočno in kupolno gradnjo, za zidove in loke pa je posebno v romaniki in gotiki prevladoval kamen. Za stanovanjsko gradnjo je še naprej najbolj uporaben material opeka.

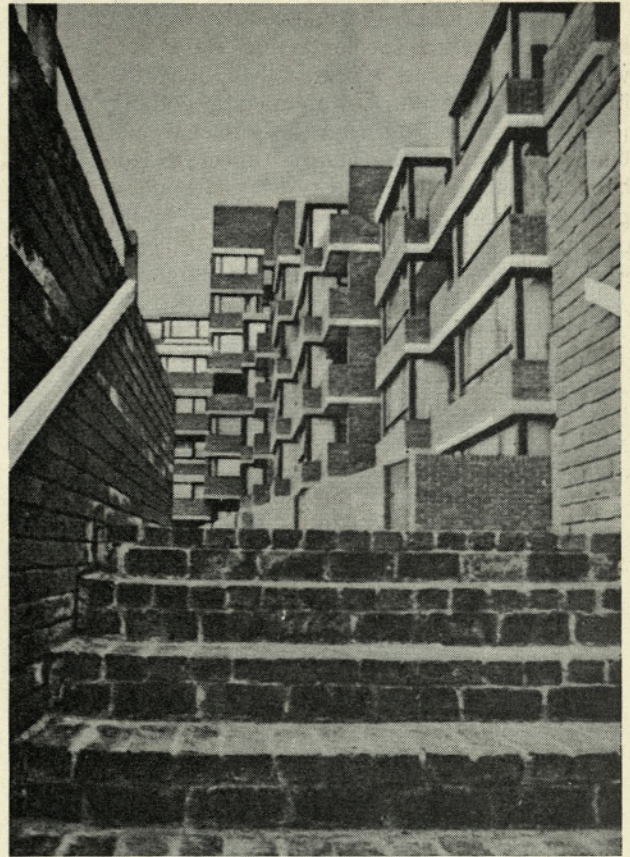
V naših krajih pod Avstrijo je bila v uporabi opeka v merah 1 čevlj × 1/2 čevlja × 1/4 čevlja. V Ljubljani je precej zgradb iz tega časa. Na tistih, ki so neometane, se jasno kaže spoštovanje opečnega modula. Zid iz opeke ni bil neka amorfna masa, ampak konstrukcija, sestavljena iz normiranih gradbenih elementov. Opeke so cele, ali polovičke, ali tričetrtjaki, nikjer ni nobenega prisekanega kosa (glej staro termoelektrarno v Slomškovi ulici).

Prikazana je bila v kratkem uporaba opeke v starem veku in v deželah kjer prevladuje toplo in suho podnebje. Kaj pa novejši čas in kako je z opečno gradnjo v vlažnem podnebju? Odgovor na to nam bo najbolje dal pogled na Anglijo in dežele severozahodne Evrope zadnjih nekaj sto let. Gradnja v klimatskih pogojih kondenzirane vlage, pa čeprav pri ne preveč hudem mrazu, zahteva vsestransko odporen in vzdržljiv material. In celo brez zaščite z ometom to odlično opravlja opeka.

Kot poseben primer, kako se opeka s svojimi merami direktno vključuje v projektiranje, je treba omeniti načrt za obnovitev v vojni porušenega francoskega mesta Le Havrea, ki ga je izdelal August Perret. Njegov veliki urbanistični modul in različni veliki projektni moduli so mnogokratniki opečnega modula M_{13} in sicer: M_{624} — urbani-



Sl. 6. San Vitale v Raveni (6. stol. n. št.)



Sl. 7. Novo naselje Lillington Street Housing, Westminster, London

stični modul, M_{312} , M_{208} , M_{156} , M_{104} , M_{78} , M_{52} , M_{39} , M_{62} — projektni moduli. Opeka je tako resnično »mero-dajna« za veliko urbanistično kompozicijo mesta samega, kot tudi za zgradbe in detajle. Tudi Nemci so svoj merski red zgradili tako, da je osnovni modul $M_{12,5\text{ cm}}$ modul nemške opeke. Vsi projektni moduli so mnogokratniki osnovnega modula:

BA = 25 cm (Baumodul)
WOBA = 62,5 cm (Wohnbauten)
IBA = 250 cm (Industriebauten)

Vsi opečni oblikovanci, kakor tudi vsi ostali gradbeni elementi v nemški gradbeni industriji imajo isti modul $M_{12,5\text{ cm}}$ kar ustvarja na eni strani velik merski red, na drugi strani pa prihranek na materialu in času gradnje, kar močno vpliva na končno ceno.

ZAKLJUČEK

V študiji o razvojnem programu slovenskega gradbeništva za leto 1970 je omenjeno, v kakšnem zaostanku je naša opekarska industrija za evropskim povprečjem, posebno pri uvajanju avtomatizacije. Za modernizacijo naših opekarn bi po takratnih izračunih rabili vsaj 150 milijonov din.

Pričujoči sestavek želi osvetliti že znana dejstva o kvalitetah opečnega materiala in pokazati v kratkem uporabo v preteklih obdobjih. Problem in razlog za rešitev problema sta podana. Treba je najti še najboljšo možnost. Če hočemo naše gradbeništvo rešiti pomanjkanja opečnih izdelkov v bodoče (premajhna zmogljivost naših opekarn, prepoved uvoza gradbenih materialov), je nujno potrebno čim hitreje modernizirati obstoječe opekarne in ponovno aktivirati opuščene (če se to pokaže

ekonomsko upravičeno), bodisi z lastnimi sredstvi, bodisi z gospodarskimi olajšavami, kot so to storili naši sosede v Italiji.

Literatura:

August Choisy, Histoire de l'architecture I., II.
Bogdan Nestorović, Arhitektura starog veka
Tine Kurent, Razvoj in vloga opečnega modula
Ernst Neufert, Bauordnungslehre, Bauentwurfslehre
F. Eichler, Bauphysikalische Entwurfslehre

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA, 1972 (21)

UDK 629.074.7

ST. 6-7, STR. 131-135

Jože Kušar - Jože Marinko:

UTEMELJENOST ZIDANJA V OPEKI

Sodobna tehnika do danes ni iznašla materiala, ki bi se bolj približal fizikalnim, tehnološkim in ekonomskim kvaliteta idealnega gradbenega materiala kot je ravno opeka. Avtorja podrobno obravnavata fizikalne lastnosti opeke, tehnologijo proizvodnje opeke in tehnologijo gradnje, ekonomske prednosti, ter podajata historični pogled v čas in prostor glede na uporabo opeke v gradbeništvo.

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA, 1972 (21)

UDC 629.074.7

NR. 6-7, PP. 131-135

Jože Kušar - Jože Marinko:

BUILDING WITH BRICK MATERIAL

The today's technics hasn't found the material which would be brought so near to the physical, technological and economical qualities of an ideal building material as it is just the brick material. The authors treat in detail the physical qualities of brick, the technology of brick production and the building technology, the economic advantages and give us the historical summary into the time and space with reference to the brick's use in the building industry.

Iz naših kolektivov

JUNIJSKI SESTANKI GRADBENIH PODJETIJ

V drugem letošnjem ciklusu področnih (bazenskih) sestankov, katere organizira Biro gradbeništva Slovenije, so predstavniki gradbenih podjetij obravnavali zasedenost njihovih zmogljivosti, problematiko ob koncu prvega polletja, dalje o izvajanju ustavnih dopolnil, o pospešitvi integracijskega procesa, o pomanjkanju cementa in drugih osnovnih gradbenih materialov, o pripravi republiškega gradbenega zakona, o uveljavljanju indeksne metode za obračunavanje razlik v ceni gradbenih storitev, o elektronski obdelavi podatkov v gradbeništvo in industriji gradbenega materiala, o samoupravnem sporazumevanju, o šolanju gradbenih vajencev i. dr. Zaradi aktualnosti dnevnega reda je bila tudi tokrat udeležba polnoštevna, razprava pa odkrita in temeljita. Obširnejša informacija je objavljena v 5. številki Obvestil Biroja.

ANGAŽIRANOST V LETU 1972

Po podatkih 54 gradbenih podjetij je bilo stanje ob koncu letošnjega junija naslednje:

	v milj. dan	%
— planirana vrednost vseh gradbenih, instalacijskih in zaključnih del . . .	4022	100
— od tega vrednost že prevzetih del . . .	3223	80
— ocenjena vrednost del, ki sicer še niso prevezeta, vendar podjetja menijo, da jih bodo zanesljivo še prevzela	490	12
— vrednost do plana še manjkajočih del . .	308	8
— vrednost letos že izvršenih del (31. 5. 1972)	1296	32

ZAKAJ NI DOVOLJ CEMENTA

Po oceni bi morali za leto 1972 za potrebe gradbeništva in zasebne gradnje zagotoviti vsaj 980.000 ton cementa. Torej skoraj en milijon ton. V tem je všteta tudi lastna poraba tovarne Salonit, Anhovo za njihovo proizvodnjo azbestcementnih izdelkov.

V novembru lani je bilo s predstavniki vseh treh cementarn, ki v glavnem oskrbujejo Slovenijo, dogovorjeno, kako bo pokrita vsa potrebna količina. Dogovor je bil izdelan s predpostavko, da bo normalno kot v prejšnjih letih potekal uvoz klinkerja za izdelavo večjih količin cementa in da bo cementarna Trbovlje pričela obratovati še z novo 1000-tonsko pečjo letos v januarju. Dogovorjene količine pa niso bile realizirane iz naslednjih razlogov:

1. Zaradi izredno ostrega omejevanja uvoza v začetku leta je bil sorazmerno pozno odobren uvoz, in še to le manjših količin klinkerja, kot je bilo predvideno. Prvi uvoženi klinker so v Ahovem prejeli šele konec aprila letos.

2. Cementarna Trbovlje zaradi več kot enoletne kasnitve dobave opreme, tako domačih kot tujih dobaviteljev, zaradi velikega porasta potrebnih nvesticijskih sredstev in zaradi drugih težav še danes, ob koncu julija, ni mogla pričeti s povečano proizvodnjo cementa. To nam je povzročilo nadaljnji ipad 62.000 ton cementa od letos dogovorjenih količin.

3. Uvoz cementa, ki naj bi vsaj delno ublažil stanje, je bil odobren zelo pozno, s konvertibilnega področja šele v juniju. Tudi odobrene količine so skoraj za polovico manjše kot lani. V Slovenijo je do konca junija od 47.000 ton predvidenega uvoza prispelo le 3700 ton.

Gornji podatki dovolj jasno povedo, zakaj je pomanjkanje cementa sedaj problem številka 1 prav za vsa gradbena podjetja. Ker je povsem podobno stanje v vsej državi, nam tudi druge cementarne ne morejo nič pomagati. Le delno bo stanje omiljeno z dinamiko uvoza od avgusta dalje, vendar pa ne bistveno. Zato je

treba temeljito premisliti, v katere objekte bomo razpoložljivi cement vgradili ob upoštevanju prioritete objekta, izpolnjevanja obveznosti s strani investitorja itd. Tudi je treba omejiti oz. odložiti pričetek nove proizvodnje cementnih strešnikov in drugih prefabrikatov, ki jih lahko nadomestijo opečni ali drugi materiali.

Oskrba s cementom je torej izredno kritična. Delavci v gradbenih podjetjih, pa tudi drugi, se sprašujejo, doklej bo tako. Kdaj bomo začeli bolj intenzivno graditi nove cementarne, opekarne, apnenice ter ostale tovarne gradbenih materialov, za katere imamo doma dovolj surovin, da bi lahko izdelke celo izvažali.

PODATKI O ŠTEVILU GRADBENIH STROKOVNJAKOV V PROJEKTIVI

Biro gradbeništva Slovenije dvakrat na leto zbere od svojih ustanoviteljev podatke o številu in strukturi zaposlenih. S stanjem 31. marca 1972 objavljamo naslednje podatke za projektivno dejavnost:

Projektivni biroji: a) 28 samostojnih birojev
b) 19 birojev v gradbeni operativi

Stroka		Visoka	Stopnja izobrazbe			skupaj
			višja	srednja	nižja	
1. arhitektonska	a)	212	23	74		309
	b)	61	4	16		81
2. gradbeno-konstruktivna	a)	164	27	194		385
	b)	35	9	54		98
3. elektro in strojna	a)	77	11	108		196
	b)	52	3	42		97
4. ostale tehnične stroke	a)	26	2	34		62
	b)	1	—	6		7
5. pravna	a)	9	3	—		12
	b)	—	—	—		—
6. ekonomska	a)	15	5	44	6	70
	b)	—	3	4	—	7
7. tehnični risarji	a)	—	—	19	79	98
	b)	—	—	10	23	33
8. vsi ostali zaposleni	a)	7	16	108	249	380
	b)	—	—	7	35	42
Skupaj	a)	510	87	578	271	1446
	b)	149	19	139	58	365
Skupaj a + b		659	106	717	329	1811

DRAGOCENE IZKUŠNJE OB LICITACIJI ZA NADALJEVANJE ODSEKA AVTOCESTE

Čeprav je 30. junija že bila slovesnost ob pričetku del na novih odsekih Hoče—Levec in Postojna—Razdrto, ne bo odveč, če izvemo, kako so slovenska gradbena podjetja uspela s najugodnejšimi ponudbami.

Lani v oktobru je bila razpisana licitacija za gradnjo avtoceste, in sicer za cestne odseke: Hoče—Slovenska Bistrica, Slovenska Bistrica—Žiče, Žiče—Dramlje, Dramlje—Levec in Postojna—Razdrto, dalje za gradnjo velikih mostov z razponom prek 50 metrov in 2 predorov na odseku Žiče—Dramlje.

Zanimanje za pridobitev del je bilo veliko, saj je investitor na razpisanem natečaju priznal sposobnost dvanajstim ponudnikom ali njihovim grupacijam za dela na odsekih, za dela na objektih, dolgih nad 50 m desetim izvjalcem, za predore pa šestim. Torej je bilo pričakovati zelo ostro konkurenco. Investitor je izrecno navedel, da bodo zanj najugodnejši tisti ponudniki, ki bodo najcenejši.

Podjetja grupacije GAST, tj. GIP GRADIS, Ljubljana, SGP SLOVENIJA CESTE, Ljubljana in SGP PRIMORJE, Ajdovščina, so se na podlagi dosedanjih izkušenj odločila, da izvedejo najprej interno licitacijo in dobe najcenejšo ponudbo za tista dela, za katera so posamezna podjetja najbolj zainteresirana in jih tudi

sposobna izvršiti. Vsako podjetje je torej izdelalo ponudbo po razpisnih pogojih. Zaradi velike zainteresiranosti za delo se je vsako podjetje do skrajnosti potrudilo za naj sodobnejše dosežke v tehnologiji in upoštevalo vse druge pogoje, da je dalo najugodnejšo ponudbo. Na interni licitaciji se je pokazalo, katero podjetje je dalo za posamezne odseke najnižjo ponudbo in vsota vseh najnižjih ponudb je bila skupna ponudba grupacije GAST, oddana 12. I. 1972. Na ta način so bili ponudniki grupacije GAST najcenejši in so vsa dela razen predorov prevzeli za 794 milijonov dinarjev. Gradnja obeh predorov je bila poverjena P. Z. RUDIS, Trbovlje in firmi I. CO. RI. Roma za 96,14 milijonov dinarjev.

Podjetja v GAST so si dela razdelila po že prej dogovorjenih kriterijev in sicer:

SGP SLOVENIJA CESTE na odseku Hoče—Slovenska Bistrica, dalje na odseku Slovenska Bistrica—Žiče ter na odseku Žiče—Dramlje (skupaj 34,52 km).

SGP PRIMORJE na odseku Dramlje—Levec (14,86 km) in nadaljevanje gradnje štiripasovnice od Postojne do Razdrtega (8,80 km).

GIP GRADIS je prevzel v izgradnjo vseh osem velikih mostov (nad 50 m), ki so na trasi od Hoče do Levca in dve tretjini drugih mostov, nadvozov in podvozov na vseh treh odsekih trase, ki jih gradi SGP SLOVENIJA CESTE.

Medsebojno sodelovanje teh podjetij je urejeno s posebno pogodbo. Vsa podjetja skupaj odgovarjajo investitorju za celotno izvršitev del, vsako podjetje zase pa je dolžno kvalitetno in pravočasno izvršiti svoja prevzeta dela.

Takšno interno licitacijo je izvedel med lastnimi poslovnimi enotami tudi GIP GRADIS. Poslovne enote so izdelale svoje protiprojekte in ponudbe in tako je Gradis nastopil analogno z zbirno ponudbo iz najnižjih ponudb poslovnih enot. Tako so tudi uspeli in bodo na tej podlagi gradili objekte naslednje poslovne enote.

PE Nizke gradnje viadukta št. 21 do 26 ter most 41, PE Ravne viadukta 27 in 28,

PE Maribor pa bo gradila vse nadvoze in mostove do 50 m (skupaj 19 objektov).

AKCIJSKI PROGRAM STABILIZACIJE V GRADISU

Objavljen je v posebni prilogi Gradisovega vestnika kot predlog. Program je sestavila posebna komisija, obravnaval pa ga je odbor za načrtovanje in notranjo delitev dohodka. Odslej teče o predlogu javna obravnava v kolektivu, ki bo trajala do sprejema programa v drugi polovici avgusta. Po sprejetju v DSP bo dobil program veljavo samoupravnega akta in bi neizvajanje pomenilo kršitev delovne dolžnosti.

VII. KONGRES SINDIKATA GRADBINECV JUGOSLAVIJE

VII. kongres sindikata gradbincev Jugoslavije je bil 12. in 13. junija v Beogradu. Najpomembnejši dokument, ki ga je kongres sprejel, je programska orientacija našega sindikata za dobo naslednjih štirih let.

NOVI MOST V BREŽICAH JE DOGRAJEN

Gradila ga je Gradisova enota PE Nizke gradnje od oktobra 1970. Most je pravi velikan, dolg 360 m, širok 10,5 m, vozišče pa je široko 7,5 metra. Zelezo-betonski lok sloni na 37 nosilcih.

SGP KONSTRUKTOR JE ORGANIZIRAL ŠPORTNO SREČANJE

Ob jubilejnih prireditvah je SGP Konstruktor, Maribor, ob 25-letnici obstoja organiziral tudi zelo uspelo športno srečanje gradbenih podjetij INGRAD iz Celja, STAVBAR iz Maribora in GRADIS iz Ljubljane. Zmagovalec je bil INGRAD, pred GRADISOM, KONSTRUKTORJEM in STAVBARJEM.

Bogdan Melihar

In memoriam

IVO VODOPIVEC, dipl. inž.

»De mortuis nil nisi bene« — o mrtvih nič razen dobrega — to veke trajajoče načelo pietete do spomina umrlih bi lahko nehalo veljati, pa bi spomin inž. Ivo Vodopivec vseeno ne dobil madeža. Takšen nas je 24. maja zapustil direktor projektivnega biroja pri GP »Tehnika« — žrtev bolezni, zaradi katere je nemočna sodobna znanost, kajti skrita ostane, vse dokler ne premaga telesa.

Inž. Ivo Vodopivec je bil rojen v Gorici pred 53 leti. Po diplomu na gradbeni fakulteti ljubljanske univerze se je takoj vključil v projektantsko dejavnost. Na prvem službenem mestu pri Slovenija projektu je bil poslan kot pomoč pri obnovi v Sarajevo. Odkar je prišel k »Tehniki«, je pred dobrim mesecem preteklo 18 let. Ob ustanovitvi projektivnega biroja pri podjetju je prevzel njegovo vodstvo. Z začetkom leta 1955 je bil pooblaščen za gradbeno projektiranje.

Če človek kot duhovna energija s svojim fizičnim koncem ne sprhni v nič, potem brez dvoma ostane v tistem, kolikor sebe je prenesel na soljudi. Že v študijskih letih pokojnega inženirja so se pokazali orisi značaja, katerega čiste konture so spodbudno in pomirjujoče dejavno oblikovale svojo okolico. Sodelavci, zlasti ožji, so cenili v njem izjemnega človeka, razgledanega strokovnjaka, zlasti pa človeka v najplemenitejšem pomenu te besede.

Kot strokovnjak znanja ni menjal v denar najboljšemu ponudniku. Osnovni gon mu je bilo koristiti tistim, ki so lahko kaj prejeli od njega samega. Rešitve, do katerih se je dokopal, je vselej razgrnil in

delil s skupino kot skupni dosežek. Pa vendarle ne zaradi slave: naj ne ve levica, kaj daje desnica! Nič ni storil, da bi bilo tisto razglašeno, z njim pa on sam. Odtod sloves »sijajnega fanta« med delavci njegove stroke. Nemalenkostne strokovne izkušnje je posređoval tako mladim kakor vrstnikom. V številnih strokovnih komisijah je z intuitivnostjo in razgledanostjo pripomogel k preprostim in praktičnim uporabnim zaključkom. Zasnove njegovih stacionarnih računov so bile jasne in čiste. Arhitektonsko zahtevne objekte je reševal z velikim razumevanjem za skladnost oblike in konstrukcije. Bil je upoštevan kot statik v širokem krogu arhitektov in cenijo ga največji statiki, strokovnjaki. Iz zaslug se ni delal moralnega ali drugega kapitala.

Kot vodja, sposoben vzeti človeka takšnega, kakršen je, je do tolike mere navznoter obvladal svoj kolektiv, da na zunaj o podrejenih ni dopustil drugega kot najboljšo mnenje. Menda je projektivni biro edina enota pri podjetju, kjer je načelo delitve po delu zares izpeljano. Tudi to pripisujejo študijski zavzetosti njegovega pokojnega direktorja. Javne razprave o samoupravnih aktih podjetja je njegova enota razumela vselej dosledno resno. Za tem je stal predvsem inž. Ivo Vodopivec. Funkcija predsednika odbora za kadre zahteva razsoden posluš za človeško ambicijo, zahteva osebne širine. Tudi pri tej nalogi je bil neodjenljiv.

Smrt ne vpraša o zamenljivosti človeka — tako smo izgubili z inž. Ivom Vodopivcem človeka, kot jih manjka, ki storijo, da nam je življenje z delom prežeto s človečnostjo, delo postane življenje, polno smisla. Razsežnosti take izgube ni mogoče opisati.

vesti iz inozemstva

VIBRACIJSKA SITA ZA PROIZVODNJO GRADBENIH MATERIALOV

Nujni del opreme za proizvodnjo gradbenih materialov so stroji, ki sortirajo materiale z ozirom na velikost zrnca ali kosov (ki razvrščajo materiale na frakcije).

Vloga sortiranja, če ga obravnavamo kot proizvodni proces, je v tem, da zahteva večjo rabo proizvodnih vibracijskih sit, ki zagotavljajo visoko kvaliteto proizvodov predelave. Še posebej pa se velike zahteve glede kvalitete proizvodov sortiranja postavljajo ob proizvodnji betona in železobetonskih izdelkov. Na podlagi tega se sedaj kvaliteta polnilcev kontrolira zelo natančno, a asortiment izdelkov produkcije se širi tako, da bi se popolnoma zagotovile potrebe gradbene industrije po gramozu, drobljencu in pranem frakcioniranem pesku.

Vibracijska sita se izdelujejo v obliki različnih modelov:

- rotacijska sita,
- inercijska sita, in
- sita z avtomatsko regulacijo s pomočjo balansa.

V industriji nerudnin (ki nima opravka z rudami) se v glavnem rabita dva tipa sit: srednja in težka sita.

Konstrukcija rotacijskih sit srednjega tipa SM — 652 A ima nepremični oporni okvir, na katerega so postavljeni valjni ležaji delovne osi. Na ekscentričnem delu te osi pa se nahaja premični okvir sita.

Sila inercije, ki nastaja ob priliki premika okvirja, se opravlja v ravnotežje s pomočjo nasprotnih bremen. Premični jermen opravlja rotacije, a stalna amplituda teh rotacij je odvisna od trdih kinematičnih zvez in sploh ni odvisna od velikosti bremen na situ.

Vibracijska sita se rabijo ob priliki sortiranja blaga za transport in tudi ob priliki vmesnega sortiranja nerudninskih materialov. Montiramo jih lahko individualno (torej posamič), ali pa v agregatih za drobilno-sortirne naprave.

Inercijska sita težkega tipa SM — 572 se izdelujejo v obliki samega modela z velikostjo 1500 × 3750. Rabijo se za vmesna sortiranja po končani izdelavi proizvodov na napravah za primarno drobljenje. Maksimalna velikost kosov, ki prihajajo na sortiranje, je dovoljena do 400 mm. Glede svojih kinematičnih sistemov so ta sita sicer analogna rotacijskim sitom srednjega tipa, vendar ima konstrukcija teh sit veliko večjo trdnost.

Poševna inercijska sita srednjega tipa so namenjena sortiranju blaga za transport. V to vrsto sit spada tudi vibracijsko sito tipa SM - 653 B. To vibracijsko sito je sestavljeno od nepremičnega in tudi premičnega okvirja; na zadnjem sta pritrjeni dve siti: eno zgornje in drugo dolnje, potem vibrator, nasprotna bremena ekscentrične osi, elektrodinamo in jermenski pre-

nos. Premični okvir pa je pritrjen na nepremičnem okvirju ter se še naslanja na štiri spiralne valjčke vzmeti. Razvrstitev na frakcije se vrši ob priliki premika materiala, ki se sortira, po sitih; ob tej priliki ta sita opravljajo vertikalna krožna nihanja. Ta nihanja dobiva premični okvir sita od prenosne ekscentrične osi, ki ima stalno ekscentričnost. Ta ekscentrična os pa je montirana na krogličnih ležajih, ki so zavarovani s tesnitvijo iz gume, ter rotira s pomočjo elektrodinamo in jermenskega prenosa.

Ravnotežje centrifugalnih sil, ki nastajajo ob priliki nihanja premičnega okvirja sita, se vrši s pomočjo nasprotnih bremen, a kinetični moment teh nasprotnih bremen je reguliran tako, da poteka brez slehernega trzanja (torej tekoče).

Vibracijsko sito je postavljeno na opornem okvirju, ali na temelju s pomočjo vibroizolatorjev poševno, ali pa se na teh vibroizolatorjih sito obeša.

Da bi se zagotovila varnost pri delu, se morajo rotirajoči deli sita ograditi, a elektrodinamo se mora spojiti z zemljo.

Vibracijsko sito tipa SM - 653 B je namenjeno za razvrstitev na frakcije sipkih materialov, ki imajo specifično težo 1600 kg/cm³.

Vibracijsko sito se ponavadi na mesto transportira že v popolnoma montiranem stanju.

Vibracijski siti z avtomatsko regulacijo s pomočjo balansa srednjega tipa S - 861 in SM - 742 sta namenjeni za sortiranje blaga za transport ter se v glavnem rabita za premične drobilno-sortirne naprave.

Na horizontalnih sitih povzročajo nihanje vibrator, ki ima usmerjevalna nihanja. Vibrator sestavljata dve paralelni osi, ki sta opremljeni z debalansi. Na eni od debalansnih osi je pritrjena usmerjevalna vodnica, a na nasprotni strani se nahaja vodilni zobčanik, ki je z zobčki spojen z zobčanikom druge osi.

Prenosno razmerje teh zobčanikov znaša 1.

Debalansi vibratorja rotirajo drug proti drugemu, kotna hitrost pa je ob tej priliki vedno stalna.

Gibalna sila se ob slehernem obratu spreminja od

$$-2P \text{ do } +2P.$$

Takšen izbor podatkov dajejo ogrodju sita premošrtna nihanja, ki so usmerjena proti ravnini sita pod kotom v mejah

$$\text{od } 35 \text{ do } 40 \text{ } \%.$$

Treba je pripomniti, da se v industriji, ki ima opravka z nerudninami, kvaliteti produktov sortiranja postavljajo zelo ostre zahteve. Velikost zrnca gramozja in drobljenca mora odgovarjati primernim zahtevam ter eventualni odkloni od predpisane velikosti ne smejo presežati 5 %, pri pesku pa 15 %. Takšna natančna razvrstitev materialov na vibracijskih sitih se lahko zagotovi samo pod pogojem pravilne rabe vibracijskih sit in, seveda tudi pod pogojem optimalnega izbora velikosti odprtih na mrežah za prehod materialov, ki so montirane na sitih.

OSNOVNI PODATKI

Ostvaritev	Model				
	SM-572	SM-652 A	SM-633 B	SM-742	S-861
	rotacijski		inercijski		
Proizvodnost v m ³ /ura	400	140	250	50	50
Širina sita v mm	1500	1500	1750	1550	1965
Dolžina sita v mm	3750	3750	4500	3950	3160
Velikost kosov materiala za sortiranje v mm	400	150	150	80	100
Največja odprtina mreže v mm	250	100	100	26	26
Naklonski kot v stopinjah	0—30	0—30	0—30	26	26
Moč elektrodinamo v kWh	14	10	14	4,5	5,5
Masa sita v kgc	7854	4600	6000	2100	1940

vesti

RAZŠIRJENI SESTANEK ZA HIDROTEHNIČNI BETON JUGOSLOVANSKEGA KOMITEJA ZA VISOKE PREGRADE

V času od 21. do 23. junija 1972 je bil v Anhovem razširjeni sestanek Podkomiteja za hidrotehnični beton Jugoslovanskega komiteja za visoke pregrade. Gostitelj tega strokovnega sestanka je bila Industrija cementa in azbest-cementa SALONIT Anhovo.

Na sestanku so razen članov Podkomiteja za hidrotehnični beton sodelovali strokovnjaki iz Tovarne cementa Anhovo, predstavniki gradbene operative iz Nove Gorice, kot tudi drugi jugoslovanski strokovnjaki za cement in beton. Skupno število sodelujočih je bilo dvajset.

Namen tega razširjenega sestanka je bilo obravnavanje sodobnih problemov s področja raziskovanja, proizvodnje in uporabe cementa in betona za izgradnjo hidrotehničnih objektov. V razpravo so prišla vprašanja razvoja cementne industrije, sortimana cementa in odnosi proizvodnja-tržišče. Glede na to, da beton za hidrotehnične objekte na splošno zahteva določene posebne lastnosti in kvalitete pogoje, v razmerju do betonov za druge gradnje, prihaja do potrebe proizvodnje cementa specialno za hidrotehnični beton. Z druge strani glede na določene lastnosti hidrotehničnega betona kot so: trdnost, deformabilnost, vodotesnost, volumenske spremembe, vpijanje vode, odpornost na zmrzovanje, odpornost na mehansko obrabo, korozijo in termične pogoje, ne bi ena sama vrsta hidrotehničnega cementa zadovoljila vseh potreb in zahtev.

Razen omenjenega so bila obravnavana vprašanja optimalnih količin dodatkov cementom (žlindra in pulcolani), vprašanja raziskovanja in uporabe elektrofiltrskega pepela, vprašanja gostote betona za hidrotehnična dela, vprašanja aditivov ali dodatkov betonu, kot tudi še mnoga druga sodobna vprašanja tehnologije hidrotehničnega betona.

Razprava o posameznih vprašanjih se je začela s krajšim uvodom v tematiko, ki ga je podal predsednik Podkomiteja za hidrotehnični beton prof. inž. Marko Čalogović, potem se je nadaljevala razprava, katero je vodil predsednik ob sodelovanju drugih članov Podkomiteja.

Drugi dan bivanja v Anhovem so razen seje vsi sodelujoči imeli možnost, da se podrobno spoznajo s proizvodnjo Industrije cementa in azbestcimenta SALONIT Anhovo. Pod vodstvom direktorja dipl. inž. Ivana Kocuvana so obšli vse proizvodne obrate in od delke ter bili deležni zelo izčrpnih in objektivnih podatkov ter pojasnil. Ta industrija je bila ustanovljena leta 1921 in je preteklo leto slavila petdesetletnico svojega dela. Navajamo samo nekatere osnovne podatke: letna proizvodnja 430.000 ton cementa, 135.000 ton azbestcementnih plošč in 80.000 ton azbestcementnih cevi. Notranja potrošnja je okoli 165.000 ton letno. Tovarna proizvaja razen PC 25 z marko 450 in M 80 z marko 250 tudi visoko odporni cement PC 550.

Tretjega dne je bila prirejena strokovna ekskurzija po dolini reke Soče zaradi ogleda tamkajšnjih hidroelektrarn. Vsi sodelujoči so bili predhodno v direkciji Soških elektrarn v Novi Gorici seznanjeni s historiatom izgradnje obstoječih hidroelektrarn, s tekočo izgradnjo in z načrti razvoja hidroenergetskega sistema. Potovanje po dolini reke Soče in ogled hidro-

elektrarne Gorica, Plave, Doblar in Trnovo (v izgradnji) bo ostal za sodelujoče nepozabno doživetje. Slikoviti pejsaži, naravne lepote, modro zelena bistra Soča, slikovita stara mesta Kanal, Most na Soči, Tolmin, Kobarid, Bovec in dolina Trente so naredili močan vtis na vse sodelujoče pri tej ekskurziji.

Ob koncu moramo poudariti, da je bila organizacija sestanka in ekskurzije izredno uspešna. Vsi sodelujoči so izrazili svoje zadovoljstvo in hvaležnost zaradi iskrenega sprejema in izredne gostoljubnosti gostitelja — Industrije cementa in azbestcimenta SALONIT Anhovo, ter posebno direktorja dipl. inž. Ivana Kocuvana ter njegovih najbližjih sodelavcev.

K uspešni organizaciji strokovnega sestanka in ekskurzije so bistveno pripomogli tudi predstavniki Soških elektrarn Nova Gorica, Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij iz Ljubljane in zlasti njegovega sodelavca, člana Podkomiteja dipl. inž. Romana Stepančiča ter Zavoda za ispitivanje materiala i konstrukcija Gradjevinskog fakulteta Sveučilišta v Zagrebu.

Dipl. inž. Josip Kršul
(Prev. B. F.)

STROKOVNA VPRAŠANJA ZA XI. MEDNARODNI KONGRES ZA VISOKE PREGRADE

Na 39. zasedanju Izvršnega sveta mednarodne komisije za visoke pregrade, ki je bilo v Dubrovniku oktobra 1970, so bila določena štiri strokovna vprašanja, ki bodo obravnavana na naslednjem, to je XI. kongresu mednarodne komisije za visoke pregrade, ki bo v Madridu od 11. do 15. junija 1973.

Vprašanje 40

Posledice izgradnje pregrade na okolico

Predmet:

a) Fizični vpliv, na primer: sedimentacija (usedanje), nizvodna erozija, spremembe nivoja in režima podzemne vode. Hlapenje, sprememba kvalitete vode v akumulaciji in nizvodno, potresi in mikro potresi, ki nastanejo kot posledica izgradnje, jezerska klima.

b) Biološki vplivi, na primer: ribe, rastlinje pri akumulaciji (entrofizacija), ogolitev akumulacije.

c) Vplivi na človeka, na primer: hrup, kvarjenje zraka in vode med gradnjo, estetske zahteve, razseljevanje in naseljevanje prebivalstva, ureditvi izkoriščanja zemljišča na obodu akumulacije, nevarnosti za prebivalstvo nizvodno in zaščita v primeru naravne nesreče.

č) Ocena koristnih in škodljivih vplivov gradnje pregrade.

Vprašanje 41

Kontrola pretoka in uničenje energije v času gradnje in po puščanju v pogon

Predmet:

a) Raziskovanje režima vodnega toka.

- b) Velike vode za projekt:
 - ekonomsko določanje projektne velike vode v času gradnje,
 - projektirana velika voda po dokončanju gradnje.
- c) Načini za odmik vode v času gradnje.
- č) Zapiranje pregrad na ustjih rek.
- d) Izbira tipov evakuatorjev.
- e) Nizvodna zaščita, projektiranje umirjenega bazena in bazena za reguliranje energije.
- f) Pogoji in izkušnje iz eksploatacije.

Vprašanje 42

Postopek tesnjenja in zaščite brežin zemeljskih pregrad ter kamnitega nameta

Predmet:

- a) Postopek za tesnjenje:
 - stanje: jedro, vzvodna membrana, vpliv zakrivljenosti;
 - materiali: zbiti koherentni material, beton, bituminozne mešanice;
 - vgrajevanje: metode in oprema;
 - preiskave kvalitete in praktične izkušnje. Stanje;

b) Zaščita brežin:

- materiali: kamniti namet, zemlja-cement, različni postopki;
- dosežene kvalitete.

Vprašanje 43

Novo ideje za hitrejšo in ekonomičnejšo izgradnjo betonskih pregrad

Predmet:

- a) Poenostavitev postopka.
- b) Izboljšanje tehnike gradnje, ki se nanaša na primer na spojnice, podaljške betoniranja, predfabricirane elemente, uporabo prednapenjanja, plezajoče odre.
- c) Novi materiali kot so: smole, fibro-beton, dodatki cementu, specialni betonik.
- č) Napredek v opremi gradbišča.

Kot je videti, se dve vprašanji nanašata neposredno na nasute oziroma betonske pregrade, eno vprašanje na hidravlične probleme, a vprašanje 40 ima širši strokovni pomen in postane lahko predmet razpravljanja za strokovnjake, ki se morda tudi ne ukvarjajo neposredno s problematiko visokih pregrad.

Vsa obvestila o udeležbi in drugih pogojih dobijo zainteresenti pri Sekretariatu jugoslovanskega komiteja za visoke pregrade (JKVB), Beograd, Brankova 4.

(Prev. B. F.)

prikazi in ocene

Dušan Gregorka:

PRIROČNIK ZA IZRAČUNAVANJE TOPLOTNIH IZGUB V ZGRADBAH

Na pobudo Zvezne gospodarske zbornice in gradbenih podjetij Slovenije je Gradbeni center Slovenije priredil v srbohrvaščini drugo dopolnjeno izdajo Priročnika za izračunavanje toplotnih izgub v zgradbah. V slovenščini je knjiga izšla že leta 1968 in bila takoj razprodana.

Vsebina priročnika je še vedno aktualna za področje instalacij ogrevanja, klimatizacije in za gradbeništvo na splošno. Novosti in dopolnitve so rezultat novih predpisov, predvsem pravilnika o minimalni toplotni zaščiti, ki je bil sprejet po prvi izdaji priročnika. Vrednost knjige posebno povečujejo praktični podatki o notranjih in zunanjih temperaturah, ki so razporejeni po 3^o lestvici po vzoru DIN. Rezultat tega je klimatska karta, ki bo vsekakor pomenila korak naprej iz dosedanjega stanja, ker ni bilo zanesljive podlage za toplotna izračunavanja.

Podatki iz 574 meteoroloških postaj so bili analizirani in urejeni za potrebe računanja. Pri tem je opaziti nekatera neskladja in določeno nezanesljivost podatkov, kar je v posebno izrazitih primerih označeno z vprašanjem. Sebe karta minimalnih računskih temperatur je razvozljala marsikatero nejasnost, kar strokovnjaki sicer dobro poznajo, drugi tehnični svet pa ne. Iz nje lahko vidimo, kako je zimska temperatura v SFRJ izredno raznolika.

Do sedaj sta torej znani dve klimatski karti. Ena je namenjena gradbenikom in je vezana na nekdanjo politično delitev na sreze, druga pa je prilagojena potrebam ogrevanja. Tako imajo tudi v ZRN dve karti: ena za ogrevanje (klimatska karta) in karta za gradnjo hlevov, kjer pride notranja vlaga posebno do izraza.

Čeprav je bil priročnik izdelan kolikor je najbolj možno natančno, se avtor in sodelavci zavedajo, da je treba te podatke letno dopoljevati, obnavljati in popravljati. To ne velja samo za prikazane podatke, ampak tudi za številne druge, ki jih sploh še nismo začeli izdelovati!

V priročniku je precej podatkov o materialih, ki jih uradne tabele ne vsebujejo. Zato menimo, da bodo dobro služili svojemu namenu. Prvotno je bil sicer namenjen projektantom instalacij za ogrevanje, vendar bodo našli v njem kaj koristnega in uporabnega tudi drugi gradbeni strokovnjaki. Zbrani so vsi podatki, ki so potrebni pri računanju toplotnih izgub. Metoda računanja je naslonjena na nemške DIN, vendar je zajela tudi nekaj originalnih zamisli in rešitev.

To delo naj bi bilo uvod v nadaljnje raziskave in sprotne popravke na tem področju, sicer bo vsebina sčasoma zastarela kot se to na tehničnem področju rado dogaja.

Avtor in založnik bosta vesela vsakega opozorila na napake, ki bi jih bralci in uporabniki priročnika opazili, kar bi poskušali odpraviti pri morebitnem ponatisu.

vesti iz ZGIT

KNJIŽNI TRG

V tisku je in bo letošnje jesen izšel pri *Zvezi gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije*:

PRIROČNIK ZA ARMIRANI BETON — I. DEL

Dimenzioniranje po metodi dovoljene napetosti — teorija elastičnosti.

Avtorja sta: inž. Rajko Rogač in inž. Franc Saje — Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.

Skrbno računalniško delo je opravil na računalniškem centru FAGG inž. Peter Fajfar.

V pripravi rokopisa in v recenziji so sodelovali:

prof. Svetko Lapajne, dr. inž. Srdjan Turk, inž. Viktor Turnšek in inž. Stane Terčelj z Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij v Ljubljani. Jezikovna redakcija prof. Bogo Fatur.

Prvi del Priročnika obravnava dimenzioniranje enojno in dvojno armiranega pravokotnega in rebrastega prereza s tlačno ploščo na enosni upogib brez oz. z osno silo (velika ekscentričnost). V začetku vsakega poglavja so podana kratka izvajanja ustreznih izrazov za dimenzioniranje tako pravokotnega kakor tudi rebrastega prereza s tlačno ploščo. Vsa izvajanja izhajajo iz osnovnih predpostavk teorije elastičnosti. S pomočjo dobljenih izrazov so za praktični račun pripravljene ustrezne tabele, katerih uporaba je ob koncu vsakega poglavja ilustrirana s primeri. Tabele so izračunane z elektronskim računalnikom.

Uporabljene oznake so usklajene z oznakami, ki jih priporoča Evropski komite za beton »CEB«, kar so priporočali tudi recenzenti. Da bi se jih lažje navadili, je v začetku priročnika navedena ustrezna legenda.

Prvi del Priročnika bo obsegal ca. 300 strani teksta in tabel in bo nepogrešljiv pri izvajanju novega Pra-

vilnika o tehničnih ukrepih za armirani in prednapeti beton, ki je že 19. XI. 1971 v veljavi od 6. II. 1972 pa obvezen na celotnem območju SFRJ. Novi pravilnik namreč določa nove dovoljene napetosti za beton in betonsko jeklo.

Bistvena novost Priročnika pa je v tem, da paralelno dovoljuje dimenzioniranje armirano betonskih konstrukcij, tako po metodi dovoljene napetosti ali klasični teoriji elastičnosti, kakor tudi po metodi mejnih stanj.

Priročniku je priloženih še nekaj tabel, ki bodo koristne za hiter, praktičen račun.

V našem programu je tudi izdaja II. in III. dela Priročnika, kjer bosta avtorja predvidoma podala nekaj postopkov dimenzioniranja centrično in ekscentrično obremenjenih stebrov z minimalno in s statično potrebno armaturo. Priložen bo tudi izračun končne ekscentritete stebrov e. k. Tudi račun deformacij in razpok bo predvidoma podan v II. delu Priročnika.

V III. delu Priročnika pa bo predvidoma prikazan postopek dimenzioniranja armirano betonskih konstrukcij po metodi mejnih stanj. To delo je izredno zahtevno, za realizacijo programa pa se zahteva veliko dela in študija.

Treba je dati priznanje avtorjem in strokovnjakom, da smo v kratkem času po izidu tehničnega priročnika za armirani beton prišli do praktičnega priročnika za uporabljanje in pristopili k izdelavi priročnika, četudi v treh delih.

Prednaročila zbira *Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije*.

Cena priročnika za armirani beton — I. del v prednaročilu do 20. septembra je 66.00 din.

Zatem pa bo priročnik 20 % dražji.

VABIMO VAS NA STROKOVNE OGLEDE

ki jih priredi *Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije*:

20.—23. septembra 1972 — BUDIMPEŠTA

Še nekaj prostih mest imamo. Prijave sprejemamo do zasedbe avtobusa, oziroma do 10. septembra 1972.

27.—30. septembra 1972 — MÜNCHEN (15. strokovni ogled).

Nova, izboljšana izvedba strokovnega programa, ki ga dobite pri ZGIT.

Prijave sprejemamo do 14. septembra 1972.

5., 6. in 7. oktobra 1972 — BEOGRAD. Ogled projektov in objektov gradbišč iz programa Direkcije za izgradnjo Beograda. Izvedba z vlakom in avtobusom.

Prijavite se do 15. septembra 1972.

Ogled gradbišč hitre ceste VRHNIKA—POSTOJNA bo 6. in 13. septembra 1972. Sprejemamo prijave.

Vse informacije in pojasnila daje *Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije*, Erjavčeva 15 — telefon 061 23 158.

BODITE PREPRIČANI — NE BOSTE SE ZMOTILI!

Kjer vam je potrebna prozornost in hkrati ugoden barvni videz, razen tega pa še trajnost in odpornost uporabljajte **CETIDUR ARMIRANE PLOŠČE!**

Neizčrpane so možnosti za uporabo armiranih PVC plošč:

- ograje za stopnišča in balkone
- strehe tovarniških hal
- steklene grede za cvetje in rastline
- telefonske govornice
- kioski
- okenca v uradih in birojih
- pregradne stene
- vrata in okna itd.

Z uporabo **CETIDUR ARMIRANIH PLOŠČ** boste izpričali svoj smisel za praktično in estetsko oblikovanje, ker vam dovoljujejo, da dokažete svoje kreativne zmožnosti.

Ne pozabite:

ARMIRANE PLOŠČE »CETIDUR«!

- steklasta prozornost
- brezhibna trdnost in odpornost
- vse barve spektra

priporoča vam jih proizvajalec

»CETINKA«

tovarna za predelavo plastičnih mas

TRILJ

telefoni (058) 82 137
82 140

telex 26-164 Yu Cimpex

Predstavništva v vseh republiških središčih



PVC

armirane prozorne plošče

PREDNOSTI ZA INVESTITORJA

THERAK in COPILIT nudita gradbenemu investitorju in arhitektu številne prednosti. Pri stanovanjski in industrijski gradnji si THERAK-a in COPILIT-a ni več mogoče odmisлити. Oba bistveno vplivata na arhitekturo. Prednost za vas — gradbeno steklo iz ene roke.

Therak — termo šipe dobavljamo iz ravnega stekla, varnostnega stekla, ornamentnega stekla ali iz kombinacij navedenih vrst stekla.

Copilit — profilno steklo je mogoče univerzalno vgrajevati. Odlična prosojnost za svetlobo, odpornost na tlak in upogib, preprosto montiranje in možnost ponovnega vstavljanja brez izgube pri predelavah so bistvene prednosti glede na druge gradbene elemente.

Prednosti za vas — z gradbenim steklom iz Nemške demokratične republike.

GLAS-KERAMIK

VOLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB
DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK
DDR 108 BERLIN, KRONENSTRASSE 19-19a

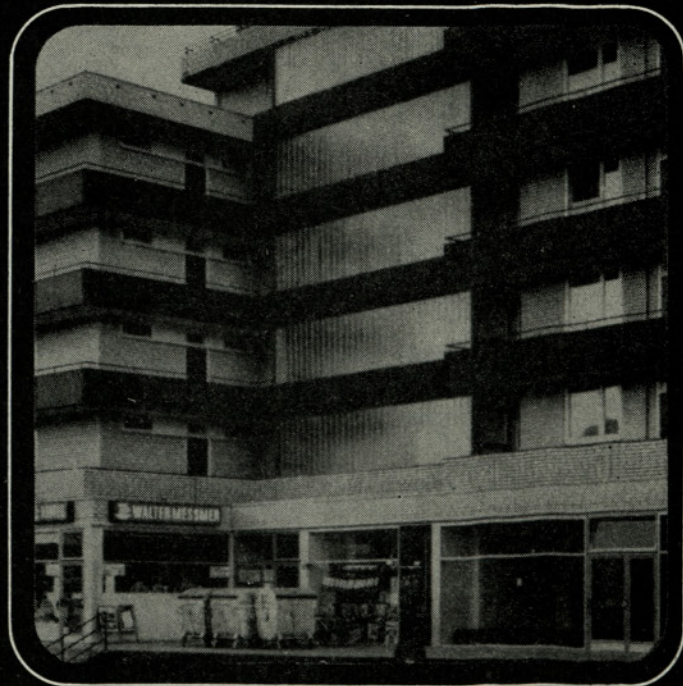


Zastopstvo:

CROADRIAINVEST
Export Import
Zagreb, Masarykova 22
Tel. 441 833

Therak

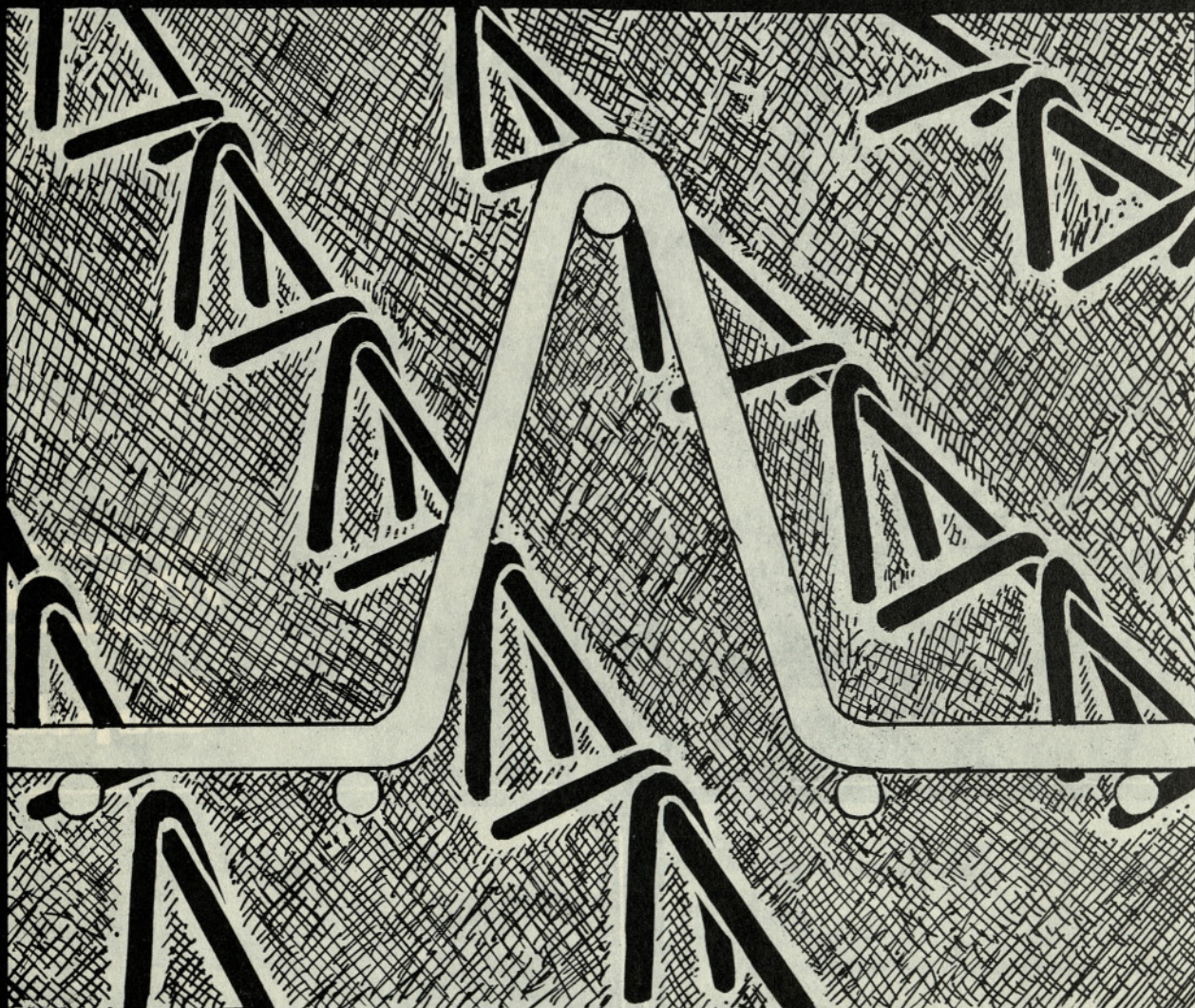
Copilit





RMK-ZENICA

RUDARSKO
METALURŠKI
KOMBINAT
ZENICA



Gradbeniki, projektanti, investitorji!

Sodobno boste gradili, če uporabljate rešetkaste armaturne nosilce »Bihać«, ki so temeljni element armiranobetonskih plošč z vgrajenim opažem iz armaturnih trakov in plošč.

Polne betonske plošče je mogoče vgrajevati kot prosto sloneče, kot vpete in kot križem armirane.

Primerne so za stanovanjsko izgradnjo in za industrijske objekte.

Proizvajalec: »RMK—ZENICA«, Tvorница za prerađu žice »Bihać« — Bihać

Centrala: 072/21-244
077/22-226

Telex: YU ZELZE
43-121

Poštni predal: 141

Vpliv kemičnih dodatkov (aditivov) na termične lastnosti betona

Izvajanje masivnih betonskih konstrukcij, kot so pregrade, kjer ugrajujemo velike količine betona, pogojuje potrebo reguliranja temperaturnega režima s ciljem preprečavanja razpok v betonu in zagotovitve monolitnosti gradbenega objekta.

Temperatura vgrajenega betona in razvoj toplote zavisi od vrste in količine cementa, količine vode in sestave betona, začetne temperature betonske mešanice, hitrosti razvoja hidratacijske toplote cementa, termičnih karakteristik agregata, klimatskih pogojev in temperaturnih razmer v pregradnem profilu, višine in površine delovne etaže, dolžine transporta, hitrosti vgrajevanja, načina nege in zaščite vgrajenega betona.

Povečanje temperature v betonu zaradi osvobajanja hidratacijske toplote cementa je lahko vzrok pojava

manjših in večjih razpok, pa se iz teh razlogov omejuje temperatura v začetnem stadiju vezanja betona. Na ta način se namreč poskuša zmanjšati razlika med zunanjo temperaturo in temperaturo v jedru betona, ki je vzrok opisanim pojavom.

Na inozemskih gradbiščih betonskih pregrad uporabljajo vse več hladne betonske mešanice, s čimer se omejuje temperatura v betonu. Obstoji težnja, da se v začetni periodi vezanja izogne hlajenje vgrajenega betona s pomočjo sistema cevni serpentini. S tem se odstranjujejo nevarnosti, ki so vezane za hitro odvajanje hidratacijske toplote umetnim putem zaradi nizke natezne trdnosti betona; po literaturnih podatkih se osvobodi 90 % toplote pri vezanju v prvih 7 dneh po vgraditvi betona.

Blok	St. etaže	Kota m. n. m.	Površina etaže m ²	Datum vgraditve betona	Temperatura betonske mešanice °C	Maksimalna temperatura vgrajenega betona °C	Porast temperature
9 s floroplastom	1	348,5	178,28	25. 6. 1966	22,0	43,5	21,5
	2	350,5	257,72	29. 6. 1966	19,0	43,0	24,0
	3	352,5	307,68	7. 7. 1966	22,0	43,0	21,0
23 brez frioplasta	1	328,5	217,26	23. 6. 1966	21,0	45,0	24,0
	2	330,5	336,96	30. 6. 1966	20,0	44,0	24,0
	3	332,5	424,64	9. 7. 1966	20,0	43,5	23,5

Tabela št. 1: Maks. temperatura v betonu

Blok	Št. etaže	Kota m. n. m.	Maksimalna temperatura vgrajenega betona °C	16. 1. 1967 temperatura betona °C	Zmanjšanje temperature °C	Pripomba
9 s floroplastom	1	348,5	43,5	19,0	24,5	prekinjen kabel
	2	350,5	43,0	—	—	27. 11. 1966
	3	352,5	43,0	19,5	23,5	
23 brez frioplasta	1	328,5	45,0	29,5	15,5	
	2	330,5	44,0	31,0	13,0	
	3	332,5	43,5	30,5	13,0	

Tabela št. 2: Izmerjene temperature 16. 1. 1967

Odvajanje toplote betona po naravnem poteku s prostim izgubljanjem preko vertikalnih in horizontalnih površin (delovni stiki), do neke srednje letne temperature, pripravne za injektiranje radialnih stikov, je zelo počasen proces, ki traja lahko več let, odvisno od lastnosti cementa in betona, dimenzij konstrukcije in temperaturnih prilik na pregradnem profilu.

Napredek pri gradnji betonskih pregrad, posebno bočnih, je dosežen z uvajanjem umetnega hlajenja vgrajenega in dovolj otrdelega betona s pomočjo sistema cevni zavojev serpentin, skozi katere teče relativno hladna voda, ker se na preprost način regulira temperaturni režim za zagotovitev monolitnosti konstrukcije.

V okviru študija najustrežnejšega načina gradnje pregrade Grančarevo je bil izdelan projekt hlajenja betona s pomočjo vgrajenih cevni serpentin \varnothing 24 mm. Težave okoli njegove realizacije, ker so bila betonska

dela v teku, so povzročile, da se omejuje samo začetna temperatura in to tako, da je za pripravo betonske mešanice uporabljena voda, hlajena do +3°C; silosi za agregat in cement pa so bili zaščiteni od zunanjih temperaturnih vplivov. Vse frakcije agregata (6) so bile prane, s čimer je v pogojenih mejah opravljeno tudi razhlajevanje agregata.

Kot varianta pripravi in vgrajevanju »hladne« betonske mešanice je pregledana tudi možnost zmanjšanja količine cementa z dodatkom pucolana PC 20 OB 350 (portland cement kvalitete 350 z 20% opalske breče); srednja vrednost hidratacijske toplote tega cementa je nihala v mejah od 73,4 cal/gr do 78,7 cal/gr po 28 dneh (predpisano 75,0 cal/gr).

Z obsežnimi laboratorijskimi preiskavami in preizkušnjo na gradbišču je bilo ugotovljeno, da količina cementa od 250 kg/m³ betona zagotovi s projektom določene lastnosti betona.

Blok	Št. etaže	Kota m. n. m.	Maksimalna temperatura °C	Minimalna temperatura °C	ΔT °C	Pripomba
9 s floroplastom	1	348,5	43,5	15,0	28,5	min. temperatura izmerjena 12. IV. 1967
	2	350,5	43,0	—	—	—
	3	352,5	43,0	14,0	29,0	12. IV. 1967
23 brez frioplasta	1	328,5	45,0	—	—	merjenje prekinjeno 8. 7. 1967
	2	330,5	44,0	22,0	22,0	min. temperatura izmerjena 24. VI. 1967
	3	332,5	43,5	21,5	22,0	24. VI. 1967

Tabela št. 3: Minim. temperature v betonu

Želja, da se zmanjša zgornja količina cementa je zahtevala uporabo kemičnih dodatkov (aditivov), ki so morali zagotoviti s projektom pogojene karakteristike betona.

Za ta namen so bile izvršene preiskave malte z in brez aditiva, kakor tudi preiskave 39 poskusnih betonskih teles, ravno tako z in brez aditiva.

Na temelju teh predhodnih preiskav je bilo odločeno, da se izvrše preiskave betona v konstrukciji, s

tem da je bil za nadaljnje preiskave izbran PRIOPLAST, firme K. Winkler iz Zürich, ker so bili ugotovljeni pri uporabi tega aditiva ugodnejši rezultati za trdnosti betona. Za preiskavo sta bila odbrana dva bočna bloka in sicer: blok št. 9 na desni obali — kota

² Stat. godišnjak SFRJ 1969, str. 489 (za 1. 1968/69)

³ Skupno s 7,5% študentov iz drugih republik in 1,1%

⁴ Stat. godišnjak SFRJ 1969, str. 346

⁵ Stat. godišnjak SFRJ 1969, str. 490

348,5 m. n. m. in blok št. 23 na levi obali — kota 328,5 m. n. m. Ta bloka sta bila izbrana s ciljem, da se zagotovijo čimbolj podobni pogoji vgrajevanja in očvrščevanja betona.

Beton, ki se je vgrajeval v blok št. 9 na desni obali, je vseboval 225 kg cementa na 1 m³ gotovega betona in dodatek FRIOPLASTA v količini 3—4 ‰, katerega lastnost je, da ustvari zračne mehurčke sferične oblike premera 100—500 mikronov. Ti mehurčki služijo tudi kot sredstvo nastanka drsnih ravnin, s čimer se zagurava dobra vgradljivost betona in poleg ostalih tehničnih prednosti se poveča tudi odpornost betona proti mrazu.

Beton, ki je bil vgrajen v blok št. 23 na levi obali, je vseboval 250 kg cementa na 1 m³ gotovega betona in je bil standardne sestave, s katero je izdelana pregrada Grančarevo. Potrebno je poudariti, da je bil pri betoniranju gornjih delov pregrade iznad kote 390, kjer je debelina lokov relativno mala, dodan tej sestavi betona FRIOPLAST v količini 3—4 ‰.

Diskusija rezultatov preiskav vzorcev, pripravljenih in odvzetih iz konstrukcije, ni predmet te informacije. V nadaljevanju tega članka bodo analizirani sami rezultati meritve temperatur betona v navedenih blokih pregrade; meritve so bile izvršene s pomočjo električnih termometrov.

V vsak blok so bili vgrajeni trije termometri v medsebojni razdalji 2 m. Vsak termometer je bil nameščen v četrtinski višini delovne etaže, ca. 8 m od nizvodne strani bloka in 3 m od radialnega stika (in kontrolne galerije).

Podatki, prikazani v primerjalni tabeli št. 1, pokažejo, da so bile horizontalne delovne površine (delovni stiki) na bloku 23 časovno nekaj dlje proste, s čimer se je zmanjšal vpliv manjših površin delovnih etaž na bloku 9. Povečanje temperature v bloku 23 je večje v dveh od treh preiskanih primerov za 2,5 °C.

Po izrazu

$$\Delta t = \frac{q \cdot c^*}{a \cdot \gamma}$$

ki velja za adiabatne pogoje procesa vezanja cementa, bi morale biti povečanje temperature v bloku 23 večje za 3 °C od povečanja v bloku 9. Kot je razvidno, obstaja dobra soglasnost teoretskih in dejansko izmerjenih vrednosti. Začetno hlajenje betona z odvajanjem toplote naravnim putem, v prvih 7 dneh, ko ima beton še relativno malo trdnost, je hitrejšo samo v enem primeru na bloku 9 (kota 352,5). Vzrok temu dejstvu je v daljši prekinitvi betoniranja na etaži — 12 dni. Gradient padca temperature je ca. 0,42 °C/dan; po ameriških izkušnjah ni priporočljivo, da je ta gradient večji od 1,1 °C/dan, zaradi nevarnosti pojave razpok (diagram št. 1, 2, 3).

Znižanje temperature v bloku 9 zaradi hitrejšega odvajanja hidratacijske toplote, ko je beton bil že dovolj trden, je precej večje kot pri bloku 23. Tako, na primer, so temperature izmerjene 16. I. 1967, v mejah od 191 do 207 dni po vgraditvi nižje za 10,5 do 11,0 °C od temperatur izmerjenih na ustreznih etažah bloka 23 (tabela št. 2).

Pomen te pojave želimo prikazati s proračunom potrebnega števila dnevov hlajenja, kolikor bi se želel doseči enak učinek z umetnim hlajenjem vgrajenega betona s pomočjo cevni serpentini in izrabo vode iz reke. Preračun je izvršen z uporabo nomograma (1):

— temperatura vode za hlajenje v XII. mes.	9 °C
— temperatura betona na začetku hlajenja (temp. v bloku 23 — 16. I. 1967)	30,5 °C
— temperatura betona na koncu hlajenja (temp. v bloku 9 — 16. I. 1967)	19,5 °C
— akcijska zona cevi ϕ 24 mm v pravokotni mreži	4 m ²
— prostornina betona objekta s serpentinom	850 m ³
— količina vode za hlajenje	0,4 l/sek
— specifični pretok (400/850)	0,46 cm ³ /s. m ³
— stopnja razhlajevanja	0,027 dan ⁻¹

$$\Omega = \frac{19,5 - 9,0}{30,5 - 9,0} = \frac{10,5}{21,5} = 49 \%$$

* q ... hidratacijska toplota cementa po 28 dneh = 75 cal/g

c ... količina cementa = 250 in 225 kg/m³

γ ... prostorninska teža betona = 2500 kg/m³

a ... specifična toplota betona = 0,25 Cal/kg °C

Po nomogramu znaša potreben čas za znižanje temperature betona od 30,5 °C na 19,5 °C z umetnim hlajenjem:

$$t = 30 \text{ dni}$$

Kot se vidi, je občuten vpliv aditiva na toplotno prevodnost in prirodno odvajanje toplote betona. Imajoč v vidu potrebno število dni hlajenja umetnim putem, za enak učinek, nedvomno obstaja tudi ustrežajoči ekonomski razlog.

Analiza poteka diagrama temperatur v 1967. letu kaže, da so bile temperature v bloku 9 12. IV. 1967 minimalne in da so se z vrednostmi od 14 °C oziroma 15 °C, približale srednji letni temperaturi zraka 13 °C.

Minimalne temperature v bloku 23 so bile registrirane 24. VI. 1967. Znašale so 27,5 do 22,5 °C. Termometri v tem bloku so bili še pod precejšnjim vplivom hidratacijske toplote in pozneje so občutili vpliv zunanjih temperatur, z zamudo večjo od 2 meseca v primerjavi na termometre v bloku 9 (diagram št. 4, 5, 6).

Treba je opozoriti, da se registrira splošno vpliv širjenja toplotnih valov iz vzvodne in nizvodne strani pregrade z zamudo in oblaženjem amplitude zunanjih temperaturnih oscilacij, kar je tem večje čim večja je

oddaljenost opazovanih točk od ekstradosa in intradosa pregrade.

Maksimalno znižanje temperature v bloku 9 je za-
beleženo 279 do 291 dni po vgraditvi in se giblje v
mejah 28,5—29° C. Maksimalno znižanje temperature
v bloku 23 je registrirano 350—366 dni po vgraditvi
in znaša 22° C (tabela št. 3).

Tudi ta analiza potrjuje dejstvo, da se z dodaja-
njem FRIOPLASTA betonu zboljšuje njegova termič-
na karakteristika glede hitrejšega osvobajanja in pri-
rodnega odvajanja razvite toplote vezanja, tedaj ko
je zmanjšana nevarnost nastanka razpok, ker je beton
že dovolj trden.

1969. leta nihajo v mejah:

Temperature betona, ki so bile kontrolirane 14. XI.
v bloku 9 16,0—18,0° C
v bloku 23 17,0—18,0° C

Lahko zaključimo, da se nahajajo sedaj termo-
metri v obeh blokih pod vplivom zunanjih tempera-
turnih valov in da jih registrirajo z zamudo, kar je
normalno.

stvo, da ustreznost uporabe kemičnih dodatkov betonu,
kolikor je njima znano, ni presojana tudi s tega vidika.
Ta primer dokazuje, da je smiselno usmeriti preisko-
vanje ustreznosti uporabe aditiva tudi v tej smeri.

Literatura

1. Prof. Stucky, Prof. Derrom: Problèmes thé-
riques posés par la construction des barrages reser-
vois, Lausanne 1957.
2. Stojic P.: Vještačko hlađenje betona visokih
brana pomoću ugrađenih cijevi, Građevinar br. 7, 1965.
3. Dokumentacija HE na Trebišnjici.

Petar Stojic, dipl. inž. in Milenko Urta, dipl. inž.

(Prev. R. Stepančić, dipl. inž.)

EKONOMIČNO HITRO PRECIZNO EKONOMIČNO HITRO PRECIZNO EKONOMIČNO

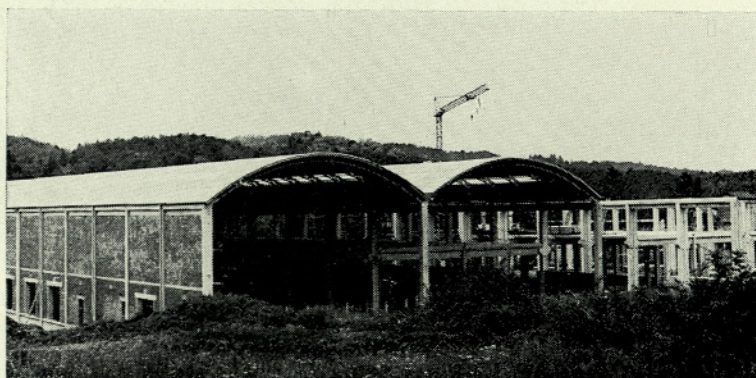
SGP »GORICA« Nova Gorica

s svojimi obrati gradbenih polizdelkov proizvaja armirano betonske montažne hale razponov od 12—21 m, različnih rešitev za potrebe kmetijstva, industrije, obrti itd.

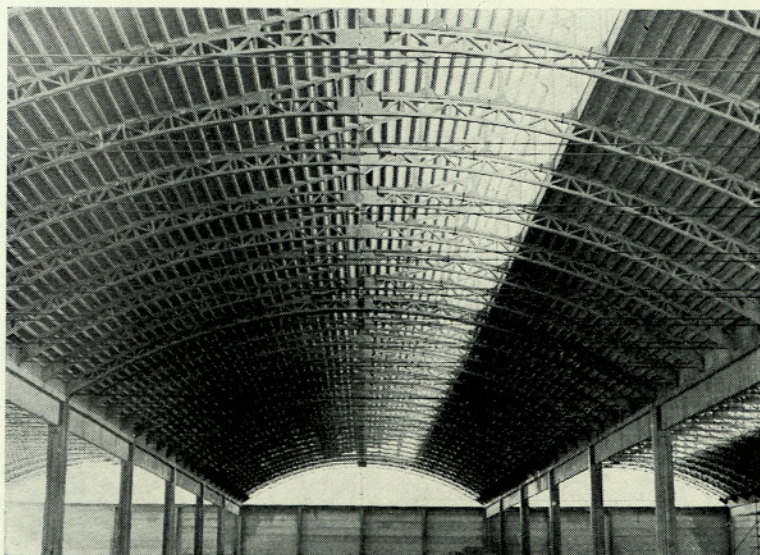
Naše montažne skupine montirajo dnevno od 200—400 m² površin strešne konstrukcije.

Naša montažna konstrukcija je prirejena za vse klimatske in vse potresne cone Jugoslavije.

Možna je tudi montaža industrijskih žerjavov, nosilnosti do 6 ton.



Letna kapaciteta proizvodnih elementov znaša za 160 000 m² montažnih hal.



SGP »GORICA« Nova Gorica

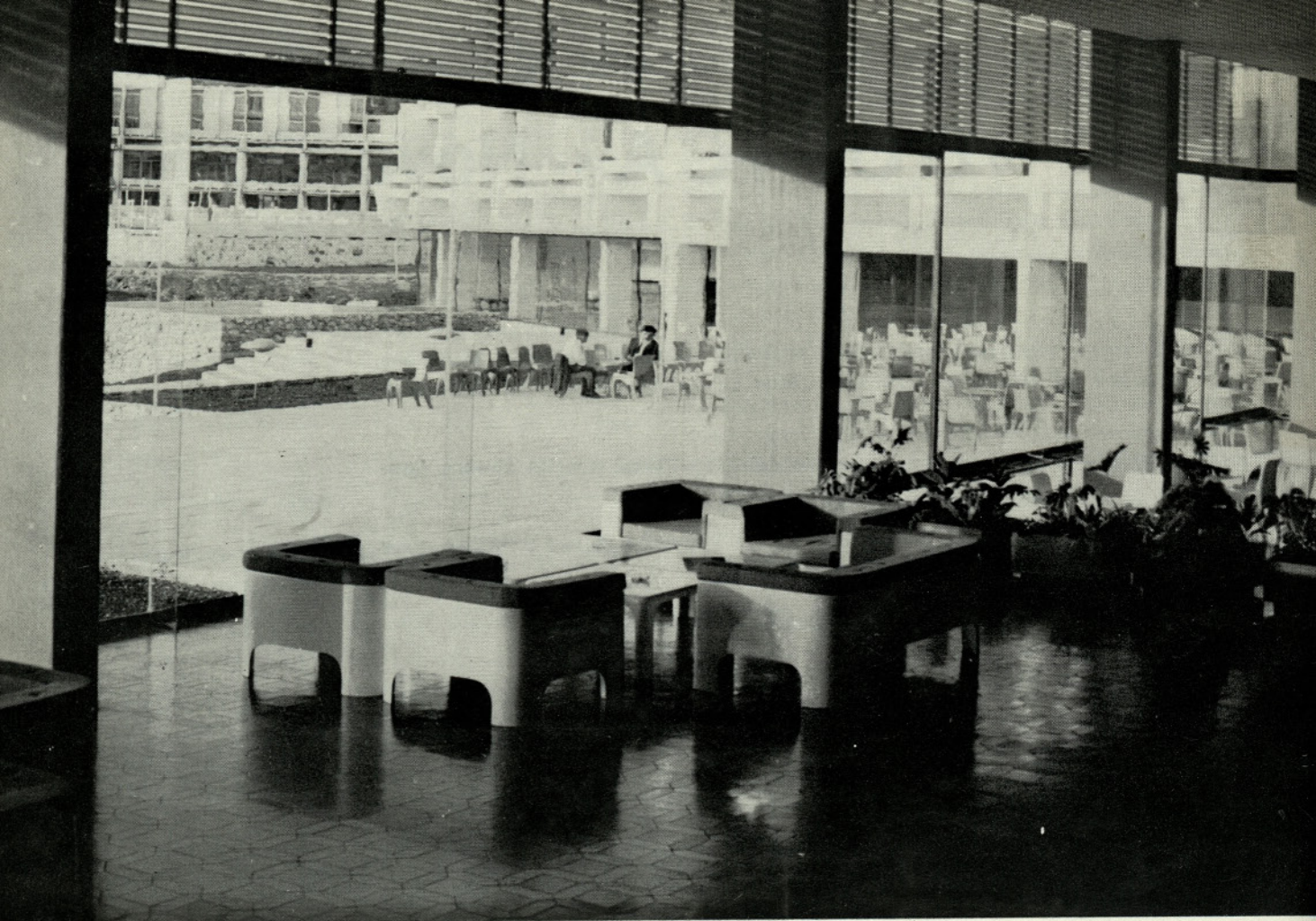
ERJAVČEVA CESTA 19

tel. 22 711

Obrati gradbenih polizdelkov

Prvomajska c. 39

tel. 22 712



...jedn. državn. pravn. št. 507 za stvar. vlogarstva. delovnega mesta. št. 1

S. G. P. »P I O N I R« N O V O M E S T O



KETTEJEV DREVORED 37, TELEFON 21826, TELEX 33710
TEKOČI RAČUN PRI SDK 521-1-29 NOVO MESTO