

GRADBENI VESTNIK

LETNIK 29, ŠT. 10 STR. 201—224
LJUBLJANA, OKTOBER 1980

10



Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana

ZRMK

Program seminarjev v letu 1981

Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije bo v letu 1981 organizirala 9 seminarjev za opravljanje strokovnih izpitov v gradbeništvu, in sicer:

1. seminar: od 19. I. do 23. I. 1981
2. seminar: od 23. II. do 27. II. 1981
3. seminar: od 30. III. do 3. IV. 1981
4. seminar: od 13. IV. do 17. IV. 1981
5. seminar: od 25. V. do 29. V. 1981
6. seminar: od 21. IX. do 25. IX. 1981
7. seminar: od 19. X. do 23. X. 1981
8. seminar: od 16. XI. do 20. XI. 1981
9. seminar: od 14. XII. do 19. XII. 1981

Roki za posamezne seminarje so usklajeni z izpitnimi roki, ki jih je razpisal izpitni odbor.

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

KOMISIJA ZA IZOBRAŽEVANJE

VSEBINA-CONTENTS

Članki, študije, razprave
Articles, studies, proceedings

Šuklje Lujo

ZEMELJSKI PRITISKI NA PODZEMNO STROJNICO MOSTE . . . 202
EARTH PRESSURES ON THE UNDERGROUND POWER STATION
MOSTE

Vižintin Jože

DEJAVNOST IN CILJI ZRMK 213

Vesti
News

Prof. dr. inž. Lujo Šuklje — sedemdesetletnik 217

Iz naših kolektivov
From our enterprises

OZD GIP GRADIS, LJUBLJANA 218

SGP SLOVENIJA CESTE — TEHNIKA, LJUBLJANA 218

SOZD ZGP GIPOSS, LJUBLJANA 219

ŽG — ŽELEZNIŠKO GOSPODARSTVO, LJUBLJANA 219

GIP BETON — ZASAVJE, ZAGORJE 219

SGP PIONIR, NOVO MESTO 220

Informacije Zavoda za raziskavo
materiala in konstrukcij Ljubljana

Proceedings of Institute for
material and structures
research Ljubljana

PREISKAVE IN UPORABA JESENIŠKE ŽLINDRE V GRADBE-
NIŠTVU (četrti del) 221

Grimščar Anton

NEKAJ PRAKTIČNIH PRIMEROV RUŠENJ VISOKIH GRADBE-
NIH OBJEKTOV Z MINIRANJEM 223

Belšak Danilo

Glavni in odgovorni urednik: SERGEJ BUBNOV

Lektor: ALENKA RAIČ

Tehnični urednik: DUŠAN LAJOVIČ

Uredniški odbor: LUDVIK BONAC, VLADIMIR ČAĐEŽ, IVO JECELJ, ANDREJ KOMEL, DR. MILOŠ MARINČEK, STANE
PAVLIN, VILI STREL

Revija izdaja Zveza društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, Ljubljana, Erjavčeva 15, telefon 23 158. Tek. račun
pri SDK Ljubljana 50101-678-47602. Tiska tiskarna Tone Tomšič v Ljubljani. Revija izhaja mesečno. Letna naročnina sku-
paj s članarino znaša 180 din, za študente 90 din, za podjetja, zavode in ustanove 1000 din. Revija izhaja ob finančni pod-
pori Raziskovalne skupnosti Slovenije.

Zemeljski pritiski na podzemno strojnico Moste

UDK 624.131.53

LUJO ŠUKLJE

Strojnica

Podzemna strojnica Moste je vkopana v oligocensko lapornato sivo morsko glino (»sivico«), ki jo na odtočni strani prekrivajo prodne naplavine (slika 1). Dno je na koti 451,45 (slika 2), to je 20,55 metrov pod površjem terena, ki je na koti 472,00. Površje sivice, prekrivo z 2 do 4 m debelo glinasto prodno plastjo, se takoj za strojnico pod kotom okrog $18,5^\circ$ vzpne do kote 490, kjer se prevesi pod konglomeratno teraso iz fluvioglacialnih naplavin (slika 1). Rob terase je na koti 518.

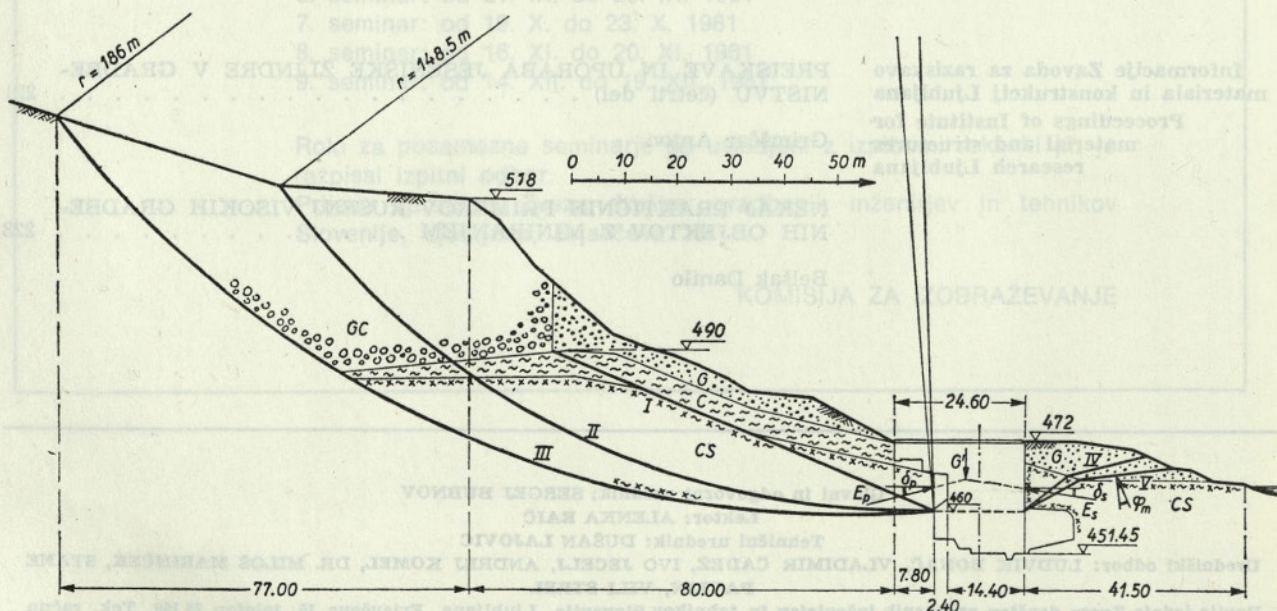
Strojnica je 37 m dolga in ima štiri etaže: turbinsko, regulatorsko ter spodnjo in zgornjo generatorsko etažo. V strojnici so štirje agregati: dva sta pričela obratovati junija 1952, tretji januarja 1955, četrti, ki je reverzibilni črpalni agregat, pa je bil dograjen šele leta 1977. Nad turbinskimi odtoki, ki segajo do pravokotno nanje izpeljanega od-

točnega rova premera 4 m, so zračni jaški. Širina turbinske etaže od zaledne stene hodnika za zaklopke do zunanjega roba obodov zračnih jaškov je 16,60 m, do zaledja odvodnega rova pa 26,10 m; regulatorska etaža je široka 14,30 m, spodnja generatorska etaža 18,60 m, zgornja generatorska pa 24,30 m.

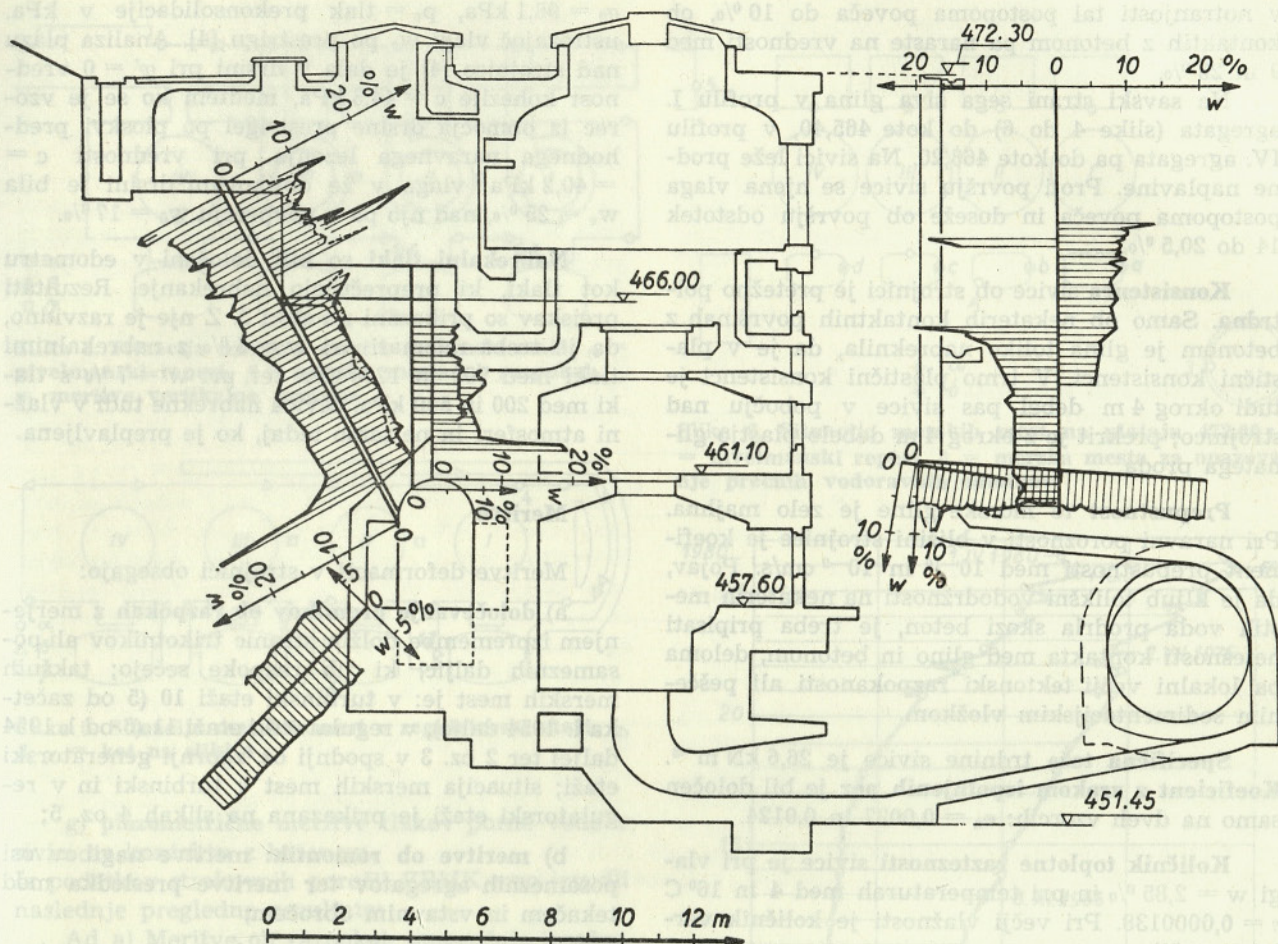
Prostor za agregat I (slika 4) je bil v spodnjem delu izkopen podzemno, da bi se čim bolj preprečilo vlaženje izklopnih površin in zavarovala njihova stabilnost. Ker je ostala glina po odkupu trdna, je bila gradbena jama za ostale agregate izkopana po vsej globini odprto; proti padavinam je bila varovana s provizorno streho. Večje nabrekovanje in luščenje sivice se je pojavilo le v odvodnem rovu, kjer so ostale odkopne površine dolgo nezabetonirane. Vertikalno armiranje betonskih zidov ni bilo izvedeno.

V strojnici so tri Francisove turbine z vertikalno osjo (moči po 5520 kW) in ena Francisova črpalna turbina (z močjo 8100 do 8250 kW), trije generatorji po 7500 kVA, 6300 V in en generator-

Avtor: prof. dr. Ljujo Šuklje, Ljubljana, Gregorčičeva 13



Slika 1. Lega strojnice v pobočju nad Savo: CS = poltrdna lapornata glina, C = trmo plastična lapornata glina, G = prodne naplavine z glinatimi lečami, E_p , E_s = zemeljski pritisk s pobočne oz. savske strani, G' = težnostna rezultanta, I do V = potencialne porušnice



Slka 2. Prerez skozi strojnico z diagrami naravne vlage vzdolž vrtin

motor z 11.000 kVA, 6300 V. Nosilni ležaji 11,80 m dolgih osi so tik pod generatorji; vsaka os ima še štiri vodilne ležaje: dva generatorska in dva turbinska.

Strojnica je bila v glavnem dograjena leta 1952. Kmalu po dograditvi so se pojavile razpoke. Ker so se vznemirljivo večale, so bile postavljene merske točke za registriranje premikov. Z meritvami so pričeli januarja 1954. Obseg meritev je bil postopoma povečan v letih 1961, 1966, 1976 in 1978.

Meritve je izvajal in o njih poročal Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij v Ljubljani (ZRMK) [1], tolmačil pa jih je v okviru Laboratorija za mehaniko tal univerze v Ljubljani avtor v poročilih z dne 25. 10. 1959 [2] in 8. 6. 1978 (vključeno v [3]).

Leta 1979 so bili po načrtih Elektroprojekta Ljubljana [3] razpokani nosilni zidovi povezani z jeklenimi prednapetimi sidri nosilnosti po 490 kN. Sidranje je izvedel ZRMK.

Geotehnične značilnosti tal

Lapornata glina ob strojnici vsebuje glede na zrnavost od 27 do 34,5 % glinastih delcev (< 0,002

milimetra). Ima mejo židkosti med 43 in 52 % in mejo plastičnosti med 15 in 20 %. Po klasifikaciji AC se uvršča deloma med gline srednje stisljivosti (CI) in deloma med gline visoke stisljivosti (CH).

Naravna vlažnost je pregledno prikazana v diagramih, ki so na sliki 2 nanesti na oseh vrtin, projiciranih na prečni prerez strojnice. Do glavnih razpok v turbinski etaži, to je od dna strojnice do horizonta okrog 459,50, je odstotek vode v glini na brežni strani skoro konstantno okrog 5 %. Ob kontaktu z betonom se vlaga ne poveča. Na savski strani tu ni vrtin. — Med glavnimi razpokami v turbinski in regulatorski etaži, to je približno med kotama 459,50 in 462,50, je v notranjosti tal vlaga tako na pobočni kot na savski strani strojnice še vedno približno okrog 5 % in samo mestoma nekoliko višja (do 6,5 %). Blizu obodnih beton-skih zidov je vlaga mestoma skoro neizpremenjena, večinoma pa je povečana, a v različni meri: mestoma samo na 6 %, ponekod do 25 %.

Nad glavnimi razpokami v regulatorski etaži, to je nad horizontom okrog 462,50, je na pobočni strani vlaga v notranjosti tal do kote 465,30 še vedno okrog 5 % in se samo mestoma dvigne do največ 7 %. Med kotama 465,30 in 468,80 se vlaga

v notranjosti tal postopoma poveča do 10 %, ob kontaktih z betonom pa naraste na vrednosti med 9 in 23 %.

Na savski strani sega siva glina v profilu I. agregata (slike 4 do 6) do kote 465,40, v profilu IV. agregata pa do kote 468,20. Na sivici leže prodne naplavine. Proti površju sivice se njena vlaga postopoma poveča in doseže ob površju odstotek 14 do 20,5 %.

Konsistenca sivice ob strojnici je pretežno poltrdna. Samo ob nekaterih kontaktnih površinah z betonom je glina toliko nabrekli, da je v plastični konsistenci. V trmo plastični konsistenci je tudi okrog 4 m debel pas sivice v pobočju nad strojnico; prekrit je z okrog 4 m debelo plastjo glinatega proda.

Prepustnost te morske gline je zelo majhna. Pri naravni poroznosti v bližini strojnice je koeficient prepustnosti med 10^{-10} in 10^{-9} cm/s. Pojav, da je kljub tolikšni vododržnosti na nekaterih mestih voda prodrla skozi beton, je treba pripisati netesnosti kontakta med glino in betonom, deloma pa lokalni večji tektonski razpokanosti ali peščenim sedimentacijskim vložkom.

Specifična teža trdnine sivice je $26,6 \text{ kN m}^{-3}$. **Koeficient z zrakom izpolnjenih por** je bil določen samo na dveh vzorcih: $e_a = 0,0037$ in $0,0124$.

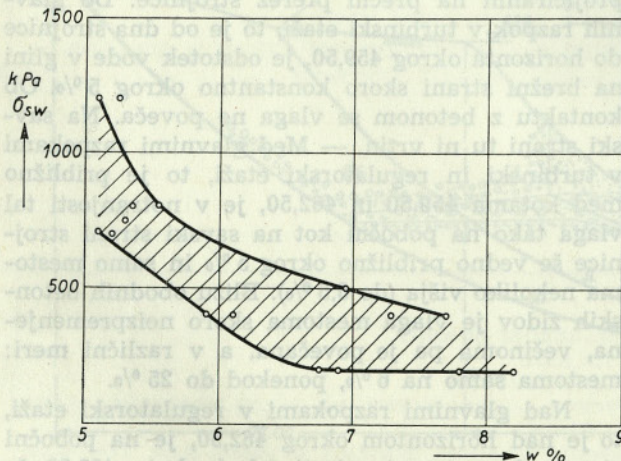
Količnik toplotne razteznosti sivice je pri vlažni $w = 2,85 \%$ in pri temperaturah med 4 in 16°C $\varepsilon = 0,0000138$. Pri večji vlažnosti je količnik verjetno večji.

Za glino s področja strojnice je bila ugotovljena **strižna trdnost** po Hvorslevu

$$\tau_t = \kappa p_e + \sigma' \tan \varrho \quad (1)$$

s parametroma $\kappa = 0,05$ in $\varrho = 16^\circ$ in pri relaciji

$$e = 0,944 - 0,352 \lg (p_e/\sigma_0) \quad (2)$$



Slika 3. Področje sovisnosti med vlažnostjo sivice (w) in nabrekalnim tlakom (σ_{sw}) po rezultatih edometriških preizkusov

$\sigma_0 = 98,1 \text{ kPa}$, p_e = tlak prekonsolidacije v kPa, ustrezajoč vlagi w_e po prestrigu [4]. Analiza plazú nad strojnico [4] je dala v drsini pri $\varphi' = 0$ vrednost kohezije $c = 44,8 \text{ kPa}$, medtem ko se je vzorec iz območja drsine prestrigel po ploskvi predhodnega naravnega lezenja pri vrednosti $c = 40,2 \text{ kPa}$; vlaga v že oblikovani drsini je bila $w_e = 25 \%$, nad njo pa v povprečju $w_0 = 17 \%$.

Nabrekalni tlaki so bili določeni v edometru kot tlaki, ki preprečujejo nabrekanje. Rezultati preiskav so prikazani na sliki 3. Z nje je razvidno, da je treba računati pri $w = 5 \%$ z nabrekalnimi tlaki med 700 in 1200 kPa ter pri $w = 7 \%$ s tlaki med 200 in 500 kPa. Sivica nabrekne tudi v vlažni atmosferi in ne samo tedaj, ko je preplavljena.

Meritve

Meritve deformacij v strojnici obsegajo:

a) **določevanje premikov ob razpokah** z merjenjem izpremembe dolžin stranic trikotnikov ali posameznih daljic, ki jih razpoke sečejo; takšnih merskih mest je: v turbinski etaži 10 (5 od začetka l. 1954 dalje), v regulatorski etaži 11 (5 od l. 1954 dalje) ter 2 oz. 3 v spodnji oz. zgornji generatorski etaži; situacija merskih mest v turbinski in v regulatorski etaži je prikazana na slikah 4 oz. 5;

b) **meritve ob remontih**: meritve nagibov osi posameznih agregatov ter meritve presledka med tekačem in vstavnim obročem;

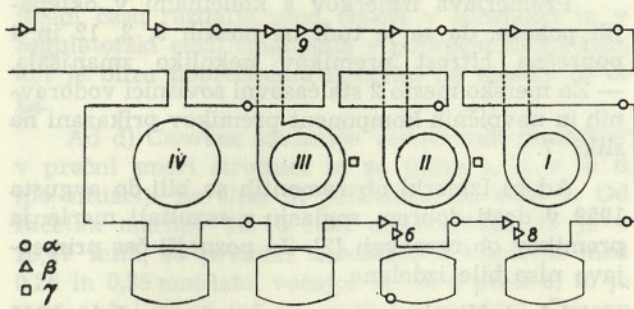
c) **precizni nīvelman**; merska mesta so za turbinsko in regulatorsko etažo prikazana na slikah 4 in 5, za površje terena oz. strojnice pa na sliki 6; merskih točk (reperov) je v turbinski etaži 11 (6 od 8. 11. 1966 dalje, 4 od 2. 7. 1976 in 1 od 24. 4. 1978 dalje), v regulatorski etaži 7 (od 8. 11. 1966) in na površju 12 (8 od 8. 11. 1966, 4 od 2. 7. 1976); 8 reperov je še na pobočju nad strojnico (od 8. 11. 1966) in 7 v generatorskem prostoru (od 24. 4. 1978 dalje);

č) **meritve izpreminjanja vertikalne razdalje** med stropom regulatorske in tlemi turbinske etaže z invarsko žico na dveh mestih: med I. in II. ter med II. in III. turbino (od 11. 8. 1976, situacija mest na slikah 4 in 5);

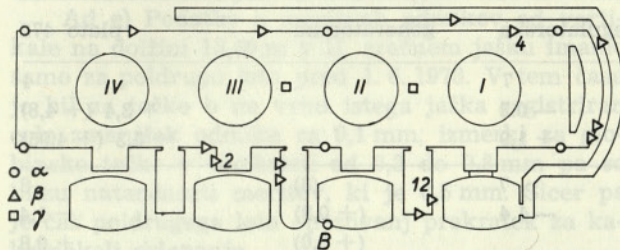
d) **meritve vodoravnih premikov** v prečni smeri strojnice na merskih mestih a, b, c, d na vrhu zračnih jaškov na savski strani strojnice (slika 6); stojišče instrumenta ob oknu završniške strojnice je od najbližje točke d oddaljeno v vzdolžni smeri Save 22,50 m; pričetek meritev 16. 10. 1961;

e) **meritve odmikov od vertikale** v prečni in v vzdolžni smeri strojnice, izvajane od 2. 7. 1976 dalje v zračnem jašku II. agregata skozi primerjalno mersko točko, ki je v globini 13,40 m pod vrhom jaška;

f) **meritve temperatur** v generatorski, regulatorski in turbinski etaži;



Slika 4. Situacija merskih mest v turbinski etaži: α = nivelmanski reperi, β = merska mesta ob razpokah, γ = meritve vertikalne razdalje



Slika 5. Situacija merskih mest v regulatorski etaži: α , β , γ = kot na sliki 4

g) piezometrične meritve tlakov porne vode v sivici na kontaktu z betonom. Iz podatkov strokovnih poročil ZRMK smo izvedli naslednje pregledne rezultate:

Ad a) Meritve ob razpokah omogočajo izračun komponent premikov. Do avgusta 1959 [2], to je v prvih pet in pol letih opazovanja, so bile dobljene naslednje srednje vrednosti:

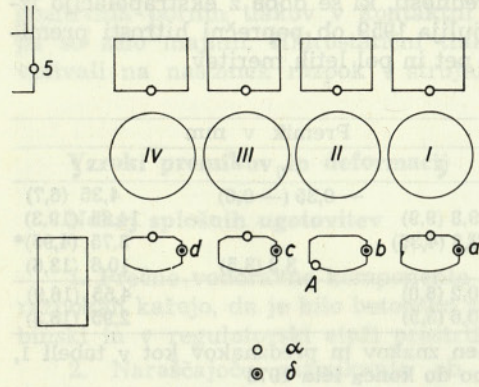
Tabela 1

Agregat	Etaža:	turbinska	regulatorska	Skupno
	ζ	2,47	3,14	5,61
I	ξ	1,25	1,20	2,45
II		0,75		
III			2,06	
	η	od + 0,75 do - 0,38		mm

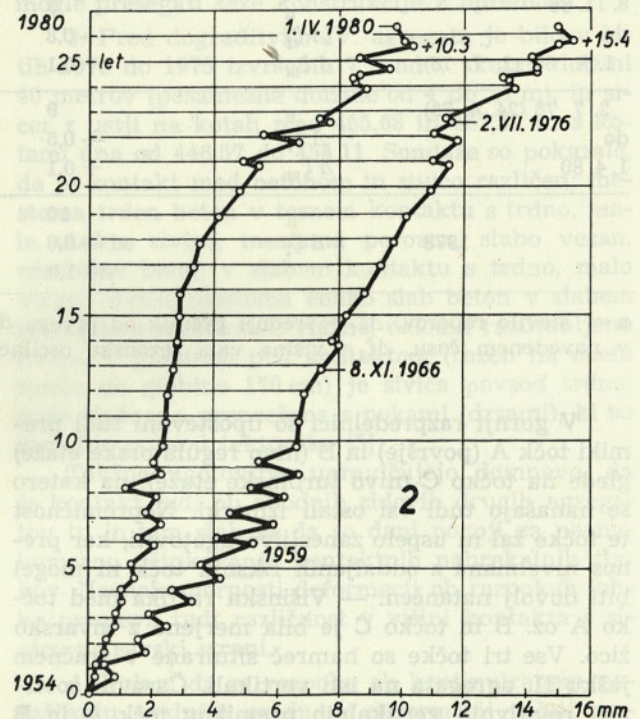
ζ = navpični razmik, ξ = prečni odmik dela nad razpoko proti delu pod razpoko, + v smeri proti Savi, η = vzdolžni premik dela nad razpoko proti delu pod razpoko, + v smeri toka Save

Vsota razmikov razpok na pobočni oz. savski strani je dala srednje vrednosti 5,88 oz. 6,22 mm.

Vsakoletne oscilacije pod in nad časovno sovisnico srednjih vrednosti premikov so imele velikostno stopnjo srednjega letnega prirastka premikov (glej diagrame v [2]). Značilno za te oscilacije je, da so se (z zakasnitvijo okrog 2 mesecev) razpoke ožile v času nizkih temperatur in širile v času visokih temperatur. Tudi prečni premiki so bili intenzivnejši v poletnem kot v zimskem času.



Slika 6. Situacija merskih mest na platoju 472,00 : α = nivelmanski reperi, δ = merska mesta za opazovanje prečnih vodoravnih odmikov



Slika 7. Meritve premikov ob razpoki na merskem mestu 2 v regulatorski etaži (situacija na sliki 6); levo: časovna sovisnica vodoravnih prečnih odmikov, desno: časovna sovisnica navpičnih razmikov

V nadaljnjih štirih in pol letih, to je do konca desetega leta opazovanja (1963), so srednji premiki ob razpokah še dalje naraščali, vendar na večini merskih mest z zmanjšano intenzivnostjo. Z letom 1964 so se pričele deformacije umirjati. Izjema so merska mesta 9, 2, 4 in 12, označena na slikah 4 in 5. V naslednji razpredelnici so podani (z vrednostmi zunaj oklepajev) premiki ob razpokah (premik dela nad razpoko proti delu pod razpoko), ki ustrezajo zadnjim prečitkom dne 1. 4. 1980. Za dopolnitev slike o celotnih premikih v prečni smeri dodajamo vrednosti za točki 8 in 6, kjer se premiki ob razpokah v zadnjih letih ne večajo. — V oklepaju so

prispisane vrednosti, ki se dobe z ekstrapolacijo izmerkov do julija 1959 ob poprečni hitrosti premikov v prvih pet in pol letih meritev.

Tabela 2

Mersko mesto	Premik v mm		
	ξ	η	ζ
9		-0,35 (-0,6)	4,35 (6,7)
2	9,8 (9,9)		14,85 (19,3)
12	2,2 (4,35)		3,75 (4,95)*
4		3,3 (3,5)	10,6 (13,6)
8	-0,2 (6,0)		4,55 (16,9)
6	0,6 (3,5)		2,95 (15,3)

ξ , η , ζ = pomen znakov in predznakov kot v tabeli 1, * meritve samo do konca leta 1973

Tabela 3

Čas	Etaža:	turbinska	regulatorska	generatorska	plato 472
8. 11. 66		5	7		4
do	n				
	$\Delta \zeta_f$	-0,8	-0,8		+3,4 (+4,8)
1. 4. 80 (2. 7. 76)	$\Delta \zeta_m$	+0,1	+1,9		+5,3 (+4,95)
2. 7. 76 (24. 4. 78)		9	7	(6)	8
do	n				
	$\Delta \zeta_f$	-0,5	-1,4	(+0,8)	-1,4
1. 4. 80	$\Delta \zeta_m$	+0,1		(+3,0)	+0,8
		10	7	6	8
1978	n				
	$\Delta \zeta_1$	od -0,6	od -1,05	od +1,3	od +1,55
		do 1,0	do +1,55	do -2,1	do +3,25

n = število reperov, $\Delta \zeta_f$ = srednji premik od prvega do zadnjega prečitka, $\Delta \zeta_m$ = srednji maksimalni dvižek v navedenem času, $\Delta \zeta_1$ = višina vala sezonske oscilacije vertikalnih premikov

V gornji razpredelnici so upoštevani tudi premiki točk A (površje) in B (nivo regulatorske etaže) glede na točko C (nivo turbinske etaže), na katero se nanašajo tudi vsi ostali izmerki. Nepremičnost te točke žal ni uspelo zanesljivo ugotoviti, ker prenos nivelmana z oddaljenih fiksnih točk ni mogel biti dovolj natančen. — Višinska razlika med točko A oz. B in točko C je bila merjena z invarsko žico. Vse tri točke so namreč situirane v zračnem jašku II. agregata na isti vertikali. Časovni sovisnici relativnih vertikalnih premikov točk A in B glede na točko C sta prikazani na sliki 8.

Naraščajoče posedanje repera na konglomeratni terasi (s poprečno hitrostjo 0,5 mm na leto) in enega repera na pobočju v času med 8. 11. 1966 in 2. 7. 1976 (ob istočasnem dviganju vznožnih reperov) bi navajalo k sklepanju, da pobočje zelo počasi leze. Toda meritve na ostalih šestih reperih na pobočju tega sklepanja ne podpirajo prepričljivo (po podatkih v poročilu avtorja v [2]).

Ad č) Razdalja med stropom regulatorske in tlemi turbinske etaže se je v času od 11. 8. 1976 do 1. 4. 1980 spremenila na mestu L_1 za -0,25 mm in na mestu L_2 za -1,29 mm. V tem času so izmerki oscilirali med ekstremoma:

za L_1 med -1,42 in +0,50 mm,

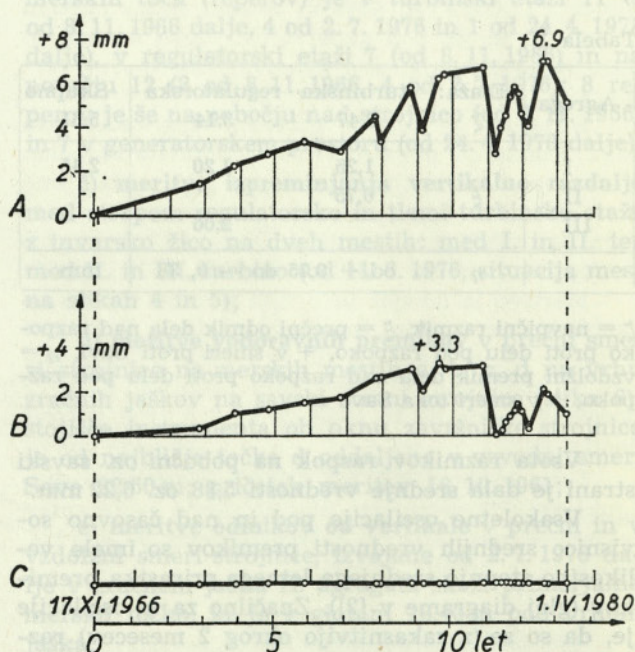
za L_2 med -1,96 in +0,30 mm.

Premerjava izmerkov s količinami v oklepajih pokaže, da se je tudi na mestih 9, 2, 12 in 4 poprečna hitrost premikov nekoliko zmanjšala. — Za mersko mesto 2 sta časovni sovisnici vodoravnih in navpičnih komponent premikov prikazani na sliki 7.

Ad b) Izmerki ob remontih so bili do avgusta 1959 v dosti dobrem soglasju z rezultati merjenja premikov ob razpokah [2]. Za poznejši čas primerjave niso bile izdelane.

Ad c) Nivelmanska opazovanja po 8. 11. 1966 so dala za vertikalne premike naslednje globalne rezultate:

Nizke (negativne) vrednosti so bile izmerjene v zimskem, višje (pozitivne) vrednosti v poletnem



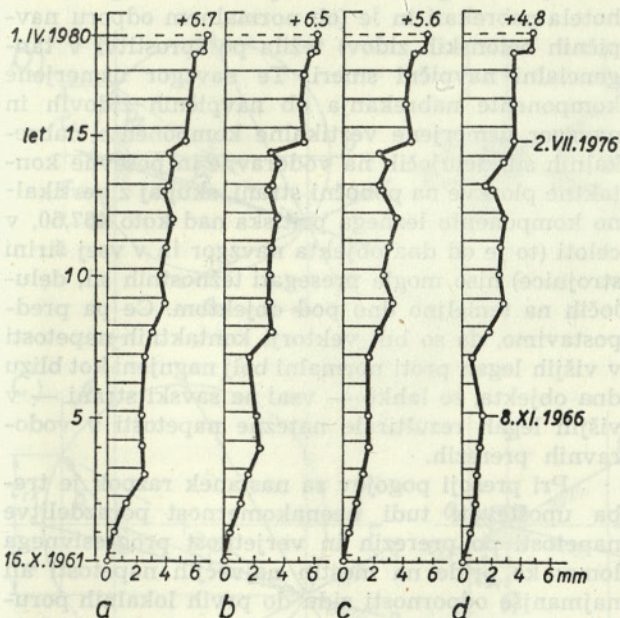
Slika 8. Diagrama dvižkov v točkah B in A v zračnem jašku II. agregata (relativnih glede na točko C): B v nivoju regulatorske etaže, A na platoju 472,00

času. Kakor je razvidno iz tabele 3, se je v istem času razdalja med reperi v turbinski in v regulatorski etaži zmanjšala v poprečju za 0,9 mm, kar je blizu poprečnemu izmerku na mestih L_1 in L_2 .

Ad d) Časovne sovisnice vodoravnih premikov v prečni smeri strojnice so za točke a, b, c in d (po situaciji na sliki 6) prikazane na sliki 9. Od začetka meritev 16. 10. 1961 do 1. 4. 1980, to je v 18,47 letih, so premiki naraščali s hitrostjo med 0,26 in 0,36 mm/leto, večajoč se od d proti a, to je v nizvodni smeri (od IV. proti I. agregatu). Čeprav je bila hitrost premikanja od leta do leta različna (v nekaterih letih so razlike v izmerkih celo negativne), niti v zadnjih letih ni izrazitejša tendence, da bi se ti majhni premiki zaustavili.

Ad e) Podatke o meritvah odmikov od vertikalne na dolžini 13,40 m v II. zračnem jašku imamo samo za poldrugeto leto pred 1. 6. 1978. V tem času je bil za točko b na vrhu istega jaška registriran celo zmanjšek odmika za 0,1 mm, izmerki za globinske točke v vrednosti od 0,3 do 0,8 mm pa so blizu natančnosti meritev, ki je 0,5 mm. Sicer pa je čas poldruega leta opazovanj prekratek za kakršnokoli sklepanje.

Ad f) Po zapiskih HE Moste so bile za čas od 1. 3. 1955 do 1. 7. 1959 sestavljeni diagrami temperaturnih oscilacij za tri etaže strojnice [2]. Po podatkih teh diagramov je sestavljena naslednja preglednica:



Slika 9. Časovne sovisnice prečnih odmikov točk na vrhu zračnih jaškov (situacija na sliki 6)

Etaža	generatorska	regulatorska	turbinska
Temperatura °C min/max	5/32	12/32	1/22
Letna temperaturna razlika: °C min/max	16/20	10/13	12/17

Ad g) Piezometrične meritve so pokazale, da pozitivnih pornih tlakov v kontaktni sivici ni ali pa so zelo majhni. Hidrostatični tlaki torej niso vplivali na nastanek razpok v strojnici.

Vzroki premikov in deformacij

Nekaj splošnih ugotovitev

1. Prečne vodoravne komponente premikov ob razpokah kažejo, da je bilo betonsko zidovje v turbinski in v regulatorski etaži prestriženo.

2. Naraščajoče razmikanje ob razpokah v prvem desetletju meritev, pa tudi poznejše bolj umirjene nivelmanske dvižke so lahko povzročile samo navzgor usmerjene tangencialne sile, delujoče od tal na betonsko zidovje. Te sile pa niso mogle presežati teže konstrukcije z opremo.

3. Pred dograditvijo IV. agregata je bilo v letih 1973 do 1975 izvršenih 7 sond v skupni dolžini 40 metrov (posamezne dolžine od 4 do 11 m), in sicer z ustji na kotah med 455,68 in 457,57 in s kotami dna od 446,57 do 454,11. Sondaže so pokazale, da je kontakt med betonom in sivico različen: mestoma trden beton v tesnem kontaktu s trdno, malo vlažno sivico, mestoma porozen, slabo vezan, zdrobljen beton v slabem kontaktu s trdno, malo vlažno sivico, mestoma enako slab beton v slabem kontaktu z razpokano, vlažno, deloma razdrobljeno sivico. V globinah pod kontaktom (razen na enem mestu do globine 170 cm) je sivica povsod trdna, malo vlažna, a preprežena s pokami (drsami), ki so verjetno povsod tektonske [5].

Takšne ugotovitve upravičujejo domnevo, da je kontakt tudi ob obodnih zidovih drugih agregatov tu in tam slab in da so dani pogoji za neenakomerno učinkovanje kontaktnih nabrekalnih tlakov. Neenakomernosti deformacij ob razpokah lahko prispeva tudi različnost v višini kontakta s sivico na savski strani.

4. Pojav, da se razpoke ob kontinuiranem naraščanju srednjih vrednosti deformacij poleti razpirajo in pozimi relativno zapirajo (pot npr. na sliki 7), lahko tolmačimo s tem, da se pozimi stropne konstrukcije skrčijo in da tako trenje ob kontaktu popusti ter omogoči povratne deformacije.

5. Razmerje med odmiki (točke b) in dvižki (točke A) na vrhu II. zračnega jaška se s časom povečuje: od pričetka meritev dvižkov (8. 11. 1966) je bilo to razmerje po 8,89 letih 0,26, po 9,65 letih 0,52, po 12,77 letih 0,58 in po 13,39 letih 0,86. Zato bi mogli domnevati, da se nagib navzgor usmerjenih zemeljskih pritiskov s časom manjša.

6. V poročilu iz leta 1959 [2] je bil analiziran tudi vpliv krčenja betona na deformacije konstrukcije. Iz premikov ob vertikalnih dilatacijah je bilo — ob upoštevanju oscilacij zaradi temperaturnih izprememb — ocenjeno, da se je v prvih štirih letih opazovanj beton zaradi strjevanja krčil s po-

prečno hitrostjo 0,0346 mm na leto in 1 m. Tak skrček je bil potem upoštevan pri analizi nabrekanja na pobočni strani. Računi in preudarki so pokazali, da na sam nastanek razpok in na absolutne dvizke krčenje betona ni moglo vplivati.

7. V istem poročilu [2] so bili pretreseni tudi vplivi, ki bi jih na premike in poškodbe v strojnici lahko imeli: a) dolgotrajna konsolidacija zaradi geološke razbremenitve, b) razbremenitev z izkopom, nabrekanje v dnu in obtežba z objektom, c) morebitno sušenje gline v dnu izkopa. Izkazalo se je, da vsi ti učinki za nastanek razpok in za razvoj premikov ne morejo biti pomembni.

8. Med izmerki pred potresom 6. 5. 1976 (v Mostah jakosti okrog šeste stopnje MCS) in po potresu so na nekaterih mestih opazni manjši skoki v časovnih sovisnicah premikov. Verjetno je, da so v zvezi s potresnimi sunki. Verjetno je tudi, da je potres tu in tam dodatno poškodoval beton, oslabil prereze in s tem olajšal nove poškodbe od vpliva nabrekalnih tlakov ali lezenja pobočja. Tako je lahko posredno v zvezi s potresom nastanek novih razpok v regulatorski etaži dne 27. 6. 1976, ko so se ob močnem poku odprli delovni stiki med nearmiranim zidovjem te etaže in armiranimi stropnima konstrukcijama pod etažo in nad njo.

Tolmačenje deformacij z nabrekalnimi pritiski

Na sliki 3 smo prikazali odvisnost nabrekalnega tlaka od vlažnosti lapornate gline. Če upoštevamo to odvisnost in kontaktno vlago gline, kot je razvidna s slike 2, lahko ocenimo [2] kontaktni nabrekalni pritisk sivice od dna strojnice na koti 451,45 do kote 460,00 na pobočni in na savski strani na 5876 do 10065 kN/m, od kote 460,00 do kote 462,50, ki je srednja kota razpok v regulatorski etaži, pa na 981 do 1718 kN/m. Na pobočni strani je nad to koto do kote 467,50, kjer je kontakt s površinsko sivico konsistence blizu meje plastičnosti, nabrekalni pritisk ocenjen na 1373 do 3139 kN/m.

Za drsino, ki se vzpenja po ravnini (slika 1) od kote 467,50 ob strojnici vzdolž kontakta med CS in C (slika 1) po potencialni porušnici I, dobimo pri mobilizaciji srednje strižne trdnosti 40,2 kPa, kot je bila ugotovljena s preizkusom na velikem vzorcu iz območja drsine pobočnega plazu nad strojnico [4], vodoravni pritisk na strojnico v velikosti 785 kN/m. Ker je nad koto 467,50 poprečna vlaga kontaktne sivice okrog 17 % [4], nadomestimo v tem delu kontakta nabrekalni pritisk z aktivnim zemeljskim pritiskom plaznega pobočja v gornjem iznosu.

Na savski strani je nabrekalni pritisk nad koto 462,50 do kote 466,80, ki je srednja kota površja sivice, ocenjen [2] na 500 do 1226 kN/m, nad koto 466,80 pa je upoštevan mirni pritisk prodne naplavine (do površja na koti 472,00) v velikosti 49 do 98 kN/m.

Tako je celotni pritisk nad koto 460,00 ocenjen na pobočni strani na 3139 do 5612 kN/m, na savski

strani pa na 1530 do 3042 kN/m. Ker je do kote 462,50, ki je poprečna kota razpok v regulatorski etaži, pritisk z obeh strani enak, je razlika pritiskov, učinkujočih nad to koto, kakor tudi razlika pritiskov, učinkujočih nad koto 459,50, ki je srednja kota razpok v turbinski etaži, enaka 1609 do 2600 kN/m. Če zanemarimo vpliv trenja ob dnu in ob prečnih bokih strojnice, je ta razlika enaka prečnima silama na srednjih višinah razpok v turbinski in regulatorski etaži. Pri poprečnih prerezih s širino 3,61 m v turbinski in 4,13 m v regulatorski etaži so ustrezne srednje strižne napetosti v betonu med 509 in 720 kPa v turbinski ter med 390 in 630 kPa v regulatorski etaži. Na mestih delovnih stikov ali slabe kvalitete nearmiranega betona je prestrig pri višjih vrednostih gornjih intervalov napetosti verjeten.

Če je nad nivojema poznejših razpok v turbinski in regulatorski etaži obstajala razlika med vodoravnima komponentama rezultant zemeljskih pritiskov, je bila reakcija na to razliko — če izvzamemo trenje ob prečnih bokih strojnice — povečan zemeljski pritisk na zelo malo vlažno lapornato glino v spodnjem delu strojnice, trenje v dnu strojnice in uravnoteževalni moment normalnih komponent napetosti v dnu; ta moment je povečeval reakcijske tlake proti teži strojnice na savski strani in jih je zmanjševal na pobočni strani.

Nabrekalne tlake so na obeh vzdolžnih kontaktnih ploskvah med betonom in lapornato glino (na pobočni in na savski strani) spremljale navzgor usmerjene tangencialne komponente sil v glini, ki je hotela nabrekati in je (ob normalnem odporu navpičnih betonskih zidov) težila po sprostitvi v tangencialni navpični smeri. Te navzgor usmerjene komponente nabrekanja ob navpičnih zidovih in navzgor usmerjene vertikalne komponente nabrekalnih sil, delujočih na vodoravne in poševne kontaktne ploskve na pobočni strani, skupaj z vertikalno komponento leznega pritiska nad koto 467,50, v celoti (to je od dna objekta navzgor in v vsej širini strojnice) niso mogle presegati težnostnih sil, delujočih na temeljno dno pod objektom. Če pa predpostavimo, da so bili vektorji kontaktnih napetosti v višjih legah proti normalni bolj nagnjeni kot blizu dna objekta, so lahko — vsaj na savski strani — v višjih legah rezultirale natezne napetosti v vodoravnih prerezih.

Pri presoji pogojev za nastanek razpok je treba upoštevati tudi neenakomernost porazdelitve napetosti po prerezih in verjetnost progresivnega loma: ko pride na mestih največjih napetosti ali najmanjše odpornosti zidu do prvih lokalnih porušitev, se v oslabljenih prerezih napetosti povečajo in tako se lahko lom postopno širi.

Na sliki 10 so prikazani Mohrovi krogi napetostnih stanj, kakršna so lahko — v skladu s predhodnimi preudarki — nastopila na mestih kasnejših razpok. Predpostavili smo, da lahko v paralelepipednih elementih nastopajo v vodoravnih ploskvicah tangencialne napetosti (τ_{xx}), ki strižejo

zgornje ploskvice glede na spodnje ploskvice proti desni (savski) strani, in normalne napetosti (σ_z), ki so lahko a) tlačne, b) nične ali c) natezne; v vertikalnih ploskvicah z normalo v prečni smeri x vzamemo v vseh treh primerih tlačne napetosti (σ_x), medtem ko so tangencialne napetosti $\tau_{xz} = \tau_{zx}$. Za vse tri variantne primere so na slikah 10 a, b, c na znani način [6] konstruirani tečaji (P) Mohrovih napetostnih krogov in potegnjeni sta kritični smeri t in n za alternativna primera, da so za porušitev (nastanek razpok) odločilne največje tangencialne (t) ali največje natezne (n) napetosti.

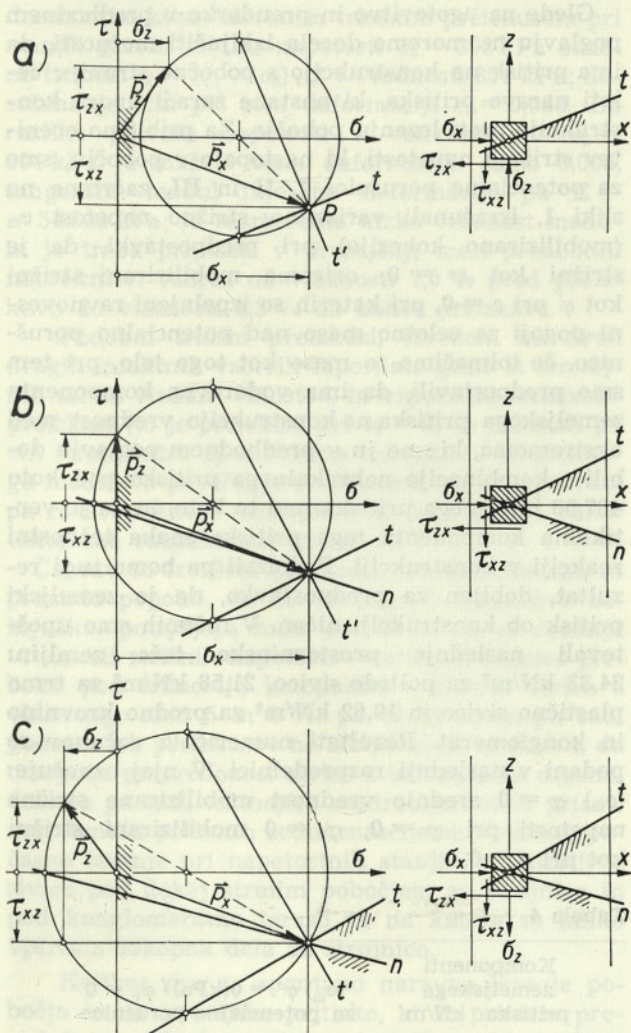
Če ne upoštevamo drugih kriterijev porušitve (npr. kriterija največjega specifičnega distorzijskega dela), je vsaj na pobočni strani najverjetnejša kritična smer t , to je ena izmed smeri ploskvic, v katerih nastopajo največje strižne napetosti. Na

savski strani se zde možne tudi porušitve v smereh n , to je v smereh ploskvic z največjimi nateznimi napetostmi.

Vsi obravnavani vplivi na napetostna stanja so med seboj tako prepleteni in tako nezanesljivo določljivi, da smo lahko podali samo kvalitativne sheme možnih napetostnih stanj in da lahko ugotovimo: a) postopno porušitev so mogle izzvati strižne napetosti v smereh, v katerih so večje od tistih, ki smo jih predhodno ocenili kot poprečne strižne napetosti v vodoravnih prerezi; b) zlasti na savski strani so mogle nastopiti v betonu natezne napetosti, ki so bodisi same prekoračile trdnost betona na mestih delovnih stikov ali slabe kakovosti betona, bodisi prispevale k povečanju največjih strižnih napetosti (slika 10 c). Tako so opisani preudarki bolj osvetlili napetostna stanja, pri katerih je prišlo do nastanka prvih razpok ob privzetku, da so bili v prvi fazi zemeljski pritiski na pobočni strani kombinacija nabrekalnih sil in pritiska površinskega plazju, na savski strani pa kombinacija nabrekalnih sil, pasivnega pritiska v spodnjem delu turbinske etaže in mirnega pritiska krovninskega proda.

Po formiranju strižnih razpok oz. po strižnem odmiku delov konstrukcije nad razpokami v turbinski in v regulatorski etaži se je na savski strani tudi nad razpoko v turbinski etaži mobiliziral zemeljski pritisk v pasivni smeri. Če zanemarimo trenje ob dnu in ob prečnih bokih strojnice, je morala biti horizontalna komponenta tega pasivnega pritiska enaka horizontalni komponenti zemeljskega pritiska s pobočne strani. Vertikalni komponenti teh pritiskov, ki sta dele konstrukcije porivali od nastalih strižnih razpok navzgor, sta morali biti navzgor usmerjeni, nista pa mogli presegati teže konstrukcije in opreme. Po podatkih Elektroprojekta Ljubljana je obtežba na podporni slop enega agregatnega polja širine 6,50 m na koti 461,00 na pobočni strani 4316 kN in na savski strani 2815 kN. V naslednjih informativnih računih bomo upoštevali vertikalni komponenti zemeljskih pritiskov nad koto 460,00 v velikosti 755 kN/m na pobočni strani in 373 kN/m na savski strani (sili na 1 m dolžine strojnice).

Na sliki 1 sta na savski strani vrtani dve potencialni ravninski porušnici, izhajajoči ob strojnici s kote 460,00. Če vzamemo, da poraste (zaradi majhnosti premikov) nagib reakcije v produ od aktivnega nagiba pri mirnem zemeljskem pritisku samo na hidrostatično vrednost ($\varphi_m = 0$), bi se v lapornati glini (sivici) pri zemeljskih pritiskih z vertikalno komponento 373 kN/m in s horizontalno komponento 3139 oz. 5642 kN/m mobilizirala strižna napetost (pri $\varphi_m = 0$ tudi za sivico) v velikosti 130 oz. 327 kPa za porušnico IV in 80 oz. 260 kPa za porušnico V. Tudi večja teh vrednosti je očitno globoko pod trdnostjo poltrdne sivice z vlago med 5 in 10 %. (Pri mobilizaciji trdnosti proda v pasivni smeri pod nagibom 14° je mobili-



Slika 10-a, b, c. Mohrovi krogi za variantne možnosti napetostnih stanj: (a) $\sigma_z > 0$ (+za tlak), (b) $\sigma_z = 0$, (c) $\sigma_z < 0$; t, n = kritični smeri za največje tangencialne (t) oz. največje natezne (n) napetosti kot kriterij porušitve. (Samo shematični, kvalitativni prikazi napetostnih stanj).

zirana strižna napetost v sivici vzdolž potencialne porušnice IV 100 oz. 315 kPa.)

Zaradi strižnega odmika zalednega pobočja kontaktna glina nabrekne, če lahko sprejme vlago skozi kontaktne špranje ali skozi porozni beton. Pri povečani vlagi se nabrekalni pritisk zmanjša. Žal ni dovolj raziskan mehanizem prodiranja in porazdelitve dodatne vlage v smeri normalni na kontaktno ploskev in mehanizem s tem zvezanega razvoja nadaljnjega nabrekalnega tlaka. Ne glede na ta razvoj se zaradi strižnega odmika napetostno stanje v zeledni glini spremeni in s to spremembo so povezane določene, če še tako majhne deformacije v zaledju strojnice; zaustavlja jih zidovje strojnice v odmaknjeni legi, narekajoč relaksacijo napetostnega stanja v pobočju in temu ustrezne nove kontaktne pritiske. Pričakujemo, da se v vsakem primeru kontaktne nabrekalne tlak s časom polagoma zmanjšuje in da tako deformacije v konstrukciji usihajo. Šestindvajsetletne meritve ob razpokah in pretežni del nivelmanskih meritev govore za takšno plahnjenje deformacij; občasno in zlasti v zadnjem času prevladujoče nižanje nivelmanskih reperov v strojnici bi mogli pripisati prevladovanju težnostnih sil proti navpičnim komponentam nabrekalnih tlakov. Vsa opazovanja pa ne govore za umirjanje procesa: Zmanjšanja poprečne hitrosti deformacij nismo mogli zanesljivo ugotoviti za odmike merskih točk na vrhu zračnih jaškov; nekatere razpoke se z nezmanjšano hitrostjo še nadalje večajo in občasno se s pokom pojavljajo nove razpoke, pričujoč o sprostitvah prevelikih napetosti v betonu.

Zemeljski pritisk s pobočne strani smo nad koto 467,50 obravnavali kot pritisk plazuz z drsino ob kontaktu med spodnjo poltrdno in zgornjo trmo plastično glino. Ocenili smo ga na $E = 785 \text{ kN/m}$. Če bi se ves ta pritisk — po prestragih v turbinski in v regulatorski etaži — prenesel na savski strani na prodno krovino do iste globine ($H = 4,50 \text{ m}$ pod koto 472,00), bi bila — pri prostorninski teži nepreplavljenega) proda $\gamma_G = 18,64 \text{ kN/m}^3$ — potrebna mobilizacija pasivnega odpora v prodni s koeficientom.

$$K_p = 2E / (\gamma_G H^2) = 4,15$$

kar ustreza (po tabelah Caquot in Kerisela [7]) mobiliziranemu strižnemu kotu $\phi_m = 24,5^\circ < \phi' \cong 40^\circ$. Za totikšno mobilizacijo pasivnega odpora bi bili najbrže potrebni večji premiki, kot so bili — v velikosti okrog 3 mm — do leta 1961 približno ugotovljeni iz meritev ob razpokah v turbinski in v regulatorski etaži in po letu 1961 — v velikosti 4,8 do 6,7 mm — izmerjeni kot premiki točk na vrhu zračnih jaškov. Zato menimo, da so plazne pritiske, ki učinkujejo na strojnico nad koto 467,50, prevzele na savski strani tudi globokejše gmote proda in morske gline. V odstavku pred predhodnim smo prikazali, da je za potencialne porušnice, izhajajo-

če s kote 460,00, mobilizacija trdnosti gline majhna celo v primeru, ko predpostavimo v prodni samo povečanje pritiskov od mirnih do hidrostatskih.

Če pa bi opazovanja pokazala, da je tudi generatorska etaža na nivoju okrog kote 467,50 prestrižena, bi takšen prestrig izzval mobilizacijo pasivnega odpora po predhodnem prikazu ($\phi_m = 24,5^\circ$). Tolikšna mobilizacija bi bržkone zahtevala premike, ki bi povzročili v generatorski etaži večje poškodbe in bi zelo otežili obrat. Možno je, da je tudi pri sedanji razpokanosti v generatorskem prostoru, ki ni kontinuirana, premike na vrhu zračnih jaškov, ki zlasti v vodoravni smeri še ne ugašajo, pripisati postopni večji mobilizaciji pasivnega odpora v prodni krovini.

Tolmačenje deformacij s pritiskom lezenja pobočja

Glede na ugotovitve in preudarke v predhodnem poglavju ne moremo docela izključiti možnosti, da ima pritisk na konstrukcijo s pobočne strani v celoti naravo pritiska, ki nastane zaradi upora konstrukcije proti lezenju pobočja. Za približno ocenitev strižnih napetosti, ki nastopajo v pobočju, smo za potencialne porušnice I, II in III, začrtane na sliki 1, izračunali variantno: strižno napetost c_m (mobilizirano kohezijo) pri predpostavki, da je strižni kot $\varphi = 0$, oziroma mobilizirani strižni kot φ pri $c = 0$, pri katerih so izpolnjeni ravnovesni pogoji za celotno maso nad potencialno porušnico, če tolmačimo to maso kot togo telo, pri tem smo predpostavili, da ima vodoravna komponenta zemeljskega pritiska na konstrukcijo vrednost med ekstremoma, ki smo ju v predhodnem poglavju dobili s kombinacijo nabrekalnega pritiska pod koto 467,50 in leznega pritiska nad to koto, in da je vertikalna komponenta tega pritiska enaka težnostni reakciji v konstrukciji. Prikazali pa bomo tudi rezultat, dobljen za predpostavko, da je zemeljski pritisk ob konstrukciji nič. V računih smo upoštevali naslednje prostorninske teže zemljin: $24,33 \text{ kN/m}^3$ za poltrdo sivico, $21,58 \text{ kN/m}^3$ za trmo plastično sivico in $19,62 \text{ kN/m}^3$ za prodno krovino in konglomerat. Rezultati numeričnih računov so podani v naslednji razpredelnici. V njej označuje: (c_m) $\varphi = 0$ srednjo vrednost mobilizirane strižne napetosti pri $\varphi = 0$, $\varphi_c = 0$ mobilizirani strižni kot pri $c = 0$.

Tabela 4

Komponenti zemeljskega pritiska kN/m		$(c_m) \varphi = 0 (\text{kPa}) / \varphi_c = 0$ za potencialno porušnico		
E_h	E_v	I	II	III
0	0	—	146 / 21,4 ⁰	157 / 18,7 ⁰
3139	755	33 / 10,0 ⁰	128 / 18,0 ⁰	141 / 16,3 ⁰
5642	755	4 / 1,0 ⁰	108 / 15,5 ⁰	127 / 15,0 ⁰

Za vlago $w = 6\%$ bi dobili ob veljavnosti sovisnice $p_e = p_e(w_e)$ ustrežajoče enačbi (2) in Hvorslevove relacije $\tau_f = \tau_f(p_e, \sigma)$ po enačbi (1) vrednosti

$$p_e = 16\,276 \text{ kPa in za } \sigma' = 600 \text{ kPa } \tau_f = 986 \text{ kPa}$$

Gornji sovisnici pa nista preizkušeni za glino poltrdne konsistence. Žal nimamo ohranjenih eksperimentalnih podatkov za trdnost kompaktne poltrdne sivice iz strojnice Moste. Če ne upoštevamo tektonske poškodovanosti, jo cenimo na več kot 1000 kPa. Tudi o deformabilnosti sivice, preprežene s tektonskimi drsami in vsebujoče tu in tam peščene sedimentacijske vložke, ni eksperimentalnih podatkov.

Nedavno pa so preiskovali vzorce iste oligocenske lapornate sive gline iz temeljnih tal za viadukt Moste v trasi projektirane avtomobilske ceste Hrušica—Žirovnica [8]. Za vzorec profila 10 cm in višine 20 cm z odstotkom vode 8,3% so dobili z nedreniranim konsolidiranim triosnim preizkusom pri manjši glavni totalni napetosti $\sigma_3 = 392 \text{ kPa}$ strižno trdnost $\tau_f = (\sigma_1 - \sigma_3)/2$ v vrednosti 854 kPa; dosežena je bila pri osni deformaciji $\varepsilon_1 = 0,038$. Do razlike glavnih napetosti v velikosti $\sigma_1 - \sigma_3 = 304 \text{ kPa}$ je znašala osna deformacija samo 0,006, tangenti modul linearne deformacije pa $E = 54.300 \text{ kPa}$; to razmeroma nizko vrednost modula je treba pripisati v precejšnji meri predhodni nabreknitvi vzorca od vlažnosti 7,0% pred preiskavo do vlažnosti 8,3% ob koncu preiskave.

Podobni triosni preizkusi, izvedeni na dveh drugih intaktnih vzorcih lapornate gline iz temeljnih tal za viadukt »Moste«, in vzporedni »enoosni« preizkusi (to je preizkusi pri $\sigma_3 = 0$) so pokazali po eni strani hiter upad strižne trdnosti in tangentnega modula s povečanjem vlažnosti, po drugi strani pa razkropljenost rezultatov, ki ji je glavni vzrok tektonska razpokanost gline.

Čeprav so izvršeni preizkusi premalo številni in premalo popolni, da bi dovoljevali zanesljive zaključke, potrjujejo našo domnevo, da so srednje vrednosti strižnih napetosti v zaledju strojnice globoko pod trdnostjo kompaktne poltrdne sivice z vlažnostjo med 5 in 8%; po drugi strani pa tudi podatki teh preizkusov ne izključujejo možnosti, da omogoča prepredenost sivice s tektonskimi drsami, deloma pa tudi tektonska razdrobljenost in prisotnost tankih peščenih sedimentacijskih vložkov, počasno lezenje pri napetostnih stanjih, v katerih je sivica pod dokaj strmim pobočjem za strojnico in pod konglomeratno teraso in na katera so lahko vplivala odkopna dela za strojnico.

Kolikor gre za spontano naravno lezenje pobočja in za zemeljske pritiske, ki se pri tem prenašajo na zidovje strojnice, je težko pojasniti krajevno in časovno neenakomernost tega vpliva na razvoj deformacij, ugotovljenih z dolgotrajnimi meritvami. Razumljiv pa je vpliv lezenja po kontaktu med poltrdno in trmo plastično sivico, kjer ostaja mobilizirana strižna napetost tudi ob re-

laksacijskem vplivu zidovja strojnice blizu trdnostne meje.

Sanacija

Z namenom, da se poveča odpornost objekta proti deformacijskemu učinku zemeljskih pritiskov in da se vzpostavi monolitnost konstrukcije, je bila v letu 1976 projektirana [3] in v letu 1979 izvedena (ZRMK) sidrska povezava razpokanega betonskega zidovja. Konstrukcija glavnih nosilnih zidov strojnice je dopustila namestitev 13 sider v nosilnih slopih na pobočni strani in 10 sider na savski strani. Sidrne luknje je bilo treba deloma izvrtati v nagibu. Vezi (sidra) so prednapete in imajo dopustno nosilnost 490 kN. Vrtali so s kote 467,30, napenjalne glave so na koti 465,00, najnižja točka sidrišč, ki so okrog 4 m dolga, pa je v pobočnem delu na koti 453,60 in na savski strani na koti 452,93. Vezi sestojijo iz po treh palic $\phi 16 \text{ mm}$ iz jekla J 135/150 z dopustno napetostjo 932 500 kPa.

Če se med sidriščem in napenjalno glavo zaradi razširitve razpok razdalja poveča za 1 mm, pomeni to pri dolžini 4,90 m raztezek $\Delta\varepsilon = 1/9400$ in pri modulu elastičnosti $E = 21 \cdot 10^7 \text{ kPa}$ prirastek natezih napetosti v prednapetem sidru za $\Delta\sigma = E\Delta\varepsilon = 22340 \text{ kPa}$.

Ker kažejo meritve, da so se vertikalne komponente premikov v glavnem ustalile, ni pričakovati v vertikalni smeri večjih premikov s sidri povezanega zidovja razen tistih, ki jih povzročajo temperaturne oscilacije. Predvideno pa je občasno preverjanje napetosti v sidrih.

Sile, ki so prestrigle zidovje v turbinski in v regulatorski etaži, smo ocenili na 1609 do 2600 kN/m oz. na 10495 do 16900 kN na agregatno polje. Za prevzem tolikšnih sil seveda trenje, ki ga ob razpokah omogoča napetost od petih sider po 490 kN obremenitve, to je skupno od 2450 kN obremenitve, ne zadošča. Toda po prestrigu so prečne sile uplahnile. Vsekakor omogoča povezava s sidri bolj monoliten odpor proti prečnim silam, kolikor se še vedno pojavljajo.

Zaključek

Prikaz rezultatov šestindvajsetletnih meritev in opazovanj deformacij v podzemni strojnici Moste ter analiza možnih vzrokov zanje sta pokazala, da so deformacije vsekakor v glavnem posledica zemeljskih pritiskov z navzgor usmerjenimi vertikalnimi komponentami. Začetne razlike med pritiski na pobočni savski strani so nearmirano zidovje prestrigle, potem pa so pobočni pritiski mobilizirali del razpoložljivega pasivnega pritiska na savski strani.

Pobočni pritiski so lahko nabrekalni pritiski prekonsolidirane, poltrdne terciarne gline, kombinirani s pritiskom površinskih pobočnih gnot, drse-

čih po nagnjenem kontaktu med poltrdno in trmo plastično glino, ali pa so v celoti lezni pritiski pobočja. Čeprav meritve kljub svoji dolgotrajnosti še vedno ne dopuščajo docela prepričljivega zaključka, nagibajo prikazane analize in preudarki raziskovalca k mnenju, da je treba deformacije in njihov potek pripisati kombiniranemu učinku nabrekalnih tlakov in leznega pritiska po prvi zgoraj navedenih alternativnih možnosti.

K prepričljivosti zaključka bi lahko prispevala dolgotrajnejša opazovanja vodoravnih prečnih odmikov reperov, razporejenih v raznih horizontih in v različni oddaljenosti od zalednega pobočja, dolgotrajnejše in številnejše meritve premikov reperov in na njegovem vznožju, vsajenih pod globino kontakta med poltrdno in plastično sivico, deloma pa temeljenih blizu površja, dalje izvedba dolgotrajnih trdnostih in deformacijskih preizkusov na vzorcih poltrdne gline, vsebujočih tudi tektonske drse, dolgotrajni preizkusi nabrekalnih tlakov v odvisnosti od velikosti predhodnega premika in, seveda, nadaljevanje že utečenih meritev.

Izkušnje s podzemno strojnico Moste kažejo, da je treba v prekonsolidirani glini, ki v vlagi nabreka in ki vsebuje tektonske drse, vkopani objekt monolitno konstruirati in solidno armirati. Sanacija strojnice v Mostah s sidrno povezavo razpokanih blokov je bila v letu 1979 narejena s smotrom, da se monolitnost konstrukcije vsaj deloma vzpostavi.

UDK 624.131.53

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA 1980 (29)

Št. 10, str. 202—212

Ljujo Šuklje, prof. dr. inž.

ZEMELJSKI PRITISKI NA PODZEMNO STROJNICO MOSTE

Podzemna strojnica Moste je do globine 20 m vkopana v prekonsolidirano, s tektonskimi drsami prepreženo terciarno lapornato glino. Kmalu po izgradnji v letu 1952 so se v nearmiranih betonskih zidovih pojavile razpoke. V članku so prikazani in tolmačeni rezultati dolgoletnih meritev premikov. Geotehnične analize nagibajo avtorja k mnenju, da gre za kombinacijo učinka nabrekalnih tlakov ob pobočnih kontaktih s sivico poltrdne konsistence od globine 4,50 m navzdol in, nad to globino, učinka pritiska lezenja pobočja, ki vsebuje, blizu površja, trmo plastično glino. — Nedavno so razpokane betonske zidove povezali s prednapetimi jeklenimi vezmi, da bi vsaj deloma vzpostavili monolitno odpornost konstrukcije.

Zahvala. Avtor se prisrčno zahvaljuje Mateju Kleindienstu, dipl. inž., gradbenemu svetniku v p., za pregled rokopisa ter za koristne pripombe in pobude, ki jih je dal v razgovoru o obravnavanem vprašanju.

VIRI

1. Batagelj, »1. poročilo o meritvah deformacij HE Moste v letu 1980«, Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana, Inštitut za konstrukcije, DN 4-332/79, 8. 5. 1980.

2. L. Šuklje, »Poročilo o raziskavi razpok v strojnici Moste«, Laboratorij za mehaniko tal Univerze v Ljubljani, poročilo št. 56/59 z dne 25. 10. 1959.

3. S. Janežič, »Sanacija strojnice HE Moste s prednapetimi sirdi«, projekt za izvedbo, IB Elektroprojekt Ljubljana, september 1978.

4. L. Šuklje, I. Sovinc, »Landslides in Tertiary Clay in the Upper Sava Valley«, Proc. Yug. Soc. Soil Mech. Found. Eng., Nos 13—14, pp 17—24, Sarajevo 1957.

5. Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana, »Sondažni profili za vrtine V1 do V5, V7 in V8«, D. N. 1456/73.

6. L. Šuklje, »Trdnost«, DZS, Ljubljana 1952.

7. A. Caquot et J. Kerisel, »Traité de Mécanique des Sols«, Gauthier-Villars, Paris 1949.

8. Laboratorij za mehaniko tal FAGG Univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani, »Strokovno mnenje o izvedbi temeljenja viadukta Moste na A. C. Hrušica—Zirovnica«, poročilo št. 79-1-41 z dne 22. 11. 1979.

UDK 624.131.53

GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA 1980 (29)

Nr. 10, pp. 202—212

Ljujo Šuklje, prof. dr. inž.

EARTH PRESSURES ON THE UNDERGROUND POWER STATION MOSTE

The about 20 m deep excavation for the underground power station Moste has been made in a pre-consolidated, stiff fissured Tertiary marly clay. Soon after the end of construction in 1952 fissures appeared in the non-reinforced concrete walls. In the paper the results of long-term measurements of displacements have been presented and interpreted. On the basis of geotechnical analyses the author is inclined towards the reasoning that the displacements are due to the combined effect of swelling pressures of the clay of semisolid consistency below the depth of 4,50 m, and, above this depth, of creep pressures of the slope containing, near to the surface, stiff plastic clay. — Recently, the fissured walls were reinforced by prestressed steel anchors in order to restore, at least partly, the monolithic resistance of the construction.

Dejavnost in cilji ZRMK

Ob 30-letnici Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij je morda umestno in potrebno spregovoriti o cilju ob ustanovitvi, dati pregled dejavnosti in opredelitev glede na današnjo družbeno usmeritev in klimo.

Ustanovitev

Pred drugo svetovno vojno je bilo znanstveno raziskovalno delo v Sloveniji odvisno le od iniciativnosti posameznih profesorjev in še omejeno s skromnimi materialnimi sredstvi, ki jih je beograjski državni proračun dodeljeval Univerzi v Ljubljani. Le-ta se je skupaj s svojimi študenti po uvedbi šestojanuarske diktature morala celo boriti za svoj obstoj.

Takoj po vojni in ob osvoboditvi pa se pojavi družbeni interes za raziskovalno delo kot vizionarski rezultat spoznanja vrhovnega političnega vodstva da bo Jugoslavija za svoj razvoj potrebovala raziskovalne in razvojne institucije.

V tem splošnem ozračju se tudi v Sloveniji na iniciativo Borisa Kidriča grade inštituti in med njimi tudi Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij. Investicije se pokrivajo iz investicijskih skladov republike in zveze in delno iz proračuna, ki je v prvi dobi financiral tudi dejavnost samo.

V zvezi z izrednimi nalogami, ki so se takoj po drugi svetovni vojni postavile pred naše gradbeništvo, tako po količini del kot tudi po tehnični zahtevnosti, so se ob večjih objektih izoblikovale strokovne skupine za reševanje problemov grajenja in kontrole kvalitete. Te skupine so se pozneje povezovale v »gradbeni laboratorij« in »biro za napredek« v sklopu ministrstva za gradnje, ki je bilo v tisti dobi neposredni organizator celotne gradbene dejavnosti.

Bolj organizirano obliko dobi delo pri napredku proizvodnje v gradbeništvu z nastankom gradbenega inštituta pri ministrstvu za gradnje, ki je bil ustanovljen na predlog ministrstva za gradnje z uredbo vlade Ljudske republike Slovenije z datumom 18. julija 1949. leta. Ta datum štejem za rojstvo inštituta oziroma Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij.

Idejno zasnovo za dejavnost Zavoda je dalo ministrstvo za gradnje, ki ga je takrat vodil tov. Ivan Maček-Matija: inštitut naj se izoblikuje po vzorcu podobnih institucij za preiskavo materiala v svetu.

* Za nesebično pomoč pri zbiranju podatkov se zahvaljujem prof. Viktorju Turnšku, dipl. inž. in drugim sodelavcem.

Avtor: Dr. mag. Jože Vižintin, dipl. inž., Ljubljana — Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana

JOŽE VIŽINTIN

Posebna zadolžitev na novo nastalega inštituta pa naj bi bila dodatno reševanje tehnologije in napredka na področju industrije gadbenega materiala in grajenja.

Na podlagi postavljenega koncepta so bili izdelani načrti za gradnjo in opremo. Pri tem je aktivno in z nasveti sodeloval naš rojak prof. dr. Mirko Roš, ki je vodil na tem področju svetovno znani inštitut EMPA v Zürichu.

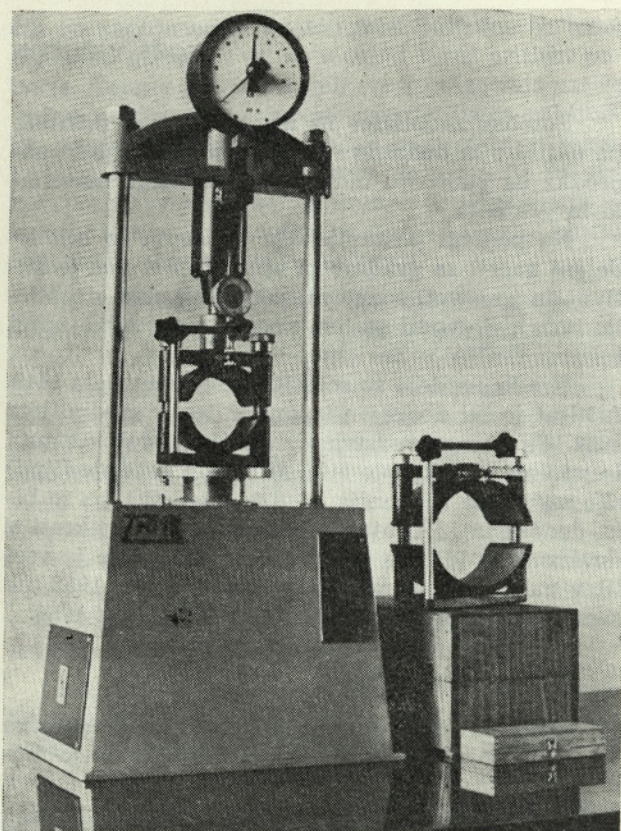
Gradbena dela so se pričela že jeseni leta 1949. Inštitut je bil dograjen in opremljen v sredini leta 1952. Finančna sredstva za gradbeni del inštituta in opreme je oskrbelo ministrstvo za gradnje Ljudske republike Slovenije Devizna sredstva pa so bila dodeljena iz centralne devizne kvote hkrati z devizami za inštitut v Beogradu. Zavod se je vseлил v na novo opremljeno zgradbo v letu 1952, na samostojno financiranje pa je prešel v letu 1954.

Dejavnost zavoda

Delo Zavoda je usmerjeno od vsega začetka na pripravo standardov in predpisov, ki pa so mo-



Slika 1. Sanacija armiranobetonske konstrukcije z dopljenjem armature

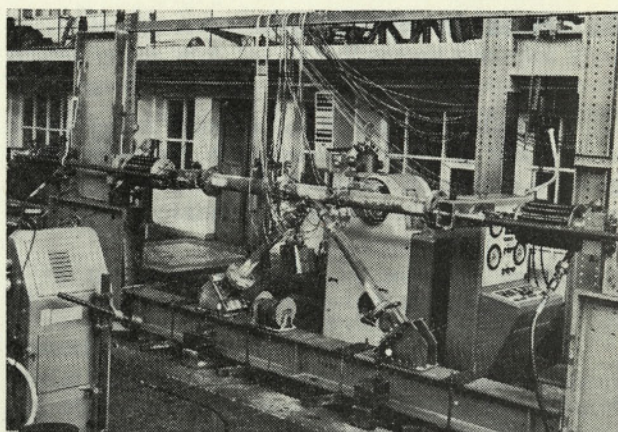


Slika 2. Stiskalnica za mehansko preiskavo asfaltnih vzorcev po Marshallu — TOZD STR

rali biti usklajevani z razvojem naše domače tehnologije. Prav tako kontrolira Zavod kvaliteto materialov in konstrukcij. Za ti dve dejavnosti, ki ju je zahtevala razvita industrializacija, so v Evropi že konec 19. stoletja nastali podobni inštituti za preiskavo materialov.

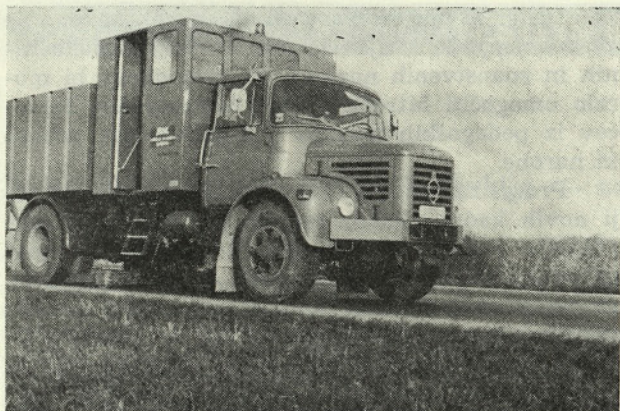
Delo Zavoda je bilo tesno povezano še tudi z razvojem tehnologije gradbeništva in industrije gradbenega materiala, ki je bilo ob koncu svetovne vojne na izredno nizki (obrtniški) ravni. Danes pa je že prišlo v korak s tehnologijo v svetu. Tako je Zavod aktivno sodeloval z operativo pri naslednjih tehnologijah:

- **Nizke gradnje** — Uvajanje težke mehanizacije z izborom demperjev, bagrov, nakladačev, grejderjev in ustreznega miniranja pri avtocesti Ljubljana—Zagreb. Že v prvem razdobju je obstajala neposredna iniciativa investitorja pri nabavi mehanizacije za modernejšo in produktivnejšo tehnologijo. Kasneje se uvaja nova naprednejša tehnologija in mehanizacija prek tenderskih zahtev. Ta narekuje kvaliteto in čas grajenja, ki sta bila usklajena z mehanizacijo. Tako so bili uvedeni npr. težki vibracijski valji za kompaktiranje materiala na avtocesti Ljubljana—Vrhnika; omogočila jih je metoda merjenja globinskega učinka kompaktaže s pomočjo izotopnih sond.

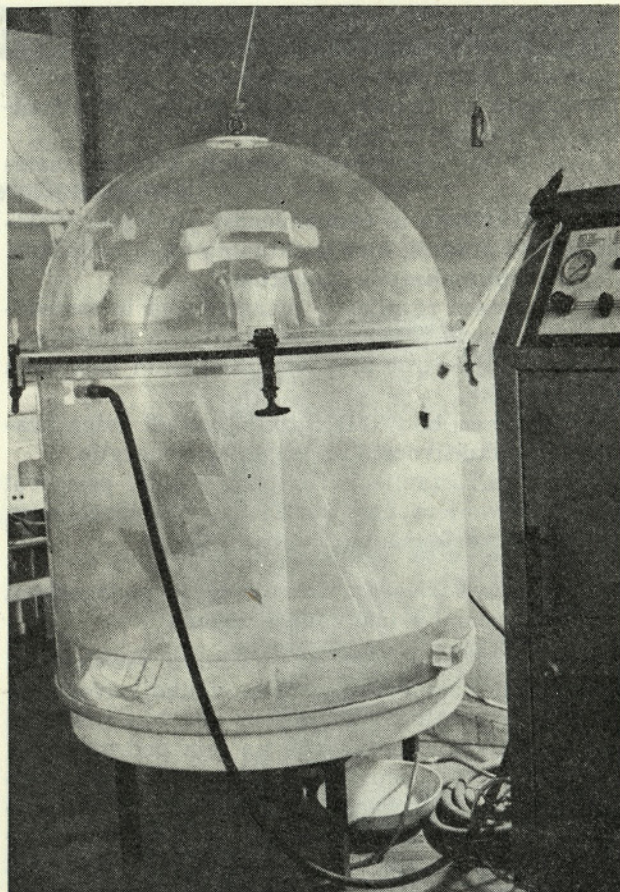


Slika 3. Dinamična preiskava cevnega vozlišča — TOZD IK

- **Priprava agregatov** — Separiranje in drobljenje; s študijem, konstruiranjem, preiskavami ter uvedbo v proizvodnjo vibracijskih sit, ki jih je prevzela strojna industrija, so bili likvidirani ustrezni rotacijski sejalni valji. Razvite metode preiskave in raziskave drobilnikov in sit v pogledu kvalitete dela in ekonomičnosti v pogonu za posamezne vrste materialov omogočajo danes racionalno projektiranje drobilnih in separacijskih naprav.
- **Betonarne** — S projektiranjem lastne konstrukcije protitočnih mešalnikov in uvedbo le-teh v Gradisove obrate v Mariboru so bili postopno odpravljeni prostopadni betonski mešalniki. Z uvedbo projektiranja betona in metodami atestiranja kompletnih betonarskih obratov je možno obvladati tehnologijo priprave betona. S preiskavami tehnologije priprave betona tudi na inozemskih napravah pa lahko primerjamo dosežke naše in svetovne proizvodnje.
- **Stabilizacija zemljin** — Na podlagi predhodnih preiskav na raznih cestnih odsekih in z osvojitvijo laboratorijskih preiskav zemljin, ki omogočajo ugotavljanje receptur na razne vrste zemljin in stabilizacijskih sredstev, so se prek tenderja za avtoceste uvedle v Sloveniji stabilizacije tamponov in zemljin.
- **Uvedba metode za dimenzioniranje asfaltnih cestišč po ameriški metodi ASHO testa** je bila dopolnjena z nabavo aparatov in strojev za ugotavljanje stanja na voziščih in prognoziranja življenjske dobe.
- **Sanacija železniške proge Šentilj—Trst.** Z uvedbo injektiranja, nasipov ter kamnitih zidov in mostov so se kvalitetno in ekonomično sanirali prek 100 let stari objekti na glavni slovenski progi.
- **Sidranje** — Razvita in uvedena je bila tehnologija sidranja in zemljin na plazovitem terenu in zemljin pri globokem fundiranju.
- **Cementarne** — Aktivno sodelovanje pri dvigu kvalitete slovenskih in jugoslovanskih cementov. Študij tehnologije in izdelava tehnoloških



Slika 4. Merilno vozilo deflektograf Lacroix za merjenje podajnosti voziščnih konstrukcij



Slika 5. TOZD Institut za materiale preiskuje in raziskuje klasične materiale ter njih korozijo. Raziskuje, načrtuje, razvija in proizvaja nove materiale

programov pri rekonstrukciji cementarn z aspekta modernizacije in dviga kvalitete. Skupno s cementarnami je bila dana iniciativa Litostroju za proizvodnjo cementnih mlinov s povratnim mletjem.

- **Dvig produktivnosti opekarn** v prvem povojnem obdobju z uvedbo hitrega žganja na krožnih pečeh in z reševanjem pospešenega sušenja v umetnih sušilnicah.
- **Izkoriščanje odpadnega elektrofiltrskega pepela** — Študij uporabnosti pepelov za stabilizacije terenov, za proizvodnjo blokov in za razne malte. Izdelava tehnologije za proizvodnjo blokov in elektrofiltrskih malt v Soštanju.

Zavod se je aktivno vključil pri vseh sanacijskih delih po katastrofalnih potresih prizadetih zgradb v Skopju, Banja Luki, Kozjanskem, Posočju in tudi v Furlaniji. Zavodovi predlogi temeljijo na laboratorijskih preiskavah odpornosti konstrukcijskih elementov saniranih pred poškodbo in po njej. Istočasno pa je Zavod intenzivno in uspešno raziskoval odpornost zidanih zgradb v sodelovanju z univerzo v Berkeleyu. Raziskave potekajo v okviru projekta Seizmična odpornost zidanih zgradb, ki jih financira tudi ameriška nacionalna fundacija NSF. Na podlagi rezultatov preiskav odpornosti zidov in njihovih parametrov je bila razvita tudi metoda preračunavanja, ki je sprejeta v nove jugoslovanske predpise. Metoda je bila že uporabljena pri sanacijah v Črni gori, dokončana pa pri sanacijah v Furlaniji. V Furlaniji smo po prvem potresu zgradbo sanirali, pri drugem močnejšem potresu sanirana zgradba ni utrpela nobenih poškodb. Za naše metode preračunavanja se zanimajo v Italiji in Ameriki.

Zavod in njegove naloge v širšem družbenem prostoru

Uspehi, ki jih je ZRMK dosegel v preteklem obdobju, so obvezujoči in hkrati dobra podlaga za nadaljnje delo. Prav nadaljevanje začrtanega dela

in nova spoznanja na področju razvoja gradbeništva in industrije gradbenega materiala pa postavljata ZRMK pred odogovorno nalogo. To nalogo postavlja pred ZRMK na eni strani pomanjkanje domačih surovin in hiter razvoj tehnologije pridobivanja in predelave materialov v svetu, na drugi strani pa razvoj naše socialistične samoupravne družbe. Zavod bo postavljene naloge lahko reševal, če bo znanstveno in strokovno napredoval kot enotna znanstvenoraziskovalna organizacija v stalni in neposredni povezavi z združenim delom. ZRMK je to funkcijo do danes dobro opravljal, kar dokazuje združeno delo samo s tem, da vlaga in je še pripravljeno vlagati v razvoj novih laboratorijskih kapacitet lastna sredstva. Zato bo ZRMK težil za tem, da bo postal integralni del združenega dela v vseh komponentah svoje dejavnosti.

Pretežni del dohodka ZRMK je vezan na investicijsko porabo v vseh fazah njene realizacije. V prihodnjem srednjeročnem obdobju se predvideva, da se bo obseg te vrste porabe zmanjšal tako v republiki kot v državi. To zmanjšanje lahko pomeni tudi zmanjševanje enega dela dohodka ZRMK. Zato bo moral ZRMK svoj dohodek pridobivati na področjih, ki so za celovit razvoj naše družbe potrebna in ki vključujejo več domačega znanja.

Taka področja so:

— Raziskave in nadaljnji razvoj tehnologij grajenja in proizvodnje gradbenih materialov z orientacijo na uporabo domačih surovin in odpadkov ter štednje z energijo.

— Polno izkoriščanje visokih kvalitete materialov.

— Kvaliteta in ekonomičnost predvsem v stanovanjski gradnji, kjer je aktualna toplotna zaščita.

— Optimalizacija konstrukcij.

— Prenos rezultatov znanstvenega in raziskovalnega dela v prakso projektiranja in grajenja.

— Sodelovanje ZRMK z združenim delom na tujih tržiščih.

Vse smeri bo ZRMK razvijal zaradi dviga kvalitete, produktivnosti in prihranka energije.

S tako zastavljenimi cilji bo ZRMK prispeval k prizadevanjem naše družbe za stabilizacijo in razvoj lastnega znanja.

Povezava zavoda z razvojnimi in pedagoškimi ustanovami v luči novega zakona

Leta 1979 je izšel nov zakon o raziskovalni dejavnosti. Zakon sam prinaša veliko novosti, ki jih bomo morali v naslednjem obdobju rešiti, da bi napravili določen premik na tem področju. Zakon najprej razčleni raziskovalno dejavnost, nato pa pove, katere organizacije lahko opravljajo raziskovalno dejavnost in katere pogoje morajo izpolnjevati, da se lahko vpišejo v razvid raziskovalnih organizacij. Zavod je raziskovalna organizacija, ki je bila pri opravljanju storitev močno vezana na združeno delo, izredno malo pa na znanstvenoraziskovalno delo prek Republiške raziskovalne skupnosti. V svojih načrtih za naslednje obdobje si je Zavod postavil za nalogo, da to razmerje spremeni v korist pridobivanja poglobljenega znanja na področju svoje dejavnosti. Svoje načrte bo Zavod uresničeval prek Republiške raziskovalne skupnosti, prek posebnih raziskovalnih skupnosti in prek neposredne menjave dela. Menimo, da morajo raziskovalne organizacije, kot je Zavod, prevzemati nosilno vlogo pri raziskavah in razvoju vseh novosti na področju tehnologij in konstrukcij.

Za večje delovne organizacije pa je potrebno, na imajo lastne kontrolne laboratorije. Ti laboratoriji naj skrbijo za tekočo kontrolo proizvodnje in storitev v lastni organizaciji, obenem pa se s svojo dejavnostjo pri razvoju neposredno povezujejo z Zavodom. S tem dosežemo večjo povezanost vseh razvojnih in raziskovalnih kadrov in skrbimo, da se posebno zahtevna in draga oprema racionalno nabavlja in uporablja. Prav tako si bo Zavod prizadeval, da bo izpostavil na tem področju tesne stike z univerzama v Ljubljani in Mariboru, ker je prepričan, da je s takim sodelovanjem možno doseči hitrejši korak v napredku znanosti in tehnologije po svetu. Posebno veliko pa bi lahko s takim sodelovanjem dosegli pri prenosu teoretičnega znanja in laboratorijskih spoznanj v prakso in narobe.

Drugi za nas pomemben prispevek zakona je v poenotenju kriterijev za pridobivanje raziskovalnih in znanstvenih nazivov. To poenotenje bi moralo omogočiti hitrejši prehod znanstvenih delavcev iz pedagoških ustanov v inštitute ter prakso in narobe.

Proces rotacije pa bi gotovo koristil tako vzgoji novih kadrov kakor tudi dvigu znanja in tehnologije v neposredni praksi. Nenazadnje je novi zakon o raziskovalni dejavnosti prinesel možnost, da se enotno dogovarjamo o nabavi in uporabi raziskovalne opreme. Menimo, da je potrebno izdelati enotni register vse raziskovalne opreme in tako omogočili vsem raziskovalcem pregled možnosti, ki jo oprema v Sloveniji nudi. S tem bi dosegli večjo izkoriščenost kakor tudi smotrno in gospodarno nabavo nove raziskovalne opreme.

Ne moremo pričakovati, da bomo nakazane rešitve enostavno in hitro rešili, vendar moramo tem problemom posvetiti več pozornosti in truda na vseh ravneh naše družbe. Skrb za ureditev na področju raziskovalne dejavnosti je toliko bolj potrebna danes, ko bijemo bitko za stabilnejši jutri.

Porast dejavnosti

Zastavljene cilje bo Zavod lahko uresničil, če se bo vzporedno z nalogami tudi kadrovsko ustrezno razvijal. Danes ima Zavod 445 zaposlenih, od tega enega doktorja znanosti, 10 magistrstov, 85 dipl. inž. in 15 inž. prve stopnje, 97 tehnikov in 237 ostalih delavcev. V sestavu strokovnih kadrov so zastopane vse tehniške smeri in stroke. Gradbena stroka ima ca. 34 %, kemijsko-tehnološka stroka 17 %, strojna in metalurgija 13 %, geološko-rudarska stroka 10 %; ostale stroke 26 %.

Za uspešno reševanje strokovnih in raziskovalnih nalog ima Zavod danes gotovo premalo strokovnega kadra. Zaradi družbene pomembnosti programov, ki jih družba postavlja pred Zavod, ne moremo kadrovanja prepustiti slučajnostim. Potrebno je spremeniti sedanje stanje in v načrtu začrtati smelejšo kadrovsko rast visokega strokovnega kadra. Ta rast naj bi imela 3 % letno stopnjo, medtem ko bi se drugi delavci zaposljevali le po 1 % letni stopnji. Tako bi do leta 1985 zaposlili 65 novih strokovnih delavcev. Z novimi zaposlitvami in dodatnim izpopolnjevanjem bi po načrtu imeli na ZRMK leta 1985 5 doktorjev znanosti, 25 magistrstov, 135 dipl. inž., 30 inž. prve stopnje, 82 tehnikov ter 258 drugih delavcev. Ta struktura bi omogočila Zavodu večje angažiranje za ca. 50 % na raziskovalnem področju, medtem ko bi preiskovalne in strokovne storitve verjetno ostale v dosedanjem obsegu. S tem bi dosegli povečanje današnjega obsega dejavnosti za okoli 30 %.

Povečani in poglobljeni obseg dejavnosti pa zahteva povečanje ter posodabljanje opreme. Ob tem pa je postalo že danes nujno, da povečamo tudi laboratorijske prostore. Pri tem računamo na pomoč celotnega gradbeništva in družbene skupnosti.

VESTI IN INFORMACIJE

Akademik prof. dr. inž. Lujo Šuklje — sedemdesetletnik

Letos praznujemo sedemdesetletnico našega priznanega gradbenika, svetovno znanega znanstvenika in strokovnjaka za področje mehanike tal in temeljenja, rednega člana Slovenske akademije znanosti in umetnosti, zaslužnega profesorja Univerze v Ljubljani, častnega člana Zveze gradbenih inženirjev in tehnikov Jugoslavije in Slovenije profesorja dr. inž. Luja Šukljeta.

Prof. Šuklje je na svoji izredno plodni življenjski poti zelo veliko prispeval k reševanju številnih teoretičnih in praktičnih problemov na področju geomehanike in temeljenja gradbenih objektov. Zaradi omejenega prostora ni mogoče tukaj navesti vseh publikacij, raziskav, ekspertiz, ki jih je objavil in izdelal prof. Šuklje.

Naj imenujemo le najpomembnejše:

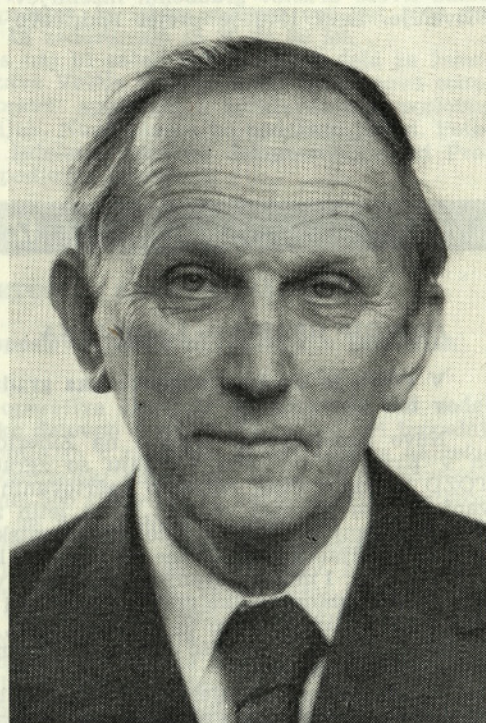
Leta 1969 je izšla pri založbi Wiley-Interscience v Londonu njegova knjiga »Rheological Aspects of Soil Mechanics« (Reološki vidiki mehanike tal) — 571 strani. V njej je podal kritičen pregled takratnega stanja raziskav reoloških sovisnosti za zemljine in njihove vloge pri preučevanju geomehanskih problemov, s povzetki in z razširitvijo lastnih predhodno objavljenih raziskav viskoznih lastnosti zemljin in njihovega vpliva na razvoj konsolidacije tal, na zemeljske pritiske ter na stabilnost pobočij in nasipov. V nekoliko skrajšani obliki je izšla knjiga leta 1973 v Moskvi v ruskem prevodu.

Sistematični pregled raziskav prof. Šukljeta na področju reologije zemljin je bil vključen v serijo predavanj z naslovom »Non-Linear Viscous Soil Behaviour« (Nelinearno viskozno obnašanje tal), ki je bila objavljena v knjigi »Limit Analysis and Rheological Approach in Soil Mechanics«; izdala sta jo W. Olszak in L. Šuklje v zbirki »CISM Courses and Lectures« (Springer-Verlag).

V področje reologije zemljin sega tudi rimsko predavanje »Creep e rottura progressiva nei pendii naturali« (Rivista Italiana di Geotecnica, 1970). V njem je prof. Šuklje na izviren način tolmačil vpliv lezenja in postopne porušitve na stabilnost naravnih pobočij. V razpravi »Load Distribution in Pile Groups Embedded in Elastic Half Space«, ki jo je prispeval mednarodnemu simpoziju v Sarajevu, je podal sisteme enačb za določitev razporeditve obtežbe v kolovjih, vsajenih v elastična tla. Razprava temelji na privzetku linearne sovisnosti med obtežbami in premiki, opozarja pa na omejenost sklepov, ki sledijo iz takšnega privzetka.

Bibliografija po letu 1968 obsega še tri strokovne članke, pet krajših poročil oziroma diskusijskih prispevkov in štirideset kratkih recenzij.

O svojem in svojih sodelavcih raziskovalnem delu je prof. Šuklje predaval na simpoziju o novih izsledkih v mehaniki tal v Pragi (1969), na univerzah v Palermu, Neaplju in Rimu (1970), na Purdue University, University of Colorado, Duke University in na Waterways Experiment Station (Vicksburg) v ZDA (1974), na univerzi v Grenoblu, v Laboratoire Central des Ponts et Chaussées in pri francoskem komiteju za mehaniko tal in temeljenje v Parizu (1975), na tehniški visoki šoli v Delftu in pri nizozemskem društvu za mehaniko tal in temeljenje v Haagu (1976), na univerzah v Karlsruhe, Göteborgu in Trondheimu ter v geotehničnih in-



štstitih v Oslu in v Linköpingu (1977). V Centre International des Sciences Mécaniques (CISM) je imel leta 1974 deset predavanj s področja reologije tal in dvakrat (v letih 1974 in 1975) je vodil tritedenski seminar UNESCO iz mehanike tal. Kot gost je imel posamični predavanji tudi na univerzah v Sarajevu (1978) in Splitu (1978); v okviru podiplomskega študija pa je imel predavanja iz mehanike tal na univerzah v Zagrebu (1972, 1974, 1976, 1978) in v Beogradu (1972, 1974, 1977).

Predsedoval je 1. sekciji razprav na 8. mednarodnem kongresu za mehaniko tal in temeljenje v Moskvi (1973) in organizacijskemu komiteju 4. podonavsko-evropskega posvetovanja o mehaniki tal in temeljenju na Bledu (1974).

Kot mentor pri fakultetnih inštitutih in laboratorijih (Ljubljana, Tuzla, Zagreb), kot član strokovnih svetov in deloma z lastnimi ekspertizami je obravnaval geotehnične probleme visokih deponij in globokih ukopov v rudarstvu (rudniki lignita in železne rude v Bosni), ugrezanja tal zaradi izpiranja kamene soli (Tuzla), gradnje cest na slabih tleh (Ljubljansko barje), gradnje dolinskih pregrad (Mratinje, Nikšičko polje) ter gradnje (Čapljina, Obrovac) oziroma sanacije (Moste) podzemnih strojnic. Na povabilo Jugoslovanskega društva za mehaniko tal in temeljenje je napisal »Pojasnila k Pravilniku o tehničnih normativih za projektiranje in izvajanje del pri temeljenju gradbenih objektov« (v srbohrvaščini izdal leta 1979 časopis Izgradnja, Beograd). Za uspešno strokovno sodelovanje je prejel spominsko plaketo podjetja Crnogorske elek-

trarne, priznanje Geološkega zavoda Ljubljana in zlato plaketo združenega podjetja Dunav-Tisa-Dunav.

Prof. Šuklje je bil leta 1969 izvoljen za dopisnega člana SAZU, leta 1979 pa za rednega člana. Leta 1979 mu je Univerza v Ljubljani podelila naslov »zaslužni profesor«, za izredne dosežke pri vzgojnoizobraževalnem in mentorskem delu, za pomemben prispevek k znanosti in za razreševanje nalog našega gospodarskega in družbenega razvoja.

Leta 1974 je bil prof. Šuklje izvoljen za častnega člana Zveze društev gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije. Leta 1972 je prejel Kidričevo nagrado za

dognanja na področju reologije zemljin. Prejel je tudi številna družbena priznanja in državna odlikovanja.

S svojim neumornim znanstvenim in pedagoškim delom, visoko strokovnim in odgovornim pristopom k reševanju številnih praktičnih in teoretičnih problemov, pomembnih za razvoj našega gradbeništva po vojni in za razvoj strokovne znanstvene misli na področju geomehanike pri nas in v svetu, je prof. Šuklje zaslužil visoko priznanje vseh gradbenikov.

Ob njegovem jubileju mu iskreno čestitamo in mu želimo še mnogo let plodnega in ustvarjalnega življenja.

Sergej Bubnov

IZ NAŠIH KOLEKTIVOV

OZD GIP GRADIS — LJUBLJANA

V Ptujju je končana stanovanjska gradnja v KS Boris Ziherl

Novo stanovanjsko sosesko na Ziherlovi ploščadi in v Kraigherjevi ulici v Ptujju so zgradili delavci TOZD Gradnje Ptuj. Namesto načrtovanih 750 stanovanj so tam v nekaj več kot štirih letih zgradili kar 845 stanovanj s skupno neto stanovanjsko površino 44.054 m². Kljub zvišanju cene od 6500 din leta 1976 na 11.312 din za 1 m² stanovanjske površine v letošnjem letu je cena stanovanjske gradnje v ptujski občini med cenejšimi v Sloveniji. In to kljub dejstvu, da je bilo zaradi arheoloških najdišč treba predhodno raziskati vsak košček zemlje.

V naslednjem srednjeročnem obdobju bo Ptuj dobil novo stanovanjsko sosesko Rabeljčja vas — zahod z okrog 5000 prebivalci. V novi soseski je predvidena izgradnja 57 blokovskih enot (105.750 m²), 60 vrstnih hiš (13.440 m²) in 52 atrijskih hiš (9828 m²). Zgrajeni bodo tudi spremljajoči objekti: garaže, družbeni center, otroški vrtec, dijaški dom in skupna kotlarna.

Gradisovci gradijo nadvoz pri Dolgem mostu

Na trasi zahodne obvoznice skozi Ljubljano na odseku med Celovško cesto in Brezovico je v gradnji viadukt, ki bo premostil železniško progo Ljubljana—Postojna, rekonstruirano Tržaško cesto pri Dolgem mostu in Mali Graben.

Zasnova objekta je pogojena z nenosilnim barjanskim terenom, težkimi prometnimi razmerami in številnimi premostitvami. Zato je izbrana montažna izvedba. Temeljenje je na uvrtenih kolih, ki morajo segati do nosilnih slojev, peščeno prodnatih materialov, to je v globino okoli 30 metrov.

Nadvoz je razdeljen v dva ločena viadukta, med katerima je 4-metrski pas, prekrit z montažnimi armiranobetonskimi ploščami. Viadukta bosta dolga 344 oziroma 320 metrov. Vozišče na vsakem viaduktu je široko 11,70 m, hodniki za pešce pa 1,90 m. Skupna širina nadvoza bo 31,20 metra.

Za nadvoz je bilo treba narediti 68 pilotov za 16 stebrov. Pilotiranje je izvajal Geološki zavod. Najgloblji piloti segajo 33,80 metra globoko. Razponi med stebri so 35 oziroma 40 metrov.

Montažni nosilci so v lepljeni izvedbi. Vsak nosilec bo sestavljen iz petih elementov. Rok za dograditev nadvoza je september 1981. leta, ko naj bi tudi dogradili zahodno ljubljansko obvoznico.

Na mostovih: aluminjske ograje

Z namenom, da bi razvili tipsko aluminjsko ograjo za mostove, ki bi jo bilo mogoče delno spremenjeno uporabiti tudi v visoki gradnji za serijsko proizvodnjo, je posebna delovna skupina Gradisa in Impola izvršila vse potrebne priprave. Delo je uspelo. Rezultati preiskav so zelo dobri, kar je razveseljivo, saj ima ograja precej izvornih konstrukcijskih rešitev in bo zato lahko tudi patentno zaščitena.

Polje ograje je dolgo 2 metra in je sestavljeno iz štirih oblikovno različnih profilov, povezanih z vijaki in nataknenih na jeklene nosilne stebre, prevlečene z aluminjskimi profili. Ti se pozneje med seboj še povežejo z jekleno vrvjo, nameščeno v držaju. Spremembe dolžine zaradi temperaturnih razlik kompenzirajo dilatacijski elementi, vgrajeni na razdalji 4 metrov, ki istočasno zmanjšujejo zahtevnost montaže oziroma zamenjave poškodovanega polja. Ker je ograja zelo odporna proti atmosferskim vplivom in je videti vzdrževana tudi po daljši dobi vgraditve, ob nizkih vzdrževalnih stroških in ne previsoki nabavni ceni, je dana možnost stalne uporabe teh ograj v moderni cestni gradnji.

Vir: GRADISOV VESTNIK, št. 267 in 268.

SGP SLOVENIJA CESTE — TEHNIKA, LJUBLJANA

Prodor na tuje, veleznik sedanosti

Ob že sklenjenih poslih za leto 1980 in 1981 načrtujejo v SCT v letu 1980 realizacijo v tujini v višini 784.060.000 din. Za približno enak obseg so že sklenili pogodbe za leto 1981. Ne glede na že prevzete obveznosti imajo v obdelavi ponudbe v višini ca. 900 milijonov dolarjev. Realne možnosti za sklenitev pogodb so take, da z gotovostjo računajo v obdobju 1981—1985 uresničiti izvoz investicijskih del v višini 50 do 90 milijonov dolarjev letno. V tej smeri pričakujejo tudi široko podporo za izvedbo tako obsežne naloge.

Zopet je zaživela gradnja Zasavske ceste

Po več kot 15 letih premora nadaljujejo delavci TOZD nizke gradnje Maribor z gradnjo Zasavske ceste, in sicer I. pododsek med Zagorjem in Trbovljami. Dolg je le 1,2 km, vendar je gradnja ceste na desnem bregu Save izredno težka.

Prva faza del v vrednosti 30 milijonov din so podporni zidovi do višine protitežne konzole in groba zemeljska dela. To naj bi bilo končano do 1. decembra letos. Gre za 20.000 m³ izkopov v V. kategoriji, izravnavo s podpornimi zidovi ter dvig stare ceste zaradi nivelete nove ceste nad predvideno zajezitev bodočih hidrocentral. Vsa pobočja nad cesto bodo v dolžini 800 metrov zavarovana z roliranjem (betonske plošče 1 × 1 m in debeline 15 cm bodo položili prosto po pobočju). Podporni zidovi v dolžini 470 metrov bodo visoki tudi do 8 metrov.

Uporabljajo v obratu IBK izdelane »kasete«, t. i. izgubljene opaže. Veliki imajo dimenzije 5,50 × 1,65 × 0,95 m z 10–12 cm debelimi stenami. Teža enega kosa je približno 2 toni. Te kasete rabijo namesto lesenih tablastih opažev. Na zabetonirane temelje jih postavljajo natančno v naklonu bodočega podpornega zidu, na notranji strani montirajo mrežasto armaturo ter nato posamezne sekcije zabetonirajo s črpanim betonom. Sava je že v juniju ob velikem dežju pokazala svoje zobe, saj je povzročila tri milijone dinarjev škode in en mesec izpada proizvodnje. Zato delavci hitijo in se trudijo izpad nadomestiti še pred jesenskim deževjem.

Vir: SCT GLAS KOLEKTIVA, št. 8 in 9/80

SOZD ZGP GIPOSS, LJUBLJANA

V treh letih 765 objektov SGP Gradbinec Kranj

Usmerjena stanovanjska gradnja v Kranju je dobro organizirana. Po dograditvi starega dela Planine je zgrajena nova soseska s spremljajočimi objekti. Trenutno je v gradnji Planina II, Na območju Jesenic je poleg soseske C 2 zgrajena vrsta objektov v Mojstrani, Kranjski gori, Podbrdu, Hrušici itn. Zgradili so stanovanjske objekte v Trziču, Kamniku in Ljubljani.

Tovarniške hale so gradili za Iskro v Kranju, Ljubljani, na Blejski Dobravi in v Lipici. Udeleženi so pri gradnji hal v Titanu, Svilanitu in Kemični tovarni v Kamniku, Slovenijalesu v Radomljah, Colorju in Donitu v Medvodah, Fenolitu v Borovnici, Oljarici v Kranju, Exotermu v Kranju, Peku v Trziču, Planiki v Kranju, Javno skladišče v Kranju, Kemični tovarni v Podnartu, skupaj z Obnovo so zgradili papirnico na Količevem itd. Poleg naštetih hal so zgradili tudi skladišče Živila z diskontom v Naklem in sortirnico krompirja v Senčurju.

Tudi za gradnjo mostov so usposobljeni. Trenutno ga grade čez Savo v Kranju, zgradili pa so ga v Tacnu, in Bohinjski Beli. Izvajali so dela pri razširitvi aerodroma Ljubljana—Pula.

Pomembnejši šolski objekti so: šolski center Plavž, šola na Planini s športno halo in bazenom, dijaški dom v Zlatem polju, šolske delavnice tekstilnega centra, osnovna šola v Črtomirovi v Ljubljani, center obrambne vzgoje v Poljčah, OŠ v Kranjski gori itd. Tudi precejšnje število vrtcev, zdravstvenih domov in domov za upokojence so zgradili.

To je le bežen pregled objektov, zgrajenih v letih 1977 do vključno 1979.

Vir: GIPOSOV VESTNIK, št.3/80

ŽELEZNIŠKO GOSPODARSTVO LJUBLJANA, LJUBLJANA

Z železnico do nove industrijske cone na Ajševici

Razvojni načrti novogoriške občine predvidevajo gradnjo nove industrijske cone na edini možni prostorski lokaciji: na Ajševici v dolini potoka Lijak. Obstajajo možnosti, da bi ta cona dobila optimalno infra-

strukturo, kamor bi sodili: prestavljena in razširjena cesta po vzhodnem robu, ki bi se na severu povezovala na cesto M 10/5, pri Vogrskem pa na bodočo avtocesto in na sedanje ter prenovljene ceste proti Sežani in Mirnu; načrtovani industrijski tir od Volčje Drage do industrijske cone Kromberk; novi 220-kilovoltni daljnovod po vzhodnem robu cone ter navezavo z omrežjem proti Italiji in s Soškimi elektrarnami. Glavna mestna razdelilna transformatorska postaja bo nekje pri Okroglici. Tudi skupni vir toplote za mesto in industrijo bo predvidoma v tej coni. Študija je pokazala, da gre za prostor, ki lahko sprejme več kot 5000 delavcev, kar bi zadostovalo za 20 do 30 let.

Že letos naj bi začeli pripravljati dela za železniško povezavo Volčja Draga—Meblo skozi novo cono.

Samoupravni sporazum o združevanju v poslovno skupnost Lijak, Nova Gorica bo podpisan jeseni. Poteka pa tudi izdelava potrebne dokumentacije pri Projektivnem podjetju Ljubljana.

Vir: NOVA PROGA, št. 20/80

GIP BETON — ZASAVJE, ZAGORJE

Splošnoposlovno blagovni center 1 v Domžalah (SPB 1)

TOZD operativa Domžale poslovnotehnično sodeluje s celjsko delovno organizacijo Ingrad pri izgradnji SPB 1 v Domžalah v razmerju 50 : 50. Gre za največjo gradnjo v domžalski občini, saj obsega 2 ha površine. SPB 1 bo imel 500 stanovanj in več poslovnih prostorov ter prostor za 550 osebnih avtomobilov. Gradnja je etažna od P+4 do P+11. Objekt je projektiral Biro 71 Domžale. Tudi tukaj ne gre brez težav. Najprej se je zataknilo pri projektiranju, zaradi česar kasnije sedaj za okoli 70 dni. Nastajajo tudi določene težave pri organizaciji celotne gradnje in pri financiranju tega velikega »zalogaja«. Objekt je namreč namenjen za trg in bo veljal 1,4 milijarde din.

Naslednja večja gradnja je izgradnja objekta TERMIT v Moravčah. Objekt financira 42 združenih investitorjev iz Jugoslavije. Tu naj bi pripravljali oziroma izdelovali pesek za livarne, katerega so doslej uvažali. Ob gradnji se je pojavil problem, ki traja že dalj časa, to je, kakšen bo obračun ob končani gradnji. Nakazuje se izguba in sedaj se dogovarjajo z investitorji, kako bi nastalo težavo rešili.

Stekleni cement — gradbeni podvig

V juliju je bil opravljen obisk pri firmi PILKINGTON v Veliki Britaniji. Ta firma proizvaja stekleni cement, ki zaradi svojih karakteristik kaže, da bo perspektiven tudi v našem prostoru. Poleg objektov iz tega materiala so nam pokazali tudi tehnologijo izdelave in nadaljnje raziskave v tej smeri. Istočasno so bili razgovori o kooperaciji med PILKINGTONOM in SOZD GIK Zasavje.

Ze pred 20 leti so raziskovali uporabo steklenih vlaken za armaturo v betonu. Z odkritjem fibreglas steklenih vlaken so v firmi Pilkington pričeli s pospešenimi raziskavami delovanja materiala, ki so mu dali ime Glass Reinforced Cement (GRC) oziroma stekleni cement. Material ima pričakovane kvalitete, in ga uvrščajo med perspektivne v razvoju gradbeništvu in gradbenih materialov v svetu.

Mešanico za stekleni cement sestavljajo:

— cement kot vezivo brez dodatkov pucolana; zaradi lepšega videza se največkrat uporablja beli cement	55 %
— polnilo (lahko kremenčev pesek ali apnena moka)	27 %
— voda	18 %

Na to količino (kg) se dodaja armatura (steklo) — procentualno glede na potrebo, vendar je to običajno 5% od teže osnovne mase v kg.

Velika količina steklenih vlaken, ki so dolga približno 2—3 cm in slučajnostno zmešana z betonom, nam daje material, ki je homogen in izotropen in zato sposoben prevzeti zunanje obremenitve. Glede na le-te se določa debelina materiala in dodatek steklenih vlaken. Specifična teža materiala je ca. 20 KN/m³. Debeline konstruktivnih elementov so veliko tanjše in teže manjše. Tako vemo, da je npr. za navadni armirani element debeline 4 cm res minimalna, medtem ko 10 mm debeli stekleni cement ustreza tej debelini betona po svojih karakteristikah in sposobnostih uporabe. V dosedanji fazi so stekleni cement uporabili za fasadne elemente poljubnih oblik, za panele, predelne stene ter opazne elemente, dalje za razne oblikovance, za obremenjene pokrove jaškov, za izdelavo nizkotlačnih cevi itd. Steklena cementna masa se uporablja tudi za ometavanje in zaščito zidnih sten. Uporaba steklenega cementa za nosilne konstrukcije je še v fazi uvajanja. Idealen pa je za tenke lupinaste konstrukcije z membranskim napetostnim stanjem. Tako so že zgrajene lupine v Stuttgartu, ki jih sedaj opazujejo.

Sklenemo lahko, da je stekleni cement material s širokim spektrom možnosti uporabe, ki je še premalo znan, vendar vsekakor uporaben in zanimiv. Poleg tega so na območju Zasavja zbrani vsi proizvajalci sestavin materiala, tako da bi bili investicijski stroški za proizvodnjo res minimalni.

Vir: ZASAVSKI GRADBENIK, avgust/sept. 1980

SGP PIONIR, NOVO MESTO

Vlaganje v stanovanjsko graditev

Vlaganja v stanovanjsko graditev so v preteklih 4 letih naraščala pod razmerji, ki so bila določena z družbenimi načrti. Prav v sedanjem obdobju, ko se predvideva zmanjšanje investicij, pa bo stanovanjska gradnja še kako pomembna. Zlasti tudi za SGP Pionir, ki je bilo pred leti najmočnejši graditelj stanovanj v Sloveniji. Zato je logično, da se pripravljajo, da bodo lahko začeli graditi stanovanja v večjem obsegu.

Naša družba je vseskozi posvečala stanovanjski gradnji še prav posebno pozornost. Kljub naporom, ki jih za ta namen vlaga, pa so zaskrbljujoči podatki, da se vse od leta 1976 dalje zmanjšuje ali stagnira skupno število zgrajenih stanovanj v posameznem letu. Kot glavne vzroke se zlasti navaja:

- prehod na sistem usmerjene gradnje stanovanj,
- pomanjkanje materialov,
- zaostanki pri izvajanju zaključnih del,
- visok porast cen materialov,
- slaba dohodkovna povezanost vseh, ki sodelujejo v graditvi stanovanj,
- nepravočasna priprava zemljišč za gradnjo kot posledica pomanjkanja sredstev in kasnitev pri izdelavi urbanističnih načrtov in
- preiziske stanarine.

Našteti vzroki bodo nedvomno tudi v bodoče še vplivali na stanovanjsko gradnjo.

Cene in stroški gradnje stanovanj od leta 1975 dalje strmo naraščajo. V strukturi cene to še posebej velja za tako imenovane »ostale stroške«, tj. stroške za komunalno opremljanje zemljišč, stroške projektov, razlastitev, nadomestnih stanovanj itd. V letu 1975 so ti predstavljali 22% v skupni ceni stanovanja, sedaj pa so zlasti v večjih mestih narastli že na 34 in več odstotkov.

V družbenem sektorju je bila celo presežena načrtovana rast vlaganj v stanovanjsko izgradnjo, v in-

dividualnem pa so vlaganja precej zaostala za predvidevanji. Vendar pa vsa vlaganja niso dala zaželenih rezultatov, tj. zadostnega števila stanovanj, saj vsa razpoložljiva sredstva sploh niso bila porabljena. Za prihodnje plansko obdobje najbrž ni pričakovati izboljšanja. Pripravljajo se namreč predpisi, po katerih bo gradnja stanovanj financirana v glavnem iz čistega dohodka in je torej pričakovati zmanjšanje sredstev za ta namen. Zaradi splošnih inflacijskih gibanj in porasta vseh cen pa lahko pričakujemo, da se bo v bodoče še zniževala učinkovitost investicij iz stanovanjskih sredstev.

Osnovna šola v soseski BS-3 v Ljubljani

Delavci SGP Pionir so pričeli graditi šolo v juniju lani, in sicer kot inženiring. Vrednost investicije je 60 milijonov din. Šola ima 3 stavbe. V stavbi A znaša skupna površina 3711 m², v njej so učilnice, v stavbi B s površino 1276 m² so kuhinja in večnamenski prostori, v stavbi C pa je velika telovadnica s 489 m² površine.

Novi dom učenosti v soseski BS-3 ima v pritličju 18 učilnic, več didaktičnih kabinetov, prostor za tehnični pouk, klubski prostor za učitelje, strojnico in sanitarije, v nadstropju učilnice za specialni pouk ter knjižnico in čitalnico. V kleti bosta dve zaklionišči, v stavbi B pa še eno. Zaklionišča so obenem v času pouka garderobe.

Nosilne stene so betonske, predelne pa opečne. Telovadnica je v montažni izvedbi z elementi iz Nove Gorice za strebre, nosilce in ponve za streho, kot polnila pa so zabetonirali betonske stene. Pri temeljenju ni bilo težav niti pri gradnji, pač pa je ves čas primanjkovalo delavcev. To je bila tudi največja nevesočnost.

Na Ugljanu pri Zadru

Pri projektiranju potrebnih proizvodnih površin za novo ladjedelnico v Zadru so reški projektanti uporabili tehnologijo Pionirjeve montažne hale z ravno streho ter montažnimi fasadami. Nova lokacija se razteza na južni strani bližnjega otoka Ugljana. V pripravljani fazi je investitor že prej opravil nekatera dela. Narejen je bil 40.000 m² velik plato ter 600 m dolga vodilna obalna gradnja z vgrajeno žerjavno progo.

Ugotovili so, da bo za uspešno izvedbo načrtovanih objektov največji problem transport elementov iz tovarne v Krškem na otok Ugljan. Skupen tovor je znašal 4200 ton, kar je približno 140 pošiljk vlačilcev. Strešne krovne plošče so bile dolge 16,80 m, kar pomeni za transporterje specialni tovor z izredno dolžino. Za take tovore pa je treba angažirati ustrezna plovila. Med vrsto špediterjev je bil kompletan prevoz z nalaganjem v tovarni in razlaganjem vozil na gradbišču poverjen Udarniku iz Beograda.

Ko se je transport začel, so že ob štirih zjutraj pripeljali prvi vlačilci. Karavana je štela 23 vozil. Najhuje je bilo tega prvega dne. Naslednji dan, ko so se prva vozila začela vračati, je bilo že bolje. Dnevi so tekli, tempo ni popustil. Tudi ponoči ne. Da pa je bil prevoznik pri delu izredno uspešen, pove podatek, da so bili prevozi, ki so bili sicer planirani za mesec dni, izvršeni v pičlih osmih dneh. Ko so bili vsi elementi deponirani na gradbišču, je bila potem naloga lahka.

Osnovno konstrukcijo so montirali 16 dni in še 12 dni fasade. Delo je bilo zaključeno v vsestransko zadovoljstvo.

Glavni izvajalec je bilo gradbeno podjetje Jadran iz Zadra, globoko temeljenje pa je izvršil Pomgrad iz Splita.

Vir: glasilo PIONIR št. 9 in 10/80

Bogdan Melihar

Preiskave in uporaba jeseniške žlindre v gradbeništvu

(Četrto nadaljevanje in konec)

Preiskava laboratorijskega betona

A. beton iz žlindre »SM«

Sestava agregata za max. zrno	Sestava svežega betona v kg/m ³			Prostor. teža svežega betona kg/m ³	v/c	Razmerje c : a : v	Prostor. teža otrdelega betona kg/m ³		Tlačna trdnost kp/cm ²	
	cement	agregat	voda				po 7 dneh	po 28 dneh	po 7 dneh	po 28 dneh
	povprečno									
31,5 mm	300	2640	180	3120	0,60	1 : 8,80 : 0,60	3130	3130	181	330
35 %/o »0—4«							3130	3100	192	320
10 %/o »4—8«							3100	3090	188	305
10 %/o »8—16«							3120	3110	187	318
45 %/o »16—31,5«	350	2560	190	3100	0,545	1 : 7,31 : 0,545	3060	3120	222	380
							3080	3090	222	372
							3100	3090	225	370
povprečno							3080	3100	223	374
16 mm	300	2590	190	3080	0,635	1 : 8,64 : 0,635	3030	3070	168	269
45 %/o »0—4«							3030	3070	151	278
15 %/o »4—8«							3050	3060	162	260
40 %/o »8—16«							3040	3070	160	269
	350	2520	200	3070	0,57	1 : 7,20 : 0,57	3020	3030	197	342
							3000	3040	196	335
							2990	3030	193	330
povprečno							3000	3030	195	336
8 mm	300	2520	200	3020	0,67	1 : 8,40 : 0,67	3000	3000	129	235
50 %/o »0—4«							3000	2960	112	225
50 %/o »4—8«							2970	2980	117	220
							2990	2980	119	227
	350	2430	210	2990	0,60	1 : 6,94 : 0,60	3000	2950	180	264
							2980	2960	163	265
							2950	2950	155	255
povprečno							2980	2950	166	261

B. beton iz žlindre »EL«

Sestava agregata za max. zrno	Sestava svežega betona v kg/m ³			Prostor. teža svežega betona kg/m ³	v/c	Razmerje c : a : v	Prostor. teža otrdelega betona kg/m ³		Tlačna trdnost kp/cm ²	
	cement	agregat	voda				po 7 dneh	po 28 dneh	po 7 dneh	dneh po 28
	povprečno									
31,5 mm	300	2470	180	2950	0,60	1 : 8,24 : 0,60	2960	2940	199	330
35 %/o »0—4«							2940	2920	210	335
10 %/o »4—8«							2950	2940	207	324
10 %/o »8—16«							2950	2930	205	330
45 %/o »16—31,5«	350	2400	190	2940	0,545	1 : 6,86 : 0,545	2930	2920	238	398
							2930	2920	245	373
							2930	2910	260	395
povprečno							2930	2920	248	389

16 mm	300	2420	190	2910	0,635	1 : 8,06 : 0,635	2880	2880	174	284
45 %/o »0—4«							2880	2860	178	285
15 %/o »4—8«							2900	2880	164	278
40 %/o »8—16«							2830	2830	208	325
	350	2340	200	2890	0,57	1 : 6,69 : 0,57	2860	2840	214	335
							2860	2840	205	318
povprečno							2850	2840	209	326
	300	2330	200	2830	0,67	1 : 7,77 : 0,67	2830	2800	120	225
8 mm							2810	2790	132	238
50 %/o »0—4«							2810	2800	127	235
50 %/o »4—8«							2820	2800	126	233
	350	2240	210	2800	0,60	1 : 6,40 : 0,60	2780	2760	162	274
							2750	2750	162	284
							2750	2750	170	272
povprečno							2760	2750	165	277

Pregledna tabela povprečnih tlačnih trdnosti betona

A. iz žlindre označbe »SM«

Cement	Anhovo PC 25 z 450					
Maksimalno zrno agregata žlindre	31,5 mm	16 mm	8 mm			
Doza cementa v kg/m ³	Tlačna trdnost v kp/cm ²					
	po 7 dneh	po 28 dneh	po 7 dneh	po 28 dneh	po 7 dneh	po 28 dneh
300	187	318	160	269	119	227
350	223	374	195	336	166	261

B. iz žlindre označbe »EL«

Cement	Anhovo PC 25 z 450					
Maksimalno zrno agregata žlindre	31,5 mm	16 mm	8 mm			
Doza cementa v kg/m ³	Tlačna trdnost v kp/cm ²					
	po 7 dneh	po 28 dneh	po 7 dneh	po 28 dneh	po 7 dneh	po 28 dneh
300	205	330	172	282	126	233
350	248	389	209	326	165	277

Mnenje

1. Preiskana agregata — jeklarska žindra — označbe »SM« in »EL« sta za pripravo betonov uporabna.

2. Cement Anhovo PC 25 z 450 odgovarja jugoslov. standardu JUS B.C1.011 in JUS B.C1.010 v pogledu preiskanih karakteristik.

3. Beton

Iz rezultatov tlačnih trdnosti moremo zaključiti:

a) da je pri uporabi žlindre »SM« in »EL« za maksimalno zrno agregata 31,5 mm možno doseči:

— z dozo cementa 300 kg/m³ marko betona MB 250,
— z dozo cementa 350 kg/m³ pa marko betona MB 300.

b) da je pri uporabi žlindre »SM« in »EL« za maksimalno zrno agregata 16 mm možno doseči:

— z dozo cementa 300 kg/m³ marko betona MB 200,
— z dozo cementa 350 kg/m³ pa marko betona MB 250.

c) da je pri uporabi žlindre »SM« in »EL« za maksimalno zrno agregata 8 mm možno doseči:

— z dozo cementa 300 kg/m³ marko betona MB 150,
— z dozo cementa 350 kg/m³ pa marko betona MB 200.

Pregledna tabela doseženih mark betona

Cement	Anhovo PC 25 z 450					
	»SM«			»EL«		
Vrsta in max. zrno žlindre	v mm		v mm		v mm	
	31,5	16	8	31,5	16	8
Doza cementa	dosežena marka betona					
300 kg/m ³	MB 250	200	150	250	200	150
350 kg/m ³	MB 300	250	200	300	250	200

10. Zaključki

Rezultati preiskav vzorcev zdrobljene trdne žlindre z oznako »SM« in »EL«, ki smo jih odvzeli v Železarni Jesenice in drobili na drobilcih v ZRMK in Slovenija ceste, so pokazali naslednje:

1. Oba vzorca sta pokazala vse pozitivne lastnosti zahtevane za agregate obrabnih slojev cest vseh gostot in sistemov. Predlagamo, da se izvede z obema agregatoma poizkusni odsek ceste.

2. Oba vzorca dajeta s portland cementi MB 200 do 300 zahtevane trdnosti.

3. Oba vzorca kažeta ustrezno sprejemljivost in lastnost z bitumenskimi vezivi.

4. Oba vzorca sta uporabna kot agregat za tampon.

5. Oba vzorca sta uporabna za železniški zgornji ustroj.

6. Tehnologijo drobljenja in separiranja bo treba prilagoditi zahtevanim lastnostim uporabe in lastnosti žlindre v skladu z rezultati izvedenih preiskav. Opozorjamo na predhodno čiščenje priključkov železa in na veliko obrabo drobilnih naprav.

Zahvaljujemo se V. Ocepku, dipl. ing. geol., za ureditev podatkov in za mineraloške preiskave, kakor tudi vsem ostalim, ki so pri delu kakorkoli sodelovali:

Mag. S. Droljc, dipl. ing. kem.,

J. Gjura, dipl. ing. gr.,

J. Janjič, dipl. ing. gr.,

M. Kepic, dipl. gr. teh.,

D. Mejak, dipl. ing. gr.,

B. Skubic, dipl. gr. ing.,

R. Stepančič, dipl. gr. ing.

Prav tako smo hvaležni naročniku Železarni Jesenice, ki je dovolila objavo preiskav.

Anton Grimšičar, dipl. inž. geol.

Nekaj praktičnih primerov rušenj visokih gradbenih objektov z miniranjem

Uvod

Pogoto se srečujemo s potrebo po poružitvi visokih gradbenih objektov, ki so bodisi doslužili svojim namenom ali pa so toliko poškodovani, da predstavljajo nevarnost za okolico. Slednja se pokaže še zlasti kot posledica velikih naravnih katastrof ali pa tudi kot posledica vojne.

Ena od najučinkovitejših, najhitrejših in relativno najcenejših metod rušenja takšnih objektov je rušenje z uporabo razstreliva.

Rušenje visokih objektov je možno izvajati z ozirom na smer poružitve na tri načine:

- objekt pade v določeno smer,
- objekt pade v skrajšani določeni smeri,
- objekt se poruši »vase«.

Način samega rušenja je odvisen predvsem od okolice ter kvalitete materiala, iz katerega je grajen. V splošnem velja pravilo, da se takšen objekt poruši pod a) in b) po metodi »podiranja dreves«. V smeri, v katero se naj poruši, se izminira izbojni klin. Ta klin sega pri okroglih objektih (tovarniški dimniki, stolpi) do 1/2 oboda, če so grajeni iz opeke oziroma 2/3 oboda, še so grajeni iz betona oziroma armiranega betona.

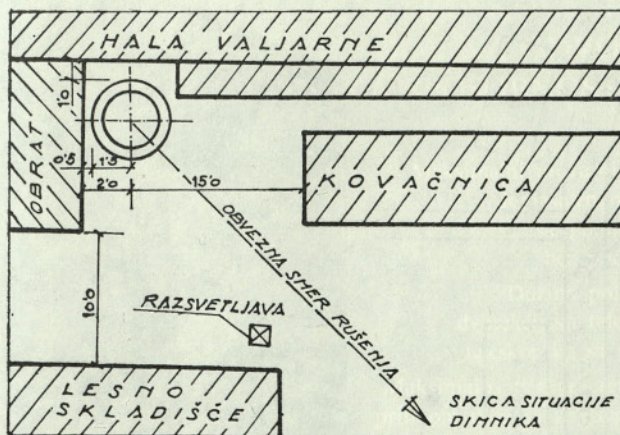
Če želimo porušiti objekt v skrajšani določeni smeri, uporabljamo ustrezno število nabojev z zakasnitvijo na polovici višine objekta.

V slučaju, če želimo porušiti objekt tako, da pade »vase«, razporedimo mine koncentrično po celotnem obodu.

Natančnejša splošna napotila je mogoče najti v raznih minerskih priročnikih in učbenikih, vendar je pri vsakem takšnem delu treba upoštevati specifične razmere in pogoje za vsak konkreten primer posebej.

Rušenje tovarniškega dimnika

V železarni Jesenice je bilo potrebno porušiti doslužen tovarniški dimnik višine 38 m in premera pri dnu 2,9 m. Grajen je bil iz opeke. Debelina sten je znašala 0,57 m. Dimnik je stal tik ob hali stare valjarne.



Slika 1. Situacija s smerjo rušenja

Rušenje dimnika je prevzel ZRMK TOZD Geotehnika Ljubljana. Odločili smo se za miniranje. Podreti ga je bilo treba v natančno določeno smer, ki je bila edina prosta in možna.

Nekaj podatkov iz projekta rušenja

Višina izbojnega klina:

$$h_A = n_R \times a_R = 3 \times 0,433 = 1,299 \approx 1,3 \text{ m}$$

n_r = število vrst vrtin = 3

$$a_R = \text{razdalja med posameznimi vrtinami} = 0,866 \times a_B = 0,866 \times 0,5 = 0,433 \text{ m}$$

a_B = razdalja med vrtinami = 0,5 m

$$l_B = \text{globina vrtine} = 2/3 \times 575 = 390 \text{ mm}$$

Celotno področje izbojnega klina naj obsega 1/2 oboda dimnika.

Premer minskih vrtin $\phi_B = 32 \text{ mm}$

premer razstreliva $\phi_S = 28 \text{ mm}$

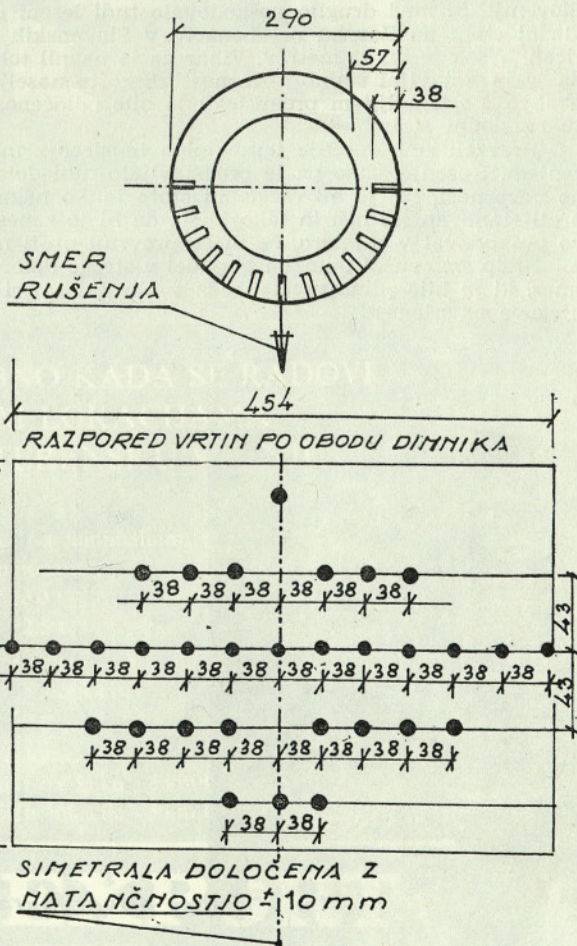
izbojnica $W = 0,57 \text{ m}$

$$\text{Število teoretično potrebnih vrtin} = n = \frac{r \times \pi}{a_B} +$$

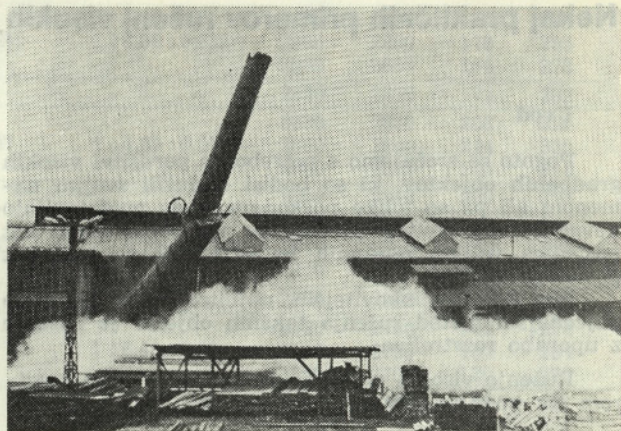
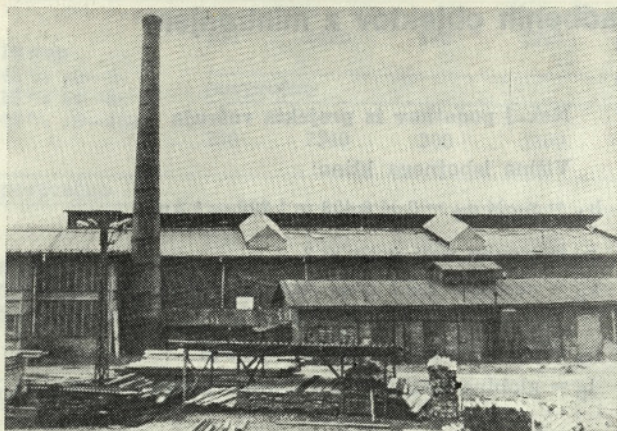
$$+ 1 = \frac{1445 \times \pi}{500} + 1 = 10,08$$

Privzeto: $n = 13$ vrtin

pomožni vrsti: 2×6 vrtin



Slika 2. Skica razporeda vrtin



Sliki 3 in 4 prikazujeta rušenje dimnika

skupno število vrtin: $N = 13 + (2 \times 6) + 2 = 31$ vrtin

Količina razstreliva v eni vrtini:

$$L = a_B \times l_B = 0,5 \times 0,39 = 0,195 \quad 0,2 \text{ kg}$$

Skupna količina razstreliva: $L_{SK} = 5,7 \text{ kg}$

Vrsta razstreliva: AMONAL »V« 28/100.

Injiciranje razstreliva: električni trenutni in mili-sekundni detonatorji.

Zaščita proti razmetu: gumijasti trakovi.

Uspeh rušenja je bil odličen, saj ni bila povzročena nikakršna škoda na sosednjih objektih. Dimnik je padel natančno v odrejeno smer.

Rušenje razglednega stolpa v Zavrhu pri Lenartu v Slovenskih goricah

Neurje, ki je divjalo v letu 1978 po severovzhodni Sloveniji, je med drugim poškodovalo tudi leseni razgledni stolp na Zavrhu pri Lenartu v Slovenskih goricah. Visok je bil 22 metrov. Vihar ga je nagnil toliko, da je predstavljal stalno nevarnost za gosto naseljeno okolico. Po temeljitem premisleku je bilo odločeno, da se razgledni stolp poruši.

Prevzeli smo rušenje tega stolpa in sicer z miniranjem. Rušenje samo pa je predstavljalo tudi določeno nevarnost, saj je bil razgledni stolp toliko nagnjen proti stanovanjski hiši in tako blizu, da bi jo zanesljivo poškodoval v primeru, če bi se prevrnil proti njej.

Stolp smo rušili tako, da je padel v strogo določeno smer, ki je bila edina prosta, toda v obratni smeri od njegove nagnjenosti.

Razstrelivo smo nameščali v vrtine, ki smo jih predhodno zavrtali v vseh vozliščih spodnjega dela stolpa. Razen tega smo rušili stolp po principu »podiranja dreves«, to je tako, da smo v tisti smeri, v katero bi naj padel, izminirali klin višine ca. 8 m.

V celotni konstrukciji je bilo po projektu treba namestiti 60 min, ki so bile medsebojno povezane z električnimi vodniki in opremljene z miliinpolsekundnimi detonatorji.

Uspeh tega rušenja je bil izreden in ni bila povzročena tudi najmanjša škoda.

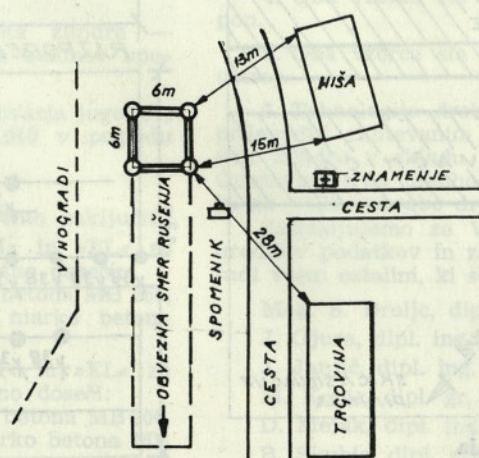
Slike v času del prikazujejo potek tega rušenja, ki je bilo opravljeno v pičlih 12 urah.

Navedena primera nam nazorno prikazujeta, kako je možno hitro in uspešno opraviti tovrstne naloge.

Danilo Belšak, dipl. inž. rud.

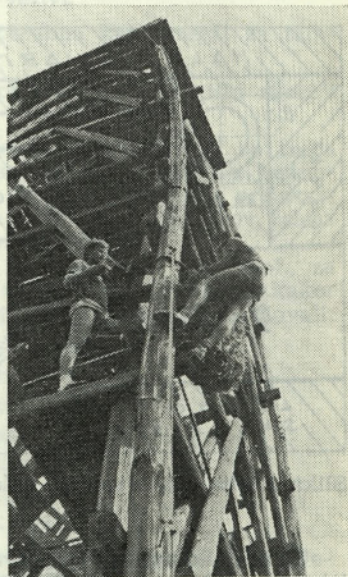


Slika 6. Stolp pred rušenjem



Situacija razglednega stolpa ZAVRH

Slika 7. Situacija



Slika 8. Nameščanje razstreliva in zaščita

IZUZETNE MOGUĆNOSTI - U POSLOVIMA
GRADJEVINARSTVA, UTOVARA I MANIPULISANJA

KS-3571 HIDRAULIČNI TERETNI KRAN



SMANJUJE TROŠKOVE, POSEBNO KADA SE RADOVI
IZVODE NA ODVOJENIM LOKACIJAMA
VELIKA SPOSOBNOST ZA TERENSKU VOŽNJU

Maksimalni utovarni kapacitet, sa minimalnim
domašnjem poluge, u tonama:
sa podupornjem 10.0 t
bez podupornja 2.5 t

Dužina poluge, u metrima:
dvosekcijska teleskopska 8 do 14 m
teleskopska sa prečkom 20 m

Maksimalna brzina kretanja, u kilometrima na čas:
prilikom rada sa teretom obešenim na kuku 5 km/h
između gradjevinskih lokacija 85 km/h



MACHINOEXPORT

☎ 14715-42 ☎ SSSR MOSKVA 117330 ⚡ MOSKVA V-330 MACHINOEXPORT ☎ 411207 MCHEX SU

ALUMINIJSKE ŽIČNE OGRAJE - MONTAL

Žične aluminjske ograje so na našem tržišču prisotne razmeroma kratko obdobje, vendar so zaradi pozitivnih lastnosti naše široko področje uporabe. Uporabljajo se za ograjevanje najrazličnejših objektov: hidrocentral, letališč, trafopostaj, vrtnarij, tovarniških objektov, športnih igrišč, nasadov, avtocest ter individualnih hiš.

Zakaj so aluminjske žične ograje tako hitro osvojile tržišče?

Odgovor je enostaven.

Žične aluminjske ograje so skoraj trikrat lažje od železnih, vendar po trdnosti ne zaostajajo za njimi, so trajne, lepe, vremensko obstojne, sorazmerno poceni in kar je najpomembnejše, ne zahtevajo dodatnega vzdrževanja. Proizvajajo jih namreč iz homogenega materiala, ki se na površini samodejno prevleče z nevtralnim oksidnim slojem, ki ščiti površino pred atmosfersko korozijo in mehanskimi poškodbami.

Mrežna ograja MONTAL je sestavljena iz žičnega pletiva z okenci širine 30, 50, 60 ali 80 mm in nosilnih, vmesnih ter zaključnih stebrov, na katere se s pomočjo veznih elementov pritrudi napeljana žica premera 4,8 mm.

Vmesni stebri premera 40 milimetrov stoje na razdalji 3,5 m, a nosilni stebri premera 65 mm stoje na razdalji ca. 25 m. Višina pletiva se giblje od 1000 do 3000 mm s stopnjo rasti po 200 mm.

Največ se uporablja višina pletiva 1800 in 2000 mm z okencem 60 × 60 mm.

Nad pletivom so lahko eden, dva ali trije podaljški napenjalne oziroma bodeče žice.

K ograji izdelujemo tri vrste vrat:

- enokrilna vrata za osebni prehod širine 1 do 1,5 m;
- dvokrilna vrata za prehod tovornih vozil širine do 7 m;
- kombinirana vrata so kombinacija enokrilnih in dvokrilnih vrat in se uporabljajo kot glavna vhodna vrata.



MONTAL ograja predstavlja zanimivost za projektante, gradbenike in individualne graditelje, zato vam svetujemo, da zahtevate informacije in prospektni material za ograje MONTAL pri »IMPOL«, TOZD Montal, Titova 50, Slovenska Bistrica, telex 033113, telefon 062/811 201, 811 270.



impol
industrija
metalnih
polizdelkov n. sol. o.
slovenska bistrica