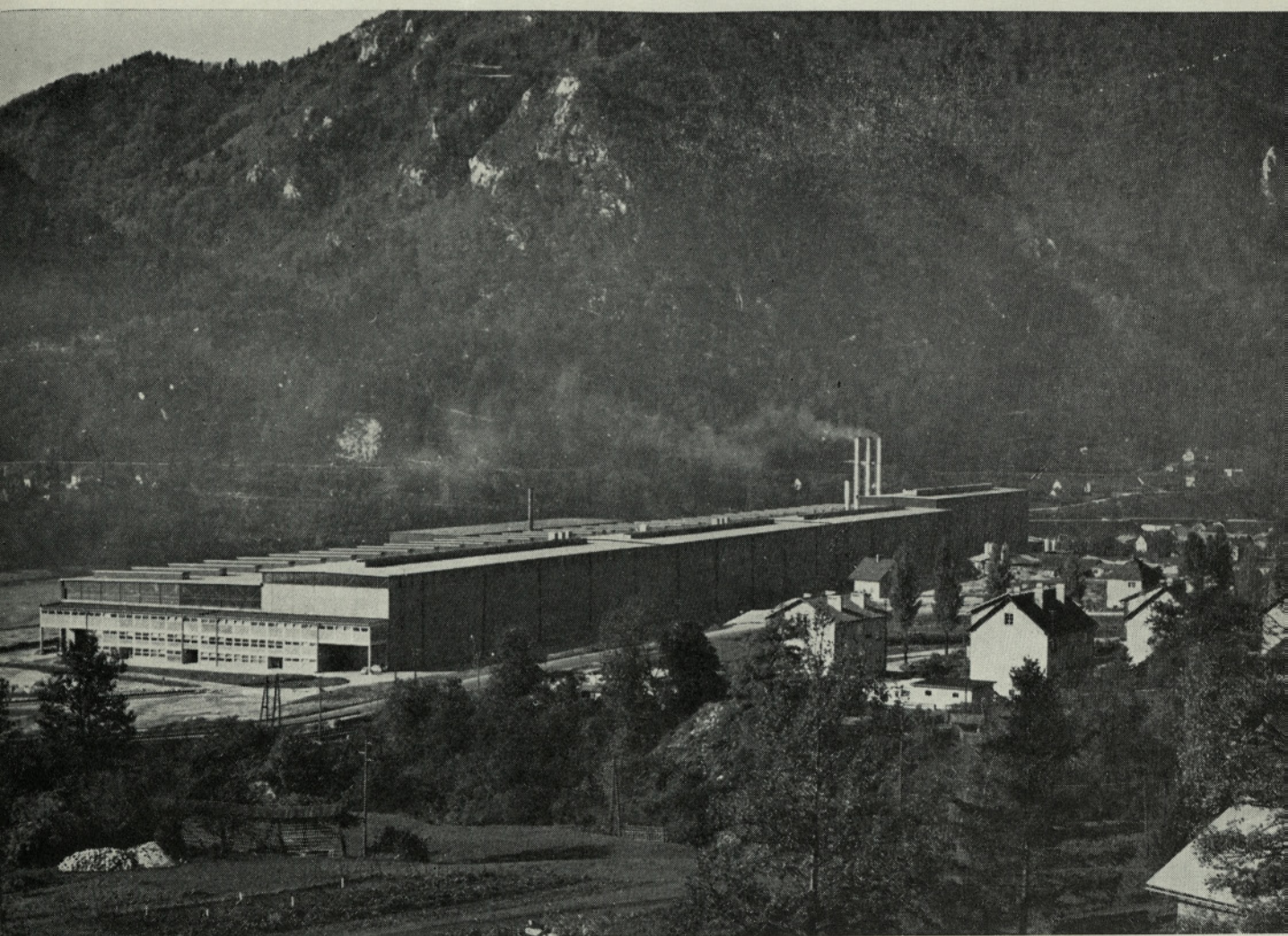


GRADBENI VESTNIK

LETO XVI

MAJ 1967

ŠTEVILKA 5



POGLED NA OBJEKTE VALJARNE V BELI – GIP



s svojimi enotami: gradbena vodstvo Celje, Jesenice, Ljubljana, Maribor, Ravne na Koroškem; gradbišči v Kopru in Zalogu. Kovinski obrati v Ljubljani in Mariboru, obrat gradbenih polizdelkov v Ljubljani, lesno-industrijski obrat v Škofji Loki in strojno-prometni obrat v Ljubljani ter z lastnim projektivnim birojem

- izvaja gradbena dela industrijskih objektov, objektov družbenega standarda, gradi stanovanja za trg;
- izdeluje gradbene elemente, razne vrste betonskih izdelkov in montažo gradbenih konstrukcij;
- izvaja ključavničarska, kleparska in krovna dela;
- projektira vse vrste visokih, nizkih, vodnih, luških in stanovanjskih objektov.

VSEBINA

Rudi Rajar, dipl. inž.: Problem visokovodnih valov, ki nastajajo pri poružitvi pregrad	93	R. Rajar: The problems connected with the dam break propagation
Dušan Legiša, dipl. inž.: Asanacija Tuniškega jezera . .	98	D. Legiša: Curing of the lake of Tunis
Egon Engelsberger, dipl. inž.: Raizskave tvornih spojev v posebnih pogojih (Nadaljevanje)	102	E. Engelsberger: Investigation of high strength bolts connections

Z naših gradbišč

Božo Lukač, v. g. t. - Teo Belec, dipl. inž.: Rekonstrukcija Zelezarne Jesenice: Izgradnja valjarne na Beli	104
---	-----

Novi materiali

Svetko Lapajne, prof. inž.: Novi opečni zidak »Potresnik« in njegova uporaba	107
--	-----

Vesti

B. F.: Letna skupščina ZGIT Slovenije	110
Marjan Pregelj, dipl. inž.: Transalpinski naftovod . . .	111
B. F.: SGP »Pionir«, Novo mesto — ob dvajsetletnici (ovitek)	

Informacije Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij v Ljubljani

Vinko Koren, dipl. inž.: Sanacija jezua HE Sora — Fužine

Odgovorni urednik: Sergej Bubnov, dipl. inž.

Uredniški odbor: Janko Bleiweis, dipl. inž., Vladimir Cadež, dipl. inž., prof. Bogo Fatur, Marjan Gaspari, dipl. inž., dr. Miloš Marinček, dipl. inž., Maks Megušar, dipl. inž., Dušan Raič, dipl. jurist, Saša Škulj, dipl. inž., Viktor Turnšek, dipl. inž.

Revijo izdaja Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov za Slovenijo, Ljubljana, Erjavčeva 15, telefon 23-158. Tek. račun pri Narodni banki 503-608-109. Tiska tiskarna »Toneta Tomšiča« v Ljubljani. Revija izhaja mesečno. Letna naročnina za nečlane 15.000 dinarjev. Uredništvo in uprava Ljubljana, Erjavčeva 15.

Problem visokovodnih valov, ki nastajajo pri poružitvi pregrad

DK 627.89

RAJAR RUDI, DIPL. INŽ.

1. Porušitev pregrad

Visoke dolinske pregrade, ki se gradijo v novejšem času, vedno predstavljajo določeno nevarnost za prebivalstvo in objekte v dolinah pod njimi. Če se pregrada iz kakršnegakoli vzroka poruši, vdere ogromna količina vode, ki je zbrana za njo, po dolini navzdol v obliki več deset metrov visokega vala, ki ruši in odnaša s seboj vse, kar doseže. Tako nastanejo katastrofe, kot so bile npr. porušitev pregrade Malpasset v Franciji l. 1959, španske pregrade Vega de Tera istega leta ali katastrofa Vaiont v severni Italiji l. 1963. V zadnjem primeru se sicer pregrada ni porušila, vendar se je zaradi zemeljskega plazua, ki je zdrsil z gore Mt. Toc v akumulacijsko jezero, prelil preko krone pregrade skoraj sto metrov visok val, ki je bil podoben valu zaradi poružitve pregrade. V vseh naštetih primerih je bilo veliko človeških žrtev in ogromna materialna škoda.

Znan je tudi primer iz druge svetovne vojne, ko so britanska letala z bombardiranjem porušila pregradi Möhne in Eder. Nemška industrija je utrpela veliko škodo zaradi pomanjkanja električne energije, še večjo pa zaradi tega, ker je voda uničila vse objekte v dolgem odseku dolin pod pregradama.

Porušitve pregrad so dejansko mnogo bolj pogoste kot bi pričakovali in bi lahko našteali še mnogo podobnih katastrof.

Mednarodna komisija za visoke pregrade (ICOLD) je leta 1962 ugotovila, da je na svetu že približno 8300 pregrad. Štete so le pregrade, ki so višje od 15 metrov, in ki imajo akumulacijo nad 10 000 m³. Ugotovili so tudi, da se je porušilo že okrog 400 pregrad, med njimi 20 takih, ki so se porušile že dvakrat in 7 takih, ki so s svojo poružitvijo povzročile zaporedno porušitev cele vrste pregrad.

Statistika zadnjih dveh desetletij kaže, da se stalno večja število poruštitev v primerjavi s številom novozgrajenih pregrad. V letih od 1946 do 1955 je bilo zgrajenih okrog 2000 novih pregrad, velikih katastrof pa je bilo 12. V naslednjem desetletju,

ko je bilo zgrajenih nadaljnjih 2500 pregrad, pa smo doživeli že 24 velikih katastrof. Vzroki za to so delno v tem, da se gradijo vedno bolj drzne konstrukcije, obseg katastrof pa narašča zato, ker se število prebivalstva naglo večja in so doline pod pregradami vedno bolj gosto naseljene.

O vzrokih poruštitev je bilo mogoče ugotoviti naslednje: približno tretjina pregrad se je porušila zaradi slabih temeljev, tretjina zaradi izredno visokih voda, zadnja tretjina pa iz različnih vzrokov, ki jih dostikrat sploh ni bilo mogoče ugotoviti. Zanimivo je, kako včasih vsi verjetnostni računi visokih voda odpovedo. Tako so npr. na reki Rio Negro dimenzionirali elektrarne po meritvah pretoka zadnjih 21 let na pretok 9000 m³/sek, kar bi ustrezalo verjetnosti nastopanja enkrat v 500 000 letih. Leta 1959 pa so izmerili nič manj kot 17 000 m³/sek, kar bi se po verjetnostnem računu lahko zgodilo enkrat v milijon letih. Pregrada je sicer vzdržala, bili pa so poplavljeni prostori elektrarne, kar je povzročilo veliko škodo. Razumljivo je tudi, da včasih zaradi težavnih geoloških razmer nastane napaka pri temeljenju. Zato spadajo pregrade med objekte, ki se kljub vsej pazljivosti graditeljev razmerno velikokrat porušijo.

V Jugoslaviji je zgrajenih že nad 50 visokih pregrad. Po raziskavah inštituta »Jaroslav Černi« v Beogradu je ugotovljeno, da je zasnovanih z idejnimi projekti še približno 300 pregrad, medtem ko lahko v daljši prihodnosti računamo na 1000 pregrad. Tako je jasno, da je tudi v naši državi problem poružitve pregrad zelo aktualen. V Jugoslaviji se sicer do sedaj še ni zgodila nobena katastrofa, vendar so morali strokovnjaki že nekajkrat hitro posredovati, ko je zaradi visokih voda ali razpok v pregradi grozila porušitev. Tako se je na pregradi Idbar zaradi nenadne katastrofalno visoke vode popolnoma napolnila akumulacija v času, ko pregrada še ni bila dograjena. Na pregradi so se pokazale razpoke in ker je bila v nevarnosti vas Čelebić in železniška proga Sarajevo—Dubrovnik, so izvedenci odločili, da se z miniranjem napravi v pregradi luknja, skozi katero je nato voda počasi odtekla.

2. Zaščita

Ker ni mogoče stoođstotno zagotoviti, da se pregrada ne bo porušila, je treba storiti vse, kar je mogoče, za zaščito prebivalstva in objektov v primeru porušitve. Na pobudo »Jugoslovanskega nacionalnega komiteja za visoke pregrade« je bil že izdelan osnutek za »Pravilnik o kontroli brana«, ki pa še ni začel veljati.

Glavni ukrepi, s katerimi bi bilo mogoče zavarovati ogrožene, so po prof. Kujundžiću (1) naslednji:

1. treba je takoj izdati pravilnik o stalnem kontroliranju pregrad, saj je s tem mogoče preprečiti mnogo porušitev;

2. za vse naše pregrade je treba računsko in s poskusi ugotoviti potek visokovodnih valov v primeru porušitve;

3. na osnovi tega bo mogoče napraviti vse potrebno za zaščito niže ležečih področij in poučiti prebivalstvo, kako naj ravna v primeru porušitve.

Ing. Eduard Gruner (2) predlaga zaščito na naslednji način. Ko se ugotovi potek visokovodnega vala, naj se dolina pod pregrado razdeli na tri dele. V prvem delu, kamor bi se visokovodni val razlil prej kot v 15 minutah po porušitvi, rešitev ni mogoča in ta del doline naj bi bil nenaseljen. V drugem delu, kamor se val razlije prej kot v eni uri, je rešitev mogoča, iz tretjega dela, do kamor potuje val dalj kot uro, pa se prebivalstvo evakuira. V drugem in tretjem delu naj bi bila jasno označena meja, do kamor lahko seže visokovodni val, prebivalstvo pa naj bi bilo obveščeno po alarmnem znaku, pri katerem naj se čim hitreje umakne nad to mejo.

Za zaščito je torej poleg stalnega kontroliranja pregrad najvažnejše ugotoviti potek visokovodnega vala. Določimo ga lahko z raznimi računskimi in grafičnimi metodami. Tako je že bil račun visokovodni val za primer porušitve hidrocentrale Djerdap. V Sloveniji je začel ukrepati štab za obrambo pred elementarnimi nesrečami in tako je Vodogradbeni laboratorij v Ljubljani leta 1966 dobil nalogo, da preišče ta problem teoretično in s poskusi. Nastanek in potovanje porušitvenega vala je namreč hidravlično zelo zapleteno. Zato je treba računске rezultate nujno preveriti na modelu.

3. Metode za računanje visokovodnega vala

Čeprav je določanje poteka visokovodnega vala težavno in dolgotrajno delo, se zaradi njegovega velikega pomena po vsem svetu ukvarjajo z njim. Približne rešitve je podal že leta 1935 Francoz Favre, med drugo svetovno vojno pa so znali Francozi reševati ta problem že mnogo natančneje. Zadnja leta največ delajo na tem področju v Združenih državah, Sovjetski zvezi in v Franciji.

Osnovni enačbi za računanje visokovodnega vala sta tako imenovani St. Venantovi enačbi. Za

prizmatično strugo pravokotnega prereza ju lahko pišemo v naslednji obliki:

$$\frac{\delta h}{\delta t} + h \cdot \frac{\delta v}{\delta x} + v \cdot \frac{\delta h}{\delta x} = \phi \quad (1)$$

$$\frac{\delta v}{\delta t} + v \cdot \frac{\delta v}{\delta x} + g \frac{\delta h}{\delta x} = g(I_0 - I) \quad (2)$$

Prva je enačba kontinuitete, druga pa je posebna oblika Eulerjeve dinamične enačbe. V obeh enačbah imamo štiri spremenljivke: razdalja od pregrade x , čas t , globina h in hitrost v . S členom I_0 je določen vpliv naklona dna na potek valovanja, s členom I , ki pomeni naklon energijske črte, pa je določen vpliv trenja oziroma hrapavosti struge.

S tema dvema enačbama je mogoče reševati dve vrsti problemov.

1. Valove, pri katerih nastopajo le počasne spremembe gladine. Take primere imamo v rekah, kjer se vodna gladina spreminja zaradi obratovanja hidrocentral in pri nastopu naravnih visokih voda zaradi dežja ali topljenja snega in ledu.

2. Visokovodni val zaradi porušitve pregrade, ali kratko porušitveni val. V tem primeru se oblika nezvezno čelo vala, kjer se gladina nenadoma dvigne za več metrov nad prvotno. St. Venantovi enačbi veljata na vsem področju, razen na samem čelu vala, kjer uporabljamo še dve dodatni enačbi, ki ju je prvi izvedel Craya (3):

$$c = v_2 + \sqrt{\frac{h_1}{h_2}} \sqrt{\frac{g}{2}(h_1 + h_2)} \quad (3)$$

$$v_1 = v_2 + \frac{\sqrt{g(h_1 + h_2)}(h_1 - h_2)}{\sqrt{2h_1h_2}} \quad (4)$$

Ti enačbi izhajata iz impulznega stavka. C pomeni hitrost gibanja nezveznega čela vala, indeksa 1 in 2 pa označujeta razmere za in pred čelom vala.

St. Venantovi enačbi predstavljata sistem dveh parcialnih diferencialnih enačb hiperboličnega tipa, ki ga ni mogoče rešiti z elementarnimi prijemi. Zato so ga razni avtorji skušali reševati na različne načine. Izoblikovale so se tri vrste metod:

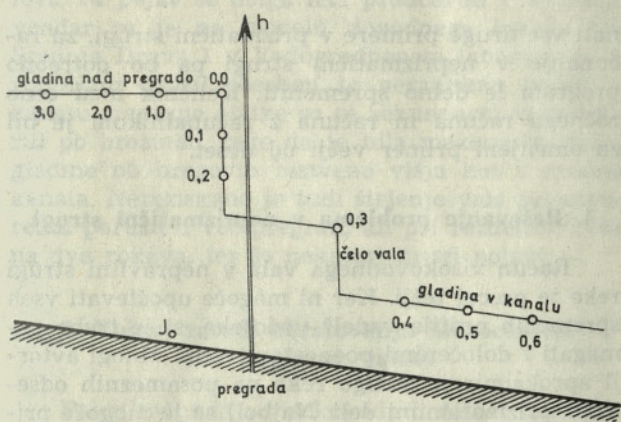
1. Metode malih valov. Te metode z nekaterimi poenostavitvami omogočajo rešitev obeh enačb. Zaradi teh poenostavitev pa je račun dovolj točen le za valove malih višin, medtem ko za porušitveni val ne pridejo v poštev.

2. Inženirske metode. Te metode računajo s končnimi diferencami in zanemarijo nekatere manj važne člene. Tako lahko dobimo rešitev, vendar je račun zelo dolg in precej netočen.

3. Metoda karakteristik. To je gotovo najboljša metoda za račun porušitvenega vala. Osnovana je na matematično strogo izpeljani teoriji in upo-

števa vse elemente obeh St. Venantovih enačb, tudi vpliv padca dna in hrapavosti struge, česar pri večini drugih metod ni mogoče upoštevati. Poleg tega se s to metodo lahko določijo začetni in robni pogoji, podaja pa nam tudi fizikalno sliko problema. Ne nazadnje pa je velika prednost te metode v tem, da je uporabna za računanje z elektronskim računalnikom. Zaradi opisanih prednosti je tudi Vodogradbeni laboratorij prevzel to metodo kot najbolj primerno. Opisali jo bomo nekoliko natančneje.

Obe St. Venantovi enačbi in enačbi Craye za čelo vala veljajo v napisani obliki le za prizmatično strugo pravokotne oblike. Najprej bomo prikazali rešitev za ta, enostavnejši primer, nato pa bo opisano še reševanje v naravnih vodotokih s prerezi nepravilne oblike.



Sl. 1. Stanje gladine v času $t \cong 0$ (začetni pogoj)

Po matematični metodi karakteristik je mogoče iz dveh parcialnih diferencialnih enačb 1) in 2) s pomočjo dveh enačb, ki podajata zvezo med totalnimi in parcialnimi diferenciali, dobiti štiri navadne diferencialne enačbe:

$$\frac{dx}{dt} = v + \sqrt{gh} \quad (5)$$

$$dv + \sqrt{\frac{g}{h}} dh = g(I_0 - I) dt \quad (6)$$

$$\frac{dx}{dt} = v - \sqrt{gh} \quad (7)$$

$$dv - \sqrt{\frac{g}{h}} dh = g(I_0 - I) dt \quad (8)$$

To so enačbe karakteristik. Z njimi je mogoče rešiti problem, če poznamo začetne in robne pogoje. Začetni pogoj je dan s stanjem gladine ob času $t = 0$ (sl. 1), to je znana gladina v akumulaciji in pod pregrado, poleg tega pa še val, ki nastane na mestu pregrade takoj po porušitvi, ko je čas $t \cong 0$. Ta val je mogoče izračunati s pomočjo enačb 3) in 5), če zanemarimo vpliv padca dna in trenja, kar je v prvem trenutku po porušitvi gotovo dopustno. Omenjeni enačbi rešimo tako, da upoštevamo profil pregrade kot končni profil akumulacije in začetni profil odseka pod pregrado. Robni pogoj pa predstavlja stanje na čelu vala, oziroma enačbi Craye 3) in 4).

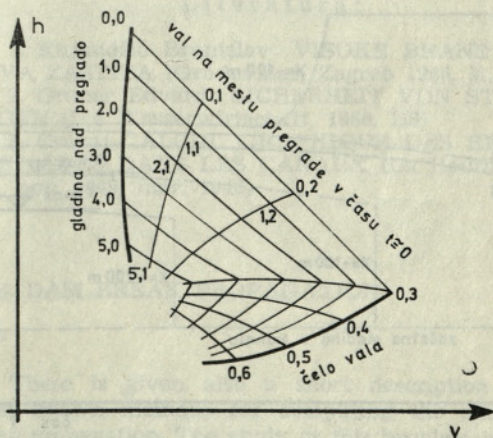
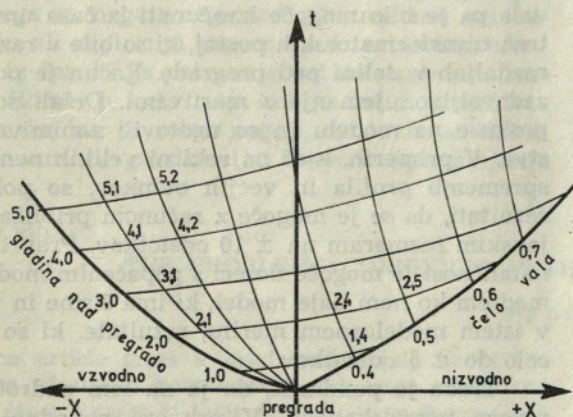
Sedaj je problem popolnoma določen. Enačbe karakteristik pišemo v diferencialni obliki. Reševanje je najprimernejše po grafični metodi Craye. Delamo v dveh diagramih $x-t$ in $h-v$ (sl. 2). Vsaka točka enega diagrama je prirejena točki drugega. Postopek ni nič drugega kot grafično reševanje štirih enačb karakteristik. Od točke do točke določimo štiri neznanke x , t , h in v .

Rezultate dobimo v naslednji obliki:

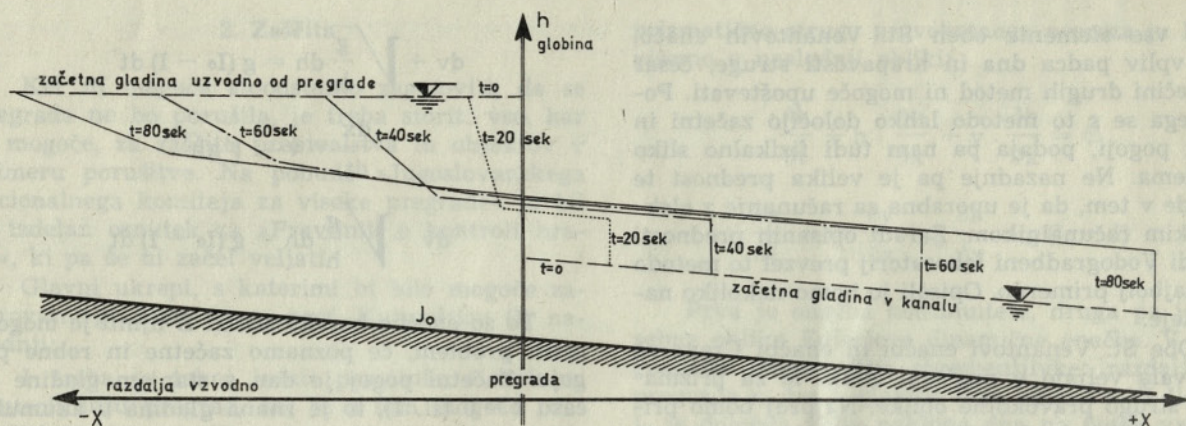
1. Slike valov v določenih časih $t = \text{konst.}$ (sl. 3). Iz tega diagrama lahko vidimo, po kakšnem času bo prišlo čelo vala do določenega profila, kar je važno zaradi evakuacije prebivalstva.

2. Časovni potek spreminjanja globine v določenem profilu $x = \text{konst.}$ (sl. 4). S tem dobimo maksimalno višino visokovodnega vala v vsakem profilu, kar je prav tako zelo važen podatek.

Kljub temu, da je metoda karakteristik med najboljšimi, je račun še vedno zelo dolgotrajen. Da



Sl. 2. Grafično reševanje St. Venantovih enačb: diagrama $x-t$ (razdalja — čas) in $h-v$ (globina — hitrost)

Sl. 3. Rezultati računa: slika valov v različnih časih $t = \text{konst.}$

bi skrajšal čas računanja, je Vodogradbeni laboratorij pripravil program za računanje z elektronskim računalnikom. Reševanje poteka po metodi karakteristik analogno kot pri grafični metodi Craye. Enačbe karakteristik pišemo v diferencialni obliki, nato pa s pomočjo dveh točk, v katerih so znani vsi elementi, določamo vse štiri neznanke v naslednji točki. Izhajamo iz razmer v času $t = 0$ (začetni pogoj), ki jih moramo najprej izračunati. Tako postopno izračunamo celotno mrežo točk, le na čelu vala uporabimo še obe enačbi Craye. Za kontrolo programa je bil izračunan primer na računalniku ZUSE-23 v Matematičnem centru v Ljubljani. Rezultati se praktično popolnoma ujemajo z rezultatom računa po grafični metodi.

Prihranek na času in denarju je bil zaradi uporabe računalnika zelo velik. Inženir je računal en primer po grafični metodi približno deset dni, računalnik pa je izračunal isti primer v 65 minutah. Sestava programa za računalnik v programskem jeziku ALGOL je sicer zahtevala razmeroma veliko časa (14 dni), vendar postane ta čas nepomemben, ker bo mogoče z istim programom raču-

nati vse druge primere v prizmatični strugi, za računanje v neprizmatični strugi pa bo potrebno program le delno spremeniti. Količnik med ceno ročnega računa in računa z računalnikom je bil za omenjeni primer večji od deset.

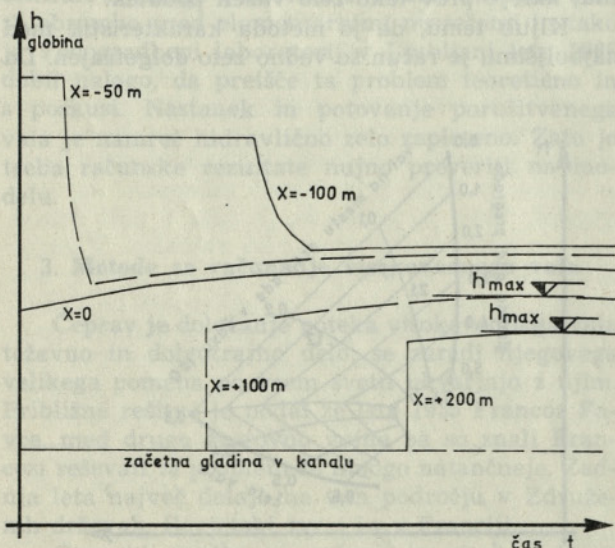
4. Reševanje problema v neprizmatični strugi

Račun visokovodnega vala v nepravilni strugi reke je precej težji. Ker ni mogoče upoštevati vseh sprememb profila vzdolž vodotoka, si je treba pomagati z določenimi poenostavitvami. Mnogi avtorji aproksimirajo strugo reke na posameznih odsekih s prizmatičnimi deli. Najbolj se je mogoče približati pravih razmeram z naslednjimi privzetki:

1. Obliko prečnega preseka aproksimiramo s trapezom.
2. Naravna struga se na posameznem odseku aproksimira s prizmatično, ki ima poprečni presek, ali pa se upošteva, da se širina linearno spreminja.
3. Mogoče je upoštevati posamezne nenadne spremembe profila.
4. Dolina je ravna, brez ovinkov.

S temi prijemi se lahko precej točno približamo dejanskim razmeram. Francozi so na ta način računali visokovodni val, ki je nastal pri poružitvi pregrade Malpasset. Dejansko višino vala v naravi so odčitali po sledovih na bregu, hitrost potovanja vala pa je bilo mogoče izračunati iz časa uničenja treh transformatorskih postaj, ki so bile v različnih razdaljah v dolini pod pregrado. Račun je pokazal zadovoljivo ujemanje z meritvami. Delali so tudi poskuse na modelu in so ugotovili zanimiva dejstva. V primerih, kjer na reki ni velikih nenadnih sprememb profila in večjih ovinkov, so pokazali rezultati, da se je mogoče z računom približati dejanskim razmeram na ± 10 odstotkov. Prav takšno natančnost je mogoče doseči s popačenim modelom, medtem ko nam daje model, ki ima širine in višine v istem modelarnem merilu, rezultate, ki so točni celo do ± 5 odstotkov.

Treba je poudariti, da je na tem področju še mnogo neraziskanega. V primeru nenadne večje razširitve profila postane prečna komponenta hi-

Sl. 4. Rezultati računa: časovni potek spreminjanja globine v različnih profilih $x = \text{konst.}$

trosti tako velika, da ne bi smeli več računati v dvodimenzionalnem sistemu, poleg tega pa nastanejo velike energijske izgube, ki jih ni mogoče točno določiti. Ta pojav je zelo važen, prvič, ker na naših rekah razmeroma pogosto nastopa, drugič pa zato, ker nenadna razširitev bistveno spremeni višino vala. V svetovni literaturi so podatki o tem problemu zelo skopi, pa še kar jih je, si med seboj nasprotujejo. Zato bo treba ta pojav nujno proučiti na modelu. Prav tako je še neraziskan vpliv krivine struge na potek visokovodnega vala. Zakone, ki vladajo pri širjenju vala po suhi strugi, so proučevali zadnja leta v Združenih državah, vendar le za prizmatično strugo, širjenje vala po suhi strugi nepravilne oblike pa je še vedno velika uganka. Na hrbtu primarnega vala se tvorijo še dodatni, tako imenovani sekundarni valovi. Ta pojav so dolga leta proučevali v Franciji, vendar se je na modelu dovodnega kanala HE Srednja Drava 1 v Vodogradbenem laboratoriju v Ljubljani opazil poseben še neraziskan pojav: v kanalu trapezne oblike so se sekundarni valovi širili po brežinah, tako da je bila maksimalna kota gladine ob bregovih bistveno višja kot v sredini kanala. Neraziskano je tudi širjenje vala pri zaporedni porušitvi več pregrad, ali pri razdelitvi reke na dva rokava, ter še nekateri drugi pojavi.

5. Valovi zaradi obratovanja hidrocentral in poplavni valovi

Poleg računanja visokovodnih valov, ki nastanejo pri porušitvi pregrad, je mogoče s pomočjo St. Venantovih enačb računati še dva problema. Prvi problem, ki ga predstavljajo valovi zaradi obratovanja hidrocentral, je najlažje reševati po metodi karakteristik, drugi problem tj. račun poplavnih valov (tako imenujemo valove, ki nastanejo zaradi naravnih visokih voda, čeprav ne povzročajo vedno poplav), pa je ugodneje reševati po diferenčni metodi. Hidrocentrale pri nas sicer ne povzročajo s svojim obratovanjem posebno visokih in nevarnih valov, vendar bi bilo po omenjeni metodi mogoče računati optimalno izkoriščanje vodne energije pri obratovanju verige hidrocentral. Z računskimi metodami je mogoče določiti gibanje pozitivnega in negativnega vala, ki nastane pri odpiranju ali zapiranju zapornic ali turbin hidrocentrale, in čas, ki ga potrebuje val do naslednje centrale. Račun je celo lažji kot je račun porušitvenega vala, ker so robni pogoji enostavnejši. Robni pogoj nam tu predstavlja časovno spreminjanje

pretoka v profilu elektrarne. Z upoštevanjem vseh faktorjev bi bilo mogoče izračunati, kakšen naj bo vozni red verige hidrocentral, da bo izkoriščena energija največja. Konkretno bi bilo mogoče take izsledke uporabiti pri dravski verigi elektrarn, v bodoče pa tudi pri savski.

V zvezi s tem bi bilo treba preiskati tudi, kako je mogoče najbolj racionalno izkoristiti akumulacijski prostor hidrocentral za ublažitev konic visokih voda. Zadnja dva problema bi bilo mogoče zadovoljivo rešiti le z elektronskim računalnikom. Treba bi bilo pripraviti program, ki bi vseboval vse podatke o rečnih profilih in hrapavosti struge, tako da bi v času visokih voda le vstavili podatke o stanju reke v zgornjem toku in o padavinah in računalnik bi v kratkem času podal rezultate: vozni red obratovanja hidrocentral, pri katerem bo konica poplavnega vala najnižja, ter potek poplavnega vala na ogroženem odseku. Potrebno je omeniti, da so v Združenih državah že leta 1957 z elektronskim računalnikom računali potek visokih voda za več sto kilometrov dolge odseke in to za več tednov vnaprej. Rečno strugo so aproksimirali s posameznimi prizmatičnimi odseki, ki so bili dolgi po deset milj in so predstavljali poprečen profil na tem odseku. Zanimivo je, da so kljub zelo dolgim odsekom dobili izredno točne rezultate. Ko so računali poplavni val, ki je bil dejansko merjen na reki, so bile razlike med rezultati računa in meritvami skoraj povsod manjše od 1 foota (30,5 cm).

6. Zaključek

Z rešitvijo omenjenih treh problemov, tj. določitvijo valov pri porušitvi pregrad, z določitvijo optimalnega izkoriščanja vodne energije ter ublažitve konic visokih voda, bi lahko pri nas prihranili veliko denarja in truda pa tudi preprečili nepotrebne človeške žrtve.

Po naročilu Vodnega sklada SRS dela Vodogradbeni laboratorij zaenkrat le na prvi zgoraj naštetih nalog, v bodoče pa bi bilo gotovo umestno posvetiti več pozornosti tudi ostalima dvema problemoma.

Literatura:

1. Kujundžić Branislav: VISOKE BRANE I NJIHOVA ZASTITA (Gradevinar, Zagreb 1965, št. 10)
2. Gruner Edvard: SICHERHEIT VON STAUNLAGEN (Die Wasserwirtschaft, 1966, H9)
3. Craya: CALCUL GRAPHIQUE DES REGIMES VARIABLES DANS LES CANAUX (La Houille blanche, nov. 1945, mar. 1946)

RAJAR RUDI:

THE PROBLEMS CONNECTED WITH THE DAM BREAK PROPAGATION

Synopsis

The article gives a brief information about the number of up to now constructed large dams and about several cases of their destruction in Europe and America and especially in Yugoslavia.

There is given also a short description of the most known methods for computing the dam-break wave propagation. The study of this problem in Vodogradbeni laboratorij in Ljubljana has shown that the

method of characteristics is the best one and therefore this method is described more in details. An example of the dam-break wave propagation in prismatic channel was computed by the graphic method of Craya and with the electronic computer ZUSE 23.

At the end there are given some ideas, how the room of the accumulation lakes could be used to di-

minue the maximum height of the inondation waves and how to get maximum electric energy in cases where some power stations are located one-after-another on the same river. The last two problems could be solved effectively only with the help of electronic computers.

Asanacija Tuniškega jezera

DK 628.52 (Tuniško jezero)

1. UVOD

Glavno mesto Tunis leži ob zahodnem robu »Tuniškega jezera«. Jezero loči od velikega Tuniškega zaliva sorazmerno ozek zemeljski pas (na najozjem mestu le nekaj sto metrov širok), kjer se je razvilo pristaniško mesto La Goulette. To se proti severu nadaljuje v lepe in znane turistične kraje Salambo, Kartagino, Sidi Bou Said, La Marso (sl. 1).

Jezero ima v celoti preko 42 km² površine ter ga vzdolžno, skoraj po sredini, delijo brežine plovnega kanala v severni in južni del. Ta, približno 10 m dolgi kanal, so konec preteklega stoletja prekopali Francozi, da so ob samem mestu zgradili notranje pristanišče. Jezero je kljub veliki površini izredno plitvo, saj ne znese poprečna globina niti en meter. Voda je slana, ker ima na raznih mestih kanale, ki ga povezujejo z morjem. Ti so speljani bodisi v pristanišče, plovni kanal ali pa Tuniški zaliv. Ob plimi voda vteka, ob oseki izteka. Vendar ta povezava ne omogoča izmenjave vode v celem jezeru. V bistvu ista voda, ki priteče, tudi odteče. To pa je omejeno le na zelo majhen prostor ob kanalih Jezerska gladina v teku dneva le prav malo niha, vztraja približno na koti, ki je med dnevno plimo in oseko v morju. Lahko pa nastopijo v teku leta spremembe v koti gladin tudi po nekaj 10 cm.

Podatki o nihanju gladine v jezeru so zelo skopi. Holandci so izvedli nekajtedenske meritve, iz katerih je med drugim razvidno, da veter, ki pogosto piha na tem področju, povzroči dvig gladine na eni strani jezero tudi do 30 cm. Vendar bi bila potrebna za natančnejšo oceno gibanja gladine, dotočnih in odtočnih količin večletna opazovanja, ki bi nujno koristila pri preračunih v zvezi s predvidenimi rešitvami za asanacijo jezera.

Povezovalni kanali med jezerom in morjem so spretno izkoriščeni za ulov rib, ker so v njih nameščene mreže, kamor se ribe same zatekajo. Jezero je sorazmerno bogato z ribami.

2. PROBLEM

Jezero povzroča v določenih letnih obdobjih zelo občuten smrad. V poletnem času se že ob izstopu iz letala (letališče leži na severni strani nedaleč od jezera) občuti neprijeten smrad. Neredko potegne veter ta smrad po vsem mestu.

Ta duh, ki je zelo neprijeten za domače bivalstvo, je toliko bolj nevaren za hitro razvijajoči se turizem v glavnem mestu. Zaradi tega je tuniška vlada vedno bolj zainteresirana, da bi se ta problem čim hitreje in seveda tudi čim popolneje rešil. Neposredno s tem se navezuje rešitev celotne kanalizacije glavnega mesta kot tudi obrobni turističnih krajev na eni strani in industrijskega področja na drugi strani.

Več tujih projektantskih organizacij je že delalo na tej dovolj kompleksni in zahtevni nalogi, vendar do uresničenja njihovih zamisli še ni prišlo. Preteklo leto je RUDIS prevzel nalogo, da se ukvarja s tem problemom in predvidi neke idejne rešitve. Projektanta iz Projekta nizke gradnje in Kanalizacije Ljubljana sta si v začetku lanskega leta ogledala teren in si že zamislila nekatere možne rešitve. K študiji sta pritegnila še Zavod za raziskavo morja iz Portoroža in Vodogradbeni laboratorij.

3. TERENSKÉ MERITVE

Tako sestavljeni team, ki je občasno pritegnil tudi še druge strokovnjake, je začel delati na omenjeni nalogi že v lanskem juliju. Za osnovo nadaljnjemu delu so bile potrebne najprej geodetske izmere jezera vključno z izmero globin.

Sledile so obsežne biološke in kemične meritve jezerske vode, ki naj bi dale vse elemente za ugotovitev izvora smradu in iz njih naj bi dobili navodila za smer reševanja asanacije. Z mnogoterimi meritvami so ugotovili naslednje:

1. vse odpadne vode mesta pritekajo bodisi preko slabo delujoče čistilne naprave (dve stopnji), bodisi direktno v jezero;

DUŠAN LEGIŠA, dipl. inž.



Sl. 1. Sedanje stanje Tuniškega jezera

2. jezero je na zahodnem koncu najbolj onesnaženo. Ob času meritev (avgust 1966) je bilo že tako močno eutrofirano, da je bilo v spodnji plasti vode na nekaterih mestih že na meji anaerobnosti. Zamazanost jezerske vode proti vzhodu pada in od sredine naprej je voda že skoraj čista. Bioprodukcija je zaradi stalnega dotoka organskih tvarin izredno močna. Kot rezultat tega je med drugim opaziti močan razvoj ulve (alge), izredno močan »vodni cvet« in mercierello (poliheti). Medtem ko ulva, ki raste pri tleh, po odmrtnju splava na vrh, kjer pod vplivom sonca razpada, tvori mercierella kolonije na tleh, ki se dvigajo skoraj do gladine in s svojo maso (posamezna kolonija se razširja po več m²) ustvarja prirodne zavore eventualnemu toku;

3. smrad povzročajo:

— plini, ki izstopajo iz sedimentov na jezerskem dnu, ki jih donša dotekajoča odpadna voda in kjer nato razpadajo (H₂S);

— smrdeče odpadne vode, ki prosto dotekajo v jezero;

— razpadanje ulve na površini, ko se je odtrgala od tal (predvsem v poletnem času);

4. jezerska voda se ne izmenjava razen v bližini kanalov, delno premešavanje vode povzročajo le valovi.

Iz zgornjih ugotovitev so sledila navodila, ki naj bi jih projektanti upoštevali, da bi dosegli odstranitev smradu iz jezera:

— nujno je onemogočiti vtekanje kakršnihkoli odpadnih voda v jezero, temveč je urediti stalno iztekanje v Tuniški zaliv;

— omogočiti je stalno izmenjavanje vode v jezeru;

— ulvo, ki se pojavlja v določenih obdobjih na jezerski površini, je potrebno pobirati preden pride do razpadanja.

4. DELO VODOGRADBENEGA LABORATORIJA

Laboratorij je dobil v okviru navodil nalogo, da razmisli o možnosti vzpostavitve dotoka in odtoka z jezera tako, da bi se ustvaril v jezeru več ali manj stalen tok, ki bi dovajal zadostne količine vode, bogate na kisiku.

Kot je že omenjeno, sta oba dela jezera, severni in južni, z manjšimi kanali povezana z morjem oziroma plovnim kanalom. Tako so na severnem delu štirje kanali in na južnem šest. Če nekatere izmed njih izkoristimo za dovod sveže vode, druge pa za odvod, smo v osnovi ustvarili pogoje za počasen, vendar stalen tok vode preko vse jezerske površine.

Z ozirom na to, da je jezero kljub veliki površini izredno plitvo, nismo mogli študirati tok na nekem hidravličnem modelu. Ker pa je globina zelo enakomerna, smo predpostavili možnost študiranja tega toka s pomočjo električne analogije. V ta namen smo si uredili analogon in pričeli s preiskavami možnih variant.

Smer toka smo izbrali vzhod-zahod, to je, da se izkoristijo za dovod kanali, ki vežejo jezero direktno z morjem v tuniškem zalivu oziroma plovnim kanalom ob pristanišču La Goulette. Iztoki so notranje tuniško pristanišče (Port Tunis Marine) oziroma v plovni kanal neposredno zraven pristanišča. To smer toka je narekovalo dejstvo, da le

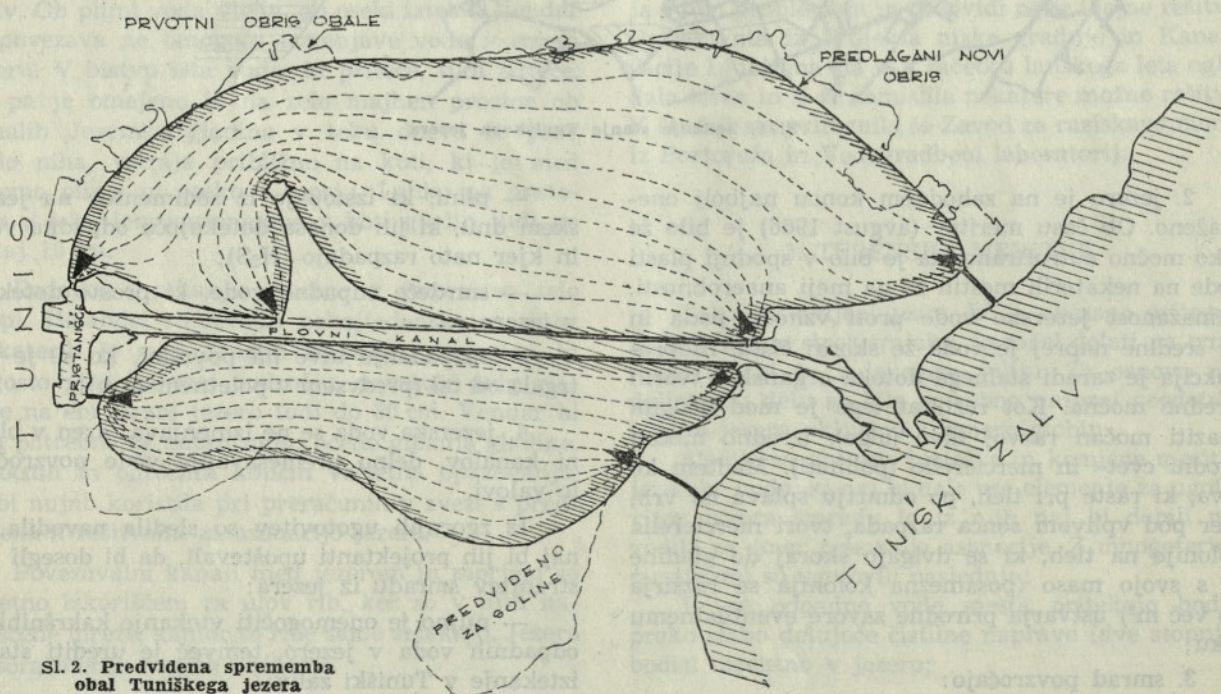
na ta način uvajamo čisto vodo v jezero, sicer bi zopet vtekala že delno zamazana voda iz pristanišča (Port Tunis Marine), oziroma bi vsa najbolj onesnažena voda jezera, ki se nahaja na njegovem zahodnem koncu, tekla preko vse dolžine jezera do iztokov na vzhodni strani.

Vtekanje in iztekanje se vrši gravitacijsko z upoštevanjem naravne plime in oseke tako, da se tok regulira z zapornicami, ki se odpirajo ali zapirajo v trenutku, ko bi tok vode dobil drugo smer, kot je predvidena na tistem mestu. Ker plimovanje v teku leta močno oscilira, so dnevne količine lahko zelo različne. Maksimalna plima znaša okrog 60 centimetrov. Poleg tega je zanimivo, da se lahko zgodi, da voda samo odtoka ali samo vteka po več dni, kar zavisi od močnega vetra, ki povzroča dvig gladine na eni strani jezera. Današnji kanali so večinoma hidravlično neugodni in jih bo potrebno rekonstruirati, da bo njihova pretočnost čimboljša.

Preiskali smo mnogo variant. Pri tem smo spreminjali tako položaje vtokov oziroma iztokov kot tudi ureditev obal. Že ob prvih poskusih je bilo vidno, da mali zalivi v obali povzročajo zastajanje vode. Kjer se ne bi izmenjavala, bi se ohranjala možnost osmravevanja, zato smo morali predvideti korekcijo obale s tem, da smo ji dali obris blagih zavojev. Nikakor ne sme ostati razčlenjena, kot je danes.

Zaradi onemogočanja »kratkega stika« med vtoki in iztoki, pri čemer bi velike površine ostajale izven toka, je bilo potrebno predvideti način, ki bi takšno nevarnost izključil. Med več variantami je bila končno sprejeta ureditev obal, kot je prikazana na sliki 2.

V severnem delu jezera je v zahodni tretjini na sredini manjši otok Chekli. Ta otok smo po-



Sl. 2. Predvidena sprememba obal Tuniškega jezera

vezali s severno brežino plovnega kanala tako, da smo temu nasipanemu delu dali hidravlično ugodno obliko, ki smo jo preizkusili na analogonu. Doslej mrtvi otok z ruševinami stare trdnjave bi se dalo tako turistično donosno urediti, saj doslej zaradi malih globin praktično ni bil dosegljiv.

S takim novim obrisom smo omogočili ugodno in primerno izmenjavanje po vsej ploskvi, velik del najbolj onesnaženega jezerskega dna se z nasipi prekrije, v preostalem zahodnem delu jezera, kjer je aeracija najbolj nujna, pa sorazmerno najbolj učinkovito izmenjavo vode.

Prav tako kot za severni del je bilo potrebno tudi za južni del preiskati mnogo variant. Na enak način smo tudi tu ugotavljali najprimernejšo ureditev obale, da bi bila zemeljska dela čim manjša. Končno se je pokazalo, da sta dva vtočna kanala in eden iztočni, ki pa ga bo potrebno nanovo potegniti in sicer na skrajnem zahodnem koncu naravnost v Port Tunis Marine. Veliki zaliv, ki ostaja izven možnosti stalnega toka, bi še nadalje ostal in sicer za soline.

Omenili smo že, da obstaja v severnem delu jezera mercierella — kolonije polihetov, ki povzročajo oziroma bodo povzročale močan odpor proti toku. Ker je bilo premerjeno, kje so te kolonije razširjene po jezeru (v južnem jezeru jih ni), smo jih na poseben način lahko improvizirali tudi na analogonu. Ugotovili smo, da se tokovnice umikajo najbolj gostim predelom, kar se bo nedvomno dogajalo tudi v naravi. Če bi očistili mercierello v obliki nekih »kanalov« (brez poglobljanja v dno), bi se stanje zopet zboljšalo. Voda bi skozi te »kanale«, ki bi morali potekati vzdolžno kot potekajo tokovnice, lažje otekala, istočasno pa bi tudi lažje prodirala v strani in se tako izmenjavala po vsej jezerski površini. Te »kanale« bi lahko izčistili šele tedaj, če bi opazili na terenu samem, ko bi že ustvarili tok, da je to potrebno. Izbrana varianta obrisa obal severnega jezera od vseh variant te kanale še najmanj zahteva.

Pri poletnih meritvah slanosti je bilo ugotovljeno, da so bistvene razlike v slanosti vode v jezeru in morju. Zaradi višje temperature in večjega izhlapevanja je v jezeru večja slanost (max. 50 ‰) od morske (38 ‰). To predstavlja poseben problem pri ustvarjanju toka v jezeru. Vemo, da se vode različnih slanosti med seboj ne mešajo. Dotekajoča

manj slana voda bi ločeno tekla v zgornjem sloju in se ne bi mešala s spodnjo onesnaženo vodo. To bi se pa dogodilo ob najneugodnejših razmerah. Vendar vemo, da mnogokrat piha veter, tudi precejšnje jakosti. Ta povzroča valovanje in zaradi male globine tudi dobro premešavanje vode. Ogrevanje jezerskega dna zaradi male globine povzroča vertikalne tokove, ki prav tako mešajo vodo.

Močno onesnažena voda, kot je danes v jezeru, predstavlja enkratno količino. Zaradi male globine imajo iztočni kanali predvideno dno vsaj tako globoko kot je sicer dno jezera. Ob dvigu zapornice, ko je zunaj oseka, prične nujno otekatati tudi spodnji sloj bolj zamazane gostejše vode (poskus na modelu!). Počasno iztekanje pomeni tudi vztrajno zniževanje gladine spodnjega sloja, ki ga stalno nadomešča čista voda. Predpostavljajoč, da bi bili pogoji za mešanje vode zelo neugodni, bo prišlo do popolne izmenjave vode v jezeru tudi na ta način. Seveda pa bi bilo potrebno računati, da bi se prva popolna izmenjava jezerske vode izvršila v nekam daljšem času, mogoče par mesecev. Količina bi prišlo do začetka izmenjavanja vode v zimski dobi, ko ni takšne razlike v slanosti, bi seveda prva popolna izmenjava hitreje potekala.

Današnje kanale, ki bodo služili za dovod in odvod vode, bo potrebno popraviti in nanovo urediti ter jih opremiti z zapornicami. Posebej pa bi bilo potrebno ob izdelavi glavnega projekta predstudirati kanale, ki bodo dovajali čisto vodo naravnost iz morja. Ti vtoki so močno obremenjeni z dotekanjem peska, ki se premika vzdolž obale. Premisliti bo potrebno, kako doseči, da bi se dotok peska v kanal omejil na najmanjšo možno mero.

Način lovljenja rib, kot ga imajo danes, bo s preureditvijo kanalov odpadel. Poseben strokovnjak bo moral to vprašanje razmisliti (saj predstavljajo te ribe, ki jih dnevno ujamejo, precejšen in stalen dohodek) in najti novo obliko ribolova, ki pa naj ne bi bila manj učinkovita in dražja.

Študij ureditve stalne izmenjave vode v jezeru je v glavnem končan. Investitor je bil soglasen z rešitvijo in bo poskušal že v najkrajšem času pričeti z zemeljskimi deli v zvezi z ureditvijo novega obrisa obal. Istočasno pa teče še projektiranje kanalizacijskega kolektorja, ki odvaja odpadno vodo širšega območja mesta Tunis (skoraj 40 km) nekaj kilometrov severno od La Marse v morje.

D. LEGISA

CURING OF THE LAKE OF TUNIS

Synopsis

In the frame of the technical union »RUDIS« some experts of different specialities set themselves the task to collaborate on the solution of the curing problem of the lake of Tunis. The lake along which the town Tunis is situated in certain seasons emanates very bad smell. The biological-chemical group of the team conducted extensive measurements, found out

the cause of the smell and gave some instructions as how to remove it. The Hidrotechnical Laboratory studied by means of the electrical analogy a method which would enable a supplying and leading away of the lake water utilising the ebb and tide in order to achieve a continuous change of the water.

Raziskave tornih spojev v posebnih pogojih

DK 624.94

EGON ENGELSBERGER, DIPL. INZ.

(Nadaljevanje)

5.5 Rezultati

- mejo plastičnosti σ_v
- trdnostjo σ_m
- raztežkom σ_5
- trdoto po Brinellu HB.

5.51 Splošno

Na sliki 12 so podani samo diagrami odvisnosti koeficienta trenja in mehanskih lastnosti za obdelavo s peskanjem. Za vsako pločevino so podane naslednje vrednosti koeficientov trenja:

- popreček petih najvišjih vrednosti (zgornja črta),
- skupni popreček (srednja črta),
- popreček petih najnižjih vrednosti (spodnja črta).

Na istem kosu pločevine smo dobili večje število različnih koeficientov trenja zaradi spreminjanja položaja zgornjega pomičnega kosa pločevine na spodnjem fiksnem komadu.

5.52 Številčni podatki

Rezultate preizkušanja podajamo za vsako kvaliteto pločevine z vrednostmi koeficientov trenja kot je omenjeno v točki 5.51.

5.521 Obdelava površine samo s peskanjem

Stev. pločevine	Popreček petih največjih vrednosti	Skupni popreček	Popreček petih največjih vrednosti
1	0,619	0,550	0,484
2	0,695	0,593	0,518
3	0,698	0,554	0,465
4	0,651	0,557	0,468
5	0,646	0,577	0,518
6	0,647	0,572	0,487
7	0,504	0,464	0,428
8	0,608	0,563	0,512
9	0,525	0,483	0,434
10	0,494	0,426	0,361
11	0,767	0,629	0,515
12	0,720	0,593	0,484
13	0,618	0,549	0,477
14	0,594	0,527	0,457
15	0,740	0,627	0,556
16	0,680	0,627	0,569

5.522 Obdelava površine z brušenjem in še s peskanjem

Stev. pločevine	Popreček petih največjih vrednosti	Skupni popreček	Popreček petih največjih vrednosti
1	1,048	0,979	0,704
2	0,858	0,738	0,641
3	0,768	0,595	0,486
4	0,715	0,785	0,642
5	1,025	0,659	0,569
6	0,954	0,663	0,647
7	0,599	0,495	0,395

Stev. pločevine	Popreček petih največjih vrednosti	Skupni popreček	Popreček petih največjih vrednosti
8	0,992	0,833	0,710
9	0,719	0,613	0,514
10	0,732	0,567	0,474
11	0,898	0,779	0,537
12	0,613	0,520	0,433
13	0,688	0,615	0,477
14	0,586	0,529	0,485
15	—	—	—
16	—	—	—
17	0,804	0,636	0,408
18	0,887	0,681	0,510

5.523 Obdelava samo z brušenjem

Stev. pločevine	Popreček petih največjih vrednosti	Skupni popreček	Popreček petih največjih vrednosti
4	0,324	0,296	0,265
7	0,262	0,218	0,187
12	0,333	0,272	0,245
17	0,312	0,269	0,239

5.524 Skupni popreček

Kot vidimo iz rezultatov, ni mogoče ugotoviti zakonitosti v spreminjanju koeficienta trenja μ glede na mehanske lastnosti materiala. Zato navajamo skupne poprečke μ za celotne serije z enako obdelavo površine preizkušenih pločevin.

- obdelavo samo s peskanjem:

$$\mu = 0,534, \text{ kar je } 100,0\%$$

- obdelava z brušenjem in peskanjem:

$$\mu = 0,685, \text{ kar je } 128,5\%$$

- obdelava samo z brušenjem:

$$\mu = 0,264, \text{ kar je } 49,4\%$$

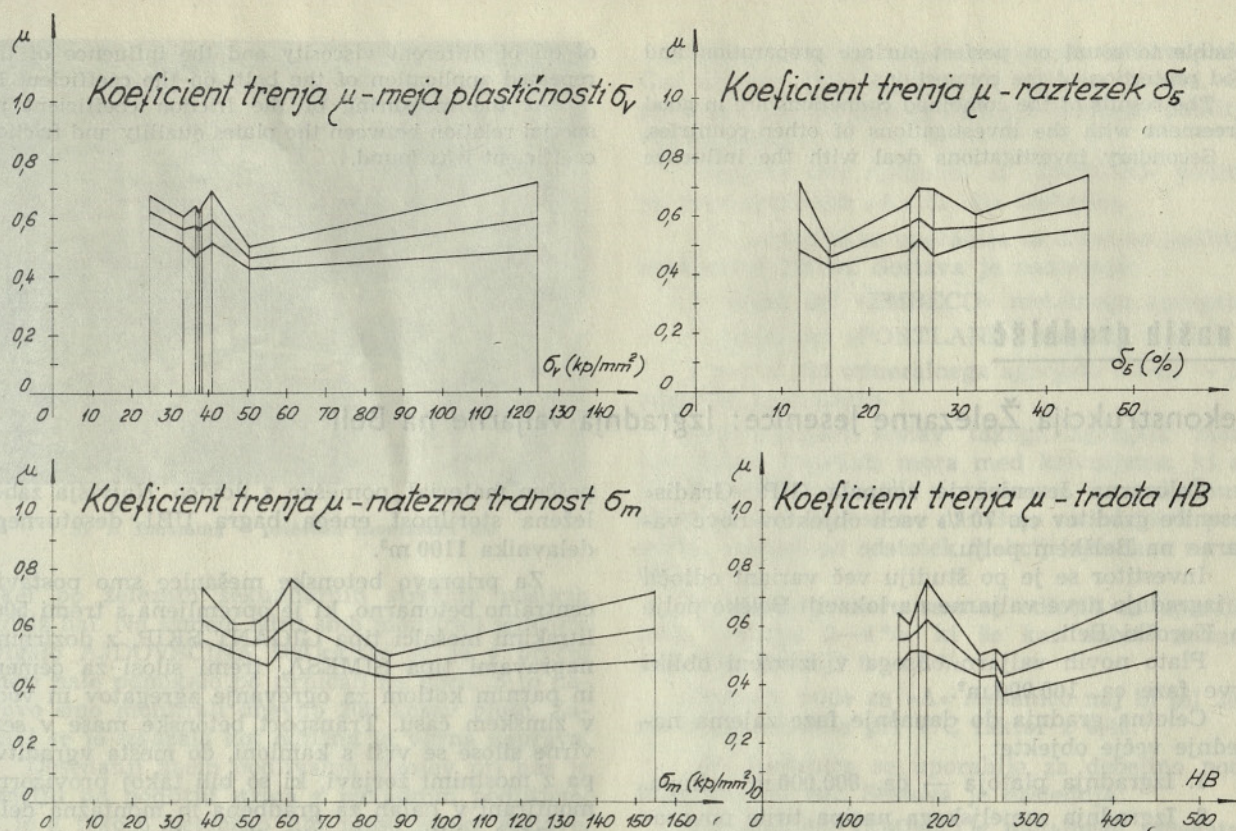
Rezultat $\mu = 0,534$ pri normalni obdelavi s peskanjem je zadovoljiv. Če ga primerjamo s poprečkom predpisanih koeficientov trenja za materiale ČN 22, 25 in 35 po jugoslovanskih predpisih, $(0,430 + 0,46 + 0,60) / 3 = 0,497$, vidimo, da je za 7,5% večji.

Rezultat $\mu = 0,685$ pri obdelavi z brušenjem do popolne ravnosti in naknadnim peskanjem je višji od $\mu = 0,534$ za 12,8% predvsem zato, ker se v tem primeru površine obeh komadov enakomernje dotikajo. Seveda tako obdelava v praksi ne pride v poštev, rezultat je samo informativnega značaja.

Popolnoma gladke površine, obdelane samo z brušenjem dajo seveda najslabše rezultate ($\mu = 0,264$), ki so blizu vrednostim, ki jih dobimo z uporabo novega materiala z valjčno kožico po vsej površini.

5.53 Komentar

Pregled diagramov na sliki 12 pokaže, da ne obstaja nobena zakonitost v spreminjanju koefici-

Sl. 12 Sovisnost med koeficientom trenja μ in mehanskimi lastnostmi pločevine

enta trenja μ glede na različne kvalitete pločevine. Pri naših preizkusih koeficient trenja ne narašča s kvaliteto pločevine kot bi pričakovali že z ozirom na določila v predpisih, ki navajajo pri večji meji plastičnosti materiala večje vrednosti koeficientov trenja.

Diagrami sicer kažejo različne rezultate pri različnih kvalitetah pločevine, vendar pa je to spreminjanje popolnoma nepravilno. Raztros rezultatov je sorazmerno velik, vendar se ravno tako spreminja nepravilno glede na mehanske lastnosti pločevin. V prvi seriji preizkusov, pri katerih so bile prvotno deloma zarjavele pločevine obdelane samo s peskanjem, je raztros koeficientov trenja pri vsaki pločevini večji kot pri drugi seriji preizkusov, ki je imela obdelavo z brušenjem do popolne gladkosti in ravnosti ter z naknadnim peskanjem. Vzrok je v neenakomernem naleganju pločevin zaradi neravnosti tornih ploskev. Tretja serija pre-

izkusov je dala najmanjši raztros, ker so bile vse površine enakomerno obdelane z brušenjem.

Literatura:

- (1) Tehnički propisi za noseče čelične konstrukcije. Spojevi sa prednapregnutim vijcima kod nosećih čeličnih konstrukcija; deo 1, 44, broj 6/1965.
- (2) Šivic C.: Ispitivanje spojeva sa prednapregnutim vijcima. Izveštaj br. 1026; Inštitut za metalne konstrukcije 1961.
- (3) Steinhart O., Möhler K.: Versuche zur Anwendung vorgespannter Schrauben im Stahlbau. Berichte des deutschen Ausschusses für Stahlbau; Köln, Stahlbau-Verlags GMBH 1962.
- (4) Sherbourne A. N.: Bolted Beam to Column Connexions. The Structural Engineer 1961.
- (5) Anwendung der hochfesten vorgespannten Schrauben im Stahlbau, Stahlbaukalender 1963.
- (6) Dokumenti desete komisije CEACM (Convention Européenne des Associations de la Construction Métallique) X-59-9, X-60-11, X-61-3, X-62-3, X-62-6, X-62-12, X-62-14, X-62-19.

E. ENGELSBERGER

INVESTIGATION OF HIGH STRENGTH BOLTS CONNECTIONS

Synopsis

The results of an investigation of high strength bolts connexions as the influence of moisture and preparation of contact surfaces, the connexion's bearing strength in combination with high strength bolts and welds, as well as the investigation of the bolts quality

and determination of the friction coefficient of different plates, are shown.

The influence of moisture and type of surface preparation may occur in practice, where it is not always

possible to count on perfect surface preparation and good protection of the connections.

The results of the combined connections are in good agreement with the investigations of other countries. Secondary investigations deal with the influence

of oil of different viscosity and the influence of the repeated application of the bolts on the coefficient K.

At the measuring of the friction coefficient no special relation between the plates quality and friction coefficient was found.

Z naših gradbišč

Rekonstrukcija Železarne Jesenice: Izgradnja valjarne na Beli

Železarna Jesenice je zaupala GIP »Gradis« Jesenice graditev ca. 70 % vseh objektov nove valjarne na Belškem polju.

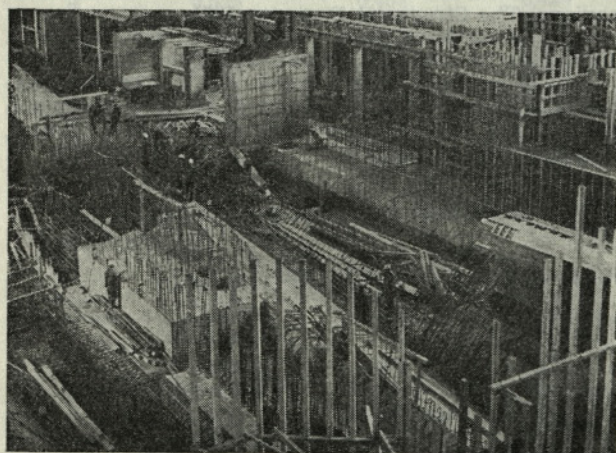
Investitor se je po študiju več variant odločil za izgradnjo nove valjarne na lokaciji Belško polje na Koroški Beli.

Plato novih valjarn obsega v izvršeni obliki prve faze ca. 160.000 m².

Celotna gradnja do današnje faze zajema naslednje večje objekte:

1. Izgradnja platoja — ca. 800.000 m³ izkopa.
2. Izgradnja zemeljskega nasipa tirne povezave Jesenice—Belško polje, dolžine 2,6 km, 700.000 kub. metrov nasipa, dva mostova dolžine 160 m.
3. Hale: Blooming, strojnica, težka proga, jeklovlek, upravno sanitarna zgradba. Skupna tlorisna površina teh objektov znaša 52.000 m².
4. Kanalizacija z industrijskim kolektorjem. Skupna dolžina 3460 m.
5. Gradnja strojnih temeljev, v katere smo vgradili: 39.000 m³ betona, 22.000 ton armature, 48.800 m² opažev, 7000 kosov vijakov.
6. Gradnja temeljev cevovodov dolžine ca. 3 kilometre.

Izkop platoja je bil opravljen s sedmimi bagri UBI, 21 kamioni, 6 buldozerji, grupo motornih skreperjev LATERNO. Izkop je bil enakomeren



Sl. 1. Temelj bloominga (spodnji del)

peščen material, pomešan z ilovico. Najvišja zabeležena storilnost enega bagra UBI deseturnega delavnika 1100 m³.

Za pripravo betonske mešanice smo postavili centralno betonarno, ki je opremljena s tremi 500-litrskimi mešalci tipa GIGANT SKIP, z dozirnimi napravami tipa SIMESA, tremi silosi za cement in parnim kotlom za ogrevanje agregatov in vode v zimskem času. Transport betonske mase v servisne silose se vrši s kamioni, do mesta vgraditve pa z mostnimi žerjavi, ki so bili takoj provizorno montirani v halah za gradbena in montažna dela.

Med obilico operativnih problemov smo izbrali nekatere, za katere smo mnenja, da bodo zanimivi za gradbeno operativo, in sicer:

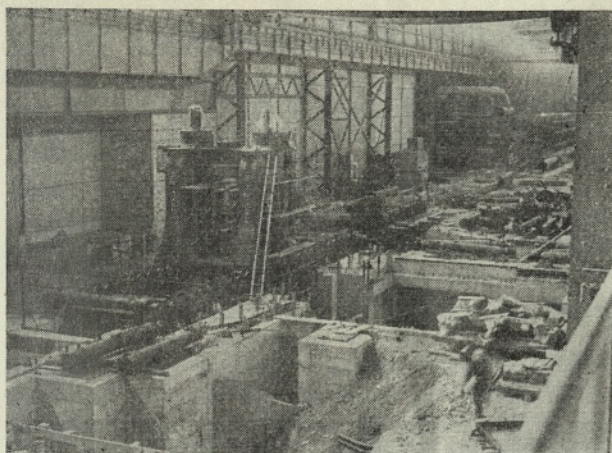
Gradnja temelja »Bloominga«, montaža prefabriciranih krovnih plošč, neskrčljivo podlitje strojev, sistem fiksnih vijakov.

Med operativno najzahtevnejši objekt smo uvrstili srce valjarne »Blooming«. Strojna oprema, predvsem stojalo je podvrženo med obratovanjem velikim dinamičnim obremenitvam. Temu ustrezno je projektiran in izveden tudi sam temelj. Za lažjo predstavo o dimenziji navajamo nekaj podatkov:

Tlorisna površina 680 m², največja globina 9,50 m, dolžina vseh kanalov v notranjosti temelja v različnih nivojih 140 m, postavljenih vijakov 900 kosov, vgrajenega betona 5500 m³, postavljenih opažev 3800 m², armature 215 ton.

Za samo gradnjo je bilo potrebno, da so graditelji imeli odlično predstavo samega objekta. Med graditelje štejemo tudi izvajalce instalacije. Vsi instalacijski vodi so zabetonirani v samem temelju — ca. 800 m. Napake so nepopravljive. Izbrani so bili najvestnejši delavci vseh strok, nadzor pa je bil potenciran. Investitor je izdelal maketo temelja v merilu 1:50, ki je razstavljiva v vseh karakterističnih prerezih. Maketa je odlično služila za predstavo graditeljem. Cena makete je bila milijon S din. Danes je razstavljena v tehničnem muzeju Železarne Jesenice.

Svojevrsten problem je bila montaža prednapetih betonskih krovnih plošč. Z ozirom na veliko višino 18 m in širino 50 m hal je bila uporaba žerjava neprimerna. Izdelali smo pomični oder, ki je



Sl. 2. Blooming v pričetku montažnih del

tekel po železnih sekundarnih strešnih nosilcih vzdolž hal. Na samem odru smo montirali igličasto dvigalo AJDOVŠČINA 500 kg, ki se je v prečni smeri hale pomikalo po tirnicah na odru. S to napravo smo montirali dnevno 200 kosov plošč. Zamisel se je izkazala kot odlična in varna naprava.

Dosedanji način podlivanja strojev pri nas je temeljil na podlitju stroja z navadnim podlitjem, to je s tekočo betonsko lito maso enake sestave, kot je beton v konstrukcijah (mineralni agregat, cement, voda).

Na gradbišču nove valjarne Bela je bilo prvič pri nas uporabljeno tako imenovano »EMBEKO« neskrčljivo podlitje. Za stroje, ki so med obratovanjem podvrženi velikim dinamičnim sunkom ali tresljajem, nudi neskrčljivo podlitje nemoteno obratovanje in daljšo življenjsko dobo. Za take stroje je klasično podlivanje neprimerno, ker se beton po končanem vezanju in strjevanju skrči in nastane med ploskvijo stroja in podlitja praznina. To povzroči s časovno dobljenjem betonskega podlitja pod strojem, lom strojev in predčasno uničenje.

V nadaljnjem bomo opisali svojstva »EMBEKO« podlitja, sestavo in način uporabe.

Osnovni material za proizvodnjo tega podlitja je katalizirani agregat »EMBEKO«, ki ga proizvaja »MASTER BUILDERS« Company Cleveland Ohio ZDA. Po tej licenci ga proizvajajo tudi v Italiji v Milanu.

Metalni agregat »EMBEKO« izdelujejo tudi kombinirano že z dodatkom navadnega mineralnega agregata. Pri taki sestavi se za podlitje doda samo še cement in voda.

»EMBEKO« agregat vsebuje sredstva, ki zmanjšujejo potrebo po vodi. Pri vodocementnem faktorju 0,46 je masa že popolnoma tekoča. Ravno tako vsebuje sredstva, ki pospešujejo strjevanje cementsa.

Učinek »EMBEKO« podlitja je v nasprotju navadnemu podlitju, ki se krči. »EMBEKO« podlitje se po strjevanju širi. Po začetnem strjevanju povzroči metalni agregat po dotiku z vodo oksidacijo in s tem širjenje.

Taka masa na prostem razpoka ali razpade. Čas širjenja tega podlitja je nekako 28 dni. Če po tem času odstranimo stroj s temelja, podlitje več ne poka.

Poznamo dve mešanici za »EMBEKO« podlitje. Imenujemo jih »A« in »B« mešanica.

»A« mešanica se uporablja za debelino podlitja minimalno 2:5 cm. Sestava je naslednja:

1 utežni del »EMBEKO« metalnega agregata

1 utežni del »PORTLAND« cementsa

1 utežni del mineralnega agregata 0—4,8 % po ameriški granulaciji.

Granulacijski sestav takega agregata mora biti dober. Potekati mora med krivuljama, ki so jih Američani označili z minimum in maksimum krivulje. Krivulje se ne nanašajo na odstotek presevka, temveč na odstotek frakcij (ostankov na sitih).

V našem primeru smo se odločili za uporabo naše frakcije 0—4 %, ki še kar dobro ustreza ameriški frakciji 0—4,8 %.

Dodatek vode za »A« mešanico naj bi bil 23 l na 50 kg cementsa pri V/C faktor z 0,46.

»B« mešanica se uporablja za debelino podlitja 5 cm in več. Sestava je naslednja:

1 utežni del »EMBEKO« metalnega agregata

1 utežni del »PORTLAND« cementsa

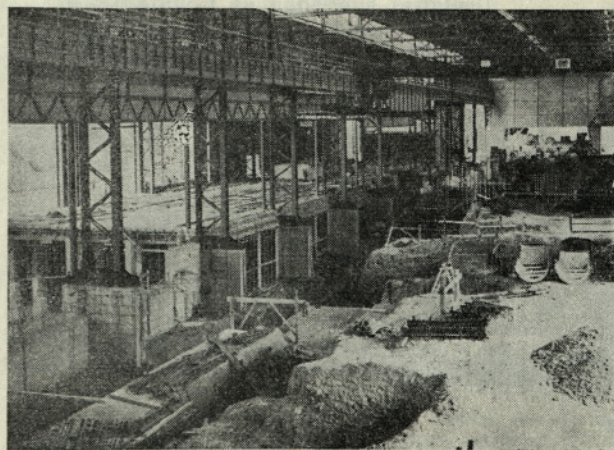
2 1/2 utežni del min. agregata 0—9,6 % po ameriški gradaciji

1/2 utežni del vode V/C z 0,50.

Pri »B« mešanici priporočajo uporabo mineralnega agregata iz dveh delov frakcije 0—9,6 % in 1/2 utežnega dela zrn od 6 do 9,6 %.

Mi smo se odločili za uporabo frakcije 0—4 % z dodatno frakcijo 4—8 %. Priporočena se uporaba cementsa PC-450.

Mešanje se naj vrši strojno, predhodno mešanje suhih komponent, da se doseže boljše mešanje ter točna dozacija vode. Vse doziranje mora biti točno in vestno.



Sl. 3. Pogled v halo bloominga in strojnice

Sedaj pa še nekaj besed o samem podlitju

Temelj pod strojem, kjer izvršimo podlitje, mora biti očiščen vseh maščob ter drugih smeti. Pred začetkom podlivanja se mora temelj vsaj 5 ur polivati — vlažiti z vodo, da temelj ne popije — vsrka vode iz podlivne mase. Podlivati se mora vedno samo iz ene strani, da se potisne zrak izpod stroja. Opaž mora biti narejen tako, da je dostop do stroja s podlivno maso lažji. Priporoča se, da se opaž zaradi lažjega podlitja naredi poševno, višine 20—30 cm, torej višje od končnega podlitja. Podlitje se mora izvršiti nepretrgoma v roku 20—30 minut, ker se po tem času podlitje že začne strjevati.

Pri podlivanju je potrebno uporabiti razna vlečna sredstva (najbolje verige). S strani, kjer se masa vlija, se z verigo z vlečenjem potegne masa na drugo stran, toliko časa, dokler stroj ni popolnoma podlit.

Za temelje in stroje, ki imajo obliko ohišja, se podlitje vrši s tlačilkami pod pritiskom.

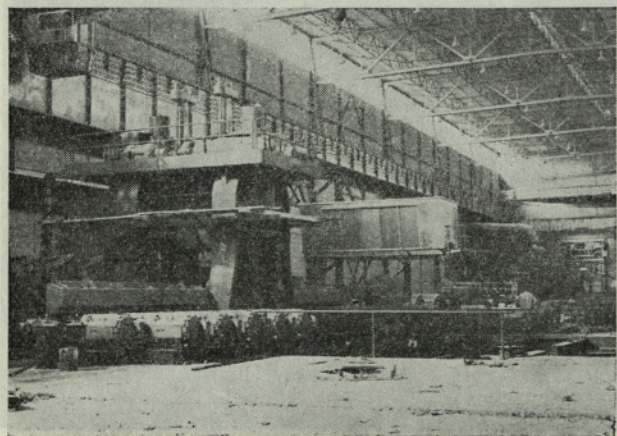
Kolikor podlivamo v zimskem času, moramo nujno ogrevati vse sestavne materiale (agregat, cement, vodo). Ogrevati moramo tudi temelj, stroj in strojno opremo do temperature 18—25° C.

Po začetnem strjevanju (1—2 uri) robove podlitja porežemo. Za odvzem vzorcev podlivne mase smo uporabili modele (4 × 4 × 16 cm) gredice. Razopažili smo jih po 28 dneh. Tlačne trdnosti, ki smo jih dosegli, so bile izredno visoke od 500 do 700 kp na cm².

Prostorninska teža sveže podlivne mase je bila zelo visoka 2550 kg/m³.

Iz gornjih podatkov in navodil sledi, da je »EMBEKO« podlivna masa zelo uporabna. Se ne krči in je izredno visoke trdnosti (500—750 kp/cm²). Podlitje je zelo obstojno in dobro vgradljivo.

Vzorec »EMBEKO« materialnega agregata smo poslali tudi v preiskavo Zavodu za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana, kateri je poskušal izdelati nekakšen prototip tega agregata, vendar mu to ni uspelo.



Sl. 4. Blooming montiran

Dobavitelja strojne opreme ameriški firmi »BLOWKNOX« in »WESTINGHOUS« sta med drugim zahtevali, da se vsi stroji montirajo na že v temelj fiksirane vijake in ne, kot je pri nas običaj, da se vijaki postavijo v sidrne luknje, ki se po montaži zalijejo. Ta zahteva je bila za izvajalce odgovorna naloga, ki je zahtevala veliko iznajdljivosti in vestnosti. Levji delež tega so bile geodetske meritve.

Pri industrijskih gradnjah je vezni člen med projektom in njegovo materializacijo, to je geodetski prenos objektov v prostor še posebno važen. Prenos takega projekta v naravo, kot so temelji težkih strojev za kombinirano valjanje, katerega med drugim sestavlja tudi več kot 7000 prostorno definiranih sidrnih vijakov vseh velikosti, je komplicirana geodetska operacija, ki zahteva poleg vnaprej določenega programa dela in načelne sistemske rešitve, še mnogo fines ob samem izvajanju.

Posebej postane ta naloga odgovorna, če se sidrni vijaki vbetonirajo neposredno pri sami izgradnji temeljev, kot je to bil primer pri valjarni Bela.

Projektna dokumentacija je pri svoji smotrnosti omogočala izračun prostorskih koordinat za vsak sidrni vijak v enotnem koordinatnem sistemu, katerega osi sta bili os valjanja in os glavnega pogonskega motorja. Vrsten red zahtevane natančnosti postavitve vijakov je bil določen z + 10 mm. Pri izvedbi na terenu je geodet moral rešiti dvoje osnovnih problemov:

1. ustvariti geodetsko mrežo tako, da jo bo mogoče nenehno uporabljati,

2. ustvariti toliko natančno geodetsko mrežo, da zajamči pri zakoličbi vijakov natančnost medsebojne lege dveh poljubnih vijakov do + 1,4 mm.

Za ilustracijo naj povemo, da je razdalja med skrajnim sidrnim vijakom znašala približno 300 m, gradbena jama za temelje je bila globoka do 12 m, mnogokrat po celi širini hale.

Daljna os koordinatnega sistema, tj. os valjanja je potekala približno po sredini hale — široka 30 m. Na terenu je bila zakoličena vzporedna linija, stabilizirana z medeninastimi markami ob neposredni bližini stebrov hale. Zaradi nevarnosti horizontalnih premikov temeljev stebrov je bila zakoličena še druga vzporednica z nalogo, da omogoči ponovno vzpostavitev prve vzporednice.

Temelji stebrov hale so omogočili stabilizacijo vzporednice vsakih 15 m. Z meritvijo medsebojnih razdalj mark je bila omogočena koordinatna določitev le-teh v projektne sistemu. Tako smo dobili na terenu fingiran koordinatni sistem, sestojec iz vzporednice k osi valjanja (abscisa) in pravokotnicami za vsakih 15 m (ordinate).

Razdelitev koordinatnega sistema na te 15-metrске podsisteme je bila izredno ugodna, vendar samo ob pogoju, da je njihova medsebojna lega dovolj točna. Ta točnost je bila dosežena z izredno

pazljivim dolžinskim merjenjem razdalj med markami.

Ustvarjeni koordinatni podsistemi so omogočili pričetek postavljanja vijakov kjerkoli, kar je neprecenljivo pri »napetih« terminskih planih za samo organizacijo izvajanja gradbenih del.

Postavitev sidrnih vijakov je povzročala v začetku mnogo težav, ki pa so bile vse uspešno rešene. Hitro je to delo postalo »rutinsko« in kvalificirani delavci so ga res obvladali, potekalo pa je tako:

Po približni zakoličbi markantskih osi grup vijakov (ki so pripadali enemu ali kompleksu strojev), se je postavilo železno ogrodje. Na to ogrodje so se po ponovni precizni zakoličbi osi obesili vijaki in po vseh mogočih kontrolah (situativno, diagonalnih, višinskih) tudi pritrdili. Po vstavitvi armature in opaženju je bilo izvedeno betoniranje. Ogrodja, ki so nosila sidrne vijake ϕ 25 mm do ϕ 102 mm, dolžine do 4 m, so bila izvedena tako, da niso bile mogoče deformacije za časa betoniranja, ker bi to ogrozilo celoten uspeh dela.

V višinskem pogledu postavljanje in betoniranje sidrnih vijakov ni predstavljalo posebnih težav.

Morda je zanimiva tudi navedba geodetskega instrumentarija, ki je bil na tem gradbišču uporabljen:

garnitura teodolita Wild T 2 s prisilnim centriranjem, optičnimi grezili in vizirnimi markami, komparacijski nivelir Zeiss-Jena Coni 007 in 50 m ročni trakovi zahodnonemške proizvodnje. Fennel

novi materiali

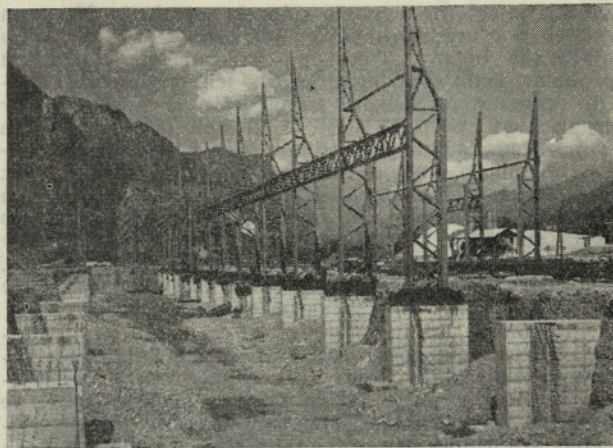
Novi opečni zidak »Potresnik« in njegova uporaba

Potresi zadnjih let v Makarski, Skopju in Slavonkem Brodu so jasno pokazali izredno šibkost zidanih opečnih zgradb v primeri s skeleti iz ojačanega betona. Vse porušitve, ki so zahtevale žrtve ljudi v Skopju, so bile pri zidanih objektih, niti en skelet ni pokopal svojih prebivalcev. Naravna posledica teh dejstev je omejitve zidanih zgradb na nižje objekte ter pospeševanje skeletov iz ojačanega betona. Drugje po svetu pa se še vedno — kljub napredovanju mehaniziranega industrijskega grajenja — v največji meri v stvarstvu uporablja zidava zgradb (z najrazličnejšimi sodobnimi vrstami zidakov) iz prav utemeljenih vzrokov. Opečni zid nudi namreč vrsto prednosti pred železobetonskimi skeleti, kar ne moremo mimogrede pustiti vniemar. Te prednosti so:

zelo dobra toplotna izolacija — beton je praviloma potrebno še posebej izolirati;

obilna toplotna akumulacija (to ima beton tudi); primerna poroznost za počasni prehod zraka, izhlapevanje vlage;

enostaven in precej hitri gradbeni postopek, grajenje v betonu zahteva za opaženje, armiranje ter vezanje in zorenje betona tudi svoj čas;



Sl. 5. Temelji hale strojnice

s kompletnim priborom (termometri, dinamometri itd.). Poleg tega so še seveda bili uporabljeni drugi instrumenti, vendar za manj zahtevna dela.

Geodetska dela so bila zaupana Geodetskemu zavodu SRS Ljubljana. Doseženi uspehi so rezultat najtesnejšega sodeovanja z geodetskimi strokovnjaki iz podjetja »Gradis« in Železarne Jesenice.

Tesno sodelovanje geodetske grupe z vsemi operativnimi enotami, ki so delale na izgradnji temeljev valjarne Bela, in ne nazadnje veliko razumevanje vseh strokovnjakov so omogočili morda do sedaj edinstveno afirmacijo na videz majhne, toda važne stroke industrijske geodezije.

BOŽO LUKAČ, VGT. — TEO BELEC, DIPL. INŽ

prilagodljivost za napeljave instalacij; sorazmerno cenena gradnja.

Znano je, da se šele pri petih etažah cena skeleta izenači s ceno opečne zgradbe, pri nižjih objektih je ponavadi zidana opečna zgradba cenejša. Nižja cena je utemeljena z dejstvom, da pri opečnem zidovju isti element nosi in hkrati toplotno izolira. Pogoj za gospodarnost zidanih opečnih zgradb je seveda smotrna razporeditev opečnega zidovja v projektu, sicer lahko gradimo dele zidovja brez funkcionalne potrebe (nosilne ali izolacijske) ter s tem po nepotrebnem dražimo objekt.

Iz spredaj navedenega sledi, da je pravzaprav ena izmed glavnih pomanjkljivosti opečne gradnje njena slaba odpornost proti potresnim učinkom. Inž. Čačovič je z obširnimi poskusnimi preiskavami v Zavodu za raziskavo materiala in konstrukcij v Ljubljani dokazal sorazmerno dobro žilavost opečnega zidovja na pritisk, saj so mu popokani in deformirani vzorci nudili skoraj enake odpornosti na pritisk kot intaktni vzorci. Problem je torej le v tehniškem vprašanju, kako doseči, da bi se popokani zid še vedno žilavo držal skupaj, kako preprečiti izbitje celih vogalov ali delov

zidovja iz celotne stenaste zidne konstrukcije. Naravna rešitev je v armiranju zidu z jeklenimi vložki po vzoru ojačanega betona. Tukaj pa naletimo na operativni problem: vodoravno armiranje z jeklenimi vložki malih prerezov ali pasovi tanjših žic je enostavno; v regah med opečnimi sloji je idealen prostor za njih namestitve. Lahko predvidimo take vezi na vsak meter, ali morda gosteje, morda predvidimo dodatno vez v polovici višine zidu, ali tik pod spodnjim robom oken. Pri ozkih opečnih slojih lahko predvidimo zelo gosta stremena iz tanke žice. Vprašanje armiranja v vertikalni smeri je pri navadnih zidkih skrajno težko, ker je treba v zid sekati pokončne rege. To vprašanje pa rešuje zidak »Potresnik« na enostaven način.

Pokončne luknje premera 4,5 cm, v razstojih modula (10 cm) omogočajo pri zidanju z modularnim zamikom zaporednih slojev (10 cm) namestitve vertikalnih vložkov v na ta način grajene cevke. Vložke je treba po vgraditvi zaliti s cementno malto. Tako vertikalno armiranje se predvidi načelno v vseh kritičnih točkah zidovja: v vogalih, v križiščih glavnih zidov, ob robovih večjih odprtin in podobno. Seveda se lahko tako vertikalno armiranje predvidi tudi v celem zidovju v določenih razstojih, če to zahteva statična raziskava. Tako vertikalno armiranje nam nudi v kombinacijami z gostejšimi vodoravnimi vezmi armirano omrežje zidovja. Na ta način ojačeno zidovje postane potresno varno, podobno kot skeletna gradnja. Grajenje zidu ostane klasično, vse tehniške prednosti opečnega zidovja ostanejo ohranjene.

Asortiment zidakov obsega naslednje tipe, oblikovane po modulu 10 cm, pri čemer ostane na robovih še odbitek za debelino rege za malto:

veliki »V« 29 × 19 × 14 cm (za 20 cm ali 30 cm debel zid),

srednji »S« 29 × 9 × 14 cm (za 10 cm zid in dimnike),

mali »M« 19 × 9 × 14 cm (za 10 cm zid ali dimnike).

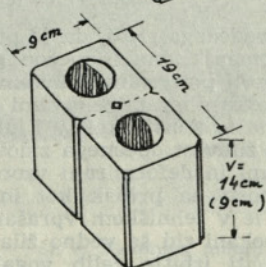
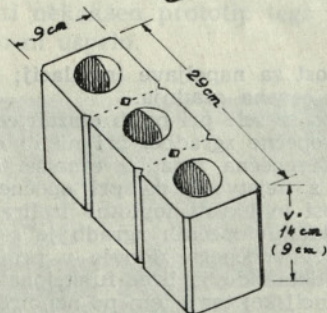
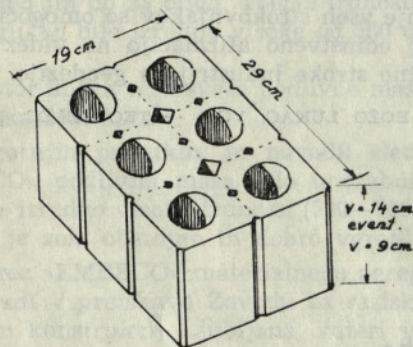
Predvidevajo se tudi modeli manjše debeline 9 cm, kar bi ustrezalo enemu modulu. Za zidavo dimnikov brez ometa so v načrtu tipi modela »S« in »M« v boljši kvaliteti za surov zid brez ometa.

Iz navedenih tipov zidakov se dajo graditi vse vrste zidovja v modularnih debelinah: 10, 20, 30, 40, 50, 60 cm itd. Dajo se graditi tudi dimniki, ventilacije, macete za vgrajevanje oken, rizaliti, vse v modularnih merah. Grajenje s potresniki zahteva modularni zamik posameznih opečnih slojev: 10 cm. Primeri zidnih zvez za razne debeline zidov, za dimnike in macete so prikazani v skici. Potresnik se da kombinirati z navadnimi votlimi modularnimi zidaki.

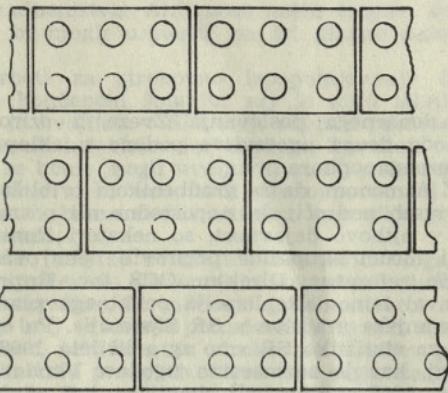
Tehnika grajenja s potresniki zahteva uporabo drobnozrnate apnenno-cementne malte. Slabša malta bi povzročala vsedanje zidovja, ki bi se razlikovalo od vsedanja armiranih ojačitev v zidu. Na najbolj obremenjenih točkah zidovja (v okenskih kotih) tak zid ne bi imel dovolj odpornosti na pritisk pri hudih potresnih obremenitvah. Rege naj bodo čim tanjše, da se prepreči nezaželeno vleganje zidovja. Poleg etažnih vodoravnih vezi naj se predvidi vsaj še ena vez na polovični višini zidovja, najboljše nad okenskimi parapeti, pod okenskimi odprtinami. Dopolnilne vezi se lahko predvidijo pri ožjih slojih, tem večje število, čim ožji so okenski slopi.

Pri zidanju je treba paziti, da se cevke za naknadno vgraditev jeklenih vložkov ne zamaše, najboljše je sproti s pavičico izčistiti malto. Izkušnje pri prvi uporabi potresnikov so pokazale določene težave pri nameščanju vertikalne armature in pri zalivanju s cementno malto. Vse te težave pa je odstranilo predhodno izpiranje cevke za armaturo z gumijasto vodovodno cevjo. Vertikalno armiranje se je izvajalo tako, da so se iz predhodnega sloja (stropa nad spodnjo etažo) izpuščali vertikalni vložki za dolžino 40 do 50 d brez kljuk. Prva dva sloja opek je bilo treba nasajati na te vložke, nadaljnja gradnja pa se je vršila kot ponavadi — zaenkrat do višine okenskih polic. Nato se je namestila podružna vez pod okni. Vertikalni vložki so bili ukrojeni brez kljuk tako, da so segali zopet za dolžino 40 do 50 d preko podružne vezi. Tanki sloj cementne malte je zaščitil armaturo podružne vezi pred rjavenjem. Naslednja višina je segala do stropa. Se boljše zapolnitev cevke s cementno malto je mogoče doseči z vibriranjem vertikalnih jeklenih vložkov tako, da se nanje prisloni manjši vibrator.

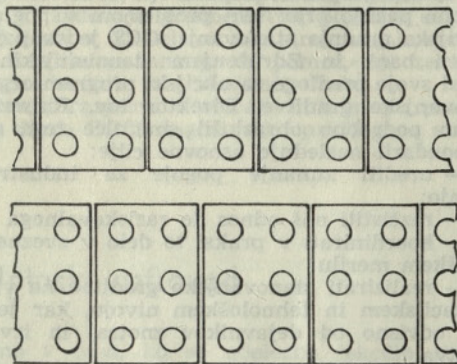
Novi modeli potresniki se lahko uporabljajo povsod za navadno opečno zidovje brez predelave načrtov. Težko se da zamišljati neko statično preračunavanje serklažev in vertikalnih vezi zaradi izredne kompliciranosti nosilnega sistema opečnega zidovja ter zaradi najrazličnejših možnih variant nosilne odpornosti. Za začetek se smatra kot primerna armatura po štiri vložki v vsak vogal zgradbe, v vsako križišče glavnih zidov kakor tudi v robove večjih odprtin (večje od 1,50 m). Ti vložki naj bi imeli v najvišji etaži premer 6 mm, izpod nje 8 mm, v tretji etaži od zgoraj dol 10 mm, nižje 12 mm itd. Ob manjših odprtinah, ob priključkih sekundarnih zidov bi bilo dovolj predvideti po dva vložka. S takim armiranjem se da rešiti tudi problem, ki nastane, če so razdalje opečnih zidov večje od predpisane razdalje. Vedno je treba imeti pred očmi, da so vodoravne vezi mnogo važnejše od vertikalnih, ter je zato zanje treba predvideti precej več jekla, kot za vertikalne (vsaj dvojno količino). Z uporabo potresnikov se dajo konstruirati tudi armirano-opečni stebri, katerih nosilnost bi se mogla računati po predpisih za ojačeni beton, pri upoštevanju ustrezne trdnosti opečnega zidu, armatura pa bi ustrezala predpisom za armiranobetonske stebre. Stremena bi se nameščala v vse rege med opečnimi sloji, narejena pa bi bila iz 3,5 do 4 mm močne žice. Posebne uspehe lahko pričakujemo pri grajenju dimnikov nad



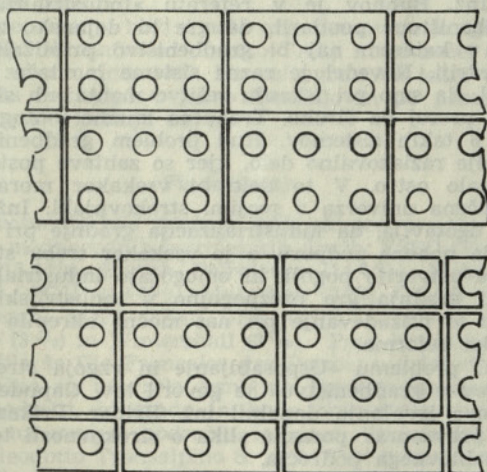
ZID 20 cm



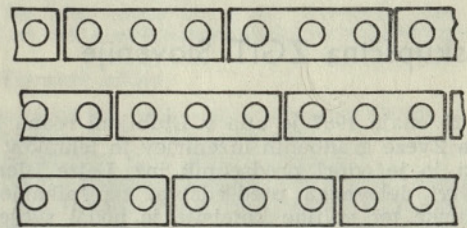
ZID 30 cm



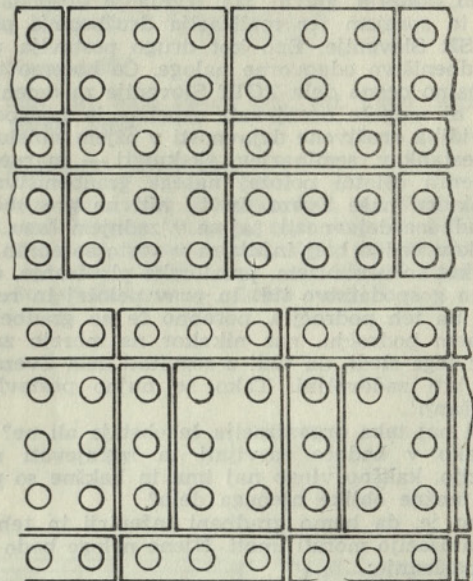
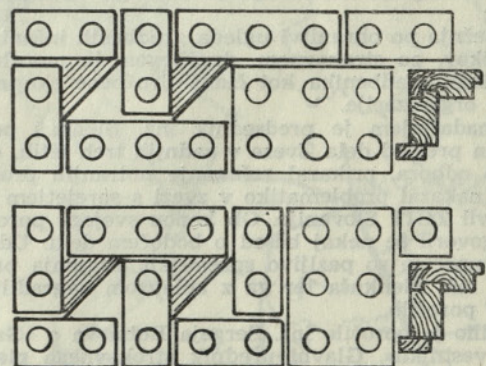
ZID 40 cm



ZID 10 cm



ZID 50 cm

DIMNIKI
MACETE

zadnjo etažo. Te dimnike bi bilo treba armirati po analogiji armiranja armiranoopečnih stebrov, z vzdolžno in stremensko armaturo.

Modele opek »Potresnik«, zaščitene pri Upravi za patente SFRJ pod št. 2962, 2963 in 2964 (avtor prof. ing. Lapajne Svetko) je prva pričela izdelovati Opekarna Črnuče pri Ljubljani ter se pri njej naročajo. Prvi

poskusi so uspeli na majem objektu družbenega standarda ing. arh. M. Cerarja v Ljubljani; izkušnje na tem objektu so pokazale, da je potrebno pred vgrajevanjem armaturnih vložkov cevčice v zidu izpirati z curkom vode. Z modeli »Potresnikov« se klasično opečno zidovje s svojimi odličnimi termičnimi in tehnološkimi lastnostmi usposablja za potresno varno grajenje.

PROF. INŽ. SVETKO LAPAJNE

vesli

Letna skupščina ZGIT Slovenije

Dne 25. maja 1967 je bila v Ljubljani redna letna skupščina Zveze gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije, ki jo je odprl predsednik inž. Lojze Blenkuš. Po izvolitvi delovnega predsedstva, zapisnikarjev in kandidacijske ter volilne komisije je podal svoje poročilo inž. Blenkuš. Poudaril je dejstvo, da je bilo delovno obdobje sedanjega odbora daljše od običajnih treh koledarskih let, kajti odbor je delal v času velikih družbenih, političnih in ekonomskih dogajanj in sprememb, katerih glavni sta izvajanje gospodarske reforme in sprejem ter realizacija družbenega plana razvoja SR Slovenije. Eno kot drugo postavlja pred naše gradbeništvo odgovorne naloge. Če hočemo torej podati realno oceno dela ZGIT Slovenije za omenjeno obdobje, ni mogoče ocenjevati uspehov in neuspehov samo z vidika društvene dejavnosti v ožjem smislu, po številu sestankov, seminarjev, ekskurzij — marveč je treba oceniti celotni položaj našega gradbeništva in v tem okviru naše Zveze. In tu niti ne gre več za samo gradbene dejavnosti, saj se v zadnjem času delo gradbenikov vedno bolj infiltrira v vrsto sorodnih dejavnosti kot so urbanizem, prostorsko planiranje, ekonomika in gospodarstvo itd. In prav položaj in rezultati dela na teh področjih, posebno še na gradbenem operativnem področju, nas nikakor ne morejo zadovoljiti. Iz tega sledi, da tudi z rezultati dela Zveze ne moremo biti zadovoljni. Tako se nujno postavljata dve vprašanji:

— ali naj taka organizacija še obstaja ali ne?

— kako v bodoče razvijati in izgrajevati našo organizacijo, kakšno vlogo naj ima in kakšne so pravilne in možne oblike njenega dela?

Očitno je, da bomo gradbeni inženirji in tehniki neko organizacijo morali imeti. Njene naloge bodo slej ko prej naslednje:

— uspešno sodelovanje v procesu napredka tehnologije in razvoja proizvodnih sil in gradbeništva;

— afirmacija stroke (gradbeništva v širšem smislu) kot tehnične in znanstvene discipline;

— strokovno izpopolnjevanje gradbenih inženirjev in tehnikov;

— ustvarjanje in razvijanje javnega strokovnega mnenja;

— težnja po ohranitvi ugleda gradbenih inženirjev in tehnikov, po strokovnem, družbenem in moralnem liku našega gradbenika kot člana družbene skupnosti in naše organizacije.

V nadaljnjem je predsednik inž. Blenkuš podal podroben pregled dela Zveze v zadnjih treh letih, ocenil delo odbora, prikazal reševanje notranjih problemov in nakazal problematiko v zvezi s sprejetjem novih pravil ZGIT Slovenije. Ob koncu svojega poročila je spregovoril še nekaj besed o bodočem delu. Udeleženci skupščine so pazljivo spremljali izvajanja predsednika inž. Blenkuš ter ga z aplavzom nagradili za njegovo poročilo.

Sledilo je poročilo inž. Sergeja Bubnova o »Gradbenem vestniku«. Glavni urednik strokovnega glasila ZGIT Slovenije je navedel, da je bila leta 1966 zabeležena 15-letnica izhajanja »Gradbenega vestnika« in je bilo podrobno poročilo že objavljeno v zadnji številki GV 1966. Ponovno je ugotovil, da je v zadnjih treh letih GV redno izhajal. Glede finančnih sredstev je pripomnil, da finančna situacija sicer ni zaskrbljujoča, vendar pa ne najboljše. Glede prispevkov za GV imamo še vedno premalo sodelavcev. Skušamo pač objaviti, kar dobimo, vendar pa tako glede same vrste kot kvalitete prispevkov nikakor ne zaostajamo za prispevki drugih izdajateljcev.

Blagajniško poročilo je podala tov. Pavla Radetič, ki se je omejila zgolj na prikaz strogo računskoga

dela denarnega poslovanja Zveze, z ozirom na to, da bodo druge ugotovitve podane v sklopu poročila nadzornega odbora.

Z namenom, da se gradbenikom približajo problemi z vseh področij, ki neposredno ali posredno posegajo v njihovo dejavnost, so nekateri člani Zveze za široki forum skupščine pripravili nekaj važnih strokovnih referatov. Direktor GCS tov. Rupret je obravnaval temo: »Realizacija petletnega plana razvoja stanovanjske graditve v SR Sloveniji«. Po ocenah Zavoda za statistiko SR smo zgradili leta 1966 9669 stanovanj, kar je razmeroma ugodno. Vendar so ocene za leto 1967 znatno bolj skeptične, ker se fronta blokovne gradnje zožuje, pri zelo široki fronti individualne gradnje pa je treba računati z dolgimi dogotovitvenimi roki. Zato je skupščina SRS v svoji »Resoluciji o izvajanju gospodarske politike v letu 1967« posvetila posebno pažnjo prav tem problemom v poglavju »Industrijska gradnja stanovanj«. GCS je skupaj z Združenjem bank in Združenjem stanovanjskih podjetij izdelal svoje predloge za akcijski program organizirane stanovanjske graditve. Direktor tov. Rupret je pristotnim podrobno obrazložil smernice tega programa ter poudaril naslednje osnovne cilje:

— urediti zunanje pogoje za industrializirano gradnjo;

— razčistiti naš odnos do raziskovalnega dela;

— koordinirati v praksi to delo v zveznem in republiškem merilu;

— realizirati stanovanjsko graditev na višjem organizacijskem in tehnološkem nivoju, kar je v enaki meri odvisno od dejavnikov znotraj in izven gradbeništva.

V nadaljnji razpravi je direktor Biroja gradbeništva tov. Melihar poročal o rezultatih ankete, izvedene pri gradbenih podjetjih o temeljnem zakonu o investicijski graditvi, ter opozoril na njegovo pomembnost.

Inž. Bubnov je v referatu »Industrializacija v gradbeništva« poudaril, da gre tu dejansko za proces, v katerem naj bi gradbeništvo približali ostali industriji. Navedel je razne sisteme montaže in prikazal, da smo pri iskanju rešitve montažnih sistemov zašli precej na široko. Trenutno imamo v Jugoslaviji kar 6 takih sistemov. Hud problem gradbenikov je nadalje raziskovalno delo, kjer so zahteve postavljene premalo ostro. V to delo bi vsekakor morala biti vključena univerza s svojimi strokovnjaki. Inž. Bubnov ugotavlja, da industrializacija gradnje pri nas ni dobila nobene podpore, a je vsekakor treba stremeti, da se ustvarijo pogoji, ki omogočajo industrializacijo. Kajti gradnja gre brezpogojno v industrijski način in je to prizadevanje pri nas močno okrepila gospodarska reforma.

O problemu »Usposabljanje in vzgoja strokovnih kadrov v gradbeništva« je govoril tov. Capuder in je njegova izvajanja dopolnil inž. Hribar. Prikazana je bila pravzaprav porazna slika o strokovnosti tega tako zahtevnega področja.

Po odmoru se je začela razprava o poročilih, v katerih so sodelovali inž. Megušar, inž. Čmak, v. g. t. Stanič, inž. Rismal in g. t. Stirn.

Nato je bil po izčrpnih obravnavi soglasno sprejet predlog novega pravilnika Zveze. Sledilo je poročilo nadzornega odbora, ki ga je podal tov. Rupret. Na predlog predsednika Zveze je bila soglasno sprejeta razrešnica dosedanjemu upravnemu odboru.

Po predlaganju kandidatov so bili po javnem glasovanju izvoljeni kandidati za predsednika ZGIT, za izvršni in nadzorni odbor z namestniki in za uredniški odbor GV. Za novega predsednika ZGIT Slovenije je bil soglasno izvoljen inž. Vladimir Čadež. Novi pred-

sednik se je zahvalil za izvolitev in poudaril, da optimistično gleda na delo novega upravnega odbora, kot gleda prav tako optimistično tudi na celotni razvoj našega gradbeništva. Aktivnost naših članov, društev in Zveze bi mogli usmeriti na tri glavne naloge in sicer:

— skrbeti za strokovno izpopolnjevanje članov Zveze po končanem šolanju, saj je nivo tehničnega napredka in kvalitete v Sloveniji odvisen predvsem od nas gradbenih inženirjev in tehnikov. Zavedati se moramo, da se bomo mogli uveljaviti zunaj naše republike le v primeru, če bomo tudi strokovno dovolj usposobljeni in če bomo sledili hitremu napredku gradbeništva v svetu;

— vedno bolj se bo morala uveljaviti vloga naše Zveze in društev do zavzemanja strokovnih stališč, do reševanja vprašanj, ki zadevajo gradbeništvo;

— vse bolj se kažejo prizadevanja raznih združenj proizvajalcev, inštitutov in strokovnih društev po sodobnih tehničnih predpisih. Strokovne organizacije, torej tudi naša Zveza, se bodo morale bolj intenzivno kot doslej vključiti v delo za boljše urejanje vprašanj s področja tehničnih predpisov.

»Kot člani Zveze gradbenih inženirjev in tehnikov, ne glede na to, kje smo zaposleni, imamo do vseh vprašanj, ki zadevajo gradbeništvo, posebno odgovornost pred družbo. Ta želi od nas strokovnjakov objektivno in kvalitetno mnenje in pomoč,« je zaključno poudaril predsednik inž. Vladimir Čadež.

Po krajši razpravi o slučajnostih in po predlogu za častna člana ZGIT Jugoslavije (predlagana sta bila

univ. prof. inž. Svetko Lapajne in direktor »Gipossa« inž. Sergej Bubnov) je letna skupščina ZGIT Slovenije zaključila delo.

Na letni skupščini ZGIT Slovenije dne 25. maja 1967 so bili konstituirani odbori v naslednjem sestavu:

Upravni odbor

predsednik: dipl. inž. Vladimir Čadež,
tajnik: v. g. t. Ciril Stanič,
blagajnik: g. t. Pavla Radetič,
člani: Bogdan Melihar, dipl. inž. Srečko Cerar,
dipl. inž. Branko Vasle, dipl. inž. Gorazd Berce, v. g. t. Zvone Gosar, dipl. inž. Sergej Bubnov, dipl. inž. Franc Čepon, dipl. inž. Roman Stepančič.

Nadzorni odbor

predsednik: dipl. inž. Lojze Blenkuš, dipl. inž. Maks Megušar in Bogo Pečan.

Namestniki

dipl. inž. Saša Škulj, dipl. inž. Lado Gorišek, dipl. inž. Miloš Turk.

Uredniški odbor GV

dipl. inž. Janko Bleiweis, dipl. inž. Vladimir Čadež, dipl. inž. Marjan Gaspari, dipl. inž. dr. Miloš Marinček, dipl. inž. Dragan Raič, dipl. inž. Maks Megušar, dipl. inž. Saša Škulj, dipl. inž. Viktor Turnšek, dipl. inž. Sergej Bubnov — glavni urednik.

B. F.

Transalpinski naftovod

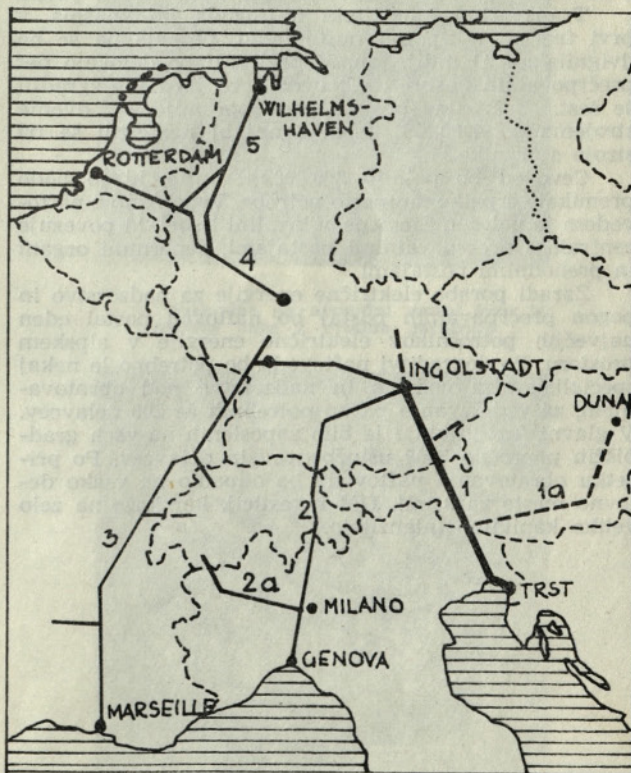
Živimo v času, ko se udeležba tekočih goriv v svetovni energetski bilanci stalno veča. Za transport tekočih goriv je že zgrajenih in se še gradi vrsto naftovodov. Ker bomo tudi pri nas v doglednem času gradili naftovod, je umestno, da si pogledamo, kako tako delo poteka.

V neposredni bližini naše ožje domovine je zgrajen Transalpinski naftovod (kratkot TAL), ki bo začel delovati v začetku leta 1967. Po naftovodu bo tekla nafta od Trsta čez Alpe v južno Nemčijo in po posebnem odcepu proti Dunaju (sl. 1).

Financiranje

Prvotno je bila gradnja TAL skupen projekt dvanajstih mednarodnih petrolejskih družb: ESSO (20,4%), Shell (15,4%), British Petroleum (14,4%), Mobil Oil (11,4%), AGIP (10,4%), Marathon (7%), GBAG (6%), Continental SOPI (3%), DEA (3%), Scholven (3%), Texaco (3%) in Wintershall (3%). Pred kratkim se je pridružila še Cie Française des Petrols z deležem 2%. Te družbe so prevzele temeljne kapitale nacionalnih TAL podjetij, ki grade in bodo obratovali z naftovodom na svojem področju in sicer: Societa Italiana per l'Oleodotto Transalpino S. p. A. Trst (osnovna glavica 9,8 mrd. Lit), Transalpine Oelleitung G. m. b. H. v Avstriji (330 mil. S.) in Deutsche Transalpine Oelleitung G. m. b. H. (30 mil. DM). Poleg tega pa je bila ustanovljena v Luxemburgu Holding družba s kapitalom 3 mil. amer. dolarjev. Koordinacijo planiranja in gradnje ima nemška družba.

Projekt naftovoda od Trsta do Ingolstadta je tehnično zelo zahtevna naloga, za katere uresničitev so potrebna velika finančna sredstva. Stroški za pipeline, pristaniške naprave v Trstu, skladišča in prečrpovalne postaje in drugo so ocenjeni na 1,1 mrd. DM (ca. 344 mrd. S din). Z lastnimi sredstvi nacionalnih TAL družb

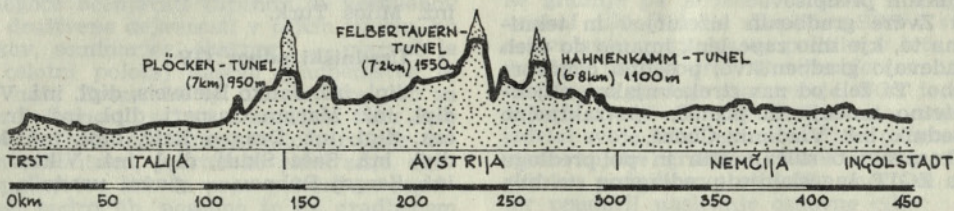


Sl. 1. Glavni vod in odcepi transalpinskega naftovoda

bodo lahko pokrili le majhen del stroškov (okrog 670 mil. DM), za ostanek pa si morajo oskrbeti pri bankah. Za emisijo posojila je zainteresiran konzorcij velikih bank. Poseben problem povzroča dviganje obrestne mere, ki vpliva na kalkulacije — posebno na kalkulacije transportnih tarif.

Tehnične podrobnosti

Transalpinski naftovod je dolg okrog 460 km, ima premer 100 cm in je položen v jarek globine 2 m. Nacionalne družbe TAL so morale v Italiji, Avstriji in Nemčiji pridobiti soglasje od 550 zemljiških lastnikov, da so dovolili polaganje cevovoda. Skupaj bodo porabili 40.000 cevi, ki tehtajo 100.000 ton in tečejo od Trsta, kjer je najnižja točka, skozi tunel Felbertauern na višini 1550 m, do Ingolstadta. S pomočjo treh tunelov, ki imajo skupno dolžino 21 km, so premagane največje topografske ovire. Naftovod prečka 30 rek in 136 potokov, 154 pomembnejših cest in 26 železniških prog. Pod progami in cestami so uporabili cev v cevi.



Sl. 2. Višinski prerez transalpinskega naftovoda

Posamezna cev je dolga 12 m in tehta 3 tone. Pred polaganjem cevi izolirajo v eni izmed petih izolacijskih postaj na trasi. Cev ovijejo s pletivom iz steklene volne, ki ga prepojijo z bituminoznim materialom. Na gradbiščih imajo posebne stroje za krivljenje cevi, s katerimi lahko cev ukrivijo tako kot zahteva potek.

Transportna kapaciteta naftovoda bo znašala v prvi fazi 25 milij. ton nafte letno, pozneje pa se bo dvignila na 54 milij. ton. V prvi fazi bo delovalo pet prečrpovalnih postaj, za končno fazo jih bodo zgradili še šest. Prečrpalne postaje bodo opremljene z dvema strojema po 4000 KS, kasneje naj bi namestili še tri stroje s črpalkami.

Cevovod bo polnilo 360.000 m³ nafte, ki jo bodo premikale črpalke na mesto potrebe. Vzporedno z naftovodom je položen Siemensov krmilni kabel, ki povezuje centralo s prečrpovalnimi postajami, zapornimi organi in prehodnimi postajami.

Zaradi porabe električne energije za nadzorstvo in pogon prečrpovalnih postaj bo naftovod postal eden največjih potrošnikov električne energije v alpskem prostoru. Po dograditvi naftovoda bo potrebno le nekaj specialistov za vodstvo in nadzorstvo nad obratovanjem, za vzdrževanje pa bo potrebnih še 200 delavcev. V glavni fazi gradnje je bilo zaposlenih na vseh gradbiščih poprečno 5000 uslužbencev in delavcev. Po pričetku obratovanja naftovoda bo odpadlo na vsako delovno mesto za 3 mil. DM investicij, kar kaže na zelo veliko kapitalno intenziteto.

Potek trase

V tržaški luki je v Miljskem zalivu zgrajen poseben pomol, ob katerem bodo lahko pristajali tankerji do 160.000 ton. Istočasno bodo lahko raztovarjale štiri ladje. Zaenkrat računajo na leto s 500 tankerji, pri razširjenem pomolu pa bo možno odpraviti do 1000 ladij letno. Iz ladij se bo črpala nafta v veliko izravnalno skladišče, odkoder bo polnjen naftovod. Kapaciteta omenjenega skladišča bo znašala v začetku 810.000 m³, kasneje pa bo povečana na 1.800.000 m³. Tanki z vsebino 80.000 m³ spadajo med največje tanke za nafto na svetu.

Italijanski del naftovoda (sl. 2) meri 140 km, 40 km so morali izkopati v kamnitem kraškem terenu. Trasa teče od San Dorliga mimo Udina in Tolmeza na italijansko-avstrijski meji. Tu premaga prvo večjo topografsko oviro greben Plöcken — v tunelu, ki je dolg 7 km in leži na višini 950 m. Za položitev cevi s premerom 100 cm so izvrtali tunel, ki je 3,25 m visok in 2,75 m širok.

V Avstriji poteka naftovod čez prelaz Gailberg v dolino Drave in ob Dravi do Lienza. Nato teče od Lienza do Matrei v dolini Tauern, kje doseže najvišjo točko 1550 m nad morjem v Felbertauern tunelu. S tem tunelom, ki je dolg 7,2 km, je premagana druga ovira. Naftovod poteka nato do Mittersilla in doseže čez prelaz Thurn tretji gorski greben — Hahnenkamm, ki ga premaga s tunelom dolžine 6,8 km in na višini 1100 m n. m. Od te točke pade naftovod proti avstrijsko-nemški meji ter doseže čez Rosenheim in Wasserburg končno točko Ingolstadt.

Avstrijski in nemški odsek trase merita po 160 km. Transalpinski naftovod bo imel več odcepov. Najpomembnejši je vsekakor odcep Trst—Dunaj, skozi katerega bo, na daljavo 400 km, letno steklo od 6 do 10 mil. ton nafte proti Dunaju.

Posebne varnostne ukrepe so morali sprejeti na zahtevo posameznih vlad dežel, preko katerih teče naftovod, posebno na odsekih, ki leže v območju vodnih rezerv (jezer, podtalnic in vodotokov). Kljub temu pa so se že pri poskusnem obratovanju pokazale napake, ker je na nekaterih mestih iztekla nafta v bližnje vodotoke. Zato so morali graditelji podvzeti še dodatne varnostne ukrepe, ki naj preprečijo tudi najmanjšo možnost izliva nafte.

Iz opisa je razvidno, da je gradnja naftovoda tehnično in finančno zelo zahtevna naloga, ki jo je možno hitro in uspešno rešiti le, če je delo dobro projektirano in organizirano.

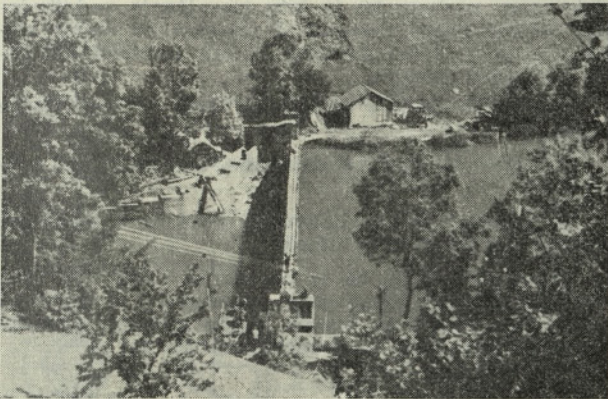
Marjan Prezelj, dipl. inž.

Sanacija jezua HE Sora – Fužine

I. Opis in rezultati preiskav

Jezovna zgradba HE Sora—Fužine (sl. 1) je bila zgrajena v letih 1925—28 in jo od desnega proti levemu bregu reke sestavljajo:

- ribja steza,
- jez s podslapjem in umirjevalnim bazenom,
- dve zapornici z odtočnim kanalom, in
- priključek zaprtega dovodnega kanala za HE.



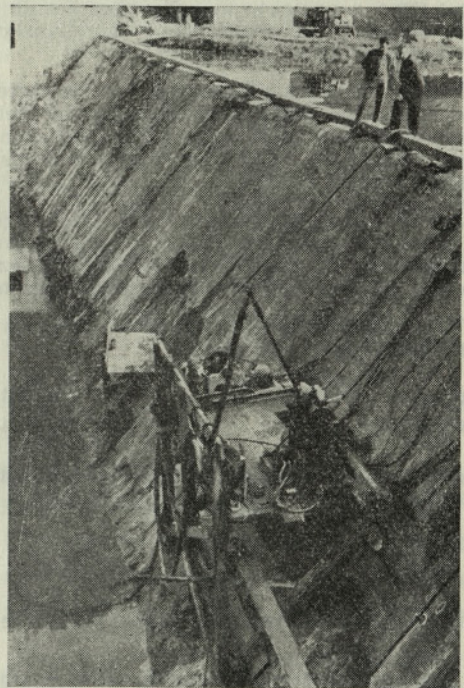
Sl. 1. Jezovna zgradba HE Sora—Fužine

Jez med ribjo stezo na desni in okvirom zapornic na levi strani ima dolžino 48,10 m in gradbeno višino (po podatkih iz razpoložljivih načrtov) od 7 do 8,7 m ter srednjo zajezbeno višino ca. 6 m. Karakteristični prerez jezua je enakokrak trapez z osnovnico 9,2 do 11 m in krono 0,5 m. Osnovnica, poševnini, jedro in krona jezua so iz betona, vmesne praznine so pa zapolnjene s skalometom.

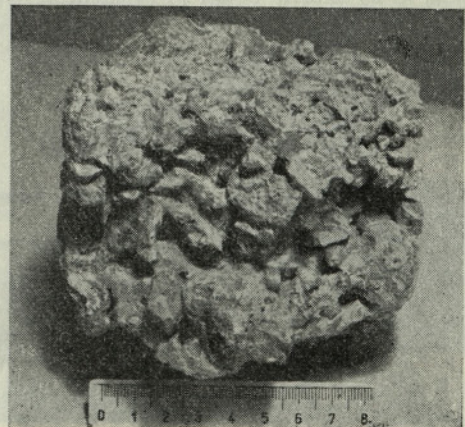
Preiskave objekta, izvedene v letu 1964, so dale naslednje podatke.

1. Beton vidnih površin kroge in nizvodne strani jezua je v velikem delu načet in razpokan (sl. 2). Najmočnejše so poškodbe na prehodu v podslapje. Spodnji del nizvodne strani jezua je tudi v suhem vremenu in pri nizkem vodostaju, ko ni preliava, ves razmočen in iz njega brizgajo posamezni vodni curki.

2. Beton, tako na površini, kot v notranjosti jezua, je zelo porozen in lahko drobljiv (sl. 3). Njegova kvaliteta se z globino slabša, tako, da so bila iz spodnjih delov raziskovalnih vrtnin dobljena le zrna agregata brez povezave s cementnim vezivom. Agregat betona je drobljenec slabo apnenega dolomita z zrni do 40 mm.



Sl. 2. Poškodbe na nizvodni strani jezua in delovni oder z vrtno garnituro



Sl. 3. Porozni beton iz notranjosti jezua

3. Skalomet v trupu jezusa, med poševninama in jedrom, je sestavljen iz plasti samic in prodnikov rdeče-vijoličastega skrilja debeline ca. 0,5 m in iz plasti zelo poroznega betona debeline ca. 0,2 m. Praznine v samem skalometu so mestoma zapolnjene z glinastim in meljastim materialom.

4. Temeljna tla jezovne zgradbe, dno struge in obrežje so iz plastovitih meljno-glinenih werfenskih skrilcev rdeče-vijoličaste barve z blagim padom v smeri rečnega toka. V ožjem območju so pod temelji objekta skrilci prepereli in razmehčani. Po svojih geometrijskih lastnostih so ti prepereli in razmehčani skrilci podobni glinam z dopustnim koeficientom zdrsa

$$f_0 = 0,30$$

Prehod iz preperela in razmehčane cone, neposredno pod temelji, v kompaktno hribino je postopen in znaša ca. 1 m. Na posameznih mestih so pod temelji objekta leče (debeline do 1,2 m) slabo zaobljenih prodnikov skrila s sledovi gline in melja.

5. Z vrtnami ugotovljena gradbena višina jezusa in s tem širina osnovnice in teža je manjša, kot je bilo predvideno po načrtu, medtem, ko se zajezbena višina objekta ujema s projektirano. Na posameznih mestih znaša ta razlika med projektirano in dejansko gradbeno višino tudi 1,5 m.

6. Naplavina na vzvodni strani jezusa je peščen prod rdeče-vijoličastega skrila z veliko gline in melja. Višina naplavine pada od desnega (0,5 m pod krono) proti levemu delu (5,40 m pod krono) jezusa, zrnavost pa se v isti smeri veča.

7. Jez je najbolj propusten v temeljnem delu, kjer je bila izmerjena vodopropustnost ca. 50 l/m', min in at v vrtni premera 101 mm. Voda v notranjosti jezusa je za ca. 1 m nad gladino vode v umirjevalnem bazenu.

8. Po stabilitetni analizi, izvedeni za preliv višine 2 m, in ugotovljenem stanju je:

$$\begin{aligned} \text{vertikalna obtežba} & \dots \dots \dots N = 64,595 \text{ t/m}^2 \\ \text{horizontalna obtežba} & \dots \dots \dots H = 34,551 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

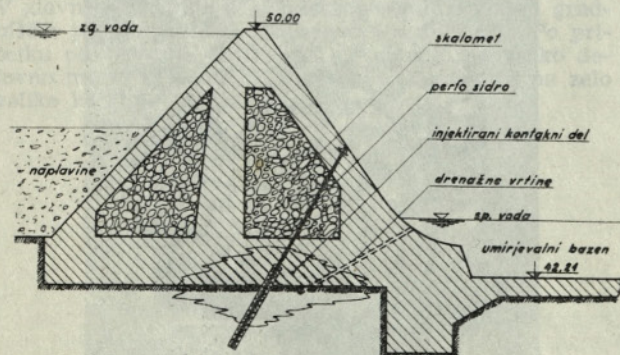
oziroma potreben koeficient trenja med konstrukcijo in temeljno hribino

$$f_1 = 0,535$$

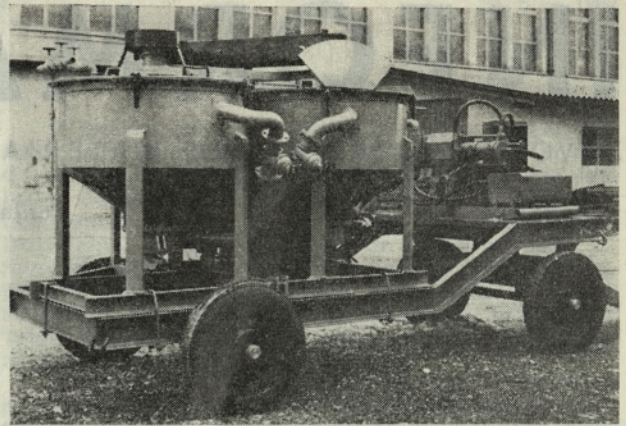
9. Opisano stanje jezusa HE Sora—Fužine je posledica:

— plitvega temeljenja objekta, kar je zmanjšalo njegovo projektirano težo in olajšalo prodiranje vode v kontaktni del beton-hribina;

— mehničnega in kemičnega delovanja pronicajočih voda, ki so izlužile beton in razmehčale temeljno hribino;



Sl. 4. Shema sanacije jezusa HE Sora—Fužine



Sl. 5. Injekcijska postaja: dvostopenjski turbulentni mešalec in hidravlično krmiljeni injektor

— zmrzali, kateri je pripisati predvsem površinske poškodbe na betonu.

Iz navedenih ugotovitev je razvidno, da je bila za nadaljnjo eksploatacijo jezusa nujna sanacija, ker bi sicer lahko prišlo do njegove porušitve že pri manjši visoki vodi.

II. Zamisel sanacije

Osnovni zahtevi sanacije sta bili povečanje stabilnosti jezusa in zaščita obstoječega betona s čim manjšimi stroški in ob čim manjšem motenju obratovanja elektrarne, medtem ko je bilo zmanjšanje vodnih izgub sekundarnega pomena. Z oziroma na stanje objekta in postavljene zahteve, so bili potrebni naslednji sanacijski ukrepi:

1. utrditev jezusa v temeljnem delu in zmanjšanje vzgona;
2. povezava jezusa s kompaktno, nerazmehčano hribino, in
3. ureditev vidnih betonskih površin s posebnim oziroma na zmrzlinke učinke.

Osnovna naloga, to je povečanje stabilnosti jezusa z utrditvijo temeljnega dela, povezava s kompaktno hribino in zmanjšanje vzgona je bila izvedena z injektiranjem, sidranjem in dreniranjem (sl. 4).

III. Injektiranje

Injektiranje oziroma vtiskavanje raznih zmesi ali raztopin v medij temu poveča trdnost in zmanjša vodopropustnost. S tem postopkom je mogoče tudi sanirati defektne mesta v betonu, deloma komprimirati razmehčane hribine (neposredno ob vrtni ali, če so te razpokane) in doseči intimno povezavo na stiku dveh delov.

Na jezusa HE Sora—Fužine izvedeno injektiranje kontaktnega dela (1 m temeljne hribine in 2,5 m betona) je imelo nalogo:

- zapreti kanale in pore v temeljni hribini neposredno pod objektom;
- povezati leče proda, ki se mestoma nahajajo neposredno pod objektom v homogeno celoto;
- sanirati zelo porozen in lahko drobljiv beton;
- doseči intimno zvezo objekta in temeljne hribine;

— zmanjšati vodne pretoke in s tem intenzivnost izluževanja betona in razmakanja hribine.

Za injektiranje je bila uporabljena večkomponentna injekcijska mešanica (cement-opalska breča-bentonit), katere lastnosti so bile v:

1. tekočem stanju (suspenzija)

- vodni faktor 1,00
- razmerje kinematičnih viskoznosti zmesi in vode 1,67
- specifična teža 1,46 p/cm³
- dekantacija 1,0 ‰

2. gnetni konsistenci (usedlina)

- začetek vezanja po Vicatu . . . 4h 15 min
- konec vezanja po Vicatu . . . 7h 45 min

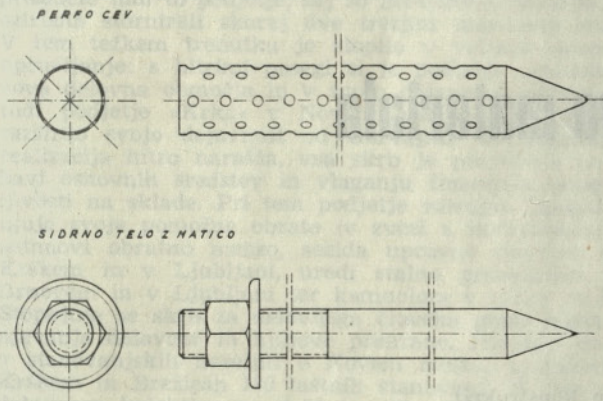
3. trdnem stanju (strjena masa po 28 dneh)

- tlačna trdnost 230 kp/cm²
- koeficient propustnosti $7,3 \times 10^{-7}$ cm/s

Razdalja med injekcijskimi vrtinami je bila 2,25 m, poprečen sprejem pa je znašal 700 kg suhe zmesi na tekoči m injekcijske dolžine vrtine. Delo je bilo izvedeno z injekcijsko postajo, ki jo sestavljajo turbolentni mešalci in hidravlično krmiljen injektor (sl. 5).

IV. Sidranje

Sidra so elementi, ki prevzemajo natezne obremenitve. Z njimi je mogoče vzpostaviti trajne in nepomične zveze med dvema ali več različnimi deli objekta, hribine itd. ker se s prednapetjem lahko vnesejo točno določene in usmerjene sile ter na stičnih ploskvah poveča trenje.



Sl. 6. Perfo sidro

Na jezcu HE Sora—Fužine je bil z ozirom na značaj hribine (plastoviti in glinasti werfenski skriljci), ki ni sposobna prevzeti večjih točkovnih obremenitev, in slabo kvaliteto betonskih delov jezcu izbran sistem povezave obeh delov (jez in temeljna hribina) s prednapetimi perfo-sidri. Sestavni deli teh sider so (sl. 6):

- perfo cev, to je iz tanke in perforirane pločevine izdelana cev, ki služi za vnos malte v vrtino;
- telo sidra, to je običajno jeklena palica, ki je na enem koncu ošiljeno, na drugem pa ima navoj, in
- matica s podložko, ki služi za prednapetje sidra.

Karakteristika perfo sider je, da prenašajo silo v osnovo na poljubno velikem odseku (veznem delu), kar omogoča njihovo uporabo tudi v zelo razpokanih ali drugače slabo nosilnih čvrstih hribinah. Nadaljnje značilnosti so: relativno velika nosilnost, enostavna antikorozijska zaščita in razmeroma enostavno, a zanesljivo vgrajevanje.

V očiščeno vrtino se v del, na katerem se naj prenaša sila sidra na hribino (vezni del) vstavi perfo cev, napolnjena z ustrežno cementno malto. V to cev se nato vtisne telo sidra, ki pri svojem prodiranju iztiska malto iz perfo cevi in jo nabija v prostor med seboj in ostenjem vrtine. V veznem delu je tako dosežena dobra povezava med hribino in telesom sidra, ki je v tem delu istočasno zaščiteno pred korozijo, saj je popolnoma obdano z zbito malto. Malta ima tako nalogo prenašati sile od sidrnega telesa na hribino in ščititi telo sidra. Vtiskavanje sidra se izvaja z nabijanjem po posebni objemki v prvi oziroma po nabijalni glavi v končni fazi vgrajevanja. Del sidra med veznim delom in navojem je prost, ter se lahko po prednapetju zaščititi pred korozijo z zalitjem, injektiranjem ali tudi kako drugače, mogoče pa ga je s primernimi premazi in antikorozijskimi povoji zaščititi že pred vgraditvijo.

Odnose med premeri: telesa sidra, perfo cevi in vrtine na eni strani, ter globine sidranja, dolžine veznega dela in karakteristik malte na drugi strani je potrebno določiti na osnovi inženirsko-geoloških lastnosti hribine, potrebne sile sidranja in karakteristik materiala sidrnega telesa.

Na jezcu HE Sora—Fužine je bila z ozirom na dimenzije in nastopajoče sile izbrana lega sider v ravnini, ki oklepa s horizontalo kot 60° in sega nizvodno poševno jezcu 3,60 m pod krono. Iz tako določene lege in dopustnega koeficienta zdrsa je bila potrebna sila sidranja: P t/m' določena iz pogojne enačbe:

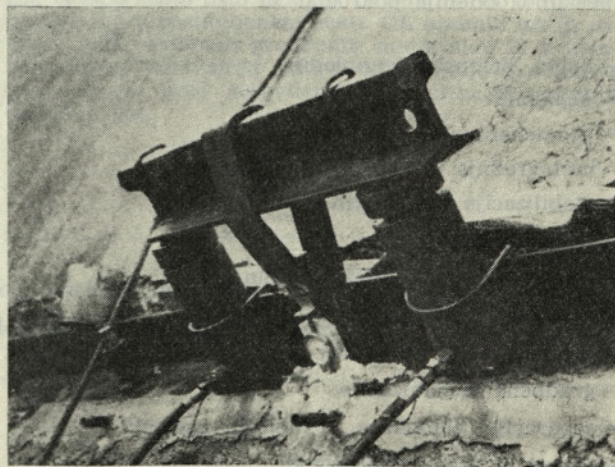
$$f_0 = \frac{H - P \cos 60}{N + P \sin 60}$$

Globina sidranja je v danem primeru določena s težo onega dela hribine, ki prevzema nastopajoče obremenitve.

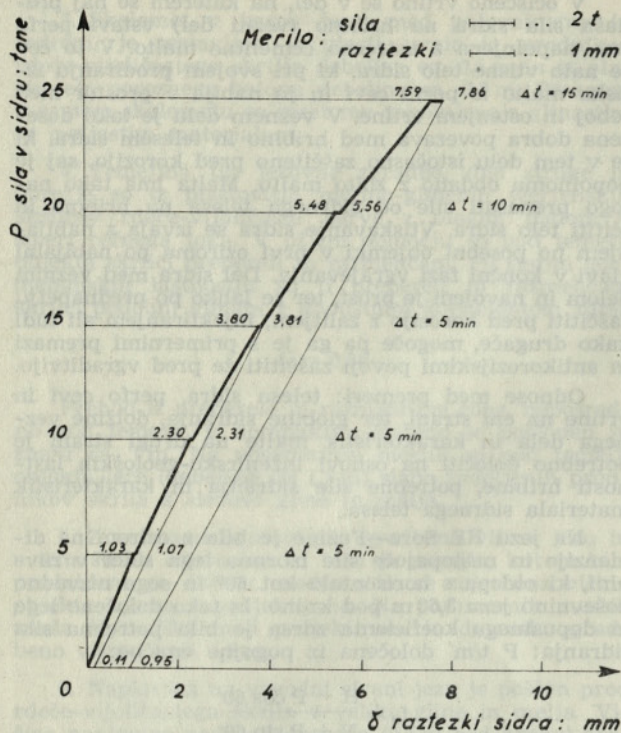
Na osnovi navedene analize je bilo sidranje izvedeno z naslednjimi elementi:

- globina sidranja v temeljno hribino 2,30 m
- premer vrtine v veznem delu sidra 56 mm
- dolžina perfo cevi 3,0 m
- premer perfo cevi 48 mm
- premer sidrnega telesa 36 mm
- dopustna obremenitev sidra 21 t/sidro
- razdalja med sidri 0,75 m
- sidrna sila na tekoči m jezcu 28 t/m'

Za prenos sile sidra na jezovno zgradbo je bilo uporabljeno kotno železo (150 × 100 × 15 mm), ki povezuje posamezna sidra v celoto.



Sl. 7. Obremenilna preizkušnja sidra



Sl. 8. Diagram preizkusne obremenitve sidra

Z upoštevanjem dopustne obremenitve (prednapetosti) sider in preliva višine 2 m je potreben koeficient trenja

$$f_2 = \frac{H - P \cos 60}{N + P \sin 60} = 0,232$$

in relativna varnost pred zdrsom:

$$n = \frac{f_0}{f_2} = 1,30$$

Za kontrolo nosilnosti je bila izvedena preizkusna obremenitev sidra. Sila, ki se je izvajala z dvema hidravličnima dvigalkama, se je preko prečke in posebne objemke prenašala na sidro (sl. 7).

Obremenitev se je izvajala postopno in vsakokratni raztezek se je meril takoj po obremenitvi in po določenem časovnem presledku, nakar se je obremenitev povečala na naslednjo stopnjo itd. Rezultati preizkusne obremenitve so podani v diagramu P-δ (sl. 8).

V. Zaključek

Sanacija jezov HE Sora—Fužine (injektiranje in sidranje), ki jo je leta 1965 izvedel Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij, je potrdila rezultate predhodnih preiskav. Razmeroma enostaven sistem povečanja stabilnosti z injektiranjem in sidranjem je v celoti izpolnil postavljene zahteve in ga je mogoče uporabiti pri reševanju niza problemov pri gradnjah, kot so razni jezovi in pregrade, oporni in podporni zidovi, gradbene jame in odkopi, nestabilna pobočja itd.

Vinko Koren, dipl. inž.

Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij

Ljubljana, Dimičeva ulica 12

Izvršuje kompletne preiskave in testiranja materiala in konstrukcij

Specialno obdeluje področja:

- beton, betonska tehnologija
- nemetali
- geomehanika
- cestogradnja in izolacijski materiali
- stabilizacija zemeljskih materialov
- inženirska geologija
- injektiranje in sondažno vrtnje
- stanovanjska izgradnja
- prefabrikacija elementov
- gradbena mehanizacija
- separacije, betonarne, tehnološki postopki
- azbest in azbestni proizvodi
- cementno-silikatna veziva, pucolani
- zračna in mavčna veziva
- elektrofitrski pepel, tehnologija in izkoriščanje
- konstrukcije in modeli, seizmika
- opekarstvo in druga keramika, tehnologija in prefabrikacija
- v ognju obstojni materiali in mase
- metalne konstrukcije
- žičnice in akcesorije
- metali v gradbeništvu, antikorozijska zaščita
- struktura materiala — rentgen
- toplotne in zvočne izolacije in druge fizikalne meritve
- meritve z izotopi
- razvijanje strojnih konstrukcij za gradbeništvo

SGP »Pionir« Novo mesto – ob dvajsetletnici

SGP »Pionir« v Novem mestu je pred kratkim praznovalo dvajset let, odkar je bilo dne 16. marca 1947 ustanovljeno to gradbeno podjetje, ki je bilo določeno za izvajanje del na objektih visokih in nizkih gradenj. Začetek delovanja je zahteval od delovnega kolektiva vsestranske napore, saj je hkrati moral širiti tudi svojo dejavnost. Pri tem se je povečalo število zaposlenih, v podjetje je prišel nov strokovni kader. Gradbena operativa je začela prevzemati vse zahtevnejša dela: industrijska poslopja, poslovne zgradbe, zdravstvene in druge objekte. Geografsko se ob tem razširi dejavnost podjetja še na kočevski okoliš. V drugem letu poslovanja podjetja najdemo njegove delovne ekipe v Črnomlju, Gradcu, Rosalnicah, Metliki, Črmošnjicah, Starem Logu, Kočevju, Straži, Šmarjeških Toplicah, Brežicah, Cerkljah, Krškem, Brestanici, Senovem, Radečah in seveda v Novem mestu.

Od leta 1950 dalje (to leto predstavlja uvedbo delavskega samoupravljanja), se je podjetje še pospešeno razvijalo. Raste vrednost osnovnih in obratnih sredstev. Delovni kolektiv se pomnoži. Spreminja se tudi struktura delavstva v prid kvalificiranih kadrov, visoko kvalificiranih in strokovno tehničnih. Temu primerna je udeležba podjetja pri gradnji objektov, značilnih in pomembnih za naše gospodarstvo v tem obdobju: tovarne rotacijskega papirja v Krškem, železnicarne v Črnomlju, tovarne pletenin v Metliki, avto ceste pri Ivančni gorici, kmetijskih objektov na Kočevskem, stanovanjskih objektov v Novem mestu, Krškem in Brežicah.

Tako je bilo vse do leta 1965, ki je prineslo v gradbeništvo kritične spremembe. Zmanjšanje investicij je prizadelo tudi to podjetje, saj so investitorji zmanjšali oziroma stornirali skoraj dve tretjini naročenih del. V tem težkem trenutku je stopilo v veljavo samoupravljanje: s hitrimi posegi si je podjetje pridobilo nova delovna območja in v svojo dejavnost vključilo tudi podjetje »Krka« v Novem mestu. Podjetje je razširilo svojo dejavnost od Gorenjske do Zagreba, realizacija hitro narašča, vsa skrb je posvečena nabavi osnovnih sredstev in vlaganju finančnih zmogljivosti na sklade. Pri tem podjetje vztrajno izpopolnjuje svoje pomožne obrate (v zvezi z motorizacijo), ustanovi obratno menzo, sezida upravne prostore v Krškem in v Ljubljani, uredi stalno gramoznico v Drnovem in v Ljubljani ter kamnolom v Gotni vasi. Stopnjuje se skrb za delovnega človeka glede nastanjanja delavcev in njihove prehrane. Podjetje ima v stanovanjskih naseljih v Novem mestu, Ljubljani, Krškem in Brežicah 180 lastnih stanovanj, 78 članov delovnega kolektiva pa dobi posojilo za individualno gradnjo oziroma nakup stanovanja.

Pomembno je tudi prizadevanje za strokovno rast kolektiva, izobraževanje delavcev glede kvalifikacije, saj je rezultat tega prizadevanja dejstvo, da je do danes pri podjetju opravilo izpite za kvalificirane delavce 669 oseb. Enako vlaga podjetje sredstva tudi za strokovno izobrazbo bodočih članov kolektiva s ští-

pendiranjem dijakov na srednjih strokovnih šolah, gojencev na mojstrskih šolah in študentov na univerzah. Zaradi teh teženj in vloženi sredstev je podjetju uspelo, da je usposobilo dober strokovni kader, kar je hkrati poročilo za prihodnji razvoj podjetja v pogledu modernega načina dela in dognane tehnologije, kakršno narekuje sodobno gradbeništvo. V tem času je delovanje podjetja tudi že prestopilo meje Slovenije in seglo v Poreč, Ičiće in na Hrvaško.

Bilanca del, ki jih je podjetje opravilo v razdobju dosedanjega delovanja, kaže široko dejavnost delovnega kolektiva, ki šteje danes okoli 1600 oseb. Predvsem je treba navesti stanovanjska naselja, zgrajena od Ljubljane do Novega mesta. Od javnih poslopij naj navedemo naslednja: bolnišnica za TBC in splošna bolnišnica v Novem mestu, zdravstvena domova Trebnje in Šentjernej, poštno poslopje in srednja ekonomska šola v Novem mestu, šolska poslopja v Sevnici, Metliki, Trebnjem in Brežicah. Med industrijskimi poslopiji so najvažnejša: tovarna »Krka«, železnicarne, IMV in tovarna stekla v Novem mestu, »Belsad« v Črnomlju, »Novoles« v Straži, pohištvna industrija Brežice, pletenine Metlika, »Iskra« v Semiču itd. Od hotelskih objektov, zdravilišč in trgovskih zgradb naj navedemo zdravilišča v Šmarjeških Toplicah, Dolenjskih Toplicah, Čateških Toplicah, restavracijo in grad Otočec, Zeleno laguno v Poreču, depandanso hotela »Kvarner« v Ičićah in »Elektrotehne« v Novem mestu. Pomembni so kmetijski objekti v Metliki in Črmošnjicah, vinska klet v Metliki, skladišča v Gradcu in Rosalnicah. Pomembna je še udeležba pri gradnji cest in mostov: avto cesta pri Ivančni gorici, 16 mostov na avto cesti od Ljubljane do Zagreba, viadukt pri Ivančni gorici, mostovi čez Krko v Straži in Soteski, čez Savo pri Krškem.

Podjetje se je specializiralo v gradnji objektov po sistemu »Beton-siporex«, ki daje vso možnost dobre konkurenčnosti. Gradbeni operativi nudijo čvrsto pomoč specializirani centralni obrati: strojni park, žagarski obrat, mizarski obrat, kovinski obrat, samostojni servisi za popravila avtomobilov, cementinarski obrat ter obrat za polaganje vseh vrst podov kot tudi pleskarsko-slikarski obrat. Potem je tu vrsta separacij za pridobivanje agregata s kapaciteto do 100.000 m³ letno.

Podjetje je v 20 letih dosedanjega dela zgradilo 2456 različnih objektov v vrednosti več kot 45 milijard S din; letošnja realizacija naj bi dosegla 9 milijard S din. Med 1600 zaposlenimi ima podjetje 127 inženirjev in tehnikov. Iz skromnih razmer se je razvilo v sodobno gradbeno podjetje.

Delovni kolektiv se dobro zaveda, da bo v prihodnje veljalo samo tisto delo, ki bo solidno in kvalitetno, opravljeno v postavljenem roku. Ob uporabi novih načinov dela, sodobnih gradbenih materialov in z usposabljanjem tehničnega kadra bo podjetje kos zahtevam, ki jih pred gospodarske organizacije postavlja današnji čas.

Uprava ZGIT Slovenije vljudno prosi cenjene naročnike,
da poravnajo naročnino za tekoče leto po priloženih položnicah.

K R E D A

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

proizvaja

dodatke za beton

ALFA CEMENTOL — *pospeševalec*

pospešuje vezanje, daje hiter razvoj trdnosti, preprečuje zmrzovanje

BETA CEMENTOL — *pospeševalec in gostilec*

ima lastnosti pospeševalca in daje vodotesen beton

GAMA CEMENTOL — *gostilec*

daje gost, vodotesen beton, preprečuje zmrzovanje

DELTA CEMENTOL — *plastifikator*

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

ETA CEMENTOL — *aerant in plastifikator*

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

Vsi dodatki so uporabni v letnem in zimskem času.

Prospekti in navodila so na razpolago v podjetju.

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

Proizvaja še:

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