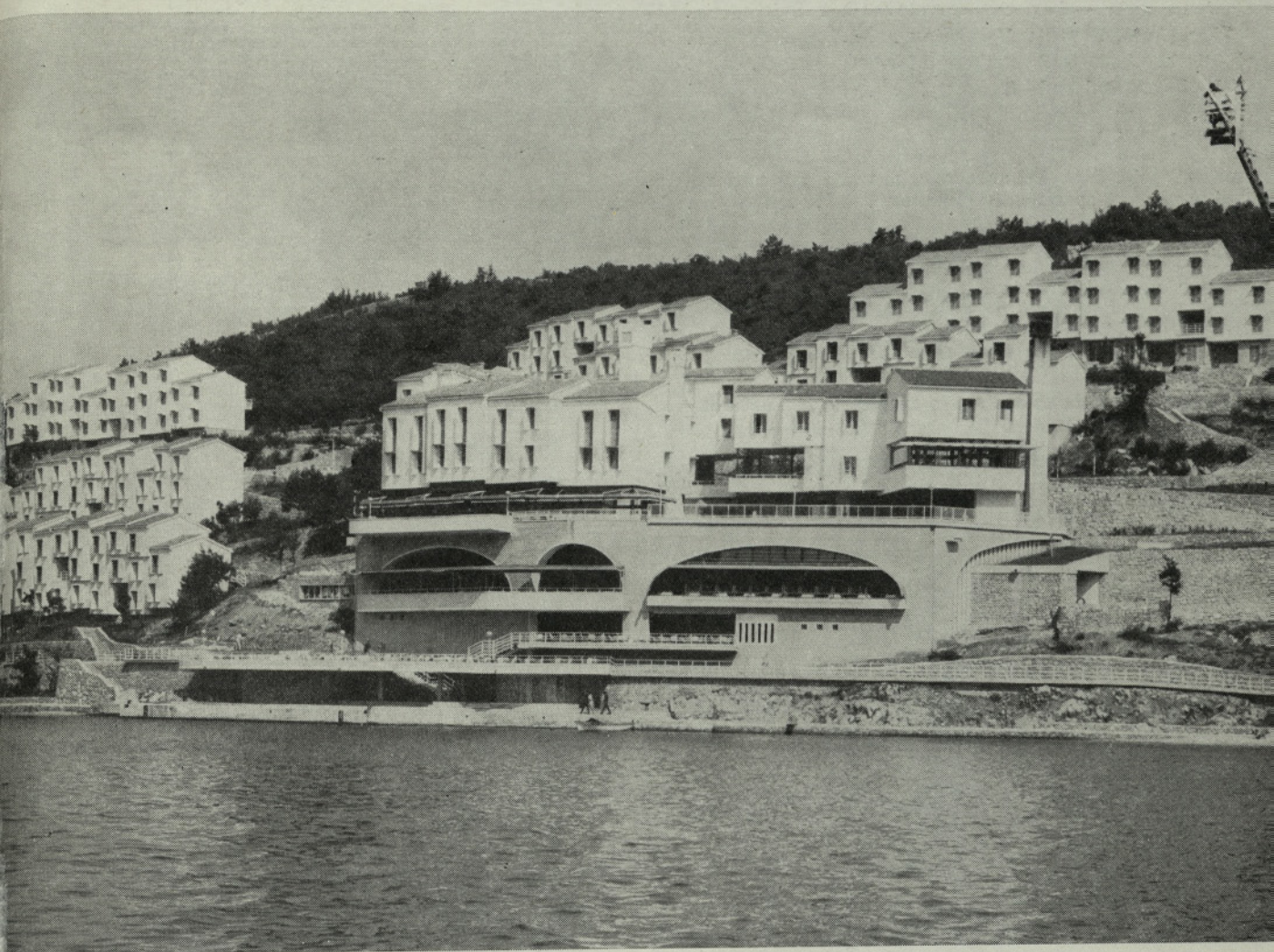


GRADBENI VESTNIK

LETO XVII

OKTOBER 1968

ŠT. 10



POSLOVNO ZDRUŽENJE GIPOSS:
HOTEL „UVALA SCOTT“ PRI KRALJEVICI

VSEBINA

Jože Boštjančič, dipl. inž.: Pogoji modelne podobnosti pri mehaničnih obremenitvah	177
Janez Žmavc, dipl. inž.: Problematika prijemljivosti vozišč	182

J. Boštjančič: Conditions of model similarity in experiments of dynamically loaded structures	
J. Žmavc: Problems of closed linkage of the runway	

Iz naših kolektivov

Bogdan Melihar: Sestanki gradbene operative	192
Svojevrsten rekord	192
Kako izkoriščamo delovni čas	192
Kvalifikacijska struktura	192
O uvedbi deljenega delovnega časa	193
Avto ceste — koristno posvetovanje v Švici	193
Most prek Drave v Varaždinu	193
Visoki obisk iz Avstrije v Mariboru	193
Vodovod Podgrad—Radenci	193

Mnenje in kritika

Branko Vasle, dipl. inž.: Odgovorni vodje posebno zahtevnih in specifičnih objektov	193
---	-----

Vesti iz ZGIT

Seminar za strokovne izpite	194
Seminar o komunalnih napravah	194
Seminar o mrežni tehniki	195
Inž. Sergej Bubnov: In memoriam inž. Boris Pipan	196

Informacije Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij v Ljubljani

Stane Terčelj, dipl. inž.: Preiskave nosilnosti masivnih konstrukcij	177
--	-----

Odgovorni urednik: Sergej Bubnov, dipl. inž.

Tehnični urednik: prof. Bogo Fatur

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

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

NOVOST NOVOST NOVOST NOVOST NOVOST NOVOST

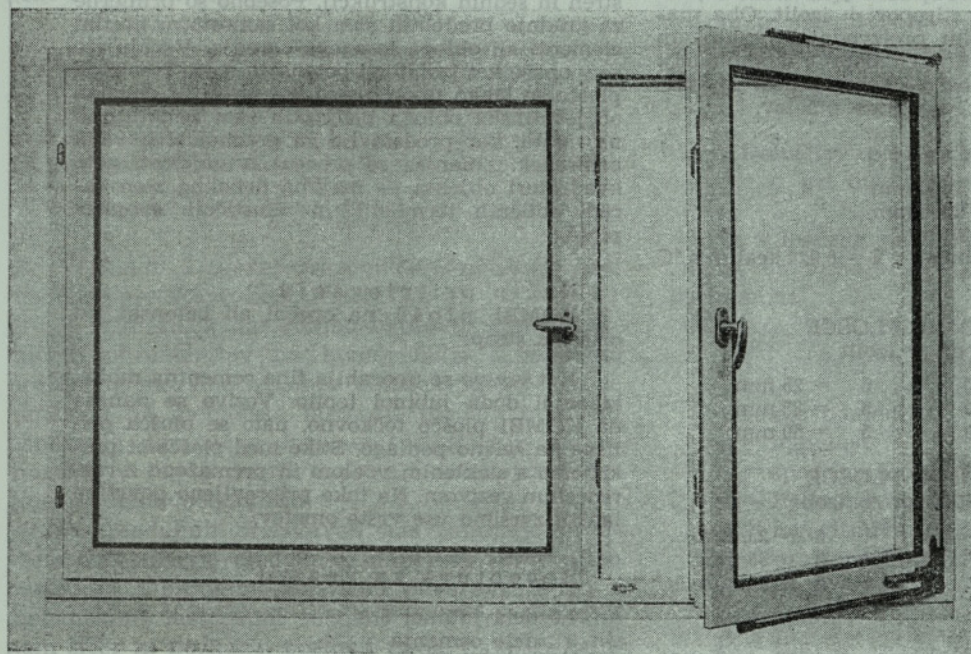
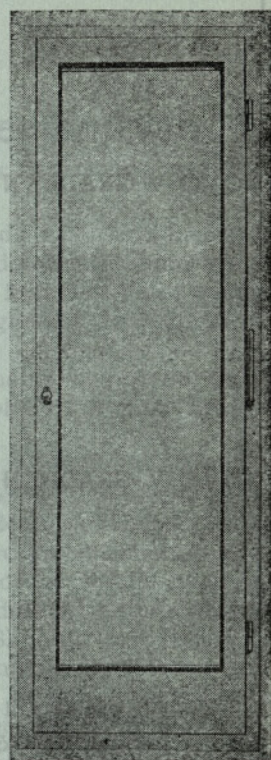
JELOVICA, lesna industrija Škofja Loka, je pripravila novost za vse kupce svojih izdelkov. Dokončno površinsko obdelana in emballirana okna in balkonska vrata različnih dimenzij.

Okna in balkonska vrata »Jelovica« je mogoče poljubno sestavljati in je možno montirati eno od standardnih senčil: medstekelsko platneno zaveso, medstekelsko aluminijasto žaluzijo, roletto ali leseno polkno.

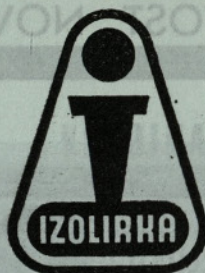
Okenska krila se odpirajo na vertikalni in horizontalni osi, vratna krila pa se pri odpiranju in zapiranju dvigajo oziroma spuščajo. Vse vidne okenske in vratne površine so opleskane z belo mat barvo, zasteklitvene letvice pa lakirane s prozornim lakom.

Tovarna izdeluje poleg oken in balkonskih vrat še sobna, vhodna in garažna vrata, montažne hiše, montažne elemente, furnirje, lahke gradbene plošče in lignofole.

Zahtevajte informacije in prospekte pismeno ali pa si ogledjte izdelke v komercialni podjetja!



JELOVICA LESNA INDUSTRIJA ŠKOFJA LOKA



NOVO V GRADBENIŠTVU — NOVO V GRADBENIŠTVU — NOVO V GRADBENIŠTVU — NOVO

izolirka

Ljubljana

NOVO V GRADBENIŠTVU — NOVO V GRADBENIŠTVU — NOVO V GRADBENIŠTVU — NOVO

KOMBI nove lahke gradbene plošče

Lastnosti

KOMBI plošče so lahke gradbene plošče, sestavljene iz dveh materialov — plasti stiropora in izolita (heraklita).

So lahko dvoslojne — stiropor + izolit, ali troslojne — izolit + stiropor + izolit. Oba materiala sta med samim proizvodnim postopkom monolitno vezana. Stiropor dobi v kombinaciji z izolitom večjo trdnost — kompaktnost in sprijemljivo površino za vse vrste ometov.

Tehnični podatki

Dimenzije: 500 × 1000 mm

500 × 2000 mm

Teža: 140 do 160 kg/m².

Toplotna prevodnost: $\lambda = 0,028 \text{ kcal/m h } ^\circ\text{C}$
pri 0° C.

DVOSLOJNE PLOŠČE stiropor + izolit

mm	20	+	5	= 25 mm
mm	30	+	5	= 35 mm
mm	40	+	5	= 50 mm

TROSLOJNE PLOŠČE izolit + stiropor + izolit

mm	5	+	15	+	5	= 25 mm
mm	5	+	25	+	5	= 35 mm
mm	5	+	40	+	5	= 50 mm

Uporaba

KOMBI plošče je mogoče vsestransko uporabiti. Lahko se žagajo na poljubne zelene oblike in formate. Pritrjujejo se z žebli ali vijaki,

oziroma s specialnim vezivom. Zaradi majhne teže in dobre toplotne ter zvočne izolacije služijo kot obloge fasadnih sten, zidov in stropov — opečnih ali betonskih. Vgrajujejo se v stropove pod podi, služijo kot izolatorji ravnih betonskih streh in šednih konstrukcij. Posebno so primerne za gradnjo predelnih sten kot samostojni nosilni elementi ali obloga lesenega ogrodja. Vgrajujejo se v opaže kot izolatorji betonskih sten. Troslojne plošče se lahko uporabljajo kot opaži in obenem obojestranska obloga betonskih sten betoniranih na mestu, kar predstavlja za gradbeništvo velik prihranek. Zmanjša se procent bruto proti neto kvadraturi objekta — majhna debelina sten zaradi odličnih termičnih in akustičnih svojstev plošč.

Način pritrdjevanja

KOMBI plošč na opečni ali betonski zid oziroma strop:

Kot vezivo se uporablja fina cementna malta, ki se ji doda jubinol lepilo. Vezivo se nanaša na KOMBI ploščo točkovno, nato se plošča pritiska na zeleno podlago. Stike med ploščami prekrijemo s steklenim voalom in premažemo z razredčenim vezivom. Na tako pripravljeno površino lahko izvršimo vse vrste ometov.

Receptura za vezivo

1,5 dela jubinol 5 A

3 dele cementa

7 delov mivke

Vode se doda toliko, da se dobi konsistenca zidne malte.

ZA VSE DETAJLNEJŠE INFORMACIJE IN POJASNILA SE OBRNITE NA TEHNIČNO-INFORMATIVNO SLUŽBO — IZOLIRKA LJUBLJANA, TELEFON 313 557

Pogoji modelne podobnosti pri mehaničnih obremenitvah

DK 624.042

JOŽE BOSTJANČIČ, DIPL. INŽ.

Modelne preiskave se kot precizna eksperimentalna metoda uveljavljajo v velikem obsegu v vseh primerih, kjer je postavitev matematičnega modela težavna oziroma neekonomična. Če velja to že za preiskavo konstrukcij pri statičnih obremenitvah, potem je razumljivo, da imajo modelne preiskave velik pomen in perspektivo pri zahtevnejših dinamičnih preiskavah.

Vzroki za dinamične obremenitve konstrukcij leže v gibanju sredstev, ki so s konstrukcijo v mehaničnem kontaktu. Ta sredstva delujejo na temeljni del objekta (tla se gibljejo zaradi potresnih sunkov, vibracij strojev, prometa, eksplozij itd.), ali pa na zgornji del objekta (vibracije strojev, turbulentno delovanje vetra, valovanje vode, mehanski udarci itd.).

Omenjena razdelitev deli vzroke za nastanek dinamičnih obremenitev v dve skupini:

— konstrukcija je dinamično obremenjena zaradi vsiljenih pomikov, ki se pojavljajo v določenem časovnem zaporedju

$$u = f(t)$$

— konstrukcija je dinamično obremenjena zaradi delovanja sil, ki se pojavljajo v določenem časovnem zaporedju

$$P = f(t)$$

V skladu z zgornjo razdelitvijo potekajo tudi modelne preiskave konstrukcij.

V primeru, kadar želimo ugotoviti efekt dinamičnih obremenitev na konstrukcijo z modelno preiskavo, moramo izpolniti določene pogoje, ki se nanašajo na mehanske lastnosti modela in način nanašanja dinamične obremenitve. Pogoje, katere moramo v teh primerih izpolniti, imenujemo pogoje modelne podobnosti.

Pri modelnih preiskavah nas zanimajo predvsem deformacije modela in napetosti, ki v njem nastopajo. Oblika matematične povezave le-teh z mehanskimi lastnostmi modela in obremenitvami nam sicer ni poznana, poznani pa so nam fizikalni parametri, ki pri pojavu sodelujejo. Poznavanje glavnih fizikalnih parametrov, ki so s primerno medsebojno povezavo sposobni definirati pojave pri dinamičnih obremenitvah, zadostuje za določitev pogojev modelne podobnosti.

Najprimernejša metoda za določitev pogojev modelne podobnosti je dimenzionalna analiza. Le-

ta sloni na hipotezi, da se da vsak fizikalni problem, v katerem sodeluje določeno število parametrov, izraziti s homogeno funkcijo. Velik pomen v zvezi s tem ima Buckinghamov teorem, ki se glasi:

Če je enačba dimenzionalno homogena, jo je mogoče reducirati na kompletno skupino brezdimenzionalnih produktov.

Vsak brezdimenzionalni produkt, ki ga dobimo s kombinacijo pri problemu sodelujočih parametrov, določa pogoj za modelno podobnost. V neskončnem številu možnih brezdimenzionalnih produktov pa se nahaja le določeno število neodvisnih brezdimenzionalnih produktov, katere imenujemo kompletna skupina. Skupina brezdimenzionalnih produktov je kompletna, kadar je vsak produkt v vrsti neodvisen od drugih produktov in kadar je poljuben brezdimenzionalni produkt parametrov potenčni produkt brezdimenzionalnih produktov v tej vrsti.

Poznavanje kompletne skupine brezdimenzionalnih produktov ima velik pomen zato, ker le-ta določa kompletno skupino pogojev modelne podobnosti.

Določitev pogojev modelne podobnosti pri dinamičnih obremenitvah

Iz splošnega poznavanja dinamike nam je poznano, da v pojavih sodelujejo naslednji bistveni parametri:

$$\sigma, \varepsilon, \mu, d, \Delta, m, u, P, l, t$$

Oznake pomenijo:

σ = napetost

ε = specifična deformacija

μ = Poissonovo število

d = logaritmični dekrement dušenja

Δ = prostorninska teža

m = masa

u = pomik

P = sila

l = dolžina

t = čas

Pogoje modelne podobnosti dobimo, če s kombinacijo fizikalnih parametrov določimo kompletno skupino brezdimenzionalnih produktov. V konkretnem primeru so fizikalni parametri ε , μ in d

brezdimenzionalni in zato že določajo prve tri pogoje modelne podobnosti. Te pogoje izrazimo s koeficienti podobnosti:

$$\begin{aligned} K_\varepsilon &= 1 & \dots 1 \\ K_\mu &= 1 & \dots 2 \\ K_d &= 1 & \dots 3 \end{aligned}$$

V zvezi z določitvijo drugih pogojev modelne podobnosti sestavimo dimenzionalno matriko z naslednjim ugodnim vrstnim redom fizikalnih parametrov:

$$m, \Delta, \sigma, u, P, l, t$$

Dimenzionalna matrika ima obliko:

	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7
	m	Δ	σ	u	P	l	t
sila		1	1	1	0	1	0
dolžina	—1	—3	—2	1	0	1	0
čas	2	0	0	0	0	0	1

Enačbe eksponentov so torej:

$$\begin{aligned} k_1 + k_2 + k_3 + k_5 &= 0 \\ -k_1 - 3k_2 - 2k_3 + k_4 + k_6 &= 0 \\ 2k_1 + k_7 &= 0 \end{aligned}$$

Število brezdimenzionalnih produktov v kompletnej skupini določimo z enačbo:

$$a = n - r, \text{ kjer pomeni:}$$

a = število brezdimenzionalnih produktov v kompletnej skupini

n = število fizikalnih parametrov v dimenzionalni matriki

r = najvišji red determinante v dimenzionalni matriki.

Za obravnavani primer znaša število brezdimenzionalnih produktov v kompletnej skupini:

$$a = n - r = 7 - 3 = 4$$

Enačbe eksponentov rešimo pri štirih različnih kombinacijah k_1, k_2, k_3 in k_4 .

— kombinacija $k_1 = 1, k_2 = 0, k_3 = 0$ in $k_4 = 0$ da kot rešitev $k_5 = -1, k_6 = 1$ in $k_7 = -2$

— kombinacija $k_1 = 0, k_2 = 1, k_3 = 0$ in $k_4 = 0$ da kot rešitev $k_5 = -1, k_6 = 3$ in $k_7 = 0$

— kombinacija $k_1 = 0, k_2 = 0, k_3 = 1$ in $k_4 = 0$ da kot rešitev $k_5 = -1, k_6 = 2$ in $k_7 = 0$

— kombinacija $k_1 = 0, k_2 = 0, k_3 = 0$ in $k_4 = 1$ da kot rešitev $k_5 = 0, k_6 = -1$ in $k_7 = 0$

Matrika rešitev ima obliko:

	k_1	k_2	k_3	k_4	k_5	k_6	k_7
	m	Δ	σ	u	P	l	t
π_1	1	0	0	0	—1	1	—2
π_2	0	1	0	0	—1	3	0
π_3	0	0	1	0	—1	2	0
π_4	0	0	0	1	0	—1	0

kompletna skupina brezdimenzionalnih produktov se torej glasi:

$$\pi_1 = \frac{m l}{P t^2}$$

$$\pi_2 = \frac{\Delta l^3}{P}$$

$$\pi_3 = \frac{\sigma l^2}{P}$$

$$\pi_4 = \frac{u}{l}$$

Dodatni pogoji modelne podobnosti so torej:

$$K_m K_l = K_p K_t^2 \quad \dots 4$$

$$K_\Delta K_l^3 = K_P \quad \dots 5$$

$$K_\sigma K_l^2 = K_P \quad \dots 6$$

$$K_u = K_l \quad \dots 7$$

V primeru, da so pri dinamični preiskavi modela izpolnjeni pogoji 1, 2, 3, 4, 5, 6 in 7 smatramo, da se konstrukcija in model obnašata dinamično podobno. Oba sistema imata torej na homoloških mestih in homoloških časih podobno razporeditev sil.

Popolna modelna podobnost

Zgornji pogoji ne določajo nikakršnih omejitev v zvezi z gradientom napetosti. Številne modelne preiskave pa so pokazale, da različni gradienti napetosti med konstrukcijo in modelom pripeljejo do določenih odstopanj. V zvezi s tem je potrebno za točno modeliranje postaviti dodaten pogoj o enakosti gradientov napetosti:

$$K_G = 1 \quad \dots 8$$

Gradienta na konstrukciji in modelu sta enaka, kadar velja:

$$K_\sigma = K_l \quad \dots 9$$

Pogoji 1, 2, 3 in 7 se ne spremenijo, pogoji 4, 5 in 6 pa dobe v zvezi z enačbo 9 novo obliko:

$$K_t = \sqrt{K_l} \quad \dots 10$$

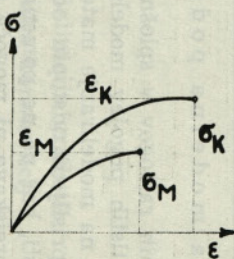
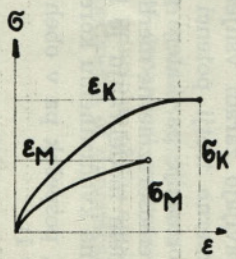
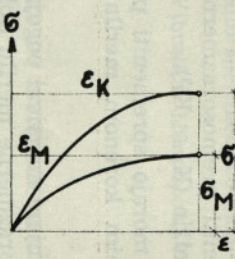
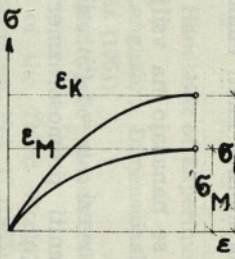
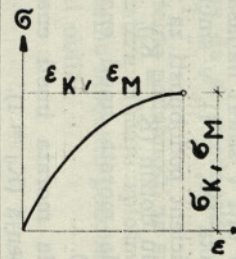
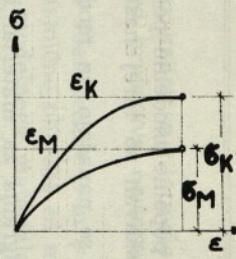
$$K_\Delta = 1 \quad \dots 11$$

$$K_P = K_l^3 \quad \dots 12$$

Koeficienti podobnosti za čas in dolžine pogujejo tudi koeficiente podobnosti za hitrosti in pospeške:

$$K_v = \frac{K_l}{K_t} = \sqrt{K_l} \quad \dots 13$$

$$K_w = \frac{K_u}{K_t} = 1 \quad \dots 14$$

KOEFIČIENT PODOBNOSTI		SPLOŠNA MODELNA PODOBNOST		POSEBNI PRIMERI SPLOŠNE MODELNE PODOBNOSTI						POPOLNA MODELNA PODOBNOST			
				$\sigma = \frac{\beta}{K_1}$	$\sigma = \frac{\beta}{K_1 \sigma'}$ $K_E = 1$	$\sigma = \frac{\beta}{K_1}$ $K_E = 1$ $\beta = K_1$	Enostavna podobnost $\beta = 1$ $\sigma' = 1$ $\varphi = 1$ $\psi = 1$						
K_L	Dolžina	K_L	Pogoji: majhne deformacije prostorninsko težo modelnega materiala povečamo za $\Delta_{konstr.} (\frac{K_1}{\beta} - \frac{1}{\sigma'})$ φ in ψ naj bosta čim bližja vrednosti 1	K_L	$K_L \sigma'$	K_L	K_L	K_L	K_L	K_L	K_L		
K_σ	Napetost	β		$K_L \sigma'$	$K_L \sigma'$	K_L	K_L	1	1	K_L	K_L		
K_E	Specif. deformacija	σ'		σ'	1	1	1	1	1	1	1		
K_Δ	Prostorninska teža	$\frac{\beta}{K_1} \neq \sigma'$		σ'	σ'	σ'	1	$\frac{1}{K_1} \neq \sigma' = 1$	$\frac{1}{K_1} \neq \sigma' = 1$	1	1		
K_μ	Poissonovo število	φ		φ	φ	φ	φ	1	1	1	1		
K_d	Logar. dekrement dušenja	ψ		ψ	ψ	ψ	ψ	1	1	1	1		
K_n	Pomik	$K_1 \sigma'$		$K_1 \sigma'$	K_1	K_1	K_1	K_1	K_1	K_1	K_1		
K_p	Sila	$K_1^2 \beta$		$K_1^2 \beta$	$K_1^2 \sigma'$	$K_1^2 \sigma'$	K_1^3	K_1^2	K_1^2	K_1^3	K_1^3		
K_t	Čas	$K_1 \sqrt{\frac{\beta}{\sigma'}}$		$\sqrt{K_1 \sigma'}$	$\sqrt{K_1}$	$\sqrt{K_1}$	$\sqrt{K_1}$	K_1	K_1	$\sqrt{K_1}$	$\sqrt{K_1}$		
K_v	Hitrost	$\sqrt{\frac{\beta}{\sigma'}}$		$\sqrt{K_1 \sigma'}$	$\sqrt{K_1}$	$\sqrt{K_1}$	$\sqrt{K_1}$	1	1	1	1		
K_w	Pospešek	$\frac{\beta}{K_1 \sigma'}$		1	1	1	1	$\frac{1}{\sigma'}$	$\frac{1}{\sigma'}$	1	1		
K_G	Gradient napetosti	$\frac{\beta}{K_1}$		σ'	σ'	σ'	1	$\frac{1}{\sigma'}$	$\frac{1}{\sigma'}$	1	1		
PODOBNOST MATERIALOV ZA RAZLIČNE PRIMERE													
		$\frac{\sigma_K}{\sigma_M} = \beta$ $\frac{\epsilon_K}{\epsilon_M} = \sigma'$		$\frac{\sigma_K}{\sigma_M} = K_1 \sigma'$ $\frac{\epsilon_K}{\epsilon_M} = \sigma'$		$\frac{\sigma_K}{\sigma_M} = K_1 \sigma'$ $\frac{\epsilon_K}{\epsilon_M} = 1$		$\frac{\sigma_K}{\sigma_M} = K_1$ $\frac{\epsilon_K}{\epsilon_M} = 1$		$\frac{\sigma_K}{\sigma_M} = 1$ $\frac{\epsilon_K}{\epsilon_M} = 1$		$\frac{\sigma_K}{\sigma_M} = K_1$ $\frac{\epsilon_K}{\epsilon_M} = 1$	

Pogoji za popolno modelno podobnost pri dinamičnih preiskavah so torej naslednji:

Pogoji, ki se nanašajo na modeliranje materiala:

1. σ — ε diagrama za material konstrukcije in modela morata biti v smeri nanašanja specifičnih deformacij enaka ($K_\varepsilon = 1$), v smeri napetosti pa podobna. Koeficient podobnosti za napetosti mora biti enak merilu dolžin ($K_\sigma = K_l$).

2. Materiala morata imeti enako Poissonovo število ($K_\mu = 1$).

3. Materiala morata imeti enak logaritmični dekrement dušenja ($K_d = 1$).

4. Materiala morata imeti enaki prostorninski teži ($K_\Delta = 1$).

Pogoji, ki se nanašajo na vsiljeno dinamično obremenitev:

5. Pogoj v zvezi z $u = f(t)$: vsiljeni pomiki se morajo spremeniti premosorazmerno z merilom dolžin ($K_u = K_l$).

6. Pogoj v zvezi z $P = f(t)$: vsiljene sile se morajo spremeniti premosorazmerno s tretjo potenco merila dolžin ($K_P = K_l^3$).

7. Časi se morajo spremeniti premosorazmerno s kvadratnim korenom merila dolžin ($K_t = \sqrt{K_l}$).

Če so izpolnjeni navedeni pogoji, potem so napetosti premosorazmerne merilu dolžin ($K_\sigma = K_l$). Sile, ki se pojavljajo zaradi vsiljenih deformacij so premosorazmerne tretji potenci merila dolžin ($K_P = K_l^3$), deformacije pa, katere povzročajo vsiljene sile, so premosorazmerne merilu dolžin ($K_u = K_l$). Pri točnem modeliranju je hitrost gibanja premosorazmerna kvadratnemu korenu merila dolžin ($K_v = \sqrt{K_l}$), pospešek pa v obeh sistemih ostane enak ($K_w = 1$).

Splošna modelna podobnost

Iz praktičnih razlogov v splošnem ni mogoče izpolniti vseh tistih pogojev modelne podobnosti, ki se nanašajo na modeliranje materiala. V takih primerih smo prisiljeni odstopiti od popolne modelne podobnosti, kar pa ne pomeni, da s primerim načinom preiskave ni mogoče dobiti uporabnih rezultatov.

Splošna oblika za koeficiente podobnosti, ki se nanašajo na material se glasi:

$$K_\sigma = \beta \quad \dots 15$$

$$K_\Delta = \delta \quad \dots 16$$

$$K_\varepsilon = \gamma \quad \dots 17$$

$$K_\mu = \varphi \quad \dots 18$$

$$K_d = \psi \quad \dots 19$$

Že prva enačba nam pove, da v splošnem primeru ($K_\sigma = \beta \neq K_l$) odstopamo od pogoja $K_G = 1$, ki je karakterističen za popolno modelno podobnost. Računati moramo s tem, da rezultati modelne preiskave ne bodo povsem ustrezali dejanskim vrednostim. Literatura navaja, da gradient spremeni lastnosti materiala v plastičnem območju in da zato modeli izkazujejo nekoliko večjo nosilnost od dejanske.

Če v enačbo 6 vstavimo izraz $K_\sigma = \beta$ dobimo koeficient podobnosti za sile:

$$K_P = \beta K_l^2 \quad \dots 20$$

Po izenačenju enačb 5 in 6 po K_P in z uporabo enačbe 20 sledi koeficient podobnosti za prostorninsko težo:

$$K_\Delta = \frac{\beta}{K_l} \quad \dots 21$$

Omenjenega pogoja iz praktičnih razlogov v mnogih primerih ni mogoče izpolniti. Računati moramo torej s tem, da bomo določene preiskave izvršili tudi pri $\delta = \frac{\beta}{K_l}$, pri čemer pa bomo po-

goj 21 kljub temu izpolnili z umetno spremembo prostorninske teže modelnega materiala. Pogoj 21 bo izpolnjen, kadar bomo prostorninsko težo modelnega materiala (Δ_{mod}) umetno spremenili za vrednost T:

$$T = \Delta_{\text{konstr}} \left(\frac{K_l}{\beta} - \frac{1}{\delta} \right) \quad \dots 22$$

Δ_{konstr} pomeni prostorninsko težo materiala konstrukcije.

Običajno je potrebno prostorninsko težo povečati. Prostorninsko težo povečamo na različne načine: z dodajanjem uteži, s prednapenjanjem ali pa s preiskavo v centrifugi oziroma v linearnem pospeševalniku. Prva dva načina se pogosteje uporabljata, kajti druga dva načina predstavljata pri dinamičnih preiskavah poseben tehnični problem.

Kadar povečujemo prostorninsko težo modelnega materiala z dodajanjem uteži, moramo paziti, da ne spremenimo vztrajne mase. Ta pogoj je izpolnjen npr. takrat, kadar uteži obešamo na dolge žice. Mase na dolgih žicah imajo nihajno dobo bistveno daljšo od nihajne dobe modela in zato poteka preiskave praktično ne motijo.

Ker vztrajne mase v nobenm primeru nismo spremenili, velja:

$$K_m = \delta K_l^3 \quad \dots 23$$

Z vstavitvijo enačb 20 in 23 v enačbo 4 dobimo koeficient podobnosti za čas:

$$K_t = K_l \sqrt{\frac{\delta}{\beta}} \quad \dots 24$$

Doslej nismo upoštevali enačbe $K_\epsilon = \gamma$, ki velja za splošen primer. Koeficient podobnosti za pomike se glasi:

$$K_u = K_l \cdot \gamma \quad \dots 25$$

Razumljivo je, da omenjeni koeficient podobnosti velja za pomike modela in za modelu vsiljene pomike. Zaradi spremenjenih vsiljenih pomikov pa je potrebno korigirati tudi enačbo 24 (v njej izvršimo korekcijo dolžin za koeficient γ):

$$K_t = K_l \gamma \sqrt{\frac{\delta}{\beta} \cdot \frac{1}{\gamma}} = K_l \sqrt{\frac{\delta \cdot \gamma}{\beta}} \quad \dots 26$$

Koeficienti podobnosti za hitrost in pospešek dobijo po korekciji dolžin naslednjo obliko:

$$K_v = \sqrt{\frac{\beta \gamma}{\delta}} \quad \dots 27$$

$$K_w = \frac{\beta}{K_l \delta} \quad \dots 28$$

Omenjena korekcija dinamičnih obremenitev lahko eliminira vpliv odstopanja od pogoja $K_\epsilon = 1$

samo v primeru, kadar se γ le malo razlikuje od 1 oziroma če med preiskavo nastopajo majhni pomiki.

Odstopanja koeficientov φ in ψ od vrednosti 1 s korekcijo dinamične obtežbe ni mogoče eliminirati. Pri izbiri modelnega materiala moramo zato paziti na to, da so izpolnjeni pogoji $K_\eta = 1$ in $K_d = 1$, oziroma da se vrednosti φ in ψ le malo razlikujeta od 1.

Pogoji modelne podobnosti za splošno modelno podobnost, nekatere slučaje splošne modelne podobnosti in popolno modelno podobnost so prikazani v tabelarični obliki.

Literatura

M. Hetenyi: Handbook of Experimental Stress Analysis (1950).

Henry L. Langhaar: Dimensional Analysis and Theory of Models (1951).

Nazarov: Izsledovanje mehaniških svojstev na modeljah.

Proceedings of the Third World Conference on Earthquake Engineering, Vol. II (1965).

ISMES (Istituto sperimentale modelli e strutture) 2 (julij 1954).

Shock and Vibration Handbook, Vol. 2.

J. BOŠTJANČIČ:

CONDITIONS OF MODEL SIMILARITY IN EXPERIMENTS OF DYNAMICALLY LOADED STRUCTURES

Synopsis

As a precise experimental method the model analysis is used to a great extent in the cases where a creation of a mathematical model is a difficult or non economical matter. When this holds for the analysis of statically loaded structures, the model analysis re-

presents an even greater importance and perspective in the domain of dynamical analysis. The article exposes theoretical principles of the application of model similarity in experiments of dynamically loaded structures.

OBVESTILO

Jugoslovansko društvo gradbenih konstruktorjev obvešča, da se bo IV. kongres jugoslovanskih gradbenih konstruktorjev vršil v začetku junija 1969 v Portorožu v organizaciji Zveze gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije.

Kongres bo trajal 5 dni.

Osnovno geslo kongresa je: »Najnovejši dosežki na področju gradbenega konstruktorstva«.

Kongres bo obravnaval naslednje teme:

- Teorija konstrukcij
- Betonske konstrukcije
- Metalne konstrukcije
- Konstrukcije iz opeke, kamna, lesa in drugih materialov

— Industrializacija graditve

— Ekonomika konstrukcij

— Družbena vloga konstruktorjev

Referati naj v glavnem obsegajo dosežke v teoriji in praksi gradbenega konstruktorstva v obdobju od leta 1964 naprej.

Prijavo referatov s kratkim povzetkom (ena tipkana stran s presledkom) je treba dostaviti najkasneje do 1. oktobra 1968, kompletni referat pa do 31. decembra 1968.

Informacije in prigrisnice za kongres dobite pri ZGIT Slovenije, Erjavčeva c. 15, tel. 22 158.

Problematika prijemljivosti vozišč

DK 625.87

JANEZ ŽMAVC, DIPL. INŽ.

I. Splošno

Voziščna konstrukcija ceste mora biti sposobna prevzeti predvidene vertikalne in horizontalne obremenitve. V dotikalni točki — ploskvi se preko pnevmatik prenesejo na vozišče osna obremenitve ter pogonska, zaviralna in bočna sila. Velikost teh sil je omejena s prijemljivostjo vozišča (Kraftschluss).

Ustrezna prijemljivost med pnevmatiko in voziščem omogoča zaradi trenja premik vozila, istočasno pa s prenosom horizontalnih sil v vzdolžni in prečni smeri tudi krmiljenje in zaviranje.

II. Obremenitev vozišča

Voziščno konstrukcijo obremenjuje predvsem teža vozila — statični pritisk. Med vožnjo pa se statični obremenitvi pridružijo še dodatne dinamične obremenitve, katere nastanejo zaradi udarnih sil, pospeševanja in zaviranja ter bočnih sil.

1. Udarne sile

Udarne sile nastanejo zaradi neravnosti vozišča kot pomembne dodatne sile, ki obremenitev povečajo. To povečanje obremenitev izrazimo z udarnim koeficientom.

Velikost udarnih sil je odvisna od velikosti in oblike neravnin, elastičnosti pnevmatik, hitrosti vožnje in konstrukcije vozila.

Čeprav stremimo za popolnoma ravnimi vozišči, z obstoječimi delovnimi pripravami tega ne moremo doseči. Zato tudi obstoječi predpisi dovoljujejo manjša odstopanja od ravnosti. Pri večjih neravninah pa nastopijo vse večje vertikalne sile, ki povzročijo dodatne deformacije površine voziščne konstrukcije — neravnost površine vozišča se povečuje. Tako lahko propade tudi primerno dimenzionirana voziščna konstrukcija, če pravočasno ne vgradimo nove izravnalne plasti.

Zaradi neravnin pa se spreminja tudi pritisk kolesa na vozišče, kar prav tako vpliva na varnost vožnje. Pri velikih neravnostih vozišč kolesa odskakujejo od vozišča, trenje oziroma prijemljivost med voziščem in pnevmatiko je le v trenutkih naganjanja, zaradi tega tudi ni mogoče upravljati z vozilom, kot razmere zahtevajo. Še posebno nevarnost za promet pa predstavljajo vozišča, kjer zaradi neravnosti nastale udarne sile povzročijo oscilacije vozila.

Mejne neravnosti, pri katerih bo kolo še ostalo v stiku s površino vozišča, je določil Gauss. Rezultati njegovih raziskav omogočajo določiti pri določeni dolžini vala največjo varno hitrost vožnje.

2. Pospeševanje in zaviranje

Pospeševanje in zaviranje vozila je odvisno od več faktorjev, ki so delno tudi med seboj odvisni.

Delo pogonskega motorja se porabi na dotikalni ploskvi vozišča in pnevmatike gnanega kolesa, ker je treba premagati določen upor, da nastopi gibanje vozila.

Pri normalni vožnji nastala sila med voziščem in pnevmatiko omogoča premik vozila, enak obodni hitrosti gnanega kolesa.

$$v = \omega \cdot r$$

kjer pomeni:

v = hitrost vozila v m/sek

ω = kotna hitrost

r = polmer kolesa v m

Na pnevmatiki, ki je v primerjavi z voziščem zelo mehka, nastopijo med njenim premikanjem po vozišču dodatni vplivi zaradi deformiranja na dotikalni površini, profila, robov in klinjenja. Govorimo o prijemljivosti.

Odvisno od smeri gibanja pnevmatike na vozišču je prijemljivost izkoriščena za prevzem pogonskih, zaviralnih in bočnih sil.

Največja obodna sila U_H , ki se lahko prenese z vrtečega kolesa na dotikalno ploskev površine vozišča, znaša

$$U_H = \mu_H \cdot N$$

kjer pomeni:

μ_H = koeficient prijemljivosti (Haftwert)

N = obremenitev kolesa

Zaradi deformacij vozišča, predvsem pa elastične pnevmatike se kolo vrti z drugačno obodno hitrostjo, kot bi ustrezala dejanski hitrosti vožnje in polmeru gnanega kolesa. Gnano kolo prehiteva hitrost vožnje, zavrtlo pa zaostaja.

To imenujemo zdrsnitev.

Če pa je pogonska sila večja od vrednosti koeficienta prijemljivosti med pnevmatiko in voziščem, prične kolo drseti.

Gnano kolo prehiteva:

$$v < \omega \cdot r$$

Velikost prehitevanja — zdrsnitev zaradi vrtenja kolesa:

$$\alpha = \frac{\omega \cdot r - v}{\omega \cdot r} \cdot 100 \quad v \%$$

Pri vrtenju kolesa na mestu nastopi mejni primer:

$$v = 0 \quad \alpha = 100 \%$$

Zavrto kolo zaostaja:

$$v > \omega \cdot r$$

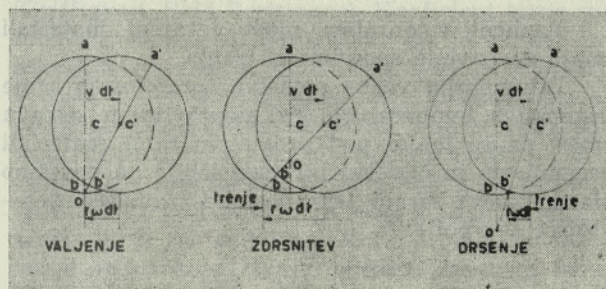
Velikost zaostajanja — zdrsnitev zaradi drsenja kolesa:

$$\beta = \frac{v - \omega \cdot r}{v} \cdot 100 \quad v \text{ ‰}$$

Mejni primer nastopi pri blokiranem — zavrtim kolesu:

$$\omega \cdot r = 0 \quad \beta = 100 \text{ ‰}$$

Vzrok vrtenja kolesa na mestu in drsenja zavrttega kolesa je torej v bistvu enak — premajhna prijemljivost vozišča.



Sl. 1

Za nadaljnja izvajanja je pomembna predvsem razlika med obodno hitrostjo kolesa $\omega \cdot r$ in hitrostjo gibanja vozila v . Koeficient trenja narašča z večanjem zdrsnega zaostanka vse do največje vrednosti μ_H , ki jo imenujemo koeficient prijemljivosti. Če je pogonska sila ali sila, ki jo lahko prevzamejo zavore, večja od sile, ki ustreza koeficientu prijemljivosti, se zdrsni zaostanek večja vse dotlej, dokler kolo ni blokirano in nastopi drsenje. Koeficient torne sposobnosti vozišča μ_G (Gleitbeiwert) je praviloma vedno manjši od koeficienta prijemljivosti. Zdrsni zaostanek (Schlupf) je posebno važen pri zaviranju, kjer je mejna vrednost drsenja pogostejše presežena, kar je navadno odločilno v nevarnih situacijah.

Najmanjša zahtevana prijemljivost vozišča določa se v nobeni državi ni predpisana. Ker pa že obstajajo predpisi za najmanjše pojemke, ki jih vozilo v odvisnosti od svoje konstrukcije mora doseči, se s tem tudi v pogledu drsenja postavljajo določene zahteve.

Po predpisih nekaterih evropskih držav mora znašati srednji pojemek polno naloženega vozila na suhem vozišču pri uporabi pogonske zavore:

za tovorna vozila in avtobuse	4,0 m/sek ²
za vlečna vozila	3,5 m/sek ²
za osebna vozila	2,5 m/sek ²

Srednji pojemek dobimo s pomočjo enačbe

$$b_m = \frac{v_0 \cdot b_v}{v_0 + 2 b_v (t_a + t_s/2)}$$

kjer pomeni:

v_0 = začetna hitrost

b_v = pojemek

t_a = čas naraščanja zavorne sile do popolnega

t_s = čas naraščanja zavorne sile od popolnega zavrtja

Da bi takšen srednji pojemek dosegli, so zaradi zapoznelega popolnega zavrtja potrebne znatno večje vrednosti pojemke (za navadne hidravlične zavore 4,7 — 4,1 — 2,9 m/sek², za zračne zavore 5,7 — 5,0 — 3,6 m/sek²).

Po enačbi

$$\mu_G = \frac{b}{g}$$

kjer pomeni:

μ_G = koeficient torne sposobnosti

b = izmerjeni pojemek

g = zemeljska težnost $\sim 10 \text{ m/sek}^2$

je mogoče doseči takšne pojemke, če znaša koeficient prijemljivosti več kot 0,36. Ker pa mora biti del vrednosti koeficienta prijemljivosti na razpolago za prevzem bočnih sil, mora znašati koeficient prijemljivosti najmanj 0,42. S tem koeficientom prijemljivosti so izračunani predpisani srednji pojemki.

3. Bočne sile

Bočne sile že pri najmanjšem delovanju povzročijo odklik vodenega kolesa vozila iz smeri vožnje. Kljub ustreznosti prijemljivosti moramo namreč upoštevati, da so pnevmatike elastične in sledijo bočnim silam, ki tiščijo vozilo v prvotno vozno smer. Da bi vozilo lahko prevzelo bočne sile, se postavi poševno na smer gibanja. Pri istočasnem delovanju bočne sile ter pogonske ali zaviralne sile nastopi poleg deformacije pnevmatike še rahlo bočno drsenje. Prijemljivost vozišča je lahko premajhna za prevzem vseh teh sil in vozilo zanese iz vozne smeri ter prične bočno drseti.

Del koeficienta prijemljivosti vozišča, potreben za držanje vozila v vozni smeri, imenujemo koeficient bočne sile μ_S . Rezultati modelnih preiskav kažejo, da je potreben največji koeficient bočne sile takrat, ko je naklonski kot vodenih koles pri mokrem vozišču nad 8° in pri suhem vozišču nad 15°. S pnevmatikami brez profila je bila ugotovljena podobnost med najvišjimi vrednostmi koeficienta bočne sile in koeficienta torne sposobnosti vozišča.

III. Prijemljivost vozišča

Varnost vožnje bo tem večja, čim večja bo prijemljivost vozišča. Vpliv na prijemljivost imata vozilo in vozišče.

1. Vpliv vozila

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| a) Obremenitev: | c) Pnevmatike: |
| lastna teža, | velikost, |
| koristna teža, | temperatura, |
| adhezijska sila, | vrsta gume, |
| vlečna sila, | profil, |
| kolesna obremenitev. | notranji zračni pritisk. |
| b) Vzmetenje vozila: | č) Uporaba in zunanji |
| način, | vplivi: |
| stanje, | hitrost vozila, |
| dušenje, | upor zraka, |
| razdelitev mas. | veter, |
| | način vožnje. |

Pri vplivu vozila imajo odločilen pomen profil pnevmatike in vrsta gume ter vozna hitrost vozila.

Profil pnevmatike mora na mokrem vozišču omogočiti odtok med dotikalno površino vozišča in gumo zaprte vode. Če to ni doseženo, pnevmatika izgubi stik s površino vozišča. Konkurenca na tržišču sili izdelovalce k proizvodnji takšnih pnevmatik, ki pri normalni vzdržljivosti oziroma obrabi nudijo čim večjo prijemljivost z voziščem.

Najboljšo prijemljivost ima mehka guma, vendar zaradi prevelike obrabe ni uporabljena v proizvodnji pnevmatik.

V zvezi s prijemljivostjo vozišča ima vozna hitrost velik pomen zaradi tega, ker se z večanjem hitrosti prijemljivost zmanjšuje. Vzrok je v tem, da je pri naraščajoči hitrosti dotikalna površina pnevmatike vrtečega kolesa vedno manj časa v stiku s površino vozišča — plašč se ne more tako hitro prilagajati deformirani površini vozišča, kar deloma onemogoča tudi centrifugalna sila.

Prijemljivost se manjša tudi z neprimernim zagonom, pospeševanjem ali zaviranjem vozila. Prijemljivost je najmanjša, če kolo drsi in največja, če znaša drsni zaostanek kolesa 15 do 20 %.

Stalna težnja za večjimi voznimi hitrostmi postavlja v pogledu prijemljivosti vozišča vedno večje zahteve. Vprašanje, v kolikšni meri bo vozišče tem zahtevam lahko sledilo, je še nerešeno.

2. Vpliv vozišča

- | | |
|---------------------|------------------|
| a) Elementi: | |
| krivine, | |
| skloni: — vzdolžni, | |
| — prečni. | |
| b) Površina: | |
| material | torna sposobnost |
| hrapavost | vozišča, |
| ravnost, | c) Stanje: |
| trdnost. | suho — mokro, |
| | temperatura, |
| | zablatenost, |
| | poledenelost. |

Kolikšen je prispevek vozišča k prijemljivosti je važno spoznati zaradi odgovora na vprašanje,

kakšne zavarne možnosti naj vozišče nudi vozilu. Ker je treba stremeti za čim večjo prijemljivostjo, je velikost zavornih možnosti posebno pomembna za gradnjo novih cest.

Prijemljivost pa je nadalje odvisna tudi od trdnosti površine vozišča, kajti iztrgana zrna na vozišču delujejo kot kroglice oziroma valjčki v ležaju.

Vplivi stanja vozišča pa so naslednji: suho in čisto vozišče ima dobro prijemljivost, ker je takrat trenje veliko.

Če pa je vozišče mokro, zablateno ali celo poledenelo, je prijemljivost majhna, ker voda v določenih pogojih »maže« vozišče, blato tvori tanko vmesno plast med pnevmatiko in površino vozišča, led pa močno zmanjša trenje.

Material

Različni v obrabno plast vgrajeni materiali imajo svojstvene sposobnosti trenja.

Bitumenska vezna sredstva spreminjajo svoje lastnosti s temperaturo. Pri nepravilnem sestavu zmesi pa se lahko pod prometom sami materiali pregupirajo in odvečni bitumen izbije na površino plasti, katera zaradi tega postane »zamaščena« — vozišče se »poti«.

Hrapavost

Razen materialov je za torno sposobnost pomembna tudi struktura površine vozišča oziroma njena hrapavost. Če pa hočemo hrapavost vozišča kot takšno obravnavati in ocenjevati, moramo vedeti predvsem kaj pomeni izraz hrapavo vozišče. Hrapavost vozišča je geometrijska lastnost površine vozišča. V primerjavi z geometrijsko ravnim voziščem ima hrapavo vozišče mnogo majhnih in ostrih izboklin — konic, med katerimi so povezane brazde. Te neravnine so v primerjavi z dotikalno površino pnevmatike zelo majhne, specifični pritiski na omejeno število izboklin in konic pa zelo veliki (po angleških podatkih celo do 560 kp/cm²). Zaradi velikih specifičnih pritiskov pa obstoji ugodna možnost, da pnevmatika na mestih dotika izrine vodo in prah, ki se nabereta na posameznih zrnih in v določenih primerih tvorita nevarno drsno plast.

Osnova za določitev hrapavega vozišča je mikrogeometrijski izgled površine. Izbokline ali ostre konice posameznih zrn morajo biti med seboj oddaljene za 20-kratno višino, zato jih lahko zaznamo tudi s tipanjem.

Z modelnimi preiskavami je bilo ugotovljeno, da vlažna, geometrijsko podobna zrna z ostrimi robovi in konicami različnih višin omogočajo enako prijemljivost, če je število zrn na enoto površine vozišča obratno sorazmerno kvadratu višin. Pri hrapavih voziščih praviloma ne nastopijo nikakršne dodatne obremenitve vozišča zaradi hrapavosti.

Globina, do katere se zrno vtisne v pnevmatiko, je odvisna od vrste gume in notranjega priti-

ska v pnevmatiki. Ugotovljena globina 2 mm nam kaže, da mora biti v vozišče vgrajeno vsaj 8 mm zrno.

Obsežne raziskave so pokazale, da je za srednje hitrosti (med 60 in 80 km/h) najprimernejša fino hrapava površina vozišča (asfaltbeton 0/8 mm do 0/12 mm z eruptivnim agregatom in po možnosti predbituminiziranim polnilom).

Ostre krivine in strmi vzponi pa zaradi majhnih hitrosti zahtevajo grobo hrapave površine (plemeniti drobljenec, vtisnjen in zasut s fino asfaltbetonsko zmesjo).

Torna sposobnost vozišča

Iz gornjega je razvidno, da so vgrajeni materiali in hrapavost vozišča najpomembnejši za prijemljivost. Skupno delovanje vgrajenih materialov in hrapavosti imenujemo torna sposobnost vozišča (Griffigkeit, Skid Resistance). Koeficient torne sposobnosti vozišča (Gleitbeiwert) pa je skupni prispevek materiala in hrapavosti vozišča k prijemljivosti. Pove nam, kolikšen del kolesne obremenitve se pri zavrtju drsečem kolesu prenese s trenjem prek dotikalne ploskve na vozišče. Koeficient torne sposobnosti vozišča ima torej odločilen vpliv na varnost vožnje. Nemški statistični pregled kaže, da je za približno 20 % prometnih nesreč vzrok neustrezno stanje vozišča, od tega 80 do 85 % izlizenost in zglaženost vozišč. To pomeni, da je treba graditi takšna vozišča, ki bodo v pogledu torne sposobnosti v vseh vremenskih razmerah sposobna zagotoviti zadovoljivo prijemljivost med pnevmatiko in voziščem, da se bo voznik na primerno vzdrževanem vozišču lahko posvetil izključno samo prometu in imel pri upravljanju z vozilom občutek varnosti.

Napačno pa bi bilo vozno varnost vozišča prepoznati samo s torno sposobnostjo vozišča. Iz prej omenjenih vplivov je razvidno, da je za varnost merodajna prijemljivost vozišča v celoti, kajti torna sposobnost vozišča je lastnost površine vozišča same in je samo del vsakokratnim različnim pogojem ustrezne prijemljivosti vozišča. Kljub veliki torni sposobnosti je namreč lahko vozišče prometno nevarno (zablateno, zamaščeno, poledenelo), pri ustrezni torni sposobnosti vozišča pa vozna varnost ogrožena z neustrezno vožnjo ali pokvarjenim vozilom. Obratno pa lahko vozišče z majhno torno

sposobnostjo v ugodnih razmerah nudi varno vožnjo (ravne ceste z majhnim prometom, kjer ne nastopi potreba nenadnega zaviranja in so potrebne le manjše sile, ki držijo vozilo v vozni smeri).

Od vozišča moramo torej zahtevati, da v normalnih razmerah omogoča s svojo torno sposobnostjo, pravilno grajenim in ustrezno vodenim vozilom varno vožnjo.

Pri drsenju vozila pa je potrebno poleg torne sposobnosti vozišča preiskati tudi druge zunanje vplive na prijemljivost vozišča.

IV. Meritve torne sposobnosti vozišča

Da bi torno sposobnost vozišča lahko ugotovili, mora biti z ustreznimi merilnimi napravami, s katerimi določimo prijemljivost vozišča pri različni torni sposobnosti, vendar enakih preostalih zunanjih pogojih, izmerljiva. S takšnimi meritvami je mogoče ugotoviti doprinos torne sposobnosti vozišča k prijemljivosti. Zunanje pogoje pa je pri meritvah tako prilagoditi in izbrati, da je lahko najmanjša prijemljivost, ki jo vozišče nudi vozilu, istočasno tudi enota mere za torno sposobnost vozišča. Čimbolj neugodni so zunanji pogoji, tem nižje vrednosti za prijemljivost bodo dosežene, s tem pa tudi najmanjše prijemljivosti na izbranem vozišču.

1. Merilne naprave

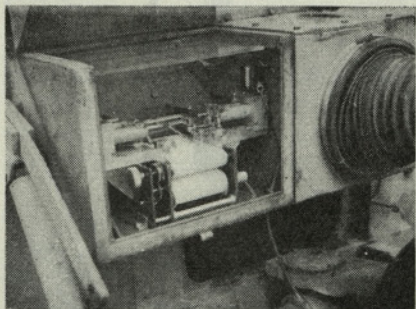
Vzporedno z razvojem prometa se v nekaterih državah že več desetletij ukvarjajo s problemom torne sposobnosti vozišč oziroma prijemljivosti. Za raziskave je bilo izdelanih več vrst merilnih naprav za meritve koeficientov.

Zaradi primerljivosti rezultatov bodo opisane samo nekatere, ki dajejo v odvisnosti od načina zaviranja in vodenja merilnega kolesa ustrezne rezultate.

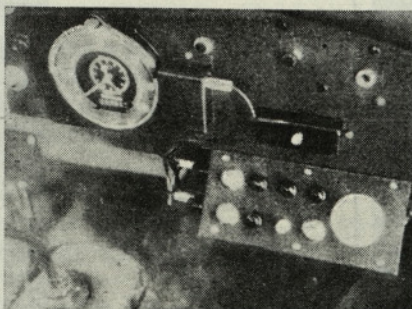
a) Z blokiranim kolesom stuttgartske merilne naprave (Stuttgarter Reibungsmesser) določimo koeficient torne sposobnosti vozišča μ_G .

Merilna naprava je prikazana na slikah 2—4. Slika 2 prikazuje instrumente za zapis meritev. Na sliki 3 je prikazana komandna plošča, montirana v kabini vozila.

Odgovorni delavec s pomočjo oznak ob vozišču vklaplja in izklaplja merilno napravo. Na



Sl. 2



Sl. 3



Sl. 4

sliki 4 pa je prikazano merilno vozilo trenutek za tem, ko je bilo merilno kolo pri hitrosti 60 km/h blokirano.

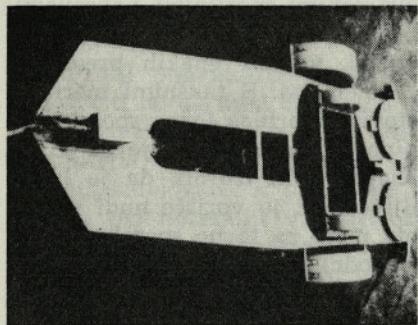
Praviloma je merilno kolo, nameščeno v sredini za vlečnim vozilom, opremljeno s profilirano pnevmatiko.

Največja merilna hitrost znaša 80 km/h.

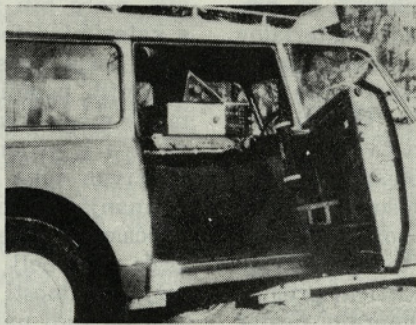
Merilna naprava meri zavorno silo na blokiranjem kolesu.

b) Koeficient prijemljivosti vozišča določimo z merilno napravo nizozemskega državnega laboratorija za ceste. Merilno kolo zaradi zaviranja (z ustreznim prenosom) zaostaja. Zdrski zaostanek β znaša približno 86 % (prenos 7 : 1).

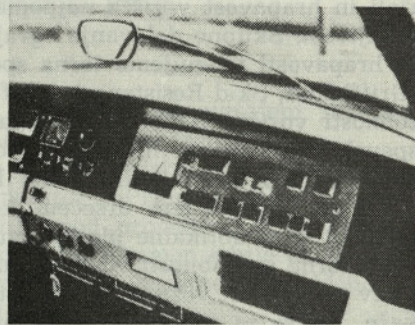
Merilna naprava je prikazana na sliki 5.



Sl. 5



Sl. 6



Sl. 7

V sredini med nosilnima kolesoma nameščeno merilno kolo je opremljeno s profilirano pnevmatiko.

Največja hitrost pri meritvah znaša 60 km/h.

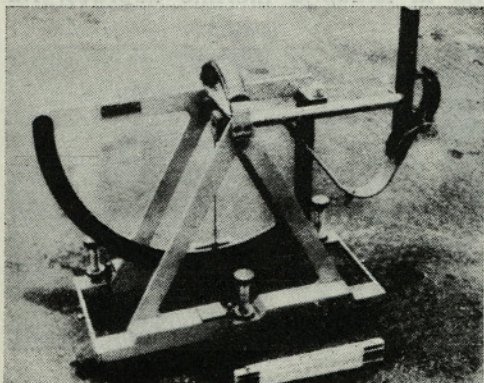
Merilna naprava meri zavorno silo na zavrtjem kolesu.

c) Koeficient bočne sile lahko določimo s Stradographeom (merilna naprava francoskega laboratorija za ceste).

Z njim ugotovimo silo, ki tišči — pod določenim kotom na vozno smer prosto tekoče vodeno kolo — nazaj v vozno smer.

Merilni kolesi, nameščeni vzporedno pred zadnjimi kolesi vozila, sta opremljeni z gladkima pnevmatikama.

Merilno vozilo je prikazano na slikah 6 in 7. Na sliki 6 je prikazana namestitev merilnih koles in aparatur v osebno vozilo, na sliki 7 pa ko-



Sl. 8

mandna plošča, vgrajena na armaturno ploščo vozila pred sedežem sovozača.

Največja merilna hitrost je 140 km/h.

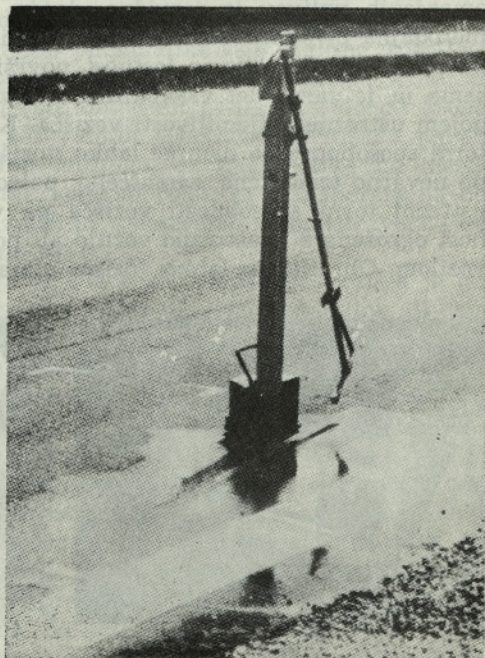
d) Koeficient torne sposobnosti vozišča lahko primerjalno določimo tudi z Lerouxjevim nihalom, ki je zelo priročno (slika 9).

Nihalka z gumijastim vložkom po sprostitvi drsi s hitrostjo približno 10 km/h po površini vozišča, kar lahko primerjamo z gibanjem blokirane kolesa pri majhni hitrosti. Odklon nihalke od mirovne lege pokaže porabljen energijo oziroma primerjalno ustreznosti koeficient torne sposobnosti vozišča.

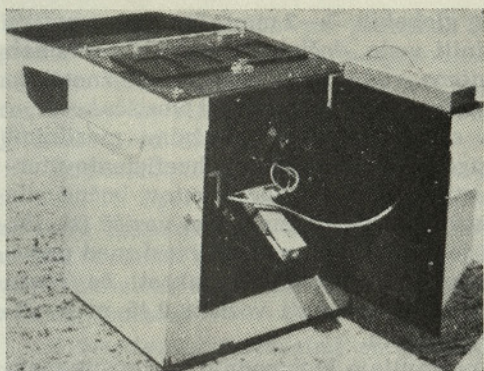
Na enakem principu je zasnovana tudi angleška naprava »Portable Skid Resistance Tester«.

e) S stereofoto posnetki lahko ugotovimo velikostni red izboklin oziroma jamic na površini vozišča. Omogočajo pa nam predvsem primerjalno vrednotenje torne sposobnosti podobnih vozišč. Velikost in razporeditev nosilnih delcev površine vozišča, katerih se pnevmatike dotikajo — tekstura površine vozišča — je odvisna od:

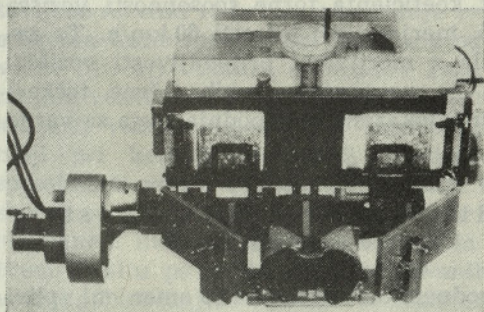
- načina gradnje obrabnega sloja,
- vpliva prometa in vremena.



Sl. 9



Sl. 10



Sl. 11

Tekstura površine vozišča omogoča določiti znižanje koeficienta torne sposobnosti mokrega vozišča zaradi naraščajoče hitrosti.

Stereofoto naprava je prikazana na sliki 10. Povečevalna naprava za vrednotenje posnetkov pa na sliki 11.

2. Merilni pogoji

Z opisanimi merilnimi napravami merimo torej tri različne vrednosti:

μ_G = koeficient torne sposobnosti vozišča z blokiranim kolesom,

μ_H = koeficient prijemljivosti vozišča s še vrtečim zavrtim kolesom,

μ_S = koeficient bočne sile s poševno na vozno smer postavljenim kolesom.

Ker so razen karakterističnih razlik merilnih naprav različni tudi drugi pogoji (vrsta gume, pritisk v pnevmatiki, vlažnost vozišča, čistost vozišča, stanje vozila, vozna hitrost itd.) bi bilo primerjanje rezultatov nemogoče.

Zaradi tega so postavljeni naslednji merilni pogoji:

Merilni odseki naj ležijo v premah. Vzdolžni sklon sme znašati največ 3 ‰, ker ga sicer s predpisano hitrostjo ni mogoče izmeriti. Vozišče naj bo čim bolj ravno in očiščeno. Med meritvijo mora biti vozišče dovolj mokro, zato ga je neposredno pred merilnim kolesom močiti.

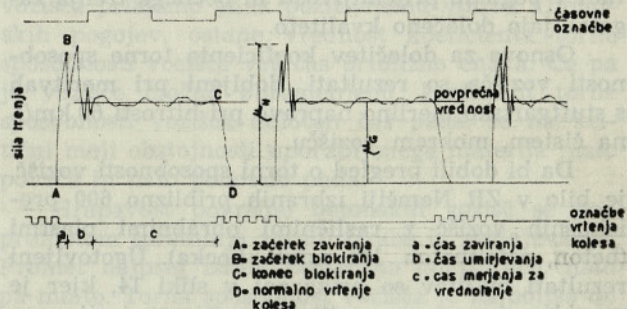
Pri polivanju z določenimi količinami vode so bile ugotovljene najneugodnejše debeline vodnega filma in zaradi tega najnižje vrednosti koeficientov.

Osnovna merilna hitrost je 60 km/h in mora biti konstantna med meritvijo vsega odseka.

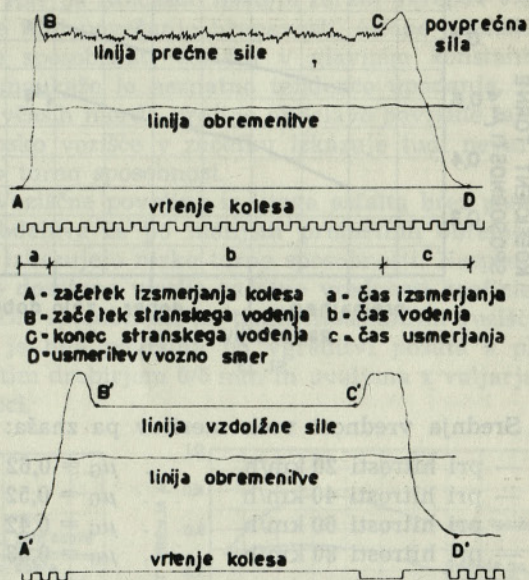
3. Rezultati meritev

Na ustrezno prirejenih registrirnih valjih nastane zapis meritve.

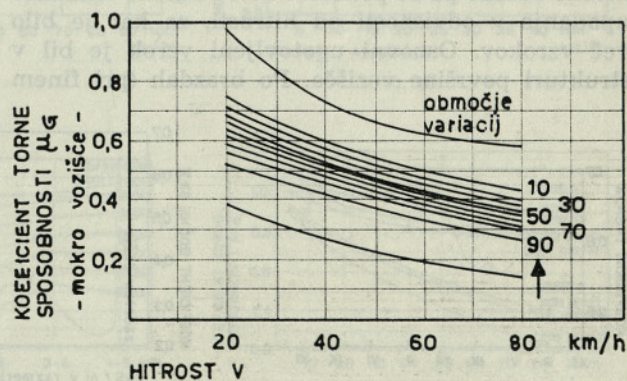
Primer zapisa meritve s stuttgartsko merilno napravo je prikazan na sliki 12. V točki A je bila zavorna naprava vključena. Do točke B je zaviranje hitro naraščalo, dokler ni bila prijemljivost presežena in je kolo blokiralo. K tako visoki vrednosti μ_H je pripomogla tudi vztrajnost kolesa. Na merilnem zapisu določimo srednjo torno silo.



Sl. 12



Sl. 13



Sl. 14

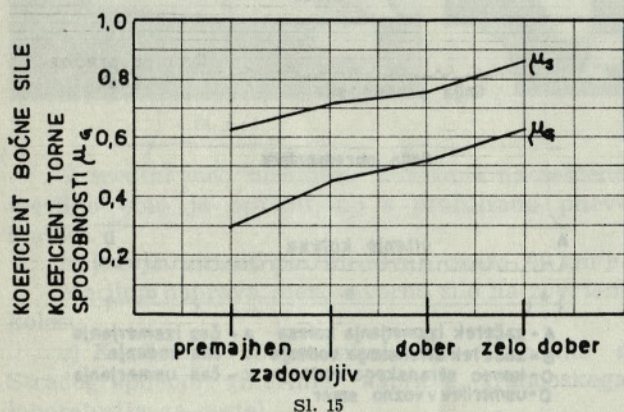
Iz razmerja med srednjo torno silo in statično obremenitvijo kolesa določimo koeficient torne sposobnosti vozišča.

Na sliki 13 je prikazan zapis meritve s strado-graphom. Posamezne faze meritve in zapis so v bistvu enaki, kot pri meritvi s stuttgartsko merilno napravo. Razlike so le zaradi različnih zahtevanih vrednosti meritev.

Analize merilnih naprav nam kažejo, da vozišča z visoko torno sposobnostjo nimajo samo ugodnega koeficienta torne sposobnosti, pač pa tudi v pogledu prijemljivosti in bočnega trenja zagotavljajo določeno kvaliteto.

Osnova za določitev koeficienta torne sposobnosti vozišča so rezultati, dobljeni pri meritvah s stuttgartsko merilno napravo pri hitrosti 60 km/h na čistem, mokrem vozišču.

Da bi dobili pregled o torni sposobnosti vozišč, je bilo v ZR Nemčiji izbranih približno 600 preizkusnih vozišč z različnimi obrabnimi plastmi (beton, asfaltbeton, liti asfalt, kocka). Ugotovljeni rezultati meritev so prikazani v sliki 14, kjer je razvidno sorazmerno veliko območje variacij.



Sl. 15

Srednja vrednost vseh meritev pa znaša:

- pri hitrosti 20 km/h $\mu_G = 0,62$
- pri hitrosti 40 km/h $\mu_G = 0,52$
- pri hitrosti 60 km/h $\mu_G = 0,42$
- pri hitrosti 80 km/h $\mu_G = 0,33$

Pri meritvah ugotovljene vrednosti za posamezne odseke pa so pokazale zelo različne tendence upadanja v odvisnosti od hitrosti, za kar je bilo več vzrokov. Osnovni ugotovljeni vzrok je bil v strukturi površine vozišča. Po brazdah (pri finem

asfaltbetonu globokih 1—2 mm) ima pnevmatika možnost izriniti vodo, dočim pri gladkih površinah vozišča stisnjena voda nima ustrezne možnosti za odtok, kar zniža torno sposobnost vozišča.

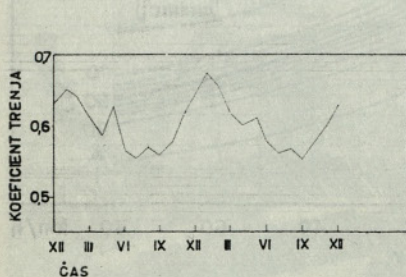
V ZDA so na osnovi z različnimi merilnimi napravami ugotovljenih vrednosti koeficientov torne sposobnosti vozišča in koeficientov bočne sile določili območja za kvalitetno oceno vozišč (sl. 15). Po tej oceni je zadovoljiva prijemljivost med pnevmatiko in voziščem ustvarjena takrat, če znaša koeficient torne sposobnosti vozišča 0,45 in koeficient bočne sile 0,75.

V ZRN postavljajo kot spodnjo zahtevano mejo za vrednost koeficienta torne sposobnosti vozišča 0,40 do 0,45, merjeno pri hitrosti 60 km/h. Ta zahteva je bila z meritvami prijemljivosti vozišča: pnevmatika na nevarnih odsekih (»črne točke«) tudi praktično dokazana kot spodnja meja za varno vožnjo.

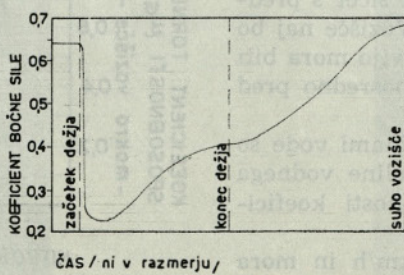
4. Vplivi na torno sposobnost vozišča

Že v uvodnem delu sestavka so omenjeni vplivi na torno sposobnost vozišča. Rezultati meritev to samo potrjujejo. Slika 16 prikazuje vpliv letnih časov oziroma takratnih vremenskih pogojev na vozišče. V splošnem je opazen znaten porast torne sposobnosti vozišča v zimskih mesecih in padec v poletnih mesecih. To si lahko razložimo s tem, da že samo vreme pozimi vpliva na obstojnost površine vozišča. Razen vremena pa uporaba soli in redno čiščenje snega (s čimer se odstranjuje s površine vozišča tudi razpadli material) ugodno vplivata na večanje torne sposobnosti vozišča. Nasprotno temu pa promet poleti prah in odvečno vezivo zagladi, s tem pa zmanjša torno sposobnost vozišča. Meritve so pokazale, da so največje razlike v torni sposobnosti nastale na voziščnih konstrukcijah, kjer je obrabna plast z odprto strukturo.

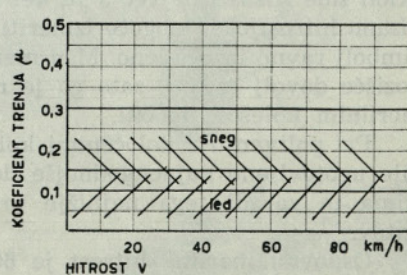
Vpliv dežja po daljšem suhem obdobju je prikazan z rezultati meritev na sliki 17. Obrabna plast finega asfaltbetona izkazuje v suhem obdobju zelo dobro torno sposobnost. Ko začne deževati, torna sposobnost hipoma pade na manj kot polovično vrednost. Ko dež izpira s površine vozišča prah in blato, se torna sposobnost vozišča večja in približuje vrednosti, kot jo sicer ima mokro, čisto vozišče. Pri daljšem deževju ostane ta vrednost pri-



Sl. 16



Sl. 17



Sl. 18

bližno konstantna. Ko pa preneha deževati, se prične vozišče sušiti in torna sposobnost ponovno narašča. Suho vozišče pa ima zaradi odpranih delcev prahu in blata višjo torno sposobnost, kot jo je imelo pred dežjem.

Koeficient trenja na snegu in ledu je prikazan na sliki 18. Zgornja mejna vrednost na snegu velja za novo pnevmatiko z zimskim profilom, spodnja mejna vrednost pa za izrabljeno pnevmatiko. Najvišji koeficient trenja na ledu pa ima pnevmatika z žebli (spikes).

Z meritvami, izvršenimi na različnih obrabno zapornih plasteh voziščnih konstrukcij, so bile ugotovljene na sliki 19 prikazane srednje vrednosti koeficienta torne sposobnosti vozišča v odvisnosti od vozne hitrosti. Analiza rezultatov kaže, da je pri majhni vozni hitrosti poprečni koeficient torne sposobnosti vozišča najvišji pri asfaltbetonu in najnižji pri kockah. Vrednosti koeficientov torne sposobnosti vozišč pri merilni hitrosti 60 km/h so skoraj enake pri asfaltbetonu, betonu in posebno obdelanem litem asfaltu, pri kockah in navadnem litem asfaltu pa so že izpod zahtevanih za varno vožnjo. Z večanjem merilne hitrosti se vrednosti koeficientov torne sposobnosti vozišč pri vseh voziščih še zmanjšujejo.

Obsežne raziskave asfaltbetonskih obrabnih plasti so pokazale zelo različen potek krivulj vrednosti koeficienta torne sposobnosti vozišča v odvisnosti od merilne hitrosti.

Primer treh različnih vozišč je prikazan na sliki 20. Krivulja »a« prikazuje vozišče iz asfaltbetona 0/12 mm s predbituminiziranim polnilom, krivulja »b« vozišče iz asfaltbetona 0/8 mm in krivulja »c« vozišče iz asfaltbetona 0/5 mm, ki pa je bilo izpostavljeno že večjim prometnim obremenitvam in je že delno zglačeno.

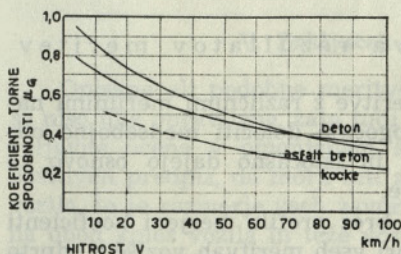
Iz poteka krivulj je razviden vpliv zrnivosti agregata na koeficient torne sposobnosti vozišča,

kar je prikazano tudi na sliki 21. Krivulja koeficienta trenja novega vozišča ima pri vozni hitrosti 60 km/h maksimum pri zrnivosti 15 mm (kvadratno sito 12 mm), krivulja dve leti starega vozišča pa pri zrnivosti 12 mm (kvadratno sito 9 mm). Iz tega izhaja, da moramo rešitev za ustrezno torno sposobnost vozišča iskati v obrabnih plasteh z granulacijo od 0/8 mm do 0/12 mm. Po nadaljnjem poteku krivulj namreč vidimo, da torna sposobnost vozišča v obeh smereh znatno pada.

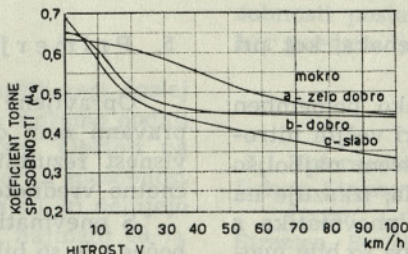
Kjer je neugodni vpliv prometnih obremenitev vozišča približno enak pozitivnemu vplivu klimatskih pogojev, ostane vrednost koeficienta torne sposobnosti vozišča ves čas približno enaka. Če pa je vozišče močno obremenjeno, koeficient torne sposobnosti vozišča določen čas pada, se na kritični meji obstojnosti uporabljenega materiala malo poveča in nato ponovno pada.

Hrapavost površine betonskih vozišč se pod prometom spreminja zaradi izrabe in zaglajevanja. Promet najprej izrabi cementno povrhnjico, nato pa malto. Torna sposobnost vozišča je najboljša do trenutka, ko se pokaže odprta struktura betona. Nadaljnje prometne obremenitve zglačujejo površino. Ker pa istočasno nastopi zaradi ukrepov vsled klime tudi povečanje hrapavosti, ostane koeficient torne sposobnosti vozišča v glavnem konstanten oziroma kaže le neznatno tendenco upadanja. Zaradi včasih morda prefine obdelave površine lahko betonsko vozišče v začetku izkazuje tudi nevarno nizko torno sposobnost.

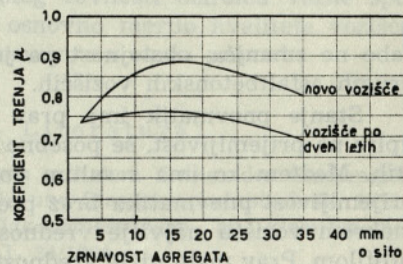
Voziščne površine iz litega asfalta brez posebne obdelave že po manjših prometnih obremenitvah izkazujejo nizke torne sposobnosti. Nasprotno pa so dosežene visoke začetne vrednosti koeficienta torne sposobnosti na tistih litoasfaltnih voziščih, kjer je bila površina po vgraditvi posuta s plemenitim drobirjem 0/5 mm in uvaljana z valjarjem z zobci.



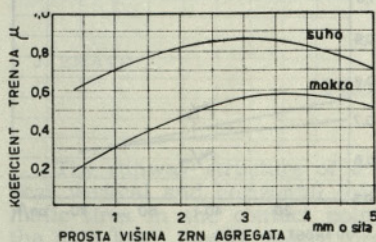
Sl. 19



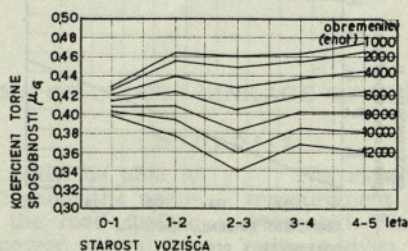
Sl. 20



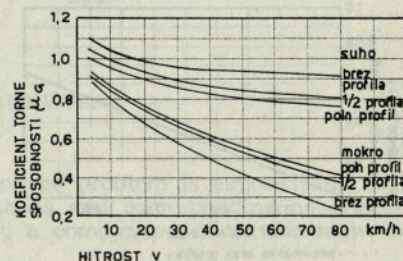
Sl. 21



Sl. 22



Sl. 23



Sl. 24

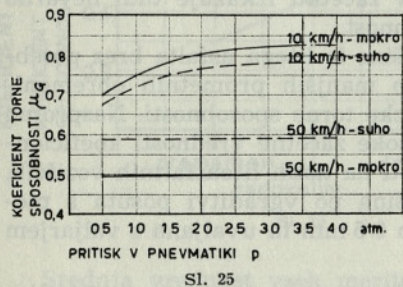
Pod prometom pa se drobir vtisne v plast litga aslafta, delno tudi iztrga in vdolbine zagladijo, tako da nastane zelo gladka površina, podobno kot pri navadnih litoasfaltnih voziščih. Meritve so pokazale, da pri litoasfaltnih voziščih pade koeficient torne sposobnosti že po enem letu uporabe za približno 0,10, nadaljnje upadanje pa je mnogo manjše in enakomerno, vendar že v območju, ko koeficient torne sposobnosti vozišča ne zadošča več za varno vožnjo. Posebna obdelava ima torej značaj le prehodno uspešne rešitve problema torne sposobnosti litoasfaltnih vozišč. Vozišča iz kock prav tako izkazujejo visoke začetne torne sposobnosti. Ko pa se pod prometom površina kock zglati, še posebno pa, ko se zglatijo ali z zalivno maso prekrijejo robovi kock, se torna sposobnost vozišča zelo zmanjša in že najmanjša vremenska sprememba pomeni nevarnost za promet. Istočasno z meritvami na običajnih sistemih obrabnih plasti pa so bile opravljene tudi meritve posebnih asfaltnih vozišč, ki so bila zgrajena le zato, da bi ugotovili sistem z največjo torno sposobnostjo. Pri tem so pokazala najboljše rezultate asfaltnobetonska vozišča z predbituminiziranim polnilom (durit, durabit, vabit). Poprečna ugotovljena vrednost koeficienta torne sposobnosti pri takšnih voziščih je znašala 0,55. Še posebno pomemben rezultat teh preiskav pa je, da se pri tako izdelanih obrabnih plasteh koeficient torne sposobnosti s časom upo-

(slika 24). Podrobnejše raziskave so pokazale, da mora biti na vsej pnevmatiki še vsaj 1 mm profila, da je dosežena zadovoljiva prijemljivost z voziščem.

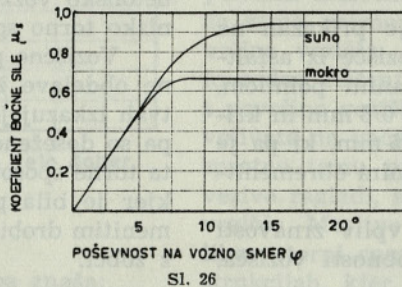
Ugotovljeno je bilo tudi, da pri nižji hitrosti z naraščajočim pritiskom v pnevmatiki narašča tudi koeficient torne sposobnosti vozišča, medtem ko je pri večjih hitrostih koeficient torne sposobnosti vozišča skoraj neodvisen od pritiska v pnevmatiki (slika 25).

Analize meritev koeficienta bočne sile so pokazale, da je do poševnosti vodenih koles na vozno smer vozila približno 5° bočna sila pri mokrem in suhem vozišču enaka. Znatno pa se razlika vrednosti koeficienta bočne sile poveča že pri poševnosti 10°. Rezultat teh preiskav pa je tudi ugotovitev, da je največja vrednost koeficienta bočne sile na mokrem vozišču pri poševnosti približno 8°, na suhem vozišču pa pri poševnosti 15 do 20° (slika 26).

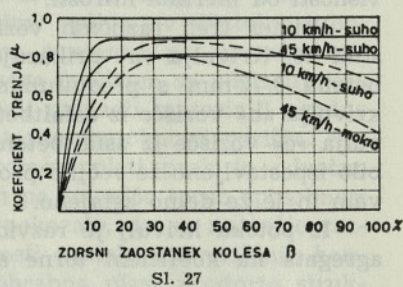
Odvisnost zdrsnega zaostanka od koeficienta trenja je prikazana na sliki 27. Najugodnejši koeficient trenja na suhem vozišču je bil ugotovljen pri zdrsnem zaostanku približno 15 do 20% in je z večanjem zdrsnega zaostanka le malo upadal vse do blokiranja koles. Na mokrem vozišču pa je trenje največje pri zdrsnem zaostanku približno 35%, z večanjem zdrsnega zaostanka pa občutno pada. Z večanjem hitrosti raste tudi razlika med koeficienti trenja.



Sl. 25



Sl. 26



Sl. 27

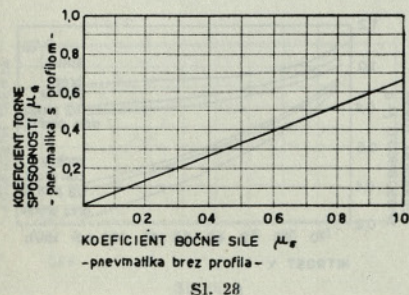
rabe ne zmanjša, obstojnost pa je enaka, kot pri drugih asfaltbetonskih voziščih.

Stanje pnevmatik ima prav tako pomemben vpliv na prijemljivost, še posebno pri večjih hitrostih. Medtem ko ima s suhim voziščem najboljšo prijemljivost pnevmatika brez profila, izkazuje na mokrem vozišču najvišje vrednosti pnevmatika s profilom. Prav malo nižje vrednosti pa so bile ugotovljene s pnevmatikami s polovičnim profilom

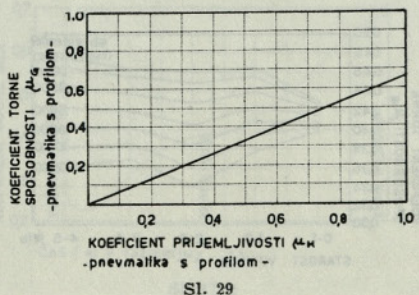
5. Primerjava rezultatov meritev

Opravljene meritve z različnimi merilnimi napravami nam omogočajo določiti medsebojno odvisnost rezultatov in istočasno dajejo osnovo za enotno vrednotenje.

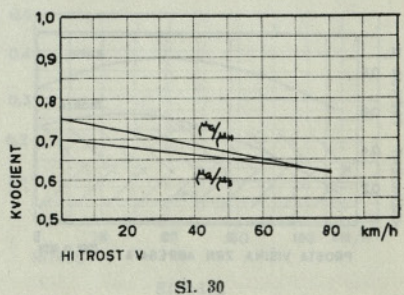
S pnevmatiko brez profila merjeni koeficienti bočne sile so bili pri vseh meritvah vozišč z odprto teksturo površine pri vseh hitrostih znatno večji



Sl. 28



Sl. 29

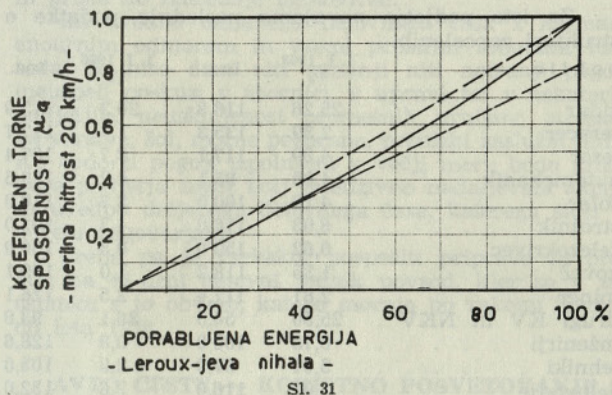


Sl. 30

od koeficientov torne sposobnosti vozišča, merjenih s profilirano pnevmatiko. Razmerje koeficientov bočne sile in torne sposobnosti vozišča je približno 1,5 : 1 (slika 28).

Kvocienat koeficient torne sposobnosti vozišča: koeficient prijemljivosti prav tako kaže tendenco upadanja z naraščajočo hitrostjo. Iz tega izhaja, da so vrednosti koeficientov prijemljivosti in koeficientov bočne sile pri voziščih z odprto teksturo površine približno enake.

Z meritvami je bila ugotovljena tudi medsebojna odvisnost rezultatov, dobljenih z Lerouxjevim nihalom in stuttgartsko merilno napravo (slika 31). Ugotovljena odvisnost velja za majhne hi-



Sl. 31

trosti. Območje rastroso dobljenih rezultatov meritev z Lerouxovim nihalom je približno enako območju rastroso rezultatov meritev koeficientov torne sposobnosti vozišč. Z Lerouxovim nihalom dobljeni rezultati so uporabni za primerjalno vrednotenje meritev istega vozišča v prečnem profilu. K uporabi manjše merilne naprave pa smo pogosto prisiljeni zaradi omejenega prostora (križišča, ostre krivine, priključki).

V. Zaključek

Opisane ali podobne meritve naših cest doslej še niso bile opravljene, zato tudi ne moremo podati veljavne ocene v omenjenem smislu. Obstoji pa pozitiven predpis, da mora biti zavorna sposobnost vozila, to je razmerje vseh zavornih sil, ki delujejo na obod koles vozila in teže vozila, najmanj 40 %. To pa pomeni, da morajo zavore povzročiti na površini vozišča delujočo silo, enako najmanj 40 % teže vozila. 40 % zavorna sposobnost vozila povzro-

či pojemek približno 4 m/sec^2 . In da bi bila površina vozišča sposobna prevzeti ta pojemek, mora znašati koeficient trenja najmanj 0,40. Ker pa voznik v nevarni situaciji ni v stanju izkoristiti najugodnejšo prijemljivost vozišča, kajti zavore zaradi nenadnega učinkovanja blokirajo, je zavorna pot vozila zaradi manjšega trenja pri drsenju daljša. Zaradi tega bi morala biti prijemljivost vozišča vedno večja od zavorne sposobnosti oziroma pojemka vozila. V interesu varnosti prometa bi moralo imeti vozišče v normalnih pogojih sposobnost prevzeti vsaj takšne zavorne učinke, kot jih lahko ustvari vozilo. To pa pomeni, da bi morala imeti z ozirom na predpis za zavorno sposobnost vozil vsa naša vozišča koeficient torne sposobnosti najmanj 0,40. Izkušnje kažejo, da bi bilo potrebno minimalno torno sposobnost vozišča predpisati že v projektnem elaboratu, kjer bi v odvisnosti od predvidenih prometnih obremenitev morala biti predpisana tudi sestava zmesi obrabne plasti. Rezultati meritev namreč kažejo, da imajo najvišje koeficiente torne sposobnosti tista asfaltbetonska vozišča, kjer je bilo uporabljeno malo, a trdega veziva za vezanje drobljenih zrn eruptivnega izvora (namesto peska in prodca). Močno obremenjena vozišča pa izrecno zahtevajo manjši odstotek veziva. Vse navedeno za novogradnje bi moralo v enaki meri veljati tudi za ojačitve obstoječih voziščnih konstrukcij. Pri tehničnih prevzemih bi morala pomembno ugotovitev predstavljati torna sposobnost vozišča.

Ker obstojijo dosegljive merilne naprave za objektivne meritve torne sposobnosti vozišč, ne bi smeli več dopustiti, da se prometni znaki »spolzka cesta« postavljajo več ali manj po občutku, ampak bi morali z meritvami ugotoviti neustrezne odseke in jih označiti. S tem bi zagotovili doslednejše upoštevanje prometne signalizacije v celoti, istočasno pa tudi večjo varnost prometa. Torna sposobnost mora poleg ravnosti oziroma vozne sposobnosti postati osnovno merilo kvalitete vozišča, ker predstavlja osnovo za varen promet.

Literatura:

- Untersuchungen auf dem Gebiet der Stassen-griffigkeit, Strassenbau und Stassenverkehrstechnik, 1959/1
- Croce: Griffigkeitsmessungen an klassifizierten Strassen, Bericht L 34/1964
- Neumann: Der neuzeitliche Strassenbau, IV/1959
- Glissance, Bulletin de Liaison des Laboratories Routiers, Spécial F — 1966

J. ŽMAVC:

PROBLEMS OF CLOSED LINKAGE OF THE RUNWAY

Synopsis

The runway structure of a road must be able to bear vertical and horizontal loads. Through the pneumatic tires in the contact point of the road surface the axle load, motive power, brake power, lateral power are transmitted to the runway.

The closed linkage problem is exposed and some measurement methods and corresponding apparatuses presented. Finally, a comparison of measurement results is given.

iz naših kolektivov

SESTANKI GRADBENE OPERATIVE

V organizaciji Biroja gradbeništva Slovenije in nekaterih gradbenih podjetij je bil v septembru izveden tretji ciklus letošnjih področnih (bazenskih) sestankov predstavnikov gradbenih podjetij. Obravnavali so obseg in problematiko njihove gradbene dejavnosti, posebej še stanje graditve stanovanj, dalje o Temeljnem zakonu o ugotavljanju in delitvi dohodka delovnih organizacij, o upravnih vprašanih oddaje del za gradnjo investicijskih objektov, o pripravnikih v gradbeništvo, o vprašanju, v katerih primerih je gradbeni tehnik lahko odgovorni vodja gradnje investicijskih objektov. Pogovorili so se še o opravljenem delu Gospodarske zbornice SRS, zlasti Sveta za gradbeništvo, o delovnem programu Biroja gradbeništva v prihodnjem letu, o skupni založbi garancijskega pisma in navodil za uporabo stanovanj, katera so dolžna ob vselitvi izročiti kupcem gradbena podjetja za vsa tista stanovanja, ki so jih zgradila za prodajo (za trg). Končno so obravnavali še osebne dohodke delavcev in uslužbencev v gradbeni operativi (stanje 30. junija 1968), podatke in analizo poslovanja po periodičnih obračunih za I. polletje 1968 ter se seznanili z nekaterimi dosežki pri uvajanju novih materialov in elementov kot npr. jeklena vrata in okna — izdelek podjetja »Kovinar« Maribor, kvalitetne površinske obdelave teh izdelkov v podjetju »Tekol« Maribor, dalje o satovnih panelnih ploščah za montažno gradnjo, o industrijski izdelavi ter montaži sanitarnih vozlov idr.

Podrobnejše informacije o navedenih bazenskih sestankih oziroma o posameznih obravnavanih vprašanih so razvidne v brošuri »Obvestila« št. 8/68, ki jih izdaja Biro gradbeništva Slovenije za svoje soustanovitelje — gospodarske organizacije gradbeništva.

SVOJEVRSTEN REKORD

Splošno gradbeno podjetje »Primorje« iz Ajdovščine — enota Koper je dosegla letos nov, svojevrsten rekord. Za Rudnik živega srebra Idrija so v Ankaranu v 34 dneh zgradili kuhinjo in restavracijo za počitniški dom. Površina moderne kuhinje in restavracije znaša 264 m². Z deli so pričeli 20. maja 1968, objekt pa je bil predan investitorju že 24. junija. V istem času je bila povsem končana tudi zunanja ureditev, ki obsega večji podporni zid in plato, tlakovan z betonskimi ploščami.

KAKO IZKORIŠČAMO DELOVNI ČAS

V nekem dokaj velikem gradbenem podjetju v Sloveniji je bilo doseženo naslednje izkoriščanje delovnega časa v obdobju januar—julij.

TABELA I.

Vrste izpadov	1967 ure	%	1968 ure	%
Letni in izredni dopusti	67.083	5,2	71.047	5,7
Državni prazniki	39.080	3,2	39.022	3,1
Čakanje zaradi vremena	40.189	3,1	39.696	3,2
Dovoljeni plačani izostanki	8.470	0,7	6.860	0,5
Bolovanje do 30 dni	33.495	2,6	32.788	2,6
Skupaj I.	188.317	14,6	189.502	15,1
Bolovanje nad 30 dni	21.609	1,7	22.416	1,8
Opravičeni izostanki	13.483	1,0	20.412	1,6

Vrste izpadov	1967 ure	%	1968 ure	%
Neopravičeni izostanki	1.882	0,1	1.725	0,1
Orožne vaje in predvojaška	3.401	0,3	901	0,1
Skupaj II.	40.330	3,1	45.454	3,6
Skupaj I. + II.	228.647	17,7	234.956	18,7
Vse ure skupaj	1.294.440	100,0	1.252.961	100,0

Morda bi bilo zanimivo analizirati izkoriščanje delovnega časa tudi v vaši delovni organizaciji?

KVALIFIKACIJSKA STRUKTURA

Za isto podjetje navajamo naslednje podatke o strukturi zaposlenih.

poklic	I. I. 1968 %	Ind.	I. I. 1966 %	Ind.
zidar	25,26	116,3	20,3	113,9
teracer	2,39	135,3	1,7	117,7
tesar	4,99	117,1	3,7	107,4
avtomekanik	4,05	95,1	4,2	119,5
šofer	4,16	100,0	3,7	110,0
strojnik	6,03	116,0	4,3	102,0
železokrivec	0,62	150,0	0,3	100,0
kovač	1,35	118,2	1,0	109,1
miner	2,81	117,4	2,5	126,1
drugi KV in NKV	25,50	54,5	36,1	93,8
inženirji	0,73	100,0	0,8	128,6
tehnik	3,01	87,9	2,9	103,0
delovodje	3,01	116,0	2,8	132,0
drugi uslužbenci	8,00	86,5	6,3	83,1
vajenci	8,00	86,5	9,4	123,6
skupaj	100,00		100,0	

po kvalifikaciji:

	Po delovnem mestu %	Po dejanski izobrazbi %
NKV delavci	34,0	41,0
PKV delavci	11,5	10,3
KV delavci	30,9	32,6
VKV delavci	10,7	3,1
NIŽ. uslužbenci	1,1	4,7
SRED. uslužbenci	7,9	6,5
VIS. uslužbenci	1,9	0,8
VIS. uslužbenci	2,0	1,0

po starosti:

	1966 št.	%	1967 št.	%
od 15 do 20 let	163	16,7	187	17,6
od 21 do 25 let	205	21,0	235	22,1
od 26 do 30 let	172	17,6	198	18,6
od 31 do 35 let	135	13,8	135	12,7
od 36 do 40 let	85	7,7	102	9,6
od 41 do 45 let	74	7,6	64	6,0
od 46 do 50 let	38	3,9	52	4,9
od 51 do 55 let	67	7,0	57	5,3
od 56 do 60 let	28	2,9	32	3,0
nad 60 let	8	0,8	3	0,3

po letih zaposlenosti pri sedanjem podjetju:

		%
do 1 leta	233	21,88 %
od 1 do 2 let	188	17,65 %
od 2 do 5 let	258	24,23 %
od 5 do 10 let	213	20,00 %
od 10 do 15 let	110	9,48 %
od 15 do 20 let	61	5,73 %
nad 20 let	11	1,03 %
skupaj	1065	100,00 %

po dolžini skupne delovne dobe:

do 5 let	458	43,00 %
od 5 do 10 let	214	20,09 %
od 10 do 15 let	153	14,37 %
od 15 do 20 let	98	9,20 %
od 20 do 25 let	71	6,67 %
od 25 do 30 let	45	4,23 %
od 30 do 35 let	21	1,97 %
nad 35 let	5	0,47 %
skupaj	1065	100,00 %

O UVEDBI DELJENEGA DELOVNEGA ČASA

so razpravljala koprsko-goriška podjetja gradbeništva in prišla do naslednje ugotovitve:

Za uvedbo deljenega delovnega časa z najmanj enournim odmorom in vsemi prostimi sobotami tudi sedaj še niso dani niti zunanji niti notranji pogoji (neuspeli poskusi v zbornici, v upravi ter v nekaterih podjetjih, neusklajenost prometnih urnikov, otroškega varstva, šol, možne prehrane, prenizki zaslužki, itd.). Ko bodo ti pogoji izpolnjeni v večji meri, bodo gradbena podjetja zopet bolj intenzivno nadaljevala akcijo za uvedbo deljenega delovnega časa, katerega sicer v načelu zagovarjajo.

Treba pa je vsekakor pospešiti priprave za prehod na 42-urni delovni teden povsod, kjer so v zastanku s to obvezo, katero morajo po zakonu izvršiti do leta 1970.

AVTO CESTE — KORISTNO POSVETOVANJE V ŠVICI

Projektanti avto ceste Maribor—Gorica so konec junija pripravili strokovne razgovore med našimi strokovnjaki in odgovornimi predstavniki cestne službe v Švici.

Delovni program je obsegal:

- ogled tovarne SIKA v Zürichu, ki proizvaja razne preparate in proizvode za sodobno gradnjo betonskih cest (kiti, plastifikatorji, aeranti, antisol, neoprenske profile za tesnitve itd.);

- ogled filmov o gradnji zvezne ceste št. 1;

- ogled gradnje švicarske zvezne ceste št. 1 v odseku Wil—St. Gall vključno z ogledom centralne betonarne s tremi mešalci, skupne prostornine 9.200 l, separacije, priprave planuma in betoniranja vozišča s pomočjo finiškarskega vlaka;

- razgovor o organizaciji izgradnje avtoceste;

- ogled gradnje avto ceste čez brennerski prelaz.

DOGRAJEN JE MOST V MURSKEM SREDIŠČU

Dne 25. avgusta je bil slovesno predan prometu most čez Muro v Murškem Središču. Dograjen je bil

pred rokom in je s tem prizadevni kolektiv TIG »Tehnogradnje« ponovno dokazal svojo strokovno usposobljenost ter kvalitetno in hitro delo. Ekipa, ki je ta most gradila, nedvomno zasluži vso pohvalo in čestitke, ki jih je izrazil predsednik občinske skupščine Lendava tov. Jože Kolarič z naslednjimi besedami:

»Graditelj mostu, podjetje »Tehnogradnje« iz Maribora, je svoje delo v zadovoljstvo vsem občanom lendavske občine opravilo tako, kot smo le lahko želeli, kar je dokaz o visoki strokovnosti in tehnični opremljenosti graditelja.«

MOST PREK DRAVE V VARAŽDINU

je pričelo graditi TIG »Tehnogradnje« iz Maribora. Most bo nekoliko večji od mostu v Ptujju in naj bi bil predan prometu 29. nov. 1969. Podjetje bo zgradilo še 700 m priključka ceste na obeh straneh mostu ter še manjši most na tej cesti.

VISOKI OBISK IZ AVSTRIJE V MARIBORU

Na povabilo predsednika Gospodarske zbornice SR Slovenije je 25. julija obiskal Ljubljano predsednik industrijske in trgovinske zbornice iz Münchna gospod ing. Heinz Noris s spremstvom. Naslednji dan so oba predsednika zbornic g. Norisa ter tovariša Leopolda Kreseta pričakali v Mariboru, kjer so na razgovorih o možnostih uspešnejšega sodelovanja med našimi in nemškimi gradbenimi podjetji razpravljali tudi predstavniki SGP »Konstruktor«, PVG »Stavbar«, TIG »Tehnogradnje« in DEM.

Gostje so si nato ogledali gradbišče Srednje Drave, o katerem so se zelo pohvalno izrazili.

VODOVOD PODGRAD—RADENCI

Prve dni januarja letos se je enota SGP »Konstruktor« pričela boriti s talno vodo pri izvedbi drenaže zajetja za vodovod Podgrad—Radenci.

Vodo so komaj krotili s črpalkami s skupno močjo 10.000 l/min. Drenažno zajetje — 400 metrov betonskih cevi premera 60 cm v globini prek 5 m in poglobitev obstoječega vodnjaka sta bila izvedena pred pogodbenim rokom 26. februarjem.

V nadaljnjih 80 delovnih dneh so izvršili vsa gradbena dela kompletnega vodovoda, dolgega ca. 10 kilometrov. Salonične vodovodne cevi premera 300 m/m je polagalo Industrijsko montažno podjetje.

Zelo zahtevna naloga je bila, v tako kratkem času zgraditi zbiralnik, ki ima prostornino 630 m³, vendar je bila tudi ta opravljena pred rokom, kvalitetno in vodotesno, v veliko zadovoljstvo investitorja in projektanta.

Bogdan Melihar

mnenje in kritika

ODGOVORNI VODJE POSEBNO ZAHTEVNIH IN SPECIFIČNIH OBJEKTOV

Izvršni odbor Zveze gradbenih inženirjev in tehnikov je na svoji seji dne 23. septembra t. l. med drugim obravnaval vprašanje odgovornih vodij gradbenih del posebno zahtevnih in specifičnih objektov glede na pripombe naših članov — tehnikov, ki žele, da se v določenih primerih tudi njim omogoči vodstvo takih del.

Ker spada po splošnih načelih pravil naše Zveze v pristojnost naše strokovne organizacije tudi prouče-

vanje specifičnih problemov gradbenih inženirjev in tehnikov in predlaganje najprimernejših rešitev odgovornim organom, smo imenovali posebno komisijo z nalogo, da zbere pripombe in pripravi predlog spremembe letos sprejetega republiškega zakona o ureditvi določenih vprašanj s področja graditve investicijskih objektov.

V nadaljnjem priobčujemo poročilo in predlog komisije z utemeljitvijo z namenom, da naši člani sporoče Zvezi gradbenih inženirjev in tehnikov morebitne pripombe z ustrežno utemeljitvijo.

Zaradi mnogih negodovanj srednje strokovnega kadra ob objavi novega zakona o ureditvi vprašanj s področja graditve investicijskih objektov, ki je bil objavljen v Uradnem listu SRS, št. 10 z dne 18. marca 1968, je izvršni odbor Zveze gradbenih inženirjev in tehnikov na svoji redni seji dne 23. septembra t. l. formiral komisijo (ing. Gorazd Berce, ing. Branko Vasle kot predsednik, vgt. Pavla Radetič in vgt. Ciril Stanič ter ing. Bogdan Kos), ki je imela nalogo, pripraviti predlog besedila o spremembi ali dopolnitvi citiranega zakona. Predlog naj bi izražal stališče Zveze tako v podporo naprednejšemu razvoju gradbeništva v Sloveniji, kakor tudi zaščito določenih pravic s prakso obogatene srednje strokovnega kadra. Komisija je predlagala naslednje:

PREDLOG DOPOLNILA K NOVEMU ZAKONU O UREDITVI DOLOČENIH VPRAŠANJ S PODROČJA INVESTICIJSKIH OBJEKTOV (URADNI LIST SRS, ŠT. 10 Z DNE 18. MARCA 1968).

K členu 14 naj se doda kot 2. odstavek naslednje besedilo:

V primerih, ko ima gospodarska organizacija, ki izvaja gradbena dela na objektih, navedenih v čl. 2 tega zakona, izdelan elaborat priprave in organizacije poteka dela, lahko izvajajo ta dela poleg v prvem odstavku navedenih oseb tudi osebe s srednjo in višjo strokovno izobrazbo, ki imajo na podobnih objektih najmanj 10 let operativne prakse. Elaborat priprave in organizacije poteka dela mora potrditi pooblaščen oseba iz prvega odstavka tega člena.

Utemeljitev:

Dosledno upoštevanje novega zakona bi spravilo v izredno težak položaj vse naše gradbeništvo, ker je nemogoče v neposrednem vodstvu gradnje na objektih

zaposliti toliko gradbenih inženirjev II. stopnje s petletno prakso, kot jo terjajo predpisi novega zakona, ki so v gradnji. Za primer naj navedemo samo GIP GRADIS, ki gradi trenutno 144 objektov, od katerih bi pod novi režim zakona prišlo 83, dejansko pa je zasedenih z inženirji II. stopnje le 20, kjer je taka izobrazba dejansko potrebna.

Pri izvajanju gradbenih del je prvenstveno poudariti prakso in izkušnje na podobnih objektih, ker to tehtneje prispeva k solidni izvedbi kot strokovna šolska in visokošolska izobrazba, ki je usmerjena predvsem na projektiranje, minimalno pa strokovnjak pridobi znanja o izvajanju gradbenih del.

Novi zakon tudi ne obravnava mesta inženirja I. stopnje, ki jih danes gradbena operativa in projektiva zaposlujeta.

Formulacija dodatka k čl. 14 zakona predvsem poudarja predhodno izdelan elaborat organizacije dela, ki obsega tudi vse pomožne konstrukcije, potrebne za gradnjo. S tem se potrebno strokovno znanje, ki ga izvajalec s srednjo ali višjo tehnično izobrazbo nima, zopet prenaša na strokovnjake, ki jih novi zakon sicer predvideva za projektiranje oziroma izdelavo tehnološkega elaborata.

Pri taki delitvi dela je možno bolje izkoristiti visokokvalificirane kadre in lažje najti ustrezno mesto v proizvodnji tudi za polno angažiranje gradbenih tehnikov in inženirjev I. stopnje, ne da bi zato kakorkoli trpela solidnost in kvaliteta gradbene izvedbe ali organizacije dela.

Komisija izvršnega odbora Zveze gradbenih inženirjev in tehnikov prosi vse prizadete, da v roku 14 dni pošljejo eventualne pripombe k besedilu zgoraj citiranega predloga dopolnila s primerno utemeljitvijo, da se po potrebi predlog še popravi.

Predsednik komisije:
dipl. inž. Branko Vasle, I. r.

vesti iz ZGIT

RAZPIS

za V. in VI. informativno pripravljalni seminar
za strokovne izpite kandidatov:

gradbeni tehnik, gradbeni inženir I. stopnje, arhitekt inženir I. stopnje, diplomirani gradbeni inženir in diplomirani inženir arhitekt.

Seminarja bosta v učilnici Doma pod Planino v Trebiji v Poljanski dolini in sicer bo:

V. seminar od 20. do vključno 23. I. 1969,

VI. seminar od 24. do vključno 27. II. 1969.

Seminarja bosta potekala po že ustaljenem programu. Prijave za oba seminarja sprejema Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Erjavčeva c. 15.

Rok sprejema prijav za V. seminar bo zaključen 20. decembra 1968, za VI. seminar pa 24. januarja 1969.

Razpis s podrobnejšimi podatki o organizaciji seminarjev bodo podjetja prejela pravočasno.

RAZPIS

za nadaljevalni seminar o komunalnih napravah, ki bo v Ljubljani 25. in 26. novembra 1968.

Program seminarja:

1. Ekonomski problemi dimenzioniranja komunalnih naprav.
2. Načrtovanje in vzdrževanje javnega zelenja.

3. Električni vodi in naprave.
4. Uporaba azbestnih in poletilenskih cevi za izgradnjo vodovodnega omrežja.
5. Moderna tehnologija pridobivanja mestnega plina in uporaba plastičnih cevi za omrežje.
6. Javna snaga v mestih in naseljih.
7. Risani prečni profili komunalnih napeljav z opisom izvedbe.
8. Vrste cevi za kanalizacijo in njihova uporabljivost.
9. Industrijska odpadna voda v kanalizaciji in možnosti dispozicije industrijske odpadne vode.
10. Zgornji ustroj cest in ulic.
11. Zimska služba in vzdrževanje cest.
12. Pokopališča kot komunalni objekti.

Izvedba programa seminarja, ki ga bo vodil dipl. inž. Marjan Prezelj, je zaupana krogu strokovnjakov, ki tovrstno problematiko poznajo. Vse sodelujoče na seminarju pa vabimo, da pripravijo vprašanja, na katera bodo dobili potrebne odgovore.

Seminarsko gradivo bo na razpolago že pred pričetkom seminarja. Vsa podjetja prejmejo v kratkem podrobnejši razpis.

Prijave za seminar, za katerega je veliko zanimanja, Zveza že sprejema. Informacije dobite pri Zvezi GIT, Ljubljana, Erjavčeva cesta 15, telefon 23 158.

SEMINAR O MREŽNI TEHNIKI

Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije bo priredila 5. in 6. decembra 1968 v Ljubljani informativni seminar

**UPORABA ELEKTRONSKIH STROJEV
MREŽNE TEHNIKE**

Seminar bo vodil član izvršnega odbora Zveze dipl. inž. Sergej Bubnov s sodelovanjem znanih strokovnjakov, ki nas bodo seznanili s temeljnimi osnovami za boljše poznavanje mrežne tehnike. Zato bo seminar nova prilika za vse, ki jih to področje zanima.

Program seminarja bo obsegal naslednje referate:

- Splošno o elektronskih računalnikih.
- Programiranje z elektronskimi stroji.
- Elektronski sistemi IBM.
- Standardni programi za gradbeništvo.
- Metode mrežne tehnike.
- Uporaba računalnikov pri mrežni tehniki.
- Primeri mrežnega plana.

Na željo udeležencev bo možen ogled elektronskega računskega centra.

Informacije o seminarju daje Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Ljubljana Erjavčeva 15, telefon 23 158, ki prijave za seminar že sprejema.

V. M.

Vsem članom, ki so poravnali članarino, se Zveza zahvaljuje za razumevanje.

Vse druge člane pa vljudno prosimo, da to store vsaj do konca novembra 1968. Položnice so bile priložene številki 4 in številki 8/9.

Zveza dobiva vedno več novih prijav za pristop v članstvo, zaradi česar bomo primorani neredne plačnike — že itak tako majhnega prispevka — črtati iz seznama naročnikov Gradbenega vestnika in članstva v zvezi. Vsekakor pa želimo in smo prepričani, da do tega ne bo prišlo, saj je naše skupno delo gotovo v obojestransko korist.

Zveza gradbenih inženirjev
in tehnikov za Slovenijo

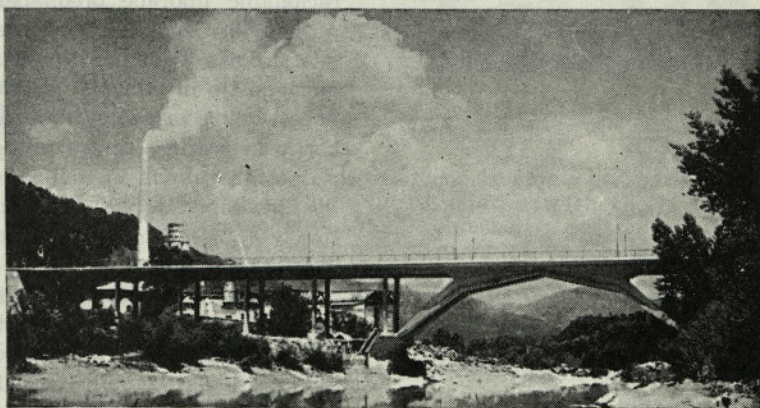
Splošno gradbeno podjetje

Primorje

AJDOVŠČINA

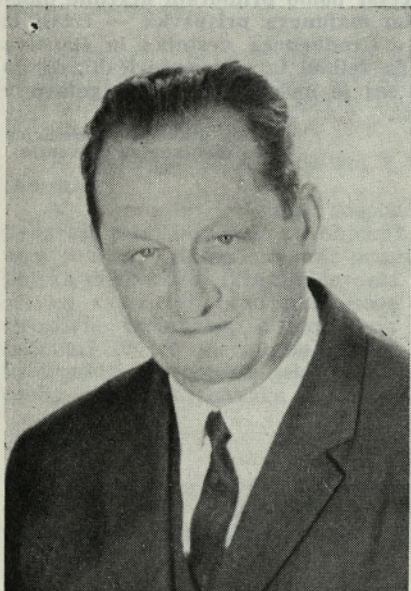
Splošno gradbeno podjetje
PRIMORJE, Ajdovščina

Izvajajo: visoke, nizke, industrijske in hidrogradnje po naročilu za trg ali po sistemu inženiring



in memoriam

INŽ. BORIS PIPAN



Proti koncu avgusta je slovensko javnost nenadoma pretresla vest, da je umrl inž. Boris Pipan.

Dipl. inž. Boris Pipan se je rodil 13. januarja 1913. leta v Komnu na Krasu, odkoder so starši ob koncu prve svetovne vojne zbežali v Maribor. Tu je dokončal realko in odšel na študij v Prago. Na politehniku je diplomiral leta 1935. Po odslužitvi kadrovskega roka se je zaposlil najprej pri tvrdki Živec, zatem pa pri tvrdki Šlajmer-Jelenec. Ob napadu na Jugoslavijo je bil mobiliziran na bolgarsko mejo, vendar mu je uspelo uiti ujetništvu. Zaposlil se je pri češki firmi, ki je prevzela dela na predoru Črešnjevca pri Slovenski Bistrici. Potem je moral na delo v Moravsko Ostravo in na Dunaj, odkoder je pred koncem vojne pobegnil v partizane.

Po osvoboditvi je inž. Boris Pipan prevzel izgradnjo dravskih elektrarn. Najprej dokončanje Mariborskega otoka in Vuzenice, potem pa še novi elektrarni Vuhred in Ožbalt. To so bile za takratno strokovno raven slovenskega in jugoslovanskega gradbeništva izredno težke naloge. Pred vojno pri nas nismo imeli domačih podjetij, ki bi bile strokovno sposobne prevzeti izgradnjo večjih hidrocentral ali večjih mostov. Inženir Pipan se je z vsem svojim strokovnim znanjem in s svojo neizčrpno energijo posvetil izvrševanju teh nalog. Dosegel je pomembne rezultate v organizaciji dela teh velikih gradbišč, zlasti z uvedbo kabelskih žerjavov, tako da je v marsičem izboljšal organizacijo graditve, ki so jo imela renomirana avstrijska in nemška podjetja, ki so med vojno gradila elektrarni Dravograd in Mariborski otok.

Pri tem delu ni varčeval s svojimi močmi. Bil je projektant ureditve gradbišč, operativni vodja in organizator graditve in direktor podjetja.

Ko smo v Sloveniji po letu 1953 pričeli uvajati novo tehnologijo graditve betonskih konstrukcij s prednapetim betonom, se je takoj vključil v to akcijo. Sam je vodil projektiranje in poznejšo gradnjo velikih prednapetih mostov čez Dravo v Ptuj in pozneje v Mariboru. Pri tem je prvič v Jugoslaviji uporabil sistem proste montaže, ko se mostna konstrukcija montira iz vnaprej izdelanih elementov brez nosilnega odra. Mariborski most z glavno nosilno razpetino 100 m se je takrat uvrščal med prvih 10 največjih mostov v svetu, grajenih po tem sistemu.

Tudi na drugih področjih gradbeništva je inž. Pipan iskal možnosti racionalne uporabe prednapetega betona. Konstruktivno zelo zahtevna in lepa je njegova rešitev strehe nad tribuno stadiona v Ljudskem vrtu v Mariboru. Tudi pri drugih visokih in nizkih gradnjah je z veliko intenzivnostjo in z mnogo praktičnega gradbeniškega čuta uporabljal prednapeti beton za rešitev konstruktivnih problemov. Tako pri halah »Mariborskega tedna«, pri raznih objektih nizkih gradenj zlasti pri pilotih, podpornih zidovih in tudi pri sanacijah nekaterih objektov.

Inž. Pipan je v slovenskem gradbeništvu prvi krčil težko pot za nastop v inozemstvu, kjer je podjetje »Tehnogradnja« prevzelo izgradnjo pomembnih mostov v Siriji.

Pri vsem svojem delu je inž. Pipan v svoj gradbeniški poklic vlagal vse svoje moči in si je pogosto nalagal precej več, kot je dejansko bilo moč prevzeti. Prav to dejstvo je bilo eden izmed vzrokov, zakaj smo tako prezgodaj izgubili iz naših vrst vzornega gradbenega inženirja, ki je odlično poznal in obvladal sodobno tehnologijo graditve, zlasti moderno gradbeno mehanizacijo, katerega kreativni duh je zasnoval in realiziral številne pomembne gradbene objekte, ki bodo vedno zvezani z njegovim imenom.

Inž. Sergej Bubnov

Preiskave nosilnosti masivnih konstrukcij

1. Splošno

V prejšnji številki Informacij smo v informativni obliki prikazali delo Zavoda na raziskavah masivnih konstrukcij in modelov. Sedaj želimo na nekaterih konkretnih primerih prikazati probleme, ki se pojavljajo pri ugotavljanju nosilnosti masivnih konstrukcij, in navesti eksperimentalne postopke, ki nam omogočajo reševanje zastavljenih nalog. Opisali bomo glavne metode in pripomočke.

2. Zakaj so preiskave potrebne?

Vsaka konstrukcija ali posamezni element konstrukcije mora imeti po veljavnih predpisih določeno varnost. Pri dimenzioniranju konstrukcije se za izbrane kvalitete materialov upoštevajo dopustne napetosti ali koeficienti varnosti. Dokazati je treba tudi stabilnost objekta.

Nosilnosti, ugotovljene po računski poti, je večkrat potrebno preveriti s preiskavami. Eksperimentalne preiskave morajo pokazati upravičenost supozicij, privzetih v statičnem računu, in dokazati kvaliteto izvedbe. Za pomembne javne objekte se take preiskave zahtevajo pred izdajo uporabnega dovoljenja. Namen takih preiskav je, da se pravočasno odkrijejo eventualne pomanjkljivosti pri izvedbi ali projektiranju, ter se dokaže potrebna varnost objekta pri eksploataciji. Pred masovno uvedbo konstrukcij iz novih materialov je potrebno detajlno preiskati ponašanje takih konstrukcij. Samemu materialu je potrebno določiti fizikalne in druge karakteristike. Izsledki takih preiskav običajno služijo kasneje za pripravo priporočil ali celo predpisov o uporabi predvidenih materialov.

Tudi pred izvedbo novih kompliciranih konstrukcij se običajno izvršijo preiskave, ki morajo pokazati pravilnost osnovnih postavk v proračunu. Pri kompliciranih konstrukcijah se včasih proračun izvede na osnovi statičnih količin, ki se dobijo pri preiskavi modelov konstrukcije.

Pri starih konstrukcijah, katere so utrpeli razne poškodbe, je računski dokaz nosilnosti večkrat nezadosten. Dokazi nosilnosti se v takih primerih izvršijo z eksperimentalnimi preiskavami. Taki dokazi na osnovi eksperimenta upoštevajo kvaliteto materiala, stvarno izvedbo in vse ostale realne okoliščine, v katerih se nahaja konstrukcija.

3. Način preiskav

Kakor smo navedli v prejšnjih odstavkih, zastavljeno problematiko glede nosilnosti konstrukcij rešujemo na osnovi analize rezultatov preiskav. Obseg in način preiskave izvedemo po vnaprej preštudiranem programu. Take programe izvršimo pred pričetkom vsake preiskave in morajo biti zasnovani tako, da na osnovi analize izsledkov lahko odgovorimo na zastavljena vprašanja.

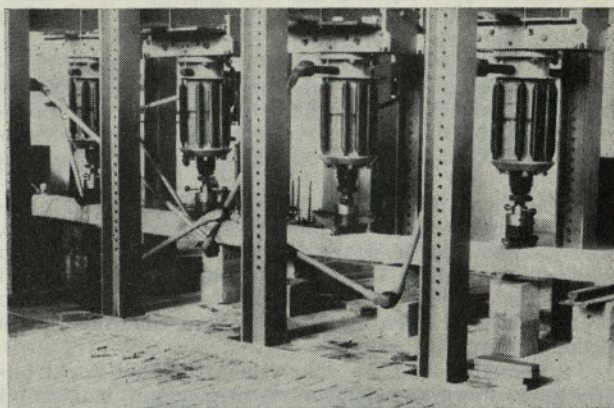
Pri izdelavi programov preiskav upoštevamo možnosti obremenilne preizkušnje do računske obtežbe ali celo do porušitve. Na specialnih objektih, kjer je obre-

menilno preizkušnjo zelo težko izvesti, izvršujemo določene meritve na konstrukciji že med gradnjo in po končani gradnji, na začetku eksploatacije in v določenih časovnih obdobjih med eksploatacijo.

Obremenilno preizkušnjo do porušitve izvršimo običajno na montažnih elementih, ki se serijsko izdelujejo, ali na določenih prototipih konstrukcije, kjer želimo spoznati ponašanje konstrukcije do porušitve in neposredno določiti varnost. Pri večjih objektih, kjer bi bila taka preiskava tudi zanimiva, pa je zaradi ekonomije neizvedljiva, se poslužujemo modelne preiskave. Iz zakonitosti modelne podobnosti pa sklepamo na ponašanje same konstrukcije in določamo njeno varnost.

4. Načini obteževanja konstrukcij pri preiskavi

Obremenilne preizkušnje konstrukcije izvršujemo z obtežbami, katere se predvidevajo, da bodo učinkovale na konstrukcijo v dobi njenega obstoja. Te so lahko statične ali dinamične, glede na smer pa vertikalne, horizontalne ali poševne.



Sl. 1

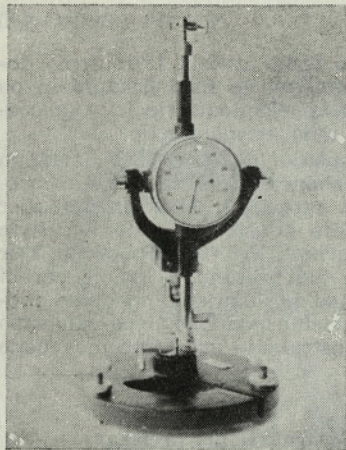
V laboratoriju Zavoda izvajamo poskusne obtežitve s pomočjo hidravličnih stiskalnic (sl. 1). Na terenu se običajno poslužujemo obtežbe, ki je trenutno na razpolago (npr. kamionov, gramoza, cementnih vreč, opeke, pritiska vode ipd.). Kolikor je za izvedbo preizkusa enostavnejše, se tudi na terenu poslužujemo hidravličnih pripomočkov ali natezalnih naprav. Velikost sile merimo z manometri ali z dinamometri.

Koncentrirane sile hidravličnih stiskalnic po potrebi prenesemo z nekakimi tehtnicami na več manjših sil ali celo na linijske obtežbe. Konstrukcijo ali element je torej možno z določenimi improvizacijami obtežiti na poljuben način.

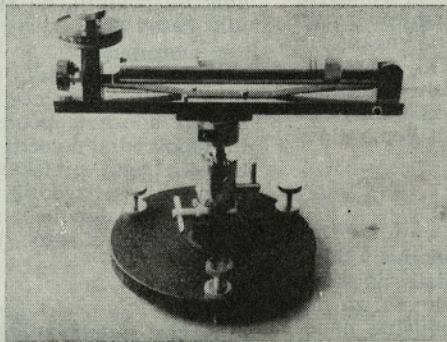
Za preiskavo modelov na horizontalni pritisk vetra uporabljamo vetrovnik, v katerem povzroča gibanje zraka letalski vijak.

Preiskave konstrukcij pod učinkom seizmičnih sil pa predstavljajo novo področje, s katerim se ukvarjamo na Zavodu. Za izvrševanje eksperimentov na tem področju smo se na Zavodu opremili z vibracijsko mizo, ki bo omogočala poljubna nihanja. Na tako mizo postavljeni model konstrukcije bo zaradi pomikov, pospeškov temeljnih tal podvržen učinkom seizmičnih sil.

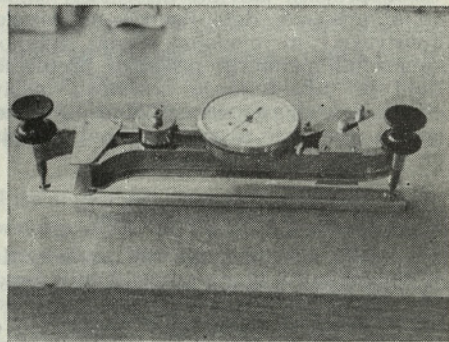
Tudi temperaturne spremembe na konstrukciji so neke vrste obtežbe konstrukcije. Te spremembe — kolikor jih ne upoštevamo pri zasnovi in dimenzioniranju — lahko privedejo do razpok oziroma znatnega zmanjšanja nosilnosti konstrukcij, v določenih primerih tudi do izčrpanja nosilnosti.



Sl. 2



Sl. 3



Sl. 4

Raztezke določenega vlakna konstrukcije merimo lahko z deformetri (sl. 4), s tenzometri (sl. 5), ali z električnimi uporovnimi tenzometri (sl. 6).

Meritve z deformetrom zahtevajo ugraditev čepkov v konstrukcijo. Priprava kaže na merilni urici vsakokratno razdaljo čepkov. Ta način meritev je pripraven tudi za merjenje spremembe širine razpok.

Mehanični tenzometri delujejo na principu vzvodov. Sprememba dolžine izbrane baze se prek vzvodov pokaže v povečani vrednosti. Huggenbergerjevi tenzometri imajo 1200-kratno povečavo. Ob vzvodu je vgrajeno merilo, na katerem odčitavamo spremembo dolžine.

Specifične deformacije merimo lahko tudi z električnimi uporovnimi tenzometri. Na del konstrukcije, kjer želimo meriti specifične deformacije, nalepimo merilni listič (ta je lahko tudi v obliki rozete in meri specifične deformacije v treh smereh) in ga zvezemo prek žic z aparaturom, katera registrira deformacije na principu spremembe upora.

Spremembe radijev zakrivljenosti delov konstrukcije lahko merimo z določenimi pripravami, izdelanimi v Zavodu.

Vsi navedeni pripomočki merijo spremembo deformacij ali napetosti. Absolutno napetost v žicah napetih kablov pri konstrukcijah iz napetega betona merimo s posebno pripravo, ki je bila izdelana v Zavodu.

5. Pripomočki za meritve

Zaradi obtežb nastopajo v konstrukcijah razne napetosti. Posledica teh so deformacije konstrukcij. Zasedovanje in registracija teh deformacij, ki so največkrat zelo majhne, omogočajo razni instrumenti.

Pomike posameznih točk konstrukcij v določenih smereh merimo z merilnimi uricami (sl. 2) natančnosti 0,01 mm, ali s preciznimi optičnimi instrumenti.

Zasuke delov konstrukcij merimo s klinometri (sl. 3). Ti so izdelani na principu libele. Ugrajeno imajo pripravo za merjenje, to je fini vijak za naravnavanje in razdelbo. Natančnost meritev znaša ca. 1".

Te meritve so pomembne pri ugotavljanju padca napetosti v žicah zaradi krčenja betona in relaksacije napetih žic.

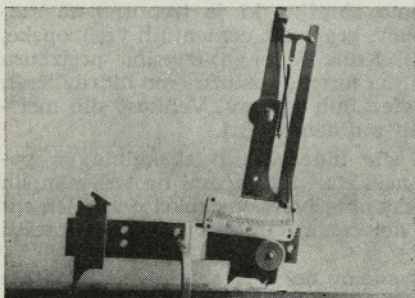
Pri dinamičnih obtežitvah konstrukcij merimo z mehničnim vibrografom nihanja konstrukcije (sl. 7). Tak vibrograf mora biti oprt na fiksno točko. Vibracije lahko v določenih primerih merimo tudi s pomočjo elektromagnetne sprejemne doze. Odčitavanje opravimo s katodnim osciloskopom ali s snemanjem beležnega vala na osciloskopu.

S tem načinom merimo vibracije s frekvenco nad 8 Hz s točnostjo 0,001 mm. To pripravo uporabljamo na primer pri meritvah vibracij stopnih konstrukcij, ki jih povzročajo razni stroji.

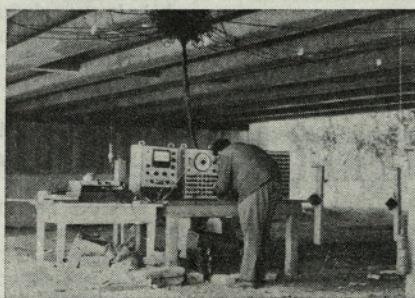
Nihanje specifičnih deformacij beležimo s posebnim instrumentom v sklopu aparature za meritve z električnimi uporovnimi tenzometri.

Kvaliteto vgrajenega betona ocenjujemo s sklerometrom ali z dinamičnim preiskavo. Sklerometer firme Schmidt je izdelan na principu trka. Masa v sklerometeru udari z določeno energijo na beton in pri tem odskoči. Velikost odboja je odvisna od trdnosti betona. Umerjanje sklerometra se vrši na poskusnih kockah s stranico 20 cm.

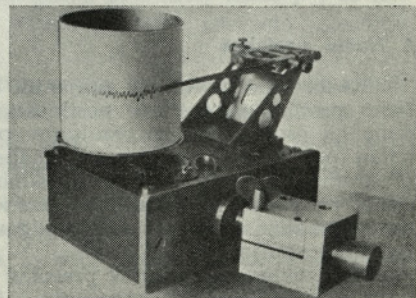
Pri betonskih konstrukcijah, ki so armirane z visokovredno armaturo, kakor tudi pri napetih konstrukcijah je važen podatek, pod kakšno obremenitvijo se



Sl. 5



Sl. 6



Sl. 7

pojavi prve razpoke, v kakšnih medsebojnih razdaljah in kolikšna je širina razpok. Meritve širine razpok vršimo s specialno lupo, katera ima vgrajeno razdelbo za odčitavanje širine.

Pri izdelavi programa preiskav moramo izbrati take merilne instrumente, da bodo izmerjene vrednosti čimbolj natančne.

6. Nekaj primerov preiskav

6.1 Obremenilna preizkušnja mostu čez Dravo v Mariboru — fotografija št. 8 prikazuje most med poskusno obremenitvijo. Na tem mostu smo zasledovali že med gradnjo napetosti v napetih kablji in krčenje betona.



Sl. 8

Poskusno obremenitev smo izvršili s statično in dinamično obtežbo. Za obtežbo smo se posluževali naloženih kamionov. Te smo nameščali po mostu v različne položaje zaradi tega, da smo dobili maksimalne obremenitve v karakterističnih prerezi. Med posameznimi fazami smo konstrukcijo razbremenjevali.

Pri vsakem položaju obtežbe kakor tudi pri vmesnih razbremenitvah smo merili na več karakterističnih prerezi upogibe, specifične deformacije betona glavnih nosilcev in napetosti v žicah.

Istočasno smo merili tudi eventualne usedke podporne konstrukcije.

Dinamično obtežbo so predstavljali prek mostu vozeči kamioni. Pri tem smo merili z vibrografom nihanje mostne konstrukcije.

Analiza izmerjenih vrednosti je pokazala, da se je mostna konstrukcija ponašala v skladu s pričakovanji, da je bila kvalitetno izvedena in da je sposobna dovolj varno služiti predvidenim namenom.

6.2 Preiskave nosilnosti zidov

Pri uvedbi novih oblik zidakov (npr. modularnih) ali zidakov iz novih materialov se pojavi vprašanje, do kakšne vrednosti se ob zadostni varnosti taki zidovi še lahko obtežijo.

V Zavodu smo sistematično preiskali nosilnosti raznih zidov. Nosilnosti smo ugotavljali na poskusnih zidovih širine 1,00 m, katere smo obteževali v 500 t stiskalnici. Vzporedno s preiskavo zidov smo preiskali tudi pri zidanju uporabljene zidake in malto. Poznano je namreč, da je nosilnost zidov odvisna predvsem od kvalitete in oblike opeke in malte, načina zidanja in od vitkosti.

Pri preiskavi smo merili vertikalne deformacije, katere so služile za izračun elastičnega in deformacijskega modula zidu.

Na osnovi rezultatov preiskav smo ob upoštevanju varnosti predlagali dopustne napetosti. Pri gradnji mora izvajalec dokazati, da je uporabil predpisano kvaliteto opeke in malte.

V zvezi s potresno problematiko smo izvršili obsežne preiskave zidov na kombinirano vertikalno in horizontalno obtežbo. Določevali smo tudi natezne trdnosti zidov za različne smeri.

6.3 Preiskave betonskih konstrukcij, armiranih z rebrastim železom

Pred uporabo rebrastega železa v gradbeni praksi smo izvršili obsežne preiskave, katerih rezultati so služili kot podlaga pri izdelavi predpisov za uporabo rebrastega železa v armiranobetonskih konstrukcijah.

Preiskali smo ponašanje upogibnih elementov pod statično obtežbo, določili upogibe, preostale upogibe pri razbremenitvah, opazovali, pod kakšno obtežbo so nastale razpoke, merili razstoj razpok, širino razpok. Izvršili smo sistematično preiskavo potrebne dolžine sidranja (brez kljuk in z njimi), vgrajenih v beton različnih tlačnih trdnosti.

Sedaj vršimo preiskavo konstrukcij, ki so obtežene z dinamično obtežbo, in preiskavo opečnih rebričastih stropnih plošč.

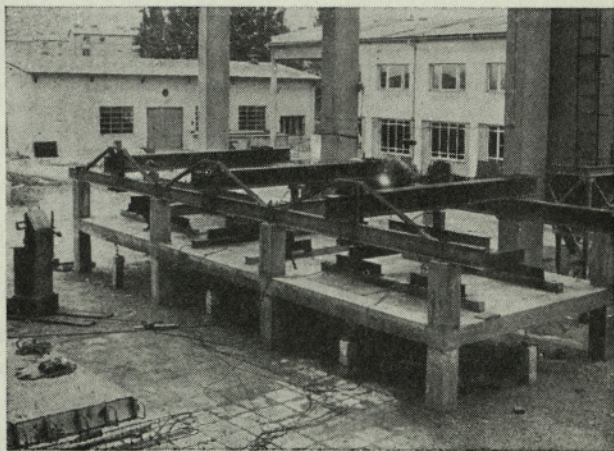
Analiza rezultatov teh preiskav bo pokazala možnost uporabe rebrastega železa tudi za tovrstne konstrukcije.

6.4 Preiskave novih montažnih konstrukcij

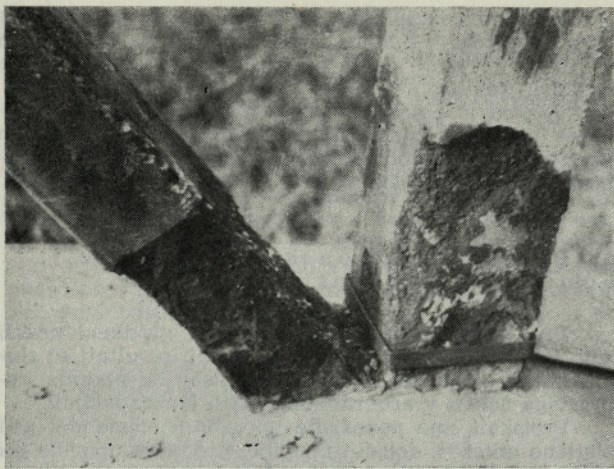
V Zavodu smo preiskali prototip montažne stropne konstrukcije za stanovanjsko zgradbo. Zgradba ima naslednje karakteristike: vertikalni nosilni elementi so na samem mestu izliti armiranobetonski stebri, razstoj znaša v tlorisu $4,20 \times 4,20$ m. Stropna plošča je škatlaste oblike in se oslanja na dva robna nosilca, zabetonirana do $\frac{2}{3}$ višine. Tako pripravljena plošča predstavlja en montažni element. Taki elementi se montirajo v šahovski razporeditvi načasne jeklene objemke, ki so pred tem montirane na stebre. Robni nosilci so tudi začasno podprti s trikotnimi vešali, zaradi zmanjšanja napetosti od lastne teže. Negativna armatura, katera sega iz robnih nosilcev, se naravna v pravo lego in robni nosilci se zabetonirajo do določene višine.

Pri projektiranju je bilo upoštevano, da se tako izdelana konstrukcija ponaša kot monolitna.

Namen preiskave je bil, pokazati stvarno ponašanje konstrukcije in ali so navedene predpostavke točne. Končni cilj je bil tudi določiti varnosti take konstrukcije. Na sliki št. 9 je razviden prototip konstrukcije med preiskavo.



Sl. 9



Sl. 10

6.5 Preiskave poškodovanih stebrov za 110 KV omrežje

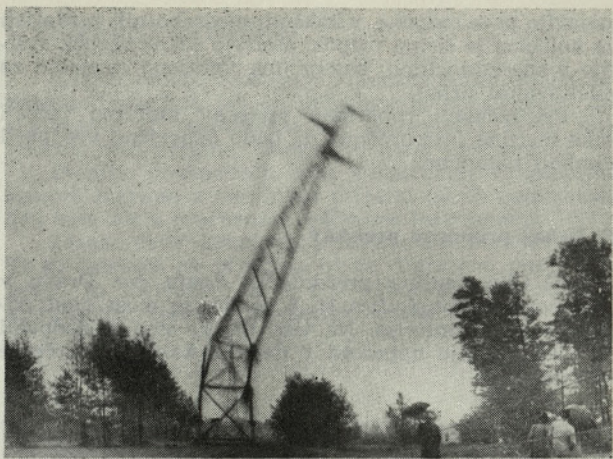
Iz aluminosnega cementa izdelani daljnovidni stebri so utrpeli močne korozijske poškodbe betona (sl. 10), zaradi katerih se je varnost bistveno zmanjšala.

Po izvršenih analizah vzrokov korozije betona smo analizirali še obstoječo varnost na osnovi obremenilne preizkušnje močno poškodovanega stebra. Steber smo obremenili do porušitve (sl. 11).

Analiza te preiskave in študij predloga za sanacijo so pokazali, da je sanacija daljnovidnih stebrov možna in ekonomsko upravičena. Sanacija je bila kasneje po navodilih Zavoda tudi izvršena.

6.6 Obokan opečni železniški most

Obokan opečni železniški most zgrajen ob priliki gradnje južne železnice je utrpel v zadnjem obdobju precejšnje korozijske poškodbe. Na zahtevo naročnika smo izvršili analizo nosilnosti, katera je bazirala na osnovi obremenilne preizkušnje. Obtežitev smo izvršili z lokomotivami. Analiza je pokazala, da je potrebno most sanirati. Sanacija je bila izvršena po predlogu Zavoda. Ponovna analiza nosilnosti saniranega mostu izvršena tudi na osnovi obremenilne preizkušnje je pokazala stopnjo povečanja varnosti sanirane konstrukcije.



Sl. 11

6.7 Preiskava razpokanih konstrukcij

Kot primer navajamo preiskave dveh objektov, in sicer cestnega predora ter hidrotehničnega objekta. Na obeh so se pojavile razne razpoke.

Zaradi analize smo se odločili za meritve spreminjanja širin razpok in za geodetske meritve objekta, kakor tudi okoliškega terena. Meritve razpok z deformetrom nam kažejo le relativne pomike dela konstrukcije na eni strani razpoke nasproti drugemu delu. Geodetske meritve nam pokažejo absolutne deformacije konstrukcije.

Če grafično prikažemo izmerjene deformacije v časovni odvisnosti, vidimo, kakšno tendenco imajo te deformacije. Pri tem tudi analiziramo, kakšne vplive imajo na deformacijo še drugi dejavniki, npr. temperatura, deževno obdobje ipd.

*

V tem prispevku smo nakazali le del problematike, s katero se je srečaval Zavod v zadnjem obdobju na področju preiskave masivnih konstrukcij. Opisanih je bilo le nekaj načinov aktualnega reševanja nalog, ob katerih se naše raziskovalne metode in naši merilni pripomočki stalno razvijajo in izpopolnjujejo.

Stane Terčelj, dipl. inž.

SPECIALIZIRANO TRGOVSKO PODJETJE
Z GRADBENIM MATERIALOM

gramex

LJUBLJANA, KURILNIŠKA 10

Za nakup gradbenega materiala nudi trgovsko podjetje Gramex
1,000.000 S din posojila.

Za nakup zlasti priporoča:

- prvovrstno salonitno kritino »SALONIT Anhovo«
- kvalitetne vrste cementa: Trbovlje, Anhovo, Umag
- betonsko železo, na željo kupcev krivljeno po načrtih
- bogat asortiment keramike
- vse vrste apna
- stavbno pohištvo in parket
- vse vrste opečnih izdelkov in okensko steklo ter ves drugi gradbeni material

Vse informacije dobite v prodajnem oddelku na Kurilniški 10.
Telefon 310 140. Ob torkih, sredah, četrtnih in petkih izkoristite
možnost nakupa tudi v popoldanskem času.

Za obisk se priporoča GRAMEX Ljubljana.

GRADBENO PODJETJE

Megrad

Ljubljana, Celovška c. 34

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

Gradbeno podjetje

tehnika

LJUBLJANA, VOŠNJAKOVA ULICA 8

gradi in projektira vse inženirske zgradbe, prodaja
gradbene objekte na tržišču, izvršuje usluge tujim na-
ročnikom in prodaja lastne izdelke v ekonomskih eno-
tah: obrata za zemeljska in betonska dela, opažarski
obrat, zidarski obrat, železokrivski obrat, avtopark,
mehanični servis, ključavničarstvo in obrat mehaniza-
cije, opravlja zunanjetrgovinski promet, izvaja investi-
cijska dela v tujini



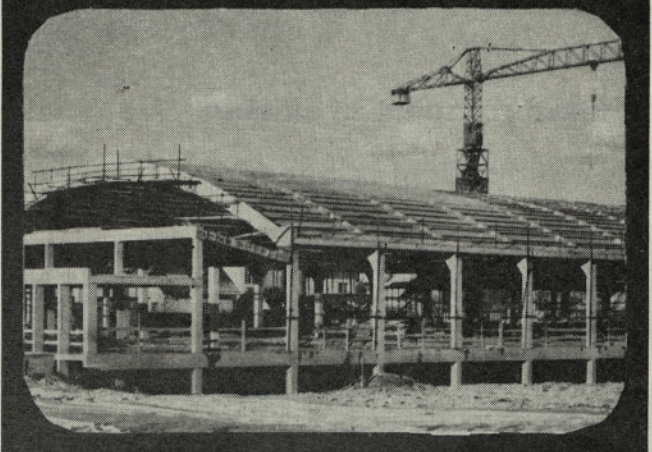
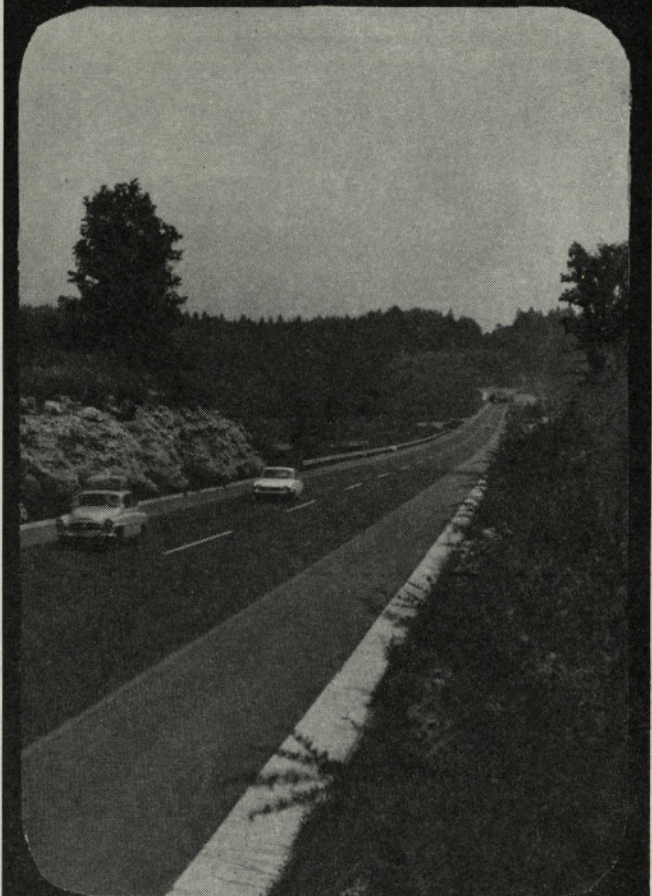
Splošno
gradbeno
podjetje



direkcija: LJUBLJANA, TITOVA C. 38

Program dejavnosti podjetja:

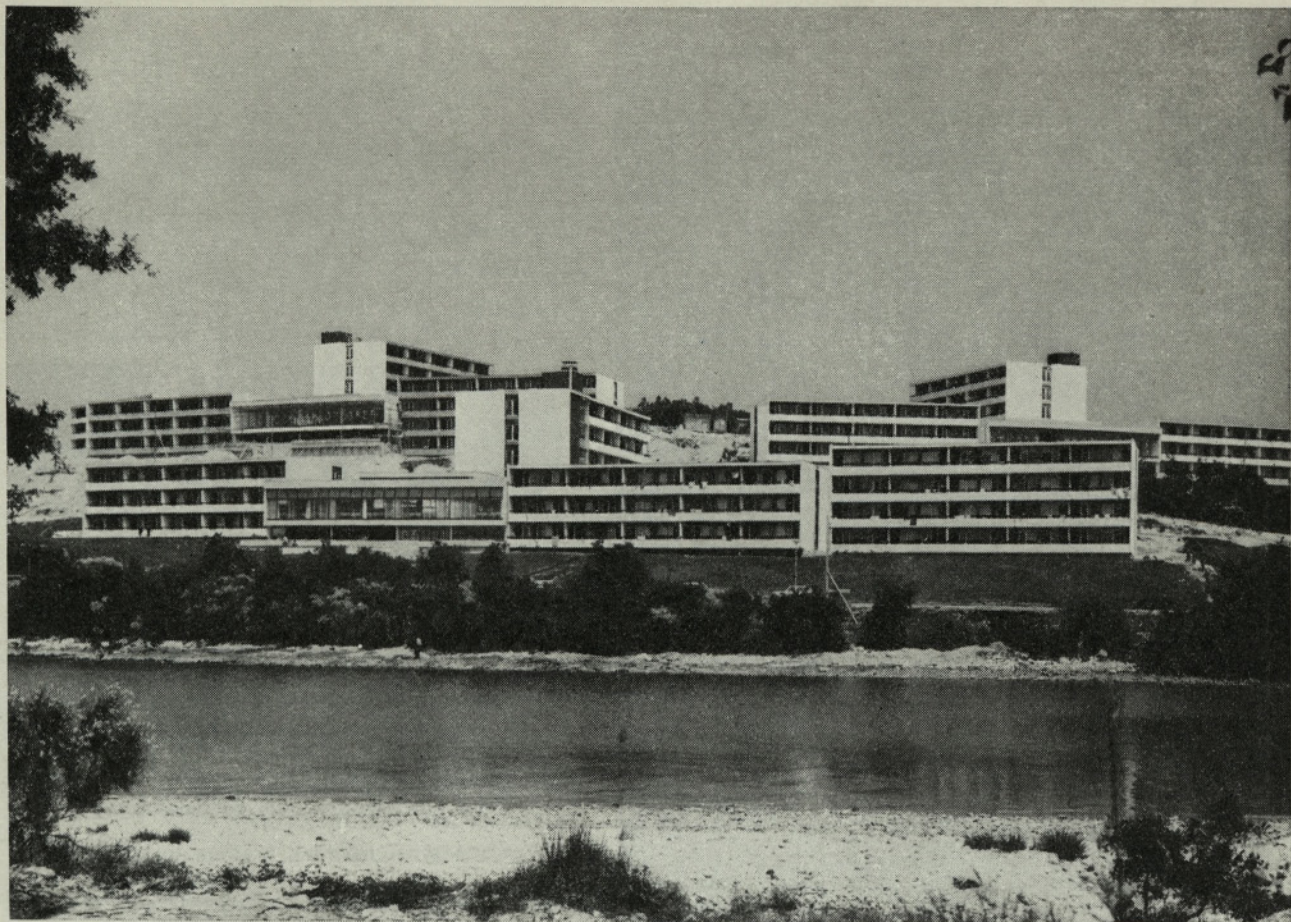
- Podjetje gradi vse vrste objektov s področja nizkih in visokih gradenj v tuzemstvu in inozemstvu
- Specializacija podjetja je v gradnji in modernizaciji cest s težkim asfaltnim ali betonskim voziščem
- Podjetje gradi mostove, predore in letališča
- Opravlja gradbena dela za industrijo in družbeni standard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



■ Asfaltni finiše ABG, kapaciteta vgrajevanja 300 ton mase na uro.

■ Hitra cesta na Gorenjskem, odsek pri Ljubnem.

■ Javna skladišča v Ljubljani. Hala »A« v gradnji, objekt 300 × 60 m.



Turistični objekti v Poreču — Zelena laguna

SPLOŠNO GRADBENO PODJETJE

PIONIR

NOVO MESTO

Gradi vse vrste visokih in nizkih gradenj kvalitetno
in v postavljenih rokih. Velika proizvodnja stanovanj
za tržišče