

3-4



# GRADBENI VESTNIK

1951



## V S E B I N A

Ing. Matej Kleindienst: PREGLED HIDROTEHNIČNIH DEL V SLOVENIJI  
Ing. Beno Plemelj: TLAČILNI ROVI HIDROCENTRAL — Ing. Rudolf Podgornik: INJICIRANJE PRI HC MOSTE — Ing. Marko Lavrenčič: NEKAJ O PROBLEMIH PRI PROJEKTIRANJU HIDROCENTRALE MOSTE — Ing. Igor Omersa: IZKUŠNJE PRI TORKRETNIH DELIH NA HIDROCENTRALI MOSTE — Ing. Milan Stegu: PROBLEMI FUNDIRANJA PRI MOSTOVIH — Ing. France Dolničar: ODVAJANJE IN ČIŠČENJE ODPLAK — Ing. Engelbert Hribernik: PLAVŽNA ŽLINDRA V INDUSTRIJI CEMENTA — Ing. Albin Jerin: PODLAGA ZA UTRDITEV V SODOBNI CESTOGRADNJI — Teh. Stane Kandus: PRESKRBA S PITNO VODO NA KRASU — TEHNIČNE IZPOPOLNITVE: Racionalizacije tovarne cementa, salonita in apna na Soči, Anhovo. Nov način obračunavanja gradbenih storitev — KRITIKA NAŠEGA DELA — Novi predpisi za lesne konstrukcije — NOVOSTI IZ DRUGIH REVIJ: a) Jaškaste peči v cementni industriji s konično oblikovano gorilno cono; b) Tehnika gradnje zemeljskih nasipov — UREDBE IN DRUGI ZAKONITI PREDPISI — RECENZIJA

244027



Ing. Matej Kleindienst:

## Pregled hidrotehničnih del v Sloveniji

### I. UVOD

Voda v bistveni meri vpliva na vse življenje v živi in neživi naravi. Telesna snov živih bitij v veliki meri obstoji iz vode. Od delovanja vode v zvezi z gravitacijskimi silami in z izpremembami temperature izvira v največji meri oblikovanje zemeljske površine, tako v velikem, t. j. pri razvoju reliefa zemeljske površine, kakor v malem, t. j. pri nastajanju tako zvane kulturne plasti, ki je prvi pogoj in podlaga za razvoj rasti in vsega življenja na suhem.

Površina zemeljske oble je v pretežni meri pokrita z vodo oceanov, jezer in rek. V oceanih so nastali prvi živi organizmi in vedno se še v ogromnih prostorih svetovnih morij razvija bujno življenje, o katerem je človeštvo doslej moglo dobiti le malo podatkov. V vseh geoloških dobah je morje odločilno vplivalo na tvorbo plasti, ki tvorijo danes večji del površine suhe zemlje. Morje še vedno na eni strani ustvarja nove plasti zemeljske skorje, na drugi strani pa z erozijskim delovanjem razkrajja in odnaša v prejšnjih geoloških dobah nastale hribine.

Človek s svojimi sredstvi ne more vplivati na osnovno vodno kroženje. Njegovo delo v zvezi z vodo se mora omejevati na eni strani na zavarovanje pred škodljivim delovanjem vode, na drugi strani pa na izrabo vode kot snovi oziroma pomožnega sredstva ali pa njene sile.

Med človeškimi stvaritvami so hidrotehniška dela po svojem obsegu, problematiki, zasnovi, težavnosti izvedbe in po pomembnosti za narodno gospodarstvo brez dvoma najpomembnejše naloge. Hidrotehniška dela, kakor n. pr. urejevanje hudournikov in rek, melioracije zemljišč, izgradnja akumulacijskih jezer in naprav za izrabo vodne sile ter plovni kanali in pristanišča so gradnje, ki med vsemi človeškimi deli v največji meri vplivajo na preoblikovanje zemeljske po-

vršine in na izpremembe gospodarskih ter socialnih razmer dežele. Zato tudi pripada vodnogradbenim delom tako pomembna vloga pri izoblikovanju gospodarske strukture države, to pa še prav posebno v socialističnem sistemu gospodarstva.

Urejevanje hudournikov in rek naj zavaruje gozdove, polja, komunikacije in naselja pred uničujočo silo vode; velika melioracijska dela naj izboljšajo ali na novo pridobijo potrebne poljedelske površine, da zagotovijo prehrano ljudstva industrializirane dežele.

Akumulacijska jezera naj izravnajo vodne množine rek za potrebo hidroelektrarn, poljedelstva in vodnega prometa, v svojih prostorih pa naj tudi zadržujejo visoke vode in ublažujejo poplave.

Hidroelektrarne naj preskrbe potrebne množine stalne in cenene energije za industrijo, obrt, poljedelstvo in gospodinjstvo.

Ureditev plovnih poti po rekah in kanalih naj omogoči cenen prevoz velikih množin surovin in izdelkov za potrebe gospodarstva.

Objekti sanitarne hidrotehnikе naj zagotovijo naseljem in industrijskim obratom potrebne množine primerne pitne in uporabne vode in naj v interesu vseh neposrednih ali posrednih koristnikov vode preprečijo onesnaženje vodotokov z odpadnimi vodami naselij in industrije.

Ne bomo navajali številčnih podatkov, ki so razvidni iz zakona o petletnem planu. Pripomnimo naj le, da je v petletnem planu posvečena prav posebna pozornost razvoju elektrifikacije zlasti izgradnji hidroenergetskih naprav, da se s tem ustvari podlaga za razvoj osnovne težke industrije, ki je nujna podlaga za zagotovitev neodvisnega razvoja vseh drugih gospodarskih vej ter za povečanje obrambne moči države.

Ko smo začeli po osvoboditvi projektirati in izvajati prva velika dela, se marsikdaj nismo mogli iznebiti nekega občutka tesnobe zaradi velikosti in odgovornosti nalog, ki so



stale pred nami. Ta občutek je deloma izviral iz objektivne zavesti premajhne izkušnosti, deloma pa je bil to občutek manjvrednosti, ki nas je prevzemal pri delu v predvojnih ozkih razmerah, ko so vsa že tako ali tako maloštevilna pomembnejša dela vodili tuji strokovnjaki. Če se danes ozremo nazaj, nam morda še vedno stopijo pred oči predvsem težave, s katerimi smo se morali boriti in napake, ki smo jih morali storiti zaradi nezkušenosti ali zaradi prenašanja delovnega tempa. Vendar pa se navzlic vsemu lahko z zadovoljstvom in s ponosom ozremo tudi na vrsto uspešno dovršenih del takega obsega in take vrste, kakor smo si jih prej mogli komaj predstavljati. Sodelovanje pri teh delih nam je dalo po eni strani samozavest, da se bomo prihodnjih nalog lotili s potrebno smelostjo, po drugi strani pa smo se iz težav in napak naučili, da moramo biti za delo dobro pripravljeni.

## II. HIDROTEHNIŠKA DELA V LR SLOVENIJI PO POSAMEZNIH STROKAH

V naslednjem bomo navedli po glavnih strokah hidrotehnike stanje del in potreb, to je, problematiko projektiranja oziroma planiranja in izvedbe predvsem za LR Slovenijo. V pregledni obliki se bomo dotaknili načelno le problematike posameznih strok.

Skušali bomo podati pregled po naslednjih glavnih strokah:

1. vodno gospodarstvo,
2. izraba vodnih sil,
3. urejevanje hudournikov, regulacija rek, melioracije,
4. komunalna ali sanitarna hidrotehnika in sicer:
  - preskrba s pitno vodo,
  - odvajanje in čiščenje odpadnih voda,
5. plovne poti in pristanišča.

### 1. VODNO GOSPODARSTVO

Pomen vode za življenje posameznega človeka kakor za potrebe skupnosti je tako velik, da se z ureditvijo države takoj pojavi potreba po ureditvi pravic in dolžnosti do vode. Z razvojem države v gospodarskem in socialnem oziru se vedno bolj vsiljuje tudi potreba po kolikor močnejši popolni rešitvi načina racionalnega gospodarstva z vodo.

Pri naglem razvoju industrije in elektrifikacije postaja vprašanje pravilno urejenega gospodarstva z vodo vse bolj in bolj aktualno. Pri reševanju obeh glavnih problemov v zvezi z vodo, to je zavarovanja pred škodo, ki jo lahko povzroča voda, in uporabe vode v razne namene, se pojavlja toliko potreb in toliko dostikrat nasprotnih zahtev, da je nujna koordinacija vsega gospodarstva z vodo. Te koordinacije pa ni mogoče doseči in kontrolirati z izdajo zakonov in predpisov, ki določajo pravice in obveznosti pri uporabi vode. Voda je dobrina, ki je na razpolago

v omejeni količini, zato mora v planskem gospodarstvu države obstojati dobro premišljen načrt, ki določa gospodarstvo z vodo na način, ki je za celotno narodno gospodarstvo najugodnejši. Ta načrt se imenuje **vodnogospodarski načrt**. Izdelava vodnogospodarskega načrta in skrb za njegovo pravilno izvajanje je naloga posebnega državnega organa: Uprave za vodno gospodarstvo.

Potrebo po izdelavi in odobritvi vodnogospodarskega načrta in po ustanovitvi pristojne ustanove za njegovo izvajanje smo čutili od začetka našega dela. Pri sestavljanju osnovnih načrtov za energetske izgradnje naših rek smo neprestano prihajali do vprašanj, katerih ni bilo mogoče obravnavati in rešiti v ozkem krogu posameznih resorov. Republiške planske komisije, pa tudi Zvezna planska komisija, niso imele potrebne podlage za študij postavljenih problemov in za izdajanje navodil in odločb. Zato je žal tu in tam prišlo do izvedbe projektov, ki bi po temeljitem študiju vodnogospodarskih potreb zahtevali drugačno rešitev. Mislim, da k sreči vsaj za Slovenijo lahko rečemo, da v tem oziru ni bila storjena nobena pomembnejša napaka in da je še čas, da se izgradnja na vodo vezanih objektov pravilno usmeri. Ker pa deloma še iz prejšnjih časov tudi v Sloveniji obstoji nekaj perečih vodnih problemov, je res skrajni čas, da se v gospodarstvu z vodo vpelje delo po enotnih načelih na podlagi skupnega načrta.

Ko je bil leta 1949 ustanovljen pri Zvezni vladi Komite za vodno gospodarstvo in nato postavljene republiške Uprave za vodno gospodarstvo, je bil vsaj s formalnega stališča storjen začetek za delo na reševanju problemov vodnega gospodarstva. S tem pa žal še ni zagotovljeno, da bomo v doglednem času dobili vodnogospodarski načrt, ki je tako potrebna podlaga za planiranje in projektiranje industrije glede na vrsto, kapaciteto in lokacijo, za izdelavo osnovnih projektov za energetske izgradnje rek itd.

Republiške Uprave za vodno gospodarstvo se še vedno bore z osnovnimi organizacijskimi težavami, posebno s pomanjkanjem potrebnega števila dovolj razgledanih strokovnjakov in pomožnega osebja, pomanjkanjem primernih prostorov itd.

Glede na izredno važnost izdelave vodnogospodarskih načrtov, ali vsaj smernic za način obravnave projektov na posameznih rekah, moramo poudariti nujnost, da se ojačijo ustanove, določene v ta namen in organizirajo tako, da bodo v odnošajih do projektantskih ustanov, investitorjev in resorov imele dovolj avtoritete za izvajanje potrebne koordinacije pri delih v zvezi z vodo. Te ustanove morajo dobiti posebne biroje za zbiranje gradiva za izdelavo vodnogospodarskega načrta in za delo pri načrtu.

V Sloveniji je cela vrsta zelo aktualnih, deloma naravnost akutnih problemov, katerih rešitev pričakujemo od Uprave ozir. Komiteja za vodno gospodarstvo še pred izdelavo celot-



nega vodnogospodarskega načrta. Naj navedem samo nekatere: Čiščenje odpadnih voda iz železarne Jesenice zlasti v zvezi s hidrocentralo v Mostah, čiščenje odpadnih voda iz zasavskih premogovnikov, čiščenje odpadnih voda papirne in usnjarske industrije, zavarovanje akumulacijskih bazenov pred zaproditvijo z izvedbo del pri ureditvi hudourniških področij, vprašanje možnosti izgradnje akumulacij na Cerkniškem in zlasti na Planinskem polju, preskrba vode za velenjski bazen itd.

Vodnogospodarski načrt naj reši predvsem načelna vprašanja. Tako n. pr. ni potrebno, da se z njim določijo že posamezne stopnje za energetska izrabo neke reke, podatki pa mora načelna navodila o načinu izgradnje posameznih odsekov kakor n. pr. s serijo pretočnih central brez derivacij, z akumulacijskimi centralami z derivacijami; določiti mora potrebo po izravnavi pretoka in po retardaciji visokovodnih valov, označiti množine vode, ki morajo biti na razpolago za industrijo, za namakanje polj in za druge gospodarske potrebe.

Kakor je razvidno iz gornjih kratkih ugotovitev, je vodno gospodarstvo tako važna naloga, da je potrebna ustanovam, ki se z njo ukvarjajo, takojšnja vsestranska pomoč. Če se to ne bo zgodilo, nas bodo bodoče naloge našle nepripravljene in bo nastala nepopravljiva gospodarska škoda.

## 2. IZRABA VODNIH SIL

S stališča narodnega gospodarstva je izraba vodnih sil gotovo najbolj pozitivno gospodarsko podjetje. Pridobivanje energije iz sile tekoče vode je posredno izkoriščanje sončne energije, ki je gibalno večnega kroženja vode na zemlji. Iz tekoče vode pridobljena energija ima pred vsemi drugimi vrstami energije bistveno gospodarsko prednost, da se za njeno pridobivanje ne trošijo zaloge snovi, ki so na zemlji na razpolago v omejenih množinah in lahko sedaj ali pa kdaj pozneje služijo kot važna surovina za industrijsko predelavo. S tega stališča je gospodarska prednost hidroelektrarn pred termičnimi elektrarnami na premog ali na zemeljsko olje izven diskusije vključno večjim začetnim investicijskim stroškom, ki jih hidroelektrarne v večini primerov zahtevajo. Ogromen pomen vodnih sil posebno za države, ki nimajo bogastva naravnih zakladov, zlasti premoga in nafte, se najbolje vidi iz primera Švice in Italije, ki tako rekoč gradita svoje narodno blagostanje samo na energiji, pridobljeni iz vodnih sil.

Naša država je z vodnimi silami srednje bogata. Po grobih cenitvah znaša gospodarsko izrabljiv učinek naših rek pri srednji vodi okrog 3,5 milijonov KW, od katerih odpade na LR Slovenijo okrog 875.000 KW ali 25%. Temu ustrezajoča letna energija znaša za vso državo nekako 27 milijard KW, oziroma v Sloveniji približno 6,5 milijard KW, to je 24%.

Od navedenih množin razpoložljivega učinka in energije so bili do l. 1939. izrabljeni le minimalni deli. Tako je znašal skupni učinek do druge vojne zgrajenih hidrocentral v vsej državi okrog 150.000 KW, v Sloveniji pa okrog 50.000 KW, t. j. za vso državo 4,3%, za Slovenijo pa 5,7% razpoložljivega učinka.

Pri izrabljeni energiji je bilo podobno stanje: V vsej državi je znašala izgrajena energija letno okrog 1,3 milijarde KW, oziroma 4,8% celotno razpoložljive, v Sloveniji pa 300 milijonov KW, oziroma 4,6%. Pri tem pa so bile še vse pomembnejše hidroelektrarne v rokah tujega kapitala.

Po Zakonu o petletnem planu naj bi se do konca prve petletke povečala produkcija električne energije v državi na 4,35 milijard KW, t. j. za okrog štirikrat v primeri s stanjem l. 1939. Po rebalansu plana koncem leta 1949 naj bi se to stanje doseglo do konca leta 1952.

To povečanje produkcije energije naj bi se doseglo z izgradnjo elektrarn s skupnim učinkom 1,55 milijona KW. S tem bi se množina letno producirane energije nasproti stanju v l. 1939 povečala v vsej državi za 3,95-krat, v Sloveniji pa za 3,61-krat.

V letu 1939 je odpadlo povprečno na enega prebivalca Jugoslavije letno 69 KW producirane električne energije, ob koncu petletke, oziroma po rebalansu, ob koncu l. 1952 pa naj bi to povprečje znašalo 272 KW.

V LR Sloveniji naj bi znašala koncem petletke letna produkcija električne energije skupno 1,3 milijarde KW, t. j. okrog 935 KW na enega prebivalca. Ta vrednost je tudi v primerjavi z državami z močno razvito elektrifikacijo dosti visoka.

Tako ima na enega prebivalca letno producirane električne energije: Norveška (v letu 1930) 3260 KW, Kanada (1933) 2000 KW, Ameriške združene države 980 KW, Belgija 566 KW, Francija 326 KW, Italija 270 KW, Avstrija (1948) 700 KW, Švica nad 200 KW itd. Povprečje za vso zemljo je znašalo leta 1931 135 KW na enega človeka. V daljnji perspektivi računajo nekateri avtorji n. pr. za Avstrijo celo do 10.000 KW na leto in na prebivalca.

Iz navedenih podatkov, ki so vzeti deloma iz starejših in ne popolnoma zanesljivih statistik, lahko sklepamo, kakšen razvoj in kako velike naloge nas še čakajo. Pri popolni izgradnji bi samo od letno razpoložljive energije hidroelektrarn odpadlo na enega prebivalca naše države okrog 1800 KW, na enega prebivalca Slovenije pa celo okrog 4800 KW.

Navedemo naj še nekaj orientacijskih števil v obsegu del pri izgradnji hidroelektrarn v Sloveniji:

Učinek hidroelektrarn, ki so bile že zgrajene po osvoboditvi ali so še v gradnji, bo znašal po popolni izgraditvi skupaj okrog 145.000 KW, skupna letno razpoložljiva energija teh naprav pa približno 810 milijonov KW. Objekti teh hidroelektrarn obsegajo



naslednje skupne množine glavnih gradbenih del:

izkop v nevezanem svetu	
in v skali . . . . .	ca 400.000 m <sup>3</sup>
izkop v rovih . . . . .	ca 75.000 m <sup>3</sup>
beton in armirani beton . . . . .	ca 315.000 m <sup>3</sup>
naravni kamen . . . . .	ca 10.500 m <sup>3</sup>
armaturno železo . . . . .	ca 6.200 ton.

Skupna investicijska vrednost navedenih naprav, všteti celo hidroelektrarno Mariborski otok, znaša okrog 2,9 milijard dinarjev.

Pri obravnavi vprašanj v zvezi z izrabo vodnih sil se bom nekoliko podrobneje ukvarjal s problemi projektiranja in modelnih preiskav ter z vprašanji izvedbe gradbenih del.

#### a) Projektiranje in modelne preiskave

Ko smo leta 1946 pričeli s projekti hidroelektrarn v Sloveniji, se je projektantski kader pravzaprav začel šele zbirati. Ta kader je bil tako rekoč brez praktičnih izkušenj pri projektiranju in gradnji objektov te vrste. Koncem maja leta 1945 smo se ob prvem pregledu stavbišča HE Mariborski otok spraševali, ali bomo sposobni, da sami nadaljujemo in dokončamo projekt in gradnjo te elektrarne. Danes je to delo dovršeno in naprava z enim strojnim agregatom v obratu, naši ljudje pa bogati z izkušnjami in se brez strahu lotevajo novih, tudi večjih in težjih nalog. Še več, v kratkem času njihovega dela so mogli ugotoviti marsikatero pomanjkljivost in napako, ki so jo zagrešili tujci, na katere smo prej gledali s prepričanjem, da samo oni lahko projektirajo in vodijo taka dela.

Res je, da je delo v začetku veljalo znatno več truda in tudi več časa, vendar je bilo poplačano z uspehom, ki je največ v tem, da smo dobili lepo število izvežbanih ljudi za taka dela.

Zaradi velike naglice pri gradnji objektov za izrabo vodnih sil so se na nekaterih stavbiščih pričela gradbena dela istočasno z začetkom geoloških preiskav in geodetskih predel ter dela pri projektih. Naravna posledica takega načina dela je bila, da se je delalo tako rekoč vedno »iz rok v usta« in da projekt tudi pozneje ni mogel več za potrebno mero prehiteti dela na stavbišču. Posebno škodljive posledice v tem oziru so imele prepozno začete in premalo sistematično izvedene geološke preiskave in sondaže. Ker so se prvotni projekti opirali na nezadostne geološke podatke, so morali med gradnjo utrpeti vedno nove izpremembe in dopolnitve, ki so se pokazale potrebne zaradi novih geoloških ugotovitev.

Da je zaradi takega dela trpela dostikrat tudi kvaliteta in ekonomija projektiranja, je bila nujna posledica.

V poznejši fazi projektiranja, zlasti pri izdelavi detajlnih projektov, so se pojavile težave zaradi čisto zelo slabe in neredne zveze s projektanti in z dobavitelji hidro-

mehanske in elektrostrojne opreme. Ta težava še do danes ni popolnoma premagana.

Da bi se pospešilo delo pri detajlnih projektih in zadovoljile potrebe stavbišč, je bilo za leto 1950 pri izdelavi plana projektiranja sprejeto načelo koncentracije sil na projekte tistih objektov, ki so v gradnji, t. j. na detajlne projekte. S tem naj bi se končno prišlo do normalnega razmerja med projektom in gradnjo, da bi dobila operativna projekte pred začetkom dela, jih temeljito preštudirala in izvršila potrebne predpriprave.

Projekti naj bodo res kompletni, s popisi del, izmerami in z analizami cen.

Ker je število projektantov, zlasti takih s potrebnimi izkušnjami, še vedno premajhno, zaradi omenjene koncentracije dela na objekti v gradnji ne bo preostajalo časa za delo pri osnovnih in idejnih projektih objektov, ki bodo prihodnja leta prišli v plan izgradnje. Zato omenjena koncentracija dela sicer več ali manj popolno rešuje trenutne potrebe, povzročila pa bo težave v prihodnjih letih, ko bomo morali spet začeti nove gradnje nezadostno nepripravljene.

V programu izgradnje za prihodnja leta je sicer nekaj hidrocentral, katerih lega in način izgradnje sta več ali manj določena, brez širših študij. Vendar pa je za celo vrsto naprav, med njimi tudi takih, ki po aktualnosti izgradnje prihajajo na prva mesta, potrebno poznati celotno vodno gospodarstvo in energetske rešitve tistega vodotoka ali celo skupine vodotokov, če hočemo zagotoviti njihovo pravilno projektiranje.

**Vodnogospodarska osnova in osnovni projekt za Savo in Sočo** je nujna naloga projektantov, da bo po odobritvi osnovnega projekta mogoče s potrebno zanesljivostjo pričeti z izdelavo idejnih projektov za posamezne hidroenergetske objekte.

Za izdelavo energetskega osnovnega projekta pa je nujna podlaga vodnogospodarski načrt, ali pa vsaj čim bolj podrobno sestavljanje smernic, ki jim mora izdati Uprava za vodno gospodarstvo.

Vzporedno s tem morajo planske ustanove in instituti elektrogospodarstva študirati energetske osnove in dati projektantom hidroelektrarn potrebne smernice za izbiro in elemente za dimenzioniranje novih naprav.

Pri tem se morajo seveda upoštevati možnosti izravnave razpoložljivih naravnih virov vodne energije s povezavo sistemov central na vodah različnih hidroloških značilnosti, s hidravličnimi in energetskega akumulacijami in končno s kaloričnimi napravami, katerih vloga v celotnem energetskega sklopu bo s tem obenem določena.

Iz potrebe po rešitvi osnovnih vprašanj energetske izrabe naših voda so že pred leti nastale posamezne študije in poizkusi. S temi problemi so se ukvarjali nekateri posamezni strokovnjaki, projektantske skupine in instituti.

Vse to delo, ki je marsikaj prispevalo k reševanju danih nalog in zbralo dokaj ko-



ristnega gradiva, bo dobro služilo pri izdelavi vodnogospodarske osnove in osnovnih projektov.

Za konkretno delo pri teh projektih pa je potrebno sistematično zbiranje tehniškega in gospodarskega gradiva ob sodelovanju vseh prizadetih ustanov.

Da bo delo pri projektiranju uspešno, t. j. kvalitetno in hitro, je treba dati projektantskim skupinam vso potrebno pomoč. Ker je največja ovira pri projektiranju skoro povsod pomanjkanje zanesljivih hidroloških podatkov in geoloških preiskav, je treba zlasti **okrepiti hidrološko službo** z dodelitvijo novih sposobnih ljudi in s preskrbo sredstev, t. j. modernih priprav, prevoznih sredstev itd.

**Geološki zavod naj pritegne k intenzivnemu delu vse razpoložljive geologe**, obenem pa naj stremi za tem, da se vsaj za prihodnja leta izvežba primerno število pravih tehniških geologov.

Na podlagi študije o energetski povezavi Save z Dravo, Sočo in s hrvaškimi primorskimi hidrocentralami, katera se je pričela pri bivšem »Hidrobiroju« Projektivnega zavoda LRS in se sedaj dovršuje pri Upravi za vodno gospodarstvo LRS, bo mogoče dobiti precej dober pregled o razpoložljivih učinkih in množinah energije na naših rekah. To bo omogočilo zaključke o potrebi in možnosti izravnave s pomočjo akumulacij, o racionalnosti prenašanja energije in o vlogi obstoječih in upravičenosti izgradnje novih termičnih central.

Da bi se zadostilo potrebam po električni energiji tudi v krajih, ki so oddaljeni od velikih elektrarn in daljnovodov, bo potrebno tudi v Sloveniji pričeti s sistematskim študijem možnosti izgradnje malih central za potrebe obdelovalnih zadržug ali tudi nekoliko večjih naprav za ojačitev perifernih delov električnega omrežja. To bo veljalo posebno za južni in jugovzhodni del Slovenije, t. j. Kočevsko, Notranjsko in Belo Krajino.

Pri dosedanjem delu so se pokazale mnoge pozitivne izkušnje v **sodelovanju med projektantskimi skupinami za hidrocentrale in z Institutom za vodne zgradbe na TVŠ**. Tudi diplomske naloge so bile vzete iz realnega programa izgradnje, tako da so tudi inženirski kandidati vsaj nekaj prispevali k zbiranju gradiva za prihodnje resne projekte, obenem pa so imeli priliko videti, kako se v praksi izdelujejo projekti. Ta način sodelovanja pedagoških ustanov s prakso in narobe se bo tudi v prihodnje ohranil in še povečal, ker ima na sebi veliko dobrega tako za projektantske skupine iz prakse kakor tudi za pravilno vzgojo novih projektantov in izvajalcev teh specialnih del.

Zaradi pomanjkanja izkušenih strokovnjakov se pojavljajo **težave zlasti pri izdelavi podrobnih projektov**. Zaradi premajhne izkušenosti in zaradi prekipenja dela žal le prevečkrat trpi tehniška, še bolj pogosto pa ekonomska stran projektov, posebno ker

v največ primerih ni potrebnega časa za obdelavo in za skrbno analiziranje variantnih rešitev. Tej okolnosti bo treba v prihodnje posvetiti največ skrbi, predvsem pa je na vsak način potrebno, da se končno enkrat doseže normalno stanje projektiranja glede na gradnjo, namreč, da **bodo pred pričetkom gradbenih del na stavbišču na razpoložljive odobreni popolni glavni projekti, izdelani na podlagi odobrenih osnovnih in idejnih projektov**. Šele ko se doseže to stanje, bo mogoče zahtevati in izvesti **realno planiranje in plansko disciplino**, ki je prvi pogoj za vsako redno delo pri izgradnji.

Za okrepitev projektantskih birojev z izkušenimi strokovnjaki bi bilo treba pričeti s postopno zamenjavo strokovnjakov iz operative, zlasti tistih, ki imajo veselje in smisel za projektiranje, s projektanti, ki še nimajo zadosti izkušenj pri izvedbi del. Če bi se to izvršilo previdno in postopno, bi se lahko pomagalo kvaliteti projektov in izvedbi del na stavbiščih.

Navzlic raznim težavam, navzlic neštetim oviram subjektivnega in objektivnega značaja pa se vendar smemo z zadovoljstvom ozreti nazaj na doslej dosežene uspehe in z zaupanjem v lastne sile pričenjati bodoče težke naloge.

Omenimo le nekaj najznačilnejših težjih primerov, ki so: rešitev vrste izredno težavnih fundacijskih, konstruktivnih, hidravličnih in izvedbenih problemov pri hidrocentrali Moste, ki izvirajo največ iz zelo zamotanih geoloških razmer. H konzultacijam so bili pritegnjeni tudi nekateri priznani inozemski strokovnjaki, ki pa so v večini primerov lahko le potrdili predloge domačih projektantov in izvedencev.

Nadalje: razvoj domačega specialnega cementa za pregrade in druge masivne zgradbe iz betona, to je tako zvani »H« cement, ki ga je po iniciativi projektantov sestavil prof. dr. Kavčič, in ki je v Mostah pokazal prav dobre lastnosti, to je majhno hidratacijsko toploto pri normalni trdnosti, večji gostoti in odpornosti betona proti škodljivim vplivom agresivne vode, čeprav zaradi proizvodnih težav in pomanjkljivih preiskav med delom uspeh ni mogel biti popoln. Nadaljnjemu razvoju »H« cementa je treba tudi v bodoče posvetiti vso zaslužen pozornost, predvsem pa izvesti serijo primerjalnih preiskav z idealnim agregatom za končno veljavno zanesljivo ugotovitev vseh njegovih lastnosti.

Za meritve deformacij pri tlačnih preiskavah rovov zaradi določevanja elastičnih konstant hribine so bili konstruirani in praktično preizkušeni posebni **električni indukcijski merilci**. Z njimi bomo lahko projektiranje rovov in tlačnih jaškov postavili na zanesljivejšo temelje in v določenih primerih prihranili velike količine gradiva in denarnih sredstev.

V študiju in predlogih za praktične preizkušnje so **novi načini obloge** tlačnih rovov,



ki bodo v primeru uspeha dali zelo ekonomske konstrukcije.

Med študijem podslapij central rečnega tipa so se razvile racionalne ekonomsko ugodne rešitve, ki jih uporabljamo pri centralah Medvode in Vuzenica.

Za nadomestilo obloge podslapij in zidov z dragim in nedosegljivim granitom so bili podani razni predlogi za oblogo z umetnimi kvadri iz betona z eruptivnim agregatom. Pri preiskavah se je material dobro obnesel in se že praktično uporablja v Medvodah. Prihranek bo znašal nad 60% stroškov v primerjavi z naravnim kamnom.

V rovu hidrocentrale Savica je bil uporabljen način obloge rova s **cementnim ometom neposredno na skalo**. Ko se je ročni omet še nadomestil s pnevmatično brizganim ometom po načinu, ki ga je razvila »Hidro-elektra« pri centrali Vinodol, se je ta način izkazal za res kvalitetno, ceneno in hitro izvedljivo rešitev.

Pri hidrocentrali Moste so bila prvič pri nas izvedena v velikem obsegu torkretna dela in konsolidacija skale z injekcijami.

Pri hidrocentrali Mariborski otok sta bili dve pretočni polji provizorično zaprti z betonskimi loki, zgoraj opremljenimi z lesenimi iglastimi zaporami, spodaj z vrsto odprtih zaprtih s tankimi loki, ki naj bi se v primeru nujne potrebe odstranili z miniranjem. Konstrukcija, ki je nastala kot izhod za silo zaradi nujnosti prihranka konstruktivnega jekla za zatvornice v sedanjem najkriticnejšem času, je sama na sebi zelo zanimiva in tudi ekonomična, vendar se je projektanti in odgovorni strokovnjaki iz pogona ne vesele posebno, ker je stara stvar, da provizoriji navadno najdalj trajajo. V danem primeru pa je tveganje za primer neke izredno visoke vode preveliko v primerjavi z navedenimi začasnimi prihranki.

Veliko pomoč pri projektiranju imajo projektanti v **modelnih preiskavah v Vodogradbenem laboratoriju**, katere omogočajo kontrolo računsko ugotovljenih oblik in dimenzij objektov in reševanje hidravličnih problemov, ki so za račun težko dostopni. V nekaj letih dela za potrebe objektov za izrabo vodnih sil je laboratorij lahko dokazal upravičenost obstoja in potrjuje z vsakim novim rešenim problemom tudi pravilnost prizadevanja projektantov, da bi se laboratorij razvil še naprej, posebno za reševanje najtežjih hidravličnih problemov s področja nestacionarnega gibanja vode.

Z verifikacijo računskih rezultatov in z možnostjo kontrole pravilnosti izbranih konstrukcij omogoča laboratorij projektantom izbiro najekonomičnejših rešitev, katerih izvedbo bi projektant brez poizkusa težko smel prevzeti na svojo odgovornost. Na ta način so bile prihranjene že pomembne milijonske vsote.

Zaradi popolnosti naj še navedem, da se že od leta 1949 izdelujejo v Sloveniji tudi

projekti za vse hidrocentrale v NR Črni gori. Trenutno se projektirajo štiri centrale.

## b) Izvedba

V nič manjši meri kakor projektanti je bila tudi gradbena operativa z izgradnjo velikih hidroenergetskih objektov postavljena pred zelo težke naloge. Brez zadostnega splošnega in skoro popolnoma brez specialnega inventarja za taka dela in brez izkušenega kadra so podjetja morala začeti z izvrševanjem nalog, ki bi bile zadosti težke tudi za dobro organizirana specialna podjetja za taka dela.

Premagati je bilo treba mnogo ovir tehniškega in organizacijskega značaja, ki so neugodno vplivale na kvaliteto in napredek del, vendar se danes na splošno lahko s ponosom govori o doseženih uspehih pri delih takega obsega, kakor si ga v nekdanjih ozkih razmerah nismo upali niti predstavljati. Za te uspehe se moramo predvsem zahvaliti res nesebičnemu in požrtvovalnemu prizadevanju delovnih kolektivov od vodstva do poslednjega pomožnega delavca.

Uporabljeni so bili novi sistemi organizacije dela, razvite nove racionalne delovne metode in večinoma z nadvse skromnimi sredstvi izvedena mehanizacija dela, ki je danes na nekaterih stavbiščih že na prav visoki stopnji tako po obsegu kakor po kvaliteti.

Pri delu na stavbiščih se je skoraj neprestano pojavljala največja težava v **pomanjkanju delovne sile**, ves čas pa je absolutno primanjkovalo **srednjega in nižjega tehniškega osebja** za neposredno vodstvo in organizacijo dela. Posledice tega stanja so se žal na nekaterih stavbiščih pokazale v poslabšanju kvalitete in slabi ekonomičnosti izvedbe.

**Višji tehniški kader je bil vse preveč zaposlen z administrativnim delom**, kar je na nekaterih stavbiščih spričo že itak malega števila strokovnega kadra imelo naravnost usodne posledice. Kakor je bilo že poprej omenjeno, so se te težave še povečale zaradi tega, ker se je **gradnja začela obenem s preiskavami terena in s projektiranjem**, ali pa še celo prej in v nekaterih primerih projekt še do danes ni mogel prehiteti gradnje za potreben čas vsaj nekaj mesecev. Deloma je težava izvirala ravno iz pomanjkanja terenskih oz. geoloških podatkov. V nekaterih primerih so bila te zakasnitve kriva tudi podjetja, ki so se upirala dati prednost sondažnim delom, potrebnim za podlago projektu.

Velika ovira za organizacijo res kvalitetnega dela je bila na nekaterih stavbiščih **prepozna in nepopolna organizacija laboratorijev** za poprejšnje in kontrolne preiskave materiala. To je nastalo deloma zaradi pomanjkanja opreme za laboratorije in primerne strokovnega osebja, deloma pa žal tudi zaradi nepravilnega odnosa nekaterih strokovnjakov do kvalitete dela, kar pa je naravnost nerazumljivo.



V odnošajih med projektanti, zastopniki gradbenega podjetja in investitorja so ponekod nastopale težave, ki so izvirale večinoma iz nepravilnega razumevanja potreb skupnega dela, v izjemnih primerih pa žal tudi iz subjektivnih težav nekaterih posameznikov. V splošnem je potrebno ugotoviti, da so projektanti imeli premalo avtoritete pri opravljanju nadzorstva na stavbiščih.

Zaradi prezaposlenosti vodilnega kadra operative in projektantov žal ni bila registrirana marsikatera posebnost in izkušnja pri delu, ki bi bila pomembna za bodoče podobne gradnje.

Preden končamo poglavje o izrabi vodnih sil v Sloveniji bi želeli posebej poudariti, da je v nadaljnjem programu izgradnje hidroelektrarn v Sloveniji **pravilno forsirati predvsem naprave na Dravi med Vuzenico in Falo**. Ta odsek je osnovno rešen, vodnogospodarsko jasen, projekti v idejni rešitvi dognani, strojna oprema po obstoječih tipih in gradbena operativa najbolj opremljena in izvežbana. Zaradi posebno ugodnih hidroloških razmer Drave je ta naša reka najvrednejša za izgradnjo. Zaradi jasnih geoloških prilik in velikih učinkov so naprave na Dravi tudi specifično najcenejše med vsemi našimi napravami. Poleg tega obstoji neposredno energetska potreba po izgradnji teh naprav glede na razvoj Strnišča in druge industrije v tem področju. Z izgradnjo še manjkajočih dveh stopenj bo zaključen sistem central od Žvabeka do Maribora in tedaj bo čas, da začne obratovati pod enotnim pogonskim vodstvom, kar je edina realna in gospodarsko opravičljiva rešitev za odstranitev sedanjih velikih pogonskih nevšečnosti.

Na drugem mestu po vrednosti in nujnosti izgradnje je Sava v odseku Zidani most—Krško zaradi energetske potrebe in relativno velikih naprav.

### 3. UREJEVANJE HUDOURNIKOV, REGULACIJA REK, MELIORACIJA ZEMLJIŠČ

**a) Hudourniki.** V petletnem planu je za dela za ureditev hudourniških področij v Sloveniji predvidena **investicijska vsota 800 milijonov dinarjev**.

Važnost teh del v naši republici, kjer so številna velika hudourniška področja, zlasti v porečju Save in Soče, je tako velika, da bo v prihodnjih letih neogibno potrebno posvetiti bistveno večjo skrb študiju in izvedbi hudourniških del, kakor so je bila ta dela žal deležna do sedaj. Urejevanje hudournikov, t. j. predvsem zavarovanje in pogozdovanje področij, s katerih hudourniki zbirajo vodo in erodirani material, in pa zagraditev hudourniških korit zaradi zadrževanja proda in stabilizacije struge ima predvsem namen, da zavaruje gozd in sploh vegetacijske odeje zemljiških kompleksov.

Pomen gozda za izboljšanje režima rek in za zmanjševanje prodonosnosti je tako velik,

da lahko rečemo, da je zaščita gozdov poglavitni problem vodnega gospodarstva. V Sloveniji obstojajo tako aktualni problemi s področja ureditve hudournikov, da bo celo z največjo pospešitvijo teh del zelo težko doseči pravočasne uspehe za zaščito novih naprav pred škodljivimi posledicami prodonosnosti.

Kot primere naj navedem le: akumulacijski bazen HE Moste, HE Medvode in zlasti bazen HE Mavčiče v odseku tik pod Kranjem, Kamniška Bistrica, naprave na Soči itd.

Načelno je treba ugotoviti, da je nujno, da se takoj, sistematično in velikopotezno lotimo urejevanja hudourniških področij, ker so ta dela dolgotrajna in se uspehi pokažejo šele po razmeroma dolgem času. Mora pa biti ta problem rešen vsaj za najvažnejša področja pred izgradnjo velikih akumulacij, ker bodo te sicer v kratkem času postale žrtve zaproditve. V ta namen vloženo delo se bo bogato izplačalo na vseh ostalih hidrotehniških delih, t. j. hidroelektrarnah, regulaciji rek in melioracijah zemljišč. V okviru vse države ima pri tem Slovenija zelo važno vlogo glede na ureditev Save, naše najvažnejše reke.

**b) Regulacija rek** je v našem pretežno planinskem svetu problem, ki je najožje povezan z energetske izgradnje rek. Vprašanje regulacije bo v pretežni večini primerov z izgradnjo energetskih stopenj odpadlo ali pa bo rešeno obenem s projektiranjem in z izgradnjo hidrocentral. Tako bodo glavna regulacijska dela omejena na zavarovanje zemljišč in komunikacij ob rekah pred izgradnjo hidrocentral in na večje samostojne regulacije ravninskih odsekov rek, ki ne prihajajo v poštev za energetske izgradnje.

Pri teh delih bo treba poiskati nove racionalne konstrukcije in delovne metode, posebno tam, kjer gre za začasne zgradbe, potrebne do izgradnje reke za izrabo vodne sile.

**c) Melioracije** poljedelskih zemljišč so ena osnovnih nalog, ki jih določa petletni plan. Za Slovenijo je določena **osušitev 20.000 ha zemljišč, umetno namakanje 3.000 ha površin, melioracija 11.000 ha pašnikov in planin ter ureditev 10.600 ha nedonosnih pašnikov in steljnikov** za kmetско proizvodnjo.

Začeta in deloma so dovršena dela v Prekmurju, ob Pesnici, na Pšati, Lijaku, začete so preiskave in poizkusi na Ljubljanskem barju, kraških poljih, na Kočevskem.

### 4. SANITARNA HIDROTEHNIKA

**a) Preskrba s pitno in z uporabno vodo** je najosnovnejše vprašanje, od katerega ugodne rešitve je v odločilni meri odvisen obstoj človeka in razvoj njegove civilizacije, zlasti pa še možnost razvoja obrti in industrije.

V Sloveniji bodo pred projektante in planske ustanove postavljene nekatere prav



težke naloge s tega področja, tako pri preskrbi pitne vode, posebno v kraških področjih in za večja mesta; pri preskrbi uporabne vode pa povsod, kjer se bo industrija skoncentrirala ob manjših vodotokih ali na področjih z revno podtalno vodo.

Da bo mogoče dobiti potreben pregled o podtalnici in vpeljati vodno gospodarstvo tudi s podtalno vodo, je potrebno, da se čimprej začne s sistematičnimi preiskavami in se končno sestavi kataster podtalnih voda.

Zaježitve vode pri izgradnji hidrocentral bodo ponekod vplivale na lego in množino podtalne vode, kar ima lahko ugodne ali pa škodljive posledice.

V petletnem planu je za Slovenijo predvidena izgradnja oziroma obnovitev **140 km vodovodov** v krajih z revnimi studenci, kakor je Suha Krajina, Bela Krajina, Novo mesto.

**b) Odvajanje in čiščenje odpadnih voda naselij in industrij.** V petletnem planu je določena izgradnja kanalizacijske mreže v naseljih v skupni dolžini 74 km.

Čeprav je delo pri odvajanju in čiščenju odpadnih voda v Sloveniji ponekod silno pereč problem, žal na tem področju do zadnjega časa ni bilo skoro nič storjenega. Že v uvodu sem omenil nekaj najaktualnejših nalog iz področja industrijskih odpadnih voda, dodatno pa bi še navedel problem kanalizacije in čistilne naprave za Ljubljano, ki postaja s širjenjem mesta vedno bolj nujen problem.

Uprava za vodno gospodarstvo ima v teh vprašanih veliko važnih nalog, če smemo upati, da bo vsaj ta ustanova imela potrebno avtoriteto, da bo vprašanja čiščenja industrijskih voda v naši državi končno spravila iz stanja večnega odlašanja. Stvar je tako važna, da zasluži veliko pozornost. Če se dosedanja praksa na tem področju takoj ne spremeni, bomo iz naših še preostalih lepih bistrih voda v nekaj letih napravili smrdljive kloake in mrtva jezera.

## 5. PLOVNE POTI IN PRISTANIŠČA

Gotovo je res, da izgradnja velikih plovnih poti po naših rekah danes in v bližnji bodočnosti še ne more biti aktualna. Ker pa je od rešitve vprašanja, ali in za kakšno kategorijo plovnih objektov se bodo predvidoma kdaj pozneje zgradile plovne poti po rekah, odvisna tudi osnovna energetska rešitev za posamezne reke, je potrebno preštudirati razne možnosti in variante za speljavo bodočih plovnih poti.

Pri tem gre enkrat za povezavo posameznih pokrajin naše države med seboj, drugič za velike notranje evropske zveze in tretjič za povezavo jedra Evrope s Sredozemskim morjem in preko Sueškega kanala z velikim svetom.

Jasno je, da je rešitev na drugem in tretjem mestu navedenih vprašanj odvisna predvsem od velikega političnega in gospo-

darskega razvoja Evrope in sveta in danes še ne moremo imeti elementov za konkretni študij takih projektov, vendar pa je le potrebno imeti pred očmi različne možnosti, ki se v teku razvoja lahko pojavijo. Hidroelektrarne in druge objekte na rekah z varjetnimi možnostmi poznejšega razvoja vodnega prometa bo treba projektirati tako, da se v najširših mejah pusti možnost poznejše naknadne izgradnje projektov za plovbo.

## ZAKLJUČEK

Pregled uspehov dosedanjega dela naj nam potrdi zaupanje v naše sposobnosti za izvršitev bodočih še večjih in še odgovornejših nalog. Slabe izkušnje in neuspehi pa naj nas opozarjajo na potrebo poglobitve znanja in povečanja prizadevanja, da bomo v bodoče dosegli res potrebno višino glede tehniške kvalitete in ekonomičnosti pri našem delu.

Iz gornjega referata posnemamo naslednje zaključke za hidrotehniško skupino:

1. Ugotavljajo se številni dobri uspehi na vseh področjih dosedanjega dela in potreba po poglobitvi strokovnega prizadevanja glede kvalitete in ekonomičnosti dela.

2. Ugotavlja se potreba po ojačenju in dokončni organizaciji ustanov za vodno gospodarstvo, tako da bodo res mogle opravljati svoje naloge in s potrebno avtoriteto nadzirale izvajanje vodnogospodarskega plana.

3. Treba je pospešiti delo pri vodnogospodarskih načrtih in smernicah za izdelavo osnovnih projektov.

4. Treba je okrepiti projektantske skupine za hidroelektrarne, da se doseže normalno delo po pravočasno odobrenih projektih z vsemi predpisanimi sestavnimi deli.

5. Uredi naj se vprašanje odnosov med projektanti in izvajalci ter investitorji. Projektantom in strokovnjakom operativcem naj se zagotovi potrebna avtoriteta pri njihovem prizadevanju za kvaliteto gradiva ter za kvaliteto in ekonomsko izvedbo del.

6. S potrebnimi ukrepi naj se dvigne kvaliteta cementa in drugega gradiva ter izvedbe del na stavbiščih in naj se strogo kontrolira ekonomičnost dela glede pomožnih naprav, metod dela in uporabe gradiva.

7. Zagotovi naj se pravočasna in vestna sestava realnih letnih planov investicij in naj se izvede planska disciplina.

8. Določijo naj se potrebna sredstva za izvedbo najnujnejših del pri ureditvi hudourniških področij in naj se začne z velikopoteznim sistematičnim delom v tej stroki.

9. Izdajo naj se odločni ukrepi za rešitev problemov čiščenja odpadnih voda industrije.

10. Posveti naj se večja skrb vzgoji in izvežbanju hidrotehniškega kadra. Preskrbi naj se vsa važna svetovna strokovna literatura in periodične publikacije v potrebnem številu izvodov. Strokovnjakom naj se tudi omogoči študij velikih inozemskih del in stik s tamkajšnjimi izvedenci.



## Tlačilni rovi hidrocentral

### FUNKCIJA TLAČNEGA ROVA IN ZAHTEVE V ZVEZI Z OBRATOM

Tlačni rov dovaja vodo iz akumulacijskega bazena do strojnice. Dolgi tlačni rovi vzdolž doline ali pa proti porečju kake druge reke prihajajo v poštev pri srednje- in visokotlačnih akumulacijskih napravah.

Obzidje tlačnega rova prevzema zemeljski pritisk in notranji vodni pritisk ter mora biti čim bolj vododržno nepropustno. Seveda moramo z gladko površino sten ustvariti čim manjši odpor proti gibanju vode.

Geološke ekspertize imajo velik pomen pri določanju položaja, v kateri hribini ali formaciji bo potekal tlačni rov. Iz poznejših izvajanj bo razvidno, da je lega tlačnega rova v kompaktni solidni hribini umestna zato, da hribina čim bolje sodeluje z oblogo pri prevzemu notranjega pritiska. Takšne solidne hribine so običajno starejših formacij in ležijo bolj globoko. Če razpolagamo pri izbiri nivoja tlačnega rova z geološkimi profili, se bomo na osnovi izkustva in kalkulacije lahko odločili za neko določeno varianto. Vsekakor so bolj zanesljive globoke lege tlačnega rova z zadostnim krovom hribine, vertikalno in prečno do pobočja doline.

### NAČINI IZVEDBE IN PROFIL ROVA

Profil tlačnih rogov je večinoma okrogel ali vsaj približno okrogel. Od obtežb, katerim mora kljubovati ostenje rova, po večini prevladuje notranji vodni pritisk. Okolna hribina kakor tudi beton lahko prevzmeta natezne napetosti le v prav majhni meri. Da ne bi tako nateznih napetosti še stopnjevali, se z okroglim profilom rova izognemo večjim momentom zaradi notranjega vodnega pritiska. Takoj sedaj naj omenim, da pri tlačnih rovih ne priporočamo uporabe železobetona, oziroma, da ga je treba porabiti s precejšnjo previdnostjo. Iz obsežnih, doslej poznanih izsledkov je razvidno, da dobiva železobeton že pri napetosti železa  $300 \text{ kg/cm}^2$  razpoke, skozi katere se potem izgublja voda ter ga zato nikakor ne moremo zavarovati pred rjavenjem.

Izvedbe tlačnih rogov so naslednje:

a) rov, izkopan v hribini brez druge obzidave, samo z ometom — v solidni čvrsti hribini in pri majhnem tlaku.

b) obzidava z nearmiranim betonom ter z injekcijami in z notranjim ometom.

c) beton z redko, toda močno armaturo zunaj, blizu kontakta s hribino ter z laže armiranim torkretom ali gunitom znotraj rova v jakosti 7 cm; tak način izvedbe se s pridom uporabi v slabši degradirani hribini.

č) nearmiran betonski plašč z laže ali močnejše armiranim torkretom ali z gunitom znotraj rova.

d) betonski plač v prej napetem betonu.

e) betonski plašč z jekleno oblogo znotraj rova.

Pri vseh teh izvedbah je treba ob stiku med betonom in hribino uporabiti injekcije. Injekcije ustvarijo tesen kontakt med betonom obzidja in hribino, neko prejnapestost betona, (kolikor bi bila v trdni skali dosegljiva), vododržnost ter morebiti zvišajo elasticitetni modul hribine.

### OSNOVE STATIČNEGA RAČUNA IN POTREBNI PODATKI

Pri tlačnih rovih prevladuje obtežba zaradi notranjega pritiska. Če bo rov zadostno dimenzioniran za potrebe obratnega vodnega pritiska, bo zdržal tudi pritisk hribine v normalnih okolnostih in majhne momente zunanje neenakomerne obtežbe.

Ruska metoda računa tlačnih cevovodov je empirična in zato najbolj preprosta. Podaja nam diagram participacije okolne hribine pri prevzemu pritiska v odvisnosti od karakteristike stisljivosti hribine ( $\text{kg/cm}^3$ ). Nadalje navaja tudi neke direktive jakosti obzidave v odvisnosti od koeficienta togosti hribine in obratnega pritiska.

Ta način je zelo preprost, šablonski, vendar ima to pomanjkljivost, da pri izbiri vrednosti lahko precej pogrešimo.

Iz zgodovine razvoja preciznejših računskih metod je omeniti komplicirane postopke, ki so bili vsi objavljeni že pred letom 1924. Büchi, Mühlhofer, Effenberger. Novejše računske postopke so priredili ali objavili Girkmann, Frey-Baer, Sulser in Oberti. Pomembne poizkusne rezultate so med drugo svetovno vojno dosegli v Švici in v Italiji. Najvažnejše izsledke bomo tu analizirali.

Vse računske metode se od dejanskih razmer več ali manj oddaljujejo, tako na primer predpostavljajo, da je okolna hri-



bina homogeno elastično telo, ki se deformira po Hookovem zakonu. Račun po Girkmannu ne upošteva prečne kontrakcije zaradi dvoosnih napetosti v smeri tretje prostorske osi. Račun po Frey-Baeru upošteva tudi to kontrakcijo s Poissonovo konstanto  $m=6$  ter  $E_b=200.000 \text{ kg/cm}^2$ . Za radialni raztezek nearmiranega betonskega obzidja HC Moste  $u=0,08 \text{ mm}$  pri pritisku  $p=4,0 \text{ at}$  dobimo po Frey-Baeru rezultat za elast. modul hribine  $E_f=55.000 \text{ kg/cm}^2$ , po Girkmannu pa  $E_f=101.700 \text{ kg/cm}^2$ .

Te zelo različne rezultate navajam, da bi utemeljil predlog, ki ga bom podal pri poročilu o tlačnih poizkusih HC Lovero v Italiji. Predlog bi bil, da v prihodnje opustimo komplicirane računske metode tlačnih rofov z dvomljivimi rezultati ter se omejimo na izbiro različnih vrst obzidav na osnovi izkušnje ali preproste presoje s kotlovsko formulo in presojo participacije hribine pri pritisku. Po izbiri različnih oblog bi v naravi napravili tlačne poizkuse v odsekih posameznih kategorij hribine. Tako bi določili vodne izgube, kritične pritiske ob porušenju, začetek razpokanja obzidave in raztezke betona in armature. Na ta način bomo zanesljivo poiskali najsolidnejšo rešitev obzidave rova, ki bo istočasno verjetno tudi najekonomičnejša. Stroške tlačnih preizkusov bo brez dvoma povrnila ekonomičnejša izvedba gradnje, treba pa je takšne poizkuse časovno planirati tako, da ne bodo ovirali napredka ostalih gradbenih del.

## O TLAČNIH PREIZKUSIH

Z opisom poteka tlačnih poizkusov v rovih se ne bomo mudili, ker je bil opisan v Našem gradjevinarstvu tako s hidravlično stiskalnico kakor tudi s tlakom vode v zagrajeni poizkusni komori. V naslednjem hočemo poudariti predvsem pomen in smoter teh poizkusov ter analizirati posamezne izsledke na konkretnih primerih. Posamezen tlačni preizkus s tlakom vode traja 3 tedne, pa tudi več mesecev. Tako dolgotrajne poizkuse je zato zelo težko vključiti v gradbeni program in je z njimi pričeiti takoj na začetku gradnje. Umestno je tudi, da se taki poizkusi opravljajo tudi v prečnih poizkusnih rovih, tako da je dovodni rov prost za Transporte in opravljanje ostalih gradbenih del. S poizkusi s hidravlično stiskalnico, ki potekajo mnogo hitreje in s paralelnimi primerjavami rezultatov poizkusov v tlačni komori, pa

skušamo posamezne odseke rova kategorizirati za karakteristične tipe obzidave.

V naslednjem se bomo dotaknili in analizirali najvažnejše izsledke tlačnih poizkusov hidrocentral Lucendro (Švica, Tessin) po vojni v l. 1946, pri nas v Mostah l. 1949 in v Italiji — Lovero v letih 1943—1946.

### LUCENDRO

Tlačni rov poteka v paragnajsu, fibiagnajsu. Po opravljenih številnih obtežitvah se plastična deformacija približa svoji vrednosti elastičnega modula. Trajne deformacije so le v majhni meri odvisne od plastičnih deformacij homogenega materiala, pač pa jih povzročajo največ razpoke, slojevitost in skrjavost hribine. Po izmerjenih raztezkah je bil v določenem odseku izračunan srednji deformacijski modul  $V_F=120.000 \text{ kg/cm}^2$  in elastični modul reverzibilnih deformacij  $E_F=390.000 \text{ kg/cm}^2$ .

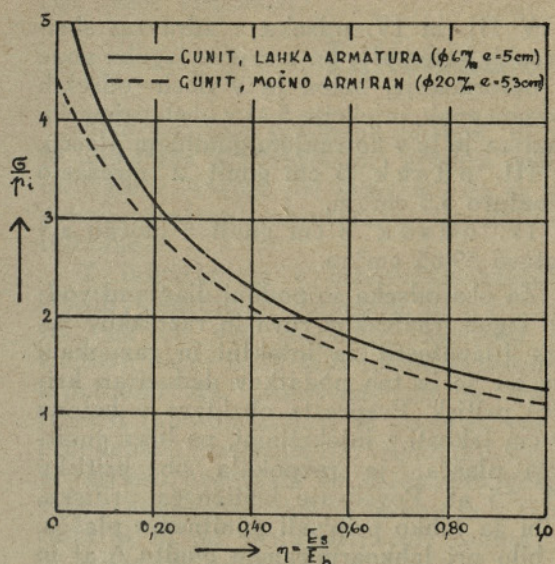
Trajne deformacije dosežajo 10% do 90% celotne deformacije, medtem ko dajo merjenja na prizmah kamenine rezultate, ki znašajo le  $\frac{1}{5}$  celotne deformacije.

Velikost natezne napetosti v betonu obloge je posebno odvisna od elastičnih modulov hribine in betona. Te so tem manjše, čim večji je elastični modul hribine in čim manjši je elastični modul betona. Ker smo omenili, da je čisti elastični modul hribin vedno precej večji kot začetni deformacijski modul, je umestno, če v določenih primerih pred rovsko obzidavo v vseh elementih rov izpostavimo vodnemu pritisku in izločimo začetno trajno deformacijo ter ustvarimo ugodnejše pogoje za prevzem notranjega pritiska. V tem primeru je treba dimenzionirati obzidje in armaturo za čisti elastični modul. Glede betona lahko ugotovimo, da se da elastični modul betona s primernimi dodatki in ustrezno sestavo obdržati na čim nižji stopnji.

Doprinos armature k zmanjšanju nateznih napetosti v betonu je malenkosten. Napetost železa lahko izrabimo samo delno, služi pa zelo dobro, da porazdeli razpoke bolj enakomerno po celem obodu, tako da nastanejo le lase, ki ne povzročajo pomembnih vodnih izgub.

Slika 1 kaže funkcionalno odvisnost nateznih napetosti v betonu in elastičnih modulov skale ter betona po Obertiju  $\frac{\sigma}{p_i} = f\left(\frac{E_s}{E_b}\right)$ . Vidimo hiperbolično padanje nateznih napetosti pri povečanju razmerja elastičnih modulov od 0 do 1,0.





Sl. 1. Zavisnost nateznih napetosti v betonu ter elastičnost modulov skale in betona.  
 $p_1$  — vodni pritisk v tlačnem rovu (at)

#### TLAČNI ROV V MOSTAH

Poizkusno vodno komoro tlačnega rova v dolžini 20,0 m so izbrali v odseku milonitiziranega apnenca. Bodoči obratni vodni pritisk bo znašal do 3,0 at. Svetli premer rova 3,0 m. Izvedba obzidave: nearmiran beton 40 cm, znotraj armiran torkret 7 cm, armatura 28,28 cm<sup>2</sup>/m. Poizkusna komora je bila ob izvedbi tlačnega poizkusa z vodo obzidana samo z osnovnim betonom ter ometana s fino zlikanim cementnim ročnim ometom.

Prvo polnjenje z vodo se je pričelo 20. junija, potem pa so se pričela vsa mogoča popravila vstopne line pri tlačni zapor, zagostitev betona in skale ob obeh zaporah s ponovnimi injekcijami, ročni cementni omet poizkusne komore, popravilo dveh merilcev raztezkov ter razna popravila črpalk, vodomerov in drugih instalacij. Pravo merjenje pritiska in raztezkov se je pričelo šele 3. avgusta in je trajalo do 6. avgusta. Med tem časom je bila komora včasih pod vodo in tudi pod poizkusnim pritiskom, nekajkrat pa smo morali vodo izprazniti. Ta potek poizkusa pojasnjuje, zakaj nismo določili pri izvedbi poizkusa tako važnega podatka kot je plastična deformacija. Toda v teh okoliščinah se moramo pač zadovoljiti z ugotovitvijo, da po izvršenem poizkusu s tlakom 4,56 at na osnovnem betonu komore, brez armature nismo opazili nobenih vidnih razpok.

Nadalje je bil poizkus opravljen brez merjenja vodnih izgub skozi oblogo v hribino in sicer zato, ker nismo imeli primerne

opreme. Visokotlačna črpalka v bližini komore s priključkom 1" ni bila uporabna zaradi stalnih okvar. Zadovoljiti smo se morali na kraju s 160 m oddaljeno črpalko na črpališču in proizvajati tlak z dotokom vode po spodnji cevi 2", ki je potem služila kot odtočna in dotočna cev. Vodomer s priključkom 1" je bil tako izven funkcije. Omeniti je treba, da smo pri preliminarnih poizkusih z vodomerom ugotovili, da nečistoča vode takoj zasmeti mrežico vodomera in tako dobimo povsem neustrezne rezultate. Zaradi teh težkoč razpolagamo z zelo skromnimi izsledki o izgubah vode. Po opazovanjih je soditi, da hribina-apnenec zelo dobro drži vodo pri nizkem tlaku, pač pa je osnovni beton močno propusten že pri tlaku 0,25 at. Iz velikih vodnih izgub tik pred obema zaporoma, ki so nastale pred napravljenim ročnim ometom in dodanimi ponovnimi injekcijami pri tlaku 0,25 at, je razvidno, da injekcije niso bile zadostne. V eno luknjo ob zapori je bilo naknadno zainjiciranih še 14 vreč cementa.

Napravili smo 21 obtežitev kot je predlagal prof. Roš, vendar pa so bile bolj kratkotrajne, le ena obtežitev je trajala 3 ure 13 minut. Potrebno bi bilo nekaj daljših obtežitev. Na osnovi izmerjenih raztezkov betonskega obzidja smo izračunali elastični modul skale ter ob upoštevanju drugih opazovanj zmanjšali predvideno armaturo v odseku apnenca od 28,28 cm<sup>2</sup>/m na 20,1 cm<sup>2</sup>/m. Z zmanjšanjem armature smo povečali stroške poizkusov kakor tudi konstrukcije induktivnih merilcev raztezkov.\*

#### TLAČNI ROV LOVERO V ITALIJI

Na kratko bi še podal praktične rezultate obsežnih preiskav, ki so bile izvršene v Italiji ob zastoju gradbenih del za HC

\* Daljinski merilec raztezkov (DMR) je konstruiral pri nas docent ing. André Leopold. Merilci so že prebili dve preizkušnji; prvo v Mostah l. 1949, drugo pa v Vinodolu novembra 1950. Naslednje meritve pa bodo napravljene v Mavrovem, kjer si od poizkusov glede na izkušnje in primernejše geološke formacije lahko več obetamo.

V Vinodolu so raztezke istočasno merili z domačimi merilci DMR in Huggenbergerjevimi, ki je bil nabavljen v Švic. Dobljeni rezultati so pokazali neke absolutne razlike. Zaradi tega ima sedaj konstrukter naših merilcev naročilo, da preišče vpliv temperaturnih sprememb na izmerjeni raztezek. Domači merilci so precej masivni v primerj s Huggenbergerjevimi, ki so filigrani, imajo pa verjetno slabo lastnost, da se hitro poškodujejo



Lovero za časa vojne v l. 1943. Poizkusi podajajo številne podatke o vodnih izgubah pri različnih izvedbah obloge ter v veliki meri izključujejo vse računske metode. Raztezki rova in armature so merjeni ter podani v diagramih, ni pa iz njih določen elastični modul hribine. Iz raztezkov armature je direktno določena napetost železa.

Dovodni rov poteka v skrilavcih, profil je skoraj okrogel  $\varnothing$  4,66 m v svetlobi, dolžina  $l = 6550$  m, tlak 1,4 — 3,9 at.

Informativne poizkuse za kategorizacijo hribine smo izvršili po Kogglersjevem načinu s hidravlično stiskalnico na podlogi  $1,70 \times 0,90$  m do pritiska  $6,94 \text{ kg/cm}^2$ . Ti poizkusi dajejo le indikativne rezultate; podloga skale je preveč omejena in razdelitev stopenj pritiska v skali je povsem drugačna kot pa v primeru, kjer je ves plašč rova izpostavljen enakemu vodnemu pritisku; nadalje je treba upoštevati anizotropijo majhnega območja hribine, lome, razpoke, stratifikacijo ter interpozicijo materialov različnih elastičnih lastnosti. Če primerjamo vode v poizkusni komori, vidimo, da so deformacije ob kritičnem pritisku skoraj 2 krat večje od onih pri obzidavi z lahkim gunitom in skoraj štirikrat večje od deformacij obzidave z močno armiranim gunitom. Odseki skale so bili po tej metodi opredeljeni v tri kategorije.

Poizkusi s tlakom vode so bili izvršeni v popolnoma izkopanem in obzidanem rovu. V prvih dveh odsekih so bile merjene samo vodne izgube.

I. odsek v zdravi skali (sericitni skrilavec), 1. kategorije. Obzidava: beton 50 cm vibriran, ročni omet 2 cm, injekcije s 5 at. Vodni pritisk do 4,8 at, nato pa so izgube vode močno narasle zaradi vzdolžnih razpok.

II. odsek v slabem skrilavcu 3. kategorije, nad svodom zazidava praznine, beton 45 cm zunaj armiran s 3 kom  $\varnothing$  20 mm, znotraj gunit 7 cm s 5  $\varnothing$  10 mm, skupaj armature  $13,54 \text{ cm}^2/\text{m}$ , najprej brez injekcij! Izgube vode so pri 3,5 at zelo narasle zaradi vzdolžnih razpok. Po izvršenih injekcijah (5 at) so izgube močno padle in bi bile sprejemljive.

V III. in IV. odseku v zdravem skrilavcu 1. kategorije so merjene izgube vode in deformacije, beton je v obeh odsekih povsem enak, injekcije 5 at v obeh primerih. Razlika je le v notranjem gunitnem plašču.

III. odsek 5 cm gunit z mrežasto armaturo  $5,5 \text{ cm}^2/\text{m}$ .

IV. odsek 8 cm gunit z močno armaturo  $59,65 \text{ cm}^2/\text{m}$ .

Za oba odseka so podani diagrami vodnih izgub, raztezkov rova in raztezkov železa (napetosti) za intaktni in razpokani rov ter je iz teh podatkov deduciran kritični pritisk. Preprosta obzidava v betonu 50 cm jakosti z injekcijami, pa brez gunitnega plašča, je razpokala ob pritisku 4,5 — 5 at. Povečanje kritičnega pritiska, ki bi ga lahko pripisali gunitnemu plašču, bi bilo pri lahkoarmiranem gunitu 6 at in pri ročno armiranem na 7 at. Močno povečana armatura gunita od  $5,5 \text{ cm}^2/\text{m}$  na  $59,65 \text{ cm}^2/\text{m}$  le prav malo zviša kritično napetost.

Zadnji poizkusi v izgotovljenem rovu so bili izvršeni samo z merjenjem vodnih izgub.

V. odsek. V zdravi skali 1. kategorije,  $l = 36$  m, beton 44 cm, znotraj gladek toda brez ometa, injekcije 2 seriji 15 at in 25 at. Merjene so vodne izgube ob rastočem tlaku do 3,5 in 5,0 at ter s konstantnim tlakom 3,5 at skozi 24 h in 5 at, trajanje 5 ur. Obzidava se je dobro obnesla, ker so izgube pri konstantnem tlaku časovno hitro padle.

Glede na rezultate preizkusov so rov HC Lovero izdelali v vseh odsekih zdrave skale z nearmirano oblogo brez ometa z injekcijami v dveh serijah. Pritisk v prvi seriji je na vsak odsek enak 5 kratnemu obratnemu pritisku in v drugi seriji 10 kratnemu obratnemu vodnemu pritisku. V odsekih slabe skale so uporabili armaturo zunaj obroča po načinu kot je opisano pri II. poizkusnem odseku. Rezultati so bili zadovoljivi, ker je bila ob stavitvi v pogon ugotovljena izguba le  $23 \text{ lt/sek.}$ , ki se je postopno še zelo zmanjšala.

Na kraju še ponovno poudarjam predlog, ki je sprožen v poglavju o računskih metodah, da se naj v bodoče preide k neposredni poizkusni metodi brez nezanesljivih računskih aplikacij.



## Injiciranje pri HC Moste

Med posebne gradbene ukrepe, ki jih je bilo treba predvideti pri gradnji hidrocentrale v Mostah pri Žirovnici, da se zagotovi neovirano obratovanje, spada tudi injiciranje.

Z injiciranjem v inženirskotehničnem smislu označujemo vbrizgavanje v raščena tla ene ali več suspenzij, raztopin ali emulzij, da se izboljšajo tehnične lastnosti injiciranih tal, predvsem, da se zveča trdnost (konsolidacija!) in zmanjša vodna propustnost (zatesnitev!). Uspeh injiciranja je odvisen predvsem od inženirsko geoloških raziskovalnih del na terenu in v laboratoriju in od prilagodljivosti osebja, ki je zaposleno na terenu.

V Mostah smo uporabili naslednji vrsti injekcij:

1. Kontaktne ali vezne injekcije v dovodnem rovu in pod temelji in stranskimi boki pregrade;

2. Globinske, tesnilne in konsolidacijske injekcije pod temelji in stranski ni boki pregrade.

Najprej si oglejmo delo in učinek kontaktnih ali veznih injekcij v dovodnem rovu. Smoter teh injekcij je, da se zapolni rega, ki nastane med hribino in betonsko cevjo rova. Če je betonska cev rova zabetonirana tesno do hribine, mora rega ali špranja med hribino in betonom cevi nujno nastati pot posledica krčenja betona pri osuševanju in po izvršeni hidratizaciji cementa. Izvršitev teh injekcij je dokaj enostavna in kontrola doseženih uspehov dokaj jasna. Aparatura je povsem ustrezala postavljenemu namenu. Uporabljali smo nizkotlačne injekcijske kotle, injekcijski pritisk je znašal do 6 atm. V kotlu smo lahko pripravili od 100 do 120 litrov injekcijske mešanice, ki smo jo po temeljitem mešanju v kotlu samem s komprimiranim zrakom vbrizgavali skozi spodnje izpustne ventile in po gumijastih ceveh pod pritiskom v rego med betonom in hribino. Vso dolžino dovodnega rova smo si razdelili v prečne profile po 4,00 m narazen, v vsakem profilu smo izvrtali po eno vrtino v temenu, v zgornji polovici dve stranski vrtini, v spodnji polovici še dve nadaljnji stranski vrtini. Vrtino v dnu rova smo opustili, ko smo s prejšnjimi poskusi dognali, da praktično nimamo nikakih izgub injekcijske mase v dnu rova. To je tudi razumljivo, ker se betonska cev

rova zaradi lastne teže v dnu rova najbolj tesno tišči hribine. V splošnem smo opazili, da je izguba injekcijske mase v spodnjih vrtinah najmanjša, da narašča proti temenu in je praviloma največja v temenski vrtini. Razumljivo je, da je v količini vbrizgane injekcijske mase izražena velikost rege. Pri ugotavljanju učinka teh injekcij moramo upoštevati, da je trasa dovodnega rova v Mostah položena v 3 različnih geoloških formacijah: prvi del trase v dolžini približno 200,0 m od vtoka poteka skozi dolomit oz. apnenec, srednji del poteka skozi gramozno plast, precej na gosto posejano s skalnatimi samicami prav različne velikosti (tudi do 1,0 m<sup>3</sup>) in s prav močnim dotokom podtalne vode. Ta okolnost je delala izredne težave že pri izkopu in betoniranju rova. Ta proga je znašala 60,0—80,0 m. Tretji in največji odsek dovodnega rova poteka skozi gramozno plast enakomerne zrnivosti, le z manjšimi, redkimi samicami, plasti so precej gosto zbite in brez dotoka vode. Kot injekcijsko sredstvo smo uporabljali cement. Že prvi začetni poskusi so pokazali, da je tudi mešanica 1:1 (1 del vode na 1 del cementa) prerodka in je bilo treba mešanici dodajati mivko. Mešanica za prvi odsek rova v dolomitu oz. v apnencu je bila tale: 50 l vode, 50 kg cementa in 30 kg mivke. Na 156,0 m dolgi progi je znašala celokupna izguba cementa 14.856 kg, kar znaša povprečno 95,0 kg cementa na 1,0 m<sup>3</sup> rova. Vrtine so bile dolge od 0,50 do 1,20 m. Izgube injekcijske mase na eno vrtino so znašale na tem odseku 6610 kg v svojem maksimumu in 45 kg v svojem minimumu.

Popolnoma so se nam ponesrečili poskusi injiciranega mokrega dela rova. Tudi dodajanje peska do 3 mm debeline zrn in žaganja mešanici cementa in vode nam ni prinesla nikakih uspehov, ker so bile votline v hribini nad betonsko cevjo rova prevelike (mestoma smo pri vrtanju ugotovili do 80 cm velike praznine!), da je bil dotok podtalne vode tolikšen, da nam je sproti odplavljal injekcijsko maso. Pri nizkotlačnih injekcijskih kotlih ni možno neprekinjeno vbrizgavanje injekcijske mase, presledek med dvema polnitvama pa je tako velik, da nam je voda gladko odplavila že prej vbrizgano injekcijsko maso.

V tretjem odseku trase dovodnega rova je bila tale mešanica: na 40 l vode 50 kg



cementa in 10 kg mivke. Izgube injekcijskega sredstva pa so bile 396 kg cementa na 1,0 m<sup>3</sup> rova. Doseženi učinek injiciranja smo kontrolirali na ta način, da smo med dva profila, ki sta bila narazen po 4,0 m, zvrtili kontrolno vrtino in smo jo preizkusili z vbrizgavanjem injekcijske mase. Če je vrtina požirala mnogo mase, je bil to znak, da je bila razdalja 4,5 m med osnovnimi profili prevelika, zato smo v vmesnem kontrolnem profilu zvrtili tudi stranske vrtine in smo jih injicirali. Poudariti moramo, da je bilo območje učinka injekcij preračunano le na zapolnitev rege med betonom in hribino ter plasti neposredno nad to rego. Če je kontrolna vrtina segala izven tega območja, so nastale povsem nove razmere in podatki kontrolne vrtine pač niso mogli služiti za oceno učinka osnovnih veznih injekcij. V splošnem smo opazovali tele posebne značilnosti pri veznih injekcijah v dovodnem rovu:

1. Izguba injekcijske mase je bila tem manjša, čim drobnejša zrna je imel gramoz, kar je razumljivo, ker je bil porni volumen manjši in so bile plasti bolj zbite;

2. Pri vrtinah s konstantno veliko izgubo injekcijske mase smo dosegli uspeh, če smo najprej injicirali vrtino z gosto injekcijsko maso, jo 1 do 2 dni pustili pri miru in smo jo nato ponovno injicirali z redkejšo injekcijsko maso. V spodnji komori vodostana so bile vrtine od 0,50 do 1,05 m dolge, celokupna izguba cementa na 30,0 m dolgo komoro je bila 11.400 kg, ali v povprečju 380,0 kg cementa, kar znaša 1.300,0 kg cementa na m<sup>3</sup> v maksimumu in 35,0 kg na m<sup>3</sup> v minimumu.

Vse drugačne razmere pa so bile pri globinskih in veznih injekcijah pri pregradi. Pri izvrševanju tega posla pa se nam je pokazal cel kompleks zamotanih vprašanj, ki nam je v začetku zaradi pomanjkljive operativne organizacije, neprimerne mehanizacije in nezadostne instalacije delal izredne težave. Vezne injekcije pri pregradi se izvršujejo pod dno in pod stranskimi boki pregrade z namenom, da se izpolni rega ali špranja, ki nastane med betonom in skalnatimi boki zaradi krčenja betona, obenem pa da se konsolidira ona plast skale pod temelji pregrade, ki je bila razrahljana pri razstreljevanju za izkop temeljev. Tudi te vezne injekcije smo izvrševali z nizkotlačnimi injekcijskimi kotli do 6,0 atm., njih globina pa je znašala 2,0—5,0 m izpod betonskega temelja pregrade, medsebojna razdalja vrtin osnovne mreže je bila od 2,0—5,0 m po širini in

dolžini, premer vrtanja je bil 76 mm. Izvršili smo jih po vsej površini temeljev in stranskih opornih ploskev. Postopek injiciranja je enak kot pri veznih injekcijah v rovu. Doseženi učinek injiciranja smo ugotavljali tako, da smo v diagonalnem presečišču med štirimi vrtinami osnovne mreže izvrtali kontrolno vrtino. Ugotovili smo, da je učinek veznih injekcij z navadnim cementom nezadosten. Kje je vzrok temu dejstvu, bomo spoznali, ko bomo govorili o globinskih injekcijah pod pregrado. Tu smo namreč prvič praktično naleteli na dejstvo, da mora določeni strukturi skale ustrezati tudi ustrezno injekcijsko sredstvo. Ker nam je torej kontrolna vrtina pokazala, da območje učinka okrog vrtine osnovne mreže ne seže v razdaljo 2,0 m, je bil za nas znak, da so vrtine predaleč med seboj narazen. Med temi vrtinami smo izvrtali novo vrtino, ki smo jo zaradi sistematizacije imenovali kontrolno vrtino II. reda. Tako smo prišli do zblíževanja vrtin. Izgube injekcijske mase in ostale značilnosti bomo navajali pri globinskih injekcijah.

Oglejmo si torej globinske injekcije pod pregrado. Za oceno potrebe po injiciranju nam služijo posebni poskusi, s katerimi določamo stopnjo vodne propustnosti. Po mnenju švicarskega geologa Lugeona lahko smatramo teren kot praktično nepropusten, če so vodne izgube na 1,0 m vrtine 1,0 liter na minuto pri pritisku 10 atm., opazovano skozi 10 minut. To merilo so povzeli povsod po inozemstvu. Izvrtati je torej treba do globine, do katere predvidevamo, da bodo segale globinske injekcije. Premer take vrtine je 76 mm, ker ima cevje injekcijske aparature normalno take dimenzije. Vodno propustnost vrtine preizkušamo po posameznih odsekih po 5,0 m, počenshi od najglobljega takega odseka in se pomikamo proti vrhu. Omejitev posameznih odsekov izvršimo z obturatorjem: to je posebna jeklena cev z gumijastim tesnilom. Obturator spustimo v globino, tako da nam pride gumijasto tesnilo 5,0 m iznad dna vrtine (prvi odsek) in spustimo v vrtino vodo pod predvidenim pritiskom. Gumijasto tesnilo se pri tem tesno prileže na steno vrtine in zapre spodnji odsek, tako da more voda oziroma pozneje injekcijska masa prodirati v spodnji odsek. Pri tem je velika večina meritev izkazovala presenetljivo visoko propustnost, ki je znašala v posameznih odsekih tudi 15,0 lit/min/m<sup>3</sup> vrtine že pri pritisku 5,0 atm., v splošnem pa je znašala od



0,0—10,0 lit/min/m<sup>1</sup> pri pritisku 10,0 atm. Kaže torej, da moramo skalnatemu masivu v Mostah pripisovati precejšnje pozornost. Odseki z visoko vodno propustnostjo so razmetani nesimetrično. Enak pojav smo opazovali že pri geološkem sondiranju terena, kjer smo ugotovili različne plasti z majhno trdnostjo oz. visoko stopnjo razkladnosti.

Pri meritvah vodne propustnosti smo opazovali pojave, ki bi lahko dovedli do napačnega tolmačenja rezultatov, če jih ne bi nepretrgoma opazovali. Vrtina je bila namreč izvrtana do celotne predvidene globine (na pr. 30,0 ali 50,0 m), meritve vodne propustnosti so se izvrševale v odsekih po 5,0 m od spodaj navzgor. Pri tem so praviloma z majhnimi izjemami spodnji odseki izkazovali relativno največjo vodno propustnost. Dogajalo se je, da je bila vsota izgub več zgornjih odsekov enako velika ali pa tudi manjša kot izguba v spodnjem odseku preizkušanja. Podoba je, da si je voda pri nizki legi obturatorja našla pot navzgor skozi kompleks razpok, ki se brez sistema razprostirajo v prostoru in da je voda pri nizki legi obturatorja napajala vsaj toliko, če ne še več razpok, kot jih je mogla zajeti stopnja z višjo lego obturatorja. Ta domneva o prebijanju vode navzgor se je potrdila pozneje pri injiciranju, ko nam je obturator obtičal v globini, ker se je nad njim cement že strdil. Zaradi teh pojav moramo smatrati vodno propustnost v zgornjih odsekih slej ko prej kot prenizko. Zaradi tega ponekod v inozemstvu preizkušajo vodno propustnost in vršijo injiciranje tako, da najprej izvrtajo prvi odsek, ga preizkusijo na vodno propustnost, ga takoj nato injicirajo, potem ponovno prevrtajo in nadaljnji nižji odsek preizkušajo glede na vodno propustnost in injicirajo pod že zastenjenim zgornjim odsekom. Torej metode v odsekih od zgoraj navzdol! Ker je tehnika injiciranja šele v razvoju, lahko opazujemo, da se tudi glede ostalih elementov injiciranja (pritisk, injekcijsko sredstvo itd.) v različnih deželah ravna po povsem individualno pridobljenih izkustvih.

V čem pravzaprav obstoji hidrografski in statičen pomen razpok? Pregrada je položena skoro neposredno na tektonsko prelomnico. Posledica tektonskega premika je bila porušitev apnenčevega masiva, ki je ves preprežen z drobnimi, prostorsko na vse strani razširjajočimi se razpokami, ki so deloma odprte, deloma pa naknadno izpolnjene z glino ali s kamnitim prahom.

Pri zajezeni vodi, kjer bo znašal hidrostatičen pritisk v dnu soteske pribl. 5 atm., lahko nastanejo razmere, ki utegnejo imeti vpliv na stabilnost pregrade oz. na stranske boke soteske. Zajezena voda se bo skušala prebiti skozi razpoke v hribini. Pretočna hitrost je določena z razsežnostjo razpoke in z višinsko razliko med zgornjo in spodnjo vodo. V ozkih razpokah narašča pretakajoča se vodna količina kot pri lastistih ceveh ali pri drobnem pesku v premem sorazmerju s hidravličnim padcem, v širokih razpokah pa narašča enako kot pri odprtih koritih s kvadratnim korenem padca, to se pravi pri 4 krat večji zajezni višini, se zveča pretakajoča se vodna količina za 2 krat. Pri pretakanju vode skozi razpoko se izrabi vsa razpoložljiva tlačna višina, tako da pri izstopu iz razpoke pade od maksimalne vrednosti »h«, ki jo ima pri vstopu, na ničlo. Obstoječa tlačna višina v vsaki vmesni točki razpoke pa se izraža kot vzgon enake intenzitete, ki deluje na strop razpoke navzgor. Če si hočemo razjasniti učinek vzgona na stabilnost pregrade, bi morali poznati potek velikosti vzgona na vso površino temelja pregrade. Ta velikost je odvisna od minimalne razsežnosti razpoke, pri kateri še lahko učinkuje hidrostatični vzgon. Pri današnjem poznavanju stvari je minimalna razsežnost razpoke, pri kateri se še lahko prenaša hidrostatični pritisk, ugotovljena na velikost 200  $\mu$ . Fuga s tako razsežnostjo predstavlja komaj zaznavno lasasto razpoko. Po Terzaghiju ima voda v še tanjših razpokah lastnosti, ki so vse bolj podobne lastnostim amorfnega telesa kot pa tekočini. Poleg tega moramo v Mostah upoštevati še eno okolnost. Če bi imeli petrografsko opravka s hribino, ki pod vplivom obtežbe in podtalno pretakajoče vode ne utрпи nobene spremembe, bi bila stabilnost pregrade res zagotovljena. Ker pa utegne v hribini ali pa v sistemu razpok s časom, nastati sprememba, bi se spremenili tudi ravnotežni pogoji, ki bi se zdeli vsaj za časa puščanja centrale v pogon ugodni. Spremembe, ki bi utegnile nastati, so:

- a) kemične spremembe sestavnih substanc ali raztapljanje;
- b) fizikalne spremembe v prostornini, vsebnosti vode in trdnosti;
- c) počasna deformacija temeljev pod vplivom spremenljive obtežbe;
- d) sprememba velikosti razpok pod vplivom pretakajoče se vode.

Po takih ugotovitvah je moralo nujno nastati vprašanje po umetni zatesnitvi



razpok. Različna injekcijska sredstva imajo lahko samo konsolidacijski ali samo tesnilni učinek, ali pa oboje skupaj. V Mostah bi v dnu soteske lahko uporabljali tesnilne injekcije, ker skala pod vplivom obtežbe nima možnosti izmikanja, seveda kolikor so tesnilne injekcije časovno obstojne. Stranske boke soteske pa je bilo treba brez dvoma zatesniti s konsolidacijskimi injekcijami.

Tipično tesnilno injekcijsko sredstvo so razne glinice. Najenostavnejše, najcenejše in najbolj učinkovito konsolidacijsko sredstvo pa je cement. Najbolj primerno injekcijsko sredstvo smo skušali ugotoviti s poskusi. Pri poskusih z navadnim cementom smo ugotovili, da smo imeli pri relativno visoki vodni propustnosti le nizko izgubo cementa (povprečno le do 11,0 kg cem. na 1,0 m<sup>3</sup> vrtine). Vzrok tiči v tem, ker je zrno cementa preveliko, razpoka pa premajhna, da bi moglo cementno zrno prodreti vanjo. Iz granulometričnega sestava cementa pa vemo, da ima le-ta največji odstotek zrn velikosti do 0,05 mm, da pa ima razpoka, ki še prenaša hidrostatični pritisk, velikost 0,0002 mm. Razumljivo je torej, da smo imeli še vedno visoko vodno propustnost skale in to kljub vbrizgavanemu cementu!

S tem se je sama po sebi postavljala potreba injekcijskega sredstva z drobnejšimi zrnji. Tako sredstvo bi bil na pr. koloidni cement, ki ima največji odstotek zrn izpod 2  $\mu$ . Industrijska produkcija takega cementa pa bi bila predraga, ker bi se moral pridobivati s posebnimi ventilačnimi separatorji. Za poskuse smo dobili tudi montmorillonit iz Črne gore in glino iz Prečne pri Novem mestu. Granulometrične analize obeh materialov so pokazale, da imajo največji odstotek zrn 2  $\mu$ , torej so vsekakor na področju koloidnih dimenzij. Poskušali smo tudi s kombinacijo cementa in glinice. V kakšnem razmerju smemo mešati cement in glino, ne da bi mešanica zgubila svoj konsolidacijski učinek? Znano je, da se trdnost cementa celo nekoliko poveča, če mu dodamo do 10% glinice. Veliko vlogo igra pri tem kemični sestav glinice in sicer količina glinice ( $Al_2O_3$ ) in silikatov ( $SiO_2$ ). Razmerje med ostalimi sestavinami glinice je lahko različno, ne da bi se spremenile splošne lastnosti glinice, to pa le s pogojem, da ostale sestavine ne presežajo 45% celokupne teže glinice, to se pravi: glina mora vsebovati vsaj 55% glinice in silikatov. Predložena kemična analiza nam je pokazala, da glina iz Prečne pri Novem mestu ustreza temu pogoju. Mi smo sicer

mestoma mešali tudi do 30% glinice. S tem smo sicer nujno povzročili majhen padec trdnosti cementa; ker pa je obremenitev temeljev pregrade le 5,0 kg/cm<sup>2</sup>, lahko brez škode prenesemo to znižanje trdnosti, posebno še, ker je popolnoma obremenjena korozijska trdnost take mešanice.

Tretjo vrsto poskusov smo izvrševali s kemičnimi injekcijami in sicer po predlogu prof. dr. Kavčiča s topnim steklom. To je injekcijsko sredstvo, ki nima zrn, temveč je tekočina. Predlog prof. Kavčiča je bil tak: najprej je treba napraviti koagulator: 1,0 kg zelene galice ( $FeSO_4$ ) se raztopi v 10,0 litrih koncentrirane solne kisline in doda 90,0 litrov vode. Iz topljivega stekla in iz omenjenega koagulatorja sestavimo naslednjo injekcijsko maso: 50,0 lit. topljivega stekla pomešamo s 50,0 litri vode do homogene raztopine in dodamo 30,0 lit. koagulacijske raztopine. V približno 2 urah se ta zmes strdi v belo trdo tvarino ( $SiO_2$  hidrat), netopno v vodi in neobčutljivo za agresivne tekočine. Silikatna raztopina je kislina in zanjo lahko uporabimo običajne injekcijske naprave.

Razne okolnosti kot težke transportne možnosti za montmorillonit iz Črne gore, povsem neprikladne drobilne in mešalne priprave za napravo injekcijskih sredstev z glino, zamotano pripravljanje kemičnih injekcij s topljivim steklom so nas vedno bolj gnale, da vsa stremljenja naperimo v to, da zaradi visoke konsolidacijske in tesnilne sposobnosti ter zaradi enostavnega postopka vsekakor poskusimo uporabljati cement kot injekcijsko sredstvo. Tudi injekcijske črpalke so nam delale težave. Uporabljali smo visokotlačne injekcijske črpalke, in sicer občutljive membranske črpalke »Drina«. Pri njej smo smeli po zahtevi konstruktorjev uporabljati gostoto mešanice do 1 : 1, ker bi se sicer utegnile pokvariti gumijaste membrane in nato njeni občutljivi notranji deli. Poleg tega je črpalka zgrajena tako, da daje pri maksimalnem pritisku 18,0 atm. 46,0 lit. injekcijske mase, pri maksimalnem pritisku 42,0 atm. pa le 19,5 lit. injekcijske mase pri 45 dvojnih hodih bata. Nismo torej mogli izrabiti maksimalnega pritiska 42,0 atm., ne da bi potegnili za seboj to pomanjkljivost, da je količina injekcijske mase premajhna glede na požiralno zmoglost vrtine. Prave injekcijske črpalke morajo imeti možnost širokega manevriranja v gostoti injekcijske mase, v neprekinjenem obratovanju in v poljubnem stopnjevanju injekcijskega pritiska. Take vrste črpalke



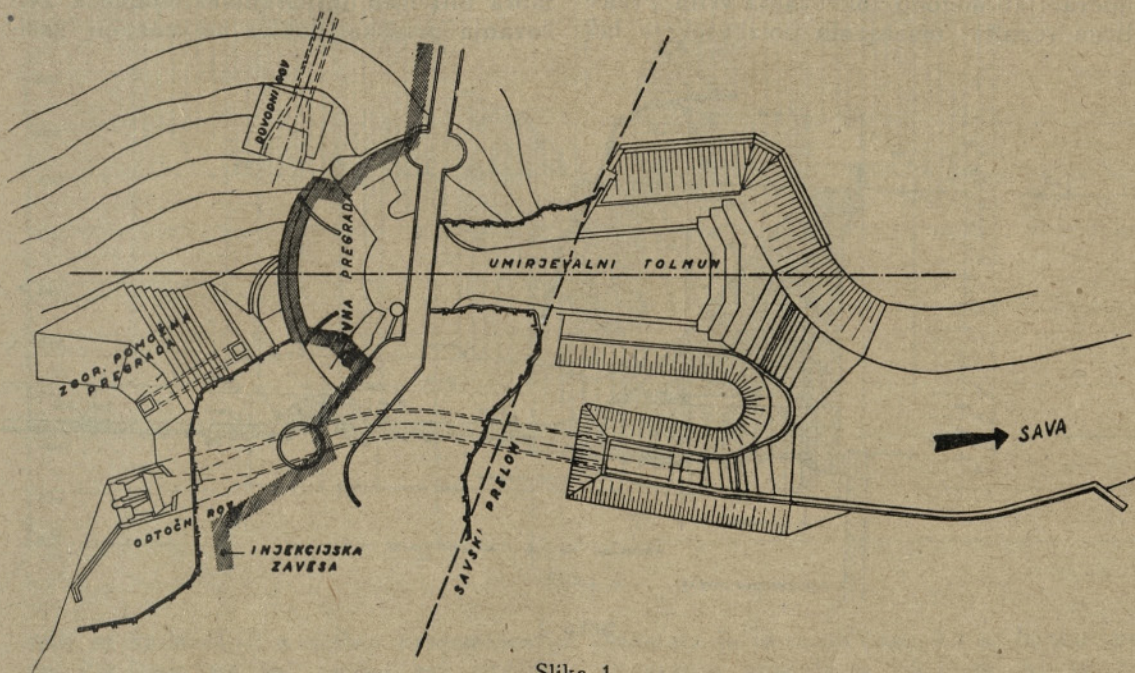
so injektor in Triplex-črpalke od Swissboringa, s katerimi so pozneje izvrševali globinske injekcije.

Da biboljšali injekcijsko sposobnost cementa, so dodajali injekcijski mešanici še solpenetrit in sicer v 10% utežnih enot cementa. Omenil sem že, da obstoji neskladno sorazmerje med visoko vodno propustnostjo in med nizko izgubo cementa. Vzrok leži v tem, ker je zrno cementa preveliko glede na obstoječe tanke razpoke; poleg tega se pa zrna tudi kmalu sesedajo v vodi, oz. manjša zrna nabreknejo, ko nastopa hidratizacija cementa in zrno ne more prodirati v razpoko. Solpenetrit pa naj bi bil disperzijsko sredstvo, ker ovira sesedanje zrn v mešanici, obenem pa naj

šani v razpoke. Tak koloidni mešalec so uporabljali tudi v Mostah.

Podroben študij je bil posvečen določiti trase injekcijske zavesa in razdalji med posameznimi vrtinami.

Da bi razširili konsolidacijo skale v širino, je bila izbrana dvovrstna zavesa; obe vrsti sta 3,0 m narazen. Taka dispozicija je bila izbrana tudi zato, da bi v obeh zunanjih vrstah zatesnili najprej širše razpoke, v tretji vrsti, ki bi jo namestili med obema vrstama, pa bi injicirali še manjše razpoke, četudi s kakim drugim injekcijskim sredstvom. Ta namera je bila pozneje opuščena in je tretja vmesna vrsta tvorila vrsto kontrolnih vrtin z istim injekcijskim sredstvom.



Slika 1.

bi zadrževal proces hidratizacije. Zrna se ne sesedajo in dolgo časa ne nabrekajo, tako, da ima injekcijski pritisk možnost potisniti zrno daleč v razpoke. Pri vsem tem solpenetrit v ničemer ne izpreminja fizikalnih lastnosti cementa. Jasnega in nedvoumnega dokaza, da solpenetrit prav stvarnoboljša injekcijsko sposobnost cementa v Mostah, ni bilo mogoče ugotoviti. Omeniti moram, da razvoj injiciranja v svetu ne gre za tem, da se s kakršnimi koli kemičnimi dodatki skuša izboljšati injekcijsko sposobnost cementa, temveč da se z uporabo koloidnih mešalcev z močno turbulenco skuša doseči visoko stopnjo razpršnosti cementnih zrn v vodi, kar omogoča globoko prodiranje cementne me-

V tlorisu je bila zavesa nameščena tik pred pregrado (glej slika 1), nekatere večje, vidne razpoke so zahtevale, da se na desnem in levem bregu potegne zavesa tako daleč, da zajame učinek injiciranja tudi območje teh razpok. Tako sega zavesa na levem bregu 90,0 m od stika pregrad s skalo, na desnem bregu pa 120,0 m. Spremembe smeri zavesa v tlorisu kažejo na to, da je bilo treba traso prilagoditi terenski konfiguraciji.

Globina posameznih vrtin je bila določena na 30,0 m do 50,0 m (glej sliko 2). Vsaka tretja ali četrta vrtna je bila zvrtna nižje, vsaj do 60,0 m. V dnu soteske, kjer je bilo dognano, da leži kontakt med sivico in anencem, pa je bila skoro vsaka

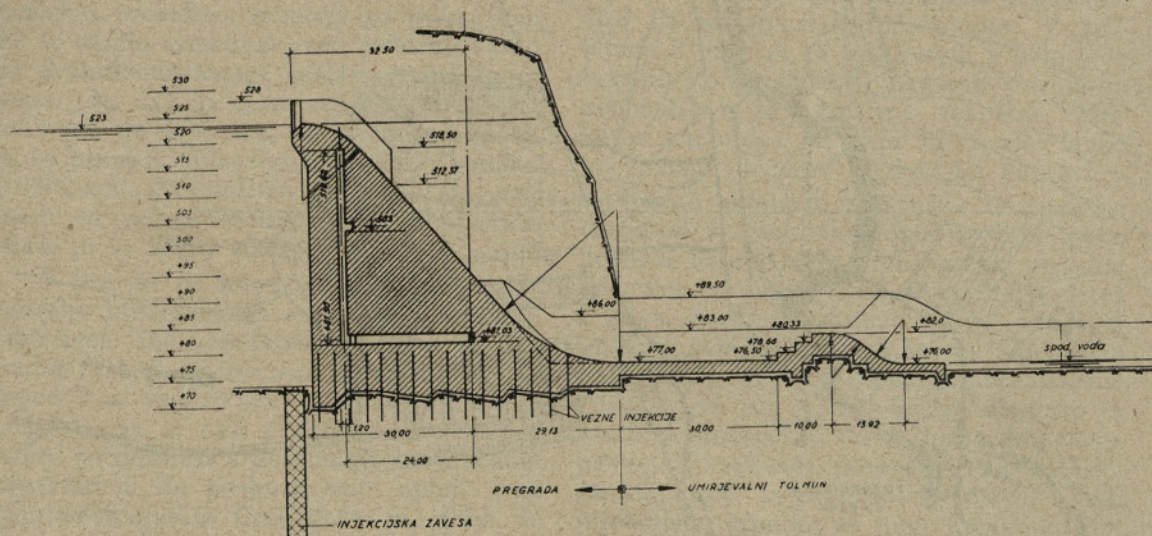


druga vrtina zvrtna do omenjenega kontakta (glej sliko 3!). S tem so postale nekatere vrtnine globoke od 80,0 do 90,0 m.

Razdalja med vrtnami je odvisna seveda od strukture skale, injekcijskega sredstva in od njegove gostote ter od injekcijskega pritiska. Prava razdalja obstoji takrat, kadar se območje učinka okoli ene vrtnine seka z območjem učinka okoli sosednje vrtnine. Za določitev razdalje med vrtnami je bila izbrana 3,0 m široka poskusna proga s tremi zaporednimi polji po 4,0, 5,0 in 6,0 m. Prve vrtnine so bile v prvem polju po 4,0 m narazen, v drugem 5,0, v tretjem pa 6,0 m. Vmesne vrtnine so bile v prvem polju 2,0 m narazen, v drugem 2,50 m, v tretjem pa 3,0 m. Tako smo uporabljali metodo zblíževanja vrtnin. Praktičen rezultat omenjenih poizkusov je bil

končna razdalja med vrtnami določena na 2,0 m.

Požiralna zmožnost posameznih vrtnin se giblje v prav širokih mejah. Ekstremne vrednosti so naslednje: malo vrtnin je bilo, ki bi izkazovale le nekaj desetih kg izgube cementa. V dnu soteske je bila vrtina 50,0 m globoka, ki je požrla 7,0 ton cementa ( $140,0 \text{ kg/m}^3$ ), vrtina na desnem bregu v bližini tektonske prelomnice pa celih 23,0 ton cementa, pri globini 80,0 m ( $287,50 \text{ kg/m}^3$ ). Težišče srednjih vrednosti izgube cementa za dano strukturo skale, pri uporabi navadnega cementa z mešanjem v koloidnem mešalcu znaša  $34,0 \text{ kg}$  na  $\text{m}^3$  vrtnine, injekcijski pritisk se je gibal od 3,0 atm. do 50,0 atm. Važno je pri tem, da mora biti med injiciranjem tendenca zviševanja pritiska, dokler ne nastopi zasi-



Slika 2.

tale: v neobdelanih partijah je bila pri prvem injiciranju izguba cementa precej visoka. Pri medsebojni razdalji vrtnin 2,0 do 3,0 m je bila pri drugem injiciranju izguba cementa znatno manjša. Brez dvoma se sme ta padec izgube cementa pripisovati prvemu injiciranju. Enako smo imeli na pr. na levem bregu vrtnine 50,0 m globoke, ki so pri prvem injiciranju pokazale izgubo  $23,0 \text{ kg}$  cem. na  $\text{m}^3$ , vodna propustnost je znašala  $2,5 \text{ l}$  na  $\text{min/m}^3$ , razdalja vrtnin je bila 3,0 m. Pri drugem injiciranju je bila vrtina 30,0 m globoka, izvrtana med že prej injiciranimi vrtnami. Dognali smo manjšo izgubo cementa  $12,35 \text{ kg/m}^3$ , vodna propustnost je padla na  $1,75 \text{ l}$  na  $\text{min/m}^3$  vrtnine. Tu se brez dvoma vidi učinek prvega injiciranja. Zaradi varnosti je bila

členost, kar se zaznava na ta način, da vrtina odbija nadaljnje sprejemanje injekcijske mase, pritisk pa hipoma naraste. Do zdaj izvršena celokupna dolžina vrtnin na injekcijski zavesi in na veznih injekcijah znaša  $17.976,0 \text{ m}^3$ , celokupna poraba cementa znaša  $613,68 \text{ ton}$ , solpenetrira pa  $2,8 \text{ ton}$ .

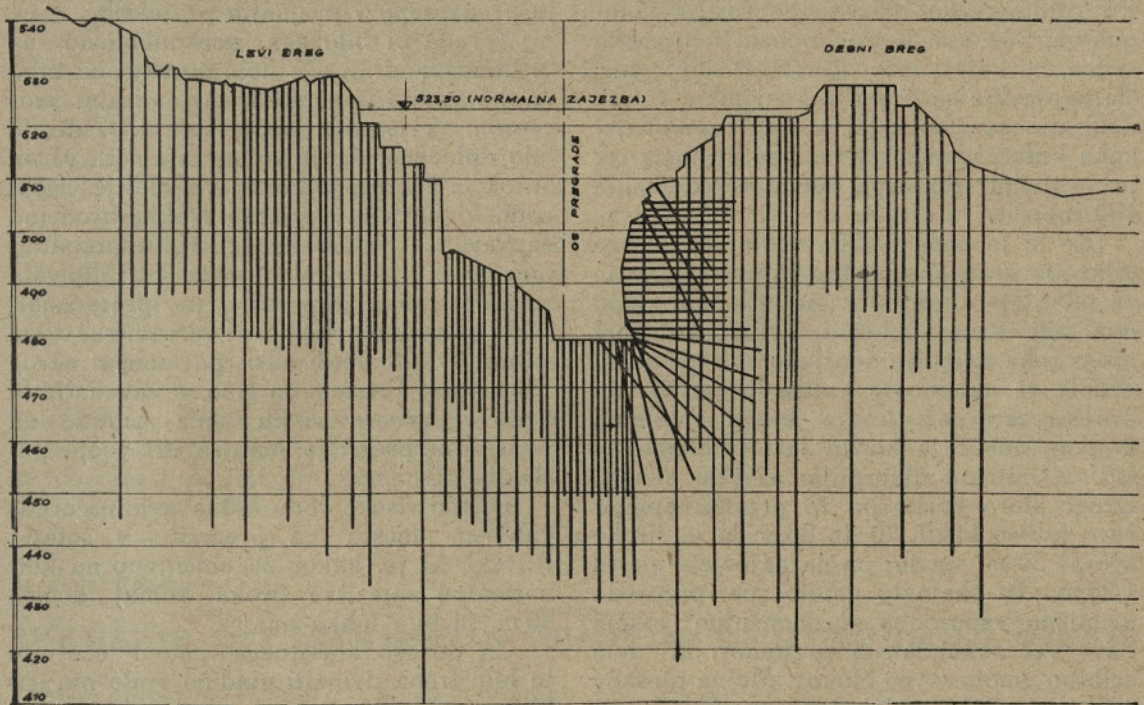
Doslej izvršene kontrolne vrtnine, izvršane med že injiciranimi vrtnami osnovne mreže so nam pokazale naslednja dejstva:

V splošnem lahko rečemo, da so cementne injekcije zatesnile verjetno le večje razpoke in to pri zaporednem injiciranju in zmanjševanju razdalje med vrtnami do 2,0 m, ker se vodna propustnost v injiciranem področju in v kontrolni vrtnini giblje do  $2,0 \text{ l/min}$  na  $\text{m}^3$  vrtnine pri pritisku



10,0 atm. Tipične primere sem navedel, ko sem govoril o veliki izgubi cementa na začetku injiciranja in zmanjševanj izgub pri poznejšem injiciranju sosednih vrtin. S tem skladno računamo v območju grobih razpok z zmanjšanjem vodne propustnosti. Kontrolne vrtine pa so tudi pokazale, da učinek injekcij verjetno ni segal v območje lasastih razpok in da je pri njih vodna propustnost ostala nespremenjena. Iz gornjih trditev je razvidno, da smo odstopili od strogega Lugeonovega kriterija in da

tem se doslej še ni na nobenem mestu pokazala kaka deformacija ali kaka znatna vodna propustnost. Seveda ne smemo pozabiti, da ni bila dosežena najvišja zaježba. Pač pa smo prišli do značilne ugotovitve v jašku, ki je izkopan 40,0 m pod temeljem pregrade. Tu so zbrali vodo, ki pronica skozi kontakt med apnencem in sivico in so jo stalno merili. Na začetku prve poskusne zaježbe je znašal dotok 14,0 l/sek, med zaježbo do kote 500,0 je bilo opaziti tendenco znižanja dotoka vode,



Slika 3.

smo se zadovoljili z vodno propustnostjo do 2,0 l/min na m<sup>2</sup> vrtine pri pritisku 10,0 atm. Vprašanje je seveda, koliko so te majhne razpoke tudi nevarne, posebno če pomislimo, da imamo opravka z apnencem, ki je že pretrpel porušitev zaradi tektonskega premika! Z veliko verjetnostjo lahko domnevamo, da te lasaste razpoke ni treba injicirati, če smo zaprli večje razpoke, od katerih bi dobivale večje količine vode. Končno veljavnega dokaza za to pa nimamo! Pred kratkim so izvršili prvo poskusno zaježitev do kote 500,0 m (končna normalna zaježba je na koti 523,50). Pri

tako da je le-ta ob času, ko so bazen spet izpraznili, znašala le 7,6 l/sek. Ali smemo ta pojav pripisovati dejstvu, da se bodo manjše razpoke same zatesnile s koloidnimi deli gline, ki so razpršeni v vodi?

Iz tega kratkega opisa se vidi, da smo prebродili obilo težav. Lahko rečemo, da smo dodobra spoznali problematiko injiciranja, spoznali smo potrebno aparaturo in instalacijo. Še naprej bo treba spopolnjevati pridobljena izkustva, tako da nam bo ta specialna veja tehnike pomagala zviševati energetske kapacitete naših prirodnih vodotokov.



## Nekaj o problemih pri projektiranju hidrocentrale Moste

Znana savska soteska v Mostah pri Žirovnici leži tik ob največjem tako imenovanem savskem prelomu. V prelomu se izpremeni geološka formacija tako, da leži vzhodno od njeга skalnata hribina, sestavljena iz dolomita in tektonsko polomljenega apnenca, ki je nato zlepljen v breče. Po vodi navzdol pa se razprostira kompaktna, več sto metrov debela miocenska sivica, na kateri leže diluvialne naplavine. Te naplavine so poskrile tudi nižje ležeče dele apnene gmote. Ta se razteza kot nekaka kulisa vzdolž največjega preloma ter je v bližini izbranega mesta široka kakih 100 metrov.

Ko si je Sava tvorila svoje korito, je potovala proti levemu bregu ter zasipavala za seboj stara korita. Danes sta nam znani dve taki že zasuti koriti. Prvo, od današnjega toka najbolj oddaljeno korito poteka vzdolž te apnenčeve kulise in se je na svojem skrajnem levem bregu mestoma dotika. Dno tega korita leži približno na isti višini kot današnja savska struga. Drugo staro korito pa že preseka apnenčeva kulisa kakih 70 do 80 m in je široko zgoraj 30 m, spodaj pa na najožjem mestu 1,20 m. To skalnato gmoto pa prepreda približno vzporedno z današnjim tokom Save več sekundarnih prelomov, ki dele celotno gmoto v več blokov. Mejna ploskev preloma poteka vertikalno, v globini pa se umakne proti toku vode, kar je bilo z geološkimi vrtnji dokazano. Vse kaže, da je bila ta gmota narinjena na spodaj ležečo sivico.

Sava je v svojem gornjem toku hudournik, za katerega je značilno, da se nje-gova količina vode v presledkih zelo spreminja. Razlika med najvišjo in najnižjo vodno množino je pribl. 100 kratna.

V starih projektih, izdelanih že pred prvo in med prvo in drugo svetovno vojno, je bila kot katastrofalno visoka voda označena množina 250 do 350 m<sup>3</sup>/sek. Po natančni obdelavi vseh razpoložljivih hidrometeoroloških podatkov, podatkov o stanjih vode in vodnih množinah žirovniške vodomerne postaje, z upoštevanjem korespondence s sosednjimi vodomernimi postajami na Jesenicah in v Radovljici, so določili z verjetnostnim računom določene vodne količine, ki jih je treba varno odvajati čez pregrado v spodnje korito Save.

Na podlagi te verjetnostne analize in z upoštevanjem običajev, ki jih imajo v tem pogledu v Ameriki, Angliji in Rusiji, je bilo odločeno, da je treba varno odvesti vodno množino, ki se pojavi enkrat v tisoč letih in ki znaša v tem primeru okrog 700 m<sup>3</sup>/sek., torej ravno še enkrat več kot je predvideno v prejšnjih projektih.

Seveda bi bilo zelo neekonomično, če bi dimenzionirali vse dele objekta na tako visoko vodno količino, s tako nizkim procentom verjetnosti poplavljanja. Zato je bilo določeno, da je treba zajamčiti varen odtok iz zgornjega korita v spodnje visoki vodi, ki nastopa verjetno vsakih tisoč let, naprave za uničevanje energije prepadajoče vode, ki bi v takem primeru zahtevala izredno velike dimenzije, pa preračunati samo na vodno količino, ki verjetno nastopa enkrat v 20 letih. To pa znaša okrog 250 m<sup>3</sup>/sek. Pri tem pa smo se zavedali, da bodo v primeru višjih voda nastale na podslapju pregrade manjše ali večje poškodbe.

Odvod visoke vode 700 m<sup>3</sup>/sek. na predvidenem mestu za pregrado v soteski Kavčki, ki je, kakor že omenjeno na koti normalne zaježitve široka komaj dobrih 30 m, ni bila lahka naloga.

Za dosego koristnega padca centrale je bilo treba dvigniti gladino vode na približno 45 m nad koto obstoječe savske struge. Ob nastopu visoke vode pa je treba energijo prepadajoče vode pod pregrado v podslapju uničiti. Če upoštevamo pri tem samo 20 letno vodo, je treba v tolmunu uničiti pribl. 120.000 KS.

Za rešitev tega problema so v vodo-gradbenem laboratoriju na osnovi preiskav izdelali 5 variant, po katerih smo šele prišli do sedanje rešitve.

Primerjalna razlika med njimi je bila naslednja:

Večji del katastrofalne vode se je pretakal preko stranskega pretočnega objekta ter padal z višine navpično na dno podslapja, manjši del se je odvajal preko pregrade v tolmun v soteski sami, preostali del pa po predoru skozi desni skalni bok.

Z nadaljnji preiskavami smo ugotovili, da je taka razporeditev preveč komplicirana in za obstoj objekta tudi prenevarna. Temelj podslapja leži namreč v sivici, ki ima to lastnost, da je v suhem



stanju zelo nosilen material, v dotiku z vodo pa razpade v pravo blato. Če bi padala voda navpično na dno podslapja, bi pri manjši poškodbi imela večjo možnost direktnega dotika s terenom pod temeljem. Vsa energija bi se pri tem uničevala ponajveč z udarcem na dno podslapja. Znano pravilo pa je, da je najučinkovitejše uničevanje energije prepadajoče vode z udarcem v vodno blazino. Tega smo se poslužili ter pustili prepadati odvišno vodo v glavnem preko pregrade, ki je bila med tem predvsem iz drugih razlogov izpremenjena iz ločne v težnostno. Tako v horizontalno smer obrnjen prepadajoči curek pa je zahteval tudi dosti bolj plitvo temeljenje podslapja, kar je znatno olajšalo uvezavo tega objekta v teren. Na desni strani tolmana imamo v gibanju velik plaz, ki bi globoki fundaciji lahko zelo škodil. Tudi odvodni predor, skozi katerega se je prvotno pretakala voda pod tlakom, smo izpremenili v predor, skozi katerega odteka voda s prosto gladino in to v deročem toku. Na 70 m dolgi progi absorbira deroči tok pribl. polovico sproščene energije in je dobilo podslapje pod tem objektom zaradi te okolnosti skromnejše dimenzije, kot je bilo preje predvideno.

Ing. Igor Omersa:

## Izkušnje pri torkretnih delih na hidrocentrali Moste

Pri gradnji hidrocentrale Moste so izvršili obsežna torkretna dela v dovodnem rovu, vodostanu in drugih podzemnih prostorih. Skupna površina torkretnega ometa raznih debelin znaša okoli 9.000 m<sup>2</sup>.

Ker niti prospekti, niti strokovna literatura ne dajejo zadostnega opisa in navodil za izvedbo torkretnih del, nas gradbena podjetja pogosto izprašujejo po izkušnjah, ki smo jih pridobili pri teh delih.

Zato v tem članku podajamo podroben popis instalacij, priprave agregata in delovnega procesa torkretiranja. To naj bo majhen pripomoček k hitrejši poti do uspešne izvedbe torkretnega ometa za gradbišča, ki še nimajo tozadevnih izkušenj. Na našem gradbišču smo se namreč skoraj pol leta učili, dokler nismo dosegli normalne kapacitete in kvalitete torkretnega ometa.

### 1. STROJNA OPREMA IN INSTALACIJE

Prvi pogoj za uspešno izvedbo torkreta je dovolj velika količina komprimiranega zraka. Navedbe iz literature in prospektov o potrebni količini zraka niso ustrezale. Temu je verjetno vzrok, da naša oprema ni

Z izdelavo projekta, z modelnimi preiskavami in z gradnjo hidrocentrale Moste so začeli skoraj istočasno, t. j. spomladi oz. poleti 1946.

Do končno veljavnih hidroloških podatkov smo prišli sredi 1947, do končne oblike objektov ob pregradi pa konec leta 1948, torej skoraj 2 in pol leti po pričetku gradnje. Koliko neprijetnosti, slabe volje in stiske je povzročilo tako stanje med projektanti in operativci, ni treba posebej poudarjati. Načrte so nam še nedogotovljene vlekli z miz, tako da kvaliteta projekta seveda večkrat ni mogla biti taka, kakršno si je projektant želel. Tako je bilo skoraj nemogoče izdelati variante za posamezne objekte oz. za delo objektov.

Glede na omenjeno naj ponovno poudarim ono, kar je pred menoj izneslo že več tovarišev:

Projektanti naj si pri prevzemu projektne naloge zagotovijo take termine, da jim bo omogočeno doseči zahtevano kvaliteto in ekonomičnost projekta. V ilustracijo naj omenim samo primer hidrocentrale Doblar na Soči, ki je po velikosti precej podobna Mostam. Ta centrala je bila zgrajena v 18 mesecih, projekt zanjo pa so delali 4 leta.

bila v tako idealnem stanju kot se v perspektivah predvideva. Uporabljali smo torkretni stroj nemške izdelave, velikosti Normal št. 1. Prospekt predvideva porabo zraka 4,5 m<sup>3</sup> na minuto. Mi smo potrebovali za uspešno delo 8 m<sup>3</sup> na minuto, da smo lahko sploh obratovali pa 6 m<sup>3</sup> na minuto.

Dovod zraka od kompresorja do stroja mora biti izpeljan po ceveh dimenzije vsaj 2,5". Zaradi morebitnega neenakomernega obratovanja torkretnega stroja morata biti v cevovod vgrajena dva zračna kotla, večji ob kompresorju, manjši pa v bližini torkretnega stroja. Večji kotel naj ima vsebino vsaj 2.000 litrov, manjši pa je lahko prav majhen (100 litrov). Namen kotlov ni samo izenačevanje zračnih sunkov, ampak tudi čiščenje komprimiranega zraka. Zrak mora biti namreč čim bolj suh. Zato kompresor ne sme biti iztrošen, da ne uhaja olje v kompresijski prostor.

Pritisk zraka na torkretnem stroju mora biti med obratovanjem stroja 2—2,5 atmosf. Da to dosežemo, reguliramo kompresor na 5,5 do 6 atmosf. Če na stroju ne dosežemo potrebnega pritiska, je znak, da ima kompresor premajhno kapaciteto.



Pritisk vode pri brizgalnem nastavku (dizi) mora biti vsaj eno atmosf. višji od pritiska zraka. Boljše je, da dosežemo pritisk vode z gravitacijo in ne s tlačanjem (črpalko). Če moramo vodo črpati, namestimo v primerne višini rezervoar.

Suha mešanica peska in cementa potuje od stroja do dize po gumijasti cevi (materialna cev). Za stroj N1 smo uporabljali cev  $\varnothing$  40 mm. Materialna cev naj bo samo toliko dolga, kot je nujno potrebno. Če je cev daljša, trošimo po nepotrebnem cev, ki se zaradi trenja peska v cevi in slabe kvalitete gumija hitro izrablja. Pri dolgi cevi potrebujemo tudi večjo količino komprimiranega zraka. Uporabljali smo 50 m dolge cevi. Ko je bil odsek gotov, smo stroj prestavili. Čim je cev izrabljena do platna, jo je treba zamenjati z novo, ker ima material v taki cevi preveliko trenje.

Torkretni stroj mora biti ves čas v popolnoma brezhibnem stanju. Brž ko opazimo, da motor težko dela, ali se celo ustavi, je treba stroj razstaviti in očistiti. Običajno je vzrok v tem, da je po neprevidnosti prišel v agregat nek večji predmet.

## 2. PRIPRAVA AGREGATA

Torkretni stroj Normal 1 dovoljuje uporabo najdebelejšega zrna agregata 8 m/m. Značilnost preseвне krivulje je velik delež frakcij pod 1 m/m (70%). Fine mivke pod 0.2 m/m naj agregat ne vsebuje več kot 10%, ker fina mivka samo škoduje kvaliteti ometa, saj je v mešanici že tako dovolj cementa. Agregat smo sestavljali iz treh frakcij: pesek iz separacije 0–8 m/m (pretežno 3–8), jamski pesek 0–3 m/m (pretežno 1–3), kremenčeva mivka 0–1 m/m. V slučaju, da bi imeli v drugi frakciji več finih delcev, bi lahko tretja frakcija odpadla. Dve frakciji pa sta za pravilno sestavljen agregat nujno potrebni.

Najtežji in zelo pomemben problem pri pripravi agregata je sušenje peska. Pravilno posušen pesek je eden od prvih pogojev za uspešno izvedbo torkreta. Pesek se normalno suši z vročim zrakom v posebnem stroju. Ker stroja nismo imeli, smo sušili pesek nad ognjem na pločevini. To je zelo natančno delo. Če se pesek prežge, da razpade deloma v prah, je torkretiranje zelo otežkočeno, ker se pri normalnem dodatku vode pri delu tako praši, da je nemogoče vzdržati; če pa se doda več vode, začne omet teči. Zato smo pesek na ognju samo deloma posušili, nato smo nadaljevali sušenje na soncu. S tem pa smo postali odvisni od vremena.

Posušen pesek smo v mešalcu zmešali na suho s cementom. Mešalec smo opremili z vratci, da se ni prašilo. Mešanico smo transportirali v deponijo v bližini torkretnega stroja. Tu smo mešanico sejali in jo vozili k stroju. Zelo važno je, da se mešanico preseje in to po možnosti šele tik pred uporabo.

S tem se prepriča, da ne pridejo nezaželeni predmeti v stroj in ga ne ustavijo, če ne celo pokvarijo.

Poraba peska na 1 m<sup>3</sup> gotovega torkreta znaša za tla 1.50 m<sup>3</sup>, za stene 1.70 m<sup>3</sup>, za strop pa 1.90 m<sup>3</sup>. Od tega odpade 30% na stisljivost, ostalo na odpad. Odpad so pretežno debela zrna. Armiran torkret ima pa okrog 30% več odpada kot nearmiran, ker se zrnca odbijajo od armature.

Na 1 m<sup>3</sup> peska smo dozirali 500 kg cementa, to je razmerje 1 : 3. Zaradi odpada je razmerje v ometu 1 : 2.

## 3. DELOVNI POSTOPEK

Transport mešanice od deponije k stroju in vnašanje v stroj mora biti dobro organiziran in zaseden z dobrimi delavci. V stroju mora biti neprestano dovolj materiala. Vsaka prekinitve obrata je za brigado, posebno za torkreterja neprijetna, ker mora ponovno iskati pravilni dotok vode. Posluževalec stroja mora biti posebno uren. Zapiranje spodnje in zgornje komore stroja, izmenjava pritiskov v komorah in vnašanje materiala, mora biti tako hitro, da je dozirna naprava pod spodnjo komoro ves čas zasuta z materialom. Potem poteka brizganje enakomerno. Nekaj manjših sunkov v dotoku materiala se pojavlja kljub temu, ker material ni nikoli tako idealno suh, da bi ga dozirna naprava popolnoma enakomerno donášala v materialno cev. Vešč strojnik opazi na sluh, če dozirna naprava jemlje material enakomerno.

Najbolj odgovorno vlogo pri torkretu ima seveda torkreter-brizgalec, ki regulira dodatek vode in brizga omet. Dodatek vode mora biti tolikšen, da pri delu preveč ne praši, vendar ne tako velik, da bi omet od vlage bleščal. Svež omet mora biti trd in motne barve. Vešč torkreter čuti v roki, kedaj priteče po materialni cevi več ali manj materiala in že pravočasno regulira vodo. Diza je 70 do 100 cm oddaljena od zidu. Brizga se pravokotno na zid in s curkom opisuje neprestano majhne kroge. V enem se nanaša plast debeline 2 do 2.5 cm. Če je predpisan debelejši omet, se ga mora nanašati v večjih plasteh. Ena plast lahko sledi drugi po preteku treh ur.

Površina torkreta je lahko neobdelana, zaribana ali zalikana. Kvalitetno najboljša je neobdelana površina. Če zahtevajo hidravlični ali estetski razlogi, je treba površino tudi zagladiti.

Likano površino ometa smo delali na naslednji način: običajno suho mešanico peska in cementa smo presejali na mreži 2 m/m in jo s torkretnim strojem nanesli 5 m/m na debelo v bolj vlažni konsistenci (omet blešči). Nato smo jo z deščico porezali in zaribali. Če opazimo med ribanjem, da je omet na posameznih mestih premoker, ga potresamo (prašimo) s suho mešanico. Omet nato z žlico zalikamo.



Posebno uspešen je torkret za ometa vanje betonskih površin, skozi katere pronica voda. Zatesnitev manjših dotokov vode se doseže s Portland cementom. Če beton močnejše vlaži, se mesto Portland cementa vzame mešanico Lafarge cementa v razmerju 1:1. S temi tesnilnimi deli smo imeli zelo zadovoljive izkušnje.

Povprečni efekt torkretiranja je bil 20 m<sup>2</sup> na uro za plast debeline 2.5 cm. Torkret smo delali v dveh izmenah po 6 ur. Efekt nanašanja v enem dnevu je bil torej 70 m<sup>2</sup> ometa debeline 7 cm.

Poraba delovnih ur za 1 m<sup>2</sup> torkretne ometa reducirane na debelino 1 cm je znašala 1 uro. V tem času ni všteto sušenje peska in površinska obdelava ometa.

Ing. Milan Stegu

## Problemi fundiranja pri mostovih

Ni dvoma, da so se sistemi fundiranja, ki jih v praktičnih primerih izvajamo, obnesli in da tudi popolnoma ustrezajo svojemu namenu, vendar moramo ugotoviti, da so se dogajale napake v izvedbi in to pred razvojem geomehanike kot vede in tudi pozneje, zlasti zaradi premalo tesne povezave med projektanti oziroma izvajalci na eni strani, in strokovnjaki geomehaniki na drugi strani oziroma zaradi premalega razumevanja za potrebnost geomehanskih preiskav. Neogibno potrebno je, da gradbeni inženir strokovnjak za gradnjo mostov prouči tudi osnovne lastnosti zemljišča, kar mu omogoča pravilno presojo problema fundiranja. Ker pa gre razvoj inženirskih ved v smeri specializacije, je pri projektiranju mostov za presojo nekaterih vprašanj, treba pritegniti izvedence s tistega področja. Samo tako bo v vsakem primeru zajamčena potrebna varnost objekta in se bo mogoče tudi izogniti predimenzioniranju, ki je v zvezi z nepotrebnim povečanjem gradbenih stroškov.

Navajam praktičen primer: pri mostu, zgrajenem v letu 1937 so zemljišča predhodno nepopolno preiskali. Konstrukcija mostu — kontinuirni nosilec, ki zahteva nepodajnost podpor v vertikalni smeri. Most je fundiran na grobem, dobro ulezanem gramozu. Čeprav predstavlja tak material popolnoma varno podlago, pri kateri nastopa posedanje zaradi velike propustnosti gramozu takoj, to je neposredno z naraščajočo obtežbo med gradnjo in pri nosilni konstrukciji sploh ne pride do izraza, so vendar predvideli in izvedli pilotiranje z borovimi piloti. Mostna konstrukcija popolnoma ustreza svojemu namenu. Naštaja samo vprašanje, ali ni mera varnosti prevelika in s tem v zvezi tudi stroški gradnje.

Kot temu nasproten primer navajam most, zgrajen v bližnji preteklosti. To je sistem

Kot vsako specialno delo v gradbeništvu zahteva tudi torkret prvovrstno mehanizacijo in izkušen kader. V eni ljudski republiki se potreba po torkretnih delih redko pojavi. Zato se kadri, ki so se komaj dobro izučili, porazgube po raznih delih in jih je v primeru potrebe težko zopet zbrati, ter je treba običajno priučiti nove delavce. Na ta način se bomo vedno samo učili osnovnih prijemov, ne bomo se pa izpopolnjevali in s tem dvignili kvaliteto in ekonomičnost torkretnih del. Zato bi bilo priporočljivo, da bi se ustanovilo specialno podjetje, ki bi vršilo torkretna dela po vsej državi. Zaradi stalne zaposlitve bi imelo tako podjetje vse izgleda za napredek in bi v znatni meri razbremenilo gradbišča.

dveh tročlenskih lokov s polnimi parapeti, torej težka konstrukcija. Fundiran je na ilovici. Sondažne preiskave so bile izvršene, enako tudi obtežilna preiskava terena z enako specifično obremenitvijo terena, kakršna rezultira pri največji obremenitvi objekta. Glede na posedanja, ki so bila ugotovljena pri obtežilni preiskunji tal, je bil obtežilni preizkušnji terena v daljšem časovnem intervalu, kar pa zaradi kratkega gradbenega roka ni bilo mogoče. Temelji objekta so bili zabetonirani v neugodnejših pogojih, to je na znatno vlažnejšo podlago, kot je bila izvršena poskusna obremenitev, tako da je medsebojna primerjava izgubila svojo realnost. Že med gradnjo in po dograditvi so bila projektiran tročlenski lok. Neogibno potreben bi bil račun pričakovanih posedanj za daljšo dobo na podlagi geomehanskih preiskav ali pa vsaj opazovanje posedanj pri opazovana posedanja opornikov in stebra, ki so v enem letu dosegla mero 60—280 mm. Nosilna — statično določena konstrukcija lahko prevzame te deformacije višinske lege temeljev. Neugodno je samo dejstvo, da je velikost posedanj na uzvodni in nizvodni strani temeljev različna, kar kvarno vpliva na konstrukcijo. V ilustracijo tega bi navedel opazovanja, ki jih je izvršil Casagrande na objektih nemške avtostrade.

Pri 72 opazovanih objektih je ugotovil naslednja posedanja: v 24 primerih 0—10 mm (na pesku in gramozu), v 31 primerih od 0—20 mm (na peskoviti glini), v 8 primerih 50—200 mm (na glini oziroma ilovici) in 9 primerih 200—1000 mm.

Iz tega pregleda je tudi razvidno, da enakomerna posedanja, čeprav nastopajo v znatno večjih izmerah, niso škodljiva obstoju objektov, ki so fundirani na glinovitih tleh, če se dosežajo v razmeroma kratki dobi in če nato sledi stanje mirovanja. Škodljivi vplivi



posedanj so se pojavili skoraj izključno le v primerih, v katerih je bil priključen cestni nasip zgrajen šele po dovršitvi objekta.

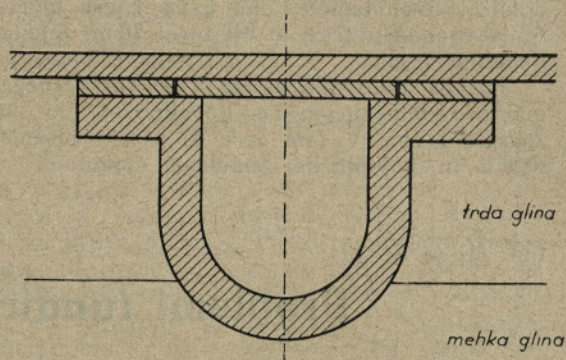
Iz gornjega je razvidno, kolike važnosti je poprejšnji račun pričakovanih posedanj in to ne samo v osi objekta, ampak zlasti pri širokih objektih na skrajnih robovih temeljev, na uzvodni in nizvodni strani. Nadalje stalno opazovanje višinskih sprememb temeljev od pričetka gradnje do dovršitve in še potem do popolne ustalitve objekta. Edino na ta način nam bo možna primerjava v naprej izračunanih posedanj z rezultati, ki jih ugotavljamo na izvršenih objektih.

Glede načinov fundiranja bi omenil samo nekaj značilnosti. V splošnem smo navezani na uporabo materiala, ki nam je najlažje dostopen, to je les. V večini primerov se uporabljajo dvojne lesene zagatne stene, ki do globine fundiranja 8 m pod vodno gladino prinašajo dobre rezultate. Zaježitev izvedemo iz dveh paralelno zabitih zagatnih sten z vmesnim nabojem vodonepropustnega naspnega materiala.

Pri gradnji stebrov za objekte na progi Šamac-Sarajevo, kjer so bili gradbeni roki izredno kratki, je bil ta način fundiranja izpremenjen toliko, da je bil na mesto fundiranja nasut umetni otok iz slabo propustnega materiala, zavarovan proti vodnemu toku s kamnometom. Izkop se je vršil s pomočjo enojne zagatne stene, katere debelina je znašala 16 cm pri višini stene do 6 m. Ta način je bil uporabljen v večini primerov in se je povsod odlično izkazal. Značilen je zanj precejšen prihranek rezanega lesa, velika hitrost pri izvedbi fundiranja in predvsem možnost izvedbe z znatno manjšim številom kvalificiranih moči.

V dveh primerih so izvedli poizkus fundiranja z lesenimi vodnjaki velikih dimenzij. Eden izmed teh stebrov je imel tlorisno

površino temelja  $10 \times 15 \text{ m}^2$ . Stene vodnjakov so bile iz lesenega predalčja, obitega zunaj in znotraj s 5 cm plohi, vmesni prostor širine 15 cm pa je bil napolnjen z betonom. Vodnjak je bil na spodnjem robu opremljen z rezilom iz kotnega železa. Montiran je bil na umetnem otoku in se je med izkopom pogrezal zaradi lastne teže ter na ta način zapiral stavbno jamo. Stene vodnjaka so se do globine 5 m pod vodno globino izkazale kot



popolnoma vododržne, dotok vode v stavbno jamo pod rezilom je bil le nezaten in ga je bilo mogoče vzdrževati z eno črpalko kapacitete 100 lit/min. Izkop so izvedli skozi nasuti material umetnega otoka v višini 3 m in gramozno plast debeline 2 m na dnu reke do skale. Temelje so ravno tako betonirali brez motenj.

S področja plitvega fundiranja bi navedel primer, ki so ga uporabili pri gradnji nekaterih propustov na vrhniški cesti po zamisli tov. ing. Jerina. Ker je bila na mestu gradnje nosilna ilovnata površinska plast debela samo 2 m, pod njo pa je bila le malo nosilna plast, so fundirali temelje propusta na zgornji nosilni plasti, cev propusta pa so obesili na temelje po skici.

Ing. France Dolničar

## Odvajanje in čiščenje odplak

Čeprav zveni morda paradokсно, je kljub temu dejstvo, da je pri nas zdravstvena hidrotehnika še vedno na zelo nizki stopnji. Če bi ta panoga morda šepala za ostalim napredkom, bi bilo tako stanje vsaj razumljivo; ker pa se zdravstvena tehnika razvija vzporedno z ostalimi tehničnimi panogami, jo moramo čim preje dvigniti iz zapostavljenosti in ji dati enakopravno mesto med ostalimi panogami javne dejavnosti. Mogočne tovarne, veličastne hidrocentrale in drugi sodobni objekti so brez ustreznih naprav za vodno preskrbo in odvajanje odpadnih vod. Kakor je hiša brez instalacij nepopoln objekt, tako se tudi

upravna in industrijska središča brez ustreznih komunalnih naprav ne morejo uspešno razvijati.

Ne moremo si več zamisliti sodobnega mesta brez kanalizacije. Moderna kanalizacijska tehnika pa stremi tako kot ostale tehnične panoge za stalnim izpopolnjevanjem v tehničnem in gospodarskem smislu. Prešibko dimenzionirana kanalska mreža lahko s poplavljanjem nepremičnin napravi veliko gospodarsko škodo. Nepravilno zgrajeno, nezadostno opremljeno ali slabo vzdrževano kanalsko omrežje lahko prav tako skrajno neugodno vpliva na zdravstvene razmere vsega mesta ter celo pri-



speva k širjenju nevarnih epidemij. Narodnogospodarske škode zaradi predimenzioniranja kanalskega omrežja pa se komunalne uprave sploh ne zavedajo, ker nihče ne preiskuje pretočnih razmer v kanalih.

Zato je prvi pogoj, da se tako kot ostale gradnje, tudi kanalsko omrežje gradi po strokovno izdelanem projektu za celotno mestno področje. To je treba že zato, ker se gradi kanalizacija po etapah in vsak kanal mora točno izpolnjevati svojo določeno funkcijo v celotnem omrežju. Izdelava projekta sistematične kanalizacije po sodobnih načelih pa je zamudno delo in zahteva precej obsežna pripravljala dela. Predvsem gre tu za topografske posnetke, ki so že tako potrebni tudi za izdelavo ustreznega urbanističnega načrta. Z urbanisti prihajamo sanitarni hidrotehniki v pogosta nasprotja, kajti sodobni urbanistični načrti so zelo elastični. Njihova oblika se spreminja med postopno izgradnjo mesta, ustrezno trenutnim razmeram. Nasprotno pa je načrt kanalizacije zelo toga konstrukcija, ki ne dovoljuje sprememb, kajti s spremembo lege ulic se nujno spremenijo tudi padci ter profili in nivelete kanalov, skratka, vse naporno delo s projektom postane iluzorno. Zato je nujno potrebno, da bo urbanist ob sodelovanju s sanitarnim hidrotehnikom trdno določil vsaj tiste ulice, kjer bodo tekli glavni kanali in dalje gostoto zazidave posameznih mestnih predelov, ker ta bistveno vpliva na potrebno kapaciteto kanalov in določitev odtočnih koeficientov.

Slišali smo o potrebi, da se uredi ombrografska mreža za določitev jakosti kratkotrajnih nalivov, ki so edino odločilni za pravilno dimenzioniranje kanalske mreže. Med nadaljnja pripravljala dela štejemo hidrobiološka raziskovanja vodotoka, kamor bodo speljane odplake. Stanja vode recipienta so odločilna za globino obrežnih glavnih zbiralnikov in za morebitno potrebo prečrpavanja odplak ob vsakoletni visoki vodi. Biološka raziskovanja pa nam dajo natančno sliko o samočistilni sposobnosti vodotoka, to je sposobnosti onesnažene rečne vode, da se zaradi različnih fizikalnih in kemično-bioloških procesov po preteku določene dobe zopet sama očisti. Ker ima samočistilna sposobnost vsakega vodotoka svoje natančno določene meje, nam biološka raziskovanja pokažejo stopnjo potrebnega čiščenja odplak pred izpustom v vodotok. O potrebi morebitnega temeljitega biološkega čiščenja odplak od-

loča torej režim vodotoka, ne pa dejstvo, da gre za veliko ali samo za manjše provincialno mesto.

V zadostitev najosnovnejših zahtev sodobne javne higiene je treba odplake pred izpustom v vodotok vsaj mehanično očistiti. Mehanično čiščenje je hkrati tudi prva stopnja morebitnega temeljitejšega, t. j. kemičnega in biološkega čiščenja. Učinek mehaničnega čiščenja pokaže, če bo temeljitejše čiščenje potrebno ali ne, lastnosti mehanično očiščenih odplak pa nam nakažejo ustrezn način biološkega čiščenja.

Sestavni del projekta sodobne čistilne naprave je tudi načrt izkoriščanja uporabnih snovi iz odplak. V nekaterih primerih se izplača pridobivanje in tehnično izkoriščanje maščob, predvsem pa imajo odplake zaradi svoje gnojilne in zavlaževalne vrednosti pomen za poljedelstvo. Namakanje zemljišč z odplakami ni povsod umestno, ker zahteva obsežne naprave za razvod vode in običajno tudi drenažo zemljišč. V vsakem primeru pa se da s pridom uporabiti sedimentirani kal iz čistilnih naprav kot dobro gnojilo. Fekalni kal vsebuje približno iste gnojilne snovi kot hlevski gnoj, t. j. predvsem dušik, fosforno kislino in kalij. Pri kanaliziranju večjih mest se izplača tudi pridobivanje fekalnega plina v čistilnih napravah. Ta plin sestoji iz metana in ogljikove kisline ter ima kalorično vrednost cca 6000 kal/m<sup>3</sup>; iz njega se da pridobivati tudi čisti metan s kalorično vrednostjo cca 4000 kal/m<sup>3</sup> (dober svetilni plin plinarn ima kalorično vrednost caa 4000 kal/m<sup>3</sup>). Fekalni plin se uporablja bodisi za kurjenje, za pogon plinskih motorjev, za pridobivanje čistega metana ali za mešanje s svetilnim plinom mestnih plinarn.

Trenutno izdelujejo okvirne projekte kanalizacij za Ljubljano in Maribor; izdelan je bil idejni projekt za kanalizacijo Kranja, glavni projekt za kanalizacijo Nove Gorice, za postopno izgradnjo po etapah, ki pa se ne izvaja ravno idealno. Izdelani so bili, ali so v izdelavi, projekti kanalizacij za razna stanovanjska naselja, bolnišnice in zdravilišča. Odplake bolnišnic so v zdravstvenem oziru mnogo nevarnejše kot mestne. Jasno je, da bi lahko prišlo do velikih katastrof, če bi na primer odvajali odplake iz infekcijskih oddelkov brez poprejšnje sterilizacije v vodotok.

Glede na vedno intenzivnejši razvoj naše industrije, moramo pri sanitarni hidrotehniki posvečati posebno pozornost industrijskim odplakam, ki so na splošno



našemu gospodarstvu in ljudskemu zdravju mnogo nevarnejše kot fekalne. Če glede fekalnih odplak zahtevamo vsaj mehanično čiščenje, moramo to zahtevo pri industrijskih odplakah potencirati na najvišjo stopnjo in skušati z vsemi sredstvi prepričati odločilne kroge o nujnosti rešitve tega problema. Ruhrsko področje v Nemčiji nam lahko služi kot opozorilo, v kakšne neblage razmere lahko spravi industrija vodno gospodarstvo celih pokrajin. Pa saj nam žal ni treba v tujino po primere: Sava je poleti od Zagorja navzdol bolj podobna kloaki kot bistri gorski reki. Akumulat v Mostah se bo verjetno v nekaj letih spremenil v mrtvo jezero. Zdravstveni tehniki se najbolj zavedamo, da ne moremo v nekaj letih popraviti, kar so zagrešila desetletja. Z zaskrbljenostjo pa naš mora navdajati dejstvo, da so se razmere na naših vodotokih zaradi onesnaženja z industrijskimi odplakami poslabšale v primeri s predvojnimi stanjem. Zakaj? Zato, ker so vsa obstoječa podjetja povečala svojo storilnost, ne glede na to, ali so bila razširjena ali ne; zato, ker so po osvoboditvi zrastle in vedno rastejo številna nova podjetja; zato, ker ni časa za vzdrževanje ali povečanje obstoječih čistilnih naprav, pri čemer pa o gradnji novih naprav sploh ne govorimo. Pri vsej skrajni uvidevnosti za objektivne težave je brez dvoma s stališča skupnosti upravičena zahteva, da ne bi smelo v obrat nobeno novo industrijsko podjetje, ne da bi vzporedno z izgradnjo tovarniških objektov zadovoljivo rešili tudi vprašanje čiščenja odplak. Kljub temu pa morajo industrijski in drugi krogi končno že prenehati s stereotipnim izgovorom, češ saj ne poznamo načinov čiščenja industrijskih odplak. Lahko namreč trdimo, da je sodobna čistilna tehnika sposobna očistiti

skoro vsako industrijsko odpadno vodo do take tehnične stopnje, pri kateri ne bo pomenila več nevarnosti za ostalo gospodarstvo, ljudsko zdravje in videz vodotokov.

Kratek splošen pregled lastnosti in način čiščenja posameznih kategorij industrijskih odplak podaja vrsta člankov v »Industrijskem vestniku« z naslovom »Voda v industriji«.

Glede višine investicij za čistilne naprave industrijskih odplak pripominjam:

1. Kjer gre za ljudsko zdravje in splošno gospodarstvo, ne smemo trgovsko presojeti investicije za potrebne asanacijske naprave.

2. Z modernizacijo ali ustrezno preureditvijo obratovanja lahko mnoge tovarne zmanjšajo škodljivost odplak vsaj za eno tretjino.

3. Stroški za čistilne naprave odplak v nobenem primeru ne bodo preseгли 1 do 3% vrednosti prizadete industrijske naprave.

Za vodno gospodarstvo vsakega industrijskega podjetja, t. j. za preskrbo z zadostno količino primerne obratne vode in za zadovoljivo odvajanje odplak, je predvsem važna pravilna namestitvev (lokacija) posameznih industrijskih panog. Prav v tem oziru pa se delajo često osnovne napake, ki se kasneje ne dajo popraviti. S pravilno namestitvijo se prav lahko izognemo nevarnosti, da bi industrijske odplake kvarile vire pitne vode niže ležečim podjetjem, javnim kopalščem in podobno.

Ponavljam, da so zdravstveno hidrotehnične naprave sestavni del izgradnje naselij in industrijskih predelov. Zato moramo najti načine in sredstva, da jih bomo gradili vzporedno z razvojem naselij in industrijskih objektov, ne pa z njimi odlašali tako dolgo, da bodo storjene nepopravljive škode.

Ing. Engelbert Hribernik:

## Plavžna žlindra v industriji cementa

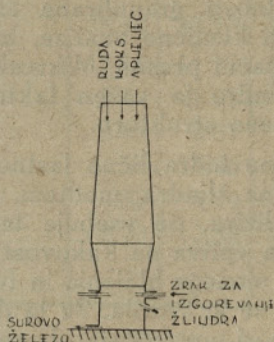
Surovo železo pridobivamo v plavžih. Plavži so do 30 m visoke jaškaste peči, ki so v srednjem delu nekoliko razširjene, proti dnu pa zopet ozje (glej sliko 1).

Peč se od zgoraj polni z železno rudo, s koksom in apnencem. Koks, ki se pretvori v ogljikov monoksid (CO), reducira rudo — ki je navadno v obliki oksida — v kovinsko železo. Poleg tega daje koks še toploto, s katero se železo tali. Zrak, ki je potreben pri izgorevanju koksa, se

predhodno segreje in skozi šobe vpihuje v spodnji del peči. Jalovina rude vsebuje kremenico in glinico. Pri procesu taljenja tvorita le-ti z dodanim apnom in z ostanki koksovega pepela plavžno žlindro. V spodnjem delu peči vlada temperatura 1400—1500° C. Tam se nabira železo, ki se je izločilo iz rude. Nad njim se zbira specifično lažja žlindra kot zaščitna prevleka, ki se izteka skoraj nenehno skozi odprtine, ki so na obodu peči. Ko naraste



količina železa približno do odprtih skozi katere odhaja žindra, se izpusti tudi surovo železo. Zaradi visoke temperature



Slika 1.

v peči, koks popolnoma zgori in žindra ne vsebuje več gorljivih snovi, kot ona, ki jo dobimo pri drugih kurilnih napravah.

Kemična sestava plavžne žindre je odvisna od rud, iz katerih jo dobivamo in od vrste železa, katerega naj bi dobili. Žindra kot odpadni proizvod je bila velika nadloga v železarnah, ker se je tamkaj kopičila v ogromnih količinah. Prav zaradi tega so iskali načinov za njeno uporabo. Po svoji kemični sestavi je zelo podobna sestavi portland cementa. Zato so jo skušali uporabiti kot hidravlično vezilo in je bilo v tej smeri izvršenih nešteto preiskav.

Dolgo niso vedeli, če ima plavžna žindra hidravlične lastnosti, t. j. če se v zvezi z apnom tudi pod vodo strdi. Belidor je že l. 1737 izjavil, da se z žilindrino malto lahko vršijo vodne gradnje, medtem, ko sta Gadd in Rinmann l. 1773 to zanikala. Verjetno sta uporabljala kislo žindro, katera ni bila dovolj fino zmleta in se je pomešana z apnom zelo počasi strjevala. Belidorjevih raziskovanj niso več zasledovali ter so bila zaradi tega pozabljena. Plavžno žindro so uporabljali do polovice prejšnjega stoletja samo v majhni meri in še to le za izdelovanje plošč za cestni tlak.

Okoli l. 1850 so pričeli v plavžih uporabljati koks namesto oglja. S tem se je kemična naprava žindre močno izpremenila. Postala je bolj bazična, to se pravi, da je vsebovala večje količine apna in v taki sestavi jo pridobivamo še danes.

L. 1862 je opazil Langen, da dobi žindra hidravlične lastnosti, če se jo še tekočo izpusti v mrzlo vodo. Tako je dobil žilindrin pesek, ki daje — fino zmlet in pomešan z apnom v razmerju 5:1 — malto. Le-ta se je zelo dobro strdila in

je postala uporabna za vodne in visoke gradnje. S tem je postavil osnovo za izdelavo žilindrinega cementa, kasnejšega železnega portland cementa in plavžnega cementa.

Približno l. 1870 se je pojavil — predvsem v Avstriji in Švici — žilindrin cement, napravljen iz fino zmlete mešanice granulirane plavžne žindre in apna. Na to opozorjena se je pričela industrija portland cementa baviti z vprašanjem njenega izkoriščanja. Posledica tega je bila, da se je pričelo skupno mletje klinkerja in žindre.

V nekaterih tovarnah so zaradi cenejše proizvodnje uporabljali za izdelavo cementa namesto granulirane žindre — navadno hlajeno žindro, ali pa so celo mešali navadni kamen. Vse neuspehe, ki so vsled tega nujno nastali, so pa pripisovali samo plavžni žindri.

V mnogih cementarnah so opazili, da določen dodatek granulirane žindre izboljša kakovost njihovega cementa, ker se mu poveča trdnost in izboljša prostorninska obstojnost. Poznani strokovnjaki kot Mihaelis in Tetmajer, so prišli do istega spoznanja. Njim so se pridružili Dietrich, Prussing in drugi. Vsi so se borili za dosego istega smotra in sicer, da bi oblasti priznale hidravlične lastnosti žindre, kar bi ji priznalo mesto, ki ji po njenih lastnostih pripada. Temu so se uprli izdelovalci portland cementa, ker so smatrali kot potvorbo vsak portland cement z drugimi primesmi. Dovoljeno pa je bilo uporabljati plavžno žindro le kot surovino namesto laporja in tako se je izdeloval v nekaterih tovarnah portland cement z žganjem mešanice plavžne žindre in apnenca oz. gline. Takšen postopek je imel svoje gospodarske prednosti, ker se je prihranilo mnogo premoga, saj predstavlja žindra že kalcijeve aluminijeve silikate. Po tem postopku dela danes največja cementarna na svetu »Universal-Portland-Cement-Company« v Bullingtonu pri Chicagu. Njena dnevna produkcija znaša 700—800 vagonov portland cementa, izdelanega iz plavžne žindre in apnenca.

Karl Schoch je leta 1895 izdeloval cement, sestojec iz 70 delov portland cementa in 30 delov žindre. Njemu so sledile tudi druge tovarne, ki so izdelovale takšen cement pod imenom »popravljen portland cement«. Zaradi tega so izdelovalci portland cementa vložili tožbo in sodna obravnava se je vršila l. 1901. Razsodba je bila v prid izdelovalcem plavžnih



cementov in s tem je bil končno priznan nov cement, ki je dobil ime »železni portland cement«. Sestavljen je z dodatkom največ do 30% plavžne žlindre. L. 1916 je šele sledilo uradno priznanje, da se lahko uporablja za železobetonske gradnje poleg portland cementa tudi železni portland cement.

Ker je torej plavžna žindra zaradi svojih dobrih lastnosti končno le prodrila, se je njen dodatek klinkerja povečal in leta 1917 so izšli prvi standardi za plavžni cement, po katerih je ta cement vezivo, sestojče iz najmanj 15% portland cement klinkerja in največ 85% plavžne žlindre.

Za predelavo plavžne žlindre v razne cimente, so se uporabljale le vrste, ki so imele večjo količino kalcijevega oksida. Predvsem so torej uporabljali take vrste, ki so odpadle pri izdelavi livarskega in hematitnega surovega železa, medtem, ko žlindre z manjšo količino CaO niso prišle v poštev. Ščasoma pa se je izdelovalo vedno manj močno bazičnih žlinder, kar je rodilo njihovo pomanjkanje v mnogih cementarnah, ki so na ta način izdelovale cement.

V nemških standardih se je postavilo za cimente, ki vsebujejo plavžno žindro, določene zahteve tudi glede kvalitete žlindre. To so izrazili z raznimi moduli. L. 1932 se je zahtevala sledeča kemična sestava:

$$\frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \frac{1}{3} \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2 + \frac{2}{3} \text{Al}_2\text{O}_3} \leq 1$$

Leta 1943 predpisi za bazičnost žlindre niso bili več tako dosledni in je dobil modul sledeči izraz:

$$\frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2} \leq 1$$

Iz tega je razvidno, da se šteje celotna količina aluminijevega oksida kot koristna komponenta.

Vendar najdemo v literaturi še druge module, kot je n. pr.

$$\frac{\text{CaO} + \text{CaS} + \frac{1}{2} \text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2 + \text{MnO}} = 1 \text{ do } 2$$

Tu zasledimo že dve novi spojini, in sicer CaS in MnO. Prvotno je bilo mišljeno, da je CaS škodljiv. Vendar se je kasneje dokazalo, da ugodno vpliva na tvorbo steklene strukture in pojača alkalno reakcijo cementnega klinkerja. Smatra pa se, da vpliva MnO škodljivo le v količinah preko 5%, ker zmanjšuje hidravlično sposobnost žlindre.

Moduli bazičnosti so se ščasoma močno spremenili. V standardih iz l. 1942 ni več tako strogih mer in ocenitev hidravličnih lastnosti granulirane žlindre zgolj na podlagi kemične analize, bi lahko vodila k napačni presoji. Mikroskopska preiskava žlindre je važen faktor, ki nam pokaže njeno strukturo.

Latentne hidravlične lastnosti ima samo amorfnna žindra, medtem, ko oni del, ki skristalizira, ne vsebuje teh lastnosti. Poleg tega vpliva na kakovost žlindre tudi hitrost njenega hlajenja in temperatura, pri kateri se je tvorila. Že ta dva faktorja v veliki meri povzročata, da se lahko tvorijo popolnoma nove spojine v sistemu  $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MgO}$ .

Kemična analiza nam nikakor ne more biti edini kriterij za presojo vrednosti žlindre. Zato se poslužujemo praktičnega postopka s tem, da napravimo mešanico klinkerja portland cementa in žlindre ter jih zmeljemo v fini prah. Nato določimo 7 in 28 dnevno trdnost tako, kot pri preiskavi trdnosti portland cementa. Priporočljivo je, da namesto klinkerja vzamemo apno, kot se to prakticira v standardnih preiskavah za pucolane in trase. Te preiskave se vršijo z 1 delom vezila + 0.8 delov normalnega apna + 1.5 delov normalnega peska + 0.39 delov vode.

Tudi naša cementna industrija izkorišča že nekaj let granulirano plavžno žindro iz domačih železarn tako, da jo melje skupaj s klinkerjem ali pa z apnom. Kemično sestavo raznih žlinder, proizvajanih v zadnjih letih, je videti iz tabele šte. 1.

Če izračunamo module bazičnosti po nemških standardnih predpisih iz leta 1932 in 1942 potem dobimo iz naših žlinder rezultate, ki so razvidni iz tabele šte. 2.

Žlindre, ki jih uporabljamo v naši industriji cementa po standardnih predpisih iz l. 1942 so dovolj bazične, ker se giblje modul okoli 1.5. Ker se kljub temu čisto naglašaja, da naša žindra ni dovolj bazična za izdelavo hidravličnih veziv, hočemo prikazati praktične primere, ki bazirajo zgolj na preiskavah trdnosti mešanice.

Imamo primer izdelave sivega apna v tovarni Zidani most, kjer se s skupnim mletjem 70% žlindre in 30% apna dobiva hidravlično vezivo. Le-to ima še to odlično lastnost, da pride predvsem v vlažnih okoliščinah njegova kvaliteta popolnoma



Tabela šte. 1

Štev.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
SiO <sub>2</sub>	38.10	39.70	39.20	40.40	34.60	35.70	37.10	37.51	37.12	36.80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.16	11.85	11.61	14.10	14.51	15.40	13.82	14.45	13.69	14.72
FeO	1.12	1.03	0.82	0.93	0.78	0.74	0.62	0.58	0.72	0.48
MnO	4.85	3.87	5.49	3.56	2.32	1.98	3.84	3.94	3.54	3.24
CaO	36.54	35.96	34.80	35.15	37.65	38.—	38.11	38.07	38.40	38.40
MgO	6.87	6.29	6.50	4.90	7.75	6.70	3.88	3.22	4.32	3.84
CaS	2.70	2.34	2.11	1.62	3.37	3.55	2.90	2.05	2.79	2.54
BaSO <sub>4</sub>	—	—	—	—	—	—	1.02	0.70	0.56	0.44

Štev.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SiO <sub>2</sub>	36.42	36.66	36.44	37.48	36.70	36.30	36.85	36.55	36.85	36.55
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.—	14.56	12.91	13.74	15.80	15.60	11.31	13.53	11.31	15.53
FeO	0.38	0.44	0.38	0.71	0.59	0.45	0.41	0.38	0.48	0.38
MnO	3.—	2.87	3.27	3.82	5.30	3.35	3.61	2.43	3.61	2.43
CaO	38.48	38.62	40.18	39.25	33.40	35.40	35.38	35.90	35.28	35.90
MgO	3.60	3.30	3.27	3.85	6.53	7.10	9.14	9.17	9.14	9.27
CaS	2.86	2.54	2.70	2.31	2.58	3.15	2.93	2.70	2.93	2.70
BaSO <sub>4</sub>	0.62	0.44	0.84	0.60	—	—	—	—	—	—

Tabela št. 2

Štev.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1932										
$\frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \frac{1}{3}\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2 + \frac{2}{3}\text{Al}_2\text{O}_3}$	1.03	0.97	0.96	0.89	1.13	1.08	1.—	0.97	1.02	1.03
1942										
$\frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2}$	1.43	1.36	1.46	1.34	1.73	1.68	1.49	1.49	1.51	1.54

Štev.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1932										
$\frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \frac{1}{3}\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2 + \frac{2}{3}\text{Al}_2\text{O}_3}$	1.01	1.00	1.06	1.01	0.95	1.00	1.08	1.08	1.08	1.07
1942										
$\frac{\text{CaO} + \text{MgO} + \text{Al}_2\text{O}_3}{\text{SiO}_2}$	1.55	1.55	1.53	1.51	1.52	1.59	1.51	1.60	1.50	1.67



do izraza. O njegovi kvaliteti smo govorili že v lanskem Novatorju št. 5., 6. in 7.

V še mnogo večji meri pridejo do veljave latentno hidravlične lastnosti plavžne žlindre, če uporabljamo namesto apna klinker portland cementa. Proizvodnja se vrši tako, da jih skupaj zmeljemo v odgovarjajoči odstotni mešanici.

V diagramih št. 1 in 2 so prikazani rezultati cementov in mešanic portland cementnega klinkerja — dobljenega v rotacijskih pečeh — in plavžne žlindre. Tu je nadomeščen klinker z rastočo količino plavžne žlindre: najprej z 10%, potem z 20% pa vse do 80%. Zadnji cement je torej mešanica, ki vsebuje le 20% klinkerja in 80% žlindre.

7 dnevne trdnosti

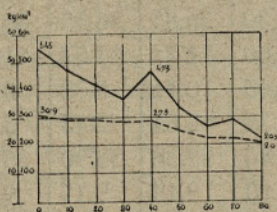


Diagram št. 1.

V diagramu št. 3 in 4 so navedeni rezultati trdnosti cementa, dobljenega s plavžno žlindro in klinkerjem jaškastih pečih. Tu se je nadomestil klinker z žlindro le do 30%, poizkusi pa so izvršeni s 5, 10, 15, 20, 25 in 30% žlindre.

7 dnevne trdnosti

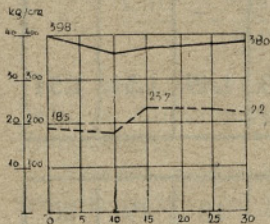


Diagram št. 3.

28 dnevne trdnosti

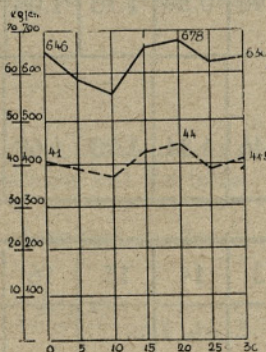


Diagram št. 4.

————— tlačne trdnosti  
 - - - - - natezne trdnosti

Potek krivulj diagrama št. 1 in 2 kaže, da padejo tlačne trdnosti močneje kot

28 dnevne trdnosti

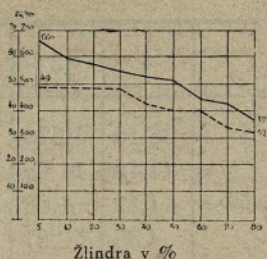


Diagram št. 2.

natezne trdnosti, če nadomestimo klinker iz rotacijske peči z žlindro. Ta padec je bolj izrazit pri 7-dnevnih trdnostih, medtem, ko ta razlika pri 28-dnevnih trdnostih ni več velika. Iz diagrama vidimo, da imajo natezne trdnosti po 28 dneh, če smo nadomestili klinker s 30% žlindre, le rahlo tendenco padanja.

Mnogo bolj enakomerno potekajo krivulje v diagramih št. 3 in 4, kjer so navedeni poizkusi s klinkerjem iz jaškastih pečih ter žlindre. Tu vidimo 28-dnevne optimalne trdnosti pri nadomestitvi klinkerja s 20% žlindre. Celo pri 30% žlindre se ne more opaziti padanja trdnosti.

Končni poizkusi z večjo količino žlindre še niso bili izvršeni, je pa že v programu, da se pristopi k nadaljnjim poizkusom. Lahko pa trdimo, da trdnosti pri še večjem odstotku dodane žlindre ne bodo padale, kar nam dokazuje kvaliteta H cementa, ki vsebuje večji odstotek žlindre in izkazuje 571 km/cm<sup>2</sup> po 28 dneh.

Razvijanje trdnosti v teku let je sledeče: znano je, da imajo cementi z dodatkom žlindre začetne trdnosti bolj nizke, toda sčasoma se v veliki meri popravijo. Da ima žindra možnost strjevanja skozi dolgo dobo let, nam dokazujejo ležišča žlindre, ki se nahajajo v okolici plavžev, katere je možno odstraniti le z dinamitom. Poizkusi, ki so bili izvršeni drugje, so pokazali, da so bile dosežene trdnosti cementov — z zelo velikim dodatkom žlindre — po 2 letih večje, kot pri cementih izdelanih s samim klinkerjem.

Naši poizkusi so dokazali, da je granulirana žindra, dobljena v domačih plavžih, dober nadomestek za klinker, ki je žgan v jaškastih pečeh in da v količini do 30% ne poslabša kvalitete cementa. Na osnovi tega nam predstavlja plavžna žindra material, s pomočjo katerega moremo doseči v cementni industriji ogromne prihranke na premožu, električni energiji in delovni sili, ker predstavlja vsak kilogram žlindre — kilogram cementa.



## Podlaga za utrditev v sodobni cestogradnji

### 1. Splošno:

Predpogoj za dobro vozišče, ki mora razmeroma dolgo dobo ustrezati danim voznotehničnim pogojem, je kolikor mogoče nestisljiva podlaga za utrditev. Vkljub temu nedvoumno dokazanemu dejstvu, se malokateri detajl v tehnični praksi tako šablonsko obravnava kot prav podlaga. Cestni projektanti navadno posvetijo dokaj paznje pravilni liniji trase, nekaj paznje še eventualno čim bolj ekonomski razvrstitvi zemeljskih mas za gradnjo spodnjega ustroja, ko pa je treba rešiti vprašanje podlage, se v pretežni večini primerov avtomatično odločijo za tlak iz lomljenca z izravnalno plastjo gramoza, ker je med nekaterimi strokovnjaki in laiki močno zakoreninjeno mišljenje, da samo podlaga iz lomljenca nudi dober odpor proti prometni obtežbi.

To mišljenje je danes že močno omajano, ker je dokazano, da ima podlaga iz lomljenca toliko slabih strani, da so bili cestni strokovnjaki prisiljeni iskati novih vrst podlage, s katerimi bi bilo možno trajnost vozišča in varnost vožnje povečati na potrebno mero.

### 2. Tlak iz lomljenca:

Slabe strani podlage iz lomljenca so v glavnem: neugodno prenašanje pritiskov obtežbe na planum spodnjega ustroja, zaradi česar se tlak pod vplivom prometne obtežbe utisne v planum spodnjega ustroja, nadalje razmeroma velik procent praznih prostorov in njihova neenakomerna porazdelitev. Oboje ima za posledico, da na površini vozišča nastajajo valovi, kar voznotehnične pogoje vozišča znatno poslabša. Če je spodnji ustroj iz koherentnega materiala, se pri ugrezavanju tlaka ta material vrine med posamezne kamne, kar močno poveča verjetnost mrzotnih poškodb vozišča.

O slabih straneh podlage iz lomljenca je bilo v inozemstvu že precej napisanega. O tem je pisal že Mac Adam (v Remarks on the present system of road making, iz leta 1822), v novejših časih so pisali o tem: Cassagrande (Bodenmechanik und neuzeitlicher Strassenbau), Bonnenfant (Annales des pontes et des chaussées) in Perret (Strasse und Verkehr). Od naših strokovnjakov omenja to ing. Šuklje v svojem članku o gradnji aerodromov, ki je

izšel v reviji »Tehnika«. V letu 1950 je v »Novatorju« izšel članek ing. Jenka o telfordskih in makadamskih podlagah, v katerem so tehnični detajli ene in druge vrste podlag izčrpno obdelani.

Vsi avtorji razprav o podlagi iz lomljenca ugotavljajo, da je te vrste podlaga, za promet devetnajstega stoletja v glavnem še ustrezala, da pa ne ustreza za sedanje hitrost in gostoto prometa, še manj pa za specifične pritiske modernih motornih vozil.

Za odpravo nedostatkov podlage iz lomljenca, priporočajo strokovnjaki razne ukrepe, ki imajo v glavnem namen zmanjšati specifični pritisk na planum spodnjega ustroja in preprečiti vdor materiala med posamezne kamne. Teh ukrepov ne bom detajlno navajal, ker jih je ing. Jenko v svojem članku detajlno obdelal. Vsi predlagani postopki za izboljšanje podlage iz lomljenca so za naše razmere neekonomični ali pa nesigurni, zato naj se porabijo le v primeru če smo zaradi kakršnihkoli vzrokov prisiljeni predvideti podlago iz lomljenca.

### 3. Podlaga iz drobljenca (sistem makadam):

Iz razprav navedenih avtorjev se da sklepati, da je najracionalnejši ukrep za doseg gladke površine in trajnosti vozišča, če se mesto podlage iz lomljenca uporabi podlaga iz drobljenca primerne debeline in zrnatosti.

Glavne prednosti podlage iz drobljenca v primeri s podlago iz lomljenca so v glavnem: manjši procent in enakomernjša porazdelitev praznih prostorov, ugoden prenos pritiskov na planum spodnjega ustroja, znatna odpornost proti dinamičnim učinkom prometnih obremenitev, manjša verjetnost vdora materiala spodnjega ustroja in večja varnost proti mrzotnim poškodbam. Pogoj za doseg teh prednosti pa je pravilna zrnatost in dobra komprimacija.

### 4. Ekonomska primerjava tlaka iz lomljenca z makadamom:

Po tehnični primerjavi podlage iz lomljenca z makadamsko podlago je treba napraviti še ekonomsko primerjavo. Če sponiramo, da 25 cm debela plast iz drobljenca lahko nadomesti 20 cm debelo plast iz lomljenca in 8 cm debelo plast



drobljenca, lahko ugotovimo, da porabimo za podlago iz lomljenca 0,37 del. ure na 1 m<sup>2</sup> podlage več kot za podlago iz makadama. Večja je pri makadamski podlagi poraba strojnih ur, razlika znaša za valjar 0,007 ure za 1 m<sup>2</sup>, za drobilec pa 0,0561 ure za 1 m<sup>2</sup>. Po veljavnih normah znaša razlika v stroških za 1 m<sup>2</sup> podlage din 9,27 ali 4,68% v korist makadamske podlage.

### 5. Podlaga iz prodca (sistem makadam):

V Franciji in Švici se zadnje čase uporabljajo podlaga iz lomljenca v kombinaciji s prodcem; na pravilno položen, nezaklinjen tlak iz lomljenca se razgrne plast prodca in dobro uvibrira. Najdebelejša zrna prodca naj ne presegajo 30 mm, da med posameznimi kamni tlaka ne bi nastali prazni prostori.

Prednost te vrste podlage v primeri s podlago iz zaklinjenega lomljenca so očitne: mnogo manjši procent praznih prostorov, ugodnejši prenos pritiskov, manjša verjetnost vdora materiala spodnjega ustroja med kamne tlaka, večja varnost pred mrazotnimi poškodbami in nižja cena.

Pogoj za takšne vrste podlage je takšna zrnatost prodca, da ima v uvibriranem stanju čim manj praznih prostorov in seveda pravilna komprimacija.

Če se podlaga iz lomljenca, v kombinaciji s prodcem dobro obnese, je jasno da podlaga iz samega prodca primerne zrnatosti ne bo slabša, če bo pravilno vgrajena. Poleg njenih dobrih strani, ki so v glavnem iste kot pri podlagi iz drobljenca, ima podlaga iz prodca tudi nekaj slabih strani. Pri nas v Sloveniji je podlaga iz prodca težko izvedljiva, ker ni na razpolago zadostno število vibratorjev, ima pa pred vsemi drugimi vrstami podlag tolikšne ekonomske prednosti, da bi se nabava potrebnega števila vibratorjev gotovo v kratkem času splačala. Druga slaba stran te vrste podlage je v tem, da zaradi okrogle oblike in gladkih ploskev posameznih zrn, ni mogoče doseči hrapave površine vozišča, kar je pri asfaltni utrditvi nujno, ker se mora utrditev mehansko povezati s podlago. Ta nedostatek se da odpraviti s tem, da na dobro zvibrirano plast prodca, naneseemo 6—8 cm debelo plast drobljenca in ga dobro zvaljamo.

Za utrditev vozišča ne priporočamo uporabe prodca, ker je trenje med posameznimi zrni, zaradi gladkih ploskev, mnogo manjše kot pri drobljencu in zato izpadejo manjša zrna zaradi sesalnih učinkov pnevmatik v razmeroma kratkem

času. Skozi tako razrahljano površino vstopa meteorna voda in zlasti v dobi zmrzovanja uničuje zgornji ustroj ceste.

Pri srednje velikih zemeljskih delih, ki znašajo cca 15% celokupnih stroškov gradnje, odpade cca 25% stroškov celokupne zgradbe na podlago za utrditev. Ta procent se da v mnogih primerih znatno zmanjšati, če projektant dobro pozna lokalne možnosti dobave materiala za podlago, če zna te možnosti pravilno izrabiti in se odloči za takšno vrsto podlage, ki je v danih razmerah najbolj ekonomična.

Skoro vsi večji ravninski predeli v Sloveniji so kotline, napolnjene z diluvijalnim rečnim prodom, ki je v večini primerov prav dober material za podlago, najugodnejše pa je to, da ga pridobivamo na mestu uporabe. Če zrnatost prodca ne ustreza, se lahko popravi z odvzemanjem odvišnih, oziroma dodajanjem manjkajočih frakcij.

Pravtako lahko uporabljamo prod za podlago v bližini prodonosnih rek. Pri postavljanju meje za maksimalno dovoljeno množino ilovnatih snovi v produ, ne smemo biti preozkosrčni; iz prakse je znano, da prod lahko vsebuje do 8% teh snovi, če nivo podtalne vode ni previsok ali če kapilarnost spodnjega ustroja ni prevelika.

### 6. Ekonomska primerjava tlaka iz lomljenca z makadamom iz prodca za projekt obratnih in dovoznih cestišč. Proizvodnja nafte v Dolnji Lendavi:

V Sloveniji je bila podlaga iz prodca, v večjih izmerah, uporabljena pri gradnji obratnih in dovoznih cest za »Proizvodnjo nafte« v Dolnji Lendavi. V bližnji in daljni okolici Lendave ni nikake možnosti za pridobivanje lomljenca. Kamnolom, ki bi prišel za te svrhe v poštev je v 55 km oddaljeni Lepoglavi, za dobavo večjih množin lomljenca pa bi bilo treba njegov obrat znatno razširiti. Lomljenec iz Lepoglave bi bilo treba transportirati z avtomobili do postaje, nato 55 km po železnici in končno s postaje Mursko Središče 6 km z avtomobili na mesto uporabe.

Lendavska ravnina vsebuje velike množine pliocenskega terasnega prodca, ki je sicer mestoma močno pomešan z ilovico, na mnogih mestih pa dovolj čist in za podlago uporaben.

V projektu je bila predvidena za podlago 20 cm debela plast prodca, nad njo pa 8 cm debela plast drobljenca iz Lepoglave, zrnatosti do 5 cm. Zgornja plast drobljenca je bila predvidena za doseg



mehanske povezave med asfaltno utrditvijo in podlago.

Izvršimo tabelarično primerjavo predračunskih stroškov, porabo norma ur in ton/km za podlago iz tlaka, drobljenca in prodca:

Vrsta podlage	Predračunski stroški din	Predvideno število norma ur	Predvideno število ton/km
20 cm tlaka + 8 cm drobljenca	28,268.625	507.063	395.938
25 cm drobljenca	26,435.500	474.688	394.975
20 cm prodca + 8 cm drobljenca	12,549.250	236.373	140.000

Razlika med podlago iz lomljenca in prodca je torej v predračunskih stroških din 15,719.375.— v norma urah 270.690 in v ton/km 255.938, pri čemer pa niso všteti prevozi po železnici.

Iz teh razlik je razvidno, kako velika je ekonomska prednost podlage iz prodca za dani primer. Na podobne razmere nalletimo v vseh ravninskih predelih Slovenije, ki imajo prodnata tla.

Namen mojih izvajanj je bil prikazati, kako škodljivo je šablonsko projektiranje podlage za utrditev vozišča. Da se to prepreči, bi bilo umestno, da novi tehnični predpisi za projektiranje in gradnjo cest posvetijo podlagi ono pozornost, kakršno

zasluži zaradi svojega velikega vpliva na tehnično pravilnost in ekonomijo zgradbe.

Smernice za pravilno izbiro podlage bi bile v glavnem:

1. Pri izbiri podlage za utrditev naj projektant podrobno prouči vse lokalne možnosti dobave materiala, ki bi se mogel za te svrhe uporabiti; odloči naj se za takšno vrsto podlage, ki je v danih razmerah najbolj ekonomična.

2. V bližini prodonosnih rek in v ravninskih predelih, kjer je podlaga rečni prod ustrezne zrnatosti in zadovoljive čistote, je treba podlago za utrditev predvideti iz rečnega prodca. Če prod nima ustrezne zrnatosti in zadovoljive čistote, je treba preštudirati, če obstoje možnosti za odpravo teh nedostatkov in če z odpravo teh nedostatkov ne odpadejo ekonomske prednosti takšne podlage.

3. Kjer so takšne krajevne prilike, da je podlaga iz lomljenca ali drobljenca bolj ekonomična kot podlaga iz prodca, je dati prednost makadamski podlagi, vso pozornost pa je polagati na njeno pravilno zrnatost in tehnično izvedbo.

4. Opravičljiv razlog za uporabo tlaka iz lomljenca za podlago je le pomanjkanje drobilcev; v tem slučaju naj se odpravijo nedostatki tlaka iz lomljenca z onim izmed predpisanih ukrepov, ki najbolj ustrezajo danim razmeram.

Teh. Stane Klandus:

## Preskrba s pitno vodo na Krasu

Kras se razprostira od Triglava proti jugovzhodu vzdolž Jadranskega morja, izven tega strnjenege predela pa nahajamo še raztresena kraška področja v triadni in terciarni formaciji severno od Save. Znano je, da trpi Kras, ki ga tvorijo skladi apnenca in dolomita, veliko pomanjkanje vode. Na kraškem terenu padavinske vode hitro odtečejo skozi številne razpoke in votline, nastale zaradi premikov zemeljske skorje pod vplivom mehničnega in kemičnega delovanja atmosferilij. Posebno nagel odtok vode je tam, kjer je površje golo. V visokih legah Krasa ne tvorijo padavine na površini nikakih tokov, pač pa v notranjosti, kjer se ustvarjajo sistemi vodnih žil, potokov, rek in jezer z zelo razgibano mrežo pretočnih korit v vodoravnih in navpičnih smereh. V ugodnih pogojih prihaja podzemna voda zopet na

površje. To se dogaja najčešče na dnu nepropustnih kraških dolin. Ob deževju kraške vode hitro naraščajo, a nekoliko počasneje upadajo, v suši mnoge presahnejo. Narasle vode se več ali manj skalé, pri nizkih stanjih vode pa so fizikalno čiste. Atmosferska voda mehča ter odnaša s površja koloide, nastale pri atmosferskem preperevanju kamenin, izpira razne organske snovi in nesnago s kultur itd. Skaljena voda se na podzemni poti le malo izčisti. Izčiščenje je odvisno od dolžine poti in od vrste oblik pretočnih korit. V dolomitnih predelih, kjer ni velikega onesnaženja na površini, pa imamo tudi redke in šibke neoporečne studence, izdatne največ do 5 l/sek.

Pogost pojav Krasa je nastanek apnenega mačka ali lehnjaka. Kemični proces je enak procesu pri tvorbi kapnikov. Pa-



davinska voda nabira v ozračju in na poti skozi humus med drugim tudi ogljikov dvokis ( $\text{CO}_2$ ). Pri pronicanju skozi razpoke razkraja z ogljikovim dvokisom nasičena voda kalcijeve soli ter nastane kislil kalcijev karbonat ( $\text{Ca}/\text{HCO}_3/2$ ), ki je topljiv v vodi. Ko privre voda na dan, se pri prepadanju sprosti del ogljikovega dvokisa, pri čemer se izloča nevtralni kalcijev karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) kot trdna snov-lehnjak. Kopičenje lehnjaka na kamnitih kaskadah je včasih zelo veliko. Voda takšnih izvirov ni uporabna za vodovod. Imamo primere, kjer je lehnjak popolnoma zamašil vodovodne cevi. Izvirna voda, ki vsebuje primerno količino prostega ogljikovega dvokisa, ne izloča lehnjaka. Prevelika količina prostega ogljikovega dvokisa v vodi pa bi mogla razjedati cevi. Važno je ravnotežje med karbonati in ogljikovo kislino.

Iz povedanega sledi, da imamo velike probleme pri vodni preskrbi kraških predelov. S priključitvijo Slov. Primorja, ki je skoro v celoti kraškega značaja, so se ti še povečali. V visokih legah Krasa, kjer ni nikakih vodnih virov, je za posamezne potrošnike in manjše kraje do 300 prebivalcev, edino možna vodna preskrba s kapnicami. Voda iz kapnic ni kvalitetna, nima primerne temperature, je mehka in neokusna. S peščenimi filtri v kapnicah je mogoče vodo nekoliko izboljšati.

Za vodno preskrbo večjih naselij in mest je treba izbrati vodni vir primerne izdatnosti. Kakor rečeno so neoporečni studenci zelo redki in šibki ter morejo služiti le potrošnikom, zaselkom in manjšim krajem. Za večje potrebe vode imamo na razpolago le kraške izvire ali pa odprte vodotoke. V obeh primerih voda za pitje ni povsem primerna ter jo je treba izboljšati.

Glede kvalitete razpoložljive vode je poudariti, da so kraški izviri boljši od odprtih vodotokov. Voda iz vodotokov je tem slabša, čim daljša je njena pot po odprti strugi do zajetja. Navedel bom nekaj značilnosti vode iz vodotokov. Temperatura močno niha, poleti je pretopla, pozimi pa prehladna. Ob gradnji goriškega vodovoda so po opazovanjih med letom ugotovili, da ima Soča temperaturo od  $2-21^\circ\text{C}$ . Zaradi nizke trdote, rib in raznih organskih snovi, nima prijetnega okusa in duha. Trdota ni stalna, v deževni dobi je mehka, v suši nekoliko trša. V primeri z vodotokom pa je voda kraških izvirov primerno trda, z neznatnim nihanjem temperature in ima dober okus. Izkoriščanje odprtih vodoto-

kov bi prišlo v poštev le za vodno preskrbo večjih mest, kjer ni niti v daljni okolici primernih izvirov. Zaenkrat se jih pri nas poslužujemo le v skrajno nujnih primerih za začasno rešitev vodne preskrbe, n. pr. v Črnomlju, Gornjih Ležečah, med vojno v Novem mestu, sedaj pa pri gradnji skupinskega vodovoda v Brdih.

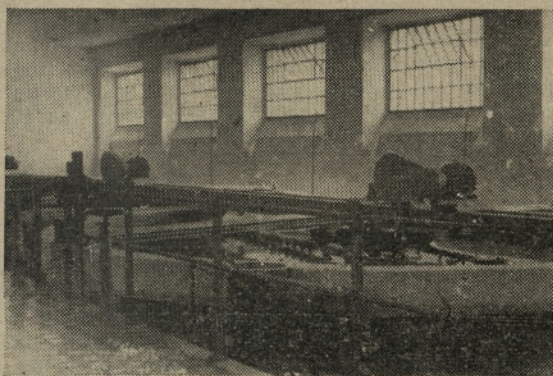
Skoraj v vseh primerih vodne preskrbe kraškega področja se nam postavlja problem čiščenja vode. Kraški pojavi so znanstveno razčiščeni, manjka pa podrobna geološka in hidrografska preiskava, kakor tudi sistematična tehnološka preiskava kraških voda, ki nam bi bila pri projektiranju čistilnih naprav za izboljšanje vode nujno potrebna.

Po dosedanjih kemičnih in bakterioloških analizah kraških izvirov je potrebno izboljšanje le glede na izločitev koloidov in za odstranitev organskih kali. Pri odprtih vodotokih pa bi bila potrebna še korektura temperature, izboljšanje okusa in odstranitev neprijetnega duha in morebiti tudi barve. Za dosego kakovosti pitne vode iz odprtih vodotokov bi bile potrebne komplicirane in drage čistilne naprave, zato uporabljamo tako vodo, kakor navedeno, le kot zasilne ukrepe za vodno preskrbo brez popolnih čistilnih naprav. Tudi čistilne naprave za odstranjevanje koloidov in organskih kali iz vode kraških izvirov zahtevajo znatne investicije in nabavo posebnih težko dosegljivih aparatov. Z gospodarskega stališča in upravnih razlogov so utemeljene le za prečiščevanje večjih količin vode. To dejstvo nam narekuje, da gradimo čistilne naprave za večja mesta, oziroma, da projektiramo skupinske vodovode za večja področja našega podeželja. H gradnji skupinskih vodovodov nas sili še to, da so najčešče močni izviri na robovih kraških dolin, v nizki legi nasproti potrošnikom ter je treba vodo zato prečrpavati. Združena naprava čistilnice in črpalnice za večje količine vode je iz ekonomskih in upravnih ozirov najprimernejša rešitev, kajti čiščenje samo mora biti stalno pod strokovnim nadzorstvom.

Pri poteku čiščenja vode razlikujemo v glavnem dva postopka: fizikalno čiščenje, pri katerem se izloča poleg organskih primesi tudi velik del organskih kali in pa sterilizacije za odstranitev še preostalih organskih kali. Naši kraški izviri so ob nizkih vodnih stanjih bistri ter je fizikalno čiščenje potrebno le ob nalivih in deževnih dobah, dočim mora biti sterilizacija zaradi varnosti stalna.



Ponekod se izvaja v vsakem primeru le sterilizacija vode brez fizikalnega čiščenja. Po našem mnenju je to le polovičarski ukrep, ker je treba vodo glede na občutljive dozacijske metode ob sterilizaciji primerno očistiti. Nadalje s samo sterilizacijo še ne odstranimo kalnosti vode in če hočemo uničiti organske kalni, moramo uporabiti večje količine sterilizacijskih preparatov, ki bi mogli kvarno vplivati na okus in kakovost vode. Za fizikalno čiščenje vode so najprimernejši hitri filtri z usedalniki. Ker so anorganske in organske primesi skaljenih kraških vod pretežno koloidne, je treba usedanje pospeševati z dodajanjem takoimenovanih koagulantov. Koagulant združuje drobne koloidne delce v kosmiče, ki se na to zaradi večje teže polagoma spuščajo na dno usedalnikov. Kot koagulant služijo razne soli; pri naših kraških vodah uporabljamo aluminijev sulfat ( $Al_2(SO_4)_3$ ). Iz usedalnikov preteka voda na hitre filtre iz drobnega kremenčevega peska, ki prestrežejo preostale neusedle kosmiče. S sedimentacijo in filtriranjem se voda izbistri, včasih postane tudi bakteriološko neoporečna.



Sterilizacijo izvajamo fizikalno ali kemično. Najsodobnejši in najučinkovitejši je postopek s plinskim klorom.

Pri nas so zgradili v poslednji dobi dve manjši čistilni napravi v Črnomlju in Metliki in večjo za vodovod v Suhi Krajini. V Slov. Primorju pa imamo čistilne naprave v Št. Petru na Krasu, Gorici in zelo pomanjkljivo v Hublju za Vipavsko dolino. Manjše naprave tečejo same brez stalnega

nadzorstva, a pri njih so se s časom pojavile vse pomanjkljivosti takšnega nepopolnega upravljanja.

Končno je pripomniti, da imamo na kraškem področju, zlasti v Slov. Primorju, razmeroma precejšnje število vodovodov, ki pa so večinoma zastareli. Z ene strani se dviga poleg prirastka prebivalstva, specifična potrošnja vode na osebo in na dan, kar je nepreprečljivo povezano z dviganjem higienskega standarda, z druge strani pa so sodobne zahteve glede kvalitete vode bistveno večje, kot so bile ob gradnji teh vodovodov.

Poleg nujno potrebnih novih vodovodnih napeljav, stojimo pred rekonstrukcijo in modernizacijo velikih vodovodov. Med obstoječimi vodovodi, ki jih bo treba čimprej rekonstruirati, navajam najvažnejše: Kočevje, Novo mesto, Ig, Logatec, Idrija, Zagorje, Postojna, Kraški vodovod od Razdrtega do Opatjega sela, Vipavska dolina itd., skupne dolžine nad 200 km. Kraji, kjer so potrebni novi vodovodi, so zlasti dolina Pivka, Loška dolina, obširna področja med Razdrtim in Opatjim selom, obrobna naselja Ljubljanskega barja, večji del Suhe Krajine, Kočevska, Bela Krajina itd.

Če na kraju še enkrat poudarimo, da je zaradi navedenih razlogov gradnja čistilnih naprav upravičena samo za večja področja, kar narekuje zopet gradnjo večjih skupinskih vodovodov, je treba pri tem opozoriti na težkoče, na katere zadevamo pri nabavi materiala in posebnih aparatov, neglede na to, da se gradijo na teh področjih tudi industrijska podjetja širšega pomena. Ta dejstva pa zavajajo čisto h gradnji provizorijev, ki ustvarjajo nepregledno stanje v pogledu vodne preskrbe in otežkočajo kontrolo v pogledu kakovosti pitnih vod. Mnenja smo, da bi se morala vzporedno z razvojem industrije in industrijskih naselij posvetiti večja pozornost problemom preskrbe z vodo. V industrijskih in večjih upravnih središčih pa je treba tem napravam vsekakor priznati enako prioriteto, kot jo imajo industrijske naprave.



# Tehnične izpopolnitve

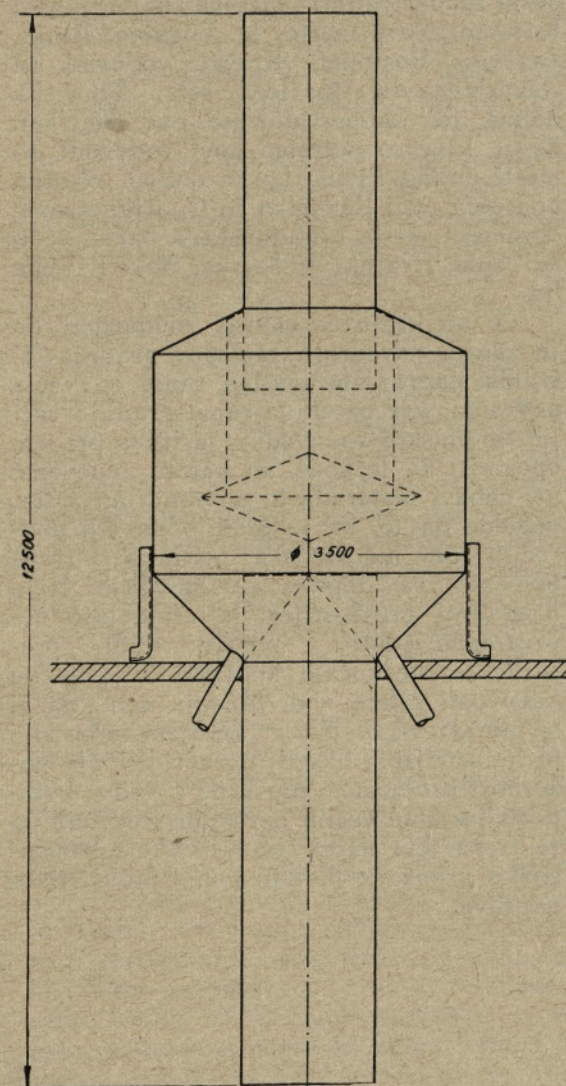
## RACIONALIZACIJE TOVARNE CEMENTA, SALONITA IN APNA NA SOČI, ANHOVO

Pilat Franc:

### RACIONALNI DIMNIK ZA GRUBER PEČI

Ta dimnik sestoji iz navadne železne cevi premera 1,5 m do višine 6 m, od 6 do 6,75 m se pa razširi na premer 3,5 m. Ta širina sega do višine 8,75 m. Potem se zopet konično zoži do višine 9,5 m v normalno širino premera 1,5 m. Dimnik v tej širini sega do vrha, t. j. do 12,5 m.

V razširjenem prostoru je dvokonus premera 2,5 m, ki meša drobec klinkerja in premoğa, ki se po 2 žlebih zopet vračata v peč.

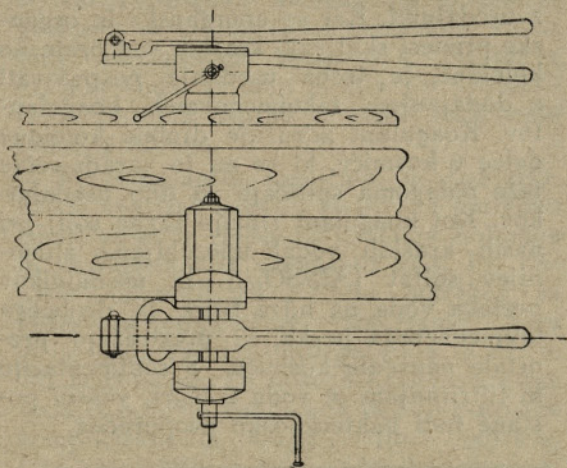


Dimnik prihrani mnogo premoğa in prepreči izhod prahu iz peči pribl. 80-odstotno, vsled česar odpade stalno čiščenje streh.

Kovačič Franc

### KLEŠČE ZA UPOGIBANJE ROČIC ZA ELEVATORJE

Ker se ročice, ki nosijo zaboje elevatorjev, hitro izrabijo, jih je treba večkrat izmenjati. Ker jih pa od železarn ne dobivamo redno, smo jih začeli sami izdelovati. Toda izdelovanje zelo počasi napreduje, ker je treba železo trikrat segreti in upogibati. Da bi delo hitreje šlo izpod rok,



sem si zamislil klešče, s katerimi bi se vsi upogibi naredili samo z enkratnim segrevanjem železa. Tako izdelovanje ročic je trikrat hitrejše kot prej, ročice same pa so prečnejše tako, da jih pri montiranju ni treba več naravnovati.

Hugo Czurda:

### NOV NAČIN OBRAČUNAVANJA GRADBENIH STORITEV

V posameznih podjetjih se ob zaključku koncem leta pokaže rezultat vsega dela. Pri takem zaključku se naniza nebrotj problematike, objektivnih in subjektivnih težav. Sestava obračuna — situacije, ki mora biti pazljivo izgotovljena, da ne bi bila zavrjnena, je terjala koncem oziroma začetkom vsakega meseca mnogo naglega dela.

Če pomislimo, da so finančna sredstva gradbenega podjetja odvisna od obračuna, bomo razumeli, da ima leta izredno velik pomen za podjetje. Poleg tega pa lahko s podrobno analizo takega obračuna ugotovljamo, če podjetje uspešno gospodari.

Navzlic velikemu pomenu, ki ga ima obračun v proizvodnji, je bila natančnost in ažurnost obračunavanja v posameznih podjetjih — sodeč po letnih evidencah — zelo majhna. Iz obračunov je namreč razvidno, da je najjačji mesec december. Skoro vsa gradbena podjetja imajo v mesecu decembru obračunano pribl. eno šestino (16%) do ene polovice (50%) vse proizvodnje.

Vzrok temu so seveda tudi objektivne težave, ki izvirajo iz dolgovnega in kompliciranega postopka. S sestavljanjem obračuna — situacije se je podjetje mudilo navadno 5 do 8 dni, včasih



tudi več, kakršna je bila pač obsežnost poslovanja. Način obračunavanja pa je bil okoren in dolgotrajen posel, za katerega se nihče preveč ne ogreva. Sestavlja ga gradbeni inženir ali tehnik, ki pozna delo na gradbišču. Z obračunom se mora začeti vsak mesec znova, tako da dobimo vedno debelejši sveženj in vsak mesec več dela. Če ga do določenega roka ne dokončamo in ne predložimo banki oziroma investitorju, čuti to podjetje, ki mu primanjkuje denarnih sredstev. Obračuni so bili zato pomanjkljivo sestavljeni, vsebovali so napake, pomote in podobno. Te pomanjkljivosti pa moramo pripisati tudi zamotnosti obračuna in kadru, ki večinoma ni kvaliteten. Zaradi omenjenih nedostatkov tudi ni nobeno podjetje napovedalo borbe takemu sistemu obračuna, čeprav je bila njegova zanesljivost in natančnost v interesu vsakega podjetja in tudi Državne investicijske banke, ki je obračune kontrolirala pred izplačilom.

Svet za gradbene zadeve FLRJ je postavil razne komisije z namenom, da bi odpravil te pomanjkljivosti, ni pa s tem dosegel pozitivnih rezultatov. Med tem pa se je v to problematiko poglobil kontrolor pri Državni investicijski banki v Ljubljani, tov. L. Marič. Prizadeval si je, da bi obračunavanje poenostavil in pospešil, banki pa olajšal kontrolo nad njim. Pri tem je ugotovil, da se gradbena dela obračunavajo na podlagi podatkov iz gradbenih knjig v višini predračunskih postavk, da imajo situacije tudi do 300 in več pozicij in da se polaga na tisoče situacij, ki so vezane na rok. Zato so morali na večjih gradbiščih delati tudi po več noči, če so hoteli pravočasno vnovčiti gradbene storitve. Seveda so zaradi tega narasli tudi stroški (režije).

Tov. Mariču je uspelo sestaviti novo obliko situacije, ki je neposredno povezana s predračunom ali z gradbeno knjigo in ki se jo lahko sestavi v eni tretjini časa, porabljenega za sestavo stare situacije, ne da bi imela manj podatkov kot slednja.

Osnovno načelo te racionalizacije je kombiniranje situacije s predračunom. To kombiniranje pa omogočimo s »kontrolnimi številkami«, ki nadomeščajo v situacijah vse pozicije izdelavnih stroškov brez notranjega in zunanjega transporta in brez prispevka za socialno zavarovanje. Ostali elementi pa tečejo s svojim besedilom po strukturi cene za gradbene storitve.

Ves opis dela, ceno za enoto in označbo norme nadomeščajo v novih situacijah torej »kontrolne

številke«, s katerimi lahko sestavimo situacijo hitro in pregledno. Te »kontrolne številke« pa hkrati šifrirajo vse postavke izdelavnih stroškov, tako da nepoklicani ne morejo zlorabljati podatkov o gradbenih delih. Šifriranje pa je zelo preprosto in jasno. Če situacijo priložimo k predračunu, lahko ugotovimo vse podatke po kontrolnih številkah, ki jih imajo tudi vsi podatki (pozicije) v predračunu v istem vrstnem redu. S tem pa odpade pisanje besedila v situacijo.

Po novem načinu se skrajša delovni čas za sestavo situacije za pribl. 60% in več, kar pomeni, da bodo podjetja mogla predložiti situacije v izplačilo že pred določenim rokom in s tem mnogo prej biti do obratnih sredstev, ki jim tako primanjkujejo. Z dolgimi besedami lahko rečemo, da smo s tem dosegli hitrejše obračunavanje sredstev, kar je velikega pomena za vse gospodarstvo in ne samo za gradbeno panogo, ker gre za ogromna milijonska sredstva.

Bivše Ministrstvo za gradnje LR Slovenije je zaradi teh prednosti sprejelo osnutek tov. Mariča, ga preizkusilo v gradbenem podjetju in o njem takoj obvestilo Svet za gradbene zadeve FLRJ, ki ga naj bi uvedlo na vsem ozemlju Jugoslavije. Zvezni svet je seveda predlog odobril in ga bo dejansko uvedel v zveznem merilu. V Sloveniji poslujejo po novem načinu že vsa gradbena podjetja republiškega pomena. Glavna direkcija gradbenih podjetij LRS je pravočasno oskrbela tiskanje navodil in tiskovin in pri tem ugotovila znaten prihranek na papirju.

Vrednost tega racionalizatorskega ukrepa znaša samo v Sloveniji nekaj milijonov dinarjev. Za ves teritorij Jugoslavije pa seveda mnogokrat več. Tudi delo banke je s tem zelo olajšano, gradbena podjetja pa imajo manjše režijske stroške.

Z navedenim opisom smo med drugim hoteli tudi prikazati, kako se more z res življenjskim posegom reševati problematiko naše obračunske službe, ki ima še toliko nedostatkov. S tem bomo uspeli, da bo tudi tekoče računsko delo zares natančno, kar bo zajamčilo podjetju pravočasna obratna sredstva in znižanje polne lastne cene, hkrati pa tudi pocenitev gradbenih objektov.

Jasno je, da bo treba posvetiti veliko več pozornosti ažurnosti gradbene knjige in natančnosti pri sestavi predračunov, k čemer bodo mnogo pripomogli projektanti s pravočasno izdelavo projektov in predračunov.

### PREDRAČUNSKI LIST

Vrednost				Kontrol. šte.
materiala		dela		
din	p	din	p	
				307
				310
				311

### TISKOVINA SITUACIJE

Štev. situacije ..... Si-2 Stran II

Kontr. št.	Količina	Vrednost				Stran gradb. knjige
		materiala		dela		
		din	p	din	p	
307						
310						
311						



# Kritika našega dela

Viljem Klemenc:

## NOVI PREDPISI ZA LESNE KONSTRUKCIJE IN PRAKSA

Z izidom predpisov za lesne konstrukcije (PTP št 8) so dobili konstrukterji in izvajalci lesenih konstrukcij končno težko pričakovano enotno osnovo za nadaljnje delo. Na malokaterem področju gradbene stroke je bilo namreč toliko nejasnosti in različnih, do stalnih napak in zlorab vodečih naziranj, kot ravno pri lesu, s katerim so zlasti v prvih povojnih letih mnogi ravnali kot z manjvrednim gradivom.

Projektanti-arhitekti so strešne konstrukcije svojih projektov običajno povzeli po kakem priročniku, ne glede na to, ali so dimenzije in konstrukcije ustrezale konkretnemu primeru; jemali so stereotipne dimenzije (na primer za škarnike 13/16), ne glede na kritino, medsebojni razmak in razpetino, nekateri pa so si delo poenostavili celo s tem, da so v načrt vnesli samo obris ostrešja in s tem prevzeli odgovornost na tesarja, ki naj bi po lastni uvidevnosti volil konstrukcijo in dimenzije. Nikomur ni prišlo takrat na misel, da bi preračunaval ostrešja stanovanjskih zgradb ali dvoranska ostrešja. Predalčne konstrukcije so izdelovali večinoma po raznih vzorcih iz »Zimmerpolier-ja« ali »Tischler-ja«, edino pri lesenih mostovih je bil že od nekdaj običaj, da so statično presojali konstrukcije.

To stanje je trajalo vse dotlej, ko smo po cenah na svetovnem trgu ugotovili, da je les pravzaprav dragocen izvozni artikel, s katerim je treba varčevati prav tako kot z železom in cementom. Sledili so ukrepi za varčevanje z gradbenim lesom. S čim večjo uporabo železobetonskih montažnih konstrukcij naj bi se do skrajnosti omejila poraba lesa za opaže, s prepogostim uporabljanjem žebeljanih konstrukcij, s pazljivo izbiro konstrukcije in s preračunavanjem vseh dimenzij pa naj bi se čim racionalneje izkoristil les za ostrešja in za druge inženirske konstrukcije.

Obenem z zahtevo po varčevanju z lesom se je pokazala tudi potreba po predpisih za lesne konstrukcije, ki naj bi bili obvezna podlaga za delo projektanta in izvajalca. Stari jugoslovanski predpisi so bili zastareli in pomanjkljivi, dopustne napetosti za les n. pr. niso ustrezale najnovejšim izsledkom, bile so deloma prenizke, deloma previsoke, postavljene ne glede na različno kvaliteto lesa, vendar so jih mnogi projektanti navzlic temu še uporabljali, drugi pa so se kar na svojo roko naslonili na moderne predpise DIN ter na razne nemške avtorje, zlasti na Fonroberta in Stoya, ki v svojih delih obravnavajo tudi žebeljane in lepljene konstrukcije.

Sestavljena je bila komisija, ki naj bi zbrala nove jugoslovanske predpise za lesene konstrukcije. Ti predpisi so pa zaradi raznih zaprek šele lani stopili v veljavo. Novi predpisi so primer sodobnih predpisov za lesene konstrukcije, ki upoštevajo vse najnoveše izsledke na tem področju, večinoma pa se naslanjajo na preizkušene predpise DIN in deloma na predpise drugih držav.

Predpisi obravnavajo na prvem mestu vprašanje kvalitete lesa, kar je bilo treba, kot se je izkazalo v praksi, res predvsem regulirati. Konstrukciji neprimerno izbrana kvaliteta lesa je bila čisto v zvezi z nestrokovnjaško izvedbo vzrok okvar, ki so povzročile materialno škodo, obenem pa škodovala ugledu lesa kot gradiva. Projektant

v načrtu običajno ni označeval kvalitete lesa, iz katerega naj bi se izvedle konstrukcije, zanašajoč se na vestnost in izkustvo, ki ga ima tesar pri izbiri lesa. Pri preprostih konstrukcijah ni bilo nevarnosti, pri kompliciranejših pa je izkustvo pustilo tesarje na cedilu in so tedaj lahko nastale hude napake.

Po navedbi vseh zahtev, katerim mora ustrezati les posameznih kvalitet (klas), omenjajo predpisi tudi konstrukcije, za katere se sme ta ali ona kvaliteta uporabljati. Prva, najboljša kvaliteta (I. klasa) se sme n. pr. uporabljati samo v izjemnih primerih in še to samo na kratkih odsekih, n. pr. v območju stika tegnjenege spodnjega pasu predalčnega poveznika, kjer zaradi oslabitev s spojnimi sredstvi nastopajo višje napetosti kot v ostalem delu pasu.

Za projektanta je vprašanje kvalitete lesa rešeno s tem, da v načrtih ozir. v tehničnem poročilu na vidnem mestu navede zahtevano kvaliteto, teži pa je — strogo vzeto — položaj izvajalca, ki mora ob pogojih predpisov izbirati primeren les. To pa zahteva izkušenege poznavalca lesa, ki verjetno ni vedno in povsod na razpolago, ali pa ni na razpolago primernege lesa, kar zavleče pričetek dela, oziroma zahteva spremembo projekta — ojačitev posameznih dimenzij ali celotne konstrukcije.

Važno vprašanje so tudi dimenzije gradbenega lesa, ki jih je treba po točki 221 predpisa izbrati po »Jugoslovanskem standardu«, ki pa je žal precej težko dostopen in bi bilo potrebno, da se ponatisne v večji nakladi. Uporabo specialnih dimenzij je omejiti na minimum, istotako uporabo izrednih dolžin, ki jih izvajalec težko nabavi. Naknadna prilagoditev projekta danim dimenzijam pa čisto zahteva bistveno spremembo konstrukcije.

Poglavje o dopustnih napetostih nam te podaja za vse tri kvalitete lesa, t. j. za iglavce in trd les (hrast ali bukev). Stari predpisi pri dopustnih napetostih niso upoštevali kvalitete lesa, za dopustno natezno napetost navajajo n. pr.: dop = 90 kg/cm<sup>2</sup> ne glede na kvaliteto, novi predpisi pa dopuščajo samo 5 kg/cm<sup>2</sup> več, to je 95 kg/cm<sup>2</sup> samo za I. kvaliteto, za III. kvaliteto pa samo 30 kg/cm<sup>2</sup>! Za centrični tlak so dovoljevali stari predpisi samo 70 kg/cm<sup>2</sup>, novi pa dopuščajo celo za III. kvaliteto 65 kg/cm<sup>2</sup>, za I. kvaliteto pa 100 kg/cm<sup>2</sup>. Po novih predpisih je dana torej možnost racionalnejše izrabe trdnosti gradiva, kar dopušča izvedbo ekonomičnejših, elegantnejših in varnejših konstrukcij.

Podobno kot stari predpisi, navajajo tudi novi »popravne koeficiente«, s katerimi je treba pomnožiti in s tem zvečati oziroma zmanjšati podane dopustne napetosti glede na izpostavljenost konstrukcije vremenskim in drugim škodljivim vplivom ter glede na čas trajanja. Pri tem pa je točka 4221, ki glede na eksperimentalno ugotovljeno večjo trdnost nepoškodovanih zunanjih vlaken okroglega lesa, dovoljuje za prezeze z naravnimi zaoblitvami robov višje dopustne napetosti.

Druga točka poglavja o »dokazovanju varnosti konstrukcij« zahteva izračun povesa konstrukcij, pri katerih je predpisan dopustni poves, kar je pri žebeljanih predlačnih konstrukcijah težko izvedljivo, zlasti če so izdelane iz svežega lesa. Pri takih konstrukcijah je stvarni poves redno večji od izračunanega in pisec članka v praksi s pridom uporablja nadvišanje enako 1/100 razpetine, s čimer se navzlic izsušitvi lesa prepreči estetsko zelo



neugodno učinkujoče prekoračenje dopustnega povesa. Pri konstrukcijah iz zelo svežega lesa je pri računu povesa treba uporabiti za E vrednost  $85.000 \text{ kg/cm}^2$  namesto v predpisih navedenih  $100.000 \text{ kg/cm}^2$ , podajnost spojnih sredstev pa je upoštevati s primernim zmanjšanjem vztrajnostnega momenta.

Kočljivo vprašanje uklona sestavljenih palic je obdelano mnogo precizneje kot v predpisih DIN; predpisani način računanja je precej kompliciran in zamuden, pri kratkih palicah pa zahteva preveč spojnih sredstev ali pa odpove. Komentar k predpisom DIN pravi, da so v predpisih podane formule za račun uklona sestavljenih palic le vmesni rezultat poizkusov, ki so še v teku, vendar se je način računanja sestavljenih palic po predpisih DIN v praksi dobro obnesel; vse lesene konstrukcije, ki jih je podjetje »Slovenija projekt« projektiralo v poslednjih letih pred izidom novih predpisov, so preračunane po predpisih DIN, vendar doslej še ni bilo primera, da bi nastopila škoda zaradi uklonskih pojavov in to navzlic temu, da so bile te konstrukcije pogosto preobremenjene, nestrokovnjaško izdelane in iz lesa najslabše kvalitete, često je bila opuščena celo medsebojna povezava elementov sestavljenih palic! Mnogo nevarnejša mesta so priključki in stiki ter napake v lesu tegnjenih elementov. Pri poizkusni obremenitvi žebjanega strešnega poveznika razpetine  $12,00 \text{ m}$ , ki jo je pred nedavnim izvedlo mariborsko podjetje »Konstruktor« na iniciativo in pod vodstvom tov. ing. Raiča (Slovenija-projekt, Maribor), je nastopila porušitev pri 2,3-kratni preobremenitvi, ker se je pretrgal spodnji pas ob neki grči — prav kot pri večini takih poskusov, znanih iz literature — dasiravno so bile uklonske napetosti za isto mero prekoračene kot ostale napetosti. Preiskava uklona sestavljenih palic bi bila pač zanimiva naloga našega gradbenega instituta, ki bi mogel z nekaj serijami preprostih eksperimentov mnogo prispevati k razčiščenju tega še vedno odprtega vprašanja.

V splošnem delu poglavja o spojnih sredstvih je zlasti važna točka 614, ki obravnava sodelovanje različnih spojnih sredstev v kombinacijah. Dopustna je kombinacija spojnih sredstev s približno enako podajnostjo pri obremenitvi. Nedopustno je n. pr. kombinirati navadne lesne zveze ali moznike z vijaki-svorniki, katerih podajnost je neprimerno večja od podajnosti lesne zveze ali moznika. Tako bi bila pri obremenitvi lesna zveza že preobremenjena, ko bi vijak svoje nosilnosti sploh še ne dosegel. Pri kombinacijah spojnih sredstev je tistemu spojnemu sredstvu, ki prevzema manjši del sile, pripisati samo  $2/3$  normalne nosilnosti. Isto zahtevo formulirajo predpisi DIN s tem, da zahtevajo 1,5-kratno predimenzioniranje spojnega sredstva, ki prevzame manjši del sile.

Od moznikov upoštevajo predpisi samo najčešče uporabljene in preizkušene pravokotne in valjaste moznike iz trdega lesa ter prstenaste moznike; zobati vtisljivi mozniki niso upoštevani, ker so večinoma patentirani in jim je navodilo za uporabo z navedbo nosilnosti že tako priloženo. Pisec članka priporoča uporabo hrastovih pravokotnih moznikov, katerih izdelava je zelo preprosta, nosilnost pa pri majhni oslavitvi prereza zelo velika. Pri prstenastih moznikih je potrebno izsekavanje ležišč, kar je pri ročnem delu zelo zamuden posel, z rezkalniki pa so opremljena le redka velika tesarska podjetja. Zaradi znatnih oslabev prereza zahtevajo prstenasti mozniki močnejše dimenzije lesa, kar je zlasti občutno pri predalčnih konstrukcijah, kjer se dimenzija palice često podaja

z dimenzijo moznika. Mnogo ekonomičneje je v tem oziru žebljanje, vendar pa tudi to zaradi potrebne ploščine za razvrstitev žebeljev priključka običajno zahteva uporabo večjih dimenzij, kot bi bile po-

$$\text{trebne po formuli } F = \frac{P}{E_{\text{dop}}}$$

Nosilnost vijakov-svornikov se često precenjuje, toda deformirani, globoko v les zajedeni vijaki so žalostna posledica. Novi predpisi navajajo enostaven, po predpisih DIN povzet zanesljiv način računanja nosilnosti vijakov, tako da lahko opustimo zastarele zapletene načine računanja. Često se dogaja, da dosepejo vijaki na gradbišče brez podložnih ploščic za glavo in matico ter se taki tudi montirajo, pri čemer se les navadno močno poškoduje, zato je treba v projektih in pri naročilih vedno zahtevati kompletne vijake z dvema podložnima ploščicama predpisanih dimenzij.

Glede na pogosto uporabo žebljanih konstrukcij bi mogli predpisi posvetiti žebblem nekoliko več pažnje. Pogreša se zlasti definicija enoreznega in dvoreznega žeblja, kar marsikomu ni docela jasno, zlasti pa tovarišem iz operative, ki često greše, misleč da je važno samo število žebeljev, ne glede na to, ali so eno-, dvo- ali večrezni. Glede predpisanih minimalnih razdalj žebeljev je pripomniti, da se je treba za razdalje odločiti le v skrajnem primeru in še to samo pri suhem lesu. Priporoča se uporaba najtanjših žebeljev, ki so še možni pri določeni debelini lesa glede na potrebno dolžino, s čimer preprečimo razpokanje, obenem pa moremo s tanjšimi žebli na isti ploščini priključka prevzeti znatno večjo silo kot z debelejšimi.

Dobrodošla je v predpisih navedena nosilnost žebeljev na izvlečenje, podana v  $\text{kg/cm}^2$ , ki jo upoštevamo pri nabijanju opažev ali pa pri pritrditvi škarnikov in leg ostrešij, ki so izpostavljena vetru od spodaj. Od spojnih sredstev so omenjene še priljubljene spojke. Spajanju z lepljenjem, ki se pri nas zaradi pomanjkanja primernih lepil še ni udomačilo, pa je posvečena cela stran.

V navodilih za konstruiranje in montažo lesenih konstrukcij se od projektanta med drugim zahteva, da v projektu označi potrebno kvaliteto lesa, pri čemer pa mora upoštevati možnost nabave. Sledijo važni predpisi za izvedbo posameznih podrobnosti konstrukcije, tako n. pr. predpis, da morajo biti zaplate stikov tegnjenih elementov dimenzionirane na 1,5-kratno natezno silo zaradi nastopajočih dodatnih napetosti zavoljo ekscentričnosti. Spojna sredstva — žebli ali mozniki — pa se pri tem dimenzionirajo samo za nastopajočo natezno silo. Važna je tudi točka 75 m, ki se tiče navadnih lesnih zvez, pri katerih ne smemo upoštevati trenja, temveč samo pritisk.

Od izvajalca se zahteva, da pred pričetkom preizovanja lesa za konstrukcijo natančno pregleda les in ugotovi njegovo kvaliteto, da še pri risanju konstrukcije v naravnem merilu upošteva nadvišanja, da pri montaži konstrukcije ne preobremenjuje itd. Točka 771 zahteva, da se omogoči naknadno pritegovanje vijakov, ko se konstrukcija osuši. Navadno se za montirano konstrukcijo nihče več ne zmeni, dasiravno se zaradi izsušitve lesa vse zveze več ali manj razrahljajo in je naknadno pritegovanje vijakov, zlasti tistih, ki spajajo zmožnične dele, nujno potrebno.

Točka 772 navaja pravilo, ki je staro kot tesarska obrt, a se žal v najnovšem času pri nas često ne upošteva. Omogočiti je treba ventilacijo ležišč lesenih konstrukcij. Pri mnogih zgradbah z nosilnimi prečnimi zidovi, ki so bile zgrajene v poslednjih letih, so ležišča stropnikov brez venti-



lacije; slično je pri tipiziranih zgradbah »Hitro-gradnje« in pri mnogih drugih zgradbah, kjer so ponekod morda celo iz »estetskih« razlogov opustili odprtine za ventilacijo ležišč stropnikov, tako da les, ki je bil morda vgrajen celo v vlažnem stanju, samo še čaka trosov hišne gobe, ki bo nato opravila svojo.

Zadnje poglavje predpisov govori o zaščiti lesnih konstrukcij pred gnitjem, insekti in ognjem ter navaja nekaj preizkušenih zaščitnih sredstev in varnostnih ukrepov, tako da je v pičlih 24 straneh obsegajoče brošure obdelano in regulirano vse, kar morata konstrukter in izvajalec upoštevati, da bo njuno delo ustrezalo vsem zahtevam.

## Novosti iz drugih revij

### JAŠKASTE PEČI V CEMENTNI INDUSTRIJI S KONIČNO OBLIKOVANO GORILNO CONO

V industriji cementa se je jaškasta peč z visoko kapaciteto postopno razvijala in svojo pozicijo učvrščevala kljub nedostatkom, katere so ji pripisovali deloma upravičeno, deloma neupravičeno. Ne moremo zanikati, da je cement iz nekaterih jaškastih peči slabše kvalitete kot iz rotacijskih peči, toda na drugi strani je zlasti nemška cementna industrija dognala, da dajejo dobre jaškaste peči cement, ki po kakovosti ne le prekaša onega iz rotacijskih peči, temveč ga moremo smatrati celo kot vrhunski proizvod v tej industriji.

Skladno s temi ugotovitvami ni nobenih znakov, ki bi nas mogli uveriti o tem, da bodo rotacijske peči izpodrinile jaškaste iz cementne industrije. Nasprotno, prednosti jaškastih peči so v Nemčiji splošno priznane zaradi majhne porabe premoğa, nizkih investicijskih stroškov in prožnega dela pri dnevnih spremembah, ustavitvi in zopetnem pričetku obratovanja. (Avtor navaja iz svoje izkušnje primer, ko je 10 dni mirujočo jaškasto peč tekom ene ure spravil v obratovanje.) Njihov glavni nedostatek je, da zahtevajo zelo izkušen in izvežban delovni kader, ki pa po avtorjevih trditvah v Nemčiji ne dela težkoč, ker imajo takih delavcev dovolj.

#### TEHNIČNI RAZVOJ JAŠKASTE PEČI

Omenjeni razlog je pripomogel k temu, da so v cementni industriji vedno bolj stremeli za tem, razviti in izpopolniti jaškasto peč do take stopnje, da bo postala neodvisna od pazljivosti in spretnosti predelavca in ostalih delavcev, s čimer bi se njena uporabnost močno povečala.

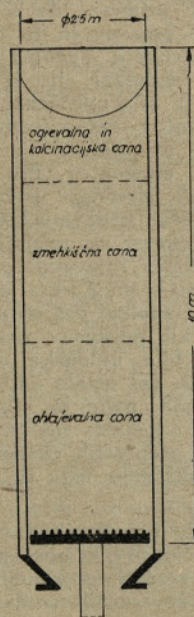
Namen tega članka ni prerokovati bodočega razvoja in uporabe jaškastih peči v cementni industriji, temveč predlagati način, kako naj se starejše naprave preuredijo, da bodo sposobne producirati prav tako kvalitetni klinker kakor najsodobnejše jaškaste in rotacijske peči. Ta namen lahko dosežemo z navzdol konično oblikovano žgalno cono, ki jo nameravamo v naslednjem opisati.

Da bomo razumeli tehnični pomen omenjene izboljšane oblike žgalne cone, bomo pričeli z opisom žgalnega procesa v starejših pečeh. Pri tem se ne bomo spuščali v podrobno analizo tehničnih pojavov med delovanjem peči, ker smo to storili že na drugem mestu.

V starih pečeh se je surovina žgala stisnjena v obliko opeke. Peč je bila običajno 2,5 m široka in 10 m visoka ter se je delila v ogrevalno, žgalno, zmehkiščno in ohlajevalno cono.

Na tej razvojni stopnji je peč dajala znaten del prežganega in spremenjenega klinkerja, ki je prihajal iz nje v obliki razbeljenih, masivnih kosov. V teh kosih so se nahajali pogosto delci

nezgorelega premoğa, obdanega z mehkim klinkerjem, v katerem so bile železne spojine, reducirane do železa.



Slika 1. Postopek žganja cementa v jaškasti peči po starem pojmovanju

Zaradi tega so mnogi projektanti menili, da je bila ohlajevalna cona prekratka. Stremletnja so šla za tem, dobiti ohlajen klinker iz peči, kar so hoteli doseči s povišanjem peči. Dejansko so jo zvišali na 18 in več metrov, toda peč je dajala bolj vroč produkt kot kdaj koli prej.

Nasproti tej konceptiji je avtor tega članka postavil svojo zamisel in pričel klinker žgati v 6 m visoki peči, pri čemer je uporabljal granulirano surovino ter dobil skoraj popolnoma hladen proizvod. Isti rezultat je dobil z 1,5 m visoko pečjo, pri kateri je mogel zaznamovati celo večjo storitev kot pri prejšnjem delu.

To navidezno nasprotje se je pojasnilo, ko so starejši tip peči preiskali, kako se v njej med obratovanjem toplota širi in razdeljuje. S pomočjo take analize so dobili zares pravo sliko. Preiskavo so izvedli z jeklenimi drogovi, ki so jih zabili med obratovanjem z vrha skozi material v razne dele peči. Palice so ostale določen čas na mestu, nakar so jih izvlekli.

Z merjenjem na palicah so sedaj kaj lahko ugotovili temperaturno stanje v peči ter tako z



nekoliko vaje razločili žgalno cono od ohlajevalne in določili razne stopnje v ogrevalni coni. Hkrati in enako so tudi lahko dognali, kje so med surovino praznine, kje je gmoča v zmekiščni coni mehka in kod zbita in trda. Omenjena različna stanja se morejo »občutiti« med zabijanjem preizkusnega droga v materialu. Z določanjem ogljikovega oksida na površini materiala postane taka analiza še koristnejša. Podatke, ki jih je dala opisana analiza, kaže slika 2.



Slika 2. Zastoj v delovanju peči zaradi neprimerne valjaste oblike

### ZMEKIŠČNA (SINTER) CONA

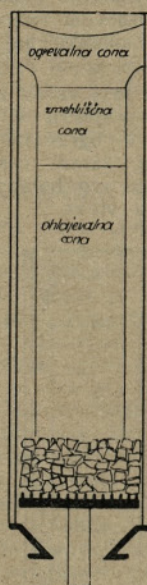
Analiza je pokazala, da je zmekiščna cona ob stenah peči kratka, dočim je v sredini zelo dolga. V zmekiščnem stanju je surovina mehka in preblikovalna, nekako tako kot kepa snega, zato jo teža materiala nad njo tako stisne, da zgubi svojo luknjičavost. Skozi sredino take gmote zrak nima več prehoda, gorilni proces se ne more več pravilno razvijati, pa tudi ohlajevanje postaja zelo ovirano. Nekaj premoaga se zgubi v obliki ogljikovega oksida kakor kaže enačba  $\text{CaCO}_3 + \text{C} = \text{CaO} + 2\text{CO}$ . Zaradi učinkov kislinskih sestavin v surovini, ki se zopet spajajo s  $\text{CaO}$ , se ta reakcija v znatnejši meri vrši tudi pri temperaturi nekaj nad  $600^\circ\text{C}$ . Le v desintegracijski coni nad rešetko dobiva del premoaga dovolj zraka za pravilno zgoretje.

Ko je premog prešel v zmekiščno cono ter dospel do neke meje nad rešetko, ne more več zraka sprejemati od zgoraj, pa tudi ne skozi sredino od spodaj, kjer je plinom prehod oviran. S tem so ustvarjeni pogoji za nekako uravnoveseno stanje na tem mestu.

Ako hočemo to stanje radikalno odstraniti, moramo prvenstveno zmanjšati težo materiala, ki pritiska na zmekiščno cono. Edino na ta način bomo ustvarili pogoj, da bo klinker ohranil potrebno luknjičavost. Omenjeni ukrep lahko izvršimo na sledeči način:

Ogrevalno cono skrajšamo za toliko, da bo omogočen prehod toplote skozi granulirano ali drugače oblikovano surovino. Tudi dolžina zmekiščne cone se temu primerno skrajša, s čimer

postane vsa peč nižja. S temi izpremembami pa se ohlajevanje ne zavlačuje pač pa stopnjuje, ker fino luknjičast klinker mnogo lažje oddaja toploto kot gosta in zbita masa.



Slika 3. Skrčenje materiala povzročeno zaradi obročaste praznine

Tako smo odpravili prvi in glavni vzrok, zaradi katerega se znižuje zmekiščna cona. Imamo pa še tudi druge napake, ki na enak način motijo. Raztolmačimo jih lahko s sledečimi poizkusi:

Ko stisnemo surovino, si napravimo določeno obliko, n. pr. valj, ki mu izmerimo dolžino in širino in ki ga žgemo v kaki laboratorijski peči, tako da mu lahko ob različnih temperaturah izmerimo skrčenje. Skrčenje nastopi pri temperaturi, ki je znatno pod zmekiščem, svoj maksimum pa doseže pri zmekišču. Oblikovani preizkusni kos surovine se je skrčil za 80% svojega prvotnega premera. Ta vrednost seveda ni stalna, temveč je odvisna od surovine.

Isto skrčenje materiala nastane v jaškasti peči. Skrben opazovalec lahko ugotovi, da se glede skrčenja vsebina v peči kot celota enako ponaša kot prej preizkusni kos in dosega tudi iste vrednosti.

### ZNATNO SKRČENJE V JAŠKASTI PEČI

V skladu s prejšnjo koncepcijo, ki deli jaškasto peč v ogrevalno, kalcinacijsko, zmekiščno in ohlajevalno cono, lahko sedaj narišemo nazorno skico št. 3. Jasno je, da to stanje ne bo ostalo vedno enako. Predvsem bo surovina često kot kaka lavina padla iz ogrevalne cone v prazen prostor ob robu peči, ki je nastal zaradi skrčenja. To stanje prikazuje skica št. 4. Večkrat ne more tega rahlega materiala zadržati niti rešetka, tako da pade naravnost skozi.

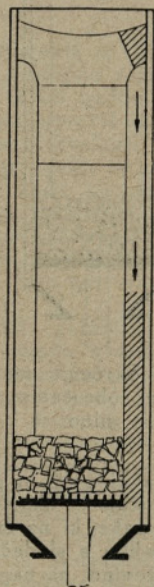
Včasih periferija peči v veliki meri propušča zrak. Na periferiji pride zato do intenzivnega gorenja, tako da sega plamen celo do vrha peči, ali pa nasprotno do tega, da se plamen obrne v sredini navzdol. Ta nedostatek so doslej odpravljali med drugim tako, da so preko vse peči dodajali večje količine goriva, kar pa je never-



jetno podaljšalo zmekhiščno cono. Ako pa so gorivo dodali samo ob stenah jaška, se je klinker v obliki žindre pričel lepiti na ognjestalni material, ki se je zato naglo iztrošil.

Podaljševanja zmekhiščne cone doslej niso mogli preprečiti, iz izkušnje pa tudi vemo, da ni bilo možno nizko ležeče zmekhiščne cone z enostavnimi načini in sredstvi zopet dvigniti.

Videli smo, da je prvi vzrok za neenakomerno razdeljevanje zraka v jašku v prekomerni teži surovega materiala v ogrevalni coni, drugi pa v skrčenju surovine, zaradi česar nastane obrobno gorenje. Drugo zlo bomo odpravili z odstranitvijo obrobnege vleka.



Slika 4. Padec surovine v obročasto praznino

### POSEBNA OBLIKA PEČI

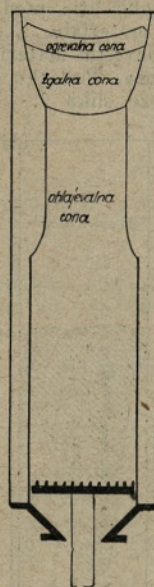
Pojavlja se misel, da mora biti možno preprečiti obrobni vlek s tako obliko jaška, ki se bo skladala s skrčenjem surovine, kakor kaže skica 5. To so dejansko izvedli. Bojazni, da se bo zato lepjenje klinkerja na ognjestalno oblogo povečalo, praksa nikakor ni potrdila. Nasprotno, ta pojav je bil pogostejši in večji v pečeh z vertikalnimi stenami, a prav posebno še v pečeh, ki se širijo stožčasto navzdol.

V navzdol zloženih pečeh more priti do lepjenja na steno le pri skrajno malomarnem upravljanju peči, zato lahko trdimo, da je življenjska doba šamotnega materiala mnogo daljša kot pri pečeh, ki so zgrajene v kaki drugi obliki.

Nastaja vprašanje, kako in do katere meje se lahko izvede zoževanje peči skladno s skrčenjem surovine. Da bi mogli na to vprašanje zadovoljivo odgovoriti, bi se morala surovina v peči skrčiti vedno na isti način. Teža pa nikakor ne smemo pričakovati, če uporabljamo surovino različne velikosti. Skrčenje materiala se pri neenakomernih kosih razširi v jašku na daljši prostor kakor pri drobnejšem materialu, zato je jasno, da oblike peči ne moremo prikrojiti tovrstnim nerednostim pri upravljanju. Slično kot surovina vpliva na dolžino skrčenja tudi premog.

Popolnoma zanesljivo delovanje preoblikovane cioniranje in briketiranje surovine, premoğa in vode, ne delujejo dovolj natančno, da bi jamčile

peči lahko pričakujemo le pri istočasni skrbni pripravi surovine, bodisi da jo čim bolj enakomerno granuliramo, bodisi briketiramo. Potek procesov pri produkciji klinkerja dokazuje po-



Slika 5. Nova oblika jaškaste peči

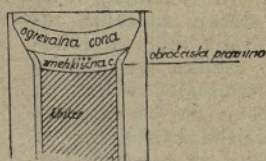
sebno pri perifernih delih peči, da razne naprave in sredstva, ki jih uporabljamo za proporcioniranje in briketiranje surovine, premoğa in vode, ne deluje dovolj natančno, da bi jamčile za nastanek potrebnih enakomernih granuliranih tvorb. Ako uporabimo namesto teh običajnih naprav zares zanesljivo delujoče, ki dajejo izključno samo 8 mm komadiče surovine, bomo s tem ustvarili okolnosti za idealno obratovanje peči.

### MALOMARNO DELQ PRI ŽGANJU

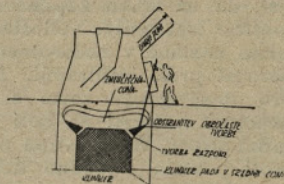
Navzlic velikim prednostim preoblikovane peči pa lahko njen blagodejni učinek popolnoma uničimo z malomarnim žganjem. Ako smo na primer dopustili, da se je zmekhiščna cona preveč znižala, tedaj je delovanje peči brez modificiranega jaška po skrčenju surovine in pri katerih je prekomerno obstensko gorenje stalen pojav. Obratno, a prav tako slabo delovanje peči dobimo, ako zmekhiščno cono držimo previsoko. V tem primeru postaja klinkerjeva plast zopet predebela, da bi mogla pasti skozi zoženi del jaška. Skica 7 prikazuje klinkerjev prstan, kako sedi prilepljen na obodu peči, medtem ko se je jedro odtrgalo in padlo skozi jašek. To stanje lahko opazimo, ker gredo skozi nastalo luknjo plini. Preostali obroč moramo odstraniti. To delo izvršimo laže, kot bi pričakovali, ker konični zamašek navadno ni debelejši od 1,5 m seveda, če je bila surovina dovolj drobna. Prstana pa ne moremo odstraniti kot celoto, temveč ga je treba najprej »narezati« v radialne kose kakor pogačo. V to svrhu postavimo jeklen drog ob oblogi ter z zgornjim delom gibljemo proti sredini peči in zopet nazaj (glej skico 7). To izvedemo okrog peči na vsakih 0,5 m. Tako zrahljamo posamezne sektorje prstana, nakar jih z lahkoto popolnoma odstranimo. Jasno je, da morajo biti v ta namen okrog zgornjega dela peči vrata. Prav tako moramo poskrbeti, da je na vrhu peči dovolj zračno, da delavec ne bi plini



nadlegovali, ali celo zastрупili. Vrata naj bodo odprta samo toliko časa, da je obroč odstranjen. Toplotni učinek na delavca pri tem delu ni pre-



Slika 6. Prenizko žganje



Slika 7. Previsoko žganje

komen, ker se temperatura plinov v grlu peči giblje med 80—130° C. Vidimo torej, da je celotno delo in nadzorstvo pri tej peči mnogo lažje kot pri navadni peči z vertikalnimi stenami.

### PRAKTIČNE PREDNOSTI

Na ta način lahko tudi s takimi pečmi, ki nimajo vseh naprav za avtomatično žganje, popolnoma zadovoljivo obratujemo. Razumljivo je, da so za popolnoma enakomerno žganje potrebne avtomatično delujoče naprave. Ako poskrbimo še za to, da so delavci dovolj poučeni o svojem delu, potem imamo jamstvo, da bo peč delovala brez komplikacij in da nam bo dajala odličen klinker. Če primerjamo obratovanje prejšnje s sedanjo pečo jasno vidimo, da je s prvo neizogibno vezan obstenski vlek in gorenje z vsemi opisanimi posledicami, dočim terja druga od časa do časa nekaj dela pri zabijanju obroča, ki se periodično formira v žgalni coni, kar pa je veliko manjše zlo od prvega.

Hkrati se bodo seveda izboljšale tudi vse okolnosti upravljanja. Z žgalne platforme lahko kontroliramo vlek in s tem v zvezi tudi količino zraka in surovine, ki prihajata v peč. Premog in vođe se dodaja surovini neodvisno od te kontrole, avtomatično v vnaprej določeni količini. Na žgalni platformi so tudi regulatorji za merjenje temperature plina ter količine in pritiska zraka. Nadalje so zaželeni tudi regulatorji za merjenje temperature klinkerja ter količine CO in CO<sub>2</sub> v dimnih plinih.

Enakomerna zmečkisčna sposobnost surovine pospešuje proizvodnjo. To dosežemo, če surovino kontroliramo po metodi za določevanje prostega apna, namesto po metodi za totalno apno.

Ako pregledamo in zberemo vse prednosti, ki jih dosežemo z novo pečo in metodo, se lahko brez pomisleka zanjo odločimo. Tako so več prejšnjih peči s premerom 2,5 m preuredili na ta način, da so jih na vrhu razširili na 3 m in nato postopoma navzdol zoževali na 2,4 m, a hkrati tudi skrajšali na 8 m. S temi pečmi so prihranili 10% premoğa, produkcijo pa povečali za 20%.

### KAKŠNI POVPREČNI REZULTATI SO BILI DOSEŽENI?

Povprečni rezultati, dobljeni tekom 1 leta, so pokazali, da je bilo za 1 kg klinkerja porabljenih 960 kalorij, ob neizpremenjenem premoğu in pri 230 t dnevne produkcije. Ta rezultat je ostal neizpremenjen 10 let in ni bil dosežen nikjer drugje.

Zmanjšano porabo premoğa lahko raztolmačimo z nižjo temperaturo dimnih plinov in klinkerja, kakor tudi z nizkim odstotkom CO v izhajajočih plinih.

Kvaliteta novega klinkerja se je znatno izboljšala, ker zbitega in prežganega produkta sploh ne moremo več dobiti. Novi klinker je tako porozen in krhek, da ga lahko celo z gumijastim predmetom zdrobimo v prah. Ta lastnost zopet zmanjšuje porabo energije pri mletju in povečuje kapaciteto mlinov. Prav tako je zaradi boljših svojstev cementa naglo ohlajevanje klinkerja jako zaželeno, važno pa je zlasti takrat, kadar želimo napraviti del vsebovanega magnezija neškodljiv.

### DOLGA IZDRŽLJIVOST OBLOGE

Stroški, ki jih terja česta izmena ognjestalne obloge, se z novim načinom dela zmanjšajo na neverjetno nizko vsoto. Obnova obloge je zelo redko potrebna, a še takrat jo je treba izvesti le na zgornjem delu peči, kake 2—3 m od zgoraj navzdol. Kadar oblogo obnavljamo, ni treba ugasniti peči, temveč držimo oženj nizko in ga pokrijemo z 1 m debelo plastjo granulirane surovine. Preko te namestimo delovni oder. Peč zapremo spodaj popolnoma zrakotesno. Delovni oder ohlajamo in zračimo z ventilatorjem, da preprečimo nabiranje CO. Oblogo obnovimo na ta način zelo naglo. V spodnjem delu peči vzdržimo obloga mnogo let, ker se obrabi samo v toliko, kolikor jo odrgne navzdol se pomikajoča gmota, kar pa je razmeroma malo. Najbolj se obrabi tik nad rešetko, kjer pa je zaščitena običajno z obložnimi ploščami.

Nadaljnja zelo važna prednost novega sistema jaškaste peči je v tem, da nastaja pri upravljanju zelo malo prahu. Fino zdrobljena in vlažna posteljica surovine na vrhu peči služi že sama po sebi kot idealen filter za prah, vpojni učinek pa poveča še zgoraj razširjeni del peči, ki s svojo večjo površino zmanjšuje brzino plinov prav pred izstopom na prosto, zaradi česar se prah lažje zaustavi in vsede ter ne iznaša iz peči. Količine finega prahu v ozračju okrog peči so zato znatno manjše. Debelejše delce, ki ob nastanku žrelastih formacij tudi letijo včasih na prosto, pa je možno z enostavnimi sredstvi izločiti in zaustaviti.

Navedene nasvete in rezultate bi bilo treba pri nas preveriti in preizkusiti v kaki modelni peči. To važno in hvaležno nalogo naj bi si zadal naš Gradbeni institut v letošnjem letu. Od pozitivnih izsledkov bi imela naša industrija cementa velike koristi.

(Iz revije »Cement, Lime and Gravel« 1950; prevod Drago Pur.)

### TEHNIKA GRADNJE ZEMELJSKIH NASIPOV

V spodnjem sestavku prevzemamo glavno vsebino članka R. Pagnija, gradbenega inženirja v »Ecole Nationale des Ponts et Chaussées«.

Podlaga temu pomembnemu predavanju je znanje, ki si ga je pridobil ing. Pagni ob priliki enoletnega bivanja v ZDA pri gradnji zemeljskih nasipov, ki jih tam grade v vedno rastočih dimenzijah za napravo umetnih jezer. Pri tem poudarja, da se je razvil ta način gradnje daleč čez one pregrade, ki so jih doslej gradili v Evropi in v kolonijah. Kot primer navaja »Davis Dam«, ki je 61 m visok, na vrhu 16 m širok, v temelju 427 m, na vrhu pa 490 m dolg. V celoti so premetali 2,9 mil. m<sup>3</sup> zemlje. Vsečina umetnega jezera znaša 2,5 km<sup>3</sup>. Najvišji zemeljski nasip »Anderson Ranch Dam«, ki je 105 m visok (z vpoštevanjem izkopa do skalnatega dna pa 140 m), je na vrhu 12 m



širok, na dnu pa 915 m. Premetali so nad 7 mil. m<sup>3</sup> zemlje — (slika 1 in 2).

Kar zadeva korist zemeljskih nasipov, poudarja ing. Pagni, da so 3 faktorji pospešili razvoj te specialitete. Prvič se je zaradi naprave nasipov na najugodnejših mestih, ponajveč v gorah in v povezavi s hidrocentralami baje občutno zmanjšala možnost nadaljnjih takih zgradb. Drugič: zelo redke padavine v razprostranih rodovitnih ravninah in v hribovitih predelih ZDA naravnost vsiljujejo gradnjo zajez in to kljub malo ugodnim in ponajveč zelo starim geološkim pokrajinam. Tretji vzrok leži v velikem v l. 1910 započetem razvoju mehanike tal.

Glede presoj o zemeljskih nasipov se je bavila britiška o nasipih, ki so jih gradili poprej hidravličnim potom, ponajveč s pojavi usedanja, razpok in plazenja, kar je povzročilo infiltracije in nabreknenje. Da bi to preprečili, so korak za korakom izboljšali način gradnje, največ na podlagi klasičnih del Terzaghi-ja.

V pogledu nestabilnosti in nevarnosti usedanja nasipov polaga ing. Pagni posebno pažnjo samemu nasipnemu pasu in potem njegovi povezavi z dnom. Opozarja tudi na delež, ki ga imajo francoski inženirji pri razvoju zemeljskih nasipov, v glavnem pri zgoščanju, granulometriji in propustnosti tal, izhajajoč iz jedra nasipa (Glej Ludin-Toelke: Zajez, 1938). Nasipni material se mora nasipati v tankih plasteh s tolikšno vlažnostjo, ki ustreza največji navidezni gostoti, ter z ježi zgoščiti. Material se mora tako izbrati, da se kar najbolj zmanjša infiltrirana voda in razvijajoči se pritisk kapilarnosti. Pri tem zagotavljajo, da v to svrho potrebne priprave nimajo onih finančnih posledic, ki so se jih bali v primerjavi s hidravlično vgraditvijo materialov.

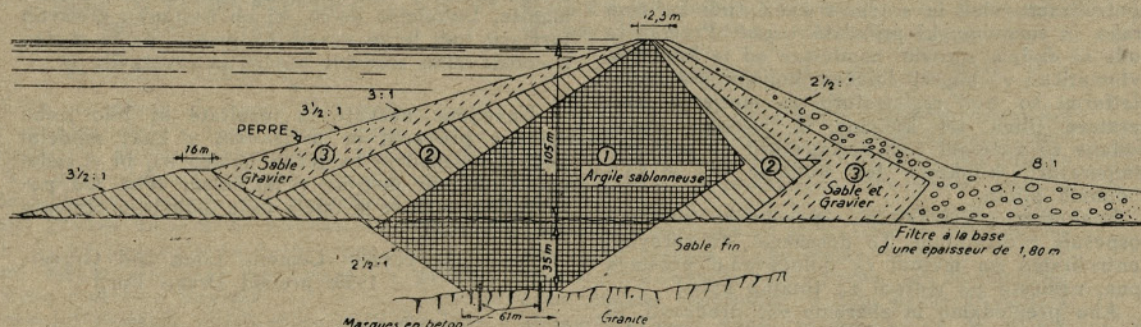
Zemeljski nasipi sestojijo iz treh pasov. Jedro, v glavnem zbito iz ilovnatih sestavin, tvori mejo zo-

per infiltracijo, t. j. prevzema hidravlične pritiske in daje tako stopnji nasičenosti močan padec.

Proti pobočju se odlaga polpropuščajoč material, da se lahko kapilarni pritisk v slučaju pospešene izpraznitve vodostana hitro zmanjša in da lahko nastane v nasprotnem slučaju zadostna odpornost proti infiltraciji. To velja tudi za dolinsko stran nasipa samo s to razliko, da naj bo tamošnji material še bolj propuščajoč kakor na vodni strani. Vodna stran pobočja naj bo nasipana proti površini z vedno debelejšim kamenjem, da je zaščitena proti navalom valov in nalivom. Dolinska stran pobočja sestoji iz zelo propuščajočega peščenega gramozja (Sand-Kies) in skalnatih plasti. Granulometrične razmere prikazuje slika 3. Največje važnosti je povezava z dnom. Ako ne leži dno skale pregloboko, naj se nad skalo ležečo, vsekakor nestabilno, plast odstrani. Drugače se morajo naplavinke organske ali slabo razprostrte plasti odstraniti in nadomestiti z nepropustnim materialom.

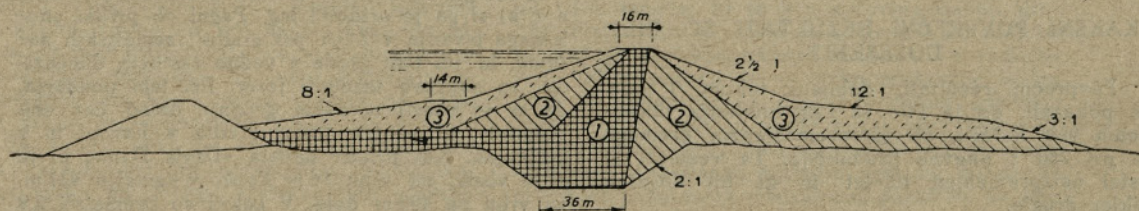
Največje nevarnosti, ki so jim zemeljski nasipi izpostavljeni, izvirajo iz infiltracij, ki vodijo k pronicanju vode. Da bi to preprečili, postavijo med skalo in jedro zaščitni zidek ali pa napravijo pri neugodnih tleh, da bi podaljšali infiltracijska pota, preproge iz zgoščenega nepropustnega materiala (slika 2). Te »preproge« so na vodni strani nagnjene, enako tudi na zračni strani.

Tehnika vgraditve materiala bazira na študijah ing. Proctorja, šefa vodovoda v Los Angeles, ki jih je priobčil v »Engineering News Record« 1933. Ta postopek je medtem izboljšal Melioracijski urad Denver, ZDA. Ni mogoče, da bi se spuščali v vse podrobnosti obširnega preiskovalnega polja. Omenjamo samo zgoščanje materialij tako, da so najmanjši delci prisiljeni se vrniti, obvladujoč trenje, v votline med debelejšimi deli. Dodatek vode suhim tlom zviša plasticiteto tal, kar



Slika 1.

Prerez zemeljskega nasipa »Anderson Ranch« (zgrajenega 1941/47); 1 = nepropustno; 2 = polpropustno; 3 = propustno; Sable fin = drobni pesek; Argille sablonneuse = peščena glina; Sable et gravier = pesek in gramoz; Perré = kamenita obloga; Filtre à la base d'une épaisseur de 1,80 m = filterna plast pri osnovnici nasipa, debeline 1,80 m; Masques en beton = mali vezni zidovi iz betona.

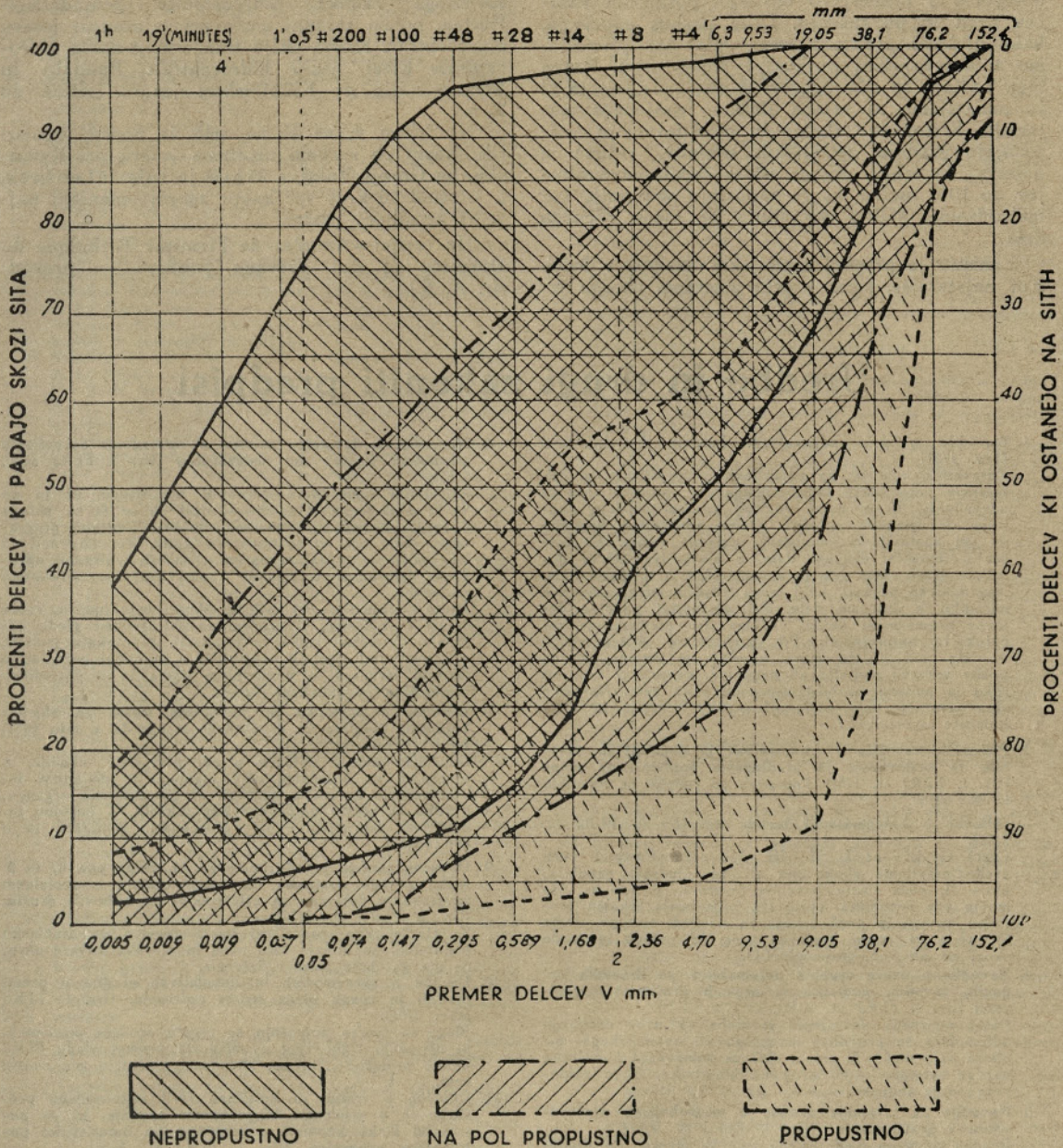


Slika 2.

Prerez zemeljskega nasipa »Davis Dam« (zgrajenega 1948/49). — Zemeljske mase 1 in 2 imajo podaljške v obliki preprog.



# ANALIZA PO MOKREM NAČINU



Slika 3. Granulometrične krivulje za tri vrste materialov

se naj nadaljuje samo tako dolgo, dokler niso tudi najmanjše votline napolnjene z vodo.

Za gradnjo slehernega zemeljskega nasipa je torej potrebno, da se izvršijo poskusi z materiali, ki so na razpolago, da bi ugotovili njihovo sposobnost ter minimum in maksimum najugodnejše primesi vode. Razen tega moramo dopolniti predhodne laboratorijske poskuse s kontrolami na gradbišču. Z njimi namreč ponovno preizkusimo stopnjo zgostitve, ki jo dosežemo z ježi. S tem tudi določimo težo valjarjev, primesi vode in peska k materialijam kakor tudi število ježevih pohodov.

Višino zgoščenih plasti določijo pri 12 pohodih ježa, ki je 19 t težak, s 120 čepi, ki so 25 cm dolgi in katerih ploskev meri 15 cm<sup>2</sup>, navadno s 15 cm. Če naletimo v gramozni jami na drug material ali če menjamo samo gramozno jamo, mo-

ramo naknadne preizkuse ponoviti. S preizkusi moramo toliko časa nadaljevati, dokler se popolnoma ne skladajo z laboratorijskimi dognanji.

Ježi so normirani in imajo mnogo večji učinek nego navadni valjarji, ker zgoščijo tudi notranjost plasti. Prizadevajo pa si, da bi povečali težo ježev in izboljšali njihovo opremo. En čep deluje na 9 dm<sup>2</sup> s pritiskom 32,8 kg/cm<sup>2</sup> v domnevi, da pride 5% ježevega obsega v dotiko z zemljo.

Vlažnost tal moramo sitno vzdržavati. Zato uporabljamo dve metodi. Prva obstoji v škropljenju plasti s cisternskim vozom in nato sledečim brananjem, druga pa predvideva ovlaženje že v sami gramozni jami.

Ing. Pažnj končuje svojo razlago z navodilom, kako se ugotavlja skladnost izvršenih del s pogodbo. Važna je ugotovitev vodenosti zemeljskega



nasipa kakor tudi zgostitev materiala, kar lahko dosežemo s primerjavo odvzetih poskusnih vzorcev pred in po sušenju. Drug poskus ugotavlja, kako globoko prodre normna igla, kar primerjamo z ustrežajočimi poskusi v laboratoriju. Razen tega obstoja še ena ugotovitev dozvedne gostote, ki jo ponavljamo za vsakih 1500 m vgrajenega materiala. S kolikšno skrbjo in prizadevnostjo nadzorujejo gradnjo zemeljskih nasipov, vidimo iz dejstva, da lahko dosega včasih število kontrolorjev do 10% osebja, ki ga zaposluje podjetnik, ker mehanizacija stalno napreduje na račun ročnega dela.

Zanimiv je pregled zemeljskih nasipov v Švici. Kot najstarejše, sicer v zelo zmernem obsegu iz-

vršeno, lahko imenujemo delno povečanje izenačevalnega ribnika hidrocentrale Schindellegi-Hütten, potem sklepni nasip pri zajezenem jezeru hidrocentrale Kubel, dalje Hühnermatt-nasip hidrocentrale Etzel, nasip hidrocentrale Bannalp in končno nasip na Klöntalskem jezeru (višine do 22 m).

Na izbiro vrhne širine smo že poprej opozorili. Nasip ob ruskem umetnem jezeru pri Rybinsku, na Gornji Volgi, s 25 km<sup>3</sup> je baje 147 m širok, t. j. okoli 10 krat več kakor zgoraj omenjeni največji zemeljski nasipi.

(Iz revije: »Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux publics« — prevod: dr. A. S.)

## Uredbe in drugi zakoniti predpisi

### 1. Navodilo o delu zdravniških komisij (Ur. l. FLRJ št. 1/51)

Zdravniška komisija za zdravljenje v kopalniških in klimatskih zdraviliščih izda odločbo o potrebi takega zdravljenja, ki jo mora voditelj zavarovančevega podjetja ali ustanove potrditi. Stalna zdravniška komisija da pri ugotavljanju zmanjšanja delovne zmoglosti mnenje o dodelitvi drugega dela, o možnosti izužitve določene druge vrste dela in o premetitvi k drugemu delu. Navedeni so primeri, kdaj mora izdati komisija mnenje o odreditvi k drugemu delu. Pri ugotovitvi popolne delovne nezmožnosti določi redoma dan pregleda za začetek te nezmožnosti. Pri podaljšanju bolezenskega dopusta nad 1 leto mora komisija v mnenju, ki ga pošlje vodstvu podjetja ali ustanove, navesti, v katerem roku je podana možnost usposobitve za delo. Navodilo obravnava še delo višje zdravniške komisije in višje komisije specialistov.

### 2. Popravek navodila o spremembah in dopolnitvah navodila za sestavljanje in predlaganje gotovinskega plana (Ur. l. FLRJ št. 1/51) Popravek se nanaša na navodilo iz št. 68/50.

### 3. Odločba o kategorizaciji javnih cest (Ur. l. FLRJ št. 2/51).

Ceste se dele na I., II., III., IV. reda. Ceste I. reda grede praviloma skozi eno ali več ljudskih republik, ceste II. reda imajo poseben prometni pomen za območje ene republike, ceste III. reda imajo lokalni prometni pomen in grede skozi en ali več okrajev, ceste IV. reda pa imajo krajeveni prometni pomen in grede skozi en ali več krajevnih LO.

### 4. Navodilo o uvozu osebnih avtomobilov po državnih organih, zavodih, podjetjih in organih družbenih organizacij (Ur. l. FLRJ št. 2/51).

Poleg uvoznega dovoljenja je treba za uvoz osebnega avtomobila še pritrditve zveznega ali republiškega ministra za promet. T smejo dati za določenega koristnika uvožen avtomobil tudi drugemu koristniku, če to zahtevajo nujne potrebe.

### 5. Navodilo za izvajanje uredbe o medsebojnem plačevanju v gospodarstvu. (Ur. l. FLRJ št. 2/51).

Uredba ne velja med drugim tudi za menze. Po uredbi se plačujejo tudi posledne obveznosti iz pogodb, terjatve na osnovi odločb državne arbitraže, penale itd. Navodilo ima še predpise o akontaciji, avansih, o dopustnem prekoračenju trodnevnega roka, v katerem mora prodajalec poslati banki nalog za vnovčenje računa, o sestavi takega naloga, o dostavi računov, o dokazu, da je blago dobavljeno ali storitev opravljena, o neobveznosti uredbenega postopka za plačila izpod 3.000 din, o enomesečnem roku nadrejene enote za ureditev stanja na računu podjetja-kupca, za primer, da sredstva niso uporabljena v svoj namen, o preklicu plačila, o posebnih obrestih od prekoračenega kritja, o postopku in sankcijah.

### 6. Navodilo o načinu plačevanja investicij (Ur. l. FLRJ št. 2/51).

Za plačevanje investicij velja uredba o medsebojnem plačevanju v gospodarstvu. Nalog za vnovčenje mesečne situacije je treba poslati banki do 15. v prihodnjem mesecu, za druga investicijska dela in storitve po v 3 delavniških po izvršitvi del oziroma dobavi. Navedeno je, kaj je treba priložiti nalogu in kako je opremiti račun, s katerih investitorskih računov se plačujejo situacije oziroma računi, postopek v primeru, da kupec-investitor nima dovolj sredstev na za to določenih računih in o angažiranju potrebnih sredstev.

### 7. Navodilo za izvajanje uredbe o obveznosti opravljanja strokovnih izpitov drž. uslužbencev (Ur. l. FLRJ št. 2/51).

Dopolnilni izpit mora napraviti uslužbenec, ki je do 9. V. 1945 napravil strokovni izpit pa se ta ne sklada z njegovim sedanjim nazivom oziroma izpitnim programom, dalje oni, ki je oproščen izpita, ker ima nad 15 let prakse v sedanjem nazivu. Vsakega izpita so oproščeni uslužbenci z visoko znanstveno in strokovno izobrazbo.

Izpite morajo opraviti tudi uslužbenci brez naziva, razen splošnih voditeljev. Navedeni so še predpisi glede odločb o oprostitvi izpita, o programu dopolnilnih izpitov, o izpopolnitvi izpitnih programov s pravnimi predpisi, o izpitnih terminih, o ponavljanju izpita in o posledicah nezadostno opravljenega izpita.

### 8. Odredba o postopku pri določanju mesta za objekte kapitalne graditve in družbenega standarda v letu 1951. (Ur. l. FLRJ št. 2/51).

Odredba vsebuje določbe o odreditvi ožje lokacije, o komisijah za določanje ožje lokacije, o vskladitvi investitorjevih koristi s koristmi drugih državnih organov, o roku za izdajo odločbe o ožji lokaciji, o odstopu investitorja od graditve na določenem zemljišču in o pritožbah.

### 9. Obvezna razlaga prvega odstavka 14. člena pod b/ in 2. točke prvega odstavka 66. člena zakona o socialnem zavarovanju delavcev in uslužbencev in njihovih družin. (Ur. l. FLRJ št. 3/51).

Za starše zavarovanca, ki imata pravico na družinsko pokojnino, se štejeta tudi očim in mačeha zavarovanca, če sta ga dalje časa vzdrževala.

### 10. Uredba o spremembah in dopolnitvah uredbe o prosti prodaji in cenah blaga široke potrošnje. (Ur. l. FLRJ št. 3/51).

Blago za široko potrošnjo se prosto prodaja po cenah, ki ustrezajo trgu. Svet za blagovni promet vlade FLRJ določi proizvođe, ki se izjemoma prodajajo po enotni ceni.

### 11. Odločba o vrstah in količinah živil zagotovljene preskrbe in o vrednosti blaga proste prodaje, ki ga potrošniki lahko kupujejo s popustom na industrijske potrošniške nakaznice. (Ur. l. FLRJ št. 3/51).

Predvideno je po kategorijah določeno število denarnih kuponov, ki dajejo 80 odstotkov popusta od prodajne cene blaga v prosti prodaji.

### 12. Pravilnik o industrijskih potrošniških nakaznicah zagotovljene preskrbe in o bonih trgovini po vezanih cenah. (Ur. l. FLRJ št. 3/51).

Navedene so vrste industrijskih potrošniških nakaznic, tromesečni rok o izdajanju teh nakaznic, pogoji za kupovanje na bone v trgovini po vezanih cenah, način kupovanja na denarne kupone in bone, določbe o povračilu za popust, ki ga daje trgovska mreža, in prehodne določbe.

### 13. Navodilo o razvrstitvi potrošnikov v potrošniške kategorije zagotovljene preskrbe za industrijske izdelke. (Ur. l. FLRJ št. 3/51).

Kategorije so IR, IG in ID in dodatni VP-1 in VP-2. Navedene so osebe, ki spadajo v te kategorije. (Popravek št. 5/51).

### 14. Navodilo za izvajanje odredbe o postopku pri likvidaciji obveznosti in terjatev med proračunom in državnimi gospodarskimi podjetji po zaključnem računu. (Ur. l. FLRJ št. 3/51).

Navedeni so pogoji za izdajo naloga ustreznemu kreditnemu podjetju za poravnavo obveznosti med proračunom in podjetjem. Za poravnavo proračunskih ob-



- veznosti so predvideni v primeru potrebe virmani in začasni krediti pri NB. Podjetja lahko pri državni arbitraži zahtevajo prisilno izvršitev za poravnavo svojih terjatev iz proračuna.
15. **Odredba o obračunavanju in vplačevanju tržnega dobička in razlik pri cenah reprodukcijskega materiala, namenjenega za lokalno proizvodnjo, in pa o povračilu razlik, ki nastanejo pri cenah pri prodaji blaga široke potrošnje** (Ur. l. FLRJ št. 3/51).  
Odredba ima določbe o formiranju in določanju prodajnih cen blagu široke potrošnje. Tržni dobiček dosegajo praviloma le proizvajalna podjetja, izjemoma pa podjetja trgovske in odkupne mreže. Navedeno je, kaj se šteje za tržni dobiček navedenih podjetij, kako se vplačuje, kaj je predpisano o vnovčevanju faktur, o poročanju o vplačanih zneskih tržnega dobička, o cenah reprodukcijskega materiala, o obračunavanju in vplačevanju razlik pri cenah reprodukcij materiala za lokalno proizvodnjo, o proračunskem in regresnem delu tržnega dobička, o povračilu razlik med nižjimi enotnimi cenami in po fakturi prejetim plačilom, o dispozicijah za računa tržnega dobička, o pomotoma vplačanih zneskih, o prehodnih in kazenskih določbah.
16. **Odločba o trgovskih rabatih in maržah** (Ur. l. FLRJ št. 3/51).  
V odločbi so navedene med drugimi tudi marže za proizvode industrije gradbenega materiala in drugi trgovski predpisi.
17. **Odločba o načinu določanja cen za izdelke iz izventrskih blagovnih fondov** (Ur. l. FLRJ št. 3/51).  
Cene izdelkov, dobavljenim trgovskim servisom za izventrške potrebe se prosto formirajo. Servisi prodajajo to blago izventrskim potrošnikom po nabavnih cenah plus trgovski stroški. Dobave za splošne namenske kategorije so po nižjih cenah.
18. **Odločba o izvajanju gradenj ministrstva za pošto FLRJ v lastni režiji** (Ur. l. FLRJ št. 3/51).  
Za gradnje telegrafskih-telefonskih in radijskih naprav ministrstva za pošto FLRJ v letu 1951 ni treba sporazuma z republiškim ministrom za gradnje in plansko komisijo.
19. **Popravek navodila za vplačevanje posameznih vrst — proračunskih dohodkov za leto 1951 na račune Narodni banki FLRJ** (Ur. l. FLRJ št. 3/51).  
Popravek se tiče navodila iz št. 71/50.
20. **Odlok o prilagoditvi zveznih zakonov spremembam v državni upravi in v sistemu gospodarskega vodstva** (Ur. l. FLRJ št. 4/51).  
Med drugim so spremenjeni: zakon o obrtništvu, zakon o davku, zakon o socialnem zavarovanju delavcev in uslužbencev in njihovih družin, zakon o vajencih, zakon o inšpekciji dela, splošni zakoni o varstvu kulturnih spomenikov in naravnih redkosti, zakon o zaščiti avtorske pravice, splošni zakon o državnih arhivih, zakon o osebnih imenih, zakon o državljskih matičnih knjigab, zakon o društvenih zborovanjih in drugih shodih.
21. **Uredba o dopolnitvi temeljne uredbe o prenosu delov osnovnih sredstev državnih gospodarskih podjetij** (Ur. l. FLRJ št. 4/51).  
Uredba govori o pogojih s katerimi morejo ministri pooblastiti svoje pomočnike oziroma starelčne samostojnih vladnih ustanov za izdajanje odločb o prenosu osnovnih sredstev.
22. **Navodilo o formiranju in določanju cen, po katerih prodajajo proizvajalna podjetja proizvode, namenjene za široko potrošnjo** (Ur. l. FLRJ št. 4/51).  
Navodilo prinaša postopek, po katerem zvezna, republiška lokalna proizvajalna podjetja sama formirajo cene, določbe o planski kalkulaciji, o dobavi proizvodov za široko potrošnjo.
23. **Odredba o sestavljanju in predlaganju plana cen in finančnih planov državnih gospodarskih podjetij za leto 1951** (Ur. l. FLRJ št. 5/51).  
Navedeno je, po kakšnih predpisih sestavijo zvezna in republiška gospodarska podjetja predloge plana cen in finančnih planov za leto 1951 in komu je treba te predloge predložiti.
24. **Odločba o razčlenitvi in pošiljanju planov za leto 1951, sestavljenih na podlagi planskih kvot za leto 1951 in na podlagi sklenjenih pogodb** (Ur. l. FLRJ št. 5/51).  
Letni proizvodni plani se sestavijo na osnovi dobljenih planskih proizvodnih kvot in pogodb. Predvideni so pregledi prodanih disponiranih količin, plani materialne preskrbe, plani delovne sile, bilance družbenega produkta, virman materialne preskrbe, evidenca planov, kontrola proizvodne potrošnje, ustrezni postopki in obrazci (Popravek št. 8).
25. **Odločba o prometu 2% obveznic, izdanih v odškodnino za razlašeno premoženje** (Ur. l. FLRJ št. 5/51).  
Navedeni so pogoji za odsvojitev obveznic državi ali drugim osebam.
26. **Ukaz o odpravi Komisije državne kontrole FLRJ** (Ur. l. FLRJ št. 6/51).  
Kontrolo izvajajo odslej Sveti, ministrstva, komiteji in drugi organi vlade FLRJ.
27. **Ukaz o podaljšanju mandata delavskih svetov do konca leta 1951** (Ur. l. FLRJ št. 6/51).  
Ukaz podaljšuje mandat v zvezi s temeljnim zakonom o gospodarjenju z državnimi gospodarskimi podjetji in z višjimi gospodarskimi združenji po delovnih kolektivih z dne 2. julija 1950.
28. **Uredba o prvih volitvah delavskih svetov in upravnih odborov gospodarskih združenj** (Ur. l. FLRJ št. 6/51).  
Uredba daje podrobne predpise o volitvah delavskih svetov in upravnih odborov direktij državnih gospodarskih združenj. Nadalje predpisuje uredba način volitev članov delavskega sveta, ki jih volijo a) delavski sveti združenih podjetij in b) delavci in uslužbenci direktije gospodarskega združenja.
29. **Odredba o dopolnitvi odredbe o ukrepih za vaitčevanje s predmeti široke potrošnje** (Ur. l. FLRJ št. 6/51).  
Odredba predvideva izdajo posebnih predpisov o pogojih za nakup umetniških del za državne in družbene organizacije.
30. **Odločba o prenosu biroja za pritožbe in predloge komisije državne kontrole FLRJ v sestav predsedstva vlade FLRJ** (Ur. l. FLRJ št. 6/51).  
Navedeni biro je v sklopu predsedstva vlade FLRJ pod vodstvom generalnega sekretarja FLRJ.
31. **Navodilo o spremembi in dopolnitvi navodila o sestavljanju, pregledovanju in potrjevanju zaključnih računov državnih gospodarskih podjetij zveznega in republiškega pomena** (Ur. l. FLRJ št. 6/51).  
Navodilo predpisuje 14 novih obrazcev ter daje pojasnila za njihovo izpolnjevanje. Upravni odbor mora sestavljati zaključek računa predložiti delavskemu svetu v potrditev. Navodilo ima še določbe o rokih ter o pregledu in potrditvi za primer spremembe organa gospodarske uprave.
32. **Navodilo o reviziji prevedb delavcev v nazive** (Ur. l. FLRJ št. 6/51).  
Predlog za spremembo naziva da okrajna — mestna inspekcija dela bodisi na osnovi predloga upravnega odbora zadevnega podjetja ali na osnovi pregleda podjetja.
33. **Navodilo o nakupovanju del upodabljače umetnosti in umetne obrti** (Ur. l. FLRJ št. 6/51).  
Ta dela nakupuje za državne urade, zavode in podjetja (razen za zvezne) republiško ministristvo za znanost in kulturo, ki planira tudi potrebni kredit in razdeljuje navedena dela.
34. **Pravilnik o pripravniški službi, strokovnih izpitih in tečajih za uslužbence cestne prometne stroke** (Ur. l. FLRJ št. 7/51).  
Pravilnik vsebuje določbe o pripravniški službi, strokovnih izpitih, o prehodih iz drugih strok v cestno prometno stroko in o strokovnih tečajih.
35. **Splošno navodilo o evidenci materiala in gotovih izdelkov pri državnih proizvajalnih podjetjih v gospodarski upravi zveznih in republiških organov** (Ur. l. FLRJ št. 7/51).  
Navodilo vsebuje določbe o nalogah evidence, o skladišču in njegovem zavarovanju in ureditvi, o dolžnostih skladiščnika, o prevzemu materiala in gotovih izdelkov, o evidenci materiala v proizvodnji in o knjigovodstvu.
36. **Navodilo o spremembi in dopolnitvi navodila za izvajanje uredbe o medsebojnem plačevanju v gospodarstvu** (Ur. l. FLRJ št. 7/51).  
Za one, ki ne morejo vplačevati in vnovčevati računov po tej uredbi, določi način plačevanja obveznosti Narodna banka FLRJ.
37. **Navodilo o razčlenitvi in pošiljanju planov za leto 1951 za panogi 411 in 412 (projektiranje in gradnja)** (Ur. l. FLRJ št. 7/51).  
Navodilo daje predpise o sestavljanju letnih gradbenih planov neposrednih in osnovnih izvajalcev gradbenih del. Poleg tega je določeno kako se sestavlja plan materialne preskrbe, plan delovne sile, bilanca družbenega produkta, posebni plan za gospodarsko najvažnejše investicijske objekte.
38. **Odločbe o stimuliranju nosilcev izvoznega plana** (Ur. l. FLRJ št. 7/51).  
Odločba navaja pogoje, s katerimi dobijo nosilci izvoznega plana, ki po vrednosti presežejo svoj izvozni plan, v prosto razpolago zneske, dosežene s presežkom pri izvoznem planu.
39. **Navodilo o spremembah navodila o evidencah za izvajanje socialnega zavarovanja** (Ur. l. FLRJ št. 7/51).  
Navodilo vsebuje določbe o izdaji bolniškega lista, o evidenci upravičencev do oskrbnine in izplačevanju te oskrbnine, o seznamu za izplačilo oskrbnin, o dodatku za otroke, o poročilu glede uporabe pravic na podlagi socialnega zavarovanja, o osebi, ki naj opravlja zadeve socialnega zavarovanja v organizacijskih enotah, o pregledu mesečnega poročila po upravnem odboru in o predelanih dosedanjih obrazcih.
40. **Odločba o vrnitvi počitniških domov proizvajalnim in prevoznim podjetjem ter glavnim odborom in centralnim upravam zveze sindikatov** (Ur. l. FLRJ št. 8/51).  
Počitniške domove proizvajalnih podjetij, ki jih je prevzela gostinska mreža, se vrnejo v istem stanju prej-



njim koristnikom. Hkrati se vrnejo tudi ekonomije, spadajoče k tem domovom.

41. **Odredba o spremembah in dopolnitvah tarife davka na promet proizvodov** (Ur. l. FLRJ št. 9/51).  
Navedene so davčne olajšave za počitniške domove in menze. Od vrednosti gradnje novih objektov in adaptacije starih se plača 6,5 odstotkov davka. Navedene so še druge davčne spremembe v zvezi z gradnjo.

42. **Odredba o varčevanju z barvastimi kovinami in njihovimi zlitinami ter o omejitvi njih uporabe** (Rr. l. FLRJ št. 9/51).  
Take kovine se smejo uporabljati za široko potrošnje le tam, kjer to razdelitveni plan posebej vsebuje. Menjava in prodaja odpadkov barvastih kovin je prepovedana. Odkupujejo jih samo za to pooblaščen podjetja.

## Recenzija

„Der Frost im Baugrund.“ Dr. ing. Robert Ruckli.  
Wien, 1950. Založba Springer (strani 279).

Izkušnje v inženirski praksi so pokazale, da je zamrznjenje temeljnih tal eden izmed onih faktorjev, ki ga je treba nujno upoštevati pri vseh onih gradnjah, kjer imamo opraviti s fundiranjem v zmrzovalni coni.

Projektanti so pa pri tem pogosto zadeli na večje ali manjše težave. Sam na sebi dosti komplicirani pojav zamrznjenja tal namreč v mnogočem še ni dovolj razjasnjen in zadevne razprave, članki, poročila i. pd. so tudi zelo raztreseni po tehnični literaturi, tako da je včasih težko sistematično zbrati doslej obdelani material in ga primerno uporabiti.

Pričujoča knjiga priznanega švicarskega strokovnjaka je predvsem zato razveseljiv pojav v strokovni literaturi, ker nam nudi jasen in zelo kritičen pregled vseh dosedanjih izsledkov na tem pomembnem področju, hkrati matematično zajame problem zamrznjenja tal in s tem omogoči vse bolj temeljito razumevanje posameznih pojavov.

V prvem delu opisuje avtor pojav zamrznjenja tal. V posameznih poglavjih obravnava razne poškodbe pri zamrznjenju in pri odjugi, opisuje razne vrste nastajanja ledu, podaja rezultate preiskav na terenu, pri čemer zlasti analizira različne poškodbe, nastale pri zamrznjenju zaradi različno učinkujoče podtalnice. Posebno poudarja vlogo drenaž, ki pogosto nimajo zaželenega učinka. Pregledno so sestavljeni rezultati sistematičnih preiskav na cestah v Švici, Nemčiji, Švedski in v ZDA. Nadalje navaja laboratorijske preiskave, rezultate in ugotovitve. Nazadnje poda avtor tudi teorijo nastajanja ledenih leč.

Drugi del matematično obravnava zmrzovalne probleme, obsega poglavje o klimatičnih vplivih,

o razširjenju toplote v tleh, o prodiranju mraza, o vpijanju vode in o izračunavanju mrazotnih dvigov, o vplivu svojstev površinskih slojev tal na prodiranje mraza in o problemih hladilnih prostorov.

Tretji del je posvečen praktičnim ukrepom proti škodljivim vplivom zamrznjenja, t. j. praktični uporabi teorije. V teh poglavjih razpravlja avtor o dopustnih mrazotnih dvigih, o praktičnih metodah presoje temeljnih tal glede zamrznjenja, o potrebnih laboratorijskih preizkusih ter o potrebnih ukrepih splošne in konstruktivne narave proti zamrzovalnim učinkom.

Iz navedenega vsebinskega pregleda je razvidno, da je snov zajeta vsestransko in izčrpno. Mnogi prispevki so tudi novi in plod avtorjevega raziskovanja (kakor n. pr. definicija črpalne sile, diferencialne enačbe o prodiranju mraza, dvodimenzionalni vodni tok proti ledeni leči, formule za dimenzioniranje izolacij v hladilnih prostorih i. pd.)

Knjiga je visoko kvalitetna in kaže, da avtor obvlada snov ne samo teoretično, ampak tudi praktično. Teoretični del knjige je namenjen znanstvenemu in laboratorijskemu delu, ker zahteva precejšnje znanje matematike in fizike. Toda avtor daje tudi praktiku številno in koristno snov na razpolago, snov, ki ne izvira samo iz same teorije, ampak tudi iz izkušenj avtorjeve dolgoletne in obsežne prakse na tem področju. Zato lahko knjigo toplo priporočamo vsem onim, ki se pri projektiranju in pri gradnji ukvarjajo s takimi problemi.

Pripomniti je treba, da je knjiga pisana v zelo razumljivem nemškem jeziku in da je zato prav dobro dostopna tudi onim, ki nemškega jezika sicer popolnoma ne obvladajo.

Ing. Jenko R.

### POPRAVEK

V začasnih tehničnih predpisih za oblikovanje cestnih krivin — PTP 10 je treba popraviti naslednje napake:

1. V formuli v grafikonu 3 na strani 6, kakor tudi v formuli 30 na strani 20 je treba oba predznaka v oklepaju spremeniti v predznak +. Ta formula se mora glasiti takole:

$$p \cong \sqrt{\left(p_{\max} + \frac{u}{p_{\max} + x}\right)^2 - u^2}$$

2. V formuli 5 na strani 12 in v formuli 69 na strani 24 mora biti 6,8 namesto 6,6.

3. V formuli 6 na strani 12 in v formuli 70 na strani 24 mora biti 13,6 namesto 13,2.

Zvezni gradbeni inštitut  
Beograd

### OPOMBA UREDNIŠTVA:

V tej dvojni številki prinašamo članke, katerih vsebino je po večini obravnaval kongres gradbenikov 1950. Posamezni avtorji so to vsebino preuredili in pri sestavljanju člankov upoštevali podatke iz najnovejše dobe.

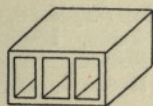
Urejuje uredniški odbor, odgovorni urednik ing. Ljudevit Skaberne. Uredništvo in uprava: Ljubljana, Cankarjeva 1, tel. 45-46. Tiska Mariborska tiskarna



## VOTLAK 6/1 - H

TEHNIČNI PODATKI:

dolžina s toleranco	mm	380 ± 8
širina s toleranco	mm	250 ± 6
višina s toleranco	mm	142 ± 3
teža	kg	12.75—15
volumen	dm <sup>3</sup>	13.5 — 1.12
prostorn. teža	kg/dm <sup>3</sup>	0.95
trdnost na pritisk	kg/cm <sup>2</sup>	60
najmanjša posamezno	"	50
planskih enot		6 zidne
število topl. prov. K	cal/mh <sup>0</sup> C	0.40— 0.45
za m <sup>2</sup> zidu opeke	kom	63
malte	1	158
tovorna teža	kom/t	66—80



PROIZVOD IZDELUJEJO  
OBRATI:

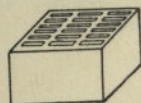
Košaki.

Uporaba: Za zunanje in notranje nosilne zidove do 3 etaž ali pa za zgornje etaže večnadstropnih hiš se uporablja v kombinaciji z navadnim zidakom in votlakom Bv2, Bh4 in Bv4. Vsled boljše toplotne izolacije in manjše teže nadomestuje uspešno navadni zidak.

## VOTLAK 4/1 - V

TEHNIČNI PODATKI:

dolžina s toleranco	mm	250 ± 6
širina s toleranco	mm	250 ± 6
višina s toleranco	mm	142 ± 3
teža	kg	9.5 — 10.5
volumen	dm <sup>3</sup>	8.87
prostorn. teža	kg/dm <sup>3</sup>	1.08— 1.18
trdnost na pritisk*	kg/cm <sup>2</sup>	100
najmanjša posamezno	"	80
planskih enot		4 zidne
število topl. prov. K	cal/mh <sup>0</sup> C	0.30— 0.35
za m <sup>2</sup> zidu opeke	kom	98
malte	1	177
tovorna teža	kom/t	95—105



PROIZVOD IZDELUJEJO  
OBRATI:

Bobovk, Bukovžak, Boreci,  
Črešnjevci.

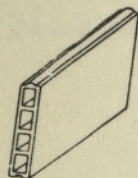
\* V smeri votlin računano  
na celotno površino.

Uporaba: Za zunanje in notranje nosilne zidove se uporablja lahko v kombinaciji z navadnim zidakom in votlaki Bh2, Bh4 in Bv2.

## POROLIT 5

TEHNIČNI PODATKI:

dolžina s toleranco	mm	500 ± 10
širina s toleranco	mm	250 ± 5
debelina s toleranco	mm	50 ± 2
volumen	dm <sup>3</sup>	6.25
teža	kg	5.5 — 6.5
prostorn. teža	kg/dm <sup>3</sup>	0.80—1.02
število topl. prov. K	cal/mh <sup>0</sup> C	0.23—0.28
planskih enot		3 zidne
tovorna teža	kom/t	150—180



PROIZVOD IZDELUJEJO  
OBRATI:

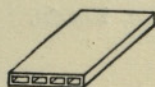
Brdo, Žalec, Košaki.

Uporaba: Se uporablja za vmesne stene in oblogo zunanjih sten, v svrhu toplotne izolacije.

## PLANETA

TEHNIČNI PODATKI:

dolžina s toleranco	mm	400 ± 8
širina s toleranco	mm	200 ± 4
debelina s toleranco	mm	30 ± 1
teža	kg	2.5—2.8
volumen	dm <sup>3</sup>	2.4
prostorn. teža	kg/dm <sup>3</sup>	1.0—1.18
planskih enot		1.5 streš.
za m <sup>2</sup> obloge (strehe)	kom	12
tovorna teža	kom/t	360—400



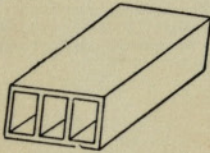
PROIZVOD IZDELUJEJO  
OBRATI:

Renče I, Renče II, Bukovica,  
Bilje.

Uporaba: Za pregradne stene, izzidavo mansard kot obloga in za izpolnitev kritine s korcem.



## VOTLAK 4/1 - H

	<b>TEHNIČNI PODATKI:</b> dolžina s toleranco	mm	250 ± 6
	širina s toleranco	mm	250 ± 6
	višina s toleranco	mm	142 ± 3
	teža	kg	8.50—10.5
	volumen	dm <sup>3</sup>	8.87
	prostorn. teža	kg/dm <sup>3</sup>	0.96—1.18
	trdnost na pritisk*	kg/cm <sup>2</sup>	60
	najmanjša posamezno	"	50
	planskih enot		4 zidne
	število topl. prov. K cal/mh <sup>0</sup> C		0.40—0.45
	za m <sup>2</sup> zidu opeke	kom	98
malte	1	173	
tovorna teža	kom/t	95—115	

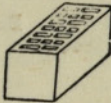
PROIZVOD IZDELUJEJO  
OBRATI:

Ljubljana (Brdo, »Opeka«), Bobovk, Celje, Žalec, Ljubečna, Bukovžlak, Košaki, Boreci, Črešnjevc, Renče I, Bilje.

\* V smeri pravokotno na votlino računano na celotno površino.

**Uporaba:** Za zunanje in notranje nosilne zidove do 3 etaž ali pa za zgornje etaže večnadstropnih hiš se uporablja v kombinaciji z navadnim zidakom in votlakom BV2, Bh6 in Bv4. Vsled boljše toplotne izolacije in manjše teže nadomestuje uspešno navadni zidak.

## VOTLAK 2/1 - V

	<b>TEHNIČNI PODATKI:</b> dolžina s toleranco	mm	250 ± 6
	širina s toleranco	mm	120 ± 3
	višina s toleranco	mm	142 ± 3
	teža	kg	4.80—5.5
	volumen	dm <sup>3</sup>	4.26
	prostorn. teža	kg/dm <sup>3</sup>	1.12—1.28
	trdnost na pritisk*	kg/cm <sup>2</sup>	100
	najmanjša posamezno	"	80
	planskih enot		2 zidne
	število topl. prov. K cal/mh <sup>0</sup> C		0.30—0.35
	za m <sup>2</sup> zidu opeke	kom	196
malte	1	219	
tovorna teža	kom/t	180—210	

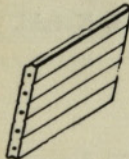
PROIZVOD IZDELUJEJO  
OBRATI:

Bobovk, Celje, Žalec, Ljubečna, Bukovžlak, Ptuj, Boreci, Črešnjevc.

\* V smeri votlin računano na celotno površino.

**Uporaba:** Za zunanje in notranje nosilne zidove se uporablja lahko v kombinaciji z navadnim zidakom in votlaci Bh2, Bh4 in Bv4. Vsled slabše toplotne prevodnosti in nižje teže, prednjači pred navadnim zidakom.

## POROLIT 3

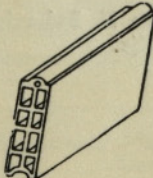
	<b>TEHNIČNI PODATKI:</b> dolžina s toleranco	mm	500 ± 10
	širina s toleranco	mm	250 ± 5
	debelina s toleranco	mm	30 ± 2
	teža	kg	2.8 —3.5
	volumen	dm <sup>3</sup>	3.75
	prostorn. teža	kg/dm <sup>3</sup>	0.72—0.95
	za m <sup>2</sup> obloge	kom	8
	planskih enot		2 zidne
	število topl. prov. K cal/mh <sup>0</sup> C		0.25—0.30
	tovorna teža	kom/t	285—360

PROIZVOD IZDELUJEJO  
OBRATI:

Brdo, Žalec, Košaki.

**Uporaba:** Se uporablja za vse vmesne stene in oblogo zidov. So porozni, lahki in dobro izolirajo.

## POROLIT 8

	<b>TEHNIČNI PODATKI:</b> dolžina s toleranco	mm	500 ± 10
	višina s toleranco	mm	250 ± 5
	debelina s toleranco	mm	80 ± 3
	teža	kg	6.5 —8.5
	volumen	dm <sup>3</sup>	10.0
	prostorn. teža	kg/dm <sup>3</sup>	0.65—0.85
	planskih enot		5 zidne
	število topl. prov. K cal/mh <sup>0</sup> C		0.20—0.25
	za m <sup>2</sup> obloge	kom	8
	tovorna teža	kom/t	118—154
	m <sup>2</sup> /t	15—19	

PROIZVOD IZDELUJEJO  
OBRATI:

Brdo, Žalec, Košaki.

**Uporaba:** Za pregradne stene, izzdavo mansard in podstrešnih stanovanj, kot zunanja in notranja obloga zgradb železobetonskih konstrukcij, kot toplotna izolacija sten in stropov.