

17-18



GRADBENI VESTNIK

1953

VSEBINA

Dr. ing. Lujo Šuklje: PLAZ PRI LUPOGLAVU V EOCENSKEM FLIŠU.
— Dr. ing. Lujo Šuklje: PLAZ PRI ZALESINI V RABELJSKIH PLASTE-
STEH. — Ing. Martin Obrar: O DIMENZIONIRANJU TLAČNIH
JAŠKOV. — Ing. Venčeslav Funtek: LJUBLJANSKO ŽELEZNIŠKO
VOZLIŠČE. — Ing. Rudolf Jenko: STATIČNO KOMPRIMIRANJE
ZEMLJIN. — Ing. Gorazd Berce: HIDROCENTRALI BRAUNAU-
SIMBACH IN BIRSFELDEN. — Ing. Gorazd Berce: V DELAVNICI
MONTAŽNIH STROPNIKOV IZ PREJNAPETEGA BETONA. — Ing.
Vlado Mušič: O POVEZAVI MED GRADBENO OPERATIVO IN
GRADBENIMI ŠOLAMI. — Ing. M. K.: DRUGO POSVETOVANJE
STROKOVNJAKOV ZA VISOKE PREGRADE. — Dr. Stanko Lajevec:
KAJ ŽELIJO HIGIENIKI OD PROJEKTANTOV INDUSTRIJSKIH
OBJEKTOV. — Ing. Ernest Udovč: O POVRŠINSKIH PREVLEKAH
IN O GRANULARNI STABILIZACIJI TAL. — M. P. Wahl in M. M.
Duriez: RAZLIČNE VRSTE CEMENTOV IN NJIH UPORABA. —
ROČNI SKREJPER.

Splošno gradbeno podjetje

BETON

CELJE

Ljubljanska cesta 16

Telefon 367



IZVRŠUJE

hitro in solidno vsa v gradbeno
stroko spadajoča dela. S svojimi
stranskimi obrati izvršuje tudi vsa
v stroko spadajoča obrtniška dela

IVAN MAČEK-MATIJA

GRADBENO INDUSTRIJSKO
PODJETJE SLOVENIJE

GRADIS

IMM

LJUBLJANA -- BOHORIČEVA ULICA 24



**Gradi objekte kapitalne izgradnje
in družbenega standarda na Jese-
nicah, Mostah, Medvodah, Ljubljani,
Šoštanj, Velenju, Guštanju, Vuze-
nici, Strnišču in Zenici**

Dr. ing. Lujo Suklje

DK 624.131.31 (497.1 Lupoglav)

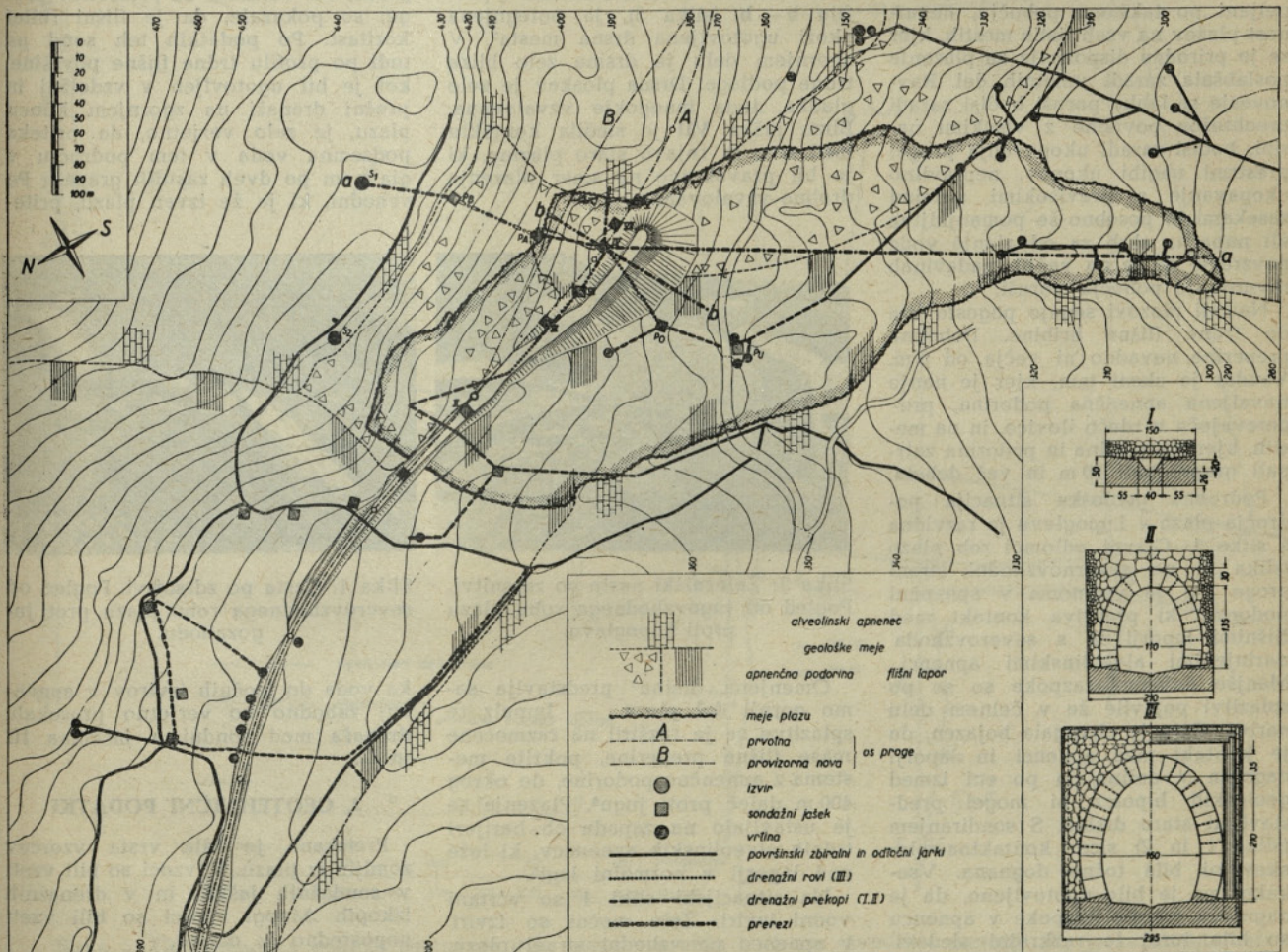
Plaz pri Lupoglavu v eocenskem flišu*

Obilno jesensko in pomladno deževje, ki je nastopilo po veliki suši leta 1950, je sprožilo ali oživilo v zapadni Jugoslaviji zlasti ob železniških progah mnogo plazov. Laboratorij za mehaniko tal TVŠ v Ljubljani je imel v zvezi s sanacijskimi deli priložnost nekaterih teh plazov podrobneje analizirati. Tu bo podano poročilo o analizi velikega plazu, ki se je sprožil na novi progi Lupoglav—Stalijske pri km 2,1 25. februarja 1951.

Plaz je razvit v preperini eocenskega fliša. V tej geološki formaciji se je v istem obdobju sprožilo ob stari, zlasti pa ob novi istrski progi, ki je bila tedaj v gradnji, več podobnih, čeprav manj razsežnih ali manj intenzivnih plazov. Ugotovitve, ki so jih dale analize teh plazov, bodo v splošnih zaključkih za plazove s sliko geološko dispozicijo upoštevane, ne bomo pa jih navajali podrobno.

1. GEOLOŠKI, TOPOGRAFSKI IN HIDROGRAFSKI PODATKI

Plaz pri Lupoglavu ima isto osnovno geološko dispozicijo¹ kot vsi številni plazovi ob stari in novi istrski progi. Ti dve progi sta na veliki dolžini izpeljani po flišnem pobočju blizu čela na fliš narinjenih staroterciarnih numulitskih, alveolinskih in kozinskih apnencev. Eocenski fliš sestoji iz pestrih skladov gli-



Slika 1: Situacija in geološka karta plazov. Vrtana je lega in dodani so tipični konstruktivni profili drenaž po načrtih Železniškega projektantskega podjetja (ing. A. Poljanšek).

nastih skrilavcev, laporjev in peščenjakov. Na mnogih mestih je flišna površina pobočij preperela. Preperina je pomešana s podorino s strmih sten razpadajočih čel narinjenih apnencev. Preko robu narivnega kontakta se preliva voda iz propustnih apnenčevih recipientov. Voda teče po nepropustnih površinskih koritih, ki jih je izdolbla v trdnih flišnih plasteh. Pretaka pa se tudi pod površino bodisi po dnu zasutih grap, to je nekdanjih površinskih korit, ki jih je zatrpala plazina s podorino, bodisi po špranjah v razpokanih trdnih plasteh, bodisi po raznovrstnih manjših kanalih v razrahljani gmoti flišne preperine in apnenčne podorine; pogosto predstavlja ta gmota staro plazino; manjše cevaste vodne kanale v njej so očitno izdolble živali ali korenine. Ob dežju, zlasti ob velikih nalivih vstopa tudi padavinska voda neposredno v to heterogeno, špranjasto pobočno kritino.

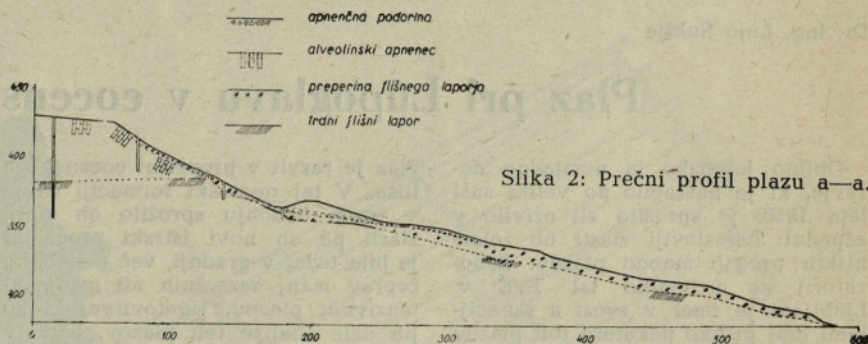
Na ta način so bili že v nedotaknjeni narodi zlasti na strmejših pobočjih ustvarjeni pogoji za drsenje. Najdemo pa znake starih plazov celo na položnih pobočjih, ki imajo komaj 12° nagiba.

Razumljivo je, da grozi progi, izpeljani po takšnem pobočju, nevarnost plazov na vseh tistih mestih, kjer se je prirodna dispozicija za plazenje poslabšala zaradi umetnih del. Ravnovesje se lahko poruši bodisi zaradi preobtežbe površine z visokimi nasipi, bodisi zaradi ukopavanja proge; prestrmi nagibi ukopov, nepravilno ukopavanje s previsokimi strmimi zasekami in posebno še pomanjkljiva ali napačna skrb za odvajanje vode povzročijo, da se ob večjih padavinah ravnovesje pobočja poruši.

Nastali plazovi segajo pogosto vse do trdne flišne hribine. Debelina preperine navadno ni večja od 6 m. Vendar je zlasti tam, kjer je nanjo navaljena apnenčna podorina, preperavača v rdečo ilovico, in na mestih, kjer sta plazina in podorina zatrpali grape, tudi 10 m in več debela.

Podrobna geološka situacija področja plazu v Lupoglavu je razvidna s slike 1. Glavni odlomni rob plazu (slika 1) na severovzhodni strani proge (A) je večinoma v apnenčni podorini, ki prekriva kontakt med flišnimi laporji in s severovzhoda narinjenimi alveolinskimi apnenci. Manjše odlomne razpoke so se po splazitvi pojavile že v čelnem delu nariva. Zato je obstajala bojazen, da je kontakt med apnenci in laporji nagnjen v dolino, in po eni izmed geoloških hipotez bi mogel predstavljati staro drsino. S sondiranjem (slika 1 in 2) sicer kontaktna ploskev ni bila točno dognana. Vsekakor pa je bilo ugotovljeno, da je nagnjena v hrib. Razpoke v apnencu so bile torej le razkrojni sledovi strmega narinjenega čela. Apnenec v tem čelu je tektonsko zelo poškodovan in vsebuje kraške votline.

Globina trdne lapornate podlage pod apnenčo podorino in flišno preperino je bila ugotovljena vzdolž glavne prečne drenaže (med jaški PA, IV, PO in PU), ki je približno vzporedna s prerezom b—b (slika 1). V tem prerezu, ki je podan na sliki 5, ter v prerezu a—a (slika 1), ki je začrtan na sliki 2, je privzeta enaka oblika trdnega lapornega reliefa (polna črta). V podaljšanem delu profila je prekinjeno vrtana domnevna globina trdne podlage.

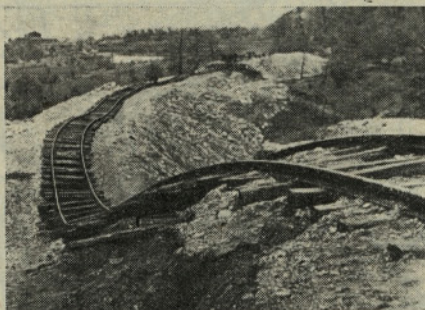


Slika 2: Prečni profil plazu a—a.

V jaških PA, IV in PO ter med jaškoma III in VII vzdolž glavne vzdolžne drenaže je bila drsna ploskev razkrita. Drsina, začrtana v profilu b—b (slika 5), je potegnjena skozi ugotovljena drsna mesta². V zgornjem delu je drsina zelo blizu trdne podlage. Drsna ploskev je zelo gladka, toda mnogokje vzvalovana. Blizu jaška VII je sledila kontaktu med sivo in rujavo staro plazino, ki je bil pravokotno na smer plazenja drobno vzvalovan.

skozi presledke v galerijskih obokih doteka kot skozi rešeto.

Sonde, ki so bile izvrtane v osi predorske variante za preložitev proge, so pokazale, da je flišni relief koritast. Po podatkih teh sond pa tudi po profilu trdne flišne površine, kot je bil ugotovljen v vzdolžni in prečni drenaži na zgornjem koncu plazu, je zelo verjetno, da priteka podzemna voda v tem področju v glavnem po dveh zasutih grapah. Po vzhodni, ki je že izven plazu, prite-



Slika 3: Železniški nasip po zdrsnitvi. Pogled od jugovzhodnega roba plazu proti Lupoglavu.



Slika 4: Cesta po zdrsnitvi. Pogled od severovzhodnega roba plazu proti jugozahodu.

Omenjena drsina³ predstavlja samo gornji del plazu. — Impulz te splazitve se je razširil na razmočene mase flišne preperine, pokrite mestoma z apnenčno podorino, do okrog 400 m daleč proti jugu⁴. Plazenje se je ustavljalo na zapadu ob barjeri trdnih alveolinskih apnencev, ki leže pod laporji v normalni legi⁵.

Na situacijski sliki 1 so vrtani vodni izviri. Zelo močni so izviri v apnencu na vzhodni strani plazu. Izviri v flišu ob progi na severozahodni strani so precej šibki, vendar nekateri tudi poleti ne usahnejo. Od

ka voda do močnih izvirov v apnencu; zahodno bo verjetno presekala drenaža med sondnima jaškoma III in II.

2. GEOTEHNIČNI PODATKI

Preiskana je bila vrsta vzorcev zemljin iz plazu. Ti vzoci so bili vzeti v sondažnih jaških in v drenažnih izkopih. Mnogi vzorci so bili vzeti neposredno iz drsine.

Tu objavljamo podatke o rezultatih geotehničnih laboratorijskih raziskav za 3 tipične vzorce. Vzorca so

Št.	Vrsta zemljine	Mesto vzetja	Sestavina		Plastičnost		Strižna odpornost	
			glina < 0,002 %	prah 0,002-0,02 %	meja židkosti w _P %	indeks plast. P %	c	φ
1	rujavo rdeča preperina laporjev in apnenca	blizu drsine	40	43	108	74	0	16° 40'
2	rujava preperina laporjev	iz drsine	13	45	54	31	0	18° 10'
3	modrikasto siva preperina	blizu drsine	19	53	52	29	0	20° 30'

bili vstavljeni v rotacijske strižne aparate v konsistenci blizu meje židkosti. Po prestrigu je bila konsistenca srednje do težko gnetna. Prirodna konsistenca je v tej luknjičavi plazini in preperini zelo odvisna od trenutne premočenosti. Vzorci, ki so bili vzeti ob suhem vremenu, so imeli večinoma konsistenco blizu spodnje meje plastičnosti. Če so bili v tej konsistenci vstavljeni v strižne aparate, so pokazali začetno kohezijsko odpornost c v intervalu 0,7 do 3,3 t/m² ob zmanjšanem kotu strižnega odpora. Zdi se, da je ta kohezijska odpornost vsaj na površinah posameznih ilovnatih grud zelo la-

bilna. — Nekateri vzorci istih tal, vzeti nad drsino, so pokazali — vstavljeni pri prirodni vlagi — strižni odpor, ki je dokaj večji od zgoraj navedenih vrednosti; strižni kot seže do 30° (pri nični koheziji). Preperina je pač zelo heterogena in tudi njen strukturni odpor je različen. — Manjših vrednosti od $\varphi = 16^\circ$ pa (pri nični koheziji) v nobenem primeru nismo ugotovili.

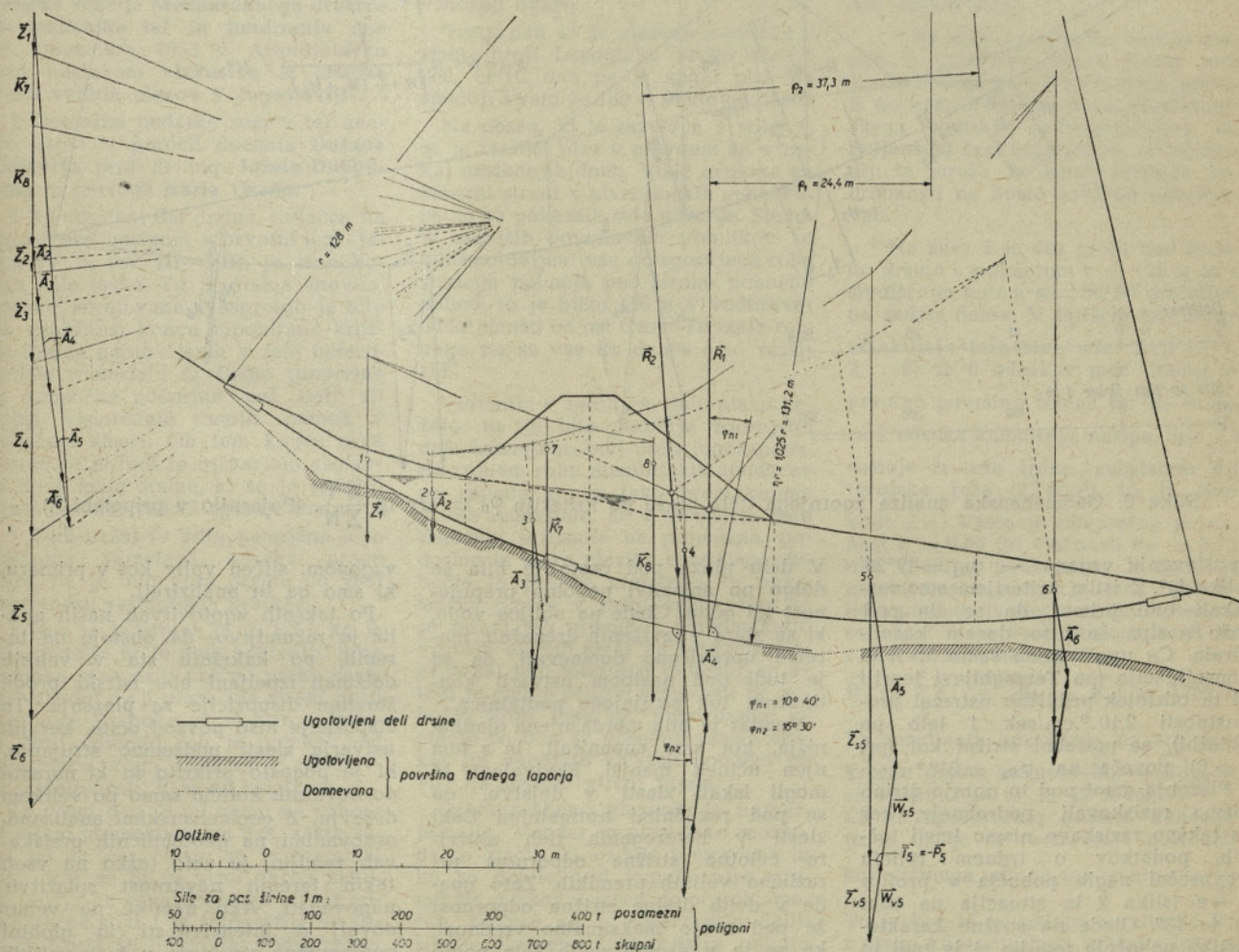
Propustnost same zemljine je majhna. Tako smo n. pr. za vzorec 2 (po zgornji razpredelnici) ugotovili propustnost okrog 2.10⁻⁸ cm/sek. Vendar tako na pretok vode kot na konsolidacijo tal pod obremenitvijo ne-

dvomno v večji meri vpliva mnogo večja propustnost celotnega luknjičastega sistema glinatih grud preperine in plazine.

3. GEOMEHANSKE ANALIZE STABILNOSTI

a) Metode in rezultati raziskave

Raziskali smo stabilnostne pogoje za drsino, ki jo narekujejo za profil b—b (slika 5, situacija na sliki 1) ugotovljeni odseki drsne ploskve in konfiguracija trdne podlage. Za krožno drsino, kakršna je načrtana na sliki 5, je zdrsnitev po običajni



Slika 5: Geomehanska analiza zgornjega dela plazu v profilu b—b po »švedski« metodi. (R_1 je rezultanta težnostnih sil brez upoštevanja vzgona in strujnega pritiska; φ_{n1} je ustrežni kot strižnega odpora pri nični koheziji. — R_2 je rezultanta težnostnih sil ter sil vzgona in strujnega pritiska; φ_{n2} je ustrežni kot strižnega odpora pri nični koheziji. — Podrobno pojasnilo v pripombi 7.)

analizi pogojena s strižnim kotom $\varphi_{n_1} = 10^{\circ}40'$ pri nični koheziji, če se vzgon in strujni pritisk ne upošteva (R_1), ali s kohezijo (= srednjo strižno odpornostjo) $c_{n_1} = 2,65 \text{ t/m}^2$ pri $\varphi = 0$. Ob upoštevanju vzgona in strujnega pritiska za primer, da so tla docela prepojena (slika 5, R_2), pa je potreben za stabilnost strižni kot $\varphi_{n_2} = 16^{\circ}30'$ pri nični koheziji⁷.

Raziskava z logaritmično spiralo, ki se prilagodi obliki raziskanega krožnega loka, je dala identične rezultate.

Po znanem kriteriju

$$\varphi_n = \arctg \frac{\sum T}{\sum N}$$

(T so tangencialne in N normalne komponente sil za posamezne odseke profila nad drsino) pa sledi — ob

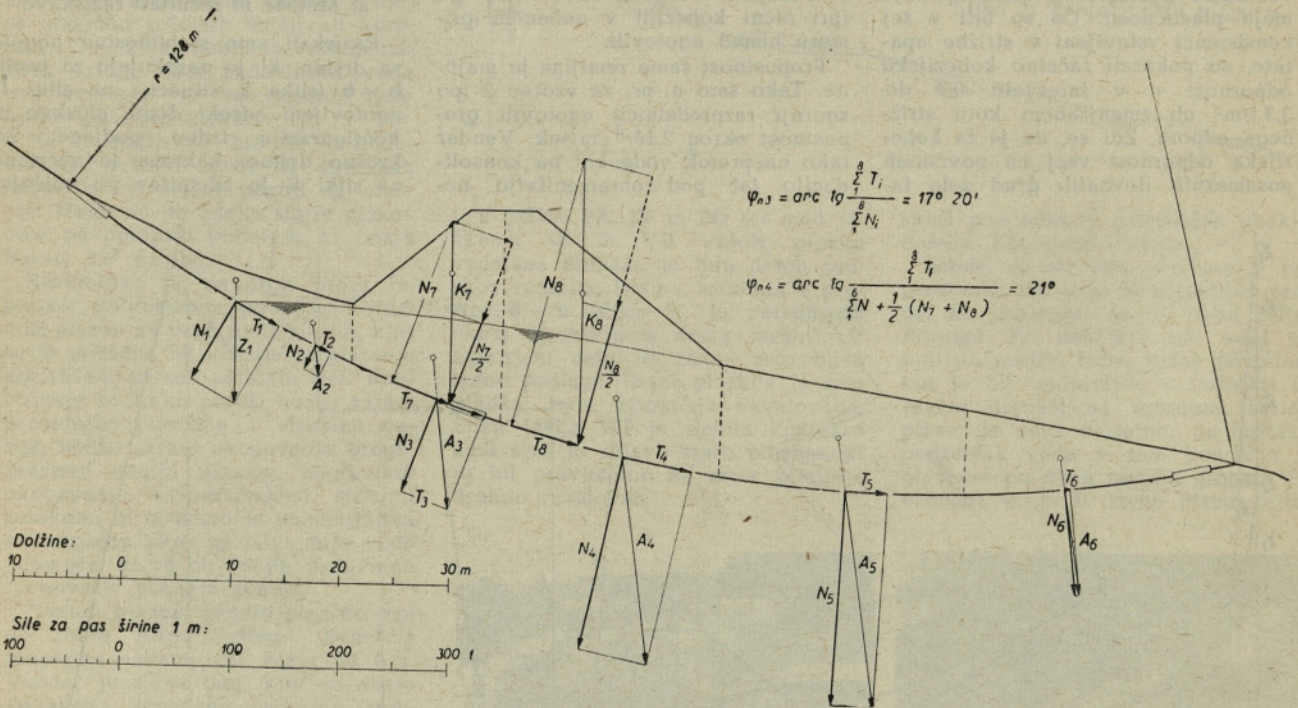
pokaže enostaven račun, da postane ob suponirani poroznosti 40% pobočje labilno že v primeru, da kot strižnega odpora (pri nični koheziji) ni večji od 20° . S tem pridemo v območje laboratorijsko ugotovljenih vrednosti, če upoštevamo, da more voda v luknjičasti gmoti uničiti labilno »navidezno« kohezijo oz. adhezijo.

b) Zaključek za plaz pri Lupoglavu

Analiza plazu je pokazala, da so laboratorijsko ugotovljene strižne karakteristike z zdrsnitvijo v skladu, če se upošteva vpliv vode na zmanjšanje kohezije (adhezije) ter na ostvarjenje vzgona in strujnega pritiska. Ta vpliv je razumljiv, če voda po velikih nalivih tla docela preplavi.

c) Splošni zaključki

Analize drugih, manjših plazov s slično geološko dispozicijo so nas vodile do enakih zaključkov. V tleh, ki se po svojih sestavinah niso bistveno razlikovala, smo ugotavljali zdrsnitve, ki so po običajni analizi brez upoštevanja strujanja oz. vzgona ustrezale pri nični koheziji strižnim kotom v dokaj širokem intervalu med 11° in 25° . Najvišje teh vrednosti veljajo za primere, ko je prišlo do zdrsnitve v glavnem zaradi zmanjšanja navidezne kohezije, ki pa je deloma vendarle še sodelovala pri celotnem strižnem odporu. Najnižje teh vrednosti veljajo za primer, ko je imela voda, tako razvezujoč navidezno kohezijo kot učinkujoč z



Slika 6: Geomehanska analiza zgornjega dela plazu po kriteriju $\varphi_n = \arctg \frac{\sum T}{\sum N}$. (Pojasnilo v pripombi ⁸)

upoštevanju vzgona — $\varphi_{n_3} = 17^{\circ}20'$ (slika 6)⁸. Z istim kriterijem smo raziskali tudi primer, da se tla pod težo nasipa še niso docela konsolidirala. Če upoštevamo samo 50-%no konsolidacijo (po Terzaghijevi teoriji bi ta odstotek približno ustrezal propustnosti 2.10^{-8} cm/sek 1 leto po obtežbi), se potrebni strižni kot (pri $c = 0$) poveča na $\varphi_{n_4} = 21^{\circ}$ ⁹.

Plazenja gmot pod to gornjo drsino nismo raziskovali podrobneje, ker za takšno raziskavo nismo imeli točnih podatkov o trdnem reliefu Povprečni nagib pobočja v profilu a—a (slika 2 in situacija na sliki 1) je 13° . Glede na strižne karakteristike pobočnih zemljin si je tudi tu težko razložiti plazenje, ako se ne upošteva vpliv strujanja oz. vzgona. Ako pa upoštevamo, da so bila tla po dolgotrajnem deževju vse do površine docela prepojena z vodo,

V delu plazu pod cesto je bila še dolgo po splazitvi popolna prepojenost tal očita. Glede na obilico vode, ki se zbira v izvršenih drenažah, moremo upravičeno domnevati, da se je tudi pod nasipom ustvaril kontinuiran tok strujajoče podtalnice.

Vendar je bila morda njena gladina nižja, kot smo suponirali, in s tem njen učinek manjši. Ekvivalent bi mogli iskati zlasti v dejstvu, da se pod različnimi normalnimi tlaki zlasti v heterogenih tleh aktivira celotna strižna odpornost pri različno velikih premikih. Zato upade v delih drsine strižna odpornost že pod svojo maksimalno vrednost, ko se ta v drugih delih šele polno uveljavi. — Na vpliv nepopolne konsolidacije smo že pri stabilnostni analizi opozorili. Vendar moremo soditi, da v tem primeru ta vpliv ni bil odločilen.

vzgonom, sličen vpliv kot v primeru, ki smo ga tu analizirali.

Po takšnih ugotovitvah naših analiz je razumljivo, da obstoje na terenih, po kakršnih sta v velikih dolžinah izpeljani obe istrski progli, številne dispozicije za plazenje. Te dispozicije niso povsod očite, ker jih ustvarja zlasti podzemno strujanje, ki je pogosto prikrito in ki naraste do nevarnih količin samo po velikem deževju. Z geomehanskimi analizami, osnovanimi na geotehničnih preiskavah zemljin, je zato težko na vseh takih terenih nevarnost splazitve napovedati. Ako namreč ne vemo dovolj o intenzivnosti in globini podzemnega strujanja v času velikih padavin, ne moremo dosti dobro oceniti, koliko vpliva to strujanje na razvezovanje kohezije, zlasti pa z vzgonom in strujnim pritiskom na povečanje nagiba napetostnih vek-

torjev ob drsini. Supozicija, da je ta učinek povsod popoln, bi praktično skoro onemogočila trasiranje prog po takšnih pobočjih.

Toliko bolj je potrebno, da smo previdni na tistih mestih, kjer očitujejo nevarnost plazanja površinski izviri, kjer je terenski relief strm in kjer taka pobočja z visokimi napismi obremenjujemo ali kjer se vanja globoko ukopavamo. Da na takšnih mestih komunikacijo zoper plazanje zavarujemo, moramo že pri pripravah za projektiranje teren skrbno pregledati in sondirati z jaški ter dalj časa — zlasti v deževni dobi in po velikih nalivih — opazovati vodne tokove na površini in znake podzemnega strujanja na površini in v izkopanih jaških. Glede na ugotovitve takšnih raziskav je treba po potrebi kritična mesta zavarovati s primernim sistemom površinskih odvodnih jarkov in globokih drenaž. V po-

sebno kritičnih primerih — zlasti na mestih, kjer je teren že sam po sebi plazil — bo umestno nadomestiti težke nasipe s premostitvenimi konstrukcijami (viadukti); njihovi oporniki naj bodo v smer pričakovanega plazanja postavljeni in šiljasto oblikovani, da plazino »režejo« kot kljun ladje valove, temeljeni pa morajo biti na trdno podlago in statično preizkušeni na pričakovani zemeljni pritisk za primer, da bi pobočje pričelo plaziti; prehodni (»svetli«) profili med oporniki in pod konstrukcijami naj bodo dovolj veliki, da morejo propuščati pobočne gmote, ki bi morebiti splazile, same konstrukcije pa naj bodo lahke. — Pri izvedbi ukopov je važno ukopavanje v širokem profilu z dovolj položnimi pobočji ob pravilni organizaciji dela, skrb za sprotno odvajanje vode in hitro zavarovanje pobočnih površin z vegetacijo zoper razdiralni učinek površinske vode.

Pripombe

* To poročilo o plazu pri Lupoglavu je prvi del referata, ki ga je imel avtor na 4. letni skupščini **Jugoslovanske sekcije Mednarodnega društva za mehaniko tal in fundiranje** dne 15. novembra 1952 v Arandjelovcu pod naslovom »Izkustva iz analize dveh velikih plazov v Jugoslaviji«.

¹ Geološke podatke sem v tej analizi črpal iz poročil docenta **Dušana Kuščerja**, prof. dr. ing. **Jožeta Duhovnika** in geologa **Karla Grada**.

² Ugotovljeni del drsine, označen na sliki 5 pod nasipom v prvotni legi (jašek IV in rov III—VII), je izoblikovan zelo jasno. Tu je drsina enovita, čeprav vzvalovana. Nasprotno je bilo ob vznožnem koncu sponirane krožne drsine ugotovljenih v zelo heterogenem materialu iz flišne preperine in apnenčne podorine več bolj ali manj vzporednih drsnih razpok v označeni smeri. Ob tem koncu prve drsine se je tudi že ostvarjalo vzglavlje nove nižje drsine, ki so jo sprožili drsni premiki vzdolž zgornje drsine.

³ Tudi nazaj (v hrib) nagnjena lega planuma zdrselega odseka proge kaže, da je bila prva drsina po vsej verjetnosti razmeroma kratka.

⁴ Plaz se je utrgal 25. 2. 1951, ko je bila nedelja in je delo počivalo. Prve razpoke so opazili prečno preko ceste na vzhodni meji plazu (na strani proti Štalijam). Razpoke so se hitro odpirale. Prvi odlomni rob je potekal nad železniško progo približno v vodoravni oddaljenosti 30 m od osi trase.

Že drugi dan je bil nasip na vzhodni strani premaknjen za 6 m, cesta sama pa za 2 m. Nasip se je premikal tako, kot da bi se vrtil okrog nekega tečaja na severozapadni strani (situacija na sliki 1 in fotografija na sliki 3). Cesta se je nizala, vodni rezervoar pod cesto pa se je dvigal. Odlomne razpoke so se pokazale že v oddaljenosti 40 do 50 m od osi trase;

4. SANACIJA

Rezultati opisanih raziskav plazu pri Lupoglavu so narekovali način sanacije. Projektiran je bil sistem drenažnih rovov in prekopov ter zaščitnih in odvodnih jarkov (slika 1)⁶. Proga je bila preložena bliže odlomnemu robu, kjer obremenjujejo tla le manjši nasipi, ukopi pa celo razbremenjujejo vzglavje plazu. (Projektant: ing. **A. Poljanšek**.)

Obstoji upravičeno upanje, da bo uspelo s projektiranimi drenažami in odvodi zagotoviti večjo stabilnost pobočnih mas¹⁰. Za primer, da to ne bi uspelo, sta možni dve varianti: premostitev kritičnega mesta z viaduktom ali preložitev proge v predor. Za predorsko varianto napovedujejo sondažni podatki velike težave, ker na veliki dolžini seka narivni pas. Viadukt bi moral premostiti plaz z velikimi razponi. A že zaradi ceste bi bila sanacija plazu tudi v tem primeru potrebna.

plasti, glede na debelino in sestav plazine, preperine in podorine ter glede na smeri in intenzivnost podzemnih vodnih struj.

⁶ Na sliki 1 prikazana mreža drenaž in odtočnih jarkov kakor tudi konstruktivni profili drenaž so posneti po načrtih železniškega projektantskega podjetja (projektant ing. **A. Poljanšek**) brez izprememb. V tej študiji te mreže in konstruktivnih podrobnosti ne bomo kritično obravnavali.

⁷ Na sliki 5 je ves profil nad krožno drsino s polmerom $r = 128$ m in s središčnim kotom $\alpha = 56^\circ 30'$ razdeljen na sedem delov. V težiščih teh delov učinkujejo težnostne sile: \vec{Z}_i ($i = 1, 2, \dots, 6$) za 6 odsekov med drsino in prvotno površino terena ter \vec{K}_7 in \vec{K}_8 za 2 odseka kamnitega nasipa. Sile \vec{Z}_i sestojajo iz teže trdne substance \vec{Z}_{si} (svojska teža $2,7 \text{ t/m}^3$) in iz teže vode \vec{Z}_{vi} . Vzeta je povprečna poroznost $e = 0,80$ pri vlažnosti $e_v = 0,75$ nad gladino podtalnice; e_v (e_v) je prostorninsko razmerje med volumnom praznin (vode) in trdne substance. Rezultanta vseh težnostnih sil za 1 m široko lamelo je

$$\vec{R}_1 = \sum_1^6 \vec{Z}_i + (\vec{K}_7 + \vec{K}_8) = 1752 \text{ t.}$$

Ta rezultanta ima glede na središče krožne drsine moment $|\vec{M}_1| = |\vec{R}_1| \rho_1 = 1752 \text{ t} \cdot 24,40 \text{ m} = 42750 \text{ tm}$.

Če ne upoštevamo nobene kohezije ($c = 0$), je za ravnovesje potreben

$$\text{kot strižnega odpora } \varphi_{n1} = \arcsin \frac{\rho_1}{\gamma r}$$

To je kot, ki ga oklepa rezultanta \vec{R}_1 z drsini koncentričnim krožnim lokom z radijem r ; γ je korekcijski količnik, ki je odvisen od središčnega kota drsine in od razdelitve napetosti ob

drsin; v tem primeru je n. pr. po Ohde-ju za suponirano parabolno razdelitev tlakov $\eta = 1,025$ in $\varphi_{n1} = 10^{\circ} 40'$. — Če pa bi vzeli $\varphi = 0$, bi bila za ravnovesje potrebna kohezija oz. srednja strižna odpornost ob drsin $c_{n1} = 2,65 \text{ t/m}^2$; dobimo jo iz ravnovesne enačbe $c_{n1} \propto r^2 = M_1$.

Suponirana gladina podtalnice po večjem dežju je na sliki 5 označena. Ker so tedaj tla pod to gladino docela preplavljena, se v njih uveljavlja vzgon (\vec{W}). Na vodno sestavino zemljine s težo \vec{Z}_{vi} učinkuje komponenta vzgona \vec{W}_{vi} . Njeno smer in velikost ugotovimo, če upoštevamo, da morajo tvoriti za vodno sestavino zemljine težnostna sila \vec{Z}_{vi} , sila vzgona \vec{W}_{vi} in trenje vode ob zrnju trdne sestavine \vec{T}_i ravnovesen trikotnik sil. Tor na sila \vec{T}_i , ki se kot strujni pritisk $\vec{P}_i = -\vec{T}_i$ reakcijsko prenaša na trdno sestavino (zrnje) zemljine, pa je po smeri podana s smerjo strujanja (tu smo privzeli, da je srednja smer strujanja vzporedna povprečnemu padu terenske površine) in po velikosti s $|\vec{T}_i| = I_i |\vec{Z}_{vi}|$, če je I_i srednji specifični padec strujanja v odseku i.

K aktivnim normalnim napetostim v zemljini ob drsin prispevajo tedaj samo težnostne sile trdne sestavine \vec{Z}_{si} , sile strujanja \vec{P}_i ter sile vzgona \vec{W}_{si} , učinkujočega na trdno sestavino zemljine. Če je n prostorninski količnik absolutne poroznosti (to je razmerje med volumnom praznin in vsem volumnom zemljine: $n = \frac{e}{1+e}$), je $\vec{W}_{si} = \frac{n-1}{n} \vec{W}_{vi}$, smer vzgona na trdno zrnje pa je seveda enaka kot smer vzgona na vodno sestavino.

Tako se torej od težnostnih sil sile za odseke pod gladino strujajoče podtalnice — v tem primeru sile \vec{Z}_i od i = 2 do i = 6 — zmanjšajo za sile vzgona $\vec{W}_i = \vec{W}_{vi} + \vec{W}_{si}$ in za aktivno obremenitev drsine upoštevamo rezultirajoče sile teh odsekov $\vec{A}_i = \vec{Z}_i + \vec{W}_i = \vec{Z}_{si} + \vec{P}_i + \vec{W}_{si}$. Z mnogokotnikoma sil in rezultant smo na sliki 5 določili rezultanto vseh dejavnih sil \vec{R}_2 ($\vec{R}_2 = \vec{Z}_1 + \sum_2^6 \vec{A}_i + \vec{K}_7 + \vec{K}_8 = 1141 \text{ t}$), učinkujočih na drsino.

Ta rezultanta povzroča okrog središča krožne drsine z radijem r moment $|\vec{M}_2| = |\vec{R}_2| r_2 = 1141 \text{ t} \cdot 37,30 \text{ m} = 42600 \text{ tm}$. Če ne upoštevamo nobene začetne kohezije ($c = 0$ pri $\sigma = 0$), je za ravnovesje potreben kot strižnega odpora

$\varphi_{n2} = \arcsin \frac{p_2}{\gamma r} = 16^{\circ} 30'$. Če pa vzamemo $\varphi = 0$, je za ravnovesje potrebna približno ista srednja strižna odpornost (kohezija) $c_{n2} = 2,65 \text{ t/m}^2$ kot v primeru, ko vzgona nismo upoštevali; vrtilni moment je namreč ostal skoro neizpremenjen ($M_2 \cong M_1$).

⁸ Na sliki 6 so analizirani po tej metodi pogoji zdrsnitve za isti profil b — b in za isto krožno drsino kakor preje na sliki 5 po švedski metodi. Rezultirajoče sile posameznih odsekov profila \vec{Z}_1, \vec{A}_2 do $\vec{A}_5, \vec{K}_7, \vec{K}_8$ so v presečiščih njihovih smernic z drsino razstavljene na normalne (\vec{N}_i) in tangencialne (\vec{T}_i) komponente. Silo strižnega odpora posameznega odseka drsine določa približno Coulombov zakon $T_{mi} = c \cdot s_i + N_i \cdot \text{tg} \varphi$, če je c kohezija in φ kot strižnega odpora. Kadar je $c = 0$, je $T_{mi} = N_i \cdot \text{tg} \varphi$. Vzamemo, da je na meji ravnovesja vsota vseh strižnih komponent T_i

enaka vsoti vseh strižnih odporov: $\sum T_i = \sum T_{mi} = \sum (N_i \text{tg} \varphi) = \text{tg} \varphi \sum N_i$. Na meji ravnovesja je torej $\text{tg} \varphi = \frac{\sum T_i}{\sum N_i}$ ali $\varphi = \arcsin \frac{\sum T_i}{\sum N_i}$. Analiza po sliki 6 da rezultat $\varphi_{n3} = \arcsin \frac{338 \text{ t}}{1081 \text{ t}} = 17^{\circ} 20'$.

⁹ Stopnjo 50%-ne konsolidacije smo v analizi na sliki 6 upoštevali na ta način, da smo pri določitvi normalnih komponent \vec{N}_7 in \vec{N}_8 upoštevali samo polovično vrednost težnostnih sil nasipa \vec{K}_7 in \vec{K}_8 , pri določitvi tangencialnih komponent \vec{T}_7 in \vec{T}_8 pa polno vrednost teh sil. Tako smo dobili za $\sum T_i$ isto vrednost kot zgoraj, za $\sum N_i$ pa manjšo vrednost: $\sum N_i = 883 \text{ t}$. Ustrezni kot strižnega odpora je $\varphi_{n4} = \arcsin \frac{338 \text{ t}}{883 \text{ t}} = 21^{\circ}$.

Propustnost $k = 2.10^{-8}$ je bila ugotovljena za vzorec rujava preperine laporjev iz plazine pri poroznosti $e = 0,68$. Toda med ilovnatimi grudami s takšno majhno propustnostjo obstoje večje praznine, ki ustvarjajo privilegirane kanale za pretok in odcejanje vode. Zato moramo računati s tem, da so se tla pod težo nasipa konsolidirala hitreje, nego sledi to po Terzaghijevi teoriji glede na ugotovljeno propustnost posameznih grud.

¹⁰ To upanje žal zmanjšuje dejstvo, da izvršujejo drenažna dela vse prepočasi in premalo sistematsko. Glavni drenažni rov oz. prekop v zgornjem delu plazu (pod nasipom med jaski III in VII ter IV in PU) še ob pisanju tega poročila, ko se bliža h koncu drugo leto po splazitvi, nima odtoka s plaznega področja, temveč se voda, prestrežena v teh drenažah, razliva po spodnjem delu plazu. Tudi površinski odtok se v tem spodnjem delu šele v zadnjem času sistematsko ureja.

Dr. ing. Lujo Šuklje

DK 624.131.31 (497.1 Zalesina)

Plaz pri Zalesini v rabeljskih plasteh*

1. Geološki, topografski in hidrogrfski podatki

Veliki plaz pri Zalesini na progi Zagreb — Rijeka je spontan prirodni pojav, na katerega človeška dela niso imela bistvenega vpliva. Odlomni rob plazu (slika 3 predstavlja fotografski posnetek njegovega južnega konca) sledi kontaktu med zgornjimi rabeljskimi skladi in glavnim dolomitom (slika 1). Ta kontakt je ob prelomnici dinarske smeri (SZ—JV). Glavna smer plazanja je na smer prelomnice normalna. Glavni dolomit tvori le kapo hriba, čigar površina je sicer v območju plazu vsa v zgornji rabeljski formaciji.

Velike gmote rabeljskih slojev se pomikajo v okrog 500 m široki fronti

proti potoku Sušica. V smeri plazanja je povprečna dolžina plazu okrog 300 m. Topografija terena je razvidna iz priložene situacijske karte (slika 1) ter iz prečnih profilov (slika 2). Ti so izrisani na vsakih 100 m pravokotno na smer omenjene geološke prelomnice ob zgornjem odlomu in imajo smer glavnega drsenja.

Na situacijski karti so začrtani tudi rezultati geološkega kartiranja področja plazu in bližnje okolice. Pestri flišoidni gornji rabeljski sloji sestoje iz rumenkastih kremenastih peščenjakov in rumenkasto sivih dolomitnih peščenjakov, iz rdečkastih sljudnatih skrilavcev in peskastih skrilavih laporjev, zlasti pa iz sivih celičastih dolomitov, laporastih dolomitov in dolomitnih laporjev. Prevladujejo

hrbline svetlejšje barve. Dolomiti nastopajo zlasti ob prehodu v norijske dolomite, ki so docela čisti in slojeviti. — V spodnjem delu rabeljske stopnje prevladujejo vijoličasti in rdečkasti skrilavi laporji. Leže na sljudnatih kremenovih permokarbonskih peščenjakih, ki vsebujejo tanke sloje bituminoznih skrilavcev.

Tektonika področja je zelo komplicirana. Sloji so deloma prevrnjeni s severovzhoda proti jugozahodu. Preklani so z mnogimi prelomi dinarske in prečne smeri. Slojevitost in pad plasti v plaznem področju se menjavata. Podrobnih geoloških profilov skozi te sloje ni bilo mogoče sestaviti. Obrobne sondne vrtnice, ki so bile izvedene v perifernih delih plazu (slika 1) in ki so projicirane na

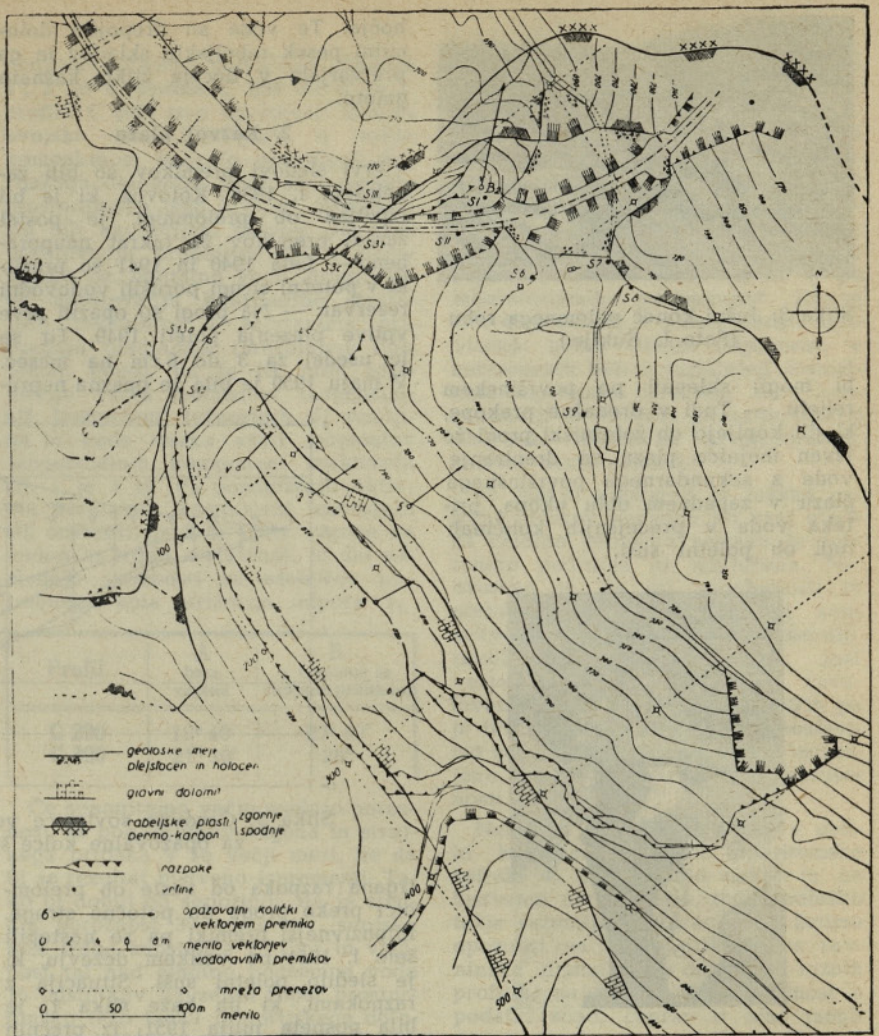
ravnine prečnih profilov (slika 2), pa kažejo, da pripadajo skoro gotovo vse plazeče gmote gornjemu delu rabeljske stopnje.

Severozapadni rob plazu, ki se verjetno deloma sklada s prečnim prelomom, seka železniško progo pod velikim ukopom v zgornjih rabeljskih plasteh in sega pod visoki nasip vse do potočne struge. Potem sledi strugi vzvodno. Ob vsej strugi potoka so jasni sledovi intenzivnih premikov zemeljskih mas, ki že utešnjujejo potočno dolinico, ustvarjajoč zajezne vodne bazene.

Na južozahodni strani se vzpne robna odlomna razpoka plazu višje v pobočje. Tu ustvarja strma topografija pogoje za plitvejšje sekundarno obrobno drsenje v smeri proti potoku. Na grebenu pa so nastale ob ovinku Lujizine ceste še v področju osnovnega globokega plazanja široko zevajoče prečne in vzdolžne razpoke v norijskih dolomitih. (Slika 4 je fotografski posnetek ene teh razpok.) Skrajni vzdolžni odlomni rob se z ožjo razpoko podaljšuje še preko Lujizine ceste proti vrhu hriba.

Opisane obrobne in še nekatere druge večje razpoke so označene v priloženi situaciji (slika 1). Na sliki 2 so obrobne razpoke projicirane na ravnino prečnih profilov glavne plazne smeri.

Na področju tega razsežnega plazu so vidni zarasli sledovi starih in sveže razpoke novih sekundarnih plazov tam, kjer jih je narekovala preprelost površinskih slojev in kamor jih je usmerjala — deloma v zvezi s premiki glavnega plazu — strma pobočna topografija. Večinoma so to sorazmerno plitvejši plazovi. Vprav v bližini železniške proge pa je mogoče konstatirati, da sega tudi sekundarno plazanje zelo globoko. Saj se je ves ukop nad progo s progo vred premaknil v dobrem letu tako, da je komponenta premika, ki je normalna na glavno plazno smer, preko 4 m dolga. Tu gre verjetno bolj za zasuk glavne plazne smeri kot za kombinacijo glavnega in sekundarnega plazanja.

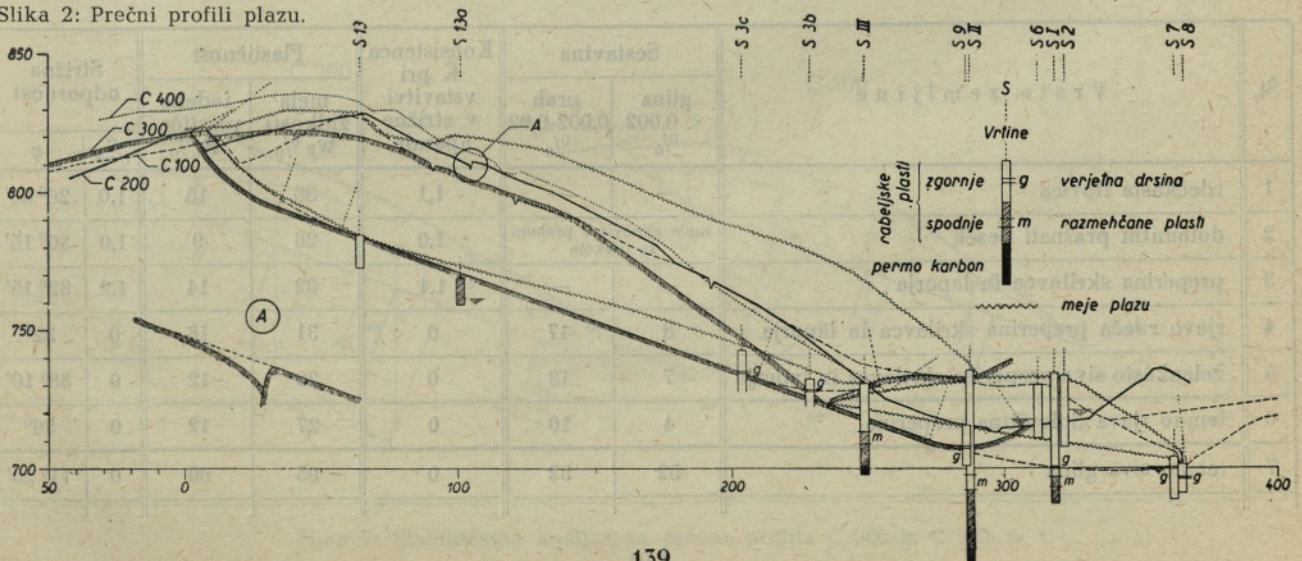


Slika 1: Situacija in geološka karta plazu.

Vodni izviri so stalni zlasti na severnovzhodnem koncu plazu, kjer priteka voda na dan v dveh studenčih na kotah 717 in 727, to je okrog 17 m nad potočno doleino. (Studenca sta na sliki 1 označena.) Tudi na južnovzhodni strani plazu pritekajo

s hriba nad Lujizino cesto površinski izviri. Ker so v tem delu dolomitni sloji nagnjeni (za 30°) proti jugozapadu, to je proti glavnemu dinarskemu prelomu, obstoji verjetnost, da priteka med porušene gmote plaznega področja več vode, nego

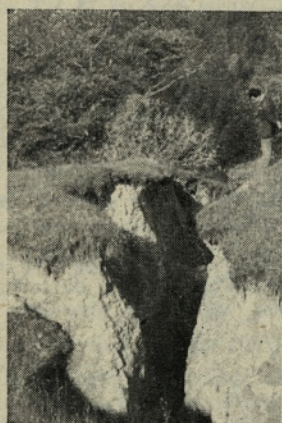
Slika 2: Prečni profili plazu.





Slika 3: Južni konec odlomnega robu (Foto L. Šuklje.)

bi mogli sklepati po površinskem reliefu. — Tudi v drenažne prekope, ki jih kopljejo ob železniški progi že izven mejnice plazju za dreniranje vode s sekundarnega površinskega plazju v zapadnem delu ukopa, priteka voda v precejšnjih količinah tudi ob poletni suši.



Slika 4: Razpoka v norijskem dolomitu. (Foto D. Kuščer.)

Gladine podtalnice, ki so bile v sondnih zapisnikih zabeležene za vrtine S 13a, S 6, S 2 in S 7, so označene v profilih na sliki 2. Žal pa nimamo zanesljivih podatkov o gladinah in oscilacijah podtalnice sredi plaznega področja. Toda v nekaterih sekundarnih plazovih so bili opazovani prilivi podzemne vode iz po-

bočja. Te vode so prepojile dolomitni pesek rabeljskih skladov in ga pretvarjale v docela žitko kašnato gmoto.

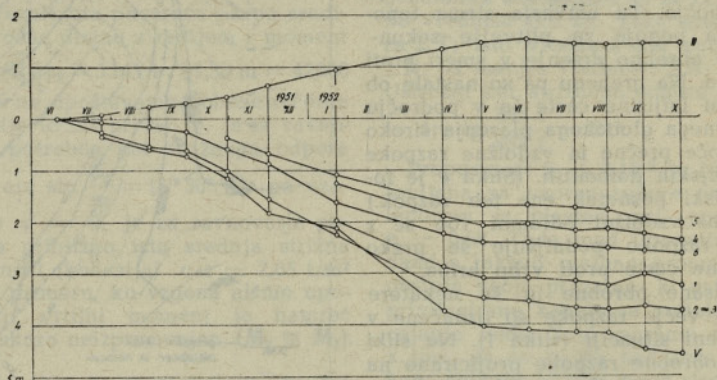
2. Razvoj plazju

Prvi sledovi premikov so bili zabeleženi l. 1936. Kolovoz, ki je bil izpeljan ob prelomnici, je postal zaradi premikov že takrat neuporaben. — Leta 1940 in 1941 so premiki v potočni strugi porušili vodovodni rezervar. — Na progi so opazili prve vplive plazanja poleti 1949. Tir se je usedal za 3 do 6 cm na mesec. V maju 1950 je bila že opazna nepre-

na iz časovnih sovisnic vertikalnih komponent premikov, ki so na sliki 5 začrtane za nekatere opazovalne kolce. Diagrami kažejo intenzivnejše premikanje v deževni letni dobi in upadanje premikanja v poletni suši.

3. Geotehnične analize

V ukopu železniške proge so rabeljski skladi lepo razkriti v višini do 36 m. Tu je mogoče spoznati njih pestrost, tektonsko razgibanost in zdobljenost. Sloji so deloma trdni, deloma docela zdobljeni, razkrojeni ali prepereli. — Sondaže so pokazale,



Slika 5: Časovne sovisnice vertikalnih komponent premikov za opazovalne kolce št. 1, 2, 3, 4, 5, 6, II in V.

trgana razpoka od ceste ob prelomnici preko proge do potočne struge. Intenzivnejši premiki pa so nastopili šele l. 1951 po velikem deževju, ki je sledilo poletni suši. Situacija z razpokami, ki jih kaže slika 1, je bila posneta julija 1951; iz prečnih profilov (slika 2), načrtanih po tej situaciji, so razvidni veliki premiki, ki so se takrat že razvili. — Malo preje, to je 16. julija 1951, so pričeli opazovati premike na izbranih točkah, obeleženih s kolci. Na sliki 2 so začrtani vektorji vodoravnih premikov za obdobje od 16. 6. 51 do 17. 9. 52. Smeri premikov se v tem obdobju niso bistveno menjale, intenzivnost premikanja pa je tudi za vodoravne premike približno razvid-

da se nahajajo tudi na drugih mestih v globinah tal deloma trdni, deloma v pesek in grušč zdobljeni ali v plastično ilovico razkrojeni sloji.

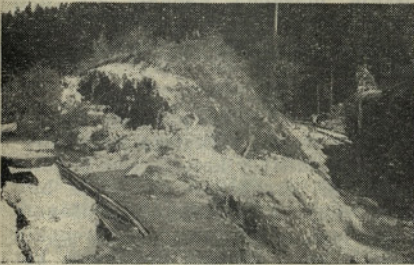
Preiskali smo več vzorcev zdobljenih, razkrojanih ali preperelih sestavin teh pisanobarvnih raznolikih hribin¹. Vzorci so bili vzeti iz površinskih plasti oz. iz pobočja ukopa². Navajamo nekaj podatkov za značilne vrste zemljin plazju. Strižna odpornost je bila preiskovana v rotacijskih strižnih aparatih po predhodni konsolidaciji; striženje je bilo počasno.

Vzorec 10 je bil vzet v drenažnem prekopu ob progi že izven plazju. Predstavlja lokalno usedlino brez večje razširjenosti v rabeljskih skladih.

Št.	Vrsta zemljine	Sestavina		Konsistenca K pri vstavitvi v strižne aparate	Plastičnost		Strižna odpornost	
		glina < 0,002 %	prah 0,002-0,02 %		meja židkosti w _g %	indeks plastičn. P %	c t/m ²	φ
1	rdečkasta ilovica	—	—	1,1	36	15	1,0	26° 30'
2	dolomitni prašnati pesek	malo glinoviti, s prahom in peskom		1,0	26	9	1,0	30° 15'
3	preperina skrilavca in laporja	—	—	1,1	32	14	1,2	32° 15'
4	rjavo rdeča preperina skrilavca in laporja	8	17	0	31	16	0	32°
5	zelenkasto siva preperina skrilavca in laporja	7	18	0	30	12	0	33° 10'
6	temno rjava dolomitna preperina	4	10	0	27	12	0	36°
7	temno siva glina	52	32	0	95	60	0	11° 20'

4. Geomehanska analiza stabilnosti

S sondažami žal ni bila globina drsine³ zanesljivo ugotovljena. Vsekakor smo mogli spoznati, da gre za globoko drsenje, ki sega od odlomnega robu ob prelomnici na jugozapadu vse do doline potoka Sušice. To potrjujejo zlasti: a) kontinuirna robna razpoka, njena lega in oblika na severni strani plazu, b) dejstvo, da imajo veliki premiki na zgornjem odlomu svoj ekvivalent samo v razsežnih porušitvah ob potoku, c) sledovi globokega plazenja ob severni bočni robnici plazu, pod ukopom ob progi (slika 6) in v nasipu, nasu-



Slika 6: Sledovi globokega plazenja ob severozapadnem robu plazu severno od železniške proge (Foto J. Duhovnik.)

tem nad potočno dolino; med nje spada tudi premik zajetja pri studencu na koti 717 za blizu 10 m proti dolini potoka, ne da bi se zajetje porušilo ali izvir zmanjšal; d) značaj glavnih razpok, e) velikost in smer vektorjev premikov.

Slika 7 prikazuje stabilnostno analizo za prečna profila C 200 in C 300 (glej situacijo) ob privzetku najkrajše (valjaste) pretežno ravninske drsine, ki veže odlomni rob z dolino Sušice. Stabilnostne analize so bile izvršene s supozicijo, da je srednja poroznost plaznih gmot $n = 15\%$ ⁴, svojska teža trdne substance $2,7 \text{ t/m}^3$ ter vlažnost tal nad gladino podzemne vode 5% . Samo za površinske lamele nad su-

ponirano gladino podtalnice (lamele 1', 2' in 3' profila C 200 ter 1' in 2' profila C 300) smo upoštevali manjšo svojsko težo ($2,65 \text{ t/m}^3$), a večjo kompaktnost (manjšo poroznost) norijskega dolomita; vzeli smo srednjo prostorninsko težo $2,5 \text{ t/m}^3$. Raziskavi sta bili napravljeni najprej (A) brez upoštevanja prepeljave tal s padavinsko oz. podtalno vodo, drugič (B) ob upoštevanju kontinuirne strujajoče podtalnice z začrtanima privzetima gladinama (precejnima linijama). Pogoji, da je tik pred zdrsnitvijo vsota momentov tangencialnih komponent težnostnih sil zemljine in vode enaka vsoti momentov tangencialnih komponent reaktivnih sil, (je s tg φ_n pomnoženih aktivnih normalnih komponent težnostnih sil, odštevši (pod B) vpliv vzgona na vodno in trdno sestavino), je dal naslednje vrednosti za zdrsnitev potrebne kota strižnega odpora φ_n

Profil	A brez vzgona	B z vzgomom in strujnim pritiskom
C 200	19° 40'	27° 40'
C 300	21° 10'	28°

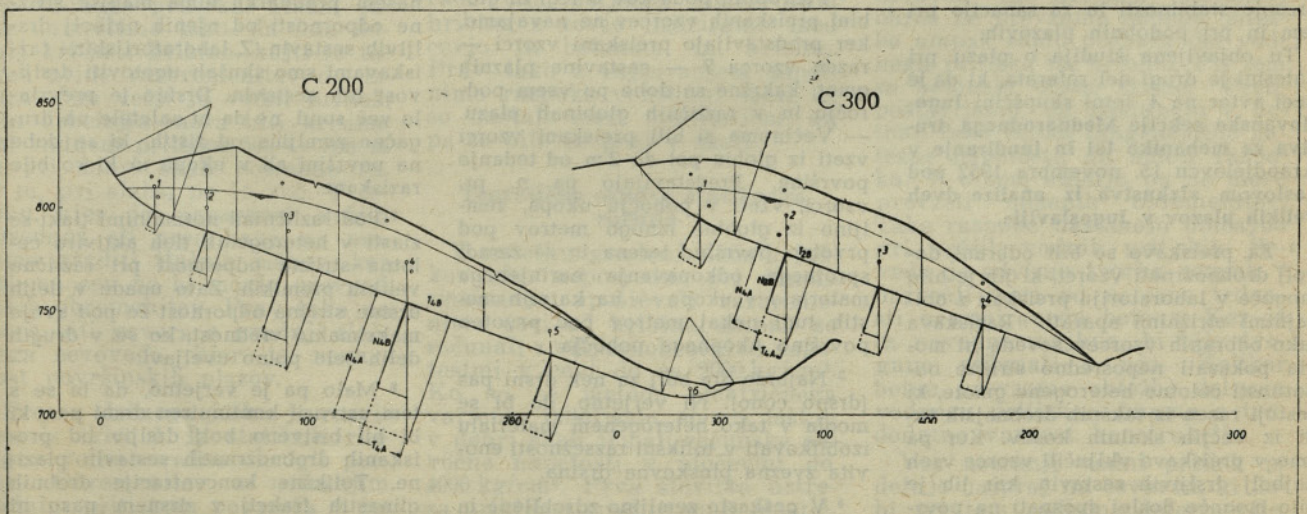
Če suponiramo večjo srednjo poroznost, se pokaže vpliv vzgona in strujnega pritiska v še večji meri, ne da bi se rezultat bistveno izpremenil. Tako bi dobili ob supoziciji, da je srednja poroznost 30 odstotkov, svojska teža trdne substance $2,7 \text{ t/m}^3$ in vlažnost tal nad gladino podzemne vode 10 odstotkov (izvzemši zopet prostorninsko težo lamel iz norijskega dolomita nad gladino podtalnice, ki je suponirana z $2,35 \text{ t/m}^3$) naslednje vrednosti kota strižnega odpora (pri nični koheziji):

Profil	A brez vzgona	B z vzgomom in strujnim pritiskom
C 200	19° 45'	28° 40'
C 300	21° 30'	29° 35'

Ako bi suponirali pri isti vodni gladini ob prelomnici popolnejšo, višjo prepeljavo pobočja in luknjičavost 30%, bi dobili za φ_n pri upoštevanju vzgona še večji vrednosti: do 32° za profil C 200 in do 36° za profil C 300. Toda takšne popolnejše prepeljave so manj verjetne. Realnejše se nam zdi, da tolmačimo preostalo razliko med φ_n in φ po laboratorijskih preiskavah⁶ (okrog 32°, glej pod 3) v neistočnosti aktiviranja polne strižne odpornosti v heterogenih tleh z različnimi normalnimi napetostmi ob drsini⁷ ter v koncentraciji drobnejših glinastih frakcij ob neki tektonsko predisponirani narivni drsni ploskvi.⁸

Po menju geologov je takšna narivna ploskev verjetna ali vsaj glede na celotno geološko sestavo in tektoniko področja ni izključena. Nedvomno je, da pri nagubanosti in prelomljenosti plasti plaz ni konsekventen — razen v posameznih odsekih! Razvoj kontinuirne, dasi verjetno stopnjaste in nizko vzvalovane drsine v globinah do 50 m pa je težko umljiv, ako ne predpostavimo neke vzdolž sedanje drsine usmerjene predhodne tektonske porušeneosti.

Nekoliko globokejša drsina v obliki krožnega loka ali logaritemske spirale so stabilnostno nekaj (a ne bistveno) neugodnejše, toda geološko težje razumljive. Razen tega želimo opozoriti na dobro priključitev ravninske drsine dnu doline v raznih profilih, na zadovoljivo skladnost s podatki sond, čeprav ti niso mogli drsine docela jasno nakazati, ter na skladnost z lego in obliko severne robne razpoke; ta je v spodnjem delu usmerjena po padu plasti v pobočje in priča, da sega drsina nižje od robne razpoke. Tudi zobati plazni relief sredi plazu (detajl A na sliki 2) se da pri drsenju po ravni podlagi raztolmačiti s tem, da se po zdrsnitvi prednjega dela teren za odzivom s sede v nastalo špranjo.



Slika 7: Stabilnostna analiza za prečna profila C 200 in C 300.

5. Zaključek

Raziskava plazju pri Zalesini doslej ni dala niti o drsini niti o gladinah podzemne vode preciznih podatkov.⁹ Vendar obstoje zlasti glede na rezultate stabilnostne analize močne indikacije, da sta eden glavnih iniciatorjev drsenja vzgon in strujni pritisk. Ta dva zmanjšata po prepojitvi tal normalne komponente napetosti ob drsini, v tem ko se tangencialne komponente celo povečajo.

Verjetno je obstajala v teh rabeljskih plasteh osnovna tektonska predispozicija za drsenje. Prvi pogoj za aktivizacijo takšne latentne drsine je mogel biti podan, ko je potok svoje korito dovolj globoko erodiral. Voda je potem skozi stoletja ali desetletja izpirala drobne frakcije tektonsko poškodovanih zemljin proti latentni drsini. Razmerje med strižnimi in normalnimi komponentami napetosti je postajalo ob prepojitvah tal za takšno podlago v latentni drsini kritično. Pričeli so se postopni, najprej majhni drsni premiki, kot jih opazujemo tudi pri strižnih preiskavah ob napetostih, ki so še precej pod zdrsnimi. Ustvarjala se je zglaj-

jena drsna ploskev z vse manjšo odpornostjo. Ob posebno intenzivni prepojitvi je prišlo do prvega večjega drsenja.

Samo »mazanje« drsne ploskve zaradi premočitve ob večjem deževju je manj verjetno. Saj kažejo stalni izviri na to, da je globoka drsina verjetno vedno vlažna.

Domneva, da je strujajoča podtalnica, katere gladina se ob velikem deževju nevarno dvigne, glavni vzrok plazenja, navaja k sanaciji plazju z dreniranjem. Vprašanje pa je, ali je uspešna drenaža izvedljiva. Vsekakor bi moral biti izpeljan glavni drenažni vod v varnih trdnih plasteh pod drsino (drsnim pasom), do drsine pa bi segali samo stranski drenažni odtoki. Drsina je verjetno preveč neenakomerno oblikovana, da bi ji mogli drenažni vodi na večji dolžini varno slediti, segajoč samo s temenom nad njo. — Vprašanje učinkovitosti drenažnega sistema, kakršen bi bil tehnično izvedljiv, se rešuje s preizkusnim drenažnim rovom,

Druga možnost sanacije bi bila v tem, da se plazne mase brez predhodne drenaže ali z delno drenažo

— po predhodnem kanaliziranju potoka v trdnem desnem bregu — tako prelože, da se doseže stabilno stanje. Ekstremni kriteriji, s katerimi se analizira obstoječi plaz, bi mogli dati osnovo za stabilnostno preizkušnjo na novo razporejenih mas¹⁰.

Najprej se je iskala možnost preložitve proge. Ker je preložitve v tem primeru zaradi težkih topografskih in geoloških prilik zelo draga, je v študiju možnost sanacije po navedenih smernicah. Razen tega so bili izvedeni lokalni zaščitni ukrepi za vzdrževanje proge kot ureditev vtoka potoka v propust, ublažitev ukopnega pobočja ob progi in dreniranje plaznega pobočja tik nad progo izven robnice plazju. Premiki brega pa se stalno opazujejo in beležijo.

*

Pri sestavi tega poročila mi je koristno služila dokumentacija strokovnih komisij, v katerih sem sodeloval. Zlasti dragoceno pa mi je bilo sodelovanje z docentom **Dušanom Kuščerjem**, ki je tako pri terenskih ogledih kot v mnogih pogovorih kot geolog moje analize kontroliral in dopolnjeval.

Pripombe

* Ta študija o plazju pri Zalesini je bila napravljena v oktobru 1952 in je tudi objavljena v času, ko raziskovalna dela še niso zaključena. Oprta je na supozicije, ki niso vse dokazane z neposrednimi dognanji, temveč slone deloma samo na indikacijah. Zato ta razprava še ni zaključno poročilo o problematiki tega izrednega plazju. Vendar je avtor mnenja, da more biti objava dosedanjih analiz že danes zanimiva, pomembna in koristna. Če bodo ta izvajanja izzvala nasprotno mnenja, bo mogla biti javna strokovna diskusija koristna tako za razjasnitev splošnih pojmov o te vrste geomehanskih problemih kakor za vprašanje sanacije oziroma za vprašanje pridobitve potrebnih osnov za presojo stabilnosti in za sanacijo pri tem in pri podobnih plazovih.

Tu objavljena študija o plazju pri Zalesini je drugi del referata, ki ga je imel avtor na 4. letni skupščini **Jugoslovanske sekcije Mednarodnega društva za mehaniko tal in fundiranje v Arandjelovcu** 15. novembra 1952 pod naslovom »Izkustva iz analize dveh velikih plazov v Jugoslaviji«.

¹ Za preiskavo so bili odbrani dovolj drobnozrnati vzorci, ki jih je bilo mogoče v laboratoriju preiskati z običajnimi strižnimi aparati. Raziskava tako odbranih vzorcev seveda ni mogla pokazati neposredno strižne odpornosti celotne heterogene gmote, ki sestoji razen iz takšnih drobnejših tudi iz večjih skalnih kosov. Ker pa smo v preiskavo vključili vzorce vseh najbolj drsljivih sestavin, kar jih je bilo mogoče doslej spoznati na površini plaznega področja, v drsini na odlomu, v velikem (»belem«) ukopu

nad progo, ki ga je bilo treba zaradi premikov plaznih grot stalno odkopavati, dalje med izrinjenimi gmotami, v sondažnih jaških, v drenažnih jaških in sondažnih vrteh, so mogle dati takšne laboratorijske preiskave vsekakor spodnjo mejo strižne odpornosti, ki nas je pri geomehanski analizi zlasti zanimala. Pri aplikaciji rezultatov teh laboratorijskih preiskav za analizo stabilnosti smo mogli upoštevati tudi izkustvo, da je v heterogeni zdrobljeni hribini za strižno odpornost merodajna neodpornejša sestavina iz drobnejših zrn, če je je toliko, da preprečuje neposreden kontinuiran kontakt med velikimi zrni (kamni, skalami).

² Podrobnih podatkov o legi in globini preiskanih vzorcev ne navajamo, ker predstavljajo preiskani vzorci — razen vzorca 7 — sestavine plaznih grot, kakršne se dobe po vsem področju in v različnih globinah plazju. — Večinoma si bili preiskani vzorci vzeti iz globin pol do 2 m od tedanje površine. Predstavljajo pa n. pr. vzorci, vzeti v pobočju ukopa, zemljino iz globine mnogo metrov pod prvotno površino terena in — zaradi sprotnega odkopavanja narinjenega materiala v ukopu — na katerih mestih tudi nekaj metrov pod prvotno površino ukopnega pobočja.

³ Najbrže gre bolj za nek drsni pas (drсно cono). Ni verjetno, da bi se mogla v tako heterogenem materialu izoblikovati v tolikšni razežnosti enovita zvezna ploskovna drsina.

⁴ V peskasto zemljino zdrobljena in v ilovico preperela hribina, ki se nahaja v drsnem pasu najbrže v veliki

množini, ima pač poroznost nad 30 odstotkov. Ker pa sestoji plazina — kot kaže profil v velikem (»belem«) ukopu ob železniški progi — verjetno v pretežnem delu iz kompaktnih plasti, je kljub temu, da je zlasti celicasti dolomit rabeljskih slojev precej porozen, večja srednja poroznost od 15 odstotkov malo verjetna.

⁵ Pri globokih drsinah je vpliv kohezije, če jo tolmačimo kot strižno odpornost pri ničnem normalnem tlaku, razmeroma majhen.

⁶ Že v pripombi ¹ smo pojasnili, kaj nas upravičuje, da primerjamo drsne pogoje celotnega plazju s pogoji, ugotovljenimi na malih laboratorijskih vzorcih. Heterogena masa plazine po našem preudarku nima manjše strižne odpornosti od njenih najbolj drsljivih sestavin. Z laboratorijskimi raziskavami smo skušali ugotoviti drsljivost teh sestavin. Drsino je prevrtalo več sond, ne da bi naletele na drugačne zemljine od tistih, ki se dobe na površini ali v ukopu in ki so bile raziskane.

⁷ Pod različnimi normalnimi tlaki se zlasti v heterogenih tleh aktivira celotna strižna odpornost pri različni velikih premikih. Zato upade v delih drsine strižna odpornost že pod svojo maksimalno vrednost, ko se v drugih delih šele polno uveljavi.

⁸ Malo pa je verjetno, da bi se s tem ustvaril kontinuiran drsni pas, ki bi bil bistveno bolj drsljiv od preiskanih drobnozrnatih sestavin plazine. Tolikšne koncentracije drobnih glinastih frakcij v drsnem pasu ni odkrila nobena od sond, ki so drsino prevrtale.

⁹ Značaj drsine oz. drsnega pasu bo ugotovljen s sondažnim drenažnim rovom, ki je predviden. Za ugotovitev gladine podtalnega strujanja bi prišla v poštev neposredna piezometriška merjenja na več mestih sredi plazu in sicer v daljši, zlasti v deževni dobi. Dala pa bi zanesljive podatke samo v dovolj propustnih dolomitnih skalah (zlasti v področju glavnega do-

lomita). V manj propustnih glinastih hribinah bi drenažno odcejanje iz zgornjega pasu kapilarne in pronicujoče vode ter s površine motilo merjenje gladine podtalnice. Razen tega bi bila zaradi velikih premikov izvedba piezometriških vrtin težavna in možnost njih vzdrževanja tvegana. Pri analizi rezultatov morebitnih takšnih opazovanj pa bi bilo vsekakor treba upoštevati možnost, da se je plaz ob

velikih dosedanjih premikih deloma že sam dreniral. Za to obstoje nekatere indikacije. Vzporediti bo treba tudi razmerje med dosedanjimi in nadaljnji oscilacijami premikov.

¹⁰ Podrobna tehnična študija, ki naj bi pokazala, ali relief dovoljuje takšno rešitev problema in ali je takšna rešitev ekonomsko upravičena, žal še ni izvršena.

Ing. Martin Obranič

DK 627.844 : 624.04

O dimenzioniranju tlačnih jaškov

Tlačni cevovodi in tlačni jaški (Druckschächte) so konstrukcije, ki dovajajo vodo iz vodostana do turbin. Medtem ko so tlačni cevovodi položeni po pobočju na fiksnih točkah in običajno pokriti s plastjo zemlje, so tlačni jaški zgrajeni v hribini (skali).

Že na prvi pogled je videti, da bo za jašek v dobri trdni skali zadostovala mnogo tanjša pločevina kakor pa za prosto po zemlji položen tlačni cevovod. Zato so pred približno 30 leti konstrukterji iz ekonomskih razlogov nadomeščali tlačne cevovode s tlačnimi jaški, kjer so to dopuščale geološke razmere terena. Štednja z jeklom, ki je bilo že po prvi svetovni vojni precej drago, jih je silila, da so iskali take rešitve konstrukcij, za katere se potrebuje čim manj jekla pa čeprav bi zahtevala izvedba več delovne sile.

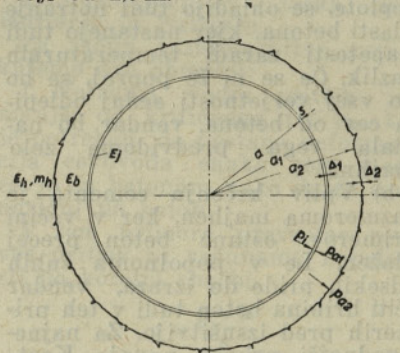
(Celotni stroški tlačnega jaška v mnogih primerih sicer ne bodo nižji kot so stroški cevovoda, pač pa bo poraba jekla precej manjša.)

Gradnja tlačnega jaška pride v poštev v taki hribini, ki je sposobna prevzeti del obremenitve vodnega pritiska. Tlačni jašek namestimo tako, da ima dovolj kritja s hribino, kajti le takrat pride razbremenitev do izraza. Čim večji je vodni pritisk, tem debelejša mora biti kritina. Pri vodnem pritisku 500 — 800 m je pri dobri skali potrebno ca. 50 m, pri slabši pa še več. V terenu, kjer je nevarnost večjih posedanj ali premikanj, ne moremo graditi tlačnih jaškov, ker nobena cev ne bi mogla prevzeti takih obremenitev. Prav tako ne more biti govora o gradnji tlačnega cevovoda, kjer je nevarnost površinskih plazov.

Prezrez tlačnega jaška je razviden iz skice 1. Iz statičnih razlogov volimo vedno okrogli prezrez. Obremenitev v notranjem vodnim pritiskom povzroča v jekleni cevi samo natezne napetosti. Proti morebitnim zunanjam

obtežbam od katere koli strani je pa tudi krožna oblika najugodnejša.

Navadno leži tlačni jašek poševno, redkeje vertikalno, njegov svetli premer je skoraj vedno večji od 1,0 m.



Slika 1

Izkop jaška poteka na običajni minerski način. Prostor med hribino in cevjo zabetoniramo. Pri tem moramo paziti na dobro nabijanje betona, da se beton čim tesneje prilaga jeklene cevi in hribine ter da ne nastanejo »gnezdca«. Debelina betonskega obroča znaša najmanj 25—30 cm. Zaradi čim boljšega sodelovanja hribine s cevjo injiciramo med cevjo in betonom in hribino. Prav tako s injiciranjem zapolnimo razpoke v hribini sami, ki so nastale med miniranjem ali pa so bile že prej v skali.

Teoretične osnove statičnega računa

V začetku gradnje tlačnih jaškov niso neposredno pri dimenzioniranju upoštevali razbremenitve cevi od hribine, ampak so računali z višjimi obročnimi napetostmi v cevi do ca 2000 kg/cm². Ko so se metode električnega varjenja izboljšale, so pri jaških v dobri skali jemali računski obročne napetosti v pločevini do 4000 kg/cm². Prva številka ustreza približno spodnji meji plastičnosti, zadnja pa porušni trdnosti kotelnih pločevin.

Pri tem načinu dimenzioniranja so predpostavljali precejšnjo razbremenitev cevi od hribine, če stvarne obročne napetosti ne prekoračijo dopustnih. Meritve v nekaterih jaških so pokazale, da so bile stvarne obročne napetosti pri največji obremenitvi nižje od dopustnih.

To metodo dimenzioniranja moremo smatrati za precej grobo, ker ne upošteva lastnosti hribine. Pri razmeroma slabi skali pride lahko do neugodnih presenečenj. V takem primeru je razbremenitev cevi od hribine precej majhna in utegne pri manj kvalitetni pločevini priti celo do porušitve cevovoda.

Danes stremimo za tem, da čim točneje upoštevamo lastnosti hribine pri razbremenitvi cevovoda. Tako dobimo najtanjšo možne debelino pločevine cevi in s tem najcenejše konstrukcije.

Napetosti in deformacije v cevi, betonu in hribini ostanejo v elastičnem območju, velja torej Hook-ov zakon. Ves material (jeklo, beton, hribina) je homogen in izotropski. (Izotropijo hribine motijo večkrat razpoke.)

Vsa obremenitev notranjega vodnega pritiska se razdeli na cevovod in hribino. Betonski obroč ne prevzame nobene obtežbe ampak samo prenaša del vodnega pritiska na hribino. Pri tem se betonski obroč stisne. Predpostavljamo, da nastanejo v betonu tako velike tangencialne natezne napetosti, da beton razpoka. V takem stadiju pa ne more prevzeti nobenih obremenitev. Take razpoke nastanejo običajno pri večjih vodnih pritiskih. Seveda je odvisna tvorba razpok v največji meri od natezne trdnosti nearmiranega betona. Ker je ta navadno majhna, bi bilo tvegano računati z njo. Kolikor beton prevzame obtežbo delnega vodnega pritiska, imamo s tem dodatno varnost konstrukcije.

Ves notranji vodni pritisk p_i deluje najprej na cevovod, ki dobi pri tem radialne deformacije. Ko postane raztezek cevi enak regi, se cevovod nasloni na be-

ton, ta pa na hribino. Beton in hribina nudita odpor elastičnim radialnim deformacijam cevi in se pri tem tudi sama elastično deformirata. Pritisk cevovoda na beton naj znaša p_{a1} kg/cm². Pri tem je cev prevzela del vodnega pritiska ($p_i - p_{a1}$) v obliki natezanih napetosti. Ker beton ne prevzame nobene obtežbe, se prenaša pritisk p_{a1} preko njega na hribino. Ta pritisk komprimira skalo, v kateri nastanejo tangencialne natezne in radialne tlačne napetosti.

Pri predpostavki, da napetosti v cevi ostanejo v elastičnem območju $\epsilon_j \text{ dop.}$, bo nastopila razbremenitev cevi od hribine le takrat, kadar velikost rege znaša

$$\Delta < \frac{\epsilon_j \text{dop} \cdot a}{E_j} (1 - \mu_j^2)$$

V primeru, da je rega večja, je pločevina cevi obremenjena ob naslonitvi na beton preko dopustne napetosti.

Rege (prazni prostori)

S praznimi prostori (regami) niso mišljene praznine, ki nastanejo zaradi slabega nabijanja betona, kakor tudi ne po načrtu predvidene odprtine (n. pr. drežnaža ipd.). Rege, ki igrajo važno vlogo pri zmanjšanju razbremenitve cevovoda od hribine, so ti isti majhni prazni prostori, ki nastanejo zaradi elastičnih deformacij betona in hribine. Tem votlinam se ne moremo izogniti pri nobeni, še tako dobri izvedbi. Pri statičnem računu predpostavljamo, da je širina reg enaka po vsem obodu.

Rega, ki nastane med cevjo in betonom, izvira iz elastičnih deformacij betona, medtem ko nastane praznina med betonom in hribino zaradi elastičnih deformacij hribine. S časom se obe votlini skoncentrirata med cevjo in betonom.

Z injiciranjem med cevjo in betonom, ter med betonom in hribino, kakor tudi v sami skali zapolnimo predvsem rege, ki nastanejo zaradi vezanja in krčenja cementa ter delno tudi rege zaradi plastičnih deformacij hribine. Tako dosežemo precej dober kontakt med posameznimi sloji, posebno pri srednje debelih pločevinah od 12–30 mm. Pri zelo tankih ali pa debelih pločevinah dosežemo zatesnitev težje in sicer pri tankih zaradi prevelike, pri debelih pa zaradi premajhne podajnosti.

Pri računu zmanjšanja razbremenitve cevovoda od hribine upoštevamo samo rege, ki ostanejo po izvršenem injiciranju.

1. Rega med cevjo in betonom.

a) Po končanem vezanju cementa nastane zmanjšanje pro-

stornine betonskega obroča. Zaradi majhne debeline betona je oddaja toplote do časa injiciranja večinoma končana in po izvršenih injekcijah ne ostane praktično nobena praznina. Isto velja tudi za rege, ki nastane med betonom in hribino. Običajno nastane največja praznina v temenu zaradi gravitacije, ki navadno odlepi beton od hribine. Z injiciranjem zapolnimo tudi te praznine.

V vsakem primeru pa ostane rega zaradi ohlajenja cevovoda z vodo in sicer pozimi, ko ima najnižjo temperaturo. Te praznine ne moremo z injiciranjem zatesniti. Ta rega ustreza ohladitvi za ca. 10° in sicer predpostavljamo, da se samo cev ohladi. Velikost širine rege znaša

$$\Delta_{1t} = 10^{-5} \Delta t \cdot a_1 \\ \Delta t \approx 10^\circ \text{ C}; a_1 = \text{polmer cevi}$$

Ker je jeklo dober prevodnik toplote, se ohladijo tudi notranje plasti betona, kjer nastanejo tudi napetosti zaradi temperaturnih razlik. Če se ni že poprej, se bo po vsej verjetnosti sedaj odlepi la cev od betona, vendar bo nastala rega predvidoma zelo majhna.

b) Vpliv krčenja cementa je razmeroma majhen, ker v večini primerov ostane beton precej vlažen. Le v popolnoma suhih odsekih pride do izraza, vendar štiti hribina beton tudi v teh primerih pred izsušitvijo. Za najneugodnejši primer navaja Kastner (po Saligerju) izraz

$$\Delta_{1s} = \frac{1}{10^4 W} \left(\sqrt[3]{T_{s \max}} - \sqrt[3]{T_{s1}} \right) (a_2 - a_1)$$

w = vodocementni faktor

$T_{s \max}$ = čas v mesecih, v katerih se krčenje popolnoma konča, znaša približno 24 mesecev

T_{s1} = čas med zabetoniranjem in izvršenimi injekcijami

($a_2 - a_1$) = debelina betona

c) Razlezenje (Kriechen) je funkcija pritiska. Kastner navaja (po Saligerju)

$$\Delta_{1k} = 6 \cdot 10^{-6} p_{a1} \left(\sqrt[3]{T_{k \max}} - \sqrt[3]{T_{k1}} \right) (a_2 - a_1)$$

$T_{k \max}$ = čas v mesecih, ko se konča vpliv razlezenja (Kriechen) moremo ga vzeti ca. 30 mesecev

T_{k1} = čas v mesecih med zabetoniranjem in postavitvijo jaška v obrat.

2. Rega med betonom in hribino

nastane zaradi lastnosti hribine. Označimo jo z Δ_2 . Vpliv temperature moremo zanemariti, ker je podrejenega pomena.

a) Stalna plastična deformacija je zelo važna, saj moramo upoštevati razrahljivost hribine okrog jaška, ki je nastala zaradi miniranja. Velikost stalne radialne deformacije skale na robu jaška je funkcija pritiska p_{a2} . Za ugotovitev modula stisljivosti V_h (Verformungsmodul) kakor elastičnega modula E_h , so nujno potrebne meritve v poizkusnem jašku. Pri prvi obremenitvi izračunamo iz celotne deformacije modul stisljivosti in šele po izvršenih številnih obtežbah se približa plastična deformacija svoji mejni vrednosti.

V mnogih primerih se ta dva modula (V_h in E_h) zelo razlikujeta. N. pr. Frey-Baer poroča o meritvah raztezkov v tlačnem rovu centrale Lucendo, kjer znaša modul stisljivosti v skrilastem paragnajsu $V_h = 120.000$ kg/cm², elastični modul $E_h = 390.000$ kg na cm². Razmerje med njima

$$\text{znaša } \frac{E_h}{V_h} = 3,25.$$

Z izmerjenimi vrednostmi v probnem jašku moremo izračunati rege, ki nastane zaradi plastične deformacije hribine. Kastner priporoča, izraziti plastično deformacijo v razmerju z elastično v obliki

$$\Delta_{2n} = v_p \frac{1}{E_h} \cdot \frac{m_h + 1}{m_h} a_1 \cdot p_{a1}$$

pri čemer je treba določiti v_p s poizkusnimi meritvami.

b) O razlezenju hribine zaradi delovanja pritiska p_{a2} je do danes zelo malo znaega, ker ni na razpolago rezultatov meritev. Če je mera razlezenja (Kriechmass) enaka kot pri betonu mnogokratnik elastične radialne deformacije na robu jaška, se bo sčasoma razbremenitev jeklene cevi občutno zmanjšala.

Kastner predpostavlja za razlezenje (Kriechen) hribine mnogokratnik elastične radialne deformacije na robu jaška v obliki

$$\Delta_{2k} = \sqrt[3]{k} \frac{1}{E_h} \cdot \frac{m_h + 1}{m_h} a_1 \cdot p_{a1}$$

V največji meri je odvisna velikost reg od lastnosti hribine. Hutter in Sulzer navajata za skupno velikost rege

$$\Delta_{\min} \approx \text{ca. } 0,15\%_0 \text{ a do } \Delta_{\max} = 0,4\%_0 \text{ a}$$

Te vrednosti moremo smatrati za okvirne, zanesljivejšo vrednosti dobimo le z meritvami E_h in V_h .

Injiciranje

Namen injiciranja je, doseči čim tesnejši stik med cevjo, betonom in hribino, ker le takrat pride razbremenitev cevovoda od hribine do veljave. Rege, ki nastanejo pri vezanju cementa, delno od krčenja cementa in plastičnih deformacij, moremo za-

tesniti z injekcijami. Tudi razpoke v hribini, ki so nastale med miniranjem ali so že bile prej, moremo več ali manj zapolniti. Prav tako moremo injicirati slaba mesta (gnezda), ki so nastala med betoniranjem. Praznine med cevjo in betonom ugotovimo s trkanjem po cevovodu. (Zvok med polnimi in praznimi mesti je zelo različen). Gnezda med betonom in hribino je seveda mnogo težje najti.

Pri injiciranju moramo paziti na velikost pritiska, pod katerim injiciramo zaradi ubočenja pločevine cevovoda. Razen tega je treba pravilno izbrati razdalje injekcijskih odprtín.

Tvegano bi pa bilo, če bi po končanem injiciranju pri dimenzioniranju cevovoda na notranji pritisk računali z zunanjim protipritiskom, izvirajočim od injekcij na pločevino cevovoda.

Prav tako je tvegano računati z razbremenitvijo cevi od hribine če nismo injicirali, ker ne poznamo velikosti reg.

Če ni izgledov za uspešno injiciranje, je priporočljivo opustiti injekcije in dimenzionirati cev na celotni notranji vodni pritisk. N. pr. pri slabi in zelo razpokani hribini.

Razbremenitev cevovoda

Razbremenitev cevovoda $\varepsilon = \frac{p_{a1}}{p_i}$ je razmerje med zunanjim pritiskom in notranjim vodnim pritiskom.

Nastale rege delimo v dva dela:
1. neodvisne od notranjega pritiska

$$\alpha = 10^{-5} \Delta t \cdot a_1 + \frac{1}{10^4 W} \left(\sqrt[3]{T_{s \max}} - \sqrt[3]{T_{s1}} \right) (a_2 - a_1)$$

to je zaradi ohlajenja cevovoda in krčenja betona;

2. odvisne od notranjega pritiska

$$\beta = 6 \cdot 10^{-6} \left(\sqrt[3]{T_{k \max}} - \sqrt[3]{T_{k1}} \right) (a_2 - a_1) + (V_p + V_k) \frac{1}{E_h} \frac{m_h + 1}{m_h} \cdot a_1$$

to je zaradi razlezenja betona ter plastičnih deformacij in razlezenja hribine.

Po Kastnerju dobimo za razbremenitev $\varepsilon = c_1 - \frac{c_2}{p_i}$

$$c_1 = \frac{1}{1 + n_h \frac{s}{a_1} \ln \frac{a_2}{a_1} + n_h \frac{m_h + 1}{m_h} \cdot \frac{s}{a_1} + E_i \frac{s}{a_1^2} \cdot \beta}$$

$$\frac{c_2}{p_i} = c_1 \frac{E_i \cdot s}{p_i a_1^2} \cdot \alpha; \quad n_b = \frac{E_i}{E_b}; \quad n_h = \frac{E_j}{E_h}$$

s = debelina pločevine
 m_h = Poissonovo število hribine
 a_2, a_1 radiji jaška (glej skico).

Pri daljših jaških, se debelina cevi z naraščajočim notranjim pritiskom vode večja in sicer tako, da obdržimo debelino cevi v posameznih odsekih konstantno. Razbremenitev cevovoda računamo tako, da vzamemo napetosti jekla na spodnjih koncih posameznih odsekov cevovoda enako dopustni napetosti σ_{dop} . Z računom razbremenitve začnemo na spodnjem koncu jaška.

Za razbremenitev dobimo po Kastnerju:

$$\varepsilon = \frac{c}{p_i}; \quad c = \frac{\sigma_{j \text{ dop}} - \frac{E_j}{a_1} \cdot \alpha}{n_b \ln \frac{a_2}{a_1} + n_h \frac{m_h + 1}{m_h} + \frac{E_j}{a_1} \cdot \beta}$$

ε narašča s pojemajočim p_i , zato dobimo za razbremenitev krivuljo sestavljeno iz posameznih naraščajočih vej hiperbole, ki seka krivuljo, ki smo jo dobili za razbremenitev cevovoda z minimalno debelino pločevine.

2. Razbremenitev jaška po Hutterju in Sulzerju.

Za račun razbremenitve razlikujemo dve območji:

1. Notranji vodni pritisk je manjši od kritičnega $p < p_k$, ki je potreben, da postane deformacija cevovoda enaka regi med cevjo in betonom, tako da se cev nasloni na beton.

V tem primeru prevzame cev ves pritisk in računamo napetosti po kotelni enačbi.

$$\sigma = \frac{p \cdot a}{s}$$

2. Vodni pritisk p je večji od kritičnega pritiska p_k

$$p > p_k$$

Napetosti računamo po formuli

$$\sigma_j = \frac{\Delta K \cdot E_j}{(1 - \mu^2) a} + (r - \gamma_k) \frac{\frac{a_2^2 - a^2}{2 E_b a_2} + \frac{a}{E_h} \cdot \frac{1 + \mu_h}{\gamma - 1} (1 - 2\mu_h + \mu_h \gamma)}{\frac{a}{E} (1 - \mu^2) + \frac{s}{a} \cdot \frac{a_2 - a}{2 E_b a_2} + \frac{s}{r_h} \cdot \frac{1 + \mu_h}{\gamma - 1}}$$

$$\mu_h = \frac{1}{m_h} a_2, a_1, a, s \text{ glej skico 1.}$$

γ je odvisen od razpokanosti skale; za popolnoma razpokano skalo v radialni smeri znaša $\gamma = 1$, medtem ko velja za hribino brez radialnih razpok $\gamma = 2$. V večini primerov je skala delno razpokana v radialni smeri, zato velja relacija

$$1 < \gamma < 2.$$

$$1$$

Za Δk je priporočljivo, da bi pri računu napetosti upoštevali spodnjo in zgornjo mejno vrednost.

3. Razbremenitev cevovoda brez upoštevanja reg s sodelovanjem betonskega obroča in hribine

V tem primeru izhajamo iz ravnotežnega pogoja, da sta deformaciji jeklene obloge in notranjega roba betonskega obroča ter zunanje roba betonskega obroča in notranjega obroča hribine enaki. Po izenačenju deformacij na teh dveh mestih dobimo ustrezni delež vodnega pritiska, ki odpade na jekleno oblogo, betonski obroč in hribino.

Ta metoda daje preveč ugodne rezultate za razbremenitev cevovoda, ker ne upošteva reg in radialnih razpok v betonu in hribini.

Praktični primer

Naslednji primer naj pokaže račun razbremenitve tlačnega jaška v sredini med vodostanom in turbinami, izračunano po raznih metodah.

Podatki za jašek so naslednji: svetli premer cevovoda $2a = 4.50$ m, debelina pločevine $s = 22$ mm, debelina betonskega obroča 0.75 m, $E_h = 120000$ kg/cm², $E_b = 210000$ kg/cm², $E_j = 2100000$ kg/cm², $n_i = 0.3$. Razlika med maksimalno gladino vodostana in upoštevano točko znaša $\Delta h = 82.5$ m. Dinamične učinke upoštevamo s 25% statičnega pritiska. Pritisk v točki a znaša potem

$$p = \frac{\Delta h}{10} \cdot 1.25 = 10.3 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\sigma_j = \frac{\Delta K \cdot E_j}{(1 - \mu^2) a} + (r - \gamma_k) \frac{\frac{a_2^2 - a^2}{2 E_b a_2} + \frac{a}{E_h} \cdot \frac{1 + \mu_h}{\gamma - 1} (1 - 2\mu_h + \mu_h \gamma)}{\frac{a}{E} (1 - \mu^2) + \frac{s}{a} \cdot \frac{a_2 - a}{2 E_b a_2} + \frac{s}{r_h} \cdot \frac{1 + \mu_h}{\gamma - 1}}$$

1. Po Kastnerju

1. Rega po ohlajenju cevi po obratni vodi; za $10^0 \text{ C} / \Delta_1 \text{ t} = 0.0227$ centimetrov.

2. Krčenje betona: vodocementni faktor $W = 0.60$.

$$T_{s \max} = 24 \text{ mesecev}$$

$$T_{s1} = 9 \text{ mesecev}$$

$$\Delta T_{s1} = 0.01 \text{ cm}$$

$$\alpha = 0.0227 + 0.01 = 0.0327 \text{ cm}$$

$$m_h = 10$$

Za plastične deformacije in razlezenje hribine vzamemo za faktorje V_p in V_k spremenljive vrednosti od 1 do 3.

Rezultate za razbremenitev sestavimo tabelarično (glej str. 146).

Razlezenje betona	$\frac{V_p}{E_g} = \frac{V_g}{V_g}$	Plastična deformacija	V_K	Razlezenje hribine	$\beta = (1+3+5)$	C_1	$\frac{C_2}{P_1}$	Razbremenitev $= C_1 - \frac{C_2}{P_1}$
$\frac{\Delta K_1}{pa_1}$		$\frac{\Delta 2p}{pa_1}$		$\frac{\Delta 2K}{pa_1}$				
0.000375	1	0.00208	1	0.00208	0.004535	0.615	0.175	0.440
0.000375	2	0.00416	2	0.00416	0.008695	0.501	0.142	0.359
0.000375	3	0.00624	3	0.00624	0.012855	0.422	0.120	0.302

II. Po Hutterju in Sulzerju

Spodnja meja velikosti reg

$$\Delta K_{\min} = 0.15\% a = 0,0338$$

Zgornja meja velikosti reg

$$\Delta K_{\max} = 0.4\% a = 0,09 \text{ cm.}$$

$$p_k = \frac{\Delta K \cdot S \cdot E_j}{(1-\mu^2) \cdot a^2} \quad p_{k\min} = 3,38 \text{ kg/cm}^2,$$

$$p_{k\max} = 9 \text{ kg/cm}^2.$$

V obeh primerih je $p > p_k$. Za γ vzamemo srednjo vrednost $\gamma = 1.5$. Napetosti v jekleni oblogi izračunamo po prej navedenih formulah in dobimo

1. Za spodnjo mejo velikosti reg $\sigma_j = 557 \text{ kg/cm}^2$.

2. Za zgornjo mejo velikosti reg $\sigma_j = 971 \text{ kg/cm}^2$.

3. Za primer, da ni nobene rege $\sigma_j = 314 \text{ kg/cm}^2$.

Za primer, da prevzame cev ves notranji vodni pritisk, dobimo napetost v cevi

$$\sigma_j = \frac{p \cdot a}{s} = 1053 \text{ kg/cm}^2$$

Velikost reg primer	1	2	3
Obremen. cevi v %	53	92	29.8
Razbremenitev v %	47	8	70.2

Velikost rege, pri kateri ni več sodelovanja hribine ($\sigma_j \leq \sigma_{\text{dop}}$)

$$\Delta k = \frac{\sigma_j \cdot a}{E_j} (1 - \mu^2) = 0,103 \text{ cm.}$$

3. Razbremenitev v primeru, da ni nobenih reg, z upoštevanjem sodelovanja betona in hribine.

Po razdelitvi vodnega pritiska na jekleno oblogo, betonski obroč in hribino dobimo naslednje tangencialne napetosti

$$\text{v jekleni oblogi} \quad \sigma_{\varphi} = 15 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{v betonskem obroču} \quad \sigma_{\varphi}^n = 13,7 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{\varphi}^z = 6,6 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{v hribini} \quad \sigma_{\varphi}^n = 4,9 \text{ kg/cm}^2$$

Primerjava rezultatov

Pod 3. izračunani rezultati so za razbremenitev cevovoda preveč ugoni. (Niso upoštewane rege ter radialne razpoke v betonu in hribini). Rezultati po Kastnerju ter Hutterju in Sulzerju se precej dobro ujemajo (razen pri maksimalni regi), tako da moremo vzeti s precejšnjo zanesljivostjo razbremenitev ca. 30 odstotkov. Debelina cevi 22 mm (izračunana brez upoštevanja razbremenitve) bi se potem

zmanjšala za 30 odstotkov kar pomeni prihranek ca. 700 kg jekla na m¹ jaška.

VPLIV POSAMEZNIH FAKTORJEV

a) Elasticitetni modul hribine.

Čim večji je E_h hribine, tem večja je razbremenitev. Zanesljive vrednosti za E_h dobimo le z meritvami raztezkov v poizkusnem jašku. Merjenja na prizmah kamenine ne dajejo pravih vrednosti in jih zaradi tega ne moremo uporabiti za določitev E_h . Rezultatov, ki smo jih dobili z meritvami v hribinah podobne sestave ne moremo vzeti »per analogiam«, ampak jih imamo le za orientacijo. Če nimamo meritvenih rezultatov je priporočljivo upoštevati v računu verjetno spodnjo in zgornjo mejo E_h . Prav tako je treba izmeriti modul stisljivosti V_h .

b) Poissonovo število.

Najzanesljiveje ugotovimo njegovo vrednost na podlagi meritev. V računu nastopa to število v izrazu $\frac{m_h + 1}{m_h}$.

Čim večji je m_h , tem bližje 1 leži vrednost ulomka. Če suponiramo spodnjo mejo $m_h = 5$, dobimo za ulomek vrednost 1,2, če pa vzamemo za zgornjo mejo $m_h = 15$, je vrednost ulomka 1,07. Variacija m_h pride zelo malo do izraza pri slabi skali (nizek E_h , veliki β), medtem ko je njen vpliv večji pri dobri skali.

c) Elasticitetni modul betona.

Običajno vzamemo $\frac{E_b}{E_j} = 10$, to je $E_b = 210.000 \text{ kg/cm}^2$ pri $E_j = 2100.000 \text{ kg}$ na kvadr. cm. Ta vrednost velja za nižje napetosti betona, medtem ko se pri višjih napetostih betona E_b zmanjšuje. Če cenimo za napetosti, pri katerih beton razpoka, $E_b = 100.000 \text{ kg}$ na kvadr. cm, znaša $n_b = 21$. S tem se razbremenitev nekoliko zmanjša in sicer bolj pri dobri skali kot pri slabi, kjer sploh ne pride do izraza, medtem ko ima pri dobri skali podrejen pomen.

d) Elasticitetni modul pločevine cevovoda.

Navadno je cev iz jekla, za katero velja $E_j = 2100000 \text{ kg}$ na kvadr. cm. V dobri skali pride razbremenitev mnogo bolj do veljave, če je cev iz kovine, ki je bolj raztegljiva. Zaradi tega Hutter in Sulzer predlagata, da je treba dajati prednost raztegljivim materialom kot so Al, Cu, Zn.

Motnje razbremenitve

Pri računu razbremenitve smo predpostavili, da je rega enake širine po vsem obodu. Zaradi tega so enake tudi natezne napetosti, izvirajoče od notranjega vodnega pritiska.

Če je med betoniranjem ostala praznina oziroma gnezdo, ki ga nismo injicirali, lahko pride do občutne motnje napetostnega stanja cevovoda. Pri supoziciji, da je gnezdo okrogle oblike in da je njegov premer d majhen nasproti premeru cevovoda, lahko smatramo, da deluje pločevina cevi na tem mestu kot vpeta krožna plošča, obremenjena s polnim notranjim vodnim pritiskom.

Napetosti lahko izračunamo po Föpplu (Drang und Zwang I. Bd.)

$$\sigma = 0.1875 \cdot p_i \frac{d^2}{s^2}$$

Ta izraz daje dobre vrednosti do mere proporcionalitete, medtem ko dobimo v plastičnem območju preveč neugodne rezultate.

Če je globina praznine majhna, se bo pločevina cevi naslonila na beton preden doseže mejo plastičnosti in nevarnosti porušitve je majhna. Pri globji praznini utegne na robovih odprtine nastati kritični raztezek. Nevarnost porušitve je pri tanjših pločevinah večja kot pri debelejših. Zaradi tega uporaba preveč tankih pločevin ni dovoljena.

Razen tega utegne pri večjih odprtinah priti do zasukanja cevovoda, ker je natezna sila po obodu različna. V območju praznine deluje polni notranji vodni pritisk, v ostalem pa le delni. Če je razlika natezne sile večja kot trenje med cevjo in betonom ter sprijemljivost med obema, se bo cev zasukala.

Motnje razbremenitve povzročata tudi anizotropija hribine in sicer zaradi razpok, ker se zaradi njih elasticitetni modul hribine E spreminja po obodu.

Napetostno stanje cevovoda motijo tudi odstopanja od krožne oblike. Zaradi tega dovoljujejo predpisi maksimalno toleranco. N. pr. po francoskih predpisih $\pm 1\%$.

Če hočemo doseči varnost cevovoda za primer, da razbremenitev v določenem območju cevovoda odpove, je priporočljivo tako dimenzionirati, da imamo koeficient varnosti $\nu \cong 1.2$, pri čemer vzamemo dopustno nape-

tost $\sigma_{\text{dop}} \cong \frac{\sigma_p}{1,2}$ kjer označuje σ_p

napetost jekla na koncu plastičnega območja $\sigma_p = 2700$ kg na kvadr. cm. Za rjaveneje cevovoda dodamo k statični debelini 1 do 2 mm.

Zunanji pritisk

Tlačne jaške gradimo navadno le v dobri skali, tako da podpiranje rova med gradnjo običajno ni potrebno. Morebitni pritisk hribine prevzame betonski obroč in na prazen cevovod ne računamo nobenega pritiska.

Na prazni cevovod deluje v mnogih primerih zunanji pritisk vode, ki je v hribini. Nosilnost cevovoda v vzdolžni smeri je majhna, zato moramo cevovod v takih primerih ojačiti. Uklonsko dolžino zmanjšamo s privarjenimi obroči (na zunanji strani cevi). Tako ojačena cev more prevzeti manjše zunanje pritiske.

V primeru večjih zunanjih obtežb se dobro obnese dvojna cev z beton-

sko zapolnitvijo, ki more prevzeti večje pozitivne in negativne momente v vzdolžni smeri. Tako je izveden razdelilni cevovod centrale Innertkirchen v Švici. Namesto zunanje cevi moremo izvesti armirano betonski obroč, ki je prav tako sposoben prevzeti večje obremenitve.

Če je v hribini večja količina vode, je priporočljivo izvršiti drenažo. Vodo moremo odvajati pri »oknih« (Fensterstellen) tako, da je v najneugodnejšem primeru vodni pritisk enak višinski razliki med dvema okni.

Primerjava med tlačnim jaškom in tlačnim cevovodom

1. Pri tlačnih jaških ni nevarnosti zmrzovanja in lavin.

2. Poraba jekla je manjša, doba gradnje pa daljša.

3. Kontrola nad cevjo je pri tlačnih cevovodih mnogo lažja, prav tako tudi montaža sama, ker se dela na prostem.

Literatura.

J. Büchi: Zur Berechnung von Druckschächten (Schweizerische Bauzeitung 1921).

H. Kästner: Über die Bemessung von gepanzerten Druckschächten (Österreichische Bauzeitschrift 1951).

H. Kästner: Nebenwirkungen in der Beanspruchung von Druckschachtauskleidungen (Ost. Bauzeitschrift 1947).

A. Hutter in A. Sulzer: Beitrag zur Theorie und Konstruktionen gepanzelter Druckschächte. (Wasser und Energiewirtschaft 1947).

Povzetek

Gradnja tlačnih jaškov je ekonomska v dobri skali, kjer je poraba jekla mnogo manjša. Posebno paznjo moramo posvečati dobremu nabijanju betona, da ne nastanejo gnezda, ki povzročajo motnje v razbremenitvi. Z injiciranjem zapolnimo delno rege in dosežemo boljše sodelovanje hribine.

Ing. Venčeslav Funtek:

DK 656.21 : 711.4-163
(497.12 Ljubljana)

Ljubljansko železniško vozlišče

Od časa do časa se pojavi pred javnostjo nova rešitev ljubljanskega železniškega vozlišča — pa zopet utone v pozabo. Kako različne variante so se pojavile v šestdesetih letih, odkar se to vprašanje postavlja kot problem pred nas! Sedaj, ko diskutiramo o regulacijskem načrtu mesta Ljubljane, je potrebno, da se dokončno odločimo za neko rešitev.

Vse dosedanje variante bi lahko razdelili v nekaj skupin, in sicer:

1. Železnice ostanejo na svojem mestu, na Titovi in Celovski cesti pa izgradimo nadvoze ali podvoze.

2. Železnice premaknemo v smer sever — jug ali vzhod — severozahod toliko, da na nezazidanem mestu zgradimo nadvoze ali podvoze na Titovi in Celovski cesti;

3. Železnice smerno ostanejo na svojem mestu, jih pa dvignemo ali znižamo toliko, da naredimo podvoze oziroma nadvoze cest;

4. Železnice umaknemo iz središča mesta in zgradimo periferne čelne postaje.

V teh skupinah so v glavnem zapopadene vse dosedanje mnogoštevilne variante. Seveda pa ima vsaka skupina veliko število raznih inačic.

Nujno se nam vsiljuje vprašanje, zakaj pri tolikih variantah doslej še nismo našli najugodnejše rešitve. Zahtevamo namreč takšno rešitev, ki nam prometno tehnične in urbanistične probleme kar najugodnejše reši ob najmanjših stroških.

Oglejmo si, kako te probleme rešuje prva skupina variant. Sedanja

lega železnic je vsekakor najugodnejša, o tem se prepričamo že ob prvem pogledu na karto. Vendar s tem, da eliminiramo dve prometni vozlišči, še nismo rešili celotnega problema. Preostanejo še prav tako nevarna križišča na Zaloški cesti, Černetovi ulici in še celo vrsta prehodov od Celovške do Tržaške ceste; pri tem nismo prav nič upoštevali Tovarniške ulice in vse prehode od Zaloške do Dolenjske ceste. Ta skupina torej samo delno reši probleme prometnih vozlišč, ki postajajo iz dneva v dan občutljivejši tako za cestni kakor tudi za železniški promet. Cestnemu prometu bodo postali še vse neugodnejši z uvedbo novih komunalnih prometnih sredstev. Ta skupina prav tako ne ustreza urbanističnim zahtevam, saj ostanejo železniške kurilnice na istem mestu. Vse postajne zgradbe in naprave bi bilo potrebno preurediti, da bi ustrezale povečanim zahtevam prometa.

Če bi delali nadvoze oziroma podvoze na omenjenih dveh cestah, bi morali porušiti obstoječe zazidane bloke in izkopati ali nasuti široke ulice na večjo dolžino. Zemeljska dela bi zavzela velik obseg. Pri podvozih bi morali razen tega speljati posebne kanalizacijske vode.

Projektanti za podvoze so izšli iz vrst železniških strokovnjakov, kar nas še bolj utrjuje v prepričanju, da so železniške linije v obstoječih trasah najugodnejše položene. Nadvozi so neugodnejši, ker zahtevajo večjo višino in v zvezi s tem daljšo navoz-

no rampo; zato potrebujemo večje količine nasipnega materiala in moramo porušiti večje število hiš.

Po drugi skupini variant bi morali okreniti smer postaje iz sedanje lege vzhod — zahod v lego vzhod — severozahod na mesto za artilerijsko vojašnico, ker so tam še nezazidane parcele. Če premaknemo traso, nam zaradi podvozov na teh mestih ni treba porušiti toliko obstoječih stanovanjskih blokov. Razen tega tudi cestna mreža ni tako medsebojno povezana in ni potrebna tolikšna količina izkopov. V podaljšku sta izdelani dve varianti, in sicer se ena prebija skozi predor pod Šišenskim hribom proti Trstu, druga pa se vije izza hriba približno po trasi začete proge V. kongresa. Ta varianta predvideva periferne tovarne postaje na priključnih mestih sedanjih prog.

Ena varianta iz te skupine skuša radikalneje rešiti problem križanja na Titovi cesti, kjer je cestni promet največji. Bodočo postajo predvideva takoj za prehodom Šmartinske ceste v smeri jug-sever, to je v smeri Titove ceste, in izkoristi nezazidani del za sedanjo postajo, nadalje pa poteka po smereh, ki so nakazane že pri prvi varianti te skupine.

Prometno tehnično ta skupina variant ne prinese nikakih zboljšanj, temveč samo omogoča, da na novih mestih zgradimo take železniško tehnične naprave, kakršne zahteva današnja prometna situacija. Urbanistični momenti pa se samo za nekaj časa

odmaknejo, že v bližnji bodočnosti pa bi se znova pojavili v prav tolikšnem obsegu, Zazidalni načrt predvideva na severovzhodu in na severozahodu industrijske predele; potrebna bo torej komunalna prometna zveza med tema dvema območjema in takrat se bodo sedanje neprijetnosti postaje in železnic pojavile na novem mestu. Torej tudi ta skupina variant ne reši postavljenih problemov na način, ki smo ga kot pogoj dobre rešitve postavili v začetku.

Tudi pri tem moramo poudariti, da so avtorji teh variant izšli iz vrst železniških strokovnjakov.

Iz tretje skupine variant bi v glavnem omenili dve. Po prvi bi dvignili železnice približno v istih trasah za toliko, kolikor je potrebno, da pod njimi speljemo mestne ceste. Ta varianta v prometno tehničnem pogledu ne pomeni nikakega izboljšanja, temveč nasprotno poslabšanje. Poudariti moramo, da vodijo vse železnice po nasipih in bi bilo torej dviganje izvršeno precej nasilno, za trakcijo pa celo neugodno, posebno če pogledamo vzdolžni profil dolenske proge. Vsako povečanje prometnih naprav na dvignjeni niveletih bi bilo skoraj nemogoče ali pa vsaj zvezano z velikimi stroški. Prav tako kot to velja za prvo skupino variant, tudi ta varianta ne bi odstranila vseh neprijetnih prometnih vozlišč.

Po drugi varianti te skupine bi poglobili železnico v istih trasah, kjer so že sedaj položene proge. Ta varianta obdrži ugodnost dosedaj izvršenih železniških prog, kar pomeni določene prednosti v prometno tehničnem vidiku. To, kar smo navedli pri prvi skupini variant glede prometnih vozlišč na sedanjih prehodih v nivoju, je pri tej varianti mnogo bolj radikalno rešeno. V urbanističnem oziru se sicer v sredini mesta pojavi neljub jarek, ki bi ga pa lahko izkoristili pri določeni obdelavi kot poseben urbanističen element. Tak jarek je mogoče na poljubnem mestu prekoračiti, kar sicer predstavlja izdatek, ne pa nepremostljive preke.

Sicer današnja železniška linija ne predstavlja nepremagljive ovire. Je pa že tako močno zrasčena v mestni organizem, da je vsaka sprememba vezana na neko večjo operacijo.

Zanimivo je, tudi to moramo poudariti, da so prvo varianto, to je dviganje, predlagali železniški strokovnjaki. Drugo, to je poglobitev, pa so predlagali neželezniški strokovnjaki, obdelali pa so jo temeljiteje železničarji.

V poslednjo skupino so uvrščene tiste variante, ki vse železniške proge izbršejo iz področja mesta in jih prenesejo na njegove tangente. Železniške postaje so projektirane kot

čelne v predmestjih, in to na zelo različnih mestih. Ena od variant predlaga postajo približno pri Žalah, druga na Ježici, tretja v Trnovem, četrta, najnovejša, pa predvideva tako čelno postajo ob Celovski cesti približno tam, kjer je bil preje prostor ljubljanskega velesejma.

Vse te variante pomenijo v prometno tehničnem vidiku neko poslabšanje glede na sedanje stanje, ko imamo v Ljubljani prehodno postajo. Če odmaknemo osebno postajo od središča mesta, pa moramo seveda komunalne prometne mreže organizirati glede na nov položaj.

S tem smo poskusili na kratko in grobo obdelati razne skupine variant. Če bi se hoteli dotakniti vsake variante posebej, ne bi dobili niti grobega pregleda. Ocena, ki je dana za vsako skupino variant, je sicer nepopolna, je pa skupna za vse razne variante v posamezni skupini. Verjetno bo vsakdo pogrešal primerjavo stroškov za vsako skupino variant. Primerjati stroške je namreč nemogoče, ker so za posamezne inačice gradbeni stroški zelo različni. Pa tudi primerjava stroškov, ki je navznoter skupine izvršena, ne vsebuje istih elementov tako v pogledu železniško tehničnih naprav kakor tudi ostalih elementov dolnjega ustroja in kómunalnih naprav. Prava primerjava bi zahtevala obsežno delo, ki ga lahko opravi samo tehnični biro.

Vendar bi mogli na tem mestu ugotoviti nekaj načelnih napotkov za izbiro variant. Prvo, kar moramo zahtevati, je, da dosežemo z zgraditvijo tehničnih naprav zadovoljivejše odvijanje delovnih procesov. Dohodki, ki izvirajo od cenejšega procesa, so nam na razpolago za investicije za modernizacijo naprav. Vsaka skupina variant pa zahteva popolnoma druge stroške, ki z modernizacijo železniško tehničnih naprav nimajo nič skupnega. Če je temu tako, ali je mogoče, da bo železnica to v doglednem času gradila?

Oglejmo si prvo skupino: kakšne koristi ima železnica, če zgradi podvoze oziroma nadvoze na Titovi in Celovski cesti? Prihrani si mesečno 6 uslužbencev, kar predstavlja letno 720 tisoč ali v 25 letih 18 milijonov dinarjev; to bi komaj zadostovalo za porušenje »bavarskega dvora«.

Pri drugi skupini variant je treba napraviti celoten dolnji ustroj na novem mestu, razen tega tudi še podvoze na Titovi in Celovski cesti. Pri tem niti ne upoštevamo predora pod Šišenskim hribom, ki stane za dvotirno progo približno 800 milijonov dinarjev za kilometer. In kaj je konec koncev železnica s tem pridobila glede zboljšanja delovnega procesa? Ničesar razen to, da je podaljšala pot tovora v smeri proti Trstu.

Tretja skupina variant ne daje železnici nobenih prednosti v promet-

no tehničnem vidiku razen, da prihrani po tri uslužbence na Dolenjski, Zaloški, Tovarniški, Titovi, Celovski ter Černetovi cesti in po tri na dveh službenih mestih v Tivoliju, skupaj torej 24, kar pomeni v 25 letih 72 milijonov dinarjev prihranka. Ta prihranek pa je v primeri z gradbenimi stroški zelo nizek.

In če pogledamo še četrto skupino variant, vidimo, da tudi s temi variantami železnica ne prihrani na svojem obratu niti enega odstotka gradbenih stroškov, nasprotno, njeni obratni stroški se celo povečajo.

V tem menda tiči skrivnost tako dolgega reševanja ljubljanskega železniškega vozlišča. Gornja pojasnila še zdaleč niso upoštevala vseh komponent, s katerimi sedanje stanje železnic vpliva na naše gospodarstvo. Vendar nobena komponenta ni tako močna, da bi zainteresirala tistega, ki je na rešitvi problema zainteresiran. To je tudi vzrok, da so doslej največ variant iskali prav železniški strokovnjaki, ki so se hoteli s svojimi rešitvami približati ekonomski stvarnosti. Sedanje stanje železniško tehničnih naprav je nemogoče, ne vemo pa, ali naj te naprave izpopolnimo na sedanjem mestu ali pa v sklopu radikalne rešitve celotnega železniškega vozlišča.

Gornje številke so dane v neenaki primerjavi, ker menimo, da je treba tehnično dovršitev tirnih naprav izvesti ali na sedanjem mestu ali pa na drugem. Če pa rešitev odlagamo, ostanejo naše naprave prav take kot so bile, kar dnevno terja ali večjih naporov ali pa celo otežkoča delovni proces, kar je možno izraziti tudi s finančnimi činitelji. Če bi upoštevali ene in druge pokazatelje, bi uvideli, da bo hitra, pa čeprav ne tehnično popolna rešitev, najboljša in najučinkovitejša.

Ker je to problem, ki razjeda mesto pa tudi železnico že nekaj let, je potrebno, da se diskusije o regulaciji mesta Ljubljane s posebnim poudarkom rešitve ljubljanskega železniškega vozlišča, udeleži tudi strokovno društvo.

Delo šestdesetih let mora prej ali slej dobiti neki rezultat, ki naj bo vsaj načelen, kajti izdelava projekta bo zahtevala še študij mnogih variant in zaradi njih tudi določena odstopanja v načelnih postavkah.

V vsej dobi doslej nismo prišli niti do načelno enakega gledanja. Če bi samo pri železniških strokovnjakih izvršili anketo, bi videli, da niti tu gledanja niso enaka. Ker pa to ni samo železniški, ampak mestni, če ne še celo republiški problem, je potrebno sodelovanje večjega foruma strokovnjakov, da bi se našla tehnično najboljša rešitev, ki bi hkrati ustrezala tudi naši ekonomski stvarnosti.

Statično komprimiranje zemljin

Razmerova visoki gradbeni stroški sodobnih cest in prav tako občutni prometni stroški po slabih voziščih zahtevajo, da novo ali pa rekonstruirano cesto čimprej izročimo prometu. To pa nujno zahteva, da je spodnji stroj tako stabilen, da more neposredno po končani gradnji prevzeti svojo funkcijo. Zato se vedno bolj uveljavlja načelo, da se spodnji stroj mehansko komprimira, s čimer povečamo gostoto spodnjega stroja, t. j. njegovo stabilnost in nosilnost. S tem hkrati tudi kar najbolj mogoče zmanjšamo kasnejša neprijetna usedanja ali pa jih sploh preprečimo. Podobno je treba ravnati tudi pri gradnji obrambnih nasipov in dolinskih zemljinskih pregrad.

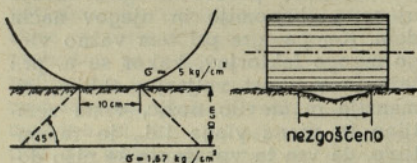
Mehansko komprimiranje zemljin pa je vprašanje, ki ga nikakor ni mogoče rešiti enostransko ali zgolj po občutku. Upoštevati je treba mnogo faktorjev, ki so po svoji naravi tudi zelo spremenljivi. Predvsem je nujno potrebno poznati svojstva zemljin. Zemljine so namreč sestavljene iz delcev najrazličnejših oblik, dimenzij, mineraloškega sestava in vlage. Med temi delci pa so praznine, katerih obseg in razpored bistveno vplivata na zadržanje zemljine. S komprimacijo želimo prisiliti posamezne delce, da se pregrupirajo in zapolnijo tudi najmanjše vrzeli. Jasno je, da tega ne moremo doseči vedno na isti način. Kakšen je pri tem vpliv vlage, o tem smo razpravljali že na drugem mestu (glej članek: »Pomen vlage pri komprimiranju koherentnih zemljin«, Novator 1950, str. 193, št. 8-9-10!). Glede na svojstva zemljin nato lahko izberemo primerno komprimacijsko sredstvo, pravilno višino nasipavanja in smiselno vgraditev nasipnega materiala, tako da posamezne zemljine pridejo na tisto mesto, ki njihovim svojstvom najbolj ustreza.

Sodobna komprimacijska tehnika pozna danes v bistvu tri načine mehanskega komprimiranja, in sicer statično, kinetično in dinamično komprimiranje. Statično komprimiranje uporabljamo tedaj, kadar dosežemo za-

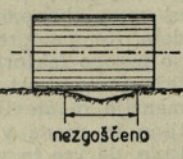
dostno zgostitev nasipnega materiala s statičnim pritiskom, kinetično tedaj, kadar je za to potrebno vibriranje materiala, dinamično pa v primeru, da so za zgostitev potrebni močni udarci in bi bila prva dva načina brez efekta.

Najbolj tipični predstavnik valjarjev je znani običajni gladki valjar, in sicer ali trikolesni ali pa tandemski. V novejšem času se je zelo uveljavil tudi tandemski valjar s tremi kolesi iste širine, toda različnih tež. (Sl. 1.)

Čprav je bil gladki valjar do novejših dobe nekakšno univerzalno in edino komprimacijsko sredstvo, mu sodobna tehnika danes upravičeno ne more več priznati vodilne vloge pri komprimiranju zemljin. Preiskave in izkušnje so namreč pokazale, da ima nekaj očitvidnih pomanjkljivosti.



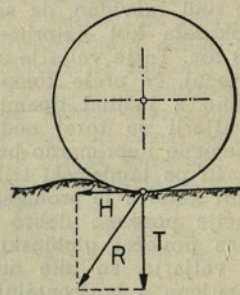
Slika 2



Slika 3

Predvsem je treba poudariti, da so specifični pritiski na kontaktni površini koles relativno zelo majhni, saj znašajo le ca. 5 kg/cm^2 . Ta pritisk se v globino zelo hitro manjša. Če predpostavljamo, da se pritiski razširjajo približno pod kotom 45° , potem vidimo, da je v primeru širine kontaktne ploskve 10 cm (sl. 2) napetost v globini le še $1,67 \text{ kg/cm}^2$. Jasno je, da lahko tako majhna napetost zgosti samo dokaj plastične zemljine, pri katerih je odpor proti pregrupaciji delcev zelo majhen. Poleg tega pa je v večini primerov kontaktna ploskev tega kolesa širša od 10 cm . Pri koherentnih zemljinah so pa razmere še neugodnejše. Prvi prehod namreč že maksimalno komprimira vrhni sloj, pri čemer se stvori bolj ali manj kompaktna skorja, ki v smislu teorije dvoslojnih sistemov znatno reducira pritiske v globino in s tem seve-

da preprečuje efektno zgoščevanje spodnjih slojev. Poleg tega je gladki valjar pomanjkljiv tudi zato, ker zahteva enakomerno in ravno površino razgrnjenega nasipnega materiala; sicer zaradi togosti oziroma prilagodljivosti kolesa ne more vse površine enakomerno komprimirati, ampak pušča na kotanjah nezadostno zgoščena mesta (sl. 3). Omeniti je treba končno tudi to, da se v večini primerov (razen trdega, kompaktnega kamnitega materiala) valjar bolj ali manj pogrezne v nasipno zemljino. Pri pomikanju se tedaj pojavijo sile, kakor je razvidno na sl. 4. Ho-

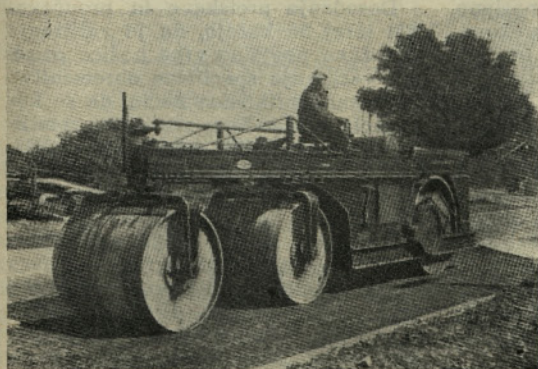


Slika 4

rizontalna komponenta pa se javlja pri tem na dva načina, in to bodisi da potiska pred seboj zemljino, ki tvori večji ali manjši greben, preko katere potem kolo valjarja zapelje, bodisi da manjše grebene odstriže tako, da je vrhnja plast pregrupirana in zrahljana. V prvem primeru dobimo nezaželeno valovito površino, ker valjar pri pomikanju preko grebena seveda greben sam komprimira. V drugem primeru pa dobimo zrahljano površino.

Pri zelo mehkih, plastičnih zemljinah pa se lahko zgodi tudi to, da se valjar pregloboko pogreze in da se sploh ne more premakniti.

Iz navedenih razlogov je jasno, da je potrebno tej posevno učinkujoči rezultanti posvetiti posebno pozornost v zvezi s konstrukcijo valjarja. Običajno je teža valjarja razdeljena na sprednje in na zadnja kolesa v istem razmerju, kakor so si premeri koles. Posledica tega je, da je teža na zadnjih kolesih premajhna, na sprednjem kolesu pa prevelika. Zato je treba izbrati tako konstrukcijo, kjer je prednje kolo relativno malo obremenjeno in obtežba na zadnjih kolesih znatno večja. S tem dosežemo, da se sprednje kolo zaradi prevelike teže ne pogreza, ne tvori grebenov, ne trga površine ter rahlo nasuti material usposobi, da prevzame večje obtežbe zadnjih koles, ki so s svoje strani zopet sposobna, da vkljub delni komprimaciji vrhnjega sloja učinkujejo dovolj močno in v zadostno globino. Iz načela tega po-



Slika 1

trebnega predkompimiranja sledi jasno, da trikolesni običajni valjarji temu pogoju sploh ne morejo zado- stiti, ker je pot njihovih zadnjih koles ali sploh izven sledi prvega kolesa, ali pa se krije le v ozkem pasu. O predkompimiranju torej ne more biti govora, ker se zadnja, dokaj mo- čno obremenjena kolesa pomikata pri prvem prehodu po zelo razrahljani zemljini z minimalno nosilnostjo. Zato je kompiracija nasipov s taki- mi tipami valjarjev mogoča le v pri- meru, da teža zadnjih koles valjarja nima za posledico prevelikega pogre- zanja in da je možno gibanje valjar- ja. Iz tega razloga teže valjarjev za kompiriranje nasipov navadno ne presegajo 10 ton. Razen seveda tedaj, kadar je nasipna zemljina sama zelo nosilna. Iz referatov na kongresu cestnih strokovnjakov v Londonu l. 1946 je tudi razvidno, da se je v praksi pokazala kot najprimernejša teža 8—10 ton. Težje valjarje uporabl- jamo le tedaj, če preje kompiriramo zemljino z lažjimi tipami. Tandemski valjarji so torej nedvomno za take namene neprimeren bolj pri- kladni, zlasti pa tandemski trikolesni valjarji, pri katerih je problem pred- kompimiracije posebno dobro rešen.

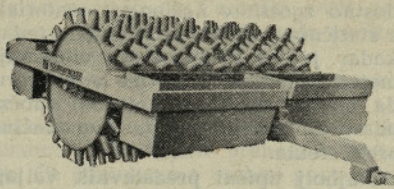
Da bi se povečal globinski efekt gladkega valjarja, so bile nekatere tipe opremljene s horizontalnimi ali poševnimi rebri iz kotnih želez. Toda na prvi pogled je jasno, da služijo taka rebra kvečjemu za boljše pre- miikanje po mokrih in spolzkih vezlji- vih tleh. Globinski učinek ni pove- čan, pač pa je navadno vrhnji sloj zaradi materiala, ki ga izmetava kot- no železje, precej zrahljan. Operativ- na pomanjkljivost gladkega valjarja je ta, da zahteva za ekonomsko delo razmeroma dolgo progo za valjanje. Kot pomanjkljivost je treba tudi omeniti dejstvo, da je efekt kompi- miranja najmočnejši v jedru nasipa. Ramena oziroma robovi nasipa so pa tem bolj nezadostno uvaljani, čim višji je nasip. Zaradi svoje razme- roma velike teže namreč ne more val- jar voziti tik ob robovih nasipa, ker bi sicer obstojala velika nevarnost, da zdrsne po pobočju. Zato pri nasip- nih višinah nad 3 m ni priporočljiv ali pa le za primer, da se robovi na- sipa oziroma pobočja stabilizirajo po- sebej z drugimi, za to delo uporabl- jivejšimi kompiracijskimi sredstvi.

Prednost gladkega varjarja pa je v tem, da ima precejšnjo storilnost, se- veda v površinskem smislu. Zaradi razmeroma velike širine koles je po- trebno le malo število prehodov.

Glede hitrosti valjarja naj poudari- mo, da je hitrost ca. 1 km/uro nekako zgornja meja. Zgoščevanje rabi dolo- čen čas, kar je zlasti potrebno pri vezljivih zemljinah. Zato imajo večje hitrosti vselej za posledico zmanjša- nje globinskega učinkovanja in s tem zmanjšanje stabilnosti nasipa.

Posebna vrsta valjarjev so tako imenovani ježi (sl. 5). Čeprav je Fitz- gerald tako vrsto valjarja skonstrui- ral že l. 1904 (v Kaliforniji), je ven-

dar vloga tega valjarja pridobila na važnosti šele tik pred minulo sve- tovno vojno, zlasti pa med vojno in po njej. To pa na račun nekaterih izrazitih prednosti, ki jih tak valjar



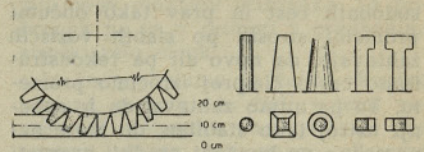
Slika 5

ima. Zamisel te konstrukcije izvira iz minulih časov, ko so po obrambnih nasipih v ZDA in v državah ob obali Severnega morja gonili močne črede ovac, ki so zelo učinkovito stlačile nasipni material. Danes sodi jež ne- dvomno v najsodobnejša in najbolj razširjena kompiracijska sredstva.

Kakor vsi novodobni gradbeni stro- ji, tako je tudi jež predmet precej po- drobnih laboratorijskih in praktičnih preiskav, ki predvsem obravnavajo njegovo ekonomijo in njegov način dela. Ker pa igra pri tem važno vlogo mnogo faktorjev, kakor so n. pr.: teža in velikost valjarja, oblika, di- menzije in število nožic, vrsta zem- ljine in njena vlaga itd., je razum- ljivo, da vsa ta vprašanja še niso do- končno razčiščena in da so mnenja v posameznih vprašanjih včasih bolj ali manj različna. Zato je še vedno najvarnejša in najhitrejša pot pre- iskava na terenu samem s sodelova- njem geotehničnega laboratorija.

Prvo vprašanje, ki je za praktika zanimivo in važno pri vsaki kompi- racijski napravi, je vprašanje spe- cifičnega pritiska, ker je ta v prvi vr- sti odločilen za kompiracijski uč-inek, in sicer v izključno tehničnem, kakor tudi v ekonomskem pogledu. Tega specifičnega pritiska pri ježih praktično pravzaprav ni mogoče do- ločiti. Nominalni pritisk sicer dobimo tako, da celotno težo valjarja delimo s površino vrste nožic, na katerih jež stoji. Ti nominalni pritiski znašajo za lahke ježe (skupna teža do 5 ton, pre- mer valja brez nožic ca. 1.0 m) od 5 do 20 kg/cm², za srednje težke (skup- na teža do 18 ton, premer valja ca. 1.5 m) od 20—50 kg/cm² in za težke ježe-gigante (skupna teža do 35 ton, premer valja ca. 2.5 m) do 75 kg/cm². V resnici pa teh pritiskov ne more- mo doseči, ker je nosilnost nasipne mase v večini primerov že prekora- čena in se zato jež pogrezne ter vsa teža sloni na več vrstah nožic. Pri zelo malo nosilnih tleh se pa jež po- grezne prav do valja, tako da tudi ta nosi del obremenitve. Jasno je, da je takšno pogrezanje odvisno od vrste oziroma kvalitete nasipnega materia- la in da se valjar pogreza vse dotlej, dokler ni nosilnost nasipne oziroma tal enaka pritisku valja. Na sliki 6 je pokazan primer, v katerem je sedem vrst nožic (po 4 nožice v eni vrsti) pogreznjenih v tla in počiva teža to- rej na 28 nožicah.

Med valjanjem pa se tla oziroma nasipni material postopoma kompi- mira, povečuje se mu pri tem nosil- nost in zato se jež začena dvigati, in seveda v takem razmerju, da ob- težba na nožicah vselej ustreza no-



Slika 6

Slika 7

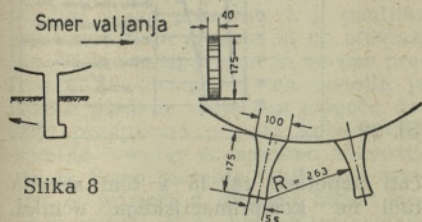
silnosti nasipnega materiala. V praksi pa običajno ni potrebno valjati toliko časa, da jež popolnoma zleze iz tal, ampak je povsem zadostno, da prenehamo tedaj, kadar se nožice ne pogrezajo več kakor za ca. 20—50 odstotkov svoje dolžine. Zelo redko je treba valjati tako dolgo, da teža deluje samo na eni vrsti nožic. Kakor je razvidno iz slike 6, so že pri po- greznitvi za pol palca (1.27 cm) 3 vr- ste nožic v tleh. Vsekakor je pa jas- no, da ježi v primeri z drugimi kom- piracijskimi sredstvi izredno močno obremenjujejo tla in sicer veliko močneje, kakor je to včasih sploh zaželeno in potrebno. Tako n. pr. so na nekem nasipu v ZDA valjali z je- žem, ki je imel 42.0 kg/cm² nominal- nega specifičnega pritiska. Po petde- setih prehodih ni bila dosežena zaže- lena gostota nasipa. Ko so potem zmanjšali obtežbo in valjali z nomi- nalnim pritiskom 28 kg/cm², je po 20 prehodih dosegla gostota predpisa- no mero. Jasno je, da je bil v prvem primeru za tisto zemljino valjar pre- težek in da so nožice material drobi- le, mlele in ga premikale, ne pa go- stile. Za kompiracijo je torej zado- stovala manjša obtežba. Na nekem drugem nasipu iz prašnate gline in glinovitega peska, katerih nosilnost je bila mala ali srednja, se je poka- zalo, da sprememba nominalnih spe- cifičnih pritiskov pri določenem šte- vilu prehodov praktično ni imela ni- kakega vpliva na končno doseženo gostoto. Vzrok temu je treba iskati v dejstvu, da je bila nosilnost nasipne- ga materiala v vseh primerih preko- račena, da niso bili doseženi nominal- ni pritiski, ampak nekt drugi, ki so bili v vseh primerih praktično med seboj enaki in so kajpada ustrezali nosilnosti zemlje.

Dosedanje preiskave in proučeva- nja torej že kažejo, da je variiranje obtežilne površine vrha nožice oziro- ma variiranje specifične obremenitve nedvomno prikladen način, da se kar najbolj prilagodimo nosilnosti zemlji- ne. Po dosedanjih izkušnjah v ZDA lahko sklepamo, da so kontaktne po- vršine 75—100 cm² na nožicah najpri- mernejše.

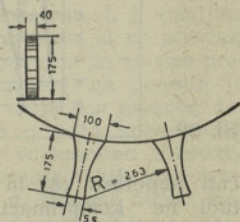
Nadaljnji važen faktor pri kon- strukciji ježa je dolžina nožice. Danes velja načelo, naj bo nožica najmanj tako dolga, kakor znaša debelina sloja, ki ga kompiriramo. Večje dol- žine nožic povzročajo znatne upore

pri trakciji, zato je potrebno, da se s povečanjem dolžine poveča tudi premer valja. Običajno so nožice dolge okrog 20 cm.

Mnogo razpravljajo tudi o obliki nožic. V splošnem poznamo danes razne oblike, kakor je to razvidno iz slike 7. Valjarje z nožicami v obliki, prikazani na sliki 7d in 7e imenujemo tudi valjarje na ovčje noge. Vendar pa navedeni dve obliki danes počasi izginjata. Imata namreč pogosto to pomanjkljivost, da s kolenom na glavicah vlažnejše in lepljivejše zemljine izmetavata. Oblika po sliki 7d je v toliko še kar uporabna, ker takih zemljin ne izmetava, če se valjar pomika v smeri, kakor je razvidno



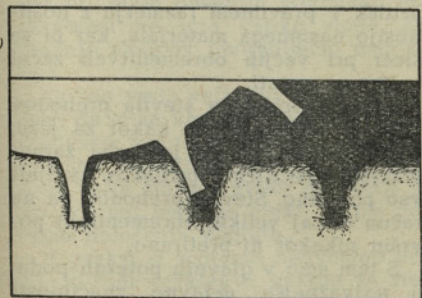
Slika 8



Slika 9

na sliki 8. Ima pa zopet to pomanjkljivost, da valjanje ni reverzibilno in da moramo valjar obračati, kar seveda zahteva določene neizogibne zamude, ki se zlasti na krajših progah občutno sumirajo. Da navedeni obliki nožic nista posebno prikladni, so povsem potrdile tudi izkušnje na gradnji cest Beograd-Subotica in Beograd-Zagreb.

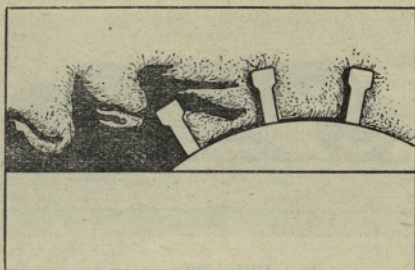
Podrobneje se je ukvarjal s tem problemom Lapin (1950 l.), ki je zlasti na modelnih poizkusih v laboratoriju (z dimenzijami ježa ene petine naravne velikosti) proučeval vlogo oblike tega najvažnejšega delavnega organa valjarja. Na podlagi teh preiskav in na podlagi kontrole na terenu je prišel do zaključka, da je naj-



Slika 10

primernejša oblika nožice taka, kakršna je na sl. 9. Pri tej tipi je namreč oblika tehnološko preprosto izvedljiva; zaradi gladkih ploskev se zemljine ne lepijo ter pri izstopu nožic iz tal ne izmetavajo zemljine (sl. 10), kakor n. pr. nožice z ojačenimi glavami (sl. 11), poleg tega lahko valjamo z enakim učinkom v obeh smereh brez zamudnega obračanja.

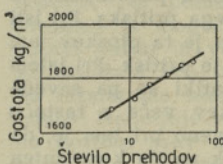
Poleg oblike nožic je seveda važno tudi njihovo število. To pa je predvsem funkcija površine obremenilne ploskve na vrhu nožic. Dosedanje izkušnje kažejo, da je dovolj, če



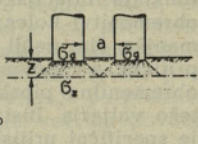
Slika 11

znaša celokupna površina kontaktnih ploskev nožic ca. 5% od površine plašča, ki si ga mislimo položenega okrog vrha nožic.

Za komprimacijsko prakso je iz razumljivih razlogov zelo važno vprašanje, kolikšno število prehodov je potrebno. Če nanašamo dobljene gostote v aritmetičnem merilu, število prehodov pa v logaritmičnem, potem vidimo, da je razmerje med gostoto in med številom prehodov večinoma premočrtno (sl. 12). Da pri tem pridemo tudi do meje, pri kateri je potrebno zelo veliko število prehodov za relativno malo povečanje gostote, je razumljivo (glej sliko 20).



Slika 12



Slika 13

Število prehodov je odvisno predvsem od prej omenjenega procenta pokrivanja (ca. 5%). Valjana površina seveda raste s številom prehodov, in sicer približno v istem razmerju s tem številom, ker nožice v glavnem ne zadenejo večkrat istih površin. Teoretično gledano, bi moralo biti število prehodov tako veliko, da je celotna površina zadeta od nožic. Praksa pa je pokazala, da tako veliko število prehodov nikakor ni potrebno, ampak da zadostuje precej manjše število. To si je mogoče razložiti na podlagi dejstva, da se pod kontaktno ploskvijo nožic razširjajo pritiski pod določenim kotom v globino. V določeni ravnini kmalu pod površino se torej pojavljajo pritiski, ki so že porazdeljeni po vsej površini (sl. 13). Ti pritiski so sicer manjši od pritiskov na sami površini, vendar so še vedno dovolj močni, da dosežejo zaželeno gostoto. Jasno je, da zaradi tega ni treba valjati vse površine, ampak da lahko ostanejo presledki v širini a nezvaljani.

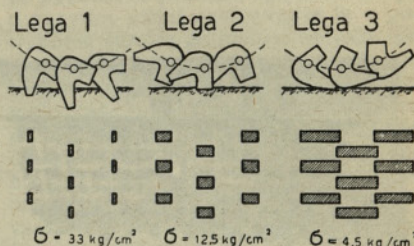
Glede premera ježa naj omenimo to, da nudijo mali premeri znatne upore pri premikanju in zato zahte-

vajo močno vlečno silo. Običajno znaša premer 1.—2.5 m.

Da se potrebna predkomprimacija kar najbolj prilagodi lastnostim zemljine, zlasti seveda njeni nosilnosti, so ježi konstruirani tako, da lahko notranjost valja dodatno obtežimo ali s peskom ali z vodo. Nekatere tipe (glej sliko 5) so opremljene na obeh straneh s posodami za dodatno obremenitev, ki jih po potrebi napolnimo s kamni, betonskimi bloki ali podobnim. Tako n. pr. znaša teža na sl. 5 prikazanega ježa 8600 kg v praznem stanju, 14.700 kg pri napolnjenem valju (z vodo) in 21.700 kg če je valj napolnjen z vodo in posode s peskom. Ustrezni nominalni pritiski so 23, 40 in 59 kg/cm².

Prav posebno posrečeno je rešeno vprašanje predkomprimacije pri novem modelu ježa, ki se je pojavil na razstavi v Parizu leta 1951 (glej sliko 14!). Nožice imajo obliko kljuke in so montirane na železnih gredah ob valju. Te grede je mogoče zasukati tako, da nožice zavzamejo lahko 3 različne lege, pri čemer se nominalni specifični pritisk spreminja od 4.5 do 33 kg/cm². Celokupna teža znaša pri tem 9 ton.

V primeri z navadnim gladkim valjarjem ima jež nekaj zelo značilnih prednosti.

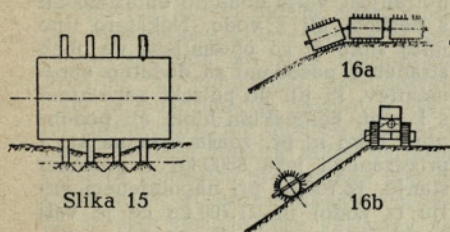


Slika 14

Prva je nedvomno ta, da zaradi relativno visokih učinkovitih pritiskov dobro pregnete zemljine, predvsem pa dobro komprimira spodnje sloje in pri tem tlači od spodaj navzgor, kar je seveda bistveno učinkovitejše od načina komprimiranja z gladkim valjarjem. Vrhni sloj (ca 3—5 cm) je nekoliko slabše komprimiran in zaradi opisanega pogrezanja bolj ali manj zrahlan in hrapav, je pa komprimiran tedaj, ko valjamo na novo razgrnjeni naslednji sloj. Končno površino je treba kajpada povaljati z gladkim valjarjem. To pa običajno tako, da pri valjanju zaključne površine priklopimo ježu gladki, brezmotorni valjar približno enakih dimenzij.

Poleg tega ima to prednost, da se zelo dobro prilagodi neravni površini. Vkljub eventualnim kotanjem so sloji zaradi dolžine nožic dovolj in enakomerno komprimirani (slika 15). Zelo pripraven je jež tudi pri kompiriranju robov nasipa. Običajno ravnamo tako, da več ježev sklopimo in sicer po dva ali tri in to prečno in podolžno. V taki grupi se lahko ježi brez vsake nevarnosti, da bi zdrs-

nili, pomikajo tik ob robu ali tudi na samem pobočju, kakor je to razvidno na sliki 16a. Zato ga prav lahko brez pomisleka uporabljamo tudi pri zelo visokih nasipih.

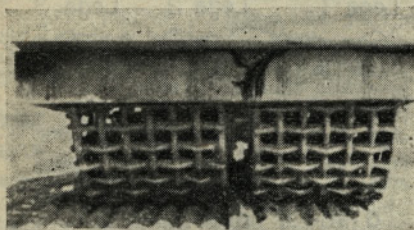


Slika 15

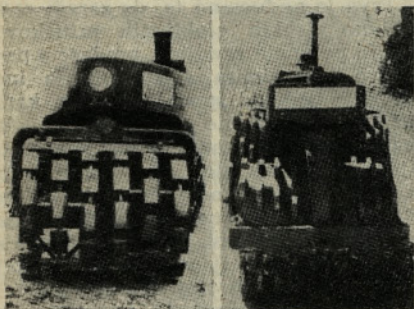
Zelo pripraven je jež tudi za komprimiranje pobočij. Kakor je razvidno iz slike 16b, ga s pomočjo traktorja ali pa strojnega vitla na buldozerju spuščamo in vlečemo po pobočju.

Glede hitrosti valjanja naj pripomnimo, da naj bi bila maksimalna 4 km na uro. Večja hitrost je izredno škodljiva, ker začenjajo nožice izmetavati material.

Prednost ježev je končno tudi ta, da so nabavni stroški relativno majhni in da je vlečna sila (navadno traktor) na razpolago za druga dela na stavbišču, kadar ježi ne obratujejo.



Slika 17



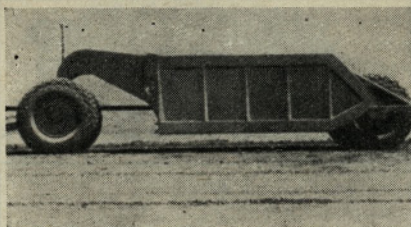
Slika 18

Slika 19

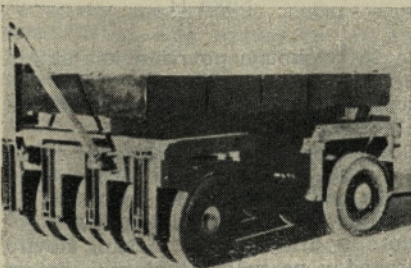
V ZDA so se v preteklem letu pokazale nove tipe valjarjev, ki so po delovnem učinku bolj ali manj podobne ježom (sl. 17, 18, 19). Začetni preizkusi so pokazali zelo ugodne rezultate, vendar bo šele prihodnost pokazala, ali se bodo te oblike v vsakdanji praksi tudi udomačile.

V zadnjih letih se je pojavil nov tip valjarjev, in sicer valjar s kolesi na pnevmatike. To so valjarji v obliki tovornih prikolic z različnimi oblikami in različnim številom koles (sl.

20 in sl. 21). Te valjarje napolnimo s kamenjem, z betonskimi bloki, železjem ali podobnim in jih vlečemo s traktorji. Njihova teža se giblje od 10 do 150 ton.



Slika 20



Slika 21

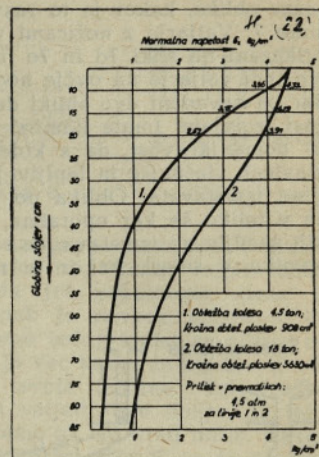
Tudi pri teh valjarjih so spremenljivi faktorji obremenilna (kontaktna) površina, specifična obremenitev in število prehodov.

Kontaktna površina pnevmatike je funkcija inflacijskega pritiska. Pri isti obremenitvi kolesa je ta ploskev tem manjša, čim večji je pritisk. Pri istem pritisku v pnevmatiki se pa seveda obremenilna ploskev veča z rastočo težo valjarja. Bistveno pri tem je, da je specifični pritisk na tla konstanten in teoretično enak inflacijskemu pritisku v pnevmatiki. Dejansko je zaradi togosti težkih pnevmatik, ki deloma same prenašajo nekaj obtežbe na tla, nekoliko večji. Meritve kažejo, da je stvarna specifična obremenitev 1,1 do 1,2 krat večja od inflacijskega pritiska. Pri konstantnem inflacijskem pritisku torej ne dosežemo povečanje specifičnega pritiska s povečanjem teže. Pri tem se poveča samo kontaktna površina.

Za komprimacijsko prakso so pa te ugotovitve dokaj važne. Da bomo boljše razumeli, si oglejmo podrobneje ta odnos na praktičnem primeru.

V diagramu slike 22 so teoretično (po Boussinesq-u) izračunane napetosti tal v raznih globinah in sicer za običajni inflacijski pritisk takih pnevmatik 4.5 atm. V prvem primeru (kričulva 1) je kolo obremenjeno s 4.5, v drugem pa z 18 tonami. V prvem primeru znaša obtežilna (kontaktna) ploskev 908 cm², v drugem pa 3630 cm². Običajna višina nasipavanja znaša za valjarje s pnevmatikami 10–15 cm in, če pogledamo na navedeni diagram, vidimo, da je n. pr. v globini 15 cm razlika v napetosti tal le ca. 1 kg/cm² (oz. ca. 30%). Ta razlika je pa prav malo izdatna, čeprav je obtežba kolesa in obremenilna ploskev

štirikrat večja. Z drugimi besedami je s tem povedano, da tudi z občutnim povečanjem obtežbe valjarja pri istem inflacijskem pritisku praktično na navedeni globini ni mogoče pove-



Sl. 22

čati napetosti tal in s tem seveda tudi ne komprimacijskega učinka. Pridobimo lahko kvečjemu to, da se zmanjša število prehodov in to zaradi znatno večje kontaktna površine. Ali pa je to zmanjšanje števila prehodov v takem razmerju, da opravičuje znatno večjo vlečno silo, je drugo vprašanje, ki ga reši edino rentabilitetni račun. V večini primerov bo gotovo cenejše, uporabljati lažje valjarje in večje število prehodov. Poleg tega so lažji valjarji pripravnejši od težkih, ki s svojo neokretnostjo zlasti na omejenem prostoru zelo ovirajo delo.

Pripomnimo naj še, da so vrednosti v diagramu na sliki 22 sicer izračunane teoretično, da se pa preizkusne meritve na stavbišču s temi ugotovitvami popolnoma ujemajo. Specifični pritisk moremo torej povečati samo s tem, da povečamo inflacijski pritisk. Vendar tudi za ta primer velja načelo, da mora biti specifični pritisk v pravilnem razmerju z nosilnostjo nasipnega materiala, ker bi se sicer pri večjih obremenitvah začel valjar pogrezati.

Glede potrebnega števila prehodov velja v splošnem isto kakor za ježe, le ta razlika je, da je treba zaradi manjših specifičnih pritiskov zvaljati vso površino. Število prehodov pa na račun dokaj velikih obremenilnih površin nikakor ni pretirano.

S tem smo v glavnih potezih podali najvažnejše delavne značilnosti statično delujočih komprimacijskih sredstev in na podlagi navedenega lahko pridemo do sledečih praktičnih zaključkov:

Gladki valjarji so uporabljivi le pri takih zemljinah, pri katerih s statičnim pritiskom res dosežemo zaželeno gostoto, kakor so n. pr. mehke, dobro stisljive, drobtinaste zemljine (puhličasta ilovica, peščena ilovica, enakomerno granuliran kamnit material s hrapavo površino in z zmerno zrna-
tostjo do največ 15 cm premera). Vi-

šina nasipavanja mehkejših zemljin je največ 20 cm, redko 30 in sicer samo pri močno stisljivih zemljinah. Pri tolčencu ali podobnem kamnitem materialu znaša ta višina največ 10 cm. Gladki valjar je torej predvsem potreben za komprimiranje raznih telfordskih, makadamskih, asfaltnih ali terovih vozišč in za planiranje. Neekonomičen ali neuporabljiv je za zemljine, ki jih je treba pri komprimiranju hkrati tudi drobiti, kakor so n. pr. zemljine s skriljavo strukturo, večji kosi neobstojnega ali obstojnega kamnitega materiala i. p. Prav tako ni primeren za peščeno-gramozen material z okroglimi oblikami zrn. Za koherentne zemljine (gline, ilovice i. p.) je sicer uporabljiv, toda le pri določenih pogojih. Predvsem mora biti vlaga primerna, t. j. zemljina ne sme biti ne presuha in ne prevlažna. Višina nasipavanja pa ne sme presegati 15–20 cm. Pri teh pogojih je tudi z gladkim valjarjem mogoče doseči predpisano gostoto koherentnih zemljin, vendar se moramo zavedati, da je komprimiranje takih vrst zemljin v primeri z drugimi načini neekonomično in da uporabljamo gladke valjarje le v primeru, da drugih, primernejših sredstev nimamo na razpolago.

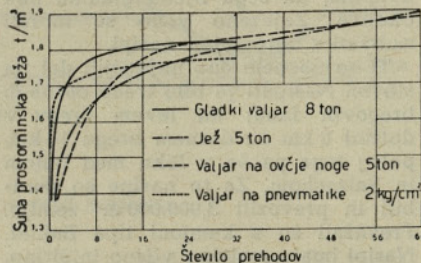
Ježi oz. valjarji na ovčje noge so primerni za vezljive zemljine, kakor so glina in ilovica v najrazličnejših variacijah. Za peščene materiale so manj primerni, neuporabljivi pa so za kamnite zemljine vseh vrst. Višina nasipavanja je odvisna od dolžine nožice. Navadno pa se giblje od 15–20 cm. Pri tej debelini sloja so dosežene gostote za današnje dimenzije in teže ježev največje. Predvsem so uporabljivi za peščeno glinaste ali peščeno ilovnate zemljine. Za kamnite materiale ali za težko gnetne ilovice in gline niso priporočljivi. Višina nasipavanja se giblje po teži valjarja od 15–20 cm, redkeje več. Pri gradnji letališč, stadionov i. p. uporabljamo težke valjarje (do 150 ton) ker pri takih obsežnih površinah neokretnost ne igra velike vloge. Za gradnjo nasipov uporabljamo manjše tipe.

Za vse vrste valjarjev pa velja načelo, da je za končni učinek odločilna predvsem metoda valjanja, ne pa teža oziroma specifični pritisk valjarja. Zato velja staro pravilo: čim težji je valjar, tem večji je efekt, le pri povsem določenih pogojih.

V praksi si moramo nedvomno postaviti tudi vprašanje, kakšne so storilnosti navedenih vrst valjarja in v katerih primerih dajemo prednost eni ali drugi vrsti.

Iz prej navedenega je razumljivo, da ni mogoče odgovoriti na to vprašanje s kako vselej veljavno šablono, ker imamo opraviti z mnogimi faktorji, ki so lahko zelo različni in ki jih moramo vse upoštevati. Vendar je mogoče postaviti neko splošno načelo.

V sliki 23 so v diagramu pokazane storilnosti za neko glino, pomešano s prav drobnim peskom. Pri isti vlagi je bil nasip komprimiran na raznih



Slika 23

mestih s 4 vrstami valjarjev, in sicer z 8 tonskim gladkim, z ježem in valjarjem na ovčje noge, ki sta bila težka po 5 ton ter z valjarjem na pnevmatike, katerega specifični pritisk na kontaktni ploskvi je znašal ca. 2 kg/cm². Ta poizkus je izvedel angleški »Road Research Laboratory« leta 1950 z namenom, da si ustvari podobo o odnosu različnega števila prehodov teh valjarjev na doseženo gostoto. Na podlagi rezultatov teh preiskav je mogoče jasno videti, da gladki valjar in valjar na pnevmatike dosežeta svoj maksimalni učinek po razmeroma majhnem številu prehodov. Nadaljnje valjanje pa praktično gostote prav nič več ne poveča in je zato nesmiselno.

Pri ježih oziroma valjarjih na ovčje noge je potrebno znatno večje število prehodov za isto gostoto. Vendar pa je pri njih značilno to, da ni dosežen kak maksimum, ampak da gostota z naraščajočim številom prehodov še vedno raste. Razlika med ježem in med valjarjem na ovčje noge je ta, da v začetku gostota pri ovčjih nogah hitreje narašča kakor pri ježu. To je razumljivo, ker imajo ovčje noge večjo kontaktno površino. Če pa je število prehodov še povečano, se krivulji križata, to je, z ježem, dobimo večje gostote, kar je treba nedvomno pripisati večji specifični obremenitvi.

Pri tej primerjavi pa ne smemo pozabiti na dejstvo, da je v navedenem primeru teža ježev oziroma valjarja na ovčje noge le 5 ton. To je seveda njihova dobra stran.

Samo po sebi je razumljivo, da navedeni preizkus nikakor ni splošno veljaven. Pač pa je dejstvo, da se pri vseh zemljinah, ki so primerne za komprimiranje z opisanimi valjarji, pojavljajo precej podobni rezultati. Po angleških izkušnjah moremo računati, da so potrebne gostote dosežene z gladkimi valjarji pri 4–16, z ježi pri 14–16 in z valjarji na pnevmatike pri 6–8 prehodih.

Omenili smo že, da so zemljine gradbeni material, ki se zelo hitro in često menja. Če uporabljamo splošne smernice, kakršne smo navedli, potem sicer ne bomo bistveno grešili. Vprašanje pa je, ali bo tako delo tudi ekonomično. Podana števila prehodov se gibljejo v precej širokih mejah. Za same stroške pa je gotovo potrebno, da določimo tako število prehodov, ki nam zagotovi zaželeno gostoto. Prav tako pa mora biti seveda to število omejeno navgor in nikakor ne smemo dopuščati nesmiselnega in dragega prekomernega valjanja. Če si hočemo ustvariti kar najjasnejšo podobo o vseh vplivnih faktorjih, potem je nedvomno edino pravilna pot ta, da pritegnemo k sodelovanju geotehnični laboratorij. S tem izključimo »slučaj«, večje pomanjkljivosti in individualno zelo varljive občutke. Laboratorij nam daje podatke o pravilni optimalni vlagi, o pravilni višini nasipavanja in o potrebnem številu prehodov. Metode teh predhodnih preiskav in kontrola na samem stavbišču zahtevajo relativno malo časa in denarja. Ti stroški so pa bogato plačani z uspehom takega dela, ki tiči predvsem v doseženi zahtevani stabilnosti in nosilnosti zemeljskih gradenj in v tem, da odpade vsako nepotrebno prekomerno valjanje, ki, kakor znano, v proračunu močno obremenjuje postavko za zemeljska dela.

LITERATURA:

1. Bjerrum, Künstliche Verdichtung der Böden (Strasse u. Verkehr, No 2, 3, 4 in 5, 1952).
2. Keil, Der Dammbau, Springer 1938.
3. Lapin, Izbira racionalne oblike nožice ježa D-130. (Mehanizacija strojiteljstva, No ., 1950).
4. Neumann, Der neuzeitliche Strassenbau, Springer 1951.
5. Technique Moderne-Construction, No 7, 1951.
6. Turnbull, Johnson, Maxwell, Komprimiranje zemljin (Bulletin Highway Research Board, No 23, 1949).
7. Western Construction News, No 5, 1951.

Hydrocentrali Braunau-Simbach in Birsfelden

Hydrocentrala Braunau — Simbach

Pri sotočju rek Salzach in Inne, prav na meji med Nemčijo in Avstrijo, gradijo Nemci in Avstrijci pri mestu Braunau novo hidrocentralo. Zanimiva je že zaradi tega, ker jo gradijo Nemci in Avstrijci skupno. Vse je razdeljeno na polovico. Polovico materiala dajo Nemci, polovico Avstrijci; prav tako je s stroji, delovno silo in tehničnim osebjem. Strojne naprave so delno nabavili v Nemčiji delno v Avstriji. Delavcev je 60% Nemcev in 40% Avstrijcev. Tudi kapital (investicije) za graditev sta prispevali obe strani v enaki meri. Objekte gradi več nemških in avstrijskih podjetij, ki so se v ta namen združila za čas gradnje. Vkljub temu, da sta se obe strani sporazumeli za sodelovanje pri gradnji hidrocentrale, pa smo med razgovorom lahko ugotovili, da ni posebno pristranskega odnosa med obema stranikama. Nemci se pritožujejo nad Avstrijci in obratno. Posebno ljubo-sumno čuvajo eni kot drugi svoje pravice, ki jim pripadajo po določeni soudeležbi. To pa je razumljivo, ker je med podjetji v Nemčiji in v Avstriji precej huda borba za to, komu bo uspelo prevzeti delo. Podjetij je mnogo, dela pa razmeroma malo.

Poleg gradbenih podjetij so pritegnjena še mnoga podjetja za izvedbo posebnih del. Tako sodelujejo tvrdke Brown Boveri za strojne dele, »Elin« za električne napeljave, Säger und Woerner, Holzmann Dyckerhof za lesne konstrukcije, opaže itd.

Ker je gradbišče na meji, je dostop dovoljen le s posebnim dovoljenjem. Celo stavbišče je obdano z žico. Ob vходу pregledujejo potne liste in imajo carino. Obiskovalci morajo oddati denar in prtljago, ki jo nato čuvajo v carinarnici do odhoda z gradbišča.

Hydrocentrala sodi v vrsto hidrocentral, ki jih nameravajo oziroma so jih že zgradili na Innu. Na bavarski strani je že izgotovljenih 5, na avstrijsko-nemški meji na Innu pa 2.

Hydrocentrala je nizko tlačna. Letno bo dajala 513 milijonov kWh, od tega poleti 337 kWh, pozimi pa 176 milijonov kWh. Pretočne vodne množine so tu pri nizki vodi 170 m³/sek, pri srednjem vodostaju 697 m³/sek., pri najvišjem vodostaju celo 5600 m³ na sekundo.

Reka je na tem mestu široka 250 m, od tega odpade na zaježitvene naprave 150 m in na strojnico 100 m. Zaježitev tvori 5 zatvornic velikosti 23 × 13.50 m, ki so pretočne. Strojnica ni dvignjena nad višino jezu, temveč je v isti višini kot zatvornica, tako da cela hidrocentrala tudi arhitektonsko zelo ugodno učinkuje na

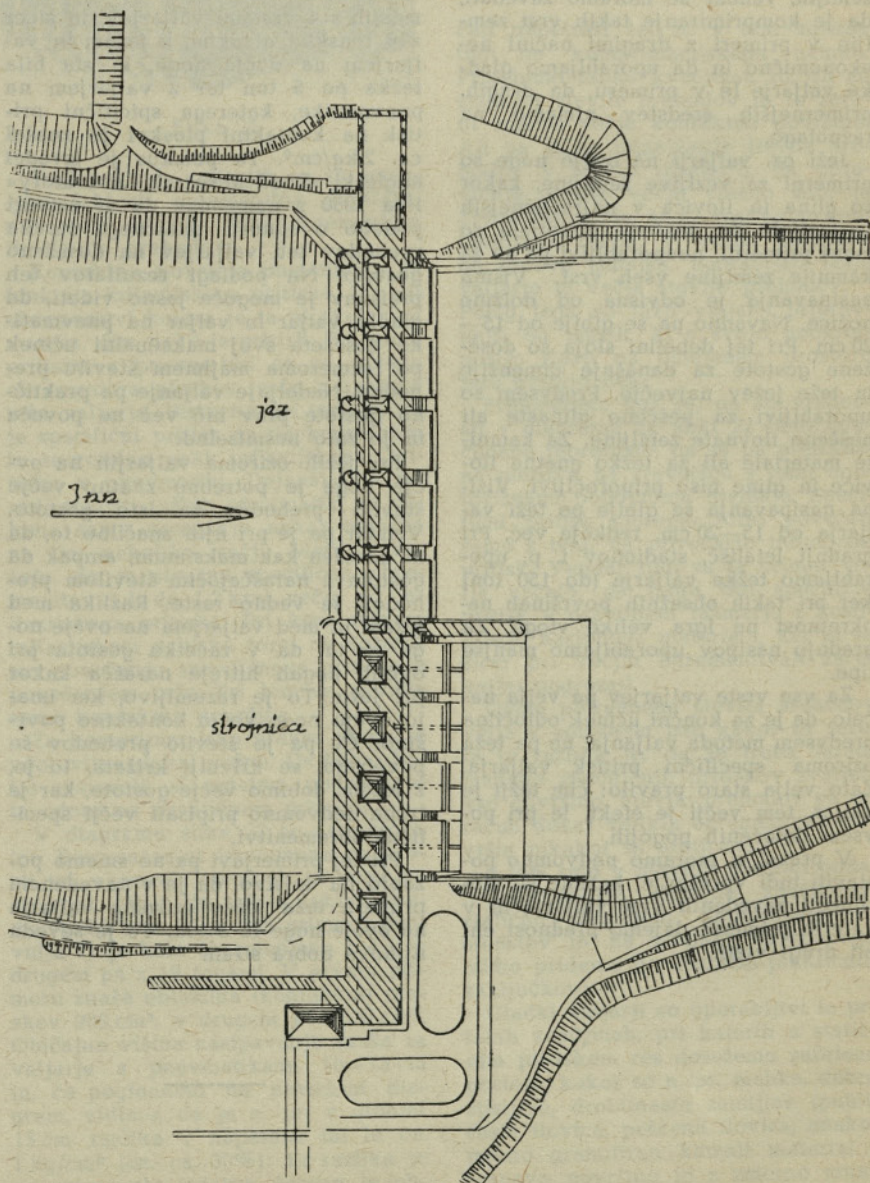
vso okolico, ki je ravna. Portalni žerjav teče preko vse naprave, to je preko zaježitve in strojnice, v isti višini. Sl. 1.

Ko so reko zaježili, se je voda tako dvignila, da sega njena gladina nad okolico. Zaježeno vodo so morali zadržati z ogromnimi nasipi.

Ti so obenem eno največjih del na stavbi. Nasipati je bilo treba ob obeh bregovih Inna; na levem bregu v dolžini 8 km na desnem bregu 10 km, poleg tega pa še v loku med Innom in Salzachom. Za te nasipe so porabili in prevozili 3,900.000 m³ zemlje. Prevažali so s kamioni tipa Euklid. Nasipi imajo različno višino in širino. Najvišji nasip je visok 14 m in širok

3.5 m. Pobočje na vodni strani je v nagibu 1 : 1.75. Obloženo je s 30 cm debelo betonsko oblogo. Zanimiv je način, kako betonirajo to oblogo. Na vrhu nasipa stoji betonski mešalec, ki se pomika po tiru vzdolž nasipa. Po nagibu nasipa so položene tirnice v širini 3 m in po teh teče finiše. Iz mešalca dovažajo beton do mesta uporabe, tam ga pa finiše vgradi. Betonski mešalec, dostava betona in pomikanje finišerja tvorijo skupno nekako premično betonarno.

Odvodna stran nasipa je izvedena v krivi liniji z nagibi 1 : 1.75; 1 : 2, 1 : 3 in 1 : 5. Pobočje bo pokrito s humusom in zasejano s travo. Za pronicujočo vodo je na odvodni stra-



Sl. 1: Hydrocentrala Braunau-Simbach

ni napravljena drenaža 50.50, od ktere vodi betonska cev $\varnothing 15$ cm do odprtega kanala, ki odvaja vodo zopet v reko. Nasipi so napravljeni v plasteh po 1 m; ležijo pa brez posebne podlage na tleh, kjer je odstranjen le humus. Sl. 2.

Opazi so iz lesenih oblatih montažnih tabel, ki jih montirajo med lesene ali železne pokončne nosilce.

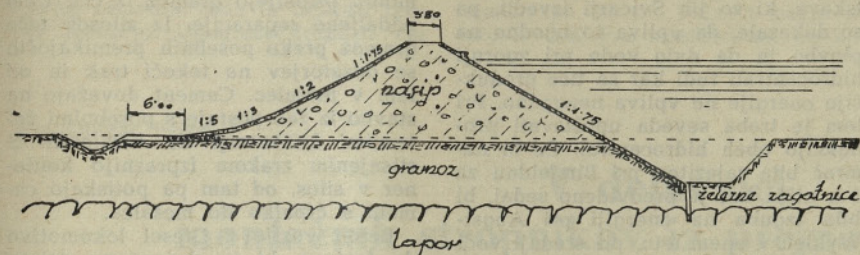
Na gradbišču je zaposlenih okoli 2000 delavcev, ki so večina iz okoliških krajev. Delavci, ki stanujejo na gradbišču, ne plačujejo stanovanja.

Hidrocentrala Birsfelden

Birsfelden je predmestje švicarskega mesta Basel, ki leži ob reki Reni. Meja med Nemčijo in Švico poteka tu po sredini reke in to do mesta, ki je oddaljeno 1.5 km od Birsfeldna proti vzhodu, tam pa zavije proti severu tako, da teče Ren ves po Švicarskem ozemlju. Na tem mestu gradijo novo hidrocentralo Birsfelden, in sicer Švicarji v družbi z Nemci. Torej po istem načinu kot v Braunau, samo da imajo tu Švicarji večji delež (68%) kot Nemci (32%), ker je naprava vsa na švicarskem ozemlju. Švicarji pa so morali upoštevati tudi pravice, ki jih ima na Reni Nemčija vzvodno nad centralo kakor tudi nizvodno.

Projektirana centrala je čista zajezitev s pretočnim jezom. Jez zavzema večji del širine reke tako, da leži strojnica sicer v podaljšku jez, toda v umetno izkopanem zalivu ali razširitvi reke na levem bregu. Sl. 3.

Na razporeditev naprav, kakor tudi na gradnjo samo je imelo odločujoč vpliv dejstvo, da se je morala med gradnjo plovba nemoteno razvijati. To je vplivalo na velikost pretočnih polj, ker so morala biti ta širša in se je s tem tudi podaljšal ves jez. Sprva so nameravali najprej zgraditi plovne objekte in jih uporabljati že med gradnjo ostalih naprav. To bi pa povzročilo mnogo večje izkope v zgornjem delu plovnega kanala in reke same, pazneje pa bi se tudi podaljšal čas graditve. Kalkulacija je pokazala, da je najekonomičneje vzdrževati plovbo po glavni strugi tudi med gradnjo.



Sl. 2: Prčni presek nasipa

Delo poteka v dveh delih. Najprej so z Larsenovimi železnimi zagatnicami zaprli levi del reke in zgradili oporne stebre in podnožje pretočnih polj. Sedaj imajo zgrajen desni del, kjer gradijo v suhi jami temelje za turbinske komore in strojnico. Za celotno napravo bodo porabili 200.000 kub. m betona, 4000 ton bet. železa 56000 ton cementa, 2000 ton železnih zagatnic.

Gradbišče je zelo mehanizirano; imajo tri Wolfove žerjave, 1 Kaiser žerjav, 1 mali portalni žerjav, 4—12 bagerjev in več motornih ovnov. Ves material prevažajo z kamioni Euklid vsebine 5—12 m³.

Separacija, betonarna, železokrivske delavnice, silosi in delavsko naselje so razporejeni na levi strani reke. Od desnega na levi breg pa je postavljen delovni most, po katerem je speljan ozki tir in vse ostale instalacije, potrebne za gradbišče.

Gramoz dobivajo iz prodišč Inna, ga z bagerji nalagajo na avtomobile in prevažajo do separacije. Tu ga drobe, sejejo in perejo ter ga z elevatorji dvigajo v silose nad betonarno. Betonarna je podobna kot v Kaprunu. Frakcije gramozu 0—3 mm, 3—7 mm, 7—30 mm in 30—60 mm ter cement grede iz silosov preko tehtnic v mešalce. Teh je 6 in dajejo 60 m³ betona na uro. Iz mešalcev gre izgotovljen beton v betonske črpalke. Vsa betonarna je torej urejena na težnostni podlagi.

Cement dobivajo po železnici do postaje Simbach na nemški strani ter ga v raztresenem stanju dovažajo po ind. tiru do silosov na gradbišču. Vagone praznijo z ročno mehansko lopato, ki jo delavec zasadi v cement in jo nato motor vleče k odprtini do elevatorja. V silos dvigajo cement s korčnim elevatorjem.

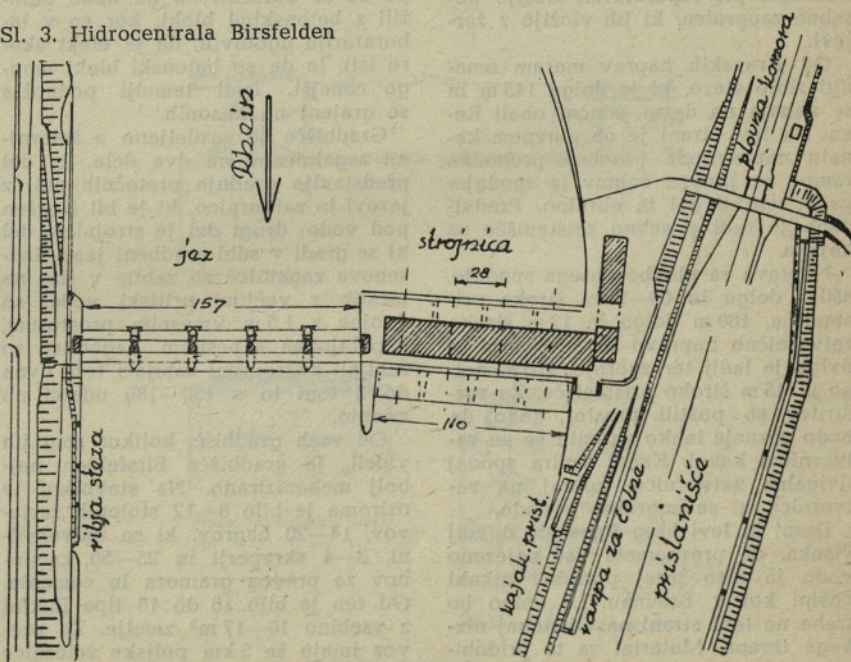
Beton dovažajo do mesta vgraditve z betonskimi črpalkami, med katerimi je potrebno posebno omeniti črpalko tipa Rex z kapaciteto 38—40 m³ na uro na razdaljo 300 m. Beton je plastičen; marke M 225, 325 in 425.

Naselje je podjetnikovo. Če prenočujejo v naselju tuji delavci, plačajo po 1.2 DM za eno noč. Plače nekvalificiranih delavcev znašajo 1.2 DM na uro, kvalificiranih pa 1.4—1.6 DM. Če se delavec vozi na delo s kolesom dobi še 1 do 1.5 DM na uro kot odškodnino. Povprečni zaslužek delavca znaša 250 DM na mesec. Na stavbi je 18 inženirjev. Njihov zaslužek se suče od 400 do 450 DM na mesec.

Cela hidrocentrala bo predvidoma stala 120 milijonov DM, od tega gradbena dela 40 milijonov DM, ostalo pa oprema. Omeniti moram še to, da cement in železo nabavlja investitor sam in da nista vračunana v ponudbi podjetnikov. En m³ betona brez železa in brez cementa stane 18 DM, tona cementa v raztresenem stanju pa 80 DM.

Hidrocentralo Braunau so pričeli graditi v aprilu 1951 in jo bodo dokončili v decembru 1953. Preseneča

Sl. 3. Hidrocentrala Birsfelden



Pravilno ureditev naprav za hidrocentrale in za plovni kanal so preizkušali več kot dve leti na modelu v merilu 1:100, ki je obsegal del Rena od železniškega mostu do pristanišča Birsfelden. Vse pomanjkljivosti, ki so se pri tem pokazale, so sproti popravljali in tako pripravili za začetek del res vsestransko preverjen načrt.

Hidrocentrala sestoji iz hidrocentrale s stranskimi napravami in iz plovne komore. Hidrocentrala sama obsega jez, strojnico, stiskalnico in upravno poslopje.

Jez je dolg 157 m in ima pet pretočnih polj po 27 m. Vsako pretočno polje je zaprto z dvojno zatvornico višine 11,25 m. S spuščanjem gornje zatvornice ali z dviganjem spodnje zatvornice ali s premikom obeh delov lahko obdrže vodno gladino na isti višini pri kakršnikoli vodni množini. Za dviganje in spuščanje zatvornic so nameščene naprave na stebrih samih in ne kot običajno na zatvornicah ob straneh. Jez je tako dimenzioniran, da odteka nemoteno tudi dosedaj najvišja voda, to je 5500 m³ na sek, čeprav je eno pretočno polje zaprto.

Dno nad in pod jezom je zavarovano z betonskimi bloki. Če bi teh blokov ne bilo, bi moral biti jez mnogo globlje fundiran.

Strojnica je dolga 121 m in 21 m široka. V strojnici so 4 vertikalne turbine, vsaka ima 28.000 KS. Presečne dimenzije strojnice, ki so res izredno velike. So pa v razmerju z dimenzijami turbin in generatorjev. Velikost turbin in ostalih naprav pa je zopet v odvisnosti od malega padca in velikih množin vode, ki dosega 1200 do 1300 m³/sek.

Na zgornji strani strojnice sta montirana dva stroja za čiščenje utočnih grabelj. Za zapiranje utoka k turbinam pri reparaturah služijo posebne zapornice, ki jih vložijo z žerjavi.

Od stranskih naprav moram omeniti ribjo stezo, ki je dolga 145 m in se nahaja na desni, sončni obali Rena. Na levi strani je ob plovnem kanalu napravljena posebna prehodna rampa za prevoz čolnov iz spodnjega v zgornji del in obratno. Predvideno je tudi posebno pristanišče za kajake.

Naprava za plovbo obsega spodnje, 450 m dolgo in 60—80 m široko pristanišče, 180 m dolgo in 12 m široko zatvornično napravo za spuščanje in dviganje ladij ter zgornje, 420 m dolgo in 45 m široko pristanišče. Za razširitev so pustili prostor, tako da bodo pozneje lahko zgradili še en zatvornični kanal. Kanal zapira spodaj dvigalna zatvornica, zgoraj pa zatvornica, ki se pogrezne v vodo.

Desni in levi breg Rena sta dovolj visoka, da prevzameta vso zajezeno vodo in niso torej potrebni nikaki nasipi kot v Braunau. Le delno bo treba na levi strani nasuti nekaj nizkega terena. Material za to pridobi-

vajo iz gradbene jame, kjer bo potrebno izkopati cca 1.5 milijona m³ zemlje.

Zanimivo je, da sega zajezev Rena pri Birsfeldnu do naslednje hidrocentrale pri Augst - Wyhlen in vpliva na produkcijo te centrale. Preiskave, ki so jih Švicarji izvedli, pa so dokazale, da vpliva to ugodno na plovbo in da dvig vode pri zgornji hidrocentrali tudi kar se tiče produkcije energije ne vpliva neugodno. Pri tem je treba seveda upoštevati produkcijo obeh hidrocentral. Če bi namreč bila zajezev pri Birsfeldnu za 1 m nižja kot je predvideno sedaj, bi bila izguba na energiji pri Augst-Wyhlen v enem letu, pri srednji vodi za 35 milijonov KWh manjša, toda izguba pri Birsfeldnu bi znašala 63 milijonov KWh. Tako bi znašala letna izguba pri obeh hidrocentralah 28 milijonov KWh. Na drugi strani pa seveda ni mogoče zajezev poljubno dvigniti, prav zaradi zgornje hidrocentrale.

Produkcija energije znaša pri srednjem letnem dotoku vode in po odbitku izgub Augst-Wyhlen, ki jo mora Birsfelden nadomestiti. 362 milijonov KWh; od tega odpade 162 milijonov KWh na zimsko dobo (45%) in 200 milijonov KWh (55%) na letno dobo.

Gradnja je sedaj v polnem razmahu. Del pregrade s stebri je že dograjen; ob našem prihodu so betonirali in spuščali keson za zadnji steber. Stebri so vsi grajeni s pomočjo kesonov. Kesone za stebre imajo obešene na posebnem ogrodju in jih spuščajo s posebnimi ogrodju in jih spuščajo s posebnimi spuščevalnimi napravami. Ko zabetonirajo dva stebra, zaprejo vodo med njima in betonirajo pretočno polje. Dno pretoka so najprej nameravali obložiti s kamnitimi kvadri, potem pa so se odločili, da ga bodo obložili z betonskimi bloki, ker so v laboratoriju ugotovili, da je efekt skoro isti, le da so betonski bloki mnogo cenejši. Tudi temelji podnožja so grajeni na kesonih.

Gradbišče je razdeljeno z železnimi zagatnicami na dva dela. En del predstavlja gradnjo pretočnih polj z jezovi in zatvornico, ki je bil izvršen pod vodo; drugi del je strojnični del ki se gradi v suhi gradbeni jami. Larsenove zagatnice so zabite v tla; na mestih z večjimi pritiski vode, so dvojne z 1.5 m vmesnim prostorom, napolnjenim s peskom. Zagatnice so zabijali s strojnimi zabijači teže ovna do 2 toni in s 150—180 udarci na minuto.

Od vseh gradbišč, kolikor smo jih videli, je gradbišče Birsfelden najbolj mehanizirano. Na stavbišču je oziroma je bilo 8—12 stolpnih žerjavov, 14—20 bagrov, ki so univerzalni, 3—4 skreperji in 25—50 kamionov za prevoz gramoza in cementa. Od teh je bilo 16 do 18 tipa Euklid z vsebino 10—17 m³ zemlje. Za prevoz imajo še 5 km poljske železnice

z 8 parnimi lokomotivami. Vagoneti imajo do 7 m³ vsebine in je širina tira zaradi tega večja kot 60 cm. Na gradbišču je tudi več strojnih nabi-

Betonarna je preprosta; gramoz v več frakcijah imajo v posebnih silosih na pobočju gradbene jame. Avtomobili pripeljejo gramoz iz cca 1 km oddaljene separacije. Iz silosov teče gramoz preko posebnih premikajočih se dozatorjev na tekoči trak in od tam v mešalec. Cement dovažajo na stavbo iz žel. postaje s posebnimi železnimi kontenerji na kamionih. S stisnjenim zrakom izpraznijo kontener v silos, od tam pa potiskajo cement s črpalko do mešalca.

Beton vozijo z Diesel lokomotivo do žerjava, ki ga dvigne na delovno mesto. Na mesta, kamor žerjav ne doseže, dostavljajo beton s posebnim trakom, ki je pritrjen na premični žerjav. Betonskih črpalk ne uporabljajo, ker vgrajujejo le vlažen beton.

Separacija je običajno izvedena. Sita so vibracijska. Separira in pere pa se gramoz, ki ga pridobivajo iz izkopa za glavni kanal. Fin pesek (mivka) ki se usede v vodi, izločajo iz vode s posebnimi spiralnimi kolesi. Zanimivo je tudi nakladanje gramoza na kamione. Avto zapelje pod silos; šofer sam potegne mehanizem. Ta odpira zaklopko odprtine silosa s pomočjo stisnjenega zraka. Ko je avto napolnjen, gre na vagonsko tehtnico, tako da imajo zelo natančno evidenco nad količino gramoza. Voznik dobi prvega oziroma zadnjega v mesecu na podlagi listkov o tehtanju izplačilo za prevoz gramoza. Vozijo pa privatniki s svojimi avtomobili, ki so po večini 5—7 tonski prekucniki tipa Saurer. Avtomobili vozijo v presledkih treh do petih minut neprekinjeno noč in dan.

Vse izkopavajo s stroji, lopate in samokolnice ni videti nikjer. V plovni komori kopljeta dva bagra; eden je zličar, drugi pa je opremljen s skreperjem. Na vsem gradbišču izkopljejo dnevno 3500—4000 m³ zemlje. Za opaž uporabljajo posebne lesene lepljene montažne plošče, debeline do 3 cm. Ves opaž je iz žaganega in skobljenega lesa. Uporabljajo tudi opaž iz železne mreže, tako imenovani »Streckmetal«. Mreža je iz pločevine, ki ima med širokimi rebri tanke železne trakove. Zelo dobro se obnese tam, kjer je potrebno prekiniti z betoniranjem in nadaljevati pozneje. Z mrežo dosežejo veliko hrapavost in s tem dobro prijemljivost obeh delov.

Za izdelavo betonskih obložnih blokov in drugih betonskih izdelkov imajo posebno betonarno, ki je dobro urejena. Doziranje gramoza je tu rešeno s posebnim kratkim transportnim trakom, ki se vrtil tik pod odprtino silosa. S hitrejšim ali počasnejšim vrtenjem pada večja ali manjša količina gramoza iz silosa na tekoči trak. Cement dozirajo preko posebne avtomatske električne tehtnice.

Na gradbišču ima investitor laboratorij za preiskavo vseh materialov. Na 100 m³ betona odvzamejo po tri kocke za preiskavo po 7 in po 28 dneh. Trdnosti so $\sigma_7 = 290 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_{28} = 386 \text{ kg/cm}^2$. Zahtevana trdnost znaša celo 450 kg/cm² z dodajo 300—350 kg cementa, toda te trdnosti redko dosežejo. Upogibne trdnosti ce-

menta pa znašajo $\sigma_7 = 45\text{--}55 \text{ kg}$ in $\sigma_{28} = 60\text{--}75 \text{ kg/cm}^2$ in to z gredicami 4×4×16.

Na gradbišču je zaposlenih cca 550 delavcev. O tehničnem osebju je treba omeniti to, da je tu zaposlenih 20 inženirjev. Delajo pa v dveh izmenah po 10 ur. Delavci imajo na uro 2—2.40 Frs, kvalificirani pa 2.80

do 3.50 Frs. Mesečni zaslužek znaša cca 600 Frs.

Celotna naprava bo stala 136,38 milijonov Frs, od tega odpade na centralo 112,6 milijonov in na plovne naprave 23.78 milijonov Frs.

Zaradi zahteve, da mora biti plovba med gradnjo nemotena, se bodo dela zavlekla na čas 5 let.

Ing. Gorazd Berce

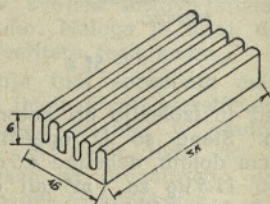
DK 691.52 : 691.328.23

V delavnici montažnih stropnikov iz prejnatega betona

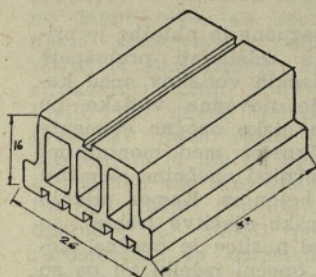
Prejnati beton se v gradbeništvu vedno bolj uveljavlja. Njegova domena so slej ko prej večje in težje železobetonske konstrukcije z velikimi razponi in velikimi obremenitvami pri mostovih, industrijskih stavbah in

peti beton se izkaže kot rentabilen le, če uporabljamo jeklo trdnosti nad 120 kg/mm². Temu primerna pa mora biti tudi kvaliteta betona samega in tako je nujno, da dosežejo visokovreden beton. To jim uspe z vi-

jeklena tanka peresa so pritrjena v obliki vilic na električni vibrator. Vibrator polože tako, da sega v vsako rebro eno pero vibratorja, tega pa nato pomikajo po nosilcu. S tem načinom vibriranja dosežejo, da je beton med rebri izredno zbit. Profil je popolnoma zalit in je vsaka guba v rebro izpolnjena z betonom. Opeka in beton se zlijeta v monolitno enoto, tako da se v prerezu oba materiala razlikujeta le po barvi. Na črti med opeko in betonom ni opaziti kakšne meje.



Sl. 1



Sl. 2

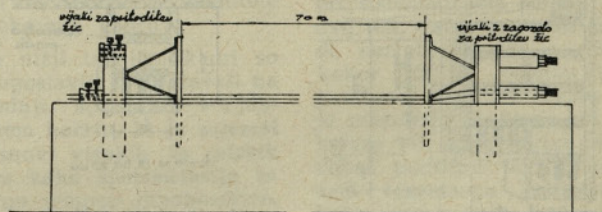
celo pri obrežnih pomorskih zgradbah. V inozemstvu so ga pa pričeli z uspehom uporabljati tudi pri stanovanjskih stavbah za stropnike, okenške in vratne preklade in to v zvezi z opečnimi izdelki.

V mestecu Frick ob progii Zürich—Basel v Švici izdelujejo lahke montažne stropnike iz prejnatega betona. Delavnica sama je postavljena tik ob veliki opekarni, ki dobavlja opečne izdelke, potrebne za produkcijo montažnih prejnatega betona. Osnovni element nosilec je namreč rebričast opečni zidak po sl. 1 ali votlak po sl. 2.

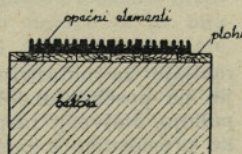
Te elemente polagajo drugega poleg drugega, med rebra oziroma v utore vložijo jeklene palice, ki jih napnejo, utore pa nato zalijejo z betonom. Opečni izdelki so iz prvovrstne gline, dobro žgani. Trdnosti se gibljejo od 190—250 kg/cm², povprečno dosega 220 kg/cm². Za beton uporabljajo pran rečni pesek (renski), velikost zrnja do 5 mm. Na 116 litrov betona porabijo 50 kg cementa, kar ustreza približno 400 kg cementa na 1 m³ izgotovljenega betona. Armatura sestoji iz jeklenih žic premera 4.5—5 mm. Te imajo na obodu majhne vdrtine, da se beton bolje oprime. Uporabljajo pa jeklo izredno visokih trdnosti, 160 kg/mm². Prejna-

soko dozacijo cementa, predvsem pa z vibriranjem betona. Vibrator so v delavnici izdelali sami po svoji zamisli. Prirejen je tako, da vibrira beton med posameznimi rebri. Štiri

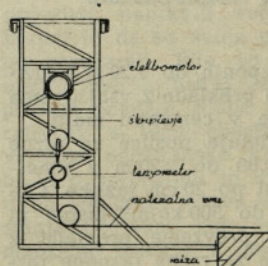
Ves proces, to je sestavljanje opečnih elementov, napenjanje žice in vgraditev betona, poteka na posebni mizi, ki je dolga 70 m in toliko široka, da lahko betonirajo 6 vrst nosilcev hkrati. Nosilce ali deske, kot jih imenujejo Švicarji, zabetonirajo v dolžini 70 m, nato jih pa razrežejo na take dolžine, kakršne pač zahtevajo konstrukcije, pri katerih jih bodo uporabljali. Jekleno armaturo med dvema nosilcema prerežejo z avtogonim plamenom. Sl. 3.



Pogled na delovno mizo



Prečni rez delovna miza



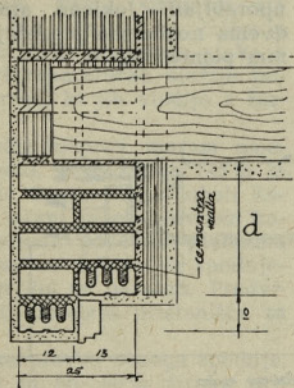
Pomočna razstavna priprava

Sl. 3: Delovna miza

Priprava za prenapenjanje jeklenih žic je razmeroma preprosta. Na obeh koncih mize so vbetonirani močni železni nosilci, ki nosijo posebne priprave za pritrditev jeklenih žic. Skozi luknje na teh pripravah potegnejo žice. Na enem koncu pritrdijo žice z vijaki ali posebnimi klini, na drugem kraju pa pritrdijo žico na pripravo za napenjanje. Ta sestoji iz elektromotorja in škripčevja, s katerim vlečejo žico. Med škripcem in žabico za prijem žice je nameščen tenzometer, kjer kontrolirajo silo, s katero je žica napeta. Vsa naprava je montirana na posebnem prečničem ogrodju, ki drsi na tračnicah pod stropom, da jo lahko pripeljejo do vsake mize v tovarni. S posebno nogo se naprava pri napenjanju upre ob betonsko mizo, kot je razvidno iz sl. 3. Ko je žica napeta, jo z vijaki ukleščijo, napenjalno napravo pa odstranijo. Petmilimetrsko žico napnejo za 1600 kg kar znaša 8000 kg na kv. cm.

Izdelki so naslednji:

Oksenske in vratne preklade po sl. 4. in 5. Prostor nad montažnimi prekladami lahko zazidamo z opeko v cementni malti ali pa zabetoniramo in dobimo tako nosilno preklado. Montažni nosilec in nadzidava tvorita homogen nosilec, kjer prevzame montažni prenapeti nosilec vlogo armiranja, to je natezne napetosti, nadzidava pa pritiske. Če uporabljamo te izdelke, je torej nujno, da napravimo še opečno izpolnitev v cementni malti. Prospekti določajo, da je po-



Sl. 4 Okenska preklada

lična. Teža montažnega nosilca na m^2 znaša od 12 kg pri širini 10 cm do 21 kilogramov pri širini 20 cm.

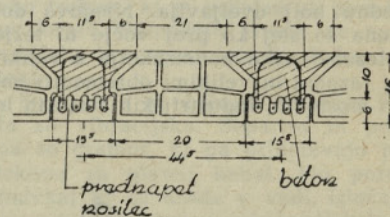
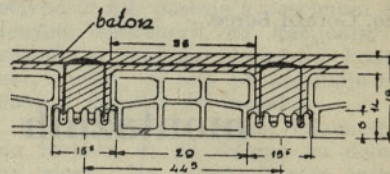
Stropi

Med položene montažne prenapete nosilce namestijo posebne votlake; preko vsega pa zabetonirajo tlačno ploščo. Sl. 6. Montažni nosilci služijo torej kot nosilni elementi namesto opaža in podpor. Ker so pa nosilci zelo nizki (6 cm) jih je treba podpreti na razdaljo 1.5 m do 1.7 m z lesenimi podvlakami. Prejnapetim nosilcem vbetonirajo na stikih med dvema zidakoma stremena, ki so upognjena navzdol ob rebra. Pri namestitvi dvignejo nato stremena in jih zabetonirajo v ploščo. Podrobnosti so razvidne iz skice 6. Teža izgotovljenega stropa se ravna po konstruktivni višini in znaša od 183 kg na kvadr. m do 395 kg na kvadr. m pri višini 26 cm. Poraba železa je 1.37 kg na m^2 jekla trdnosti 160 kg na mm^2 in 1.62 kg jekla trdnosti 32 kg na mm^2 , skupno 2.99 kg železa na m^2 stropa.

Za večje razpone in obtežbe je pričela tovarna izdelovati prejnapete nosilce iz visokih votlakov, med katere polagajo navadne votlake po sl. 7a ali pa nizke opečne elemente po sl. 7b. Prostor med montažnimi nosilci in prečnimi opečnimi elementi zapolnijo z betonom. Kamor pridejo prečne betonske ojačitve (rebra), so položene med nosilce le opečne plošče, rebrasti opečni izdelki ali pa so montažni nosilci in votla opečna telesa poševno zarezana. Strop po sl. 7a je spodaj raven, izveden po načinu kot kaže sl. 7b; kjer se rebra vidi, jih upo-

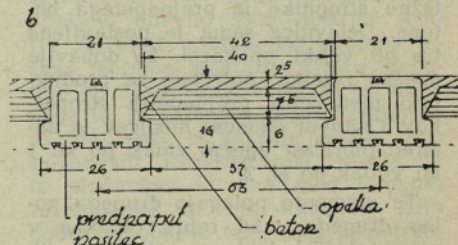
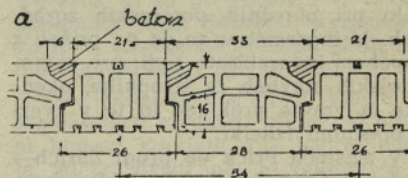
Izdelujejo tudi prejnapete montažne nosilce iz samega betona, ki imajo obliko T. Nosilce položijo v razdalji 50 cm, med te pa opečne votlake.

Poleg opisanih prejnapetih nosilcev izdeluje tovarna tudi opečne prejnapete plošče, ki jih lahko uporabljajo za vmesne predelne stene, kot oblogo kletnega bet. zidovja, kot stene za ventilacijske kanale ali pa kot



Sl. 6

opaž in izolacijo pri betonskih zidovjih. Stene so iz opečnih zidakov 25 cm dolgih, debeline 4.5 cm ter tehtajo 11.5 kg za $1 m^2$ ali cca 46 kg $1 m^2$. V sredini imajo utor za prejnapeto armaturo. Imajo veliko izolacijsko sposobnost; ker so prejnapete, so brez razpok. Lahko jih približajo na les z žebli.



Sl. 7

trebno pri razponih do 1.20 m nadzidati montažno preklado z vsaj dvema slojema opeke v cementni malti.

Tovarna izdeluje nosilce za razne razpone od 0.80 do 2.20 m z vmesnimi stopnjami po 20 cm razlike. Obtežbo stropa do 500 kg/ m^2 lastne in koristne teže prevzame preklada z višino d, ki je za razne razpone raz-

rabljajo za industrijske zgradbe ali jih pa posebej obdelajo oziroma izpolnijo. Največji razponi, katere lahko premostimo s temi stropniki znašajo do 4.80 m, kar zavisi od koristne obtežbe, ki gre od 100 kg/ m^2 do 300 kg/ m^2 . Lastna teža znaša pri vseh vrstah 150 kg/ m^2 . Jekla potrebujemo 2.29 kg/ m^2 .

Vsi opisani montažni prejnapeti nosilci so se zelo dobro obnesli za stanovanjske zgradbe. So razmeroma lahki, pri prenosu se ne lomijo niti ne dobivajo razpok. Montaža je preprosta. Povpraševanje po takih nosilcih je tako veliko, da jih delavnica ne more izdelati v zadostnih količinah.

O povezavi med gradbeno operativo in gradbenimi šolami

V dneh 14. in 15. jan. 1952 je bila na bivšem Svetu za gradbene in komunalne zadeve LRS konferenca gradbene operative, ki je kritično presodila svoje delo, ugotovila pomanjkljivosti in podala tudi napotke, kako odpraviti te pomanjkljivosti.

Nas šolnike zanimajo predvsem ugotovitve, ki obravnavajo kvaliteto absolventov Gradbenega tehnikuma LRS v Ljubljani in ki jih posnemamo iz članka ing. Cimolinija R. v Gradbenem vestniku št. 11 — 12, letnik 1952.

Pod poglavjem »Tehnični kadri« navaja pisec: »Sredji tehnični kader bolj številčno zadošča, kot pa po znanju in odnosu do dela. (Podčrtal jaz) Starejši strokovnjaki bi morali nuditi več pomoči mlajšim kadrom. Organizacija podjetja in del zahteva, da imajo v svojem sestavu srednji tehnični kader. Naloga je torej, doseči tudi kvaliteto tega kadra.

Primanjkuje tudi sposobnih delovodij, ki bi imeli dovolj teoretičnega in praktičnega znanja v gradbeništvu, ki bi imeli tudi čut in dejansko skrb za organizacijo del, za kvaliteto del in podobno.«

Med zaključki navaja pisec članka še tole: »Da bi dosegli boljše srednje tehnične kadre, naj operativa opozarja vodstvo Gradbenega tehnikuma na ugotovljene pomanjkljivosti. Bolje bo treba skrbeti za povečanje števila in šolanje delovodij.«

Te ugotovitve, ki so v bistvu pravilne, hočem pojasniti, da bo slika popolna in da ugotovimo tudi objektivne vzroke pomanjkljivosti srednjih gradbenih kadrov. Potrebno je tudi nakazati pot, kako bo mo v prihodnje izboljšali te kadre. Brez tega pojasnila bi si strokovna in tudi ostala javnost namreč lahko ustvarila enostransko in napačno sodbo o našem gradbenem strokovnem šolstvu; zato mislim, da je prav, da jo seznanimo v poglavitnih obrisih tudi s problematiko in razvojem tega šolstva po letu 1945 in ne zamočimo različnih objektivnih okoliščin, ki so močno in kvarno vplivale na razvoj in seveda tudi na kvaliteto povojnih absolventov tehničnih srednjih šol. Doslej je bilo slišati iz operative samo splošne in neutemeljene opazke posameznikov o pomanjkljivem praktičnem znanju mladih tehnikov. Slišimo pa tudi ugodne sodbe operativcev, ki nam izjavljajo, da so naši absolventi zelo disciplinirani in delavoljni. Res pa je tudi, da jih operativa ne zaposluje tako, da bi prešli vse faze dela, torej sistematično; to je že sedaj v škodo tem absolventom, kas-

neje pa bo trpela zavoljo tega tudi operativa. Uvodoma omenjena konferenca je šele podala predmetno kritiko in vsaj nekolikanj ugotovila, da starejši strokovnjaki — izkušeni praktiki — pomanjkljivo vzgajajo mlajše kadre v operativi. Tej ugotovitvi se pridružujemo, kajti le redki so med starejšimi strokovnjaki, ki se zavzemajo za mlade tehnike in jih načrtno uvajajo v bistvo in način praktičnega dela. Vsi le preradi pozabljajo, kako se je njim godilo v operativi, ko so zapustili šolske klopi. Vsakega mladega inženirja in tehnika bi morali starejši izkušeni strokovnjaki sistematično uvajati v praktično delo v dobi, ki je po uredbi predpisana za mladega pripravnika do strokovnega izpita. Da ne delajo tako, so ugotovile omenjena konferenca gradbene operative in tudi izpitne komisije pri strokovnih izpitih; ponovno so ugotovili, da mlade tehnike v pripravniški dobi samo enostransko zaposlujejo in jim ne omogočajo, da bi spoznali vse faze gradbeno operativnega dela. Voditelji gradbene operative bi morali pokazati več razumevanja za sistematično vzgojo mladega naraščaja, morali bi ga učiti, mu prikazovati in pojasniti način dela na gradbiščih, ki jih strokovna šola v današnjih okoliščinah ne more nuditi, ker je v šoli pač poudarek na teoretični izobrazbi.

Za boljše razumevanje šolske problematike si ogledimo v poglavitnih potezah še razvoj in delo strokovnega šolstva za gradbeno stroko po l. 1945, razmerje gradbene operative do tega šolstva in ukrepe, ki bi bili potrebni za zboljšanje kvalitete srednjih strokovnih kadrov.

Srednji in nižji tehnični kadri so se v stari Jugoslaviji izobraževali na Tehniški srednji šoli (TSS) v Ljubljani po učnem načrtu, ki je zajemal teoretično snov visokih in nizkih gradenj brez kake specializacije za eno ali drugo panogo gradbeništvu. Nekaj več poudarka je bilo na visokih gradnjah, kar je bilo za takratne razmere tudi primerno. Domača gradbena podjetniška dejavnost je bila po prvi svetovni vojni pri nas šele v razvoju in se je v poglavitnem usmerila v visoke gradnje. Podjetij, ki so gradila predvsem nizke gradnje, je bilo malo, a še ta so bila v rokah tujega bančnega kapitala, ki je svoje strokovnjake — Nemce — uvažal iz dežel bivše Avstro-Ogrske monarhije (n. pr. Stavbena družba, Tönnies). Vendar so absolventi arhitektonsko-gradbenega odseka na TSS obvladali obe smeri gradbene stroke toliko, da so se kmalu pričeli uve-

ljavljati in da je uvoz tujcev za zaposlitev v gradbeni stroki prenehala. Uveljavljati se je torej srednji tehnični kader, razen njega pa se je pričel uveljavljati tudi naš mladi inženirski naraščaj, ki je izšel iz domače tehnične fakultete. V drugem desetletju po prvi svetovni vojni so zasedli vsa strokovna mesta v našem gradbeništvu in v tehnično upravni službi domači strokovnjaki. To stanje je prenehalo s pričetkom okupacije v l. 1941-42.

Dve leti po osvoboditvi je šola delala še po starih učnih načrtih brez specializacije pouka v razne smeri n. pr.: visoke gradnje, prometne gradnje, vodne gradnje, konstruktivna smer.

Obnova porušene dežele in sledovi okupatorjevega pustošenja še niso bili docela zabrisani, ko so bile leta 1947 postavljene vsem strokovnim šolam konkretne naloge v zvezi s petletnim gospodarskim načrtom. V zvezi s temi nujnimi nalogami so morale strokovne šole preiti do štiritletnega na triletno šolanje; to je bilo izvedljivo in izvršeno z uvedbo specializacije pri pouku strokovnih predmetov (visoke gradnje, prometne gradnje, vodne gradnje, konstruktivna smer). Za tak pouk so bili izdelani in uvedeni novi učni načrti, a dijaki višjih letnikov so se morali takoj preusmeriti v razne specialne smeri strokovnega študija. Res je, da se je z uvedbo specializacije strokovnega študija teoretična snov skrčila in da je bilo mogoče v treh letih dijake natrpati z že opredeljenim tehničnim znanjem. Res pa je tudi, da so bili ti dijaki oškodovani pri sistematičnem šolanju za eno do dve leti, da so zapustili šolo premladi, nezreli, skratka — bili so taki, kakor jih je ocenila konferenca gradbene operative. Temu dejstvu se je pridružilo še drugo zlo, da so nekatere teh absolventov, ki so imeli dobro politično oceno, postavili zaradi takratnega velikega pomanjkanja strokovnih kadrov takoj na vodilna mesta, za šefe gradbišč itd. Ni čudno, če so taki absolventi odpovedali, napravili več škode kot koristi in da so svoje predpostavljene razočarali. Bile so tudi izjeme med njimi, a nekaj lastovk še ne prinese pomladi. Slabe izkušnje operativcev s temi absolventi so povzročile enostransko kritiko, ne da bi le ti razmišljali in skušali objektivno analizirati prave vzroke takega stanja. Poglejmo, kako ja potekalo to množično šolanje v dobi petletke.

Planski vpis v prve letnike arhitektonsko-gradbenega odseka na TSS, pozneje Gradbenega tehniku-

ma, je predpisoval naslednje številke: v š. l. 1947/48 220 dijakov, v š. l. 1948/49 450 dijakov, v š. l. 1949/50 220 dijakov in v š. l. 1950/51 220 dijakov.

Planski vpis v šolskem l. 1947/48 je zahteval od vseh strokovnih šol, da izpolnijo težavne naloge. Ni bilo učilnic, internatskih prostorov, učnih kadrov, učbenikov, raznih učil in risarskih pripomočkov; vse to je bilo treba pripraviti in je bilo tudi pripravljeno z izrednimi napori. Da smo dosegli plansko število dijakov za vsakoletni vpis v prve letnike, smo morali izvesti močno propagando po časopisu in po raznih gimnazijah v Sloveniji. Sprejeli smo v šolo vse, dobre in slabe dijake, celo take, ki niso imeli popolne šolske predizobrazbe. V drugem letu petletke so prihajali na srednje strokovne šole že dijaki s samo tremi gimnazijskimi razredi. Zaradi velikkanskega predvidevanega števila dijakov v naslednjih letih petletke in v skrbi, da se da vzgoji gradbenih kadrov več poudarka, je nastala potreba po ustanovitvi Gradbenega tehnikuma LRS. Novo ustanovljeni zavod je prevzel od TŠŠ vse dijake gradbenega in geometrskega odseka, iz staleža učnega kadra na TŠŠ pa 13 inženirjev — predavateljev in enega profesorja za predmete splošne izobrazbe. Ves ostali še potrebni učni kader smo dobili iz gradbene operative in raznih ustanov. Takratno Ministrstvo prosvete nam ni moglo prida pomagati, ker je po vseh učnih zavodih občutno manjkalo sposobnih učnih moči. Učni kader je bil torej znesen z vseh vetrov, neneoten, brez pedagoške in metodične priprave in ideološko šibak. Tako je pri pouku nujno prišlo do napak. Prvi, zelo številni letniki (12 prvih letnikov) so nujno terjali, da se pomenoti pouk v razredih, kjer so poučevali iste predmete po štirje ali celo pet profesorjev. Neogibno potrebna je postala koordinacija vsega pedagoškega in metodičnega dela v vseh letnikih, da bi dosegli zadovoljive učne uspehe. Zato smo uvedli obvezno po upravni poti »Predmetne komisije«. Te komisije so postale zelo pomembne za množično vzgojo in so usmerjale pod pedagoškim vodstvom takratnega komiteja za strokovno šolstvo vse vzgojno delo na posameznih strokovnih šolah. Predavateljski kader je z leti postal enovitejši, pedagoško in metodično zrelejši. Skušali smo se povezati za gradbeno operativno. Naši inženirji so obiskovali cikel strokovnih predavanj pri »Slovenija projektu«, kjer so se obravnavali aktualni sodobni problemi pri gradnji stanovanjskih, javnih, industrijskih in kmetijskih zgradb. Izvedli smo razne ekskurzije na gradbišča ključnih objektov v naši republiki. Na naši šoli smo priredili obvezen tečaj za vse inženirje iz sodobnega gradbenega poslovanja,

izdelave proračunov, obračunov, analize cen in normiranja. Vzlic vsem tem ukrepom pa je — to je treba ugotoviti — povezava z operativno še nezadostna. Naši inženirji — predavatelji pogosto ne vedo, kaj vse se trenutno dogaja v operativi, ker v njej ne delajo. Nekdaj so morali strokovni predavatelji hkrati opravljati civilno prakso; ta jim je omogočala, da so poznali vse pridobitve operative. Danes, žal, nujno zaostajajo v strokovnem znanju za operativno. Boleča točka v učnem osebju je še vedno potreba po honorarnih predavateljih. V kolikor gre za honorarne predavatelje iz operative, je to kar dobro, ker vedo za vse, kar se dogaja na terenu. Slabo je le, ker premalo sodelujejo v vzgojnem-pedagoškem delu na šoli, ker jim za to primanjkuje časa. Prepogosto se dogaja, da niti rednih učnih ur ne opravijo, kaj šele da bi sodelovali v predmetnih komisijah in pri naddrobnem vzgojnem delu na šoli. Šola vzgaja strokovnjake novega kova s splošno politično razgledanostjo, ki bodo zvesto gradili socializem v naši domovini. Žal je bilo v tem pogledu premalo pozornosti pri nastavljanju stalnih in honorarnih učnih moči, pa tudi možnosti izbire ni bilo.

Niso bile težave samo pri vzgojnem delu. Šola si je morala tudi sama zgraditi učilnice in lastno internatsko naselje. Dijaki so sicer bili deležni praktičnega pouka, vendar le preveč na škodo teoretičnega. Po resoluciji III. plenuma SK-KPJ, ki je terjal kvalitetne kadre, smo v šol. letu 1951/52 zopet odpravili komaj uveden, a preširoko zajeto specializacijo, in združili prejšnje odseke za promet, vode in konstrukcije v odsek za nizke gradnje. Tako smo številne odsekov skrčili na minimum in sicer na tele odseke: odsek za visoke gradnje, odsek za nizke gradnje in na geometrijski in industrijski odsek. Zopet smo morali predelati vse učne načrte in jih tako prikrojiti, da se uče dijaki odsekov visokih in nizkih gradenj enciklopedično tudi strokovnih predmetov sorodnih odsekov. Postopoma skušamo torej vzgojiti tehnike s splošno tehnično izobrazbo, da bodo uporabni tako na visokih, kakor tudi na nizkih gradnjah. Zaradi teh ukrepov smo morali zvišati število tedenskih učnih ur, ki znaša danes 42 ur; s tem smo seveda preveč obremenili dijake. Vzgoja socialističnega tehnika ne terjá samo dela v šoli, temveč tudi izven šole: v športu, kulturno-prosvetnih krožkih, ljudski tehniki itd. Tako obsežno delo vpliva na uspeh dijakov tako, da dosežejo tudi odlični in prav dobri dijaki iz gimnazije na naši šoli povprečno samo dobre uspehe. Na višjih gimnazijah znaša tedenska obremenitev dijaka po šolskem urniku samo 34 ur. Mar ostane našemu dijaku še kaj časa za razvedrilo, gledališče, kino itd.? Prav nič! Kolikor

si ga vzame, trpi njegovo redno šolsko delo. Tudi počitnice našega dijaka so v primerjavi s počitnicami gimnazijcev za polovico krajše, ker mora po vsakem absolviranem letniku opraviti obvezno štiritedensko počitniško prakso. Razen tega smo po ostrili ocenjevanje šolskega dela dijakov. Če smo hoteli izboljšati kvaliteto, smo morali izločiti vse slabe dijake, med njimi mnogo takih, ki smo jih sprejeli na šolo samo zato, da smo dosegli planski vpis. V š. l. 1951/52 smo izločili in prešolali 150 dijakov, v š. l. 1952/53 — 90 dijakov, ker niso dosegli zadovoljivih učnih uspehov iz raznih vzrokov: lenobe, nedelavnosti, nenadarnosti, nebržnosti staršev itd. Med preostalim dijaštvom je samo majhen odstotek takih, ki ne sodijo na šolo. Tudi te bomo izločili, če se ne bodo resno prijavili dela in učenja. Lahko trdimo, da je danes šolski dijaški aktiv prečiščen in da bodo iz teh dijakov nekoč postali dobri tehniki, če bo pri tem pomagala tudi operativna.

V uvodu sem omenil, da slišimo iz gradbene operative pritožbe, predvsem o tem, da je praktično znanje naših absolventov pomanjkljivo in da šola ne more vzgojiti perfektne praksa. Nikjer na svetu tega ni bilo, ni in tudi nikoli ne bo; na vsaki strokovni šoli je pač glavni poudarek na tem, da si dijak pridobi teoretično znanje. Sicer določa učni načrt vzporedno s teoretičnim poukom tudi praktično delo. To praktično delo pa visi za zdaj še zelo v zraku. V letih, ko smo gradili šolske prostore in internatsko naselje, smo dijake hkrati s teoretičnim poukom uvajali tudi v praktično delo, vendar v poglavitnem kot delovno silo. Tempo dela je bil tak, da ni bilo časa in tudi ne inštruktorjev, ki bi se naddrobnostno zanimali za praktične učne uspehe. Razen tega so bili dijaki, ki so prišli s tremi gimnazijskimi razredi na strokovno šolo in jo končali s 16 ali 17 leti, torej premladi. Mnogi od teh dijakov niso imeli smisla za resno in redno učenje. Danes je praktično delo omejeno samo na enomesečno obvezno počitniško prakso. Šolska uprava in učno osebje se zavedata, kako važno je tudi praktično delo naših dijakov. Na šoli je veliko volje in pripravljenosti, da bi sodelovali z gradbeno operativno, a žal, ta ne kaže za to dovolj razumevanja in odziva. Izdelali smo naddroben učni načrt za praktično delo naših dijakov ob počitnicah. Ta načrt upošteva za vsak letnik zaposlitev in delo na gradbiščih — v obsegu, ki bo ustrezal med šolskim letom predelani teoretični snovi — pod vodstvom naših profesorjev. Prav tako je bil predložen naddrobnostno izdelan predlog za ustanovitev šolskega remontnega podjetja, v katerem bi naši dijaki med šolskim letom izmenoma po 14 dni praktično delali. Podjetje bi vzdrževalo samo stalen vodstveni kader in primerno število inštruktor-

jev. Za tako šolsko podjetje je bil izdelan nadroben proračun, ki glede stroškov ni izvedljiv. Prvi in tudi drugi predlog sta ostala samo na papirju. Tako je ostalo vse pri starem. Da operativa ne razume potreb šole, je ugotovila tudi konferenca operative, ko pravi, da bi morali starejši kadri posvečati več pozornosti mladim tehnikom itd. Da, še celo obisk gradbišč pod vodstvom profesorjev je nadležen — vzemimo kar v Ljubljani. Kje naj si torej tehnik-študent pridobi med šolanjem praktično znanje? Operativa ima trenutno zadosti osebja, a ne vidi prihodnjih potreb. Pozablja, da bodo pričeli starejši kadri odhajati v zasluženi pokoj, za uspešno praktično izobrazbo naraščaja pa noče ničesar žrtvovati. Ta pojav je značilen za gradbeno operativno prav tako kakor za naše obrtnike, ki se bodo lepega dne znašli brez dobro šolanega naraščaja. V letošnjem š. l. 1952/53 se je prvič zgodilo, da nimamo na šoli nobenega letnika gradbeno - delovodske šole. Vsem gradbenim podjetjem v Sloveniji smo poslali prospekte in vabila za vpis gradbenih delovodij v prvi letnik mojstrske šole. Odzvalo se je skupno samo 8 kandidatov — seveda, za to malo število dijakov nismo odprli razreda. Naše navečje industrijsko gradbeno podjetje je pismeno odgovorilo, da nima nobenega kandidata za to šolo, čeprav je konferenca gradbene operative ugotovila, da bi bilo teoretično šolanje gradbenih delovodij zelo potrebno. Vprašajmo se, kje je vzrok za tako nerazumevanje šolanja nižjih strokovnih kadrov? Pa menda ne v dajanju štipendij?

Tako je stanje danes glede teoretičnega in praktičnega šolanja nižjih in srednjih strokovnjakov. Da, napačne na šoli in v operativi so in se še delajo, povezava med šolo in operativno je prerahla, operativa se premalo zanima in premalo pomaga šoli, a za vse to so vzroki samo deloma objektivnega značaja. Šolanje strokovnjakov je navidezno negativna postavka v produkcijskem procesu, ni pa treba biti kdo ve kako daljnoviden operativec, da ne bi vedel, da se vložen kapital obilno obrestuje šele po nekaj letih. Trenutno so izdatki za šolstvo negativna postavka, ki znižuje ob zaključku leta dobičke; če gledamo prav, pa je to dobro naložen kapital, ki se bo ob pravilnem zanimanju za šolanje prihodnjih strokovnjakov bogato obrestoval, v nasprotnem primeru pa bo lahko povzročil krizo v gradbeništvu. O kaki krivdi na tej ali oni strani ne moremo govoriti. Šola je morala izpolniti konkretne naloge glede produkcije številnih tehnikov, prav tako je imela operativa svoje naloge glede zgraditve raznih objektov - gigantov. Šoli in operativi je manjkalo ljudi, prvi za teoretično izobrazbo, povezano s prakso, drugi za smotrno in načrtno uvajanje tehnika v vse faze operativnega dela. Tempo so narekovale po-

stavljene naloge. Resolucija III. plenuma je sklenila to urediti. Hočemo dobre strokovnjake! Šola je storila vse, da to doseže na lastnem področju. Potrebna je pomoč gradbene operative, ki jo za zdaj še pogrešamo, čeprav smo dali povsem stvarne predloge. Nanje še do danes ni bilo odgovora niti niso o tem govorili na konferenci strokovnjakov iz operative in šolnikov.

V podkrepitev gornjih izvajanj še nekaj primerov, kako so naši dijaki opravljali počitniško prakso v š. l. 1951/52 v podjetjih državnega, združnega in privatnega sektorja. Iz pregledov dnevnikov, ki so jih dijaki obvezno vodili med prakso, vidiš, da so se marsikaj naučili, kar jim bo v prid, žal pa ni bilo to delo nikjer sistematično vodeno in nadzorovano. Dijaki so bili zaposleni v pisarnah pri različnem administrativnem delu, pri obračunih gradbenih storitev, kar je našim dijakom višjih letnikov tudi potrebno. Dijaki nižjih letnikov pa bi se morali nujno seznanjati z vsemi fazami dela na gradbiščih pod vodstvom zidarjev inštruktorjev. Nekatera večja podjetja so pokazala popolno nerazumevanje za naše praktikante. Vso dobo enomesečne prakse so jih zaposlovala samo kot delovno silo pri izkopih, donšanju malte, pri prevozih, čiščenju prostorov itd. To zlo se da popraviti samo tako, da gradbena operativa tesneje sodeluje s šolo in prispeva večje materialne žrtve. Druge rešitve ni.

Vse te ugotovitve nas silijo, da razmišljamo in iščemo poti, po kateri bomo vzgojili, izobrazili in pripravili absolvente našega zavoda za življenje v službi tako, da bo gradbena operativa z njimi zadovoljna.

Gradbena operativa — to je naša želja — naj omogoči sistematično izvedbo počitniške prakse naših dijakov po izdelanem načrtu, naj omogoči, da se ustanovi šolsko remontno podjetje s štabom zidarjev-inštruktorjev za praktično delo dijakov med šolanjem. Vrh tega predlagamo, da se podaljša strokovni študij od današnjih štirih na pet let. Kaj lahko pričakujemo od podaljšanja pouka na pet let? Pričakujemo tole:

1. Razbremenitev dijakov od tedenskih 42 ur pouka na največ 35 ur.

2. Vsaj dve uri tedensko pouka telesne vzgoje — sedaj samo ena ura. To je razumljivo in nujno, če hočemo imeti zdrav in odporen tehnični kader v operativi in vojski.

3. Več časa za izvenšolsko udejstvovanje dijakov v LMS, športnih in prosvetno - kulturnih društvih. Več časa za politično, ideološko in kulturno vzgojo.

4. Poglobitev strokovnega in praktičnega študija z uvedbo seminarkega dela in daljše, nepretrgane dobe praktičnega dela na gradbiščih po četrtem letu šolanja.

5. Večjo poglobitev v splošni izobrazbi, ki ne bo bistveno zaostajala

za gimnazijsko. Naš absolvent mora strokovno delati, razen tega pa tudi vzgojiteljsko med delavci v sindikatih, delavskih svetih, v kulturnoprosvetnem in politično - ideološkem področju.

6. Morebitni prehod za izredno sposobne absolvente na univerzo bi bil mogoč brez diferencialne mature na gimnaziji.

7. Večjo zrelost, boljše razumevanje dela, razsodnost in kvaliteto absolventov za razne naloge v operativi.

Za zaključek še nekaj utemeljitev in napotkov za prehod na petletni študij na srednjih strokovnih šolah:

1. Srednja strokovna šola pomeni zaključen študij za izobrazbo srednjih strokovnjakov in praviloma ni odskočna deska za univerzo, kakor je to gimnazija. Absolvent srednje strokovne šole dobi takoj zaposlitev in dobro plačo, ki je abiturient gimnazije ne more doseči; ta ima pred seboj še dolgo študijsko dobo. Zato je prav, da naš absolvent eno leto dalj študira, ker ima naša družba pravico od njega zahtevati poleg strokovne usposobljenosti tudi zadovoljivo splošno znanje; le tako bo zmožen opravljati v operativi tudi nujne vzgojne naloge.

2. Kvaliteto srednjih strokovnih kadrov moramo izboljšati tudi zaradi hitrega razvoja tehnike. Pri današnji nepopolni splošni izobrazbi bo naš tehnik težko sledil temu razvoju. (Znanje jezikov.)

3. Sedanji učni načrt je treba spremeniti, iz njega moramo pri strokovnih predmetih izločiti vse nebstveno in zastarelo, ohraniti pa samo tisto, kar nudi osnovo za razumevanje stroke, kar bo tehnika usposobilo za nadaljnjo izobrazbo in uspešen študij novih dognanj na področju tehnike, gospodarstva in razvoja družbe. Pri splošno izobraževalnih predmetih bo potrebno učni načrt tako urediti, da bomo lahko vzgojili tehnika novega socialističnega tipa, tehnika s splošno razgledanostjo, ki bo zmožen zavestno pomagati pri oblikovanju našega gospodarstva in nenehno večanju življenjskih dobrin za vse delovno ljudstvo naše domovine.

Do teh spoznanj, ki nakazujejo, kako bi izboljšali kakovost tehnikov, smo prišli šolniki po večletnih izkušnjah, poskusih s triletnim in štiriletnim šolanjem, kakor tudi po izkušnjah iz gradbene operative.

Ta članek spremlja želja, da vzbudi diskusijo med šolniki drugih srednjih strokovnih šol, kakor tudi med strokovnjaki gradbene operative; ti naj prispevajo nasvete, kako bi rešili nakazane probleme, povejo naj svoje mnenje glede potrebe podaljšanja študija na srednjih strokovnih šolah od štirih na pet let.

Drugo posvetovanje strokovnjakov za visoke pregrade

(Jablanica na Neretvi 25.—28. IX. 1952)

Prvo posvetovanje strokovnjakov za visoke dolinske pregrade v Jugoslaviji se je vršilo od 18. do 23. septembra 1950 v Zagrebu. Na podlagi sklepov tega prvega posvetovanja je Jugoslovanska sekcija Mednarodne komisije za visoke pregrade (Commission internationale des grands barrages de la Conférence mondiale de l'Énergie) organiziralo drugo posvetovanje, ki se je vršilo 25. do 28. septembra 1952 v Jablanici na Neretvi, t. j. ob gradbišču naše do sedaj največje dolinske pregrade v izvedbi. Neposredno tehnično organizacijo posvetovanja je izvedla Sarajevska sekcija DIT-a.

Udeležence posvetovanja — okrog 120 strokovnjakov in zastopnikov zainteresiranih podjetij in ustanov — je v imenu vlade NR Bosne in Hercegovine pozdravil minister Todor Vujasinović in pri tej priliki podal kratek pregled problemov kvalitete in ekonomije dela ter razvoja domačega strokovnega kadra.

Program posvetovanja je bil naslednji:

25. IX. dopoldne: Začetek zborovanja in poročilo o IV. mednarodnem kongresu za visoke pregrade meseca januarja 1951. v New Delhiju v Indiji.

Poročali so:

1. Prof. ing. Bogić Knezević (TVŠ Beograd) o problemih zasipanja akumulacijskih bazenov z naplavinami. Prof. Knezević je bil navzoč pri kongresu v New Delhiju.

2. Ing. Dragan Carić (Elektroprojekt Sarajevo) o problemih evakuacije visokih voda.

3. Ing. Ervin Nonveiller (Elektroprojekt Zagreb) o nasutih pregradah.

4. Ing. Raul Sabljak (Elektroprojekt Sarajevo) o betonu in cementu.

25. IX. dopoldne: Skupni ogled udeležencev posvetovanja del pri gradnji velike ločne betonske pregrade na Neretvi za hidroelektrarno Jablanica. Del blokov pregrade, ki bo po dovrstitvi ca 70 m visoka, je do dne ogleda dosegel že višino 55 m.

26. in 27. IX. se je vršil glavni strokovni del posvetovanja. Domači strokovnjaki, ki se teoretično ali praktično — kot projektanti ali izvajalci — ukvarjajo s problemi dolinskih pregrad, so podali v izvlečkih bistveno vsebino svojih referatov. Oba dneva je bilo dopoldne določeno za referate, popoldne pa za diskusijo o njih.

28. IX. dopoldne je bila diskusija o zaključkih posvetovanja in njihova končna redakcija. Nazadnje je bil

opravljen društveni del posvetovanja: Poročilo odbora Sekcije, organizacijska vprašanja in volitve novega odbora.

Referati domačih strokovnjakov za pregrade so bili po ožjih strokah razdeljeni na 5 skupin. Predloženih je bilo skupno 39 referatov, od katerih jih je bilo podanih na posvetovanju 37. Dva avtorja sta bila zadržana in se nista mogla udeležiti posvetovanja. En referat, t. j. 40. po številu, pa je bil najavljen, pa ni prispel pravočasno.

Pregled referatov:

I. grupa: Akumulacije

1. Ing. Bogić Knezević — ing. Vujica Jevdjević — ing. Geza Bata: Problemi zasipanja nanosom Jablaničnog jezera.

2. Ing. Milan Verčon — ing. B. Jovanović: Dispozitiv za zaščito izravnavajučeg basena od punjenja vučanim nanosom. (Čita ing. Jurišić)

3. Ing. Lazarev: Pitanje uredjenja bujičnih područja u vezi sa zaštitom akumulacionog basena HE Jablanica.

4. Ing. Paja Šulentić: Odredjivanje graničnih ekonomskih vrednosti vodnih akumulacija.

5. Ing. Milko Janežić: Planiranje akumulacija u pojedinim slivnim područjima.

II. grupa: Hidravlika

1. Ing. Franković: Procjedjivanje vode kroz nasipe i nasute brane.

2. Ing. Vučetić: Ispitivanje strujanja vode kroz zemljanu branu Lokvarka pomoću električne analogije.

3. Ing. M. Goljevšček: Hidrodinamične značilnosti zaprtih evakuacijskih organov na pregradi HE Jablanica.

4. Ing. V. Jevdjević: Optočne galerije kod brana (difuzor na izlazu).

5. Ing. J. Bleiweis: Glavni zaključki iz modelne preiskave HE Medvode.

6. Ing. Levin: Razvoj valova od rušenja visokih brana.

7. Ing. Goljevšček: Kavitacijska nevarnost visoko obremenjenih dolinskih pregrad in njih hidromehanske opreme ter metodično proučevanje tega pojava.

8. Ing. Vojinović: Problem rasipanja energije kot objekata na branama.

9. Ing. J. Bleiweis: Dva tipa sektorskega jezua za HE Zvornik.

10. Ing. Grčić: Proticaj mješavine vode i zraka kroz optočni rov Lokvarke HE Vinodol.

11. Ing. M. Goljevšček: Ustanovitev raziskovalnega centra za hidromehansko opremo v vodogradbenem laboratoriju TVŠ v Ljubljani.

III. grupa: Nasute pregrade

1. Ing. E. Nonveiller: Prikaz projekta in gradnje nasute brane Lokvarka.

2. Ing. B. Rajčević: Tolerancija kot gradnja nasutih vodojaža.

3. Ing. B. Rajčević: Projektovanje i konstrukcija nasutih brana u Jugoslaviji.

IV. grupa: Masivne brane

1. Ing. M. Pečinar: Zaptivanje spojnice kod vodojaža. Iskustva kod brane na Tresci.

2. Ing. M. Obran: Metode računanja ločnih pregrad. Idejni osnutki pregrad »Trenta« na Soči in »Tilnik« na Idriji.

3. Ing. D. Carić: Razvoj betonskih brana kod nas i u svetu.

4. Ing. Prohaska: Mehanizacija na gradilištu HE Zvornik.

5. Ing. M. Kleindienst — Dr. ing. L. Šuklje: Meritve in opazovanja na pregradi v Mostah (referira ing. Kleindienst).

6. Ing. Rudl: Geodetske meritve na pregradi v Mostah.

7. Ing. A. Jurišić: Beton ugradjen u brane Zvornik, Jablanica i Medjuvršje.

8. Ing. A. Kovač — tehn. Djurićin: Fundiranje i zatvaranje zagata druge faze HE Zvornik.

9. Ing. M. Verčon: Kakvoća domaćih cemenata upotrebljenih za spravljanje masovnog betona. (Čita ing. Jurišić.)

10. Ing. R. Sabljak: Primjena koidnih ploha kod lučnih brana.

11. Ing. M. Obran: Tehnologija betona za visoke ločne pregrade.

12. Ing. Bišćević: Kako se izradjuje beton visoke brane na Neretvi.

13. Ing. Atanacković: Problem gradnje HE Zvornik i iskustvo u periodu gradjenja 1951/52. sa posebnim osvrtom na beton brane.

V. grupa: Fundiranje, injiciranje

1. Ing. Kujundžić: Odredjivanje elastičnih osobina stene brana tlačnim jastucima i radijalnim presama.

2. Teh. M. Masterl: Injiciranje pri HE Medvode.

3. Ing. Strmac — Dr. Stubičan: Cementno-bentonitne i cementno-gline ne injekcije.

4. Ing. F. Boltežar: Stanje injekcijskih del ob pregradi v Mostah.

5. Dr. Stubičan — ing. Strmac: Domaći plastifikatori i disperzno sredstvo za cement.

Spričo omejenega časa in velikega števila deloma zelo obsežnih referatov so referenti mogli podati samo pregled vsebine referatov v kratkih

izvlečkih, za katere je bilo določeno največ 20 min. časa. Večina referatov je bila spremljana s projekcijami slik in diagramov.

Iz velikega števila udeležencev posvetovanja in živahnega sodelovanja pri referatih in pri diskusiji se vidi živo zanimanje naših strokovnjakov in zainteresiranih ustanov za obravnavanje problemov izgradnje visokih pregrad. To je obenem potrdilo o uspešnosti dosedanjega dela v začetni smeri, zlasti pa pri poglobljanju študija najvažnejših vprašanj. Podani referati so bili na višini, tako glede strokovne obdelave kakor tudi glede aktualnosti obravnavanih problemov. Veliko pozornost udeležencev zborovanja so vzbujala poročila o izkušnjah pri gradnji pregrad ter še posebno o meritvah in opazovanjih na izvršenih pregradah. Posebno zanimiva so bila poročila o nekaterih novih dognanjih v konstrukciji nasutih in masivnih pregrad ter zlasti o razvoju domačih specialnih cementov ter sredstev za dodajo cementu za povečanje plastičnosti betona in disperznih sredstev za cementne suspenzije za tesnilna in konsolidacijska dela.

Iz LR Slovenije se je posvetovanja udeležilo 23 strokovnjakov, kateri so prispevali 12 referatov. Poleg tega sta bila predložena še dva referata, ki bosta objavljena skupno z ostalimi referati, zaradi odsotnosti avtorjev pa nista mogla biti podana na posvetovanju. Po podjetjih oz. ustanovah iz Slovenije je bila udeležba naslednja:

	3	udelež.	6 (7)	refer.
Tehniška visoka šola	5	"	4 (6)	"
Elektroprojekt	3	"	—	"
Gradis IMM	3	"	1 (2)	"
Dravske in Savske elektrarne	1	"	—	"
Metalna »Franc Leskošek«, Maribor	2	"	1	"
Geodetski zavod LRS	2	"	—	"
Glavna uprava za vodno gospodarstvo	2	"	—	"
Uprava za hidrometeorološko službo	2	"	—	"
Podjetje za regulacije in melioracije	2	"	—	"

V živahni diskusiji zlasti o problemih kvalitete gradiva in dela, o ekonomskih vprašanjih in o mehanizaciji dela itd. je sodelovalo veliko število udeležencev zborovanja. Žal je bilo spremljanje podajanja referatov in sodelovanje v diskusiji oteženo, pri referatih čisto teoretičnega značaja pa domala onemogočeno zato, ker organizatorjem posvetovanja ni uspelo do predvidenega roka zbrati referatov, jih razmnožiti in poslati udeležencem. Tako je bil velik del referatov predložen šele med samim posvetovanjem. V zaključkih posvetovanja je bil sprejet sklep, da se morajo za bodoča posvetovanja referati predložiti do postavljenega roka, da jih redakcijska komisija utegne še pravočasno pregledati in da bo mogoče po strokah določiti glavne referente, zlasti pa da bodo

referati pravočasno razmnoženi in udeležencem dani na razpolago pred zborovanjem.

Sklenjeno je bilo, da se bodo — podobno kakor po prvem posvetovanju l. 1950. v Zagrebu — referati objavili v posebnem poročilu o II. posvetovanju, katerega izdajo bo organiziral novi odbor Sekcije. Za ureditev in izbiro gradiva je bil določen redakcijski odbor.

Med zaključki, ki so bili sprejeti na posvetovanju v Jablanici, so najvažnejši naslednji, ki jih navajamo v izvlečku:

1. Ker je akumulacija vode najmerodajnejši in najkoristnejši ukrep, ki se more predvideti v splošnih vodno gospodarskih načrtih, je nujno potrebno, da se študij pregrad in z njimi ustvarjenih vodnih akumulacij vrši po splošnih vodno gospodarskih načelih. To velja še posebno za vprašanje potrebe in ekonomične velikosti akumulacij. Poudarja se potreba po čimprejšnji izdelavi vodno gospodarskih osnov za vse naše glavne reke.

2. Ker je od kvalitete predhodnih študij in preiskav v odločilni meri odvisna izdelava projekta in izbira najracionalnejše variante za izvedbo, kvaliteta in ekonomičnost izvedbe pa od solidno pripravljenih predel na gradbišču, je treba pustiti predhodnim študijem in preiskavam, projektiranju in ureditvi ter opremljenosti gradbišča dovolj časa. Samo tako bo zagotovljena hitra in ekonomična izgradnja.

3. Da bi se projektiranje in gradnja novih pregrad mogla opirati na naše in inozemske dobre in slabe izkušnje pri gradnji in obratovanju visokih pregrad, je treba organizirati center za dokumentacijo o pregradah.

4. Življenska doba akumulacij je odvisna od intenzivnosti zasipanja njihovega prostora z naplavinami oz. od uspešnosti ukrepov za zmanjšanje donosa naplavin v bazene. Zato je treba organizirati službo zbiranja podatkov o eroziji zemljišč in o donosnosti rek ter posvetiti največjo skrb študiju zavarovanja zemlje pred izpiranjem in saniranjem hudournikov. Pri projektiranju pregrad je treba posvetiti posebno pozornost pravilni dispoziciji objektov za odvajanje visokih voda, da bi se obenem z vodo odplavilo čimveč naplavin, zlasti suspendirane.

5. Pri kvaliteti betona za pregrade je mogoče ugotoviti določen napredek. V zvezi s tem pa je neresenih še mnogo problemov, zlasti glede kvalitete cementa; nujno je doseči stalnost kvalitete cementa in razvijati naprej specialne cemente za masivne betonske zgradbe. Neobhodno je potrebna izdaja novih standardov za cement. Potrebno je organizirati laboratorij za modelne preiskave pregrad kot dopolnitev stacionarnim računom.

6. Da bi se dvignila kvaliteta, ekonomičnost in storilnost dela pri gradnji pregrad, je treba posvetiti največjo skrb razvoju mehanizacije dela, zlasti s pravilno izbiro in harmonično vskladitvijo posameznih delov velike mehanizacije gradbišč. Za projektiranje in vodstvo mehanizacije na gradbiščih je treba dobiti izkušene strojne strokovnjake vseh stopenj strokovne kvalifikacije, pri izbiri mehanizacije pa upoštevati vse najnovejše izkušnje na domačih in inozemskih velikih gradbiščih.

7. Storjeni so prvi koraki pri pripravljanju naših lastnih navodil in predpisov za projektiranje, gradnjo in vzdrževanje visokih pregrad. Temu delu se mora tudi v bodoče posvetiti potrebna pozornost, da bi čimprej prišli do lastnih predpisov ter smernic za pregrade.

Pri volitvah dne 28. IX. je bil izbran nov odbor Sekcije v naslednji sestavi:

Predsednik: dr. ing. Milo Goljevšek.

I. sekretar: Ing. Ervin Nonveiller.

II. sekretar: Ing. Kujundžič.

Podpredsedniki: Ing. Blaževski, ing. Carič, ing. Verčon.

Člani: ing. D. Popovič, ing. D. Protič, ing. Čalogovič, ing. B. Pipan, ing. Atanackovič.

Člana za vodno gospodarstvo: ing. Durovič, ing. Vladislavljevič.

Redakcijski odbor:

Glavni redaktor: ing. V. Jevdjevič.

Redaktorja: ing. Nonveiller, ing. Kujundžič.

*

Po zaključku posvetovanja strokovnjakov za visoke pregrade je bila v Jablanici strokovna razprava o problemih zavarovanja akumulacijskega jezera HE Jablanica pred zaplavljanjem. Sodelovali so izbrani strokovnjaki iz vse države, med njimi tudi trije iz Slovenije. Med razpravo, ki je bila pod vtisom velikih neurij, ki so ravno tiste dni divjala v porečju Neretve, je ponovno prišla do izražanja ogromna važnost pravočasne izvedbe sanacijskih del za zmanjšanje erozije zemljišč in za ureditev hudournikov.

Kaj želijo higieniki od projektantov industrijskih objektov

Najhujše je že za nami. Tisti kritični časi, ko se je gradilo brez upoštevanja osnovnih principov higijene, pa še niso tako daleč, da bi nas napake ne bolele več. Posledice teh napak nosijo uprave podjetij in delovni kolektivi in vse naše gospodarstvo. Res je, da smo v Sloveniji delali manjše in manj napak kot v drugih republikah, vendar tudi te, čeprav redke napake, niso v čast ne projektantom ne higienikom.

Higienski standard v industrijskih objektih je za našo državo jasno določen s »Splošnim pravilnikom o higienskih in varnostnih tehničnih ukrepih pri delu« ter z vrsto posebnih pravilnikov za najbolj važne in najbolj zdravstveno ogrožene gospodarske dejavnosti (steklarne, tiskarne, usnarne, kemične tovarne, rudnike itd.) Poleg tega pa so zahteve higienikov jasno precizirane v knjigi »Higiena gradbenih objektov«. Če se bodo projektanti s temi pravilniki seznanili in upoštevali njih odredbe, ne bo težav pri reviziji gradbenih projektov.

Priznati moramo, da večina naših arhitektov in gradbenikov več ve o komunalni higieni, kot vedo naši povprečni zdravniki. Nam zdravnikom delajo tehnična vprašanja, celo čitanje gradbenih projektov, velike težave in se le neradi spuščamo v debato s tehničnimi strokovnjaki. Projektanti gradbenih industrijskih objektov bodite zato potrpeljivi z nami zdravniki, ki se včasih res vtikamo v stvari, ki jim nismo popolnoma kos. To delamo le zato, da bi očuvali zdravje delavcev v tovarni in prebivalstva v bližnji in daljni okolici tovarne, kar seveda tudi vi po svoji strani skušate doseči. Vendar pa zaradi pritiska s strani finančnikov, investitorjev, terena in predvsem zaradi številnih slabih zgledov v preteklosti in sedanosti le pogostokrat ne vzamete te stvari tako zares in tako brezpogojno, kot to delamo mi.

Ko se nova tovarna gradi ali stara poveča, nas zdravnike predvsem zanima, ali je dovolj pitne vode, kako bo urejena kanalizacija in kako bo z odpadnimi snovmi. Največkrat se pri nas tovarne kot parazit obesimo na obstoječe vodovode, kanalizacije, reke in potoke, čeprav te naprave še za dotedanjo obremenitev ne zadostujejo. Povsod po svetu mora industrija za komunalne naprave sama skrbeti in tudi pri nas moramo to v bodoče doseči.

Pri reviziji gradbenih projektov imajo nas zdravnike predvsem za izvedence za sanitarne prostore in predvsem pri tem vprašanju pričakujejo našega sodelovanja. Vprašanje sanitarnih prostorov tudi mi smatra-

mo za važno, vendar pa manj važno, kot vprašanje ureditve delovnih prostorov.

Zal se pri reviziji gradbenih projektov glede higijene v delovnih prostorih še ne moremo popolnoma uveljaviti, ker nam marsikakšen tehnološki postopek za nov objekt ni tako v potankosti znan, kot bi nam moral biti. Tako se v glavnem omejimo na vprašanja, kako bo urejena naravna in umetna svetloba, kako bo z ventilacijo in ogrevanjem delovnih prostorov, kontroliramo površino in kubaturo, zanimamo se kakšna bodo tla, kako bodo delovni prostori izolirani pred ropotom in podobno.

Glede razsvetljave nas zakonodaja slabo podpira, saj »Splošni pravilnik« predpisuje, da mora biti okenska površina vsaj eno osmino talne površine posameznega delovnega prostora. To pa večinoma ne zadostuje, posebno, ker je kvaliteta okenskega stekla slaba, ker okviri v oknih odjemljejo velik procent svetlobe in ker okna največkrat niso razporejena z ozirom na strojne naprave v delovnem prostoru. Na splošno se v praksi pokaže, da svetlobe ni nikdar preveč, velikokrat pa premalo. Naši arhitekti pogosto pozabijo, da je treba okna umivati z notranje in zunanje strani in da se morajo dati okna odpirati brez posebnih ceremonij tako, da stoji tisti, ki jih odpira, na tleh delovnega prostora. Betonska okna, ki se ne dajo odpirati, že opuščamo. Inozemski higieniki nam to »pogrudnato« zelo zamerijo.

Nismo se še usodili zahtevati, da bi nam projektanti predlagali načrt ureditve umetne razsvetljave. Drugod po svetu se to dela in pri nas je tudi zelo potrebno, vendar bi projektantom s to zahtevo napravili veliko sitnosti in ne čutimo se še dovolj izvedene, da bi mogli te načrte uspešno kontrolirati. Res pa je, da je umetna razsvetljava v naših tovarnah šibka točka, o čemer se lahko prepričamo že brez vsake aparature. Z luksmetrom v roki pa smo skoraj povsod ugotovili, da je osvetljenost delovnih mest globoko pod higienskimi minimumom.

Za ventilacijo imamo malo strokovnjakov in delamo zato tudi gradbene načrte brez temeljitega računa, kako se bodo delovni prostori ventilirali. Za uspešno aeracijo je potreben točen sistem odprtih stenah in v strehi in omogočeno nam mora biti, da te odprtine z ozirom na veter in zunanjo temperaturo poljubno odpiramo ali zapiramo. Projektant bi moral vedno vedeti za pretežno smer vetra v kraju, kjer bo projektirana tovarna stala, ker je drugače nemogoče uspešno urediti aeracijo.

Pri umetni ventilaciji so običajno potrebne velikanske količine zraka, ki ga z odsesovalnimi napravami odvajamo na prosto, pozabimo pa pogosto urediti na primernih mestih odprtine, kjer bo prihajal v delovni prostor svež zrak. Pri projektiranju delavnic, v katerih se razvlja zdravju škodljiv prah, hlapi, pare ali plini, bi bilo nujno napraviti tudi podroben načrt aeracije ali mehanične ventilacije, pa ne bi bilo več takih polomij, kot so n. pr. pri elektropečeh na Jesenicah, v Litostroju in v Železarni Ravne.

Pri barvarnah in kuhinjah v tekstilnih tovarnah in v kemični industriji še tako dobra ventilacija nič ne pomaga, če je objekt gradbeno zavožen. Največkrat strop in stene niso toplotno izolirane in je višina premajhna.

Za sanitarne prostore pri investitorjih in pri projektantih ni še toliko razumevanja kot za delovne prostore. Investitorji bi še vedno radi gradili »v etapah« tako, da bi sanitarni prostori prišli na vrsto v »boljših časih«, projektanti pa so pri načrtovanju sanitarnih prostorov preveč dovzetni za kompromisne rešitve.

Splošno se projektanti ogrevajo za centralizirane sanitarne prostore, mi pa za decentralizirane. Projektanti prikazujejo, da so centralni sanitarni prostori bolj ekonomični pri gradnji in vzdrževanju, mi pa pravimo, da so funkcionalno in higiensko decentralizirani boljši. Kajti pri nas je mrzlo podnebje in je nevarnost, da se na poti do sanitarnih prostorov delavci prehladijo, da je treba našim delavcem napraviti sanitarne prostore čim bližje delovnemu mestu, da jih navadimo na uporabljanje in da jim omogočimo, da n. pr. v garderobi tudi pojedjo malico v glavnem odmoru, ki jo navadno hranijo v garderobnih omaricah. Se pa damo prepričati tudi projektantom za vse druge sanitarne prostore, le za stranišča ne. Ta morajo iz razumljivih razlogov ostati decentralizirana.

Za sanitarne prostore v splošnem želimo, da so tla, stene in vsa oprema tako urejena, da se dajo čistiti z vodnim curkom. Niso nam všeč odtočne jamice, če so na takem mestu, kjer delavci veliko stopajo, ker se tako lahko okužijo, če se n. pr. urin in fekalije obenem z drugimi odplakami zlivajo v odprtino sredi prostora. Posebno pri pisuarjih in pri počepnih straniščih naj bodo odtoki urejeni čim bližje pisuari steni ali steni, ob kateri je počepno stranišče, da ne bodo delavci stopali po urinu in fekalijah, kar bi

lahko povzročilo epidemijo črevesnih nalezljivih obolenj.

V straniščih ni nikdar preveč svetlobe in zraka, želimo, da bi bil celo predprostor stranišča direktno zračen. Tam, kjer ni svetlobe, ni čistoče in v bacili ter plesni se v temi razbohotijo.

V kopalnicah nastaja veliko pare, pa pravijo naši projektanti, da se bo zadeva uredila s kaloriferji. Teh pa ni dovolj celo za delovne prostore in skoro vse naše kopalnice so v megli, s preklad in s stropa pada kondenzirana voda, lesene rešetke gnijejo in na stenah in po lesu se razbohotijo plesni. Čiščenje kopalnice bi bilo olajšano, če bi stene kapalnih celic ne segale do tal. Dostop do kopalnice naj bo tako urejen, da po kopeli ne stopi delavec kar v mrzel hodnik ali celo na prosto, temveč, da se polagoma ohladi v predsobi, toplem hodniku ali garderobi ter gre tako nekako pripravljene na mrzlo dvorišče.

Garderobe zahtevajo zelo veliko prostora, posebno v umazanih ali zdravju škodljivih obratih, ker imajo delavci po »Splošnem pravilniku« pravico do dvojnih omaric. Garderoba mora biti zelo dobro zračena, da se eventualno mokra cestna ali delovna obleka posuši, in mora biti ogrevana, da se delavci pri oblačenju in slačenju ne prehladijo. Iz higienskih ozirov nam bi bili bolj všeč obešalniki, da bi se obleka boljše posušila in prezračila, vendar moramo zaradi pogostih tatvin še vztrajati pri dragih in nehigienskih omaricah. Če so omarice kovinske, lahko s celo ploskvijo stoje na tleh, lesene pa naj imajo 15 — 20 cm

visoke noge, da mokrota ne pride v omarice, kadar tla čistimo. Strešica omaric naj bo vedno strmo poševna, ker na ravne strešice delavci odlagajo ostanke hrane, cunje, razbite steklenice, zaradi česar se zaredi mrčes in golazen.

Za »sobe za žensko higieno« nimamo točnejših navodil. Urejena mora biti povsod, kjer je zaposlenih 50 ali več delavk. Da pa bo mogla služiti svojemu namenu, mora biti v njej umivalnik s toplo tekočo vodo, postavljen mora biti bidé s toplo vodo (30—40 stopinj C) in prostora mora biti dovolj za omarico s predlogami, ležalnik in posodo za umazane predloge. Soba mora biti svetla in zračna ter rajši blizu garderobe kot blizu stranišča.

Soba za nudenje prve pomoči naj bo centralno ležeča, tako da je vsem lahko dostopna ali pa blizu vratarnice. Dostopna mora biti za rešilni avto. V sobi mora biti umivalnik s tekočo toplo vodo. Soba mora biti zelo svetla, ker se vrši v njej obvezovanje. Tla morajo biti iz materiala, ki se da lahko umivati, soba pa toliko velika, da enega ali dva poškodovanca lahko položimo na ležalnik ali divan, ki mora biti zdravniku ali bolničarju od vseh strani dostopen. Redoma naj bo ta soba v pritličju in na takem mestu, da transport z nosili ne bo oviran.

Za umazane in zdravju škodljive obrate so predpisane tudi obednice. Te naj bodo čim bližje garderobi, ker imajo delavci v njej spravljeno malico. V predsobah obednice mora biti urejena umivalnica za roke, v kolikor splošna umivalnica ni v bližini.

Tovarniška ambulanta sicer ni več po zakonu predpisana, vendar podjetja čedalje bolj uvidevajo, da je za dobro urejen obrat ambulanta neobhodno potrebna. Tudi v inozemstvu jih imajo v vsaki srednji in večji tovarni ter celo tovarnarji sami plačujejo zdravnike in zdravila. Za lokacijo velja isto kot za sobo za nudenje prve pomoči. Kot minimum zahtevamo za ambulantno vsaj tri prostore in stranišče s posebno kabino za moške in ženske ter za osebje ambulante. Ing. Platner na CHZ-ju v Ljubljani je izdelal za tovarniške ambulante podroben program in načrte za tri različne tipe. Program in tipski načrti so bili prediskutirani z zdravniki in odobreni po Svetu za zdravstvo in soc. politiko LRS. Najmanj težav pri načrtovanju bo, če se projektanti koristijo s tem programom in tipskimi načrti. Nihče ne bo imel ničesar proti temu, če k tem načrtom kaj pridajo, pod ta minimum pa ne moremo iti, da se omogoči poslovanje ambulante.

Da se izognemo neljubim prerekanjem ali zavračanju gradbenih projektov, bo treba sodelovanje zdravnikov — higienikov s projektanti še poglobiti. Redki so projektanti, ki bi prišli s skico na posvet na Sanitarno inspekcijo in največkrat je prvi kontakt higienika s projektantom šele pri reviziji gradbenega projekta. Dolej se je res vsem in vedno »tako mudilo«, v bodoče pa upamo, da se bo tudi za higijske probleme našlo več časa tudi pri projektantih. Zdravniki higieniki bodo prav gotovo rajši pomagali in svetovali, kot pri revizijah kritizirali.

Ing. Ernest Udovč:

DK 625.75+625.731.2

O površinskih prevlekah in o granularni stabilizaciji tal

O teh dveh temah, ki bi jih lahko obravnavali tudi vsako posebej, hočemo tukaj spregovoriti v zvezi z našo terminologijo in glede na članek pod naslovom »Površinske prevleke«, ki je izšel v Gradbenem vestniku št. 9-10 od 1951 oziroma št. 13-14 od 1952. V tem članku je pisec sam izrazil željo, da bi bilo treba postaviti točno domačo terminologijo za površinske obdelave, ki jih poznamo več vrst. Menimo, da bi bilo to potrebno ne samo za te vrste obdelave cestišč, ampak bo treba določiti točne pojme in izraze tudi za vse ostale asfaltne sisteme. Podajamo tukaj nekaj misli glede nazivov in obdelave posameznih vrst površinskih prevlek in omenjamo istočasno tudi posamezne tipe granularne stabilizacije ali utrditve tal, ki so pri nas v praksi še skoraj docela neznan.

Najprej si dovoljujemo iznesti nekaj pripomb k omenjenemu članku v Gradbenem vestniku. Zdi se nam, da

je beseda »zastor« v smislu naziva za posamezne vrste »asfaltnih plasti« našemu jeziku tuja. V srbo-hrvaškem jeziku jo sicer uporabljajo v tem smislu, javljajo pa se tudi tam kritike in ni ta izraz še končno veljavno sprejet. Pri nas pomeni ta beseda nekaj drugega kot »sloj« ali »plast«. Predlagamo namesto »moderne asfaltni zastorji« izraz »moderna asfaltna cestišča«, ki ustreza in ki ga srbohrvaški jezik sploh ne pozna. Tudi »asfaltni sloj« je boljše kot »zastor«, če pa govorimo na splošno o asfaltu kot modernem načinu gradnje, pa mislimo, da lahko uporabimo besedo »asfaltni sistemi« ali pa »asfaltna cestišča« kot že omenjeno, pa tudi »moderne načini gradnje asfalta«. Mogoče grešimo, če trdimo, da beseda »zastor« v tej zvezi ne zveni slovensko.

Iz omenjenega članka citiramo še izraz »hidrokarbonati«, ki je tam uporabljen namesto našega izraza »ogljikovodiki«. Mi ne rabimo te tuje v

tem smislu, ker ona ne pomeni tisto, kar je pisec hotel izraziti. Hidrokarbonat pomeni bikarbonat t. j. kislina anorganski karbonat. V angleščini (in tudi v francoščini) obstojata dva zelo podobna izraza, ki pomenita vsak nekaj drugega. Tako je »hydrocarbonate« (angl.) naš bikarbonat in izraz »hydrocarbon« naš »ogljikovodik«. Naš izraz »ogljikovi hidrati« pa je v angleščini »carbohydrates« in zajema ta beseda le en del »ogljikovodikov«. Naši »ogljikovi hidrati« (»carbohydrates«) so na primer sladkorji, škrob, moka in njim sorodne snovi. Naši »ogljikovodiki« pa niso samo bitumeni, ampak vse organske spojine. Kljub temu torej tudi ne smemo reči, v smislu navedenega članka, da ... obdelujemo makadam z ogljikovodiki, ker bi to lahko pomenilo obdelavo makadama z alkoholom, z benzinom, s sladkorjem, s klejem, z očetno kislino, z nikotinom itd. Vse te snovi obsega izraz »ogljiki-

kovodiki« ali angleško »hydrocarbons«. Kot absurdum navajamo, da ne bomo mogli v tem smislu zaščititi makadama od vpliva vode in prometa, če ga bomo polili na primer z benzinom ali alkoholom.

Pisec omenjenega članka uporablja tujko »hidrokarbon« še v nadaljevanju teksta kot adjektivum v primerih kot so »hidrokarbonsko vezivo«, »hidrokarbonski zastor«, kar ni pravilno in predlagamo namesto tega izraz »bitumenski pobrizg«, »asfaltne prevleke«, tudi »bitumenski premaz«, »črne prevleke«, »črni sistemi gradnje cest«, »asfaltne obdelave« makadama, »črna cestišča«. V podobnih primerih pa moramo tudi paziti, da uporabimo izraz pravilno v smislu pomena, ker je na primer pojem »asfalt na prevleka« točno določen in označuje eno od več vrst »asfaltnih cestišč« izdelano tako, da površino pobrizgamo s čistim bitumenom v tenki plasti. »Asfalt na prevleka« ali tudi »obdelava« pomeni tenko plast bitumena (asfalta) na makadamu ali na drugačni podlogi cestišča. Kadar imamo opravka z debelejšimi plastmi asfalta, recimo od 2 do 15 cm, ne govorimo o »prevleki« ampak o »asfaltnem sloju«, o »asfaltni plasti« ali o »težkem asfaltnem sistemu gradnje«. V tem primeru lahko rečemo tudi »črni nosilni sloj« od 10 cm debeline.

Med mnogimi »asfaltnimi prevlekami«, ki so navedene v omenjenem članku, pogrešamo takozvani »zaporni sloj«, ki služi v isti namen, kot ga navaja pisec za »prevleke«, le da po svoji izdelavi ne spada med brizgane sisteme, ker je izdelan tako, da se na spodnjo plast, ki naj se zavaruje, položi asfalt na zmes iz finega agregata in »rezanega bitumena« ali emulzije. Mogoče bi ga kdo uvrstil pod točko č) v članku, po našem mnenju pa bi tja spadal le po svoji izdelavi in ne po svojem namenu.

Naj omenimo še uporabljen izraz »asfalt na preproga«, ki je boljša od »zastorja«, je pa žal tudi dobesedno predstavljena iz nemščine (Teppich). Isto je naše mnenje o izrazu »rezan bitumen« (»cutback« in »Verschnitt«), ki pa ima svoj »pendant« pri nas, če pomislimo na »rezano vino«. Kjer ne bomo za sedaj našli dobrega domačega izraza, je bolje uporabiti tuj naziv kot pa kovanko, ki slabo zveni.

Toliko glede na terminologijo v zvezi s površinskimi prevlekami. Glede na izvajanje pisca članka v strokovnem smislu na podlagi francoskih in drugih izkušenj na področju porabe posameznih vrst agregatov za razne vrste in količine veziva pa pripominjamo, da je v praksi že zdavnaj ugotovljeno načelo, po katerem naj se za bolj droben agregat uporablja količinsko manj veziva in narobe, za bolj grobe agregate pa več veziva četudi ti odnosi v prvih letih med obema svetovnima vojnima niso bili številčno podrobnejše obdelani. Omeniti pa je treba, da padajo tudi številke postavljene v francoskih in

angleških normah (specifikacijah), kadar gre za različno viskozne in različno vezne materiale. Količine agregata za posipanje bodo različne pri isti količini uporabljenega »cutbacka«, katrana in čistega bitumena, še celo pa pri uporabi emulzije. Te količine se bodo v praksi menjale tudi takrat, kadar bo zahteva za določeno vrsto končno obdelane površine merodajna. Kadar bomo zahtevali grobo in bolj težko asfaltno plast, bomo uporabljali drugačen agregat, kot za gladko površino. Večkrat nam tudi letni čas narekuje vrsto in granulacijo agregata. Z drugimi besedami, v praksi se večkrat znajdemo pred problematiko, ki jo »specifikacije« niso predvidele. Razen navedenih momentov pa je posebno pri nas zelo pomembno dejstvo, da nimamo zasedaj še ustreznih eruptivnih agregatov za površinske obdelave in bomo postopali pri izbiri agregatov drugače, če bomo imeli na razpolago apnenec srednje kvalitete, kot če bomo uporabljali bazaltni zdrob. Če bodo specifikacije zahtevale določeno zrnovitost agregata, bomo to zrnovitost v praksi čisto gotovo menjali v prid bolj grobega zrna, kadar bomo uporabljali mehak apnenec namesto trdega eruptivnega materiala. Takih okoliščin pa »zahodne« specifikacije ne predvidevajo, ker niti Francozi niti Angleži ne predpostavljajo, da bi se pri nas mogle dobre površinske prevleke doseči s apnencem. Kot drastičen primer navajamo dejstvo, da bi površinska obdelava na makadamu v kratkem času propadla, če bi hoteli za posipanje uporabiti apnenčev zdrob od 6 mm, ker ga bo že slab promet hitro zmlél. Sicer pa naj bo, še celo pri naših klimatičnih ramerah in razpoložljivih agregatih, osnovno načelo za postopek pri površinskih pravlekeh to-le: z izdelano površinsko prevleko postopamo spomladi drugače, drugače poleti in drugače pred zimo. Pred poletjem rabi bitumenska plast vedno več agregata, kot pred zimo, ker ga promet v toplem vremenu vdela. Neposredno pred vlažno sezono pa je treba ves preostali nevdelani material odstraniti s cestišča, ker ga bitumen v mokrem času ne bo absorbiral in bi tak material ustvarjal blato na površini asfaltne prevleke. Ob takih načelih se morajo menjati seveda vse tiste tablice, ki jih navajajo teoretiki v literaturi, še celo če se vzame v poštev, da to niso edini argumenti, ki vplivajo na spremembo količin in granulacij agregatov v praksi. Le-ta pa (namreč praksa) je tisti najvažnejši faktor, ki nam pomaga reševati vrsto problemov, ki vedno nastopajo pri delu samem, za sedaj pa moramo žal ugotoviti, da nam manjka prav te prepotrebne prakse in kar je še bolj značilno, manjka pri naših ljudeh tudi potreben interes za to panogo. Brez tega interesa, prakse in potrebnega znanja pa bomo komaj mogli izboljšati našo cestno mrežo.

GRANULARNA STABILIZACIJA TAL

O utrjevanju ali stabilizaciji tal je bilo v naši strokovni literaturi objavljenih že nekoliko člankov. V praksi pri nas je ta sistem utrjevanja tal do sedaj skoro še popolnoma neobdelan. V Ameriki je način utrjevanja tal z naravnimi agregati in vezivi vpeljan v večjem obsegu, od koder je zato treba črpati tudi rezultate izkušenj na tem področju. Pri nas sta se s tem vprašanjem bavila bolj intenzivno samo Zvezni institut Gradvinarstva v Beogradu in pa Vojnotehniški zavod, ki je izdelal tudi že nekaj poskusnih del po tem postopku.

Če govorimo o sistemu granularne utrditve tal, mislimo na način mešanja naravnih agregatov z vezivom na kraju samem tam, kjer se nahajajo. Manjkajoče gradacije se pri tem poiščejo v bližini gradbišča in se ne dovažajo iz oddaljenih kamnolomov. Namen tako utrjenih tal pa je, da služi kot podlaga za solidno izdelano betonsko ali asfaltno nosilno plast cestišča. Način izdelave utrditve tal potom mešanja naravnih agregatov z glino, cementom ali bitumenskim vezivom imenujejo Amerikanci »Soil Stabilization by Mix-in-Place«. Ta naziv »mix-in-place« pomeni torej metodo dela ne glede na to, kakšno spojno sredstvo je pri tem uporabljeno.

Za izdelavo stabiliziranih tal je treba imeti na razpolago poseben strojni park, s katerim se lahko brazdajo tla, mešajo agregati, premetavajo zmesi z ene strani ceste na drugo, dodajajo bitumenska veziva, razprostirajo agregati in zmesi in končno tudi hitro valjao. V ta namen služijo buldozerji, caterpillar-ji, graderji, brazdače, zobate in krožne brane, cestna ravnala, brizgalne naprave in valjarji raznih velikosti. Ekipe, sestavljene iz takih strojev, lahko dnevno izdelajo več tisoč kvadratnih metrov stabiliziranih površin po metodi »granularne utrditve tal«. Ta način je dosedaj edini, ki omogoča izredno hitro in zaradi tega ekonomično izdelavo solidne podlage za zgornje nosilne plasti cestišč.

a) Granularna stabilizacija tal z glino

Pri utrjevanju tal z glino kot spojnim materialom, je treba upoštevati zrnovitost naravnih mineralnih agregatov ter indeks plastičnosti uporabljenega gline. Glina naj vsebuje določen odstotek vlage, ki se pri tem načinu stabilizacije tal giblje med 6 in 10%. Utrditve tal z glino in na gradbišču nahajajočih se agregatov je zelo prikladna za pripravo podloge na razsežnih površinah, letališčih ipd.

Francozi imenujejo to vrsto utrditve tal »beton d'argile«, Nemci jo imenujejo »Kies-Sand-Ton-Verfahren«, Amerikanci pa »Gravel Base Course« če je izdelana iz naravnega gramozja, kadar pa uporabljajo drobljene agregate, se pa ta način imenuje »Crushed Stone Base Course«.

b) Granularna utrditev tal s portland-cementom

Pri načinu utrjevanja tal, kjer se uporablja navaden cement kot spojno sredstvo, postopajo podobno, kot v primeru navedenem pod a), le da je predpis za dovajanje vode različen od tistega, kjer se uporablja glina kot vezivo.

Po tem postopku za uporabo cementa je v naši državi že izdelan manjši poskus na terenu (ca. 10.000 m²) paralelno s poskusom stabilizacije tal z glino in so bile v tem primeru z uspehom uporabljene naslednje zmesi naravnih agregatov:

gramoz (2 — 35 mm) 35—60%
pesek (0,09 — 2 mm) 19—57%
ilovica (do 0,09 mm) 8—16%

Kakor je videti lahko zmes materialov za stabilizirana tla varira v zelo širokih mejah. Indeks plastičnosti uporabljene glinje je bil v tem primeru izpod 6, kar ustreza specifikaciji za ta način gradnje. O količini dodanega cementa nimamo podatkov. Skupna plast je po dovršitvi imela ca. 22 cm debeline, položen pa je

material v treh enakih slojih, vsak od njih je imel ca. 7 cm in je tudi vsak posebej uvaljan.

c) Utrditve tal z uporabo bitumenskih veziv

Ta način ureditve tal v naši državi še ni bil preizkušen. Baš ta način stabilizacije tal pa je najinteresnejši, ker daje najbolj utrjene površine in je v inozemski literaturi podrobno opisan. Za izdelavo stabiliziranih terenov z bitumenskimi spojnimi sredstvi na velikih površinah je treba imeti brezpogojno na razpolago že prej omenjeno ekipo strojev, ker se drugače delo ne bi izplačalo. Sploh je pri vseh teh sistemih utrditve tal močno poudarjena potreba po čim večji mehanizaciji del.

Francozi in Amerikanci poznajo ta način utrditve tal z bitumenom pod imenom »Retread«-proces, Nemci pa ga imenujejo »Oberflächenvermischung«, če pa je za ta postopek izdelan na cestah, ga Amerikanci imenujejo »Open (Dense) Grade Road Mix«.

Ob slabšem prometu ta sistem že sam lahko služi kot dokončno cestišče,

kar pa gre za srednji ali težak promet, so utrjena tla le podlaga za nosilno plast iz betona ali valjanega asfalta. Pri nas se je pokazalo v praksi, da so stroški izdelave ekvivalentne podlage cestišča po starem (t. j. makadamskem) načinu še enkrat višji od stroškov za izdelavo utrditve tal, ki so znašali osrog din 1000.— za 1 m² stabilizirane površine debeline plasti 21 cm (utrditev z glino oz. s cementom kot vezivom). To dejstvo že samo upravičuje veliko zanimanje za to vrsto gradnje podlag oz. cestišč. Verujemo, da bodo stroški v posameznih primerih, kjer so krajevne razmere ugodne, še dokaj nižji. Posebno v ameriški praksi se opaža, da se vedno bolj poslužujejo teh »modernih« načinov gradnje podlog, ki so prikladne na velikih površinah in da se praksa vedno bolj in bolj oddaljuje od starih načinov polaganja (ročnega) temelja iz lomljenca in makadama, ker je ta način nemogoč, če hočemo v kratkem terminu izdelati večje površine utrjenih letališč in cestišč, ki jih zahtevajo današnje prometne in strateške razmere.

M. P. Wahl — M. M. Duriez

DK 691.32 : 389.64 (44)

Različne vrste cementov in njih uporaba

(Prevod iz revije: Annales de l'institut technique du bâtiment et des travaux publics« Paris 1952. Naslov originala: »Les différents types de ciments et leurs utilisations«. Prevod objavljamo s posebnim dovoljenjem uredništva navedene revije.)

S p l o š n o

NORMIRANJE CEMENTOV

Do leta 1919 so lastnosti cementov, ki so jih vgradili bodisi kot malto, bodisi kot beton, svobodno določali dobavitelji ali gradbeni podjetniki.

Prvi poskus normiranja cementov se je pojavil leta 1919. Tedaj se je zbrala Komisija ministrstev za standardizacijo z namenom poenotiti uredništvo in predpise raznih specifikacij, ki so jih uporabljale javne uprave. Ta komisija je izdala Uradne enotne specifikacije B 1, ki so jih leta 1934 zamenjali z uradnimi specifikacijami B 1-1.

Te uradne specifikacije niso norme v pravem pomenu besede, temveč formularji za dobavitelje, s praznimi mesti, ki jih je bilo treba izpolniti ob naročilu. S tem so nakazali običajne lastnosti različnih proizvodov.

Šele leta 1946 je Francosko društvo za normiranje (AFNOR) sprejelo sporazumno s proizvajalci in koristniki norme za najbolj uporabljive vrste cementov t. j. Norme P 15 302 do P 15 310. 31. jan. 1950. je bila norma P 15 302 v nekaterih točkah spremenjena. Treba pa je poudariti, da ustrezajo te norme običajnim okolnostim, pri katerih se uporablja cement, t. j. v gradnji kot malta ali beton. Ne obsegajo pa specifikacij, ki jih zahtevajo nekatere industrije (n.

pr. proizvodnja latex — cementa), za katere mora imeti uporabljeni cement posebne lastnosti.

Ustroj

Norme obsegajo pravila, ki se sedaj uporabljajo v obrti, t. j. pravila, ki izvirajo iz gradbenega sporazuma med proizvajalci in potrošniki pod pokroviteljstvom Francoskega društva za normiranje (AFNOR). To društvo fiksira običajna pravila, katerim se morajo prilagoditi vsi proizvajalci z izdelavo proizvoda za tekočo uporabo. Ta proizvod izdeluje hkrati več tovarn.

Ustrezni uraden naziv imajo lahko samo tisti proizvodi, ki ustrezajo normi; proizvajalec, ki uporabi tak naziv, prevzame s tem tudi jamstvo, da proizvod ustreza normi.

Pri proizvodih za določeno posebno uporabo in za tiste, ki se tehnično stalno razvijajo, se morata potrošnik in proizvajalec sporazumeti glede kakovosti proizvoda. Za te ni primerno postavljati norm. Enako je za proizvode, ki jih izdeluje samo en proizvajalec (tu mora torej ta določiti lastnosti proizvoda) in za večino naravnih proizvodov, katerih lastnosti se glede na eksploatacijski vir spreminjajo ter jih proizvajalec ne more po svoji volji spremeniti. Značilnosti, lastnosti in uporabo glavnih nenormiranih proizvodov navaja III. poglavje.

Uradni nazivi normiranih proizvodov za tekočo uporabo so naslednji:

Norma:

- NF P 15 302 portlandski cementi
umetni portland. cementi,
cement H. R. I. in
supercementi
P 15 303 železov cement
P 15 311 mešani metal. cement
P 15 304 cement visoke peči
P 15 305 žlindr. klinker cement
P 15 306 žlindr. apnen cement
P 15 307 zidarski cement
P 15 308 naravni cementi
P 15 309 zidarska veziva
P 15 310 hidravlična apna
P 15 313 sulfatni cementi.

Identifikacija cementov

Specifikacijo cementov takoj spoznajo iz predpisanih napisov na vreči. Napisi so naslednji:

- Uradni naziv proizvoda,
- Razred tlačne trdnosti,
- Številka francoske norme, ki ustreza uradnim nazivom,

— Kontrolne značke, če je prostor.

Končno pri cementih H. R. I. in supercementih datum polnjenja vreč. Napise je treba namestiti na spodnji tretjini vreče. Zgornji dve tretjini sta na razpolago proizvajalcu, da v poljubni obliki namesti komercialne napotke, proizvodno oznako itd. Tu morajo biti obvezno brutto teža vreče, naziv proizvoda, firma ali proiz-

vodna tovarna. Cement ni anonimno trgovsko blago, proizvajalec je zanj odgovoren.

V primeru rinfuzo dobave bodo predpisane označbe na etiketah, kakor tudi na spremnih listih, ki gredo s pošiljkami. Za proizvod, ki ima pravico na gornji naziv, so ta pravila obvezna, seveda so obvezna za vse proizvode, ki so pod kontrolo NF—VP (o katerih bo govora pozneje). Eden izmed pogojev za namestitve kontrolne značke NF—VP je tudi izpolnjevanje teh predpisov.

Te različne napise razlagamo takole:

a) Uradni naziv

Z uradnega naziva more potrošnik v obsegu, ki ga določa norma, zvedeti, kakšna je narava proizvoda, njegovo sestavo, kakšne lastnosti ima in kakšne varnostne ukrepe mora izvesti pri njegovi uporabi.

b) Trdnostni razred

Trdnostni razred dajo minimalne tlačne trdnosti, ki se lahko dosežejo z normirano malto.

Izraža se s skupino dveh števil, n. pr. 160—250. Prvo izmed teh števil izraža v kg na cm² minimalno tlačno trdnost, ki jo daje v laboratoriju kocka s stranico 5 cm, izdelana iz malte, ki sestoji iz tega cementa, v okolnostih, ki jih norma natančno navaja po enodnevnem ležanju na zraku in 6 dnevnem hranjenju v vodi. Drugo število daje minimalno trdnost po 28 dneh t. j. po 1-dnevnem hranjenju na zraku in 27-dnevnem v vodi.

Proizvajalec, ki navede trdnostni razred 160—250 jamči, da je nudil proizvod pri kontrolnem poizkusu, ki ga je tovarna izvedla pred dobavo, in da bo nudil pri kontroli kakega kvalificiranega laboratorija večje trdnosti od 160 kg/cm² po 7 dneh in večje od 250 kg/cm² po 28 dneh.

Pooblastilo namestiti kontrolno značko, bi se odvzelo onim proizvajalcem, za katere se ugotovi, da so spravili na trg proizvode, ki ne ustrezajo njihovem jamstvu.

Skupine dveh števil, s katerima se izrazi trdnostni razred, so naslednje: Za hidravlična apna in zidarska veziva: 10—30, 30—60, 50—100.

Za cement 100—160, 160—250, 250—315.

Za cimente z visoko začetno trdnostjo: 315—400.

Za supercemente: 355—500.

Te številke so napisane bodisi takoj pod nazivom proizvoda, bodisi v enem izmed spodnih oglov vreče zelo vidno.

c) Število norme

Število norme, kateri ustreza uradni naziv, je napisano v enem kotu vreče in sicer v okviru števil 15 302 in 15 313 pred katerimi stojijo začetnice NF—P, ki so kratice od »Normes Françaises de produits de bâtiment«.

d) Marka NF — VP

Tehnična služba mesta Pariz je uvedla sporazumno s tovarnami, ki so hotele dobavljati cement tej ustanovi z namenom, da bi zajamčila kakovost proizvodov — ne da bi bilo treba čakati na rezultat sprejemnih poizkusov, stalno kontrolo Laboratorija mesta Pariz.

Ta je potrdil, da sta bili izdelava in kontrola v tovarni izvršeni tako, da se dobi popolnoma predpisano kakovost, ki ustreza maksimalnim zahtevam — po veljavnih Uradnih specifikacijah. Ta sistem se uspešno izvaja že 50 let in je dal take rezultate, da so inženirji za nizke gradnje, železnice itd. precej na splošno priznali, da je kontrola sprejema pri cementu z značko VP praktično odveč.

Laboratorij mesta Pariz je v sporazumu med Centrom za proučevanje in raziskovanje hidravličnih veziv (ki bi moral po svojem statusu kontrolirati kakovost cementov), z mestom Pariz in z AFNOR-om prevzel (za Center za proučevanje) — kontrolo kakovosti za vse tovarne, ki bi uporabljale kontrolni naziv po pravilih AFNOR-a.

Kontrola deluje v naslednjih okolnostih. Če kaka tovarna zahteva prednosti marke za kak svoj proizvod, izvede pariški mestni laboratorij na kraju samem preiskavo, da se prepriča, če je tovarna dobro opremljena. Tovarna se obveže, da bo vsak čas dovolila prost vstop mestnim inženirjem zaradi odvzema preizkusnih vzorcev. Teh ne vzamejo vselej iz silosov, temveč predvsem iz že napolnjenih vreč, ki imajo etikete in so pripravljene za odpravo. Vzorce odpravijo v plombiranih embalažah do mestnega laboratorija.

Sele po poteku preizkusnega časa, ki traja najmanj 6 mesecev do 1 leta in s pogojem, da niso vzorci nikdar dali manjše od zajamčenih trdnosti, ki so razvidne iz napisov na vrečah, ima tovarna po obvestilu komiteja za marko NF — VP pravico staviti na proizvode, ki so bili kontrolirani, značko NF — VP. Ta pravica se lahko vsak čas prekliče če se ugotovijo pomanjkljivosti.

Večina norm predvideva za vsak proizvod 2 trdnostna razreda, enega najnižjega — ki ustreza proizvodom, ki so skrbno izdelani, toda brez posebnih varnostnih ukrepov, drugega — najvišjega pa, ki ustreza proizvodom, ki so izdelani zelo previdno s strogo tovarniško kontrolo z namenom, da se doseže najvišja tehnično izvedljiva kakovost.

Ko so se tovarne same od sebe podvrgle kontroli NF—VP in so morale povečati kontrolo svojih laboratorijev, so pogosto opustile izdelavo proizvodov običajnega razreda ter dale kontrolirati samo proizvode najvišjega razreda.

Žig NF—VP na cementih torej ne pomeni samo »značko o skladnosti z normami« temveč v določeni meri tudi »kvalitetno marko«.

PRVO POGlavJE

LASTNOSTI IN NAČIN UPORABE NORMIRANIH CEMENTOV

Portland cement. Norma P 15 302

Norma P 15 302 predvideva 4 tipe cementov, ki so diferencirani, ter se definirajo po njihovih trdnostnih razredih, ki so:

Supercementi 355—500.

Cementi z visoko začetno trdnostjo 315—400.

Umetni Portland cementi 250—315, ki se med seboj ločijo v 2 kategoriji C. P. A. in C. P. B.

Umetne Portland cimente 160—250 C. P. A. in C. P. B., ki jih sedaj ne izdelujejo več za tekočo uporabo, temveč samo za posebne prilike, bomo navedli samo v dopolnilo.

Supercement 355—500 in cement H. R. I. 315—400

Ti proizvodi sestojijo iz čistih umetnih cementov, ki so izdelani posebno skrbno tako pri žganju kot pri mletju.

Za izdelavo se dovoljuje dodati topljive soli, toda ne več kot 1% in s pogojem, da je način dodajanja naveden na vrečah.

Supercementi dajejo za daljšo dobo višje trdnosti kot običajni. Priporočljivi so za določena dela, kot za mostove z velikim razponom, da se dopustna obremenitev betona poveča.

Cementi z visoko začetno trdnostjo H. R. I., kot njihovo ime nakazuje, dajejo po kratkem času visoke trdnosti. Uporabljajo jih za določene posebne izdelke, ki jih je treba zelo hitro razpažiti, tako za armirano betonska dela s ponovno uporabo opažev, za prefabricirana, za dela z uporabo dragih kalupov itd.

Kakovost in trdnostni razred

Zahtevane trdnosti so naslednje: (v kg/cm²)

	Po 2 dneh	7 dneh	28 dneh
Za supercement		355	500
Za H. R. I.	160	315	400

Tržne prilike. Uporaba. Svarilo pred uporabo. Dozacija

Izdelava teh cementov je draga. Material za izdelavo se strogo preizkuša. Drobnot mletja, ki je potrebna, da izkaže malta hitro visoke trdnosti, se poveča s podaljšanjem mletja, pri čemer se seveda kapaciteta mlinov zmanjša. Na trgu razpoložljiva tonaža teh vrst cementa je torej razmeroma majhna.

Ti cementi se morajo uporabljati za posebna dela iz armiranega betona po navodilih in pod nadzorstvom pristojnih inženirjev. Dejansko je uporaba teh cementov kočljivejša kot uporaba navadnih cementov. Podjetnik mora z največjo skrbnostjo paziti, da se vsi varnostni ukrepi izvedejo, t. j. stroga kontrola zrnivosti agregatov, vsebine vode, temperature, negovanja betona po vgraditvi. Če se opusti katerega koli izmed teh

ukrepov, lahko pride do težkih napak v računu. To je lahko vzrok vseh neuspehov, presenetljivih slučajev pri razpažanju, nezadostne trdnosti, izrednega krčenja itd. Na drugi strani pa je lahko nevarno, če mislimo, da bomo z zelo visokimi trdnostmi pri manjših dozah cementa kaj prihranili, kajti z nezadostnimi dozami tvegamo, da dobimo betone, ki nimajo potrebne kompaktnosti ter da ostanejo še naprej predani na milost in nemilost vsem napakam tlačanja, pri čemer more neregularna porazdelitev cementa povzročiti težke posledice.

Če povzamemo, so supercementi in cementi HRI cementi z zelo visoko začetno trdnostjo, ki omogoča hitro razpaženje. Njihova trdnost po daljši dobi je tudi zelo visoka, čeprav ni treba, da bi bila pri HRI cementih večja od trdnosti kvalitetnih Portland cementov. Njihova uporaba pa je precej kočljiva in njihova odpornost proti agresivnim vplivom je brez izjeme običajno slabša kot pri navadnih Portland cementih.

PORTLAND CEMENT 250 — 315

Portland cement se v načelu dobi z mletjem klinkerja brez drugega dodatka razen malo sadre, ki ima namen, da regulira vezanje — njihov uradni naziv je »umetni Portland cement«.

Izkušnja je pokazala, da se lastnosti Portland cementa ne spremenijo znatno, če mu dodamo majhne količine žlindre iz visoke peči. To lahko deluje v določenih primerih tudi kot stabilizator. Javne oblasti so nekoč dale proizvajalcem dovoljenje dodajati Portland cementu žlindro v količini do 10%. Z namenom povečati količino cementa, ki je bila na razpolago francoskemu gospodarstvu, so jih celo vabile k takemu dodajanju žlindre. Da bi omogočili inženirjem po predpisih uporabiti cement brez žlindre v primeru posebnih težavnih del v izrednih okolnostih, sta bili predvideni dve marki in sicer umetni Portland cement C. P. A. brez žlindre in umetni Portland cement C. P. B. z dodatkom žlindre do 10%.

Kontrolni laboratoriji imajo na splošno možnost prepričati se, če so razmeren dodatek 10% ni prekoračen.

Norma P 15 302 predvideva 2 trdnostna razreda in sicer 160—250 in 250—315. Praktično proizvajajo tovarne samo drugega in samo o tem bomo razpravljali.

Razred ustrezne natezne trdnosti je 20—25. Sodili so, da je odveč zahtevati v splošnem natezne poskuse poleg tlačnih, ker so pogoji za izdelavo portlandskih cementov danes dovolj enotni, da se lahko trdi, da vsak Portland cement, ki zadosti tlačnim poskusom 250—315, zadosti tudi nateznim poskusom 20—25. Posebni predpisi bodo mogli predvideti seveda tudi te poskuse, bodisi zaradi kontrole, bodisi za vse one primere, kjer ima natezna trdnost poseben pomen.

Uporaba. Svarilo. Dozacija

Uporaba Portland cementov 250—315 se priporoča za izdelavo mostnih gradenj in vodnih ter običajnih armirano betonskih del. Pogosto jih bolje uporabimo kot zelo učinkujoče cimente, ki spadajo v kategorijo cementov HRI in supercementov. Zelo visoke trdnosti, ki jih lahko dobimo s slednjimi, lahko zavedejo v nepredvidnosti, t. j. v nezadostno dozajico, pretirane obremenitve in prehitro razpaženje. Zaradi drobnosti mletja se bolj raztresejo in je treba poveriti njih uporabo, ki je kočljivejša, izvedencem. Kot bomo videli, se lažje uporabljajo cementi trdnostnega razreda 250—315, katere lahko zelo močno obremenimo.

Treba pa je svariti pred uporabo — razen v izjemnih primerih — Portland cementov za dela v škodljivih vodah t. j. v slanah vodah, v vodah, ki vsebujejo sulfat itd. Morska voda je manj škodljiva kot sulfatna voda. Imamo pa določene tipe oz. marke Portland cementa, ki so precej odporne proti morski vodi. Če treba, jih lahko uporabimo ob morski vodi, upoštevajoč vsa navodila za dosego zelo kompaktnega betona, toda specifična odpornost navadnih Portland cementov proti razjedanju soli je manjša kot specifična odpornost cementov z zelo veliko vsebino žlindre ali nekaterih drugih (puzolanskih cementov, portlandov brez aluminija).

Za ta dela je Uprava za mostove in ceste izdelala seznam tovarn in cementov, ki se lahko uporabljajo ob morju bodisi v Sredozemlju, bodisi v morjih s plimovanjem.

Prav tako svarimo pred uporabo cementov trdnostnega razreda 250—315 za dela, kjer je beton malo obremenjen kot n. pr. sploh pri zidarskih delih in pri betonu, ki je vlit v velikih masah. Če uporabljamo za taka dela beton z visoko trdnostjo, smo razsipni, kajti imamo cimente z nižjo trdnostjo 160—250 ali celo 100—160, ki popolnoma zadostujejo. Za podzemna ali vodogradbena dela, celo tam, kjer vode niso čisto agresivne, bomo pogosto s pridom uporabili cimente z žlindro ali nekatere puzolane.

Če povzamemo, je umetni Portland cement 250—315 odličen standarden cement, ki daje visoke trdnosti, čigar uporaba je lahka in znana vsem potrošnikom cementa, ki ima zelo redne lastnosti, se malo raztrese in ki se prav tako obnese na zraku kot v vodi — razen v agresivnih okolnostih.

ŽELEZOV CEMENT — NORMA P 15 303

Uradni naziv »Železov cement« ima tisti cement, ki ga dobimo z mešanico 70 do 80% klinkerja od umetnega Portlanda in 20 do 30% žlindre.

Ta tip niso pred letom 1939 uporabljali v Franciji tako kot sedaj, ker so bile količine Portland cementov, ki so jih mogle staviti francoske ce-

mentarne na trg, več kot zadostne. Edino nekatere cementarne v Moseli so ga izdelovale redno — njihova uporaba pa je bila znana in cenjena samo v vzhodnih pokrajinah blizu teh cementarn.

V Nemčiji uporabljajo ta cement že 40 let. Tam je uradno dovoljeno uporabljati ga za vsa dela, katerakoli: za armiran beton, arhitektonska dela itd., enako kot Portland cement.

Trdnostni razred

Danes izdelujejo železov cement v kakih 20 cementarnah in sicer izključno v trdnostnem razredu 250—315. Te cementarne so dobile pravico, da stavijo na proizvode kvalitetno značko NF—VP. Tlačni trdnostni razred 250—315 ustreza tudi tukaj nateznemu trdnostnemu razredu 20—25, ne da bi se zdelo potrebno to še preizkušati.

Lastnosti. Uporaba

Železov cement 250—315 ima skoraj iste lastnosti kot Portland cement. Če se ukrene vse potrebno proti izsuševanju pri delih, ki so izpostavljena zraku, so dozajice in trdnosti iste. Nadomesti lahko Portland cement 250—315 v vseh načinih uporabe. Posebnost je v tem, da ni nevarnosti, da bi zarjavela železna armatura, kot drugje. Začetne trdnosti po 2 do 3 dneh bodo včasih nižje, toda koeficient postopne trdnosti je višji, trdnosti po 28 dneh in pozneje pa bodo enake.

MEŠANI METALURŠKI CEMENT NORMA P 15 311

Naziv »Mešani metalurški cement« imajo tisti cementi, ki jih dobimo, če zmešamo v enakih delih Portland cement in žlindro.

Naziv »Mešani metalurški cement« je nov, toda take vrste cementa izdelujejo že 50 let, tako v inozemstvu t. j. v Nemčiji, v Belgiji, v Italiji, kot v vzhodnih pokrajinah Francije.

Pred 1916 so uporabljali naziv »Cement visokih peči« — brez razlike — za vse mešanice Portlanda in žlindre, ki so vsebovale od 30 do 80% žlindre.

Ta definicija je bila preširoka. Lastnosti niso iste, če je vsebina žlindre velika (70 do 80%) in vsebina Portlanda nekako 30% (cementi visokih peči v pravem pomenu besede) ali če sta v enakih delih žlindra in Portland.

V poslednjem primeru se lastnosti mešanice približujejo Portland cementu, mešani metalurški cement pa se more uporabiti celo v višinah brez posebnih opreznosti, razen z upoštevanjem naslednjih posebnosti.

Trdnostni razred

S tem da, primerjajoč ta cement z železovim cementom, znižamo vsebino Portlanda, vsekakor težje dosežemo visoke začetne trdnosti.

Doslej je kakih 10 cementarn uredilo svojo izdelavo mešanega metalurškega cementa z namenom, da bi dobilo trdnostni razred 160—250; štiri cementarne pa da bi dobile trdnostni razred 250—315. V enem kot drugem primeru pa so ti proizvodi podvrženi kontroli NF—VP. Cemente, ki jih bodo stavile na trg pooblašene cementarne, bodo slednje dobavile s kontrolno znamko.

Lastnosti, uporaba

Mešani metalurški cement naj bi imel trdnostni razred 160—250 in je uporabljiv, čeprav vsebuje precej žlindre, v višinah brez izrednih previdnostnih ukrepov.

Te cimente lahko umestno uporabimo za dela v višini — masivnega značaja, kjer ni obremenitev betona izključni element, in predvsem v temeljih — v stiku z vodo in v zmerno agresivnih*okolnostih.

Svarilo pri uporabi

Ta cement je treba — kot Portland — toda iz nekoliko različnih razlogov — med strjevanjem vlažiti. Pri Portlandu pride pri hitri izsušitvi do krčenja, ki povzroča razpoke in prekomerne napetosti, pri žlindri pa zmanjša ta izsušitev trdnost ter povzroča nepravilnosti pri strjevanju na različnih točkah izdelka.

Trzeba se je izogibati mehkih mešanic pod pretvezo, da bi obdržali žlindro v vlažnem stanju. Beton, ki je mehko mešan, vsebuje preveč vode in se izsuši hitreje kot beton, ki je zemeljsko vlažno zmešan s pravilno količino vode, ki je potrebna za pravilno vgraditev.

Po vgraditvi je treba beton iz metalurškega cementa, če je na prostem zraku, zaščititi proti soncu ali izsuševalnim vetrovom s plahtami, slamnjačami in po potrebi močiti. Ker se žlindra počasneje strjuje kot Portland, je treba malo dalje čakati na razpaženje in na obremenitev, predvsem, če se dela v mrzlem letnem času. Če se držimo točno teh navodil, bo trdnost betona iz metalurškega cementa 160—250 le malo nižja od betona iz Portlanda 250—315. Ni nobene nevarnosti, da bi se armatura kvarila.

Mešani metalurški cement 250—315 se uporablja pri visokih gradnjah, je pa zanimiv tudi za vodogradbena in podzemna dela — v zmerno agresivnih okolnostih, kjer je obremenitev velika. Kjer se dela v zelo agresivnih okolnostih (koncentrirane sulfatne vode) in z zelo veliko obremenitvijo, je treba dati prednost specialnim cementom, (sulfatnim itd.).

CEMENTI VISOKIH PEČI NORMA P 15 304

Naziv »Cement visokih peči« nosijo cementi, ki jih dobimo iz mešanice 70% žlindre in 30% Portlanda s toleranco 5% več ali manj.

Gre za tip cementa, ki se je že 40 let izkazal in ki se na splošno odlično obnese v sulfatnih vodah in v morju.

Lastnosti in uporaba

Cement visokih peči je cement, v katerem prevladuje žlindra. Je pa zato občutljivejši za izsušitev kot Portland ali železov cement, toda v vlažnem okolju doseže po daljši dobi visoke trdnosti. Zelo je vzdržljiv nasproti vsem vrstam škodljivih voda, tako proti morski vodi, proti vodam, ki vsebujejo sulfat itd. Če ga uporabljamo v armiranem betonu, ne nagriže železa. Med cementom visokih peči in običajnim Portland cementom tudi ni nobene reakcije. Vendar jih ne smemo pri delih ob morju ali ob vodah s sulfatom, brez posebne previdnosti uporabljati enega ob drugem. Cement visokih peči je torej posebno prikladen za gradnjo armiranih in nearmiranih masivnih del, tako temeljev, mostnih podpornih stebrov, zagatnih sten, za vodogradbena dela v velikih masah, kjer je treba preprečiti prehitro nastajajočo toploto pri vezanju, ali za podzemeljska dela, ki pridejo v stik z več ali manj agresivnimi vodami t. j. za omete jaškov itd. Cement visokih peči pa tudi jamči za večjo trajnost in nerazrušnost mestnih kanalizacij, ki naj zelo dolgo vzdržijo in ki so izpostavljene rušnim vplivom. Ti vplivi se med gradnjo večkrat ne predpostavljajo (ni mesta, kjer ne bi bilo nevarnosti, da postane talna voda nekega dne več ali manj sulfatna, ker luži sadro ali ruševine).

Svarilo pred uporabo

Cement visokih peči lahko uporabljamo za dela na zraku. Da bi pri delih manjše debeline preprečili površinsko sušenje, je zaradi previdnosti umestno, da se mešanica ne pripravi preveč mehko, da opaze obdržimo dovolj dolgo, da betone močimo če treba, s slamo prekrijemo ali bolje, da jih premažemo s premazom, ki ščiti pred izhlapevanjem (curing compounds).

Če cement uporabljamo za dela na zraku ali v suhem okolju, se pojavijo lise, ki rjavijo. Uporabljamo ga torej le tam, kjer zunanji izgled ni važen. Brez posebnih zaščitnih ukrepov ga ne smemo uporabljati v mrzlem vremenu, ker je žlindra bolj občutljiva za učinke temperature kot Portland cement.

ŽLINDRIN KLINKER CEMENT NORMA P 15 305

Ime »Žlindrin klinker cement« nosijo tisti cementi, pri katerih znaša sorazmerna količina žlindre več kot 80%, medtem ko doseže količina Portlanda največ 20%.

Vidimo torej, da skušajo pri cementih, ki jih preizkušujejo predvsem zaradi odpornosti proti škodljivim vplivom, omejiti delež Portlanda.

Trdnostni razred

Za ta cement imamo norme, ki ustrezajo dvema trdnostnima razredoma in sicer 160—250 ter 100—160. Nek dodatek k normam dovoljuje prodajo takšnih cementov z razredom 250—315.

Ker te cimente običajno uporabljamo v velikih masah, ne terjajo zanj zelo visokih tlačnih trdnosti. Če hočemo take trdnosti, je treba žlindro hitro mleti, kar zviša lastno ceno. Zaradi tega se je večje število podjetij odreklo trdnosti 160—250 ter se omejuje na trdnostni razred 100—160.

Žlindrine cimente 250—315 izdelujejo še vedno v razmeroma majhnih tonažah. Kontrolirajo in prodajajo jih z žigom NF—VP.

Svarilo za uporabo

Pri delih na zraku moramo biti enako oprezni, kot če uporabljamo cement visokih peči. Treba je preprečiti površinsko sušenje in izločiti vpliv mraza.

Mraz je zelo nevaren za cimente, ki vsebujejo mnogo žlindre, kajti ta znatno zadrže reakcije in poveča dobo, med katero utegne beton zmrzniti in se zato nepopravljivo poškodovati.

Če uporabljamo žlindrin cement pri nizki temperaturi, moramo izvesti na gradbišču zaščitne ukrepe, ki jih navajamo pozneje.

Kalcijev klorid deluje kot pospeševalec reakcije zelo učinkovito, poleg tega zniža temperaturo, pri kateri se tvori led. Pri temperaturi 5 do 6°C je priporočljivo uporabiti ga v vodi za mešanje v količini 1 kg na vrečo.

Če temperatura pade na 0° je treba povsem prenehati z betoniranjem.

Poglavitne uporabne svrhe

Bolj še kot cement visokih peči je žlindrin klinker cement vezivo za temelje ter za vodogradbena in podzemeljska dela, ki se ga uporablja v najrazličnejših agresivnih okolnostih, tako v sladkih vodah, somornicah, v vodah s kislom reakcijo, močvirnih vodah, v snežnicah in ledeniških vodah, morski vodi, sulfatnih in magnezijevih vodah, odpadnih vodah, odpadnih itd. Prav tako moramo predvsem misliti na žlindrin cement, čim se pojavi kak problem nerazkrojenosti kot n. pr. pri gradnji silosov za krmo, temeljev kemičnih obratov, rezervoarjev za kipeče tekočine ali tekočine s kislom reakcijo, posebno še če so pod zemljo. Z bisulfitnim postopkom lahko nevtraliziramo žveplo, ki ga vsebuje žlindra ter to nato uporabimo pri gradnji rezervoarjev za vskladiščenje oz. izdelovanje živil. V zelo agresivnih okoliščinah se lahko dogodi, da neuničljivost žlindrine ga cementa ne bo popolna in da ne bomo smeli opustiti obdelave površine oz. ometa, toda tam kjer ni ometa in pronicanja, je nevarnost hitre-

ga uničenja zaradi razkroja apna mnogo manjša kot pri mnogih drugih cementih.

Umestno je tudi, če mislimo na ta cement pri injekcijah, ki jih uporabljamo pri poškodovanih delih, kajti na že vgrajene cimente ne reagira, ne glede na njihovo sestavo in vzdržni stik z izdelki, ki so posledica nekega predhodnega razkroja (posebno sulfoaluminat); vsekakor je treba v določenih okolištinah pri injekcijah zavedo posebno proučiti in se posvetovati z izvedenci.

Žlindrini cementi 250—315 dajejo enako jamstvo nerazkrojnosti kot cementi 100—160 in 160—250, poleg tega pa imajo visoke mehanske trdnosti.

Lažje se tudi obdelujejo in se tudi ne izsušijo tako hitro. Te rezultate dobimo z mnogo drobnejšim mletjem.

Te cimente lahko uporabljamo pri določenih armirano betonskih delih in za omete, ki so izpostavljeni zelo agresivnim vplivom.

ŽLINDRINI APNAŠTI CEMENTI NORMA P 15 306

Naziv »Žlindrin apnast cement« da- jemo cementom, ki jih dobimo iz mešanice žlindre in delom apna v približni količini 30%.

V dobi, ko so pričeli izdelovati žlin- drine klinker cimente, s katerimi do- bimo zelo visoke mehanske trdnosti in kemične odpornosti, so zelo skr- čili izdelavo žlindrinih apnastih ce- mentov. V nekem oziru je škoda, da je temu tako, kajti žlindrini apnasti cementi, ki so mnogo bolj mastni kot žlindrini klinker cementi, se mnogo lažje vgradijo kot slednji.

To je tudi ena izmed prednosti ne- katerih zelo drobnih puzolanskih ce- mentov, katerih malte včasih bolj »vežejo«, čeprav vsebujejo manj ce- menta.

Trdnostni razred

Norme predvidevajo 2 trdnostna razreda in sicer 100—160 in 50—100.

Samo cementi razreda 100—160 so pripuščeni kontroli NF—VP in se lahko dobavljajo z žigom. Tudi žlin- drini cementi razreda 50—100 so od- lični proizvodi, ki se dajo uporabljati na lahek način s počasnim strjeva- njem in ki dosežejo visoke trdnosti, čeprav nimajo prednosti, ki jih daje kvalitetna norma NF—VP.

Previdnost pri uporabi

Žlindrin apnast cement lahko upo- rabljamo tudi za dela na zraku, če ukrenemo nekaj ne prohibitivnih ukrepov proti izsuševanju. Ta cement pa je še bolj občutljiv za mrz kot žlindrin klinker cement. Beton se po- časi strjuje in je zelo občutljiv za zmrzovanje.

Kalcijev klorid je neučinkovit. Če dodamo količini 100 kg cementa 1 kg natrijevega karbonata, se s tem re-

akcije pospešijo in zmanjša nevarnost zmrzovanja. Ta dodatek lahko upo- rabimo predvsem, če gre za beton v ma- sah ali v spodnjem stroju, če tem- peratura pade pod 5 do 6°C. Če gre za beton, izpostavljen zraku, poveča natrijev karbonat izločanje sige in krčenje.

Lastnosti in uporaba

Uporaba tega cementa je lahka, ker daje dovolj mastne malte in be- tone. Nekoliko manj je odporen pro- ti sulfatnim in morskim vodam kot žlindrin klinker cement. Ta razlog pa je še bolj vplival kot manjše trdnos- ti, da so ta cement v dobi tik pred drugo svetovno vojno opuščali pri delih podzemne železnice v Parizu, kjer se pride pogosto v dotik z zelo agresivnimi vodami. Žlindrin apnast cement, čigar trdnost se sicer ne da primerjati s trdnostjo žlindrinega klinker cementa, je vendar zelo od- poren proti razkranjanju. Pol stoletja so ga v Parizu uporabljali z največ- jim uspehom za vsa podzemeljska dela tako za temelje, kanale, pod- zemno železnico itd.

Ker žlindrin apnast cement zelo lahko uporabljamo, je prikladen za betonske temelje ali zidove, tako kletne zidove in kanale. Ta cement bi morali tudi preiskati za poljedel- ska gradbena dela t. j. za gnojne jame, za hlevske tlake, kajti z njim lahko dela vsakdo.

ZIDARSKI CEMENTI NORMA P 15 307

Sestava

Zidarski cementi so mešanice, ki jih po svoji uvidevnosti lahko sestavijo proizvajalci. Sestoje se iz različnih hidravličnih veziv, ki se skladajo, ta- ko iz naravnega cementa, žlinder, pu- zolanov. Mešanice naj dosežejo trd- nostni razred 100—160 (ali morebiti 160—250).

Upravičenost te proizvodnje in pravil, ki so jih sprejele Norme

Za mnoga drugovrstna dela se ne more upravičiti uporabo cementa s trdnostnim razredom 250—315.

Naravni cementi le redko, če so brez primesi, dosežejo trdnostni raz- red 100—160, toda če jim dodamo le malo Portland cementa ali žlindre, se jih razmeroma lahko ojači, tako da dobimo cimente, ki dosežejo trd- nostni razred 160—250. Taki pa zado- stujejo za drugovrstna dela kot n. pr. za majhne betonske izdelke, zidarska dela, omete itd.

Postopkov, ki se lahko uporabljajo za doseglo rezultatov, niso hoteli normirati podrobno. Zidarski cement mora na splošno zadostiti predpisom Norm, t. j. ne smejo vsebovati na- pihujočih proizvodov, ki jih pokaže- jo poizkusi z Le Chatellierjevimi iglami, ustrezati morajo kemični se- stavi, vezavi in trdnosti.

Trdnostni razred

Norme ustrezajo dvema trdnostni- ma razredoma: 100—160 in 160—250. Danes izdelujejo oba ta trdnostna razreda. Proizvajalec navede na last- no odgovornost zajamčeni trdnostni razred. Vendar ti proizvodi nimajo pravice na žig.

Lastnosti in uporaba

Zidarski cementi so predvsem na- menjeni za zidarska dela, razen za armirani beton. Uporabljamo jih lah- ko za izdelavo umetnih sestavljenih kamnov z razeroma veliko dozajcio cementa namesto visokokvalitetnih Portland cementov, ki jih dodajajo včasih v tako majhnih količinah, da dobijo samo porozne proizvode. Upo- rabljamo jih tudi lahko za omete, če imajo primerno barvo.

NARAVNI CEMENTI NORMA P 15 308

Sestava

To so naravni cementi brez druge- ga dodatka razen sadre, ki ima na- men uravnati redno vezavo.

Upravičenost zadevne proizvodnje in pravil, ki so jih sprejeli v Norme

Majhno število obratov, pet ali naj- več šest v Franciji, izkorišča nahaja- lišče tistih naravnih apnencev, iz ka- terih dobijo zgolj s preprostim žga- njem brez drugega izboljševalnega dodatka, naravni cement, ki spada v trdnostni razred 100—160.

Gre za kvalificirane proizvode, ki so že dolgo znani in renomirani ter imajo v določenih primerih posebne lastnosti kot barvitost, odpornost proti določenim agresivnim vplivom — včasih jih krajevni odjemalci zelo cenijo. Imajo pa lastnosti, zaradi ka- terih večkrat ne morejo ustrezati Normi P 15 307 zidarskih cementov. Posebno pogosto prekorači količina SO₃, ki jo vsebujejo, 3%, kolikor do- pušča ta Norma. Toda izkušnje ka- žejo, da so ti naravni cementi zelo dobri in da večinoma ne pokajo ter bi ne bilo loviti, da bi jih prepove- dali izdelovati. Kontrola NF—VP ni dovoljena.

Lastnosti in uporaba

Te cimente uporabljajo za iste na- mene kot zidarske cimente. Nekatere izmed njih pa cenijo za posebna dela kot omete in izdelavo umetnih kam- nov.

ZIDARSKA VEZIVA NORMA P 15 309

Z nazivom »Zidarska veziva« ime- njemo vse hidravlične proizvode ra- zen apna, katerih trdnostni razred doseže 50—100, ne doseže pa 100—160. Ti proizvodi sodijo lahko v tip cementa ali naravnega cementa, bo- disli čistega ali izboljšanega z dodat- kom klinkerja ali žlindre.

HIDRAVLIČNO APNO

Apna dobivamo z žganjem naravnega apnenca običajno v ravnih pečeh; nato ga gasimo in največkrat zmeljemo. Hidravličnost nekega apna moremo povečati z dodatkom majhne količine drugega hidravličnega proizvoda kot portlanda, naravnega cementa, žindre. Če je proizvodu dodana žindra v količini nad 20 odst. mora proizvajalec to v opozorilo potrošniku označiti s pripisom »z žindro«.

Trdnostni razred

Norme predvidevajo trdnostne razrede 10—30 z nazivom »Težka hidravlična apna« in 30—60 ter 50—100 z nazivom »Izredno hidravlična apna«. Z imenom lahka hidravlična apna označujemo proizvode, ki ne dosejajo trdnostnega razreda 10—30.

Kontroli se lahko v določenih pogojih predložijo samo izredno hidravlična apna 30—60 in 50—100. Te odredbe so doslej rabili samo 3 obrati; medtem ko izdeluje apno nad 150 obratov.

Običajno jamčijo za trdnosti proizvodov in njihovo skladnost z normami samo proizvajalci.

Uporaba

Hidravlična apna, ki so ustrezno izdelana in ki vsebujejo minimalni delež nekombiniranega apna, predvidenega po Normah, so zelo dobra zidarska veziva; dajejo mastno in plastično malto, ki se dobro prime zidakov, če je sveža in se dobro prilega v votline v zidu. Z zadostnimi dozami težkega in izredno hidravličnega apna lahko dobimo kompaktno in malo propustne malte (nikdar ne bodo toliko nepropustne kot cementna malta). Če pa izkoristimo mastnost lahkkih hidravličnih apen, tako da uporabimo zelo majhne doze s pretirano količino mešalne vode, dobimo izredno propustne malte. Zidovi iz teh šibkih malt so toliko bolj vodopropustni, kolikor so zidaki kompaktni in trši. V takih primerih je nujno, da se fasade, ki so izpostavljene deževnim vetrovom, izpolnijo s kako cementno malto.

Apna lahko služijo za izdelavo betona iz opečnega zdroba ali blokov iz opečnega zdroba.

SULFATNI CEMENT NORMA P 15 313

Sulfatni cement dobimo iz mešanice granulirane žindre visokih peči in apnenega sulfata. Mešanica vsebuje nad 5 odst. SO_3 in majhno količino katalizatorja (apna, klinkerja ali cementa).

Trdnostni razred

Norma predvideva 2 trdnostna razreda in sicer 250—315 in 315—400.

Lastnosti

Sulfatni cementi počasi vežejo in se hitro strjujejo, v čemer so podobni Portland cementom. Poleg tega so odporni proti kemičnim razkrojem ter so v tem podobni žlindrinim klinker cementom. Kot ti so občutljivi glede izsuševanja ter jih uporabljajo za vodogradbena dela v zelo agresivnih okolnostih.

Opreznost pri uporabi

Sulfatni cement zahteva za svojo popolno hidratacijo precej enako količino vode kot za mešanje samo; toda vsak višek vode je škodljiv ter napravi beton propusten, kar za agresivne okolnosti ni priporočljivo; treba je torej skrbno paziti, da bo količina vode zadostna in ne prekomerna, opaži morajo biti vodotesni, da preprečijo izgubo vode.

Izogibati se moramo mešanic sulfatnega cementa s Portland cementi ali celo z železovimi cementi oziroma mešanimi metalurškimi cementi, kajti na slednje slabo vpliva prevelika količina sulfata, ki ga vsebuje sulfatni cement. Nasprotno pa lahko sulfatni cement brez nevšečnosti gradimo ali celo mešamo skupaj z žlindrinim klinker cementom ali s cementom visokih peči. Če je umestno skupaj graditi sulfatni in Portland cement bo pametno, če vmes vgradimo plast betona iz žlindrenega klinker cementa, ki se enako dobro sklada z obema.

Uporaba

Ta cement uporabljamo za tekoča armirana in nearmirana betonska dela tudi na prostem s pogojem, da izvedemo iste previdnostne ukrepe proti izsušitvi kot za žlindrin klinker cement.

Uporabljamo ga tudi za betone v škodljivem okolju razen v mineralnih kislih vodah — tudi zelo razredčenih (sulfatna voda, morska voda), predvsem, kadar moramo doseči visoke začetne mehanske trdnosti n. pr. pri močno armiranih temeljih v agresivnih vodah.

Če ga uporabljamo za injekcije pri gradnjah, moramo upoštevati določene pogoje. Če so sulfatne vode te gradnje že razkrojile, bi v tem pogledu sulfat, ki ga vsebuje sulfatni cement, stanja ne mogel poslabšati. Če pa sulfatne vode niso vzrok razkroja, ne moremo uporabljati sulfatnega cementa v stiku z drugimi proizvodi, ki vsebujejo mnogo apna.

II. POGlavJE

LASTNOSTI IN UPORABA POGlavITNIH NENORMIRANIH CEMENTOV

Kot smo že omenili, se ni zdelo potrebno normirati cemente, ki jih ne izdeluje hkrati več proizvajalcev serijsko.

Proizvajalec mora tu objaviti lastnosti svojih proizvodov, obveznosti, ki jih lahko sprejme in jamstva, ki jih lahko nudi odjemalcu. Če gre za večje dobave, se ta jamstva ugotovijo v specifikacijah, katerih določbe se lahko, če treba, spremenijo po želji.

Za nekatere druge cemente ni bilo mogoče uvesti norm, ker so njih lastnosti neposredno odvisne od uporabljenih surovin in jih zato proizvajalec ne more po svoji volji spreminjati. Dalje se prodajajo cementi, ki imajo isti naziv in včasih različne lastnosti glede na obrat in izvor, kar onemogoča njih normiranje.

V naslednjem bomo prikazali, kateri so pglavitni tipi nenormiranih cementov, njihove običajne značilnosti, njihove lastnosti in uporabo.

ALUMINIJEVI CEMENTI

Sestava

Aluminijev cement dobimo, če zžemo mešanico boksita in apnenca. Žganje poteka hitro do popolne stalitve, odtod tudi ime »taljeni cement«. Ker vsebuje osnovna mešanica boksit namesto ilovice, sestoji taljeni cement iz zelo velikega deleža aluminija — običajno 40 odst.

Lastnosti

Taljeni cement je leta 1913 iznašel Bied, direktor laboratorija Lafarge obratov; ta družba ga še danes izdeluje. Bied je skušal z zmanjšanjem količine apna dobiti cement, čigar indeks hidravličnosti bi bil večji od 1, z namenom da bi dobil cement, ki ne razpada. Po prvih industrijskih proizvodih, ki so jih tako dobili, so ugotovili, da dosežejo ti cementi v nekaj dneh višje trdnosti kot v tisti dobi najboljši cementi šele po nekaj mesecih. Te taljene cemente so torej prvi uporabili leta 1916 na fronti za gradnjo žaklonov in topniških temeljev.

Toda odpornost proti kemičnemu razkroju, kar je imel Bied predvsem v vidu, se je manj izkazala kot je upal. Aluminijev taljeni cement je sicer zelo odporen proti sulfatnim vodam. Z velikim uspehom so ga uporabili leta 1920 za podzemeljska dela pri železnici Niza—Coni, ki prečka gomile sadre in anhidrida. Toda v drugih manj škodljivih okolnostih se je pričel ta cement razkrajati, česar še niso dovolj raziskali. Problem še proučujejo.

Nasprotno pa so ugotovili, da je aluminijev taljeni cement zelo dober ognjevzdržni cement. Nič ni na prvi pogled kazalo na to. Visoka temperatura, pri kateri se ga pridobiva, ni v ničemer mogla ustvariti sodbo, da bodo hidrati vzdržali temperature nad 1200° C, ne da bi se razkrojili in da bodo s primernim dodatnim agregatom prenesli tudi 1400° C. Taljeni cement je odličen ognjestalen cement.

Mehanične značilnosti

Taljeni aluminijev cement veže po časi; začetek vezanja nastopi pribl. 2 uri po mešanju. Seveda čim začne vezati, se zelo hitro strjuje. 48 ur po mešanju je cement dosegel skoraj že svojo dokončno trdnost.

Aluminijev cement prodajajo z jamstvom naslednjih trdnosti:

2 dni	7 dni	28 dni
315	355	400

Po 24 urah je trdnost že tako velika, da omogoča ne samo razpaženje del, temveč pogosto celo njihovo obremenitev, kar je važno za nujna dela in predvsem za obnovitve v tovarnah, ki jih je treba izvršiti med dnevom tedenskega počitka.

Opreznost pri uporabi

Količina vode, ki se kombinira pri hidrataciji, se zelo približuje tisti količini, ki je potrebna za mešanje. Kompaktnost je torej zelo velika, in je lahko delno vzrok doseženih visokih trdnosti, vendar zahteva od izvajalcev, da pazljivo odmerjajo delež potrebne vode; posebno opazi morajo biti vodotesni.

Reakcija je živa in sprošča veliko količino toplote ter povzroča znatno razgretje.

To kaže na prednost, da se ta cement lahko uporablja v mrzlem vremenu, povzroča pa zato veliko nevšečnosti pri masivnih delih in pri delih, ki jih izvršujemo v vročem vremenu; če temperatura pri strjevanju preseže 30°C, se trdnost znatno zmanjša.

Če mešamo taljeni cement s kakim drugim cementom ali apnom, povzroča zelo hitro vezanje. V posebnih primerih se lahko poslužimo te lastnosti, toda z izjemo teh primerov je treba kar najbolj paziti in uporabljati popolnoma čiste priprave, da se izognemo pojavom zelo hitrega vezanja, ki jim nismo kos.

Uporaba

Taljeni cement se uporablja:

Za dela, ki zahtevajo izredno visoke napetosti. V tem pogledu so supercementi portlandskega tipa, ki so mnogo cenejši in dajejo iste končne trdnosti, že dosegli taljeni cement, ki je bil prvi supercement.

Za dela, ki jih je treba uporabljati v zelo kratkem roku kot na primer pri obnovi strojnih ogradij, obnovi temeljev cestnega križišča itd. Zaradi hitrosti strjevanja imajo za ta dela aluminijevi cementi prednost pred cementi z visoko začetno trdnostjo in supercementi portlandskega tipa.

Za dela v času zmrzovanja.

Za dela v nekaterih škodljivih okoljih — po navodilih proizvajalca.

Za ognjevdružne betone in za gradnjo peči.

CEMENTI S HITRIM VEZANJEM

Medtem ko za običajna dela zahtevamo cimente s počasnim vezanjem, da imamo dovolj časa za pripravo in vgraditev betona, preden začne ta vezati, pa potrebujemo za določena dela cement, ki veže v nekaj minutah. V tem primeru uporabimo cimente s hitrim vezanjem.

Če žgemo določene naravne apnenice pri zmerni temperaturi, dobimo cimente s hitrim vezanjem, ki ustrezajo takim potrebam.

Te hitrovezoče naravne cimente izdelujejo predvsem v dveh področjih: v dolini Vassy, od koder prihajajo cementi, ki jih uporabljajo predvsem na pariškem področju, in v dolini Ize-re, kjer je več proizvajalcev.

V sredozemskem področju označujejo določene krajevne hitrovezoče cimente z imenom »Valentine«-cement ali »Romain«-cement.

Lastnosti

Prva lastnost teh cementov je njihovo hitro vezanje.

Splošno prehaja mehanična trdnost v pravem pomenu besede v drugo vrsto.

O normiranju naravnih proizvodov, katerih lastnosti proizvajalec po svoji volji ne more spremeniti, ne more biti govora. Uradne specifikacije B 1 — 1 iz leta 1934 so se torej omejile na klasifikacijo in na definicijo, po kateri se imenujejo veziva »s hitrim vezanjem« tista, ki začnajo vezati največ 8 minut po mešanju, in veziva »s polpočasnim vezanjem« tista, ki pričnejo vezati v dobi med 8 do 30 minut.

Te iste uradne specifikacije so definirale tri kategorije, ki dajejo naslednje tlačne trdnosti:

	2 dni	7 dni	28 dni
Običajni	12,5	20	31,5
Normalni	20	31,5	50
Za posebna dela	30,5	80	80

Glede kemične odpornosti lahko omenimo, da so hitrovezoči cementi na splošno bolj odporni proti vsakovrstnim agresivnim vodom kot portlanski; to si razlagamo z dejstvom, da vsebujejo ti cementi manjšo količino apna.

Uporaba

Cimente z hitrim vezanjem uporabljamo za omete, za zajeze rečnih tokov, za nekatere prefabrikacije, zatesnitve itd.

Opomba. — Če treba lahko dobimo cimente z hitrim vezanjem tako, da zmešamo Portland cement ali bolje »žlindrin apnast cement« z majhno količino taljenega cementa. Taljeni cement reagira z apnom hitro, tako da ga lahko razpažimo; naknadno reagira Portland cement ali žlindrin cement, ki daje betonu končno trdnost. Za ta postopek je treba opreznosti in predhodnih poizkusov.

Za isti namen se lahko doda Portland cementu kak pospeševalec. Več

specializiranih firm kot Sika, Lanco, Penton je dalo na trg pospeševalce, s katerimi lahko dosežemo zaželeno hitrost vezanja, ne da bi s tem spremenili kasnejše trdnosti v izredni meri.

Puzolanski cementi

Puzolanske cimente dobimo tako, da prišamo umetnemu cementu puzolane z izjemo žlindre.

V Italiji uporabljajo vulkanske puzolane iz Rima in Neaplja. V Nemčiji renki tras, v Danski pa moler.

V Auvergni so znatna nahajališča vulkanskih puzolanov. Na mnogih drugih področjih najdemo puzolane sedimentarnega izvora. Na trg prihaja malo puzolanskih cementov. Edini cement, ki ga izdelujejo v razmeroma večjih količinah, je »gaize«-cement*, ki ga dobijo iz mešanice dveh tretjin Portland cementa in ene tretjine žgane »gaize«-e.

Lastnosti

Dodatek »gaize«-e znatno zmanjša začetne trdnosti. Cemente z dodatkom »gaize«-e prodajajo z jamstvom za trdnost 80 kg po 7 dneh in 160 kg po 28 dneh.

»Gaize«-cement je znatno masten in daje betone in malte, ki so odporne proti izplakovanju.

Je kemično zelo odporen, tako zaradi nevtralizacije apna s puzolanom, kot zaradi kompaktnosti izdelanih betonov.

Uporablja se za dela ob morju in ob škodljivih vodah.

EKSPANZIVNI CEMENTI CEMENTI BREZ KRČENJA

Ti cementi med strjevanjem nekoliko nabreknejo. To pa lahko uravnamo bodisi s kompenzacijo krčenja, ki bo nastalo pri sušenju betona (tako dobimo cement s kompenziranim krčenjem ali cement brez krčenja), bodisi s povečanjem stalne prostornine (ekspanzivni cement v pravem pomenu besede).

Te cimente proizvajajo danes samo v majhnih količinah. Uporabljali so jih že v zelo zanimivih okolnostih, toda pri obdelavi morajo sodelovati izkušeni strokovnjaki.

BELI CEMENTI

Beli cementi so naravni ali umetni cementi, ki jih dobivajo z žganjem zelo čistih surovin, posebno brez primesi železovega oksida. Poleg tega morajo pri proizvodnji paziti, da se ne umaže s pepelom. Zato te cimente običajno žgejo v plinskih pečeh ali v pečeh na nafto.

Naravni beli cementi imajo razmeroma zmerne trdnosti in jih uporabljajo predvsem za izdelavo ploščic ali odlihtkov.

* „Gaize“ je mehka kamenina sive ali sivorumene barve, ki vsebuje mnogo silicija (80%). Nahajališče „gaize“-e je v Ardennih (Haute Loire) v Franciji. (Op. uredništva).

Mnogo obratov izdeluje umetne bele Portland cimente, ki dosežejo trdnostna razreda 160—250 in 250—315. Uporabljajo jih za fasadne obloge ali za izdelavo umetnih kamnov.

Nemožnost normiranja belih cementov

Imamo razne načine za presojo čistosti barve belih cementov, tako s primerjavo vzorcev ali s fotometričnimi metodami v posebnih laboratorijih.

Lahko se torej, če je treba, ugotovi za določen trg način kontrole v uradnih specifikacijah.

Beli cement je »bel« proizvođač več ali manj čiste nianse, uporabljajo ga tudi zaradi njegovih mehanskih lastnosti. Od primera do primera bo kupec polagal važnost na čistost barve, hitrost vezanja, mehanično trdnost, lahkoto vgraditve itd. Ni pa mogoče normirati ali klasificirati na osnovi treh ali štirih neodvisnih lastnosti.

III. POGlavJE

UPORABA IN VGRADITEV

V obeh prvih poglavjih smo obravnavali veziva, ki pa jih praktično nikdar ne uporabljamo sama zase ter jih vgrajujemo in uporabljamo v zelo različnih okolnostih.

Kakovostna marka jamči za lastnosti, ki jih navajajo norme, toda te ne zajemajo vseh možnih uporabnih okolnosti. Ostalih lastnosti uporabnik ne pozna vedno in pogosto se dogaja, da morajo graditelji, proizvajalci ali izvedeniški laboratoriji iskati vzroke neugodnih pripetljajev, ki nastajajo pri uporabi cimenta.

Ti vzroki pa so lahko različni in sicer:

Lahko se dogodi, da se cement poslabša, posebno, če ga ne hranimo ali ne transportiramo kot treba, vendar bo tu šlo za posebne primere, kajti proizvajalne metode, kontrola v tovarni in nadzorstvo NF — VP to preprečujejo. Izdelovalne metode in kontrola v modernih obratih so take, da praktično ni bojazni, da bi dobavljali proizvode nezadostne kakovosti. Poleg tega pa pri sedanjih jamčevalni kontroli proizvajalec ne bi mogel dati na trg proizvoda, ki se ne bi skladal za naznačeno kategorijo, ne da bi bil hitro primoran naznačiti slabši kakovostni razred.

Pogosto nastajajo nevspečnosti, ker je cement slabši zaradi dolgega transporta kot na primer pri dobavah v neproizvodne dežele Afrike in Južne Amerike. Jamstvo za dobro hrambo daje samo kovinska embalaža; če te ni na razpolago, lahko uporabljamo posebne vreče s štiri ali šestkratnim ovojem.

Najpogostejše vzroke slabih rezultatov na gradbiščih lahko porazdelimo v dve skupini:

Večkrat nastajajo neugodnosti zaradi malomarnosti ali pomanjkljivosti pri vgraditvi. Tako dodajajo pri mešanju preveč vode ali premalo cimenta, uporabljajo slabo sestavo zrnivosti, betonirajo pri prenizki temperaturi, ne skrbijo dovolj za pravilno strjevanje itd. Tu ni pravo mesto, da bi se spuščali v te pojme, ki so praktičnim strokovnjakom dobro znani in obdelani v številnih publikacijah.

Drug vzrok neuspeha utegne biti uporaba kakega neprimerne veziva pri določenih delovnih pogojih. Tako na primer ne moremo priporočati cementov H. R. I., ki se pogosto bolj krčijo kot običajni pri delih z veliko površino, razen če smo izredno previdni. Če bomo uporabili cement, ki se dobro sklada s predvidenim delom, se bomo izognili neuspehom, seveda če bomo pri vgraditvi dovolj oprezni.

ARMIRAN BETON

Za taka dela se naj normalno uporabljajo Portland cimenti trdnostnega razreda 250—315 (C. P. A., C. P. B., železov cement). Cementi H. R. I. naj se uporabljajo samo tam, kjer je treba skrajšati rok za razpaženje ali začetek uporabe objekta. Ni treba računati, da bomo dobili po daljši dobi višje trdnosti, kajti proizvodnja H. R. I. cementov ima samo namen zvišati trdnosti v razmeroma kratkih dobah. Po daljšem roku dosežejo cementi C. P. A. in C. P. B. podobne trdnosti.

Za dela v agresivnih okolnostih uporabljajo glede na posamezni primer železov cement 250—315, mešan metalurški cement 250—315, sulfatni cement 250—315 ali 315—400 ali žlindrin klinker cement 250—315 po danih možnostih dobave, upoštevaje navodila v prvem poglavju (da se armatura ne nagrize).

Za malo armirano delo, masivne betone z železom, ki so razmeroma malo obremenjeni, lahko uporabljamo cimente razreda 160—250.

TEMELJI IN PODZEMELJSKA DELA

Tu je vedno bolje, če uporabimo vezivo z dobro kemično odpornostjo, kajti nikdar ne vemo zanesljivo, če ne bodo tla nekoč vplivala agresivno. Pravtako je znano, da zelo mehke vode vplivajo na vezivo, pri katerem ni vse apno nevtralizirano.

Izbrali bomo glede na mehanično trdnost del in kemično agresivnost tal različna veziva, ki vsebujejo žlindro in tudi izbrane puzolanske cimente.

BETON V VELIKIH MASAH

Običajno izberemo za dela v velikih masah veziva, ki oddajajo pri vezanju majhno količino toplote, da se

čim bolj izognemo dvigu temperature v masi, kajti ta povzroča pri ohlajanju termično krčenje.

Med portlandskimi cementi ustrezajo popolnoma ardečki izredno silijski cementi (dvojno ali enojno žgani).

Cementi z mnogo žlindre ustrezajo tudi temu pogoju in količina oddane toplote je toliko manjša, kolikor več žlindre vsebujejo. Ker je zahtevana mehanska trdnost zmerna, je najbolj primeren žlindrin klinker cement, ki je poleg tega zelo odporen proti mehkim vodom ledeniškega, granitonosnega ali deževnega izvora.

Na koncu navajamo še primerne puzolanske cimente.

BETONI ZA CESTNA DELA

V to kategorijo lahko uvrstimo tudi betone za letališka vzletišča in za plošče.

Te obloge imajo skupno lastnost, ki se kaže v velikih vodoravnih dimenzijah in razmeroma majhni debelini. Od njih zahtevamo tudi dobro mehansko trdnost nasproti statičnim in dinamičnim obremenitvam.

Razpoke v cestiščih in vzletiščih, ki jih pripisujemo včasih samo krčenju cimenta, nastajajo tudi zaradi okolnosti pri vgraditvi, kajti beton pogosto transportirajo iz mešalke do gradbišča v neprimernih vozilih. Posledica je, da se agregati v notranjosti ločijo, kar postane še bolj očitno pri vibraciji. V tem pogledu je opreznost neobhodno potrebna. S tem pa seveda ni rečeno, da ne bi smeli za gradnjo vzletišč uporabljati veziva z majhnim krčenjem, to je tista, ki niso zelo drobno zmlata.

Najprikladnejši cementi so portlandski, železov in mešan metalurški cement trdnostnega razreda 250—315. Pri vgraditvi je treba toliko bolj paziti, čim več žlindre vsebuje cement.

Cement H. R. I. in super cement se lahko uporabljata samo, če je objekt staviti hitro v promet, pri čemer pa moramo ravnati zelo previdno. Posebno važno je močenje v začetni dobi.

Mokro drobljenje žlindre daje v določenih primerih zanimive izgledе.

TOVARNIŠKO IZDELAN BETON

Proizvodi, ki jih izdelujejo v tovarnah so zelo različni; za nekatere so pogoji izdelovanja isti kot za betone, ki so pripravljena na gradbišču, vendar je nekaj postopkov, ki jih lahko izvedemo samo v delavnici, bodisi stalno nameščeni ali prestavljivi.

Armiran beton

Gornja navodila veljajo tudi tukaj, vendar pa lahko v delavnici izvedemo bolj komplicirane postopke kot na gradbiščih.

Parna obdelava

Postopki za pospešeno strjevanje betona z gretjem v vlažnem ozračju dajejo rezultate, ki niso odvisni samo od cementa, temveč tudi od mnogih drugih faktorjev. To so temperatura, pritisk, trajanje, hramba po izgotovitvi itd. Zdi se, da dajejo portlandski in H. R. I. cementi najstalnejše rezultate.

Taljenih in sulfatnih cementov ne smemo uporabljati v take namene.

Prejnapetost v delavnici ali na gradbišču

Močne napetosti, ki jih daje prejnapetost, nam narekujejo uporabo najtrdnjših cementov. Tu so najprimernejši supercementi, ali če teh ni, cementi H. R. I.

Tovarniško izdelani bloki

in drugi zidarski nearmirani elementi. Izbira veziva je odvisna od tega, v kakšno svrhu naj rabijo bloki. Ti so predvsem nosilni ali polnilni, lahko so vremensko izpostavljeni ali v notranjosti, ometani ali goli itd. Razen v izjemnih primerih ni razloga, da bi jemali veziva z zelo visokim trdnostnim razredom, v veliki večini bo bolje, če bomo uporabili veziva razreda 100—160 in manjših, tako žilindrine cimente, zidarske cimente, naravne cimente, zidarska veziva z zadostno dozorcijo, da dobimo dobro kompaktnost.

Umetni kamen

Ta proizvodnja je varianta prejšnjih primerov; umetni kamen je beton iz trdega drobljenega apnenca, kombiniran z belim cementom, ki je barvan ali nebarvan. Običajno ga uporabljajo v okrasne namene ter ga je treba izdelati zato posebno skrbno.

Pri elementih večje prostornine naredijo pogosto jedro iz običajnega betona, ki ga obdaja z nekaj cm debelo prevleko iz belega cementa. Treba je paziti, da sta oba betona pripravljena enako skrbno z isto dozorcijo in isto konsistenco, kajti v nasprotnem primeru dobimo različna krčenja, ki povzročajo razpoke in odlepljenja. Če je plast belega betona tanka, ni priporočljivo uporabljati žilindrin cement za beton v jedru.

Če dodamo belemu cementu barve se krčenje stopnjuje in zmanjša trdnost. V načelu ne sme količina barve presežati 10 odstotkov teže cementa. Bolje je, če za barvo izberemo kak agregat primerne nianse. Znatno lahko poveča krčenje tudi prekomerna količina drobnih delcev v agregatu, kar se pogosto primeri pri drobljenju apnenca.

Veziva, ki se tu uporabljajo, so beli cement, za bolj preproste proizvode pa hidravlična veziva čiste barve ali raznovrstne mešanice.

Obložne ploščice

Kot v prejšnjem primeru se izdelujejo tudi obložne ploščice iz več slojev; vrhnja ploskev je običajno iz gostega ali celo čistega cementa. Pogosto najdemo nabreklino in razpoke, ki izvirajo iz različnega krčenja slojev.

Uporabljajo beli cement, ali za temno barvne ploščice običajni cement z barvili. Pri tej izdelavi se je treba izogibati žilindrin cementov, ki utegnejo vplivati na barvo.

Cevi

V načelu morajo biti cevi primerno trdne. Če so namenjene za javna dela, predpišejo uradne specifikacije običajno preizkus zunanje obremenitve z 1 tono na meter ali pa tlačni preizkus. Poleg tega jih ne smejo razjedati tekočine, ki se v njih odvajajo.

Treba je torej uporabiti cimente razreda 250—315 in v primeru zelo sladkih ali odpadnih vod izbrati veziva, ki se manj razkrajajo kot Portland cement in sicer mešani metalurški cement, žilindrin klinker cement ali sulfatni cement.

Kritine iz cementnih izdelkov

Ti elementi morajo biti trdni in sicer najprej, da vzdržijo prenosne prilike, potem pa da se ne drobijo pri polaganju in izmenjavaju pod težo krova. Poleg tega morajo biti cementi za »Obnovo« potrjeni in pregledani, kot zahteva predpis »Znanstvenega in tehničnega Gradbenega centra«, ki zahteva obremenilne in lomne preizkuse.

Treba je dati prednost razredom 250—315 in 315—400.

ZIDARSTVO

Zidna malta

Od teh malt zahtevamo predvsem, da ustvarijo prijemnost kamnov ali opeke; to sprijemnost bomo ustvarili tem bolj, čim večja bo kompaktnost, kar ima poleg tega to prednost, da ovira vdor vlage skozi zunanje zidove. Zato ni upravičeno, če uporabljamo cimente z visoko trdnostjo, in v večini primerov popolnoma ustrezajo veziva razreda 100—160 in šibkejša, kajti bolje bo, če uporabimo pri isti ceni (da zmanjšamo luknjičavost stikov) večjo količino cenejšega veziva kot manjšo količino zelo trdnega toda dražjega veziva.

Ta poslednja veziva, portlandski cement, in železov cement pa bomo uporabili pri nekaterih temeljnih in bolj obremenjenih zidovih.

Za višje ležeče zidove bomo uporabljali zidarski cement, naravni cement, zidarsko vezivo in hidravlična apna.

Za temeljne zidove, ki niso prekomerno obteženi: iste, kakor tudi veziva z žilindro, posebno tam, kjer je

nevarnost, da bi tla ali nasipi vplivali agresivno.

Pri rezanem kamnu utegnejo nekateri cementi, kot cementi visokih peči ali drugi, ki vsebujejo mnogo žilindre, kamen umazati, ter jih je treba poprej pregledati. V nekaterih prilikah lahko uporabimo hidravlična apna.

Ometi in obnovljeni stiki

Kot za zidarsko malto je treba dati prednost bolj gostim maltam iz veziv šibkejše trdnosti, kar poveča vodotesnost in lepljivost. Za omete v višjih legah niso priporočljiva veziva z žilindro.

Portlandskim in železovim cementom bomo dali prednost samo tam, kjer so ometi izpostavljeni obrabi, kot n. pr. pri pritličjih v industrijskih krajih.

Phan beton

Čeprav naj bi bil ta postopek enostaven in se zdi, da je lahko izvedljiv, je vendar treba, da smo nekoliko oprezní, če hočemo doseči zadovoljiv rezultat.

Beton, ki ga tu uporabljajo, je pogosto lahki beton iz opečnega zdroba. V tem primeru veljajo torej navodila, ki sledijo pozneje. Če uporabljamo običajne betone, se lahko primeri, da kompaktni beton sam od sebe slabo kompenzira notranje napetosti, ki jih utegne povzročiti krčenje cementa zaradi monolitnosti mase. Na splošno zadostujejo cementi 160—250, razen če nekatere dele armiramo, tako n. pr. podporne stebre, preklade itd. V tem primeru veljajo navodila za armiran beton.

POSEBNI PRIMERI IN POSTOPKI ZA VGRADITEV CEMENTA.

Vakuum beton

Ta postopek, ki sestoji v tem, da se po vgraditvi izsesa iz betona čim več vode, ne terja drugega veziva kot tistega, ki ustreza vrsti zadevnega dela. Ako uporabimo taljeni cement, ki pa zahteva večjo količino hidratijske vode, bi bilo pametno, da ne bi zmanjšali vodocementnega razmerja pod 0,4.

Ne glede na to kakšen cement uporabljamo, je posebno važno, da beton močimo vse dotlej, dokler ne doseže dovolj visoke stopnje strjevanja.

Aktiviran beton (colcrete, prepakt)

Ta beton dobimo tako, da injiciramo v predhodno vgrajen kamnit agregat pod pritiskom fino razpršeno malto.

A priori lahko uporabljamo vse cimente; njih izbira je torej odvisna od drugih kriterijev. Lahko celo uporabimo hitrovezoče cimente. Toda ti imajo običajno nižjo trdnost kot ostali cementi. Poleg tega pa spravljajo v nevarnost stroje v primeru, če prekinemo delo.

Transport betona s črpalko

Da beton lažje spravimo skozi cevi, mora biti ta dovolj masten ter bo zato bolje (razen iz drugih odločilnih razlogov) če ne bomo uporabljali cemente z mnogo žlindre, ki so znani kot bolj »grobi«.

Cementi, ki jih uporabljamo v posebno škodljivih okoljih

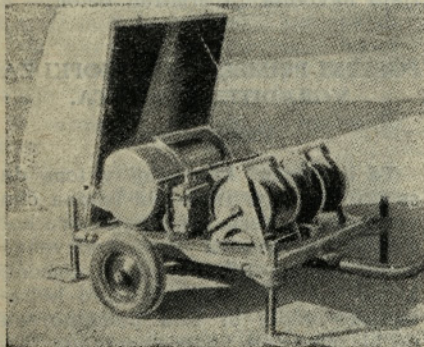
V tem pogledu opozarjamo na članek A. Nicot-a z naslovom »Aperçu bibliographique sur les agents et les causes de la corrosion du béton« v Revue des Matériaux de Construction (številki od marca in aprila 1950), in na obvestilo številka 10 od Centre d'Etudes et de Recherches de l'Industrie des Liants Hydrauliques.

Dela, ki jih izvajamo v vroči klimi in vročih letnih časih

Prepovedati je treba uporabo aluminijevega cimenta ter pred zadostno strditvijo preprečiti izsuševanje, posebno pri žlindrinah cementih.

Glavni sestavni deli ročnega skrejpereja so:

- strojni vitel,
- skrejporni koš (oz. skrejporna lopata) z ogrodjem ali vozno napravo ter
- smerni škripec (kolut).



Od vitla vodi vlečna vrva preko smernega škripca do skrejpere lopate. Vitel upravljajo s pomočjo upravljalnih naprav, ki so pritrjene na držajih lopate. Smerni škripci so nameščeni v bližino cilja, kamor hočemo transportirati material ozir. v podaljšku smeri transportiranja tega materiala. Vitel namestimo lahko potem na poljubnem mestu v okolici smernega škripca. Prav tako pa lahko obratuje ročni skrejper brez smernih škripcev, smerno vrvo lahko namreč napeljemo direktno na sam vitel. Možno pa je obratovati tudi preko več smernih škripcev. Ob začetku dela vklopi strojnik na izhodni točki skrejpere s pomočjo kontaktov, ki so nameščeni na držaju lopate. Vitel na-

Ognjestalne malte in beton

Tu uporabljamo aluminijev cement, mešan z agregati, ki so sami odporni proti predvideni temperaturi (zdrob ognjestalne opeke, šamot, boksit).

Dela v mrzlem vremenu

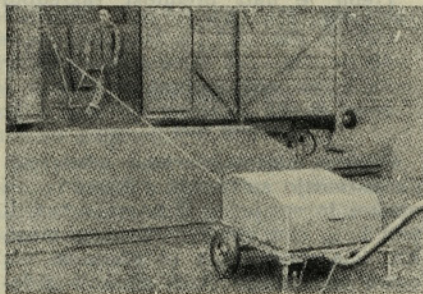
Celo takrat, preden zmrzne mešalna voda, se pri cementih zaradi mraza zadrži vezanje in strjevanje. Ne glede na druge rešitve, ki jih lahko uporabimo, je priporočljivo vzeti, razen tam, kjer je to prepovedano, cemente, ki oddajajo mnogo hidratacijske toplote. V nekaterih izrednih primerih lahko z aluminijevim cementom izvršimo dela, ki bi jih sicer mogli izvesti samo s posebnimi ukrepi, tako z gretjem agregatov, cimenta, mešalne vode (kot so delali na Aljaski).

Lahki in celični beton

V tem primeru raziskujemo lastnosti lahke teže in izolacije, ki gredo na račun običajno zahtevanih kakovosti betona. Ker prizadenemo s tem zavestnim vnašanjem celic predvsem

Ročni skrejper

vija nato žično vrvo s hitrostjo 0,5 m v sek. in tako vleče skrejporni koš v smeri smernega škripca oz. vitla. Strojnik upravlja skrejporni koš z lahkoto. Skrejporni koš se napolni samotežno že v začetku svoje poti in sicer zaradi premikanja in zaradi same konstrukcijske oblike lopate. Oblika napolnjenega skrejperega koša



ne dopušča, da bi se skrejporni rob nadalje vdiral v sipki material; tako skrejporni koš drsi s svojo vsebino proti vitlu oz. smernemu škripcu. Strojnik more ob vsakem času vitel izklopiti oziroma ga ponovno staviti v pogon. Prav tako lahko strojnik po lastni presoji določi konec transportne poti. Ko je skrejporni koš na koncu svoje transportne poti, nagne strojnik lopato lahko naprej in ta se zaradi tega izprazni. Nato jo potegne zopet nazaj, obrne vodilno ogrodje proti sebi ter lopato, ki je oprmljena s kolesi na pneumatike, prepelje brez težave na izhodno mesto transportiranja. V ozkih prostorih (železniški vagoni, silosi) deluje skrejper brez vozila. Skrejporni koši so glede

trdnosti, lahko to deloma kompenziramo z izbiro najtrdnjših cementov, ki ustrezajo uporabnim pogojem. Kjer je lahek agregat industrijskega izvora (opečni zdrob), je lahko ta škodljiv za cement ter je zato bolje, če izberemo tak tip veziva, ki ne samo, da se ne razkrajaja, temveč tudi ne izloča sige in ne povzroča drugih več ali manj slabih posledic. Zdi se, da so žlindrini cementi za take primere zelo prikladni.

Posebni postopki in uporabe

Cement uporabljamo kot vezivo tudi pri drugih proizvodnjah materiala, ki ga ne rabimo v običajnih primerih. To je celični beton, azbestni beton, tlak brez stikov z mešanico latex cimenta, fibragglos (plošče iz lesenih vlaken), beton iz lesenih ostružkov ali odpadkov itd.

Ti postopki terjajo običajno zelo natančno delo, kjer je treba pri izbiri cimenta upoštevati neobičajne faktorje. Poleg tega je večina teh postopkov patentirana in tajna. Zato ne bi bilo upravičeno navajati vrst cementov., ki se naj tu uporabljajo.

na namen uporabe različno izdelani. Velikost teh košev določimo glede na specifično težo in velikost zrn snovi, ki jo hočemo transportirati, jakosti vitla in posebnosti transportne naloge. N. pr. razkladanje vagonov, horizontalni transport itd. Opisana nova univerzalna naprava omogoči znatne prihranke na času in delu pri razkla-



danju vagonov, uporabi silosov, transportnih trakov itd. ter pri nakladanju in podobnih kratkih transportih sipkih materialov. Pri razkladanju soli iz vagonov so dobili sledeče vrednosti: razkladanje iz »O« vagonov ročno z lopato 14 min/t = 100%, razkladanje iz »O« vagonov z ročnim skrejperjem 4 min/t = 28.6%.

Učinek ročnega skrejpereja po vrsti sipkega materiala, dolžine transportne poti ter pogojev transportiranja z uporabo enega strojnika 8—30 m³/h, kar znaša 4 do 8 kratno storitev delavca pri ročnem delu.

Zgoraj opisano napravo prikazujejo tri fotografije.

(Povzetek po reviji »Bau-Trichter«, januar 1952.)

MINERAL

INDUSTRIJA NARAVNEGA IN UMETNEGA KAMNA

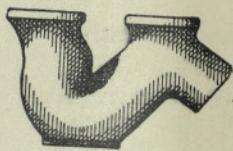
LJUBLJANA, TITOVA C. 48



Ima v sklopu svojih obratov specialni oddelek za izdelavo vseh vrst mozaika in naravnega kamna. Podjetje je opravilo že mnogo del te vrste in opremilo cele stene nekaterih reprezentančnih zgradb z mozaikom, ki prikazuje razne kompozicije delovnih ljudi pri delu, prizore iz narodno osvobodilne borbe itd. Nadalje priporočamo mozaik za oblogo sten in tal v pestrih barvah in namembi ustrezno, portrete iz mozaika umetniške kvalitete. • Terazzo plošče raznih barv za obloge, betonski izdelki: banje, fontene, umivalniki, stopnice so izdelki, ki jih nudi podjetje svojim odjemalcem po konkurenčnih cenah in v solidni izvedbi. • Podjetje dobavlja iz lastnih kamnolomov marmor v blokkih in ploščah in kamnoseške izdelke za stavbe ter javne spomenike, izvršuje vsa montažna dela umetnega in naravnega kamna.

Zahtevajte detaljne ponudbe!

SIFON ZA TURŠKA STRANIŠČA



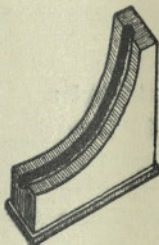
Tehnični podatki:

širina 24 cm
dolžina 53 cm
višina 35 cm
planska teža kom. 18 kg
notranji premer cevi ϕ 12 cm

Proizvod izdeluje:
»MINERAL«
Industrija naravnega
in umetnega kamna,
LJUBLJANA, Titova 48

Uporaba: Za sifonske zapore pri montaži turških stranišč
(poševnih stranišč)

STOJALA ZA KOLESA



Tehnični podatki:

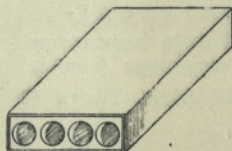
širina 23 cm
dolžina 54 cm
višina 51 cm
planska teža kom. 45 kg

Proizvod izdeluje:
»MINERAL«
Industrija naravnega
in umetnega kamna,
LJUBLJANA, Titova 48

Uporaba: stojala za kolesa

KABELSKI BLOK

3 in 4 cevni



Tehnični podatki:

višina 16 cm
širina 50 cm
dolžina 100 cm
planska teža kom. 106 kg
cev ϕ 10 cm

Proizvod izdeluje:
»MINERAL«
Industrija naravnega
in umetnega kamna,
LJUBLJANA, Titova 48

Uporaba: Za napeljavo telefonskih in drugih kablov pod zemljo

TLAKOVNE IN OBLOŽNE PLOŠČICE

Tehnični podatki: Terazzo 15 × 15
20 × 20
30 × 30
Majolika 20 × 20
Venecijanka 30 × 30
40 × 40

Proizvod izdeluje:
»MINERAL«
Industrija naravnega
in umetnega kamna,
LJUBLJANA, Titova 48

Nebrušene:

Standard 30 × 30
40 × 40

Uporaba: Za tlakovanje tal in oblaganje sten industrijskih in stanovanjskih zgradb
(kopalnic, umivalnic, hodnikov, delovnih prostorov itd.)

MOZAIK IZ NARAVNEGA KAMNA

Tehnični podatki:

Vsakovrstni mozaik iz naravnega kamna v različnih barvah

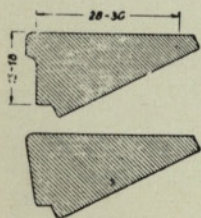
Proizvod izdeluje:

»MINERAL«
Industrija naravnega
in umetnega kamna,
LJUBLJANA, Titova 48

Uporaba: Za oblogo sten in tal v reprezentančnih zgradbah

MASIVNE STOPNICE

(umetni kamen - vibriran beton)



Tehnični podatki:

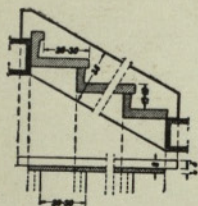
dolžina cm poljubno
širina 28—30 cm
višina 15—18 cm
teža 10 mt/kg

Proizvod izdeluje:

»MINERAL«
Industrija naravnega
in umetnega kamna,
LJUBLJANA, Titova 48

Uporaba: Uporablja se za stopnišča na zgradbah

MONTAŽNE STOPNICE Z RAMENICAMI



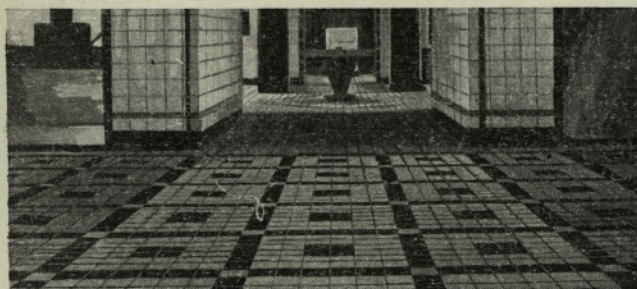
Tehnični podatki: stopnice		ramenice
dolžina cm	poljubno	cm poljubno
širina stop. cm	20—25	cm 35
širina nav.	28—30	
širina izstop.	28—30	
višina	15—18	
debelina		cm 8
teža nastopne	kg 41/mt	kg 50, mt enostransko
teža navadne	kg 53/mt	
teža izstopne	kg 65/mt	

Proizvod izdeluje:

»MINERAL«
Industrija naravnega
in umetnega kamna,
LJUBLJANA, Titova 48

Uporaba: Za stopnišča na raznih zgradbah

TLAKOVNE IN OBLOŽNE PLOŠČICE



Proizvod izdeluje:

»MINERAL«
Industrija naravnega
in umetnega kamna,
LJUBLJANA, Titova 48