

37-38



**GRADBENI  
VESTNIK**  
1955-56

## VSEBINA

Ing. Svetko Lapajne, ing. Jože Majdič: OZJA NATEČAJA ZA IDEJNE PROJEKTE MOSTOV AVTOSTRADE ZAGREB—LJUBLJANA PRI STIČNI IN KRŠKI VASI — Ing. Franc Jenko: OSNOVNA NACELA VODNEGA GOSPODARSTVA NA KRASU — Ing. Branko Šegvič: PROBLEM KRAGUJEVŠKEGA JEZERA IN ZASIPANJE JEZERA — Ing. Silvan Vidmar: VRSTE KONSOLIDACIJSKIH KRIVULJ PRI EDOMETRSKIH PREIZKUSIH — Ing. Branko Šegvič: NACIN ZAJETJA IN RAZSOLITEV OBMORSKIH IZVIROV — Ing. France Dolničar: ODVAJANJE ODPLAK V MORJE — Ing. France Dolničar: GOSPODARSKO IZKORIŠČANJE ODPLAK — Ing. Svetko Lapajne: POROČILO S KONGRESA AVSTRIJSKIH STROKOVNJAKOV ZA BETON: »BETONTAGUNG« 1955 — RAZPIS NAGRADNIH TEM IZ SKLADA BORISA KIDRIČA

**GRADBENO  
INDUSTRIJSKO  
PODJETJE**



**LJUBLJANA, BOHORIČEVA ULICA 24**

**TELEFON ŠTEVILKA 39-241 — POŠTNI PREDAL 65**

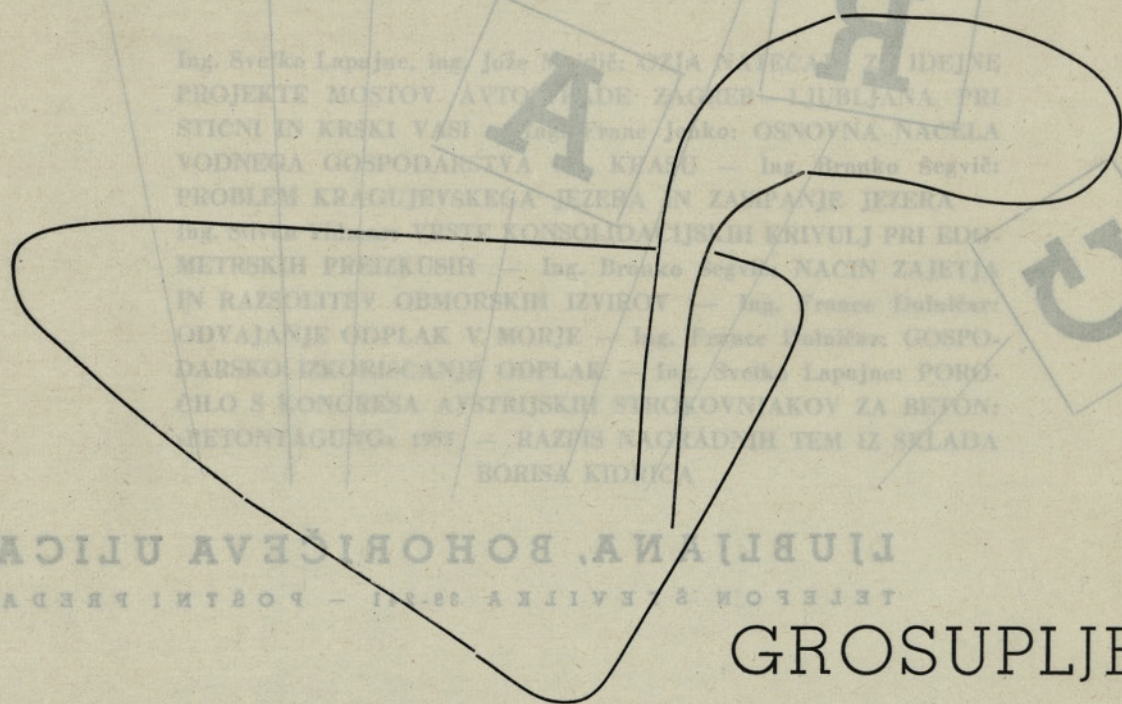
**GRADBIŠČA: Ljubljana, Jesenice, Grosuplje, Krško,  
Šoštanj, Ravne na Koroškem, Maribor, Kidričevo, Koper**

**OBRATI: Uprava centralnih obratov v Ljubljani, Šmartinska cesta 32 ●  
Mehanične delavnice Maribor Studenci ● Lesni obrat v Škofji Loki ●  
Obrat gradbenih polizdelkov in novih gradbenih materialov v Ljubljani, Šmar-  
tinska 101a in v Brežicah ● Projektivni biro v Ljubljani, Bohoričeva ulica 24**

**IZVAJA GRADBENA DELA VSEH VRST: ● visoke gradnje,  
nizke gradnje, industrijske gradnje, termoelektrarne, stanovanjske objekte**

DELOVNI KOLEKTIV

DOLENJSKEGA  
GRADBENEGA  
PODJETJA



GROSUPLJE

obvešča, da izvršuje: vse vrste visokih  
gradenj — od nizkih gradenj pa predvsem:  
kanalizacije, vodovode in manjše mostove

Ima tudi lastne stranske  
obrate za obrtniške storitve

Ing. Svetko Lapajne in Ing. Jože Majdič

DK 624.21 (497.12)

## Ožja natečaja za idejne projekte mostov avtostrade Zagreb—Ljubljana pri Stični in pri Krški vasi\*

Ker naša ožja domovina še ne pomni natečajev za mostove po drugi svetovni vojni ter sta v naslovu omenjena osnutka prvi primer konkurenčnega projektiranja mostov v Sloveniji, je nedvomno pravilno, da rezultate teh razpisov objavimo. Pobudo za razpis mostu pri Stični je dala Investicijska skupina za zgraditev avtostrade Ljubljana—Zagreb, ki se ni zadovoljila s prvim osnutkom mostu, ki ga je predložilo projektno podjetje. Popolnoma naravno je, da je za sledeči, težavnejši primer mostu čez Krko v Krški vasi zopet sledil razpis, h kateremu so bili vabljeni vsi najboljši projektanti LR Slovenije.

### A) VIADUKT PRI STIČNI

Pogoji za viadukt pri Stični so bili naslednji:

Tlorisna situacija je nudila obliko mostu v krivini  $R = 700$  m. Most naj bi križal pod kotom ca.  $37^\circ$  dvo-tirno železnico, nadalje pod ca.  $32^\circ$  sedanjo cesto I. reda Ljubljana—Zagreb, vmes pa še potok Višnjico. Razdalja med osmi križišč ceste in železnice znaša ca. 110 m, potok teče vmes, po potrebi ga je možno tudi preložiti. Višina mostu nad terenom znaša na enem kraju ca. 6,0 m, na drugem ca. 9,0 m, povprečno 7,0 do 8,0 m. Fundiranje je preprosto, ker je v globini 1,5 do 3,0 m dolomitna skala.

Približne kalkulacije stroškov so kaj kmalu pokazale, da izvedba treh posameznih mostov (čez cesto, čez železnico in čez potok) ni cenejša od enotnega viadukta čez vso dolino, in sicer zaradi velikih stroškov, ki jih terjajo masivni krilni zidovi ob zaključkih mostov. Upoštevajoč še preprostejšo operativno izvedbo ter estetiko celote so se odločili v prid enotnemu viaduktu.

K natečaju so bili povabljeni le posamezni konkurenti oziroma podjetja, nagrade niso bile razpisane, pač pa so bili vsi projekti naročeni in odkupljeni. Žirijo je tvorila sama revizijska komisija. Rezultati so bili naslednji:

*Projekt D* (ing. Dimnik, Projekt nizke zgradbe).

To je prvotni, nekonkurenčni idejni projekt, ki je bil izdelan že leta 1953, torej leto dni prej, kot osnutki v konkurenčnem povabilu. Izdelan je bil precej podrobno in sicer zato, da bi mogli presoditi, ali bo ugodneje z avtostrado prekoračiti dolino pri Hudem (Stični) z viaduktom ali pa kar z visokim nasipom, ki bi bil predrt s tremi manjšimi objekti za železnico, za potok in za cesto. Takrat še niso bili znani sondažni podatki tal in

je prevladovalo mnenje, da sestojeta tla iz globokih skladov sedimentirane ilovice. Zato so za objekt projektirani okvirni nosilci razčlenjeni po Gerberju (glej sliko 1a in b — vzdolžni prerez in situacija). To je torej dražji način konstrukcije, kot bi bila preprosta kontinuirna konstrukcija. Vendar je tudi dražji način odločil v korist viadukta, kajti rešitev s 6 do 8 m visokim nasipom je bila preračunana na 84,104.478 din, rešitev z viaduktom (Gerberjeva konstrukcija) pa na 63,635.455 din.

Po tej rešitvi imajo okvirni nosilci viadukta teoretični razpon 28 m, višino 1,20 m, širino 0,75 m, debelino plošče 20 cm (glej sliko 1c in č — prerezi). Nosilci imajo parabolne vute, ki sežejo pri stebrih 1,00 navzdol. Da so dosegli potrebno nizko višino nosilcev, so morali uporabiti za mostni profil klasično obliko s štirimi vzdolžnimi nosilci. Prečni vezni nosilci so porazdeljeni tako in v takšnih dolžinah, da je doseženo čim bolj enakomerno sodelovanje vseh štirih nosilcev. Kot križanja avtostrade s spodaj ležečimi prometnimi žilami in potokom znaša nekako  $45^\circ$ . Tej neugodnosti so se skušali izogniti s tem, da so stebri in podporniki stopničasto odstavljani. S tem bi dosegli čistejše statične razmere, boljše preglednost pokrajine pod viaduktom in tudi ugodnejši estetski efekt celotne konstrukcije.

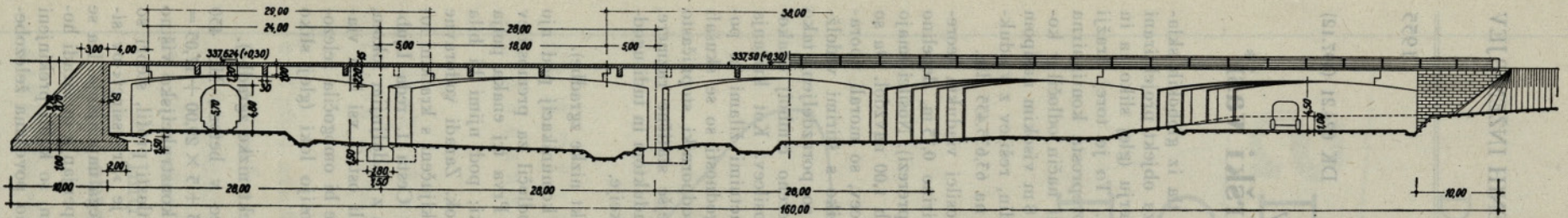
*Projekt M* (ing. Možajski, Projekt nizke zgradbe).

Ker je križanje avtostrade in komunikacij pod njo močno poševno, se je projektant odločil za premostitev doline z velikimi ločnimi razponi. Prva tri enaka polja so premostena s kontinuirnimi loki; pod njimi bi bila izpeljana železnica (2 tira) in potok. Zaradi vodoravne krivine ceste so kontinuirni loki zaključeni s kratkim lokom na dveh masivnih opornikih. Cesta I. reda Ljubljana—Novo mesto je prekoračena z nadaljnjim lokom, ki bi bil dvočlenski. Tako bi mogli ostati vsi loki viadukta v premah. Krivino avtostrade bi omogočila železobetonska mostna plošča, ki jo nosijo loki (glej sliko 2a, b in c).

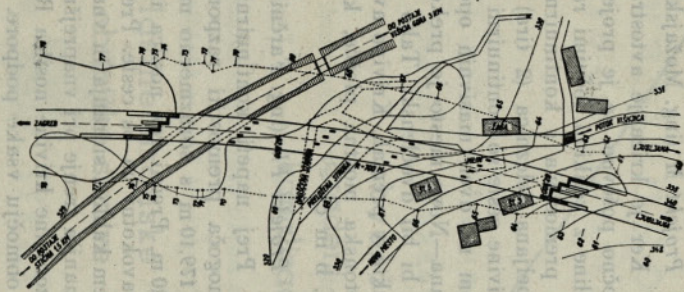
*Projekt Fk* (ing. Farčnik, Projekt nizke zgradbe).

Prej napeti kontinuirni nosilec v betonu MB 450 omogoča premostiti razpone  $17,05 + 5 \times 29,00 + 17,05 = 179,10$  m s sorazmerno majhno konstrukcijsko višino 1,20 m. Prečni rez nosilca ima škatlasti profil, stebri so pravokotni na os ceste. Predviden je »Freyssinet«-ov sistem kablov, sidranja in vnaprejšnjega napenjanja. Da se zmanjša trenje pri vnaprejšnjem napenjanju in zaradi horizontalne krivine nosilca  $R = 700$  m, so kabli prekinjeni v območju vsake podpore. Okvirno povezana železobe-

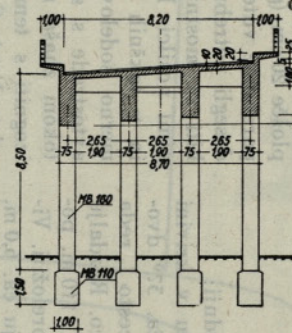
\* Pri sestavi članka so sodelovali tudi vsi udeleženci natečaja.



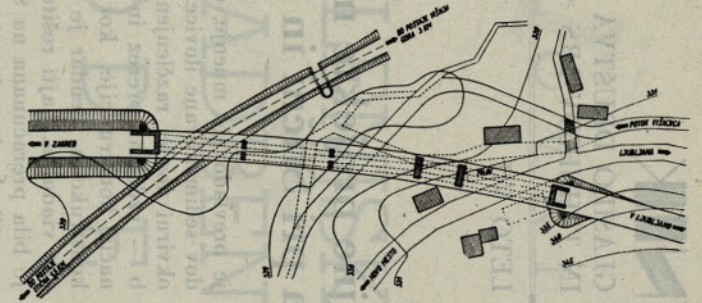
Sl. 1 a (Projekt D, vzdolžni prerez)



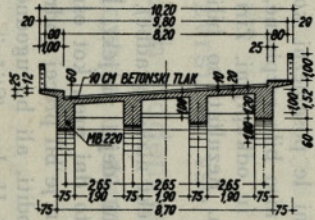
Sl. 1 b (Projekt D, situacija)



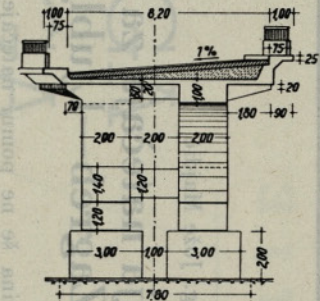
Sl. 1 č (Projekt D, prerez ob stebri)



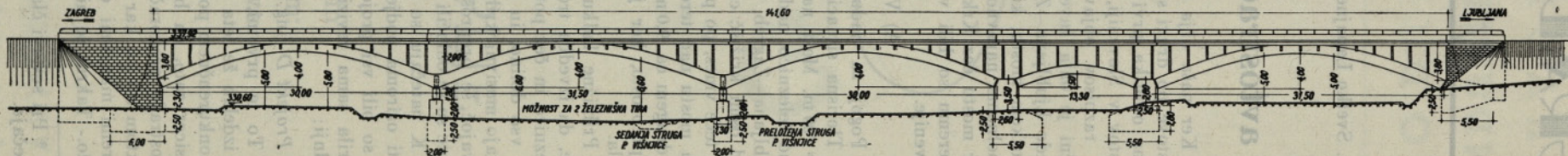
Sl. 2 a (Projekt M, situacija)



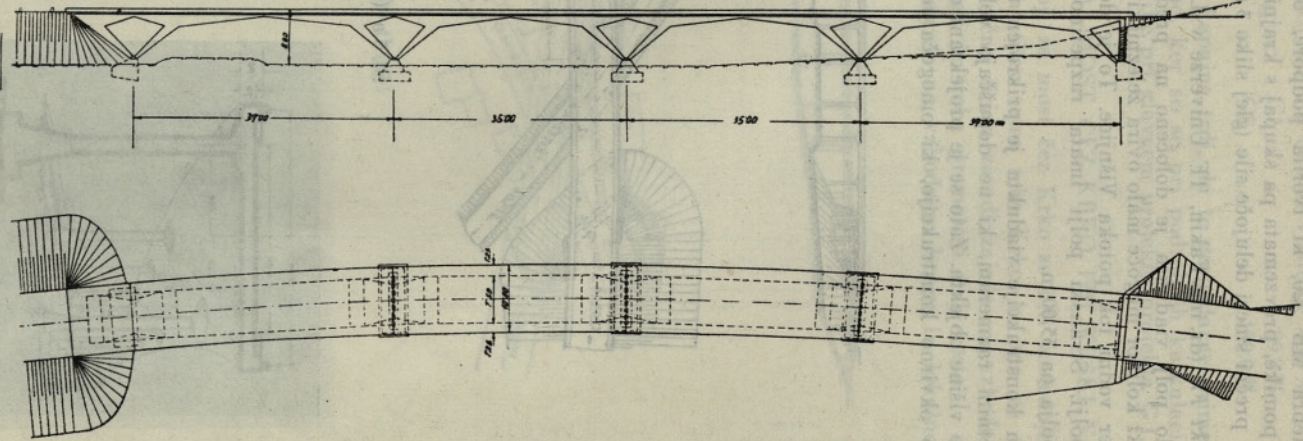
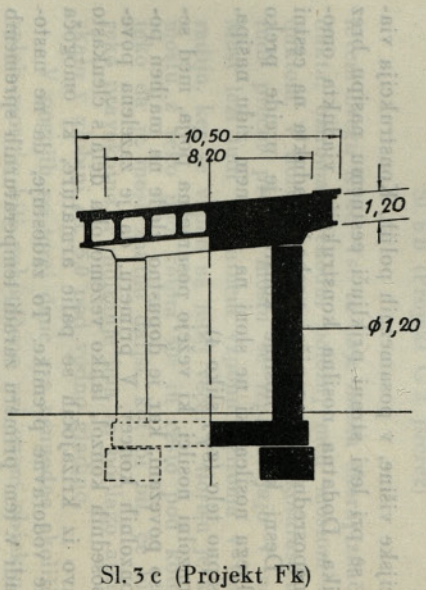
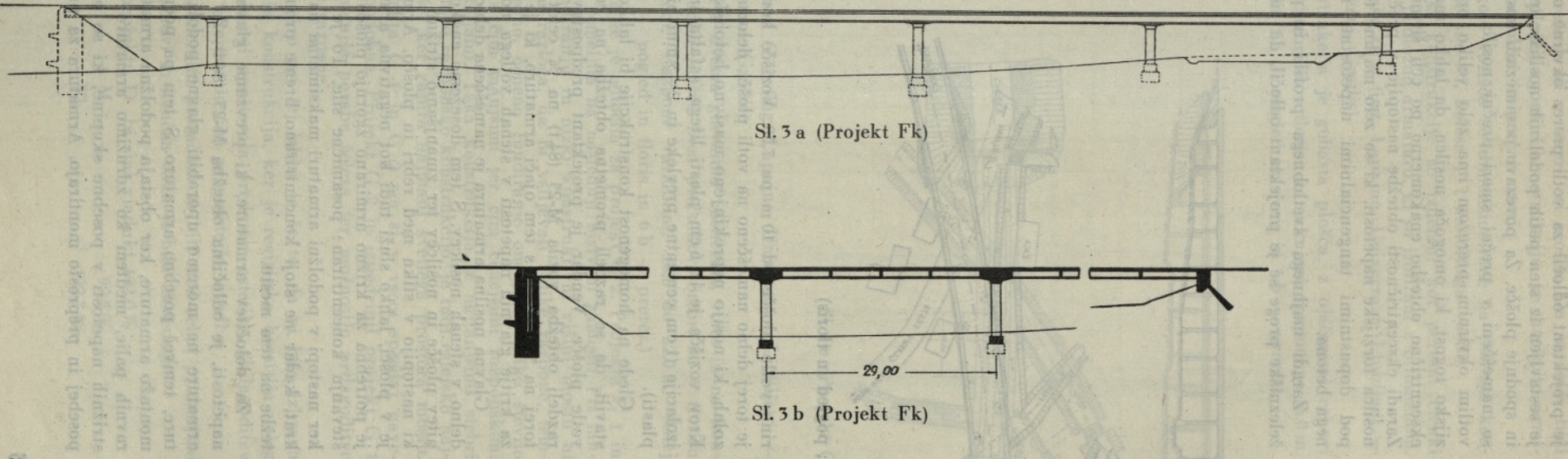
Sl. 1 c (Projekt D, prerez v polju)



Sl. 2 c (Projekt M, prerez)



Sl. 2 b (Projekt M, pogled)



Sl. 4 (Projekt Fn)

tonska stebra MB 220, ki tvorita podpore, omogočata vzdolžne pomike, prevzemata pa skupaj s krajnima opornikoma v prečni smeri delujoče sile (glej sliko 3 a, b in c.)

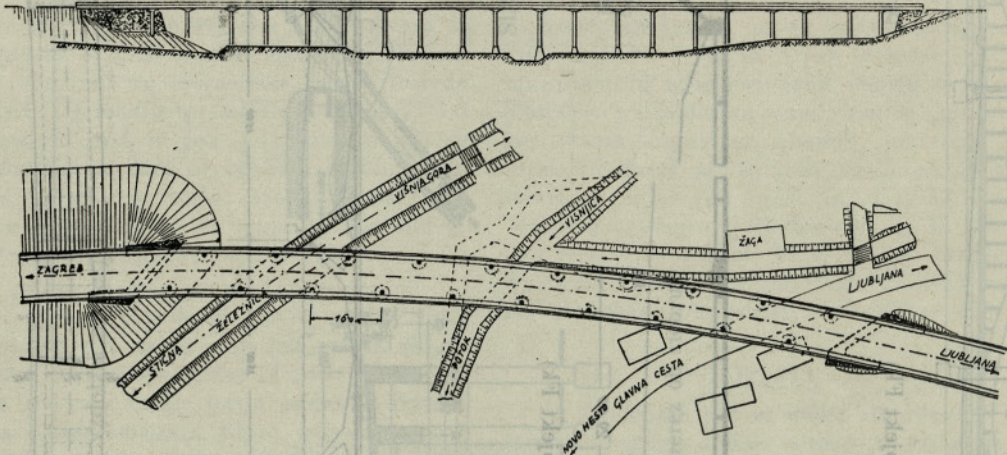
Projekt Fn (dr. ing. Fakin, TF Univerze v Ljubljani).

Število polj viadukta je določeno na predpostavki, da viadukt kolikor mogoče malo ovira železniški in cestni promet ter vodni tok potoka Višnjice. To je doseženo s štirimi polji. Stranski polji imata razpetino 39,00 m, vmesna polja pa 35,00 m.

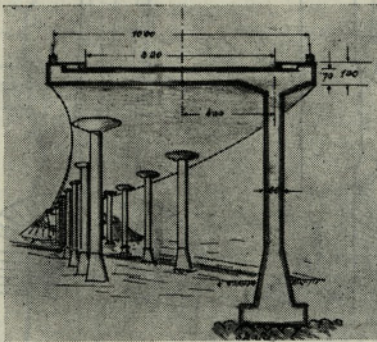
Sistem konstrukcije viadukta je prikrojen terenskim in prometnim razmeram, ki ne dopuščajo velike konstruktivne višine objekta. Zato se je projektant odločil za tričlensko okvirno konstrukcijo, ki omogoča male kon-

Da bi dosegel kolikor mogoče lahko konstrukcijo, se je projektant odločil za votli prerez okvirne oblike. Ta je sestavljen iz sten petih podolžnih nosilcev ter zgornje in spodnje plošče. Za povezavo posameznih nosilnih sten so nameščeni v prečni smeri prečni nosilci. Nosilec z votlim okvirnim prerezom ima zelo veliko prečno torzijsko togost, ki omogoča nosilcu, da lahko razdeli tudi ekscentrično obtežbo enakomerno po celi širini prereza. Zaradi ekscentričnosti obtežbe nastopijo v prečnem rezu nosilca torzijske napetosti, ki so zelo majhne ter mnogo pod dopustnimi tangencialnimi napetostmi nearmirane betona.

Zaradi majhnega svetlobnega profila in posebnosti železniške proge se je projektant odločil, da zmanjša ši-



Sl. 5 a (Projekt G 1, pogled in tloris)



Sl. 5 b (Projekt G 1, prerez)

strukcijske višine, v posameznih poljih. Konstrukcija viadukta se pri levi strani priključi cestnemu nasipu brez opornika. Dodatna nosilna konstrukcija viadukta omogoča neposredni in organski prehod viadukta na cestni nasip. Desni konec nosilne konstrukcije preide preko konzolnega nosilca, ki ne sloni na opornem zidu nasipa, na nasipno telo (glej sliko 4).

Konzolni nosilci, ki vežejo posamezna polja, med seboj niso povezani, kar je dopustno glede na majhen povprečni nosilni koncept. V primeru, da je zaželen povezava sosednjih konzol, lahko vežemo oba dela s členkasto pripravo iz križajočih se palic armature, ki omogoča majhne vodoravne premike. To zadostuje, da ne nastopijo tudi v tem primeru zaradi temperaturnih sprememb napetosti v konstrukciji.

rino votle plošče od 10 m na 7,50. Vozišče konstrukcije je torej delno nameščeno na votli plošči, deloma na konzolah, ki nosijo neprekinjeno masivno betonsko ograjo. Krov vozišča je iz 6 cm plasti litega asfalta in spodnje izolacije (1 cm cementne prevleke in 2–3 mm bitumske plasti).

Glede na homogenost konstrukcije bi lahko predpostavili, da se razdeli prometna obtežba na celo širino votle plošče. Vendar je projektant predpostavil, da se razdeli obtežba vozila M-25 (84 t) na  $\frac{1}{4}$  celotne širine, torej na 5,50 m, da s tem ojači armaturo, ki je potrebna za kritje glavnih napetosti v stenah votlega nosilca.

Glavna nosilna armatura je nameščena delno v plošči, delno v stenah nosilcev. S tem dosežemo enako obremenitev plošče in nosilcev ter zmanjšamo strižne napetosti, ki nastopijo v stiku med rebri in ploščo. Armaturo, ki je v plošči, lahko služi tudi kot negativna armatura, ki je potrebna za križno armirano zgornjo ploščo pri upoštevanju koncentrirane posamične sile. To je dopustno, ker nastopi v podolžni armaturi maksimalna napetost takrat, kadar ne stoji koncentrirano breme prometne obtežbe na tem mestu.

Za določitev armature, ki prevzame glavne strižne napetosti, je odločilna obtežba M-25 (84 t). Za kritje te armature ne moremo uporabiti glavne podolžne armature, temveč posebno armaturo. S tem pa poenostavimo montažo armature, ker obstaja podolžna armatura le iz ravnih palic, medtem ko združimo armaturo za kritje strižnih napetosti v posebne skupine, ki se oblikujejo posebej in preprosto montirajo. Armaturo za prečne no-



silce je 0,4-kratna armatura za kritje upogibnih momentov in prečnih sil v smeri osi mostu. Da se ojači tudi spodnja plošča zgornje konstrukcije, je mrežasto armirana v podolžni in prečni smeri.

Konzole vozišča so dimenzionirane na podlagi koncentrirane sile 5 t, kolesa 13 t motornega vozila.

Členki konstrukcije so izdelani kot peresni členki s križno podložno armaturo, ki so izolirani z bitumenom.

*Projekt G 1* (ing. Lapajne, Univerza v Ljubljani — ing. Omerza, Gradis).

Konstrukcija je gobasta plošča, z ojačenimi robovi navzgor. Stebri so v tlorisu zamaknjeni, razponi pa 16,0 m. (Glej sliko 5 a — pogled in tloris in 5 b — prerez).

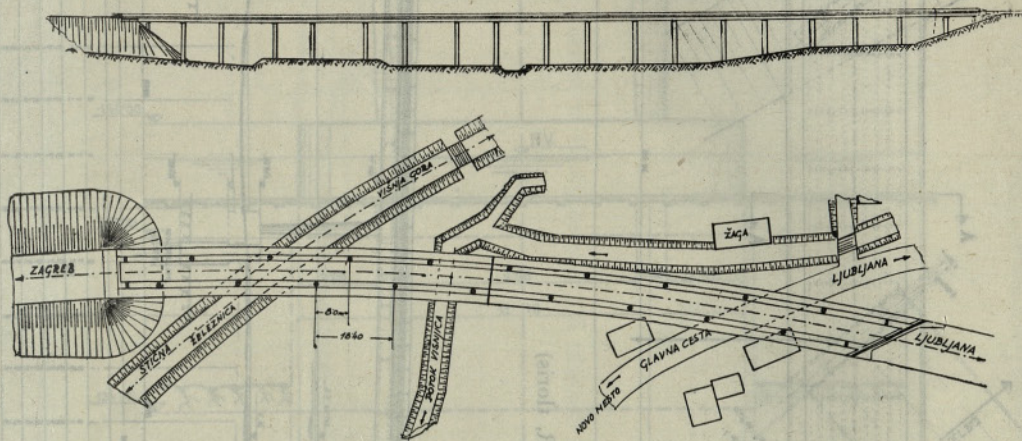
po projektu	$F_n$	bi stal viadukt	86.0 %
"	"	G1 " " "	99.2 %
"	"	G2 " " "	100.0 %

Ing. Lapajne trdi, da te gospodarne primerjave niso brezhibne, ker so se pri podrobnih kalkulacijah pokazale razlike pri glavnem projektu projekta G 1.

## B) MOST ČEZ KRKO PRI KRŠKI VASI

Pogoji za most čez Krko so bili naslednji:

Premostitev same reke Krke, ki ima na tem mestu nadpovprečno širino zaradi zajede na vzhodnem bregu. Poleg tega je treba premostiti tudi cesto I. reda Ljubljana—Zagreb na vzhodnem bregu in lokalno cesto ob



Sl. 6 a (Projekt G 2, pogled in tloris)

*Projekt G 2* (ing. Lapajne, Univerza v Ljubljani — ing. Omerza, Gradis).

Most z dvema glavnima nosilcema, vmes in na konzolah gladka plošča brez prečnikov. Stebri so v tlorisu zamaknjeni. Razponi variabilni, 16,0 do 22,0 m. (Glej sliko 6 a — pogled in tloris in 6 b — prerez.)

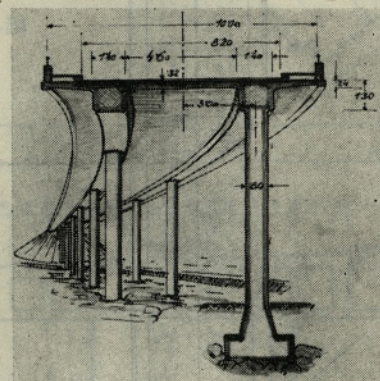
Žirija se je odločila za projekt G 2. Projekta G 1 in G 2 sta temeljila na naslednji bistveni zamisli: Pri lahkem fundiranju in nizki konstruktivni višini mostu ni nobenega razloga, da bi vsiljevali velike razpone, temveč obratno, ceneno fundiranje omogoča veliko število podpor s čim manjšimi ter čim cenejšimi razporskimi konstrukcijami. Taka konstrukcija, z najtanjšimi stebri in najtanjšo razporsko konstrukcijo, je tudi estetsko najugodnejša, ker zapira najmanj svetlega prostora mostu.

Projekta G 1 in G 2 sta si v vsem spredaj navedenem podobna. Projekt G 2 je izpodrinil projekt G 1 zaradi manjše porabe železa ter možnostjo prilagoditve za večje razpone.

Zanimivo pri tej izbiri je še to, da ni bila izbrana najcenejša konstrukcija, ker je revizijska komisija poleg ekonomičnosti upoštevala predvsem estetiko, prilagoditev objekta v terenu in čim preprostejšo izvedbo.

Vsi generalni proračuni so bili med seboj primerjani na isti osnovi in končna slika je bila naslednja:

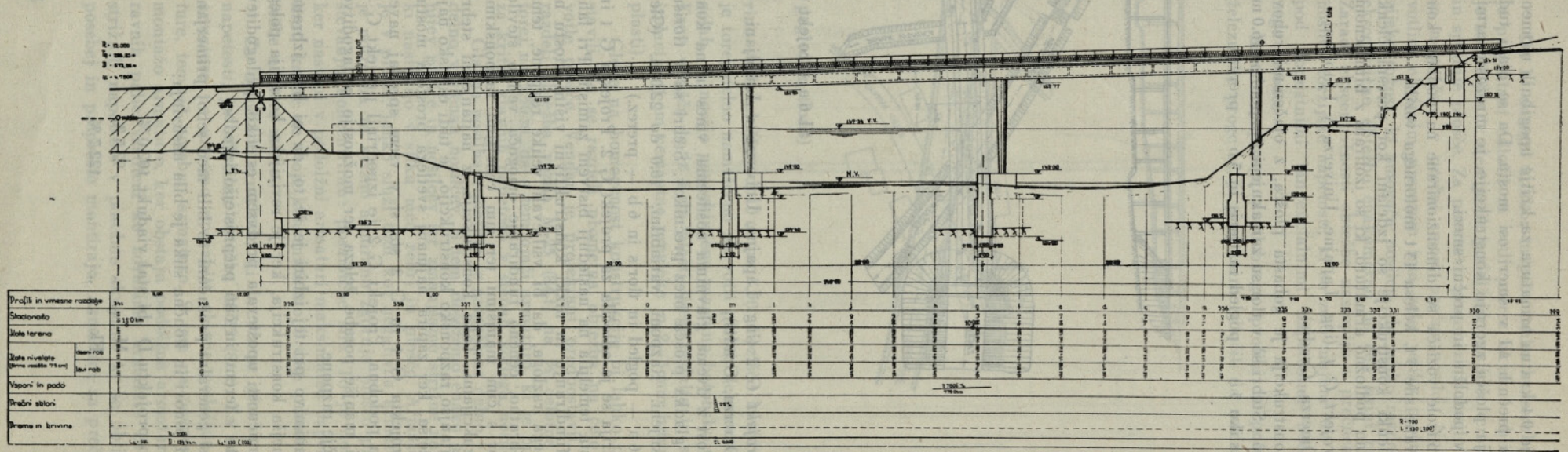
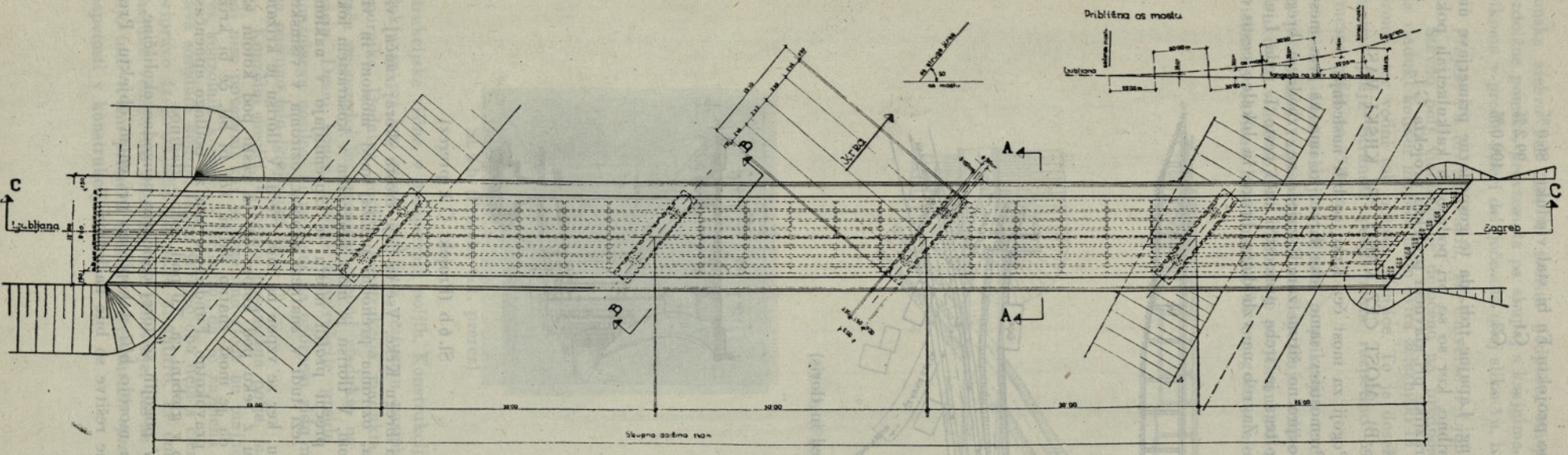
po projektu	D	bi stal viadukt	102.0 %
"	"	M " " "	92.5 %
"	"	Fk " " "	122.7 %

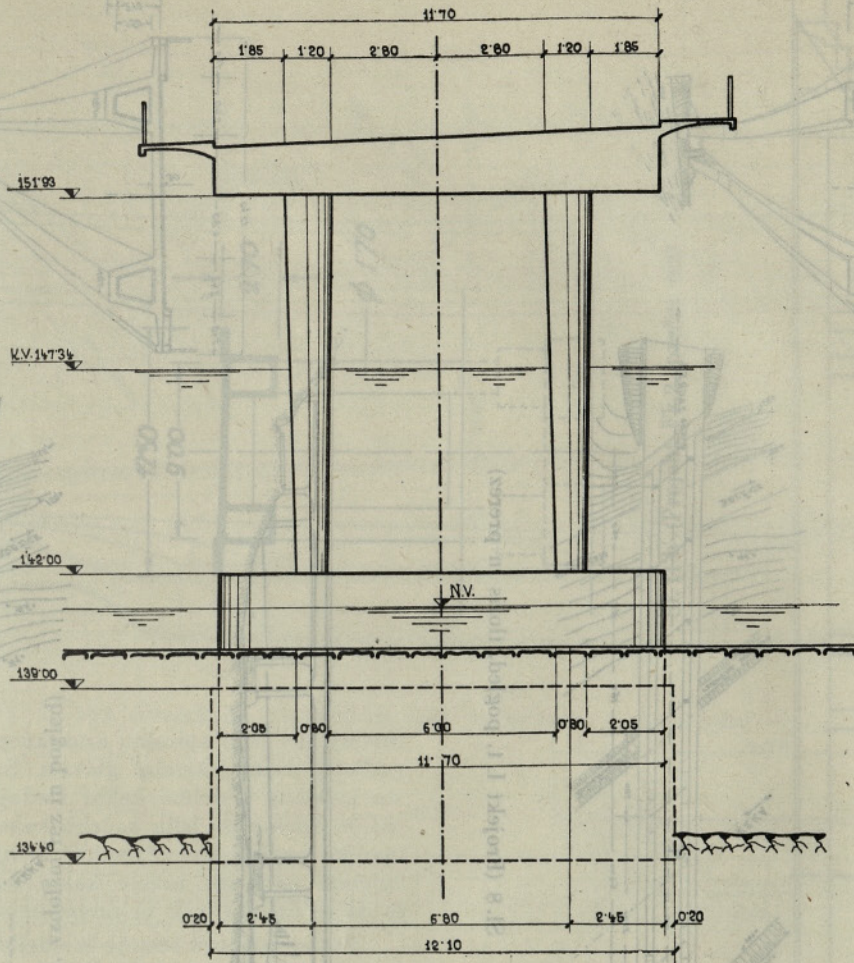


Sl. 6 b (Projekt G 2, prerez)

levem bregu Krke. Vse to daje mostu skoraj značaj viadukta, oziroma prehodni položaj med mostom in viaduktom. V tlorisu je most zaokrožen v košarastem loku, tudi prečni profili mostu se izpreminjajo v naklonu. Most leži tudi v znatnem vzponu, oziroma v višinskem radiju, ker se vzpon na most veča. V tlorisu je križanje mostu z reko pod kotom  $50^\circ$  in cesto pod kotom  $62^\circ$ , tako da je most znatno daljši, kot bi bil, če bi križal reko pravokotno. Fundiranje ima za podlago apnenčasto skalo v globini ca. 5,0 pod vodno gladino.

V pogojih so torej dane vse neugodne okoliščine, ki sploh morejo biti nakopičene pri enem objektu. Predložene rešitve so bile naslednje:





Sl. 7 c (Projekt R, presek B—B)

*Projekt R* (ing. Ribnikar, Žel. projektivni biro).

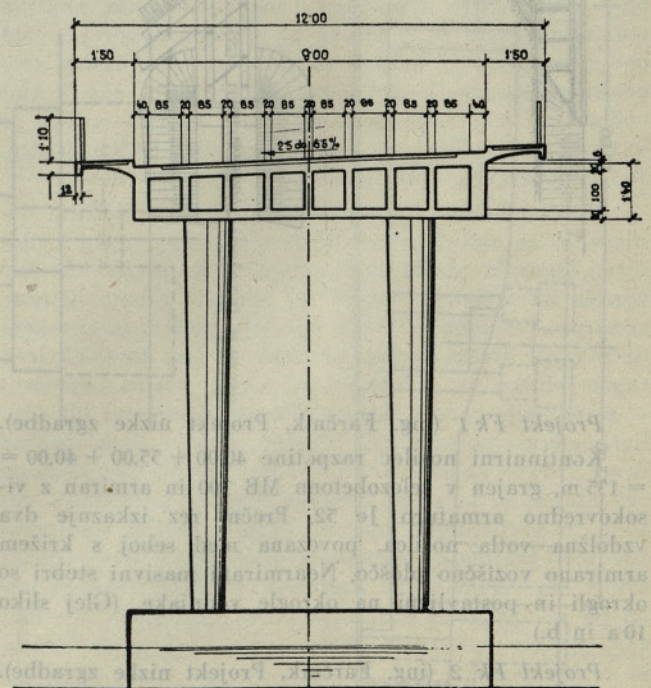
Most je kontinuirni nosilec preko 5 polj. Srednja polja imajo 30 m, krajna pa 25 m razpetine, skupaj 140 m. Opornika sta skrita v nasipu. Plošča je rebričasta, srednje višine 1.40 m. Robni nosilci so ojačeni. Nad podporami so prečniki, ki prenašajo obtežbe na okrogle stebre, ki tvorijo v statičnem oziru elastično podajne podpore. (Glej slike 7 a, b, c in č.)

*Projekt L 1* (ing. Lapajne, Univerza v Ljubljani).

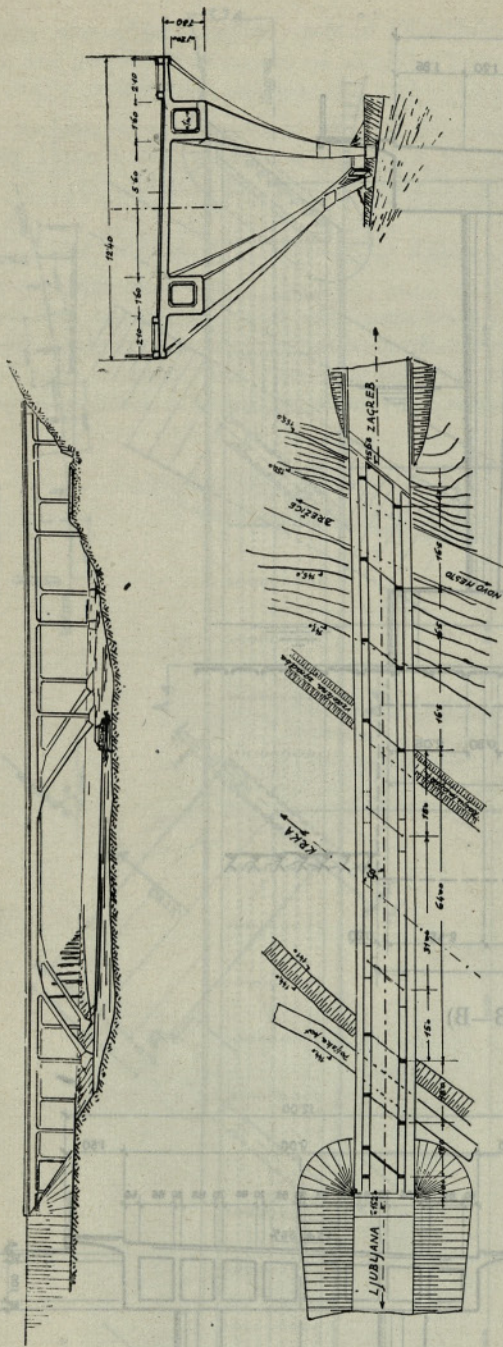
Vzdolžni rez: Nad Krko razpiralo v razponu 64,0 m, na obrežjih manjši razponi: na zahodni strani reke 12,0 m, na vzhodni strani po 16,5 m. Prečni rez: Dva glavna nosilca, vseskozi enake višine 1,80 m z vmesno gladko ploščo brez prečnikov ter gladkimi konzolnimi ploščami za hodnike. Glavna nosilca sta tlorisno zamaknjena za 6,0 m. Predvidena je regulacija reke Krke, tako, da bi ves tok reke ostal pod glavnim razponom. (Glej sliko 8 — pogled, tloris in prerez.)

*Projekt L 2* (ing. Lapajne, Univerza v Ljubljani).

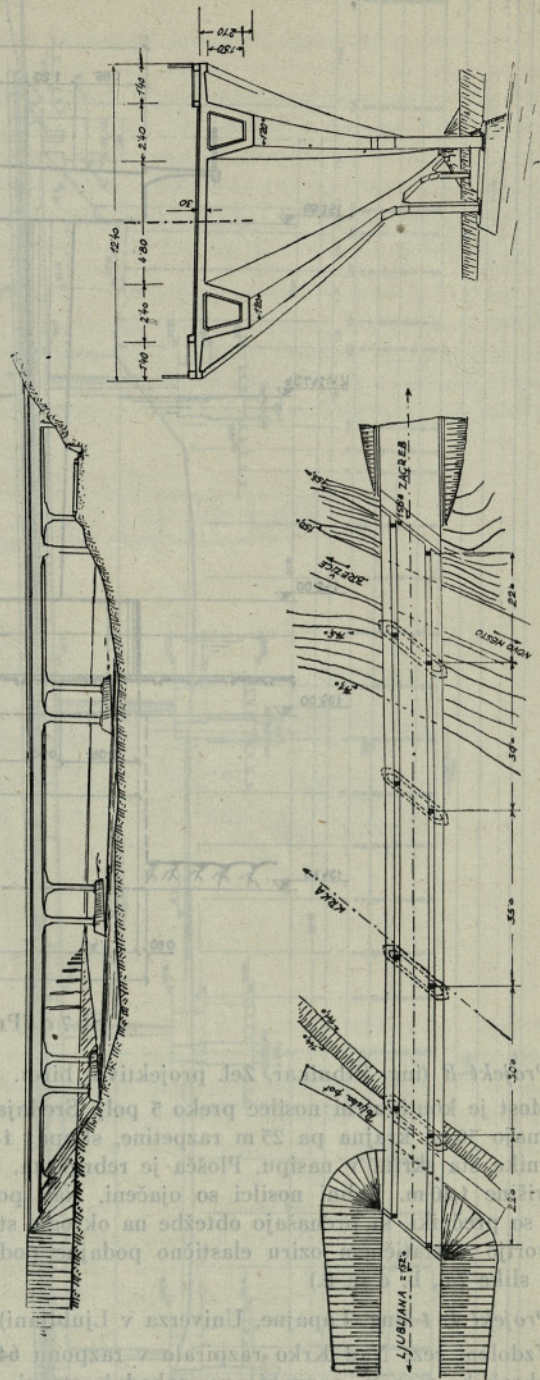
Vzdolžni rez: Pet razponov: 22,0 m + 30,0 m + 35,0 m + 30,0 m + 22,0 m. Trije srednji razponi segajo preko reke, ki ostane neregulirana. Glavna nosilca sta v tlorisu zamaknjena za 6,0 m. Prečni rez: Dva glavna nosilca oblike V, stalne višine 2,10 m, nosita gladko ploščo brez prečnikov ter gladke konzole. Nad stebri so glavni nosilci ojačeni z vutami zaradi ozkega spodnjega pasu. (Glej sliko 9 — pogled, tloris in prerez.)



Sl. 7 č (Projekt R, presek A—A)



Sl. 8 (Projekt L 1, pogled, tloris in prerez)



Sl. 9 (Projekt L 2, pogled, tloris in prerez)

**Projekt Fk 1** (ing. Farčnik, Projekt nizke zgradbe).

Kontinuirni nosilec razpetine  $40,00 + 55,00 + 40,00 = 135$  m, grajen v železobetonu MB 300 in armiran z visokovredno armaturo Je 52. Prečni rez izkazuje dva vzdolžna votla nosilca, povezana med seboj s križem armirano voziščno ploščo. Nearmirani masivni stebri so okrogli in postavljeni na okrogle vodnjake. (Glej sliko 10 a in b.)

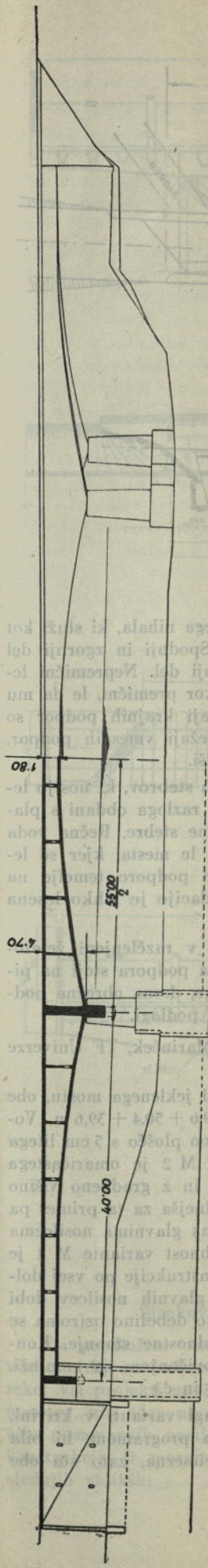
**Projekt Fk 2** (ing. Farčnik, Projekt nizke zgradbe).

Kontinuirni nosilec preko petih polj z razpinitami  $22,00 + 29,00 + 33,00 + 29,00 + 22,00 = 135,00$  m je razčlenjen v dva votla nosilca, ki sta povezana med seboj s

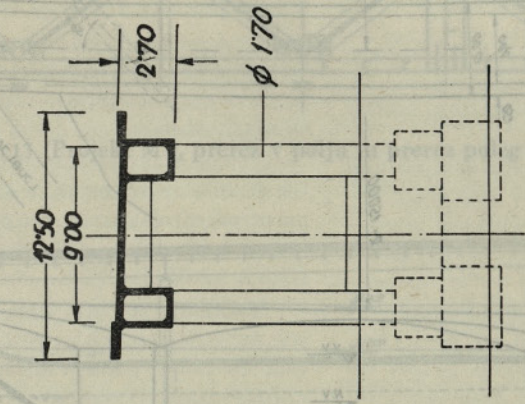
križem armiranimi voziščinimi ploščami. Vzdolžne in prečne sile mostu se ujemajo na členkasto priključene okrogle železobetonke stebre. Do višine srednje vode so stebri povezani s tanko steno. Temelji so grajeni s pomočjo železnih zagatnic. Za nosilce in stebre se uporabi beton MB 220 in jeklo Je 37. (Glej sliko 11 a in b.)

**Projekt Fn** (dr. ing. Fakin, TF Univerze v Ljubljani).

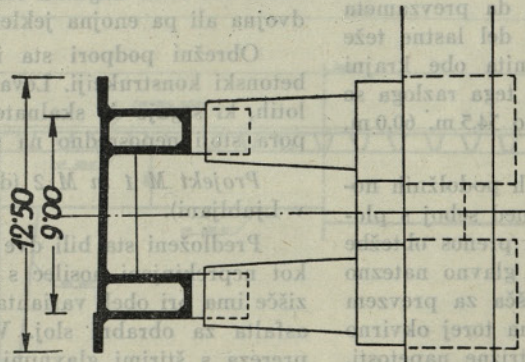
Glede na temeljne podatke se je projektant odločil za statično nedoločeno konstrukcijo neprekinjenega nosilca ločne oblike, ki leži na dveh vmesnih rečnih podporah in na dveh krajnih obrežnih podporah iz statično-ekonomskih kakor tudi iz arhitektonskih ozirov. Lastna



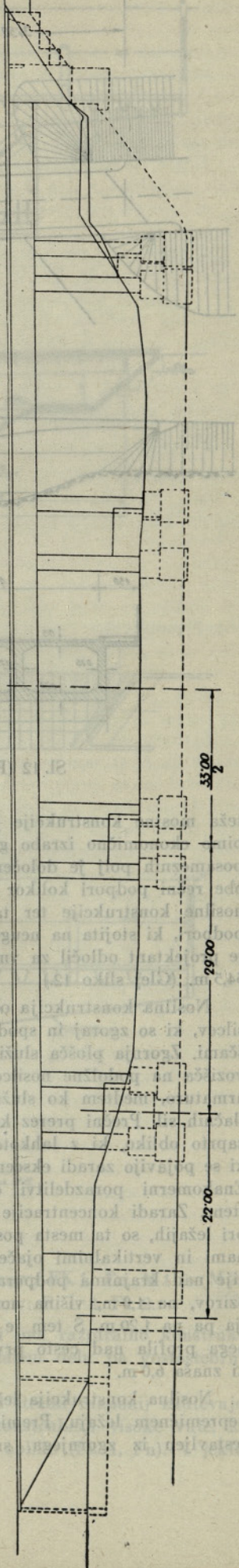
Sl. 10 a (Projekt Fk1, vzdolžni rez in pogled)



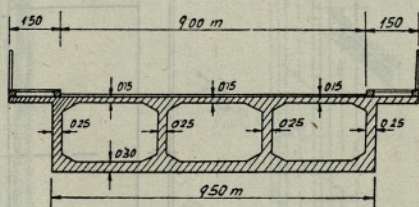
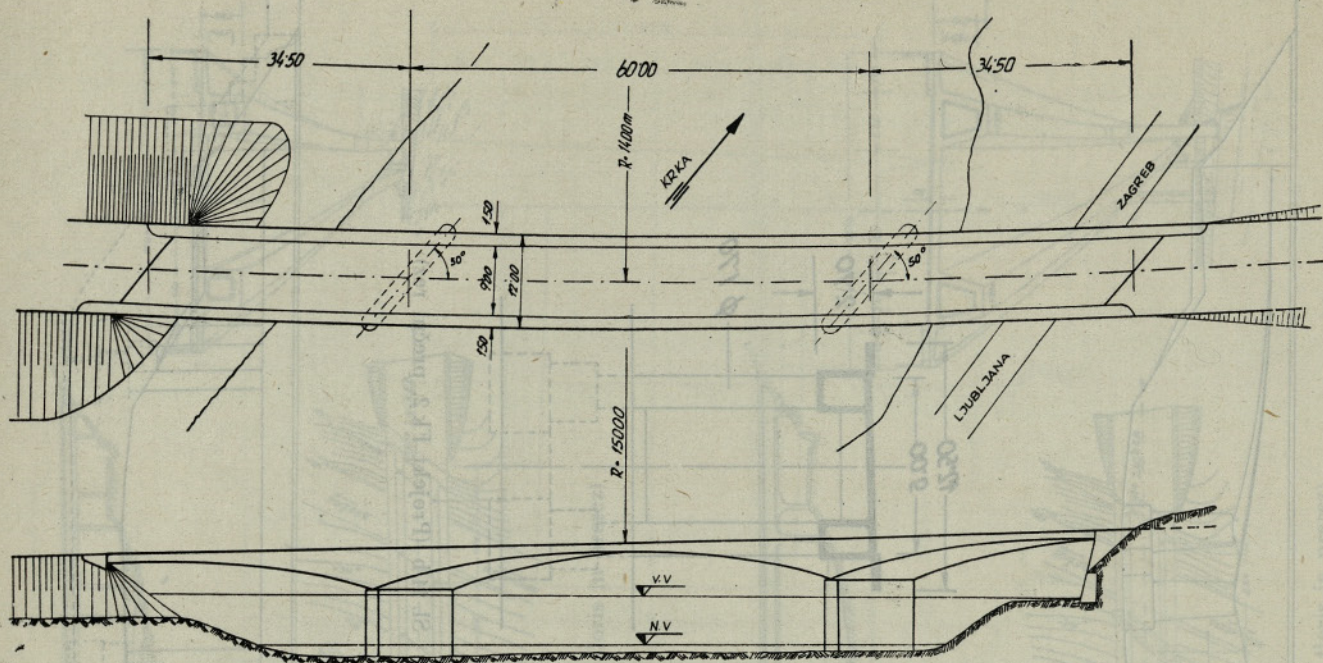
Sl. 11 b (Projekt Fk 2, prečni rez)



Sl. 10 b (Projekt Fk 1, prečni rez)



Sl. 11 a (Projekt Fk 2, pogled)



Sl. 12 (Projekt Fn)

teža mostne konstrukcije je tako porazdeljena, da do- bimo ekonomično izrabo gradbenega materiala. Dolžina posameznih polj je določena po načelu, da prevzameta obe rečni podpori kolikor mogoče velik del lastne teže nosilne konstrukcije ter tako razbremenita obe krajni podpori, ki stojita na neugodnih tleh. Iz tega razloga se je projektant odločil za vmesno razpetino 34,5 m, 60,0 m, 34,5 m. (Glej sliko 12.)

Nosilna konstrukcija obstaja iz štirih podolžnih no- silcev, ki so zgoraj in spodaj povezani med seboj s ploščami. Zgornja plošča služi predvsem za prenos obtežbe vozišča na podolžne nosilce ter sprejme glavno natezno armaturo, medtem ko služi spodnja plošča za prevzem tlačnih sil. Prečni prerez konstrukcije ima torej okvirno zaprto obliko, ki z lahkoto prevzame strižne napetosti, ki se pojavijo zaradi ekscentrične lege prometne obtežbe. Enakomerni porazdelitvi obtežbe služijo tudi prečne stene. Zaradi koncentracije obtežbe nosilne konstrukcije pri ležajih, so ta mesta posebno ojačena s prečnimi ste- nami in vertikalnimi ojačenji. Višina nosilne konstruk- cije nad krajnima podporama je določena, iz statičnih ozirov, na 1,0 m, višina nosilca v sredini srednjega pol- lja pa na 1,20 m. S tem je določena tudi višina svetlob- nega profila nad cesto prvega reda Ljubljana—Zagreb, ki znaša 6,0 m.

Nosilna konstrukcija leži na treh premičnih in enem nepremičnem ležaju. Premični ležaj vmesne podpore je sestavljen iz zgornjega, srednjega in spodnjega dela.

Srednji del je iz spiralno armiranega nihala, ki služi kot podlaga dveh jeklenim glavam. Spodnji in zgornji del sta izdelana podobno kakor srednji del. Nepremični le- žaj je izdelan po istih načelih kakor premični, le da mu manjka srednji del. Premični ležaji krajnih podpor so izdelani po istem načelu kakor ležaji vmesnih podpor, le da so znatno lažji in preprostejši.

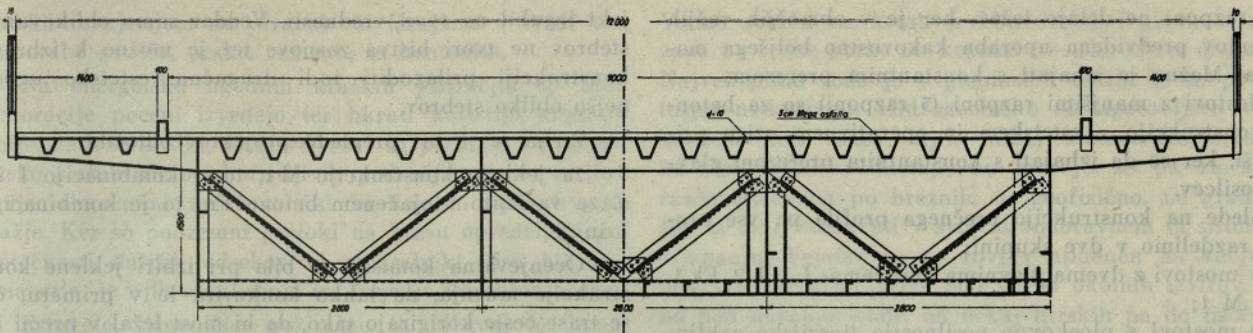
Rečne podpore sestojijo iz štirih stebrov, ki nosijo le- žaje. Ti stebri so iz hidravličnega razloga obdani s pla- ščem, ki veže med seboj posamezne stebre. Rečna voda ima dostop v notranjost podpore, le mesta, kjer so le- žišča, so vodi nedostopna. Rečne podpore temelje na skalnatih tleh. Zagatna stena fundacije je lahko lesena dvojna ali pa enojna jeklena.

Obrežni podpori sta izdelani v razčlenjeni železo- betonski konstrukciji. Leva obrežna podpora stoji na pi- lotih, ki segajo do skalnate podlage, desna obrežna pod- pora stoji neposredno na skalnati podlagi.

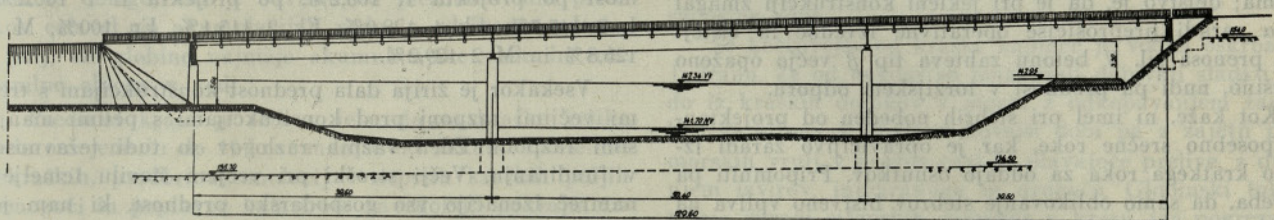
*Projekt M 1 in M 2* (dr. ing. Marinček, TF Univerze v Ljubljani).

Predloženi sta bili dve varianti jeklenega mostu, obe kot neprekinjeni nosilec s polji 39,6 + 50,4 + 39,6 m. Vo- zišče ima pri obeh variantah jekleno ploščo s 5 cm litega asfalta za obrabni sloj. Varianta M 2 je omaričasteга prereza s štirimi glavnimi nosilci in z gradbeno višino le 1,50 m. (Glej sliko 13.) Kot ugodnejša za ta primer pa se je izkazala varianta M 1 z dvema glavnima nosilcema in z gradbeno višino 2,40 m. Posebnost variante M 1 je v tem, da je prečni rez mostne konstrukcije po vsej dol- žini mostu enak, le spodnji pas glavnih nosilcev dobi na področju večjih momentov večjo debelino oziroma se po potrebi uporabi jeklo višje trdnostne stopnje. Kon- strukcija je zvarjena z delnim kovičenjem na montaži. (Varianto M 1 kažejo slike 14 a, b in c.)

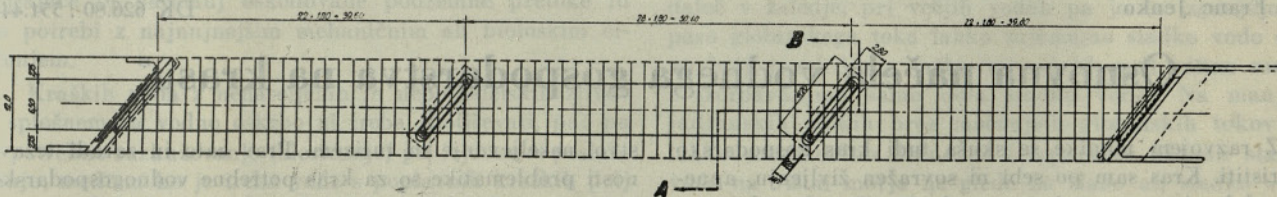
Izvedba mostu po eni ali drugi varianti v krivini, kakor je predvidena z gradbenim programom, bi bila po mnenju projektanta zelo neprimerna, zato sta obe varianti predlagani v premi.



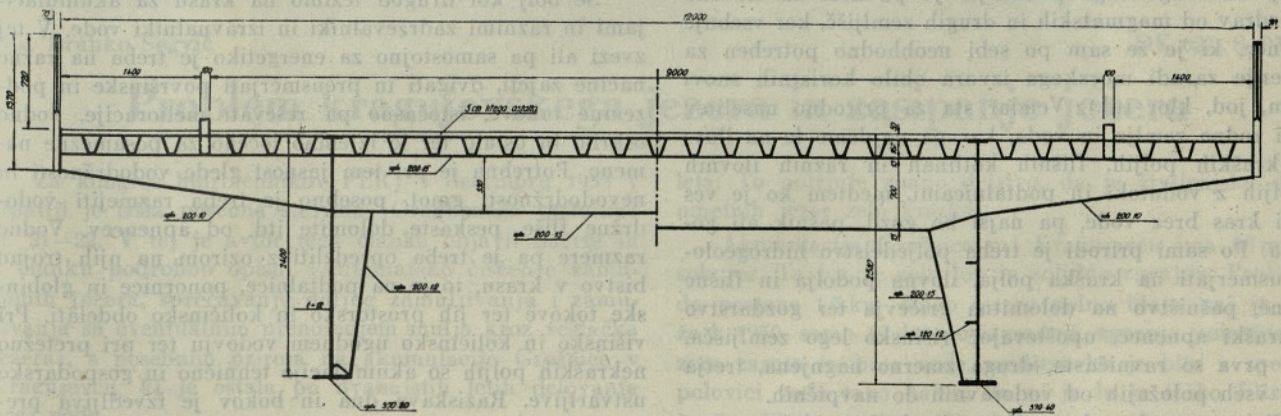
Sl. 13 (Projekt M 2, prerez v polju in prerez poleg podpore)



Sl. 14 a (Projekt M 1, pogled na most in opornike v smeri toka)



Sl. 14 b (Projekt M 1, tloris)



Sl. 14 c (Projekt M 1, prerez A—B)

### Strokovni rezultati razpisa

Vsi predloženi osnutki imajo v tlorisu zamaknjene nosilce, da se bolje prilagode poševnemu križanju z reko. Vsi projekti upoštevajo prečno sodelovanje glavnih nosilcev, niti eden ni več konstruiran po klasičnem pravilu posameznih nosilcev. Da si pa ustvarimo pregled konstrukcij, si moramo mostove sistematizirati po naslednjih vidikih:

- I. Mostovi preko 3 razponov: FK 1, Fn, M 1 in M 2;
- II. Mostovi preko 5 razponov: R, L 2, Fk 2.

Izjema je projekt L 1, ki ima razpiralno konstrukcijo za most čez reko, v ostalem delu pa gostostebni viadukt.

Mostovi z večjimi razponi (treimi razponi) zahtevajo nujno v masivni (betonski) konstrukciji visoke vute, ki imajo bolj ali manj svodasto obliko (Fk 1, Fn). V jeklu

večji razponi ne delajo težav, ker je v območjih večjih momentov predvidena uporaba kakovostno boljšega materiala. Možno je izhajati s konstantnim prerezom.

Mostovi z manjšimi razponi (5 razponi) so za betonsko konstrukcijo v estetskem in operativnem oziru prijetnejši, ker se da izhajati s konstantnim prerezom glavnih nosilcev.

Glede na konstrukcijo prečnega profila pa vse projekte razdelimo v dve skupini:

a) mostovi z dvema glavnima nosilcema: L 1, L 2, Fk 1, Fk 2, M 1;

β) mostovi s ploskovno nosilnostjo (torzijsko zaključenim profilom) R, Fn, M 2.

Ni mogoče kar povprek dajati prednosti zaključenim torzijskim profilom ali profilom z dvema glavnima nosilcema; dejstvo je, da je pri jekleni konstrukciji zmagal tip  $\alpha$  zaradi preprostejše operativne izvedbe in čistejšega prenosa sil. V betonu zahteva tip  $\beta$  večjo opaženo površino, nudi pa prednost v torzijskem odporu.

Kot kaže, ni imel pri stebrih nobeden od projektantov posebno srečne roke, kar je opravičljivo zaradi izredno kratkega roka za oddajo osnutkov. Pripomniti pa je treba, da samo oblikovanje stebrov bistveno vpliva na estetiko kombinacije objekta ter je s tem marsikateri ob-

jekt izgubil na svoji vrednosti. Vendar samo oblikovanje stebrov ne tvori bistva zasnove ter je možno k izbrani konstrukciji prilagoditi tudi drugačno, estetsko ugodnejšo obliko stebrov.

Žirija se je pri pregledu projektov odločila:

za jekleno konstrukcijo M 1, torej kombinacijo I in  $\alpha$ , za varianto v ojačenem betonu Fn, to je kombinacijo I in  $\beta$ .

Ocenjevalna komisija je bila pri izbiri jeklene konstrukcije mnenja, da lahko konkurira le v primeru, če se trase ceste korigirajo tako, da bi most ležal v premi in enotnem sklonu.

Primerjava stroškov gradnje po posameznih projektih je bila izvedena tako kot pri viaduktu. Tako bi stal most po projektu R 100,2%, po projektu L 1 107,2%, L 2 113,7%, Fk 1 128,0%, Fk 2 113,1%, Fn 100%, M 1 126,8% in M 2 129,2%.

Vsekakor je žirija dala prednost konstrukcijam s tremi večjimi razponi pred konstrukcijami s petimi manjšimi razponi. Eden važnih razlogov so tudi težavnosti v fundiranju. Večji stroški pri večjem številu temeljev namreč izenačijo vso gospodarsko prednost, ki nam jo nudi štednja železa in betona pri manjših razponih.

Ing. Franc Jenko

DK 626.80 : 551.444

## Osnovna načela vodnega gospodarstva na krasu\*

Z razvojem tehnike se skuša tudi kras gospodarsko izkoristiti. Kras sam po sebi ni sovražen življenju, apneniško-dolomitne preperine so rodovitnejše od težkih zemelj, kraške šume so prav tako bujne, vendar pa prevladuje pičla zemlja in goličava kot posledica kraške odvodnje in neugodnega podnebja. Je pa kras za človeka bolj zdrav od magmatskih in drugih zemljišč, ker vsebuje apnenec, ki je že sam po sebi neobhodno potreben za življenje zaradi morskega izvora obilo koristnih snovi (brom, jod, klor itd.). Vendar sta za prirodno naselitev nujni rodna zemlja in voda, kar pa najdemo le na ilovnih kraških poljih, flišnih kotlinah in raznih ilovnih podoljih z vodotoki in podtalnicami, medtem ko je ves ostali kras brez vode, pa najsi bo gozd, pašnik ali goličava. Po sami naravi je treba poljedelstvo hidrogeološko usmerjati na kraška polja, ilovna podolja in flišne kotline, pašništvo na dolomitna gričevja ter gozdarstvo na kraški apnenec, upoštevajoč višinsko lego zemljišča, kajti prva so ravničasta, druga zmerno nagnjena, tretja pa v vseh položajih od vodoravnih do navpičnih.

Bistvo vsega na krasu je voda, bodisi da je v prekomerni količini pri poplavih kraških polj in podolij, bodisi v premajhni v ostali dobi, oziroma na drugih kraških področjih, hkrati pa je važna surovina in vir energije. Za vodo se neposredno zanima vodno gospodarstvo z energetiko, z melioracijami, z vodno oskrbo, odplakami in eventualno plovbo, posredno pa vse gospodarstvo, poljedelstvo, gozdarstvo, promet, obrt in industrija, rudar-

stvo, naseljevanje in turizem. Prav zato in zaradi težavnosti problematike so za kras potrebne vodnogospodarske osnove porečij, ki pocenjujejo in pogosto sploh omogočajo tehnične ukrepe, posebno ker se akumulacije in drugi ukrepi snujejo vzajemno za najširše koristenje.

Še bolj kot drugod težimo na krasu za akumulacijami in raznimi zadrževalniki in izravnalniki vode. V tej zvezi ali pa samostojno za energetiko je treba na razne načine zajeti, dvigati in preusmerjati površinske in podzemne tokove, istočasno pa reševati melioracije, vodno oskrbo in ostalo ter le izjemno ločeno za posamezne namene. Potrebna je pri tem jasnost glede vododržnosti in nevododržnosti gmot, posebno je treba razmejiti vododržne flišne, peskaste dolomite itd. od apnencev. Vodne razmere pa je treba opredeliti z ozirom na njih trojno bistvo v krasu, to je na podtalnice, ponornice in globinske tokove ter jih prostorsko in količinsko obdelati. Pri višinsko in količinsko ugodnem vodovju ter pri pretežno nekraških poljih so akumulacije tehnično in gospodarsko ustvarljive. Raziskava dna in bokov je izvedljiva pretežno z geološkimi vrtnji ter spremljajočimi meritvami premočljivosti vrtn in gladin podtalnic. S tehničnega in gospodarskega stališča ter stališča zaščite pokrajine rešimo, posebno pri višjih ojezeritvah, tesnjenje ponorskih področij pravilno z ilovno ali kameno ilovno oblogo, z izravnalno podložnim filtrom spodaj ter obratnim zaščitnim filtrom zgoraj. Podzemne zavesa, potrebne za razne uvezave v vododržne gmote in drugo, naj zadržujejo ali preusmerjajo vode, prave tesnitve v samem apnencu brez uvezave v vodorodne kamenine pa so neuporabljive. Po dosedanjih izkušnjah je takšno tesnjenje samo zase povsod izvedljivo, običajno s tremi vrstami vrtn, bolj z

\* Od istega avtorja bo pri Drž. založbi Slovenije v Ljubljani začetkom leta 1957 izšla knjiga »Hidrogeologija in vodno gospodarstvo krasa. Teoretične osnove in gospodarska praksa.«



grobim tesnjenjem na straneh in finejšim v sredi ter z uporabo gruščca, peska, cementa in bentonita.

Na energetsko ugodnih kraških področjih se tudi melioracije poceni izvedejo ter hkrati koristijo akumulacije, zadrževalniki, tesnitve, rovi in prekopi, na energetsko slabih ali neizkoristljivih področjih pa so melioracije z raznimi zadrževalniki in delnimi ojezeritvami dražje. Ker so podzemni pretoki na krasu opredeljeni po pretočnosti daljših odsekov in požiralniki niso hidravlična grla, je njih reguliranje ter širjenje jam brez haska.

Estavele, izmenično požiralne in bljuvajoče jame na kraških poljih in podoljih, so za potrebe akumulacij rešljive z dreniranjem v odtočišče, s povratno zapiralnimi vodnimi preduhi, ali pa samo z obteženo ali neobteženo tesnilno oblogo, kar je odvisno od piezometričnih pritiskov estavel po akumulacijah vode in odrezanju odtoka s polj, od globine najnižje akumulacijske vode in teže tesnilne obloge v vodi.

Prednost krasa je tudi v tem, da so kraške velike vode omejene in do 10-krat manjše od nekako 100-letnih nekraških, prodori akumulacij v zaprtih kraških poljih nemogoči in poplavne katastrofe navzdolnih pokrajin izključene.

Probleme odplak na krasu rešujemo v treh smereh, z izbiranjem najprimernejše industrije, ki rabi malo vode in ki jo le malo onečisti, z odvajanjem odplak v najdalj trajajoče in najmanj oškodovane podzemne pretoke in po potrebi z najnujnejšim mehaničnim ali biološkim čiščenjem.

Kraških voda z nenaseljenih in nepoljedelskih zlivov v splošnem za vodno oskrbo ni treba zboljševati, pač pa je potrebno razkuževanje (kloriranje) pri izjemnem poslabšanju, medtem ko je treba vode s poplavnih kraških polj in drugih nepropustnih zemljišč čistiti in razkuževati.

Vodna oskrba na krasu je bila doslej v glavnem navezana na redke obrhe na kopnini in neke izvire ob morju. Največ pitne vode je v globinskih tokih, ki so pa pretežno nedostopni. Hidrogeološko so ugotovljive vodne količine teh tokov, njih nekaj stometrске omejitve in skrajnostni vodostaji, ne morejo se pa za sedaj, razen izjemoma po brezni, ne geofizično, ne gradbeniško (z rovi) odkrivati v svojem vodoravnem in sifonskem vijuganju. Vendar pa so rovi v apnencu na večje stometrske razdalje, ležeči pod višino okolnih izvirov, vedno pod navalom vode, od nekaj litrskih pa do tisoč litrskih količin na sekundo, le izjemno v pritisnjem apnencu ni vode. Ker sami globinski tokovi za sedaj niso dosegljivi, je edina možnost z jaški in rovi v bližini in pod erozijskimi terminantami globinskih tokov doseči zadostne vode.

Se kočljivejša od kraške kapnice je vodna oskrba na Jadranu. Že od nekdaj so poizkušali dobivati sladko vodo iz kraških dotokov v morju z odkopavanjem zamišljenega sifona v obali, v novejši dobi pa z zajetji podmorskih vrulj v prožne cevi in plavajoče prelive, z dušenjem izvirov, injiciranjem in drugače. Globinski tokovi tečejo zaradi sifonskih vijuganj v krasu ter pogrejanja kopnine v zaledje do več sto metrov pod morsko gladino. Sladka in slana voda se mešata pretežno pri cepljenju vodnih žil pod obalo, mestoma pa zaliva morska voda kot težja pri malih vodah najgloblje prostore vodnih žil daleč v zaledje, pri večjih vodah pa jo te izganjajo. V pasu globinskega toka lahko zajemamo sladko vodo edino bolj v zaledju z jaški in rovi tik pod višino morja z izčrpavanjem samo dela sladke vode. Na manjših jadranskih otokih brez močnejših globinskih tokov pa lahko samo delno drenažno izčrpavamo klobuk sladke vode na višini morja ne glede na slano ali sladko vodo v globini apneniških otokov.

Ing. Branko Šegvič

DK 627 . 8 . 054 . 3

## Problem kragujevškega jezera in zasipanje jezera

Za kongres hidrotehnikov FLRJ v decembru 1953 v Opatiji je izšla posebna številka »Gradbenega vestnika« št. 21—22. V tej je avtor tega članka objavil načrte in v članku podrobno opisal »Automatsko čiščenje zamuljenih jezera, sprečevanje daljšeg zamuljivanja i zamuljivanja sa eventualnim prenošenjem mulja kroz veštačka jezera«, s posebnim ozirom na akumulacijo Grošnice v Kragujevcu, ki je ostala po dvanajstih letih delovanja brez vode.

V tem članku so na široko opisane prednosti tega sistema pred drugimi sistemi, ki jih danes poznamo širom po svetu, ker je izkop z bagrom v splošnem dražji kot gradnja novega jezera.

Kako važen je ta problem vidimo tudi po tem, da Združeni Narodi stalno nanj opozarjajo in ker so tudi na IV. svetovnem kongresu za visoke pregrade v New Delhyju l. 1951 poudarili, »da ga bo treba obravnavati na vseh zasedanjih dokler ne bo rešen«. Med drugim so ugotovili, da je bila povprečna življenjska doba pri 77 jezovih, ki so danes zasuti širom po svetu, le 21 in pol

leta. To potrjuje znano dejstvo, da je življenjska doba umetnih jezer zelo kratka.

Akumulacija Grošnice pri Kragujevcu ima 28 m visok jez. Ta jez je zelo lep in solidno zgrajen. Preti pa, da postane 1,5 km dolgo jezero polno blata, saj je bila že l. 1950, samo 12 let po izgradnji, zgornja polovica jezera zasuta in brez vode, medtem ko je bila v spodnji polovici voda tako kalna, da so jo le še težko filtrirali in še sfiltrirana je ostala kalna in topla z vonjem po trohnobi.

Za jezom se je globina vode zmanjšala od 26 na 10 m. Voda je kalna in po vseh higienskih kriterijih neuporabna.

### Kakšno je stanje po štirih letih?

Leta 1950 je bilo za jezom 7 m greza, dva izpusta od petih pa sta bila popolnoma zasuta. Po štirih letih je že 10 m greza in zaradi deževnega leta 1953 so že trije izpusti zasuti, pri čemer ostane peti izpust stalno vsako leto izven vode. Stanje je bilo že pred štirimi leti

kritično. Mesto s 40.000 prebivalci je ostalo brez vode in dokaj razvita industrija je morala v kritičnem času ustaviti delo. Takoj nato so z vso naglico izdelali študije in idejne projekte, da bi našli najekonomičnejšo rešitev problema. Odkod dati mestu vodo, ki bo imelo v bližnji bodočnosti 80.000 prebivalcev in industrijo, ki se hitro in močno razvija? Razni strokovnjaki predlagajo celo, da bi bilo treba industrijo preseliti, češ da je Kragujevac ne potrebuje itd.

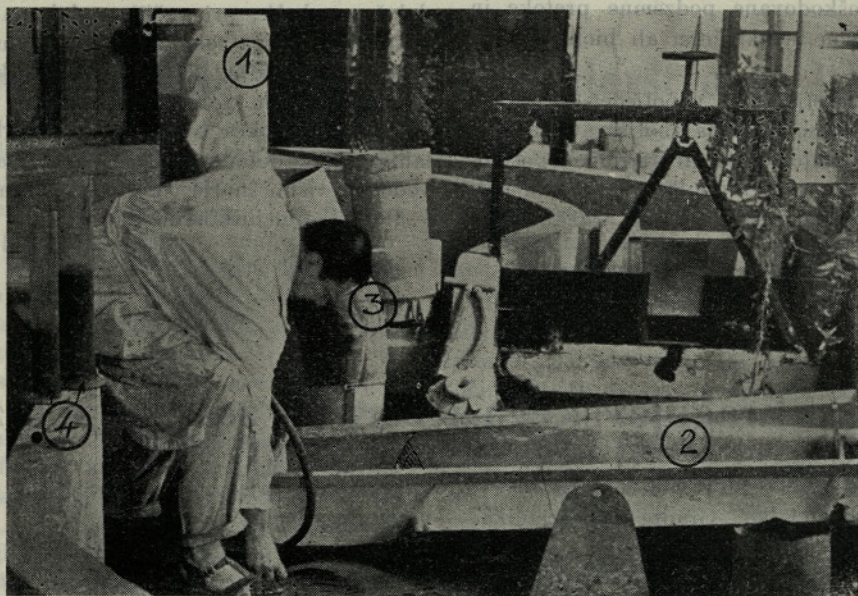
Od štirih ali pet zelo dragih variant, med katerimi je tudi projekt z izkopom z bagri in drugi s postavitvijo novega jezusa, so osvojili kot najekonomičnejši idejni načrt, ki ga je izdelal Inštitut za vodno gospodarstvo LR Srbije. Po tem načrtu naj bi napeljali vodo 28 km daleč od Velike Morave, t. j. z druge strani mesta. Za to pa bi bile potrebne ogromne instalacije za čiščenje vode na Moravi in več črpalnih postaj, ki bi skrbele za potreben tlak. Vse to pa bi bilo združeno z ogromno režijo in veliko potrošnjo električne energije, kar vse bi zahtevalo od mesta Kragujevca milijardne investicije.

Lani se je prebivalstvo mesta zopet povečalo. Zgradili so več sto stanovanj s higienskimi instalacijami. Predvideno je bilo, da jih bodo zgradili letos prav toliko. Industrija se veča in zaposluje vedno več novih moči. Mestna kanalizacija, ki jo sedaj dovršujejo, bo gotovo prav tako povečala porabo vode kot gradnja novih

preštudirali in na predavanju Tehnične visoke šole v Beogradu objavili študijo: »Zasipanje Grošničkoga jezera« (v medicini bi tako temo imenovali »zgodovina bolezni«), ki je vsebovala ob koncu za Ljudski odbor precej ohrabrujočo »diagnozo« v pogledu življenjske dobe, kar je običajno tudi v medicini navada. Niso pa dali niti enega predloga za rešitev objekta in indirektno odobrili uradno predvideno »umiranje« ter tako povzročili nujnost gradnje novega objekta v vrednosti več milijard dinarjev, ki bo zahtevala večletno intenzivno delo, ne da bi pri tem še računali leta za predhodno zbiranje podatkov, študije in projektiranje. Pri vsem tem pa raste riziko za mesto.

Študija, ki je bila napravljena za SAN, bi morala biti objavljena (tako so tudi obljubili) in je škoda, da do danes še ni. To so brez dvoma naši prvi zbrani podatki in opazovanja, ki so važni in potrebni za vso državo, kjer imamo toliko zgrajenih jezov in kjer jih toliko gradimo, pa tudi za samo Grošnico. Vsekakor pa bi bilo treba podatke zbirati naprej in nadaljevati s študijo rešitve tega dragega in važnega objekta.

Že več kot dve leti je, odkar je bil Ljudskemu odboru in Vodovodu mesta Kragujevac predlagan nov ekonomičen način »avtomatičnega bagranja« ki je nekoli-kokrat bolj uspešen kot izkop z bagrom, pa čeprav se pri njem ne potrebuje nikakršen strojni pogon, niti



Slika 1. Laboratorijska preiskava avtomatskega bagranja (1). Laboratorijski model jezera s pregrado (2). Modeli 1 : 1 elastičnih cevi (3). Menzure s 37—60 % avtomatsko izmetanega greza in peska (4)

higienskih stanovanj iz novega kredita 900 milijonov dinarjev, ki je bil predlagan letos za razvoj mesta in komunalno higieno. Podzavestno se izprašujemo, za kolikokrat bi bil Kragujevac večji od današnjega, če bi imel osnovne pogoje za razvoj, to je vodo. In še danes je prav voda gotovo najbolj pereči kragujevski problem, ki ovira razvoj mesta in higienske razmere. Vzlic temu pa ga ne proučujejo, niti praktično ne rešujejo, niti ga ne jemljejo, kot je videti, dovolj resno.

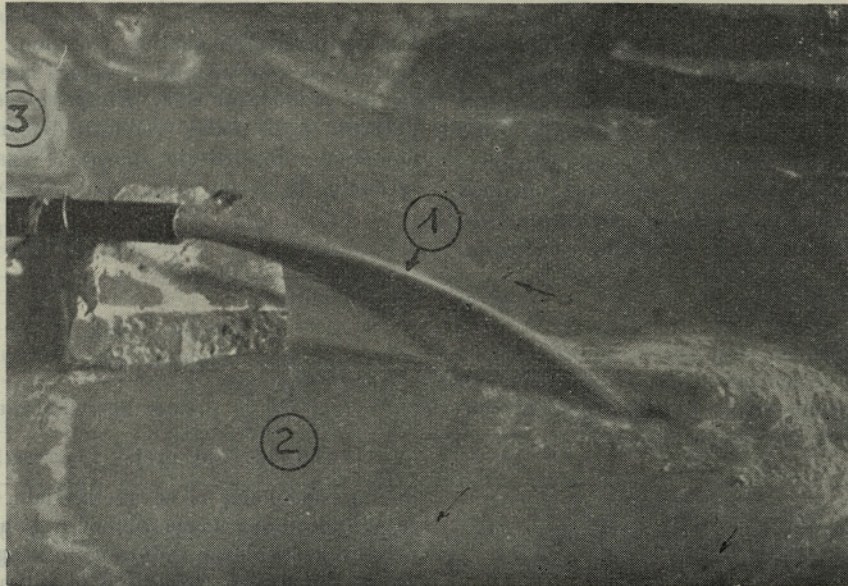
Res je, da je SAN takoj po krizi v letih 1950 do 1952 dala strokovnjakom nalogo, naj problem prouče. Ker nimamo na svetu še nikjer rešenega takega problema, so

bager, niti višje kvalificirano osebje. Leta 1952 sta LO in Vodovod Kragujevca pokazala za to veliko razumevanje in so me poklicali na mesto samo. Tedaj smo napravili po dogovoru in skupno v LO za dela v režiji podrobne ponudbe in proračun. Tedaj so začeli tudi že jemati vzorce greza, meriti temperaturo vode v raznih globinah in zbirati podatke za delo. Bilo je res tako sodelovanje, kot si ga le more kdo zaželeli.

Nato smo izdelali na desetine načrtov, podrobnih načrtov, laboratorijskih modelov in preizkusov ne samo avtomatičnega bagranja, ampak tudi jezera s podvodno pregrado. Eksperimentalno je bilo dokazano, kako se da

preprečiti nadaljnje zasipanje in pustošenje. Poleg tega smo napravili še dva modela 1:1 elastičnega zgloba azbestno cementnih cevi itd., seveda (kar pa ni popolnoma samo po sebi umevno) vse na moj račun. Nato sem izdelal še en podroben proračun druge ponudbe, ki predvideva že v prvem letu prihranek približno pol milijona m<sup>3</sup> vode, se pravi, da bi imeli na razpolago še

enkrat toliko vode, kot v suhem letu 1950. Poleg tega sem dal predlog, da se namesto azbestno cementnih vodovodnih cevi uporabijo cevi, ki bi bile 3—4-krat cenejše ter ekonomičen predlog za specialne elastične členke, ki bi jih LO izdelal v lastni režiji, kar bi mestu prihranilo že v I. etapi pri nabavi cevi več kot pol milijona dinarjev.



Slika 2. Laboratorijska preiskava avtomatskega čiščenja greza — grezast curek s 37—60% greza oz. peska (1). Gošča izmetanega greza oz. peska (2). Odločena voda od gošče greza (3).

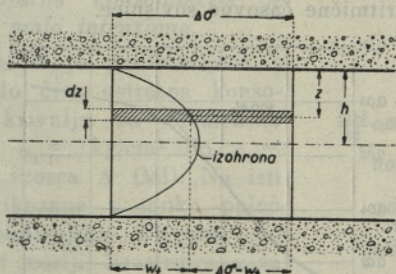
Ing. Silvan Vidmar

624.151.37:624.151.43 (084.21)

## Vrste konsolidacijskih krivulj pri edometrijskih preizkusih\*

### I. SMOTER RAZISKAVE

Pri nekaterih raziskavah stisljivosti zemljin, ki so jih izvedli v edometrih v *Laboratoriju za mehaniko tal Univerze v Ljubljani*, smo opazili pomembno vlogo deformacij sekularnega obdobja konsolidacije. Pri dru-



Slika 1

gih takšnih raziskavah smo opazili, da se konsolidacijska krivulja tudi v primarnem, takozvanem hidrodinamičnem območju konsolidacije ne prilega dobro konsolidacijski krivulji, ki se dobi po znani *Terzaghijevi* teoriji o kon-

solidaciji glinastih slojev. Tako smo smatrali za potrebno, da vrsto izvedenih preiskav sistematično obdelamo in ugotovimo tipe konsolidacijskih krivulj in primerjamo njihov potek s teoretičnimi konsolidacijskimi krivuljami. V tem poročilu so podani pregledni rezultati takšne obdelave laboratorijskih preiskav.

Predno bomo rezultate podali, bomo na kratko rekapitulirali osnovne teorije konsolidacijskega procesa.

### II. OSNOVNE TEORIJE KONSOLIDACIJSKEGA PROCESA

Osnovno teorijo o konsolidaciji zemljin, ki so prišle pod nek dodatni tlak, je podal že leta 1925 prof. *Terzaghi* v svoji »*Zemeljni mehaniki*« (1). *Terzaghijeva* teorija o konsolidaciji sloni na *Darcyjevem* zakonu filtracije

$$v = k \cdot i \quad \dots (1)$$

Z izenačenjem odtoka vode po *Darcyjevem* zakonu in zmanjšanja por, ustrežajočega prehodu krivulje pornih tlakov (izohron) iz enega v drug položaj v časovnem intervalu  $\Delta t$ , dobi *Terzaghi* kot splošno rešitev diferencialno enačbo

$$\frac{k E^x}{\gamma_v} \cdot \frac{\delta^2 w_t}{\delta z^2} = \frac{\delta w_t}{\delta t} \quad \dots (2)$$

\* Referat s 5. letne skupščine Jugoslovanskega društva za mehaniko tal in fundiranje (Ilidža pri Sarajevu, 2.—5. VI. 1954).

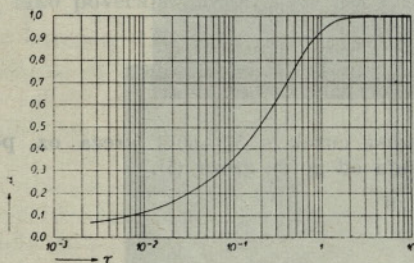
V tej enačbi pomeni:

- k... količnik propustnosti,
- $E^x$ ... deformacijski modul,
- $\gamma_v$ ... prostorninska teža vode,
- $w_t$ ... tlak v porni vodi,
- z... oddaljenost od propustne površine,
- t... čas.

Rešitev gornje diferencialne enačbe podajata *Terzaghi* in *Fröhlich* v (2) za nekatere osnovne oblike celotnih tlačnih diagramov bodisi za izohrone, kakršne narekuje strogo robni pogoji, bodisi za določene suponirane oblike izohron (n. pr. za parabolične izohrone). Tako podajata n. pr. rešitev za pravokotni tlačni diagram z diagramom, v katerem je podan na ordinatah odstotek konsolidacije  $\mu$  v odvisnosti od abscisne vrednosti  $\tau$ , ki jo imenujeta časovni faktor in ki je podana z izrazom:

$$\tau = \frac{k \cdot E^x}{\gamma_v \cdot h^2} \cdot t \quad \dots (3)$$

Tu je  $h$  višina zemljinskega sloja, ki se konsolidira, če se odceja porna voda le na eno stran; če se odceja na obe strani, je  $h$  polovična višina plasti. Omenjeni diagram je reproduciran na sliki 2 (po [2,105]).



Slika 2

Različni raziskovalci (med njimi *Terzaghi* sam) pa so kmalu opazili, da se zemljina stiska (konsolidira) tudi še potem, ko v glavnem že uplaknejo hidrodinamični tlaki v votlinični vodi, ko bi morala biti torej konsolidacija po *Darcyjevem* zakonu oziroma po *Terzaghijevi* teoriji že končana. Sistematsko analizo in analitični izraz za to naknadno konsolidacijo je podal prof. *Buisman* (glej n. pr. [3,34]). Imenoval je to usedanje »sekularno usedanje«, zakon tega usedanja pa ima logaritemsko obliko

$$s = h_1 (\alpha_p + \alpha_s \cdot \log_{10} t) \cdot \Delta\sigma \quad \dots (4)$$

V tej enačbi pomeni:

- $h_1$ ... začetno višino zemljinskega sloja,
- $\alpha_p$  } ...laboratorijsko ugotovljeni konstanti,
- $\alpha_s$  }
- t... čas v dnevih,
- $\Delta\sigma$ ... dodatni tlak.

*Casagrande* je za laboratorijske edometrijske preiskave ugotovil (glej n. pr. [4,241]), da dobimo na laboratorijsko ugotovljeni konsolidacijski krivulji 100% usedek po *Terzaghijevi* teoriji na ta način, da prikažemo to krivuljo s časovnimi abscisami v logaritemskem merilu ter presečemo premico po zakonu (4) s tangento v obračajni točki prvega dela konsolidacijske krivulje; presečišče projiciramo v smeri časovnih abscis na krivuljo (slika 3 — po [4,241]).

Slično konstrukcijo za ugotovitev konca hidrodinamične stopnje je podal prof. *Taylor*, ki predočuje kon-

solidacijsko krivuljo z abscisami  $\sqrt{t}$ . Ker smo v svojih analizah razen v enem samem primeru uspešneje uporabljali *Casagrandejevo* konstrukcijo, se omejimo za *Taylorjevo* konstrukcijo na citiranje literature (4,239).

Končne vrednosti usedkov  $s$  ob koncu konsolidacije naj bi bile po *Terzaghiju* (3,34) v naslednji odvisnosti od normalnih tlakov

$$s = \frac{h_1}{C} \cdot \log_e \frac{\sigma_1 + \Delta\sigma}{\sigma_1} \quad \dots (5)$$

kjer je  $h_1$  začetna polovična oziroma cela višina vzorca,  $\sigma_1$  in  $C$  sta konstanti, ki se dobita iz edometrijske krivulje,  $\Delta\sigma$  pa je dodatni tlak. *Koppejan* je v (3,34) napravil poizkus, da bi podal vrednosti deformacij v sekularnem območju z razširitvijo zgornje *Terzaghijeve* enačbe na ta način, da uvede vanjo čas  $t$ . Njegova enačba se glasi:

$$s = h_1 \left( \frac{1}{C_p} + \frac{1}{C_s} \log_{10} t \right) \log_e \frac{\sigma_1 + \Delta\sigma}{\sigma_1} \quad \dots (6)$$

Tu pomeni:

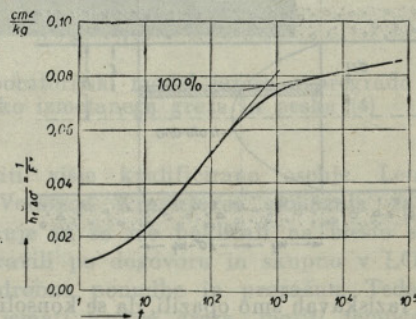
- $\sigma_1$ ... prvotni tlak,
- $\Delta\sigma$ ... dodatni tlak,
- $C_p$  } ...konstanti laboratorijskih preiskav,
- $C_s$  }
- $h_1, t$ ... kot prej.

Po tej enačbi naj bi se uveljavljalo sekularno usedanje že v hidrodinamičnem območju konsolidacije tako, da prispevek sekularne deformacije k specifičnim usedkom  $s/h_1$  v določenem času  $t$  ne bi bil odvisen od debeline sloja. *L. Šuklje* je v (5) podal enačbo za velikost pornih tlakov, ki so potrebni za razvoj sekularnega usedanja. Enačba se glasi:

$$w_0 = \frac{\alpha_s \cdot \Delta\sigma \cdot \gamma_v}{4,6 \cdot k} \cdot \frac{h_1^2}{t} \quad \dots (7)$$

(Označba ista kot prej!)

Iz te enačbe je razvidno, da bi zahteval vzporedni razvoj sekularnih deformacij v primarnem obdobju zlasti pri debelejših slojih velike dodatne porne tlake. Po njegovih preudarkih narekuje konsolidacijo ali propustnost glede na *Darcyjev* zakon, ali pa »plastični upor« (po *Tayloru*), to je notranje trenje oziroma trdnost zgoščenih vodnih open okrog zrn, ki zavira prehod zrnja v ravnovesno stanje, ustrežajoče dodatni obremenitvi. Pri tem pa ni nujno, da bi morala imeti konsolidacijska krivulja v območju tega »plastičnega upora« vseskozi obliko logaritemske časovne sovisnice.



Slika 3

### III. REZULTATI SISTEMATIČNE OBRAVNAVE LABORATORIJSKIH PREISKAV

Pri študiju konsolidacijskih krivulj, ki smo jih dobili pri številnih komprimacijskih preiskavah zemljin, smo mogli v glavnem izluščiti štiri različne tipe konsoli-

dacijskih krivulj. Za prikaz teh različnih tipov smo izbrali tri značilne zemljine. V spodnji razpredelnici podajamo osnovne geotehnične značilnosti teh zemljin:

malo nižji od izmerjenega količnika ( $5,1 \cdot 10^{-8}$ ). Vsekakor je treba ugotoviti, da ustreza v tem in v vseh sličnih primerih konsolidacijska krivulja vedno ne-

Zemljina		A	B	C	C <sub>1</sub>
				pregneten vzorec	intakten vzorec
Nahajališče		Jedro zemeljske pregrade Lokvarka	Prašnata zemljina s Skadarkega jezera	Kreda iz doline Soče pri Logu Čezsoškem	Enako kot C
A. C. klasifikacija		MI	OI-OH	CL	
Zrnayost	pod 0,002	13 %	7 %	25 %	
	0,002—0,01	19 %	17 %	35 %	
	0,01—0,05	45 %	27 %	37 %	
	0,05—2,0	17 %	32 %	3 %	
Plastičnost	w <sub>1</sub> meja židkosti	40 %	49 %	25 %	
	I <sub>p</sub> indeks plastičnosti	11 %	20 %	9 %	
Propustnost pri 2 kg/cm <sup>2</sup>		$6,3 \cdot 10^{-8}$	$3 \cdot 10^{-8}$	$6,2 \cdot 10^{-8}$	$4 \cdot 10^{-7}$ cm/sek

Na slikah 4, 5, 6 in 7 so prikazane konsolidacijske krivulje vzorcev A, B, C in C<sub>1</sub> za razne bremenske stopnje in sicer na sliki 4 za vzorec A, na sliki 5 za vzorec B, na sliki 6 za vzorec C in na sliki 7 za vzorec C<sub>1</sub>. Konsolidacijske krivulje teh treh vzorcev smo prikazali v diagramih sovisnosti med časom t (logaritmično merilo) in specifično deformacijo

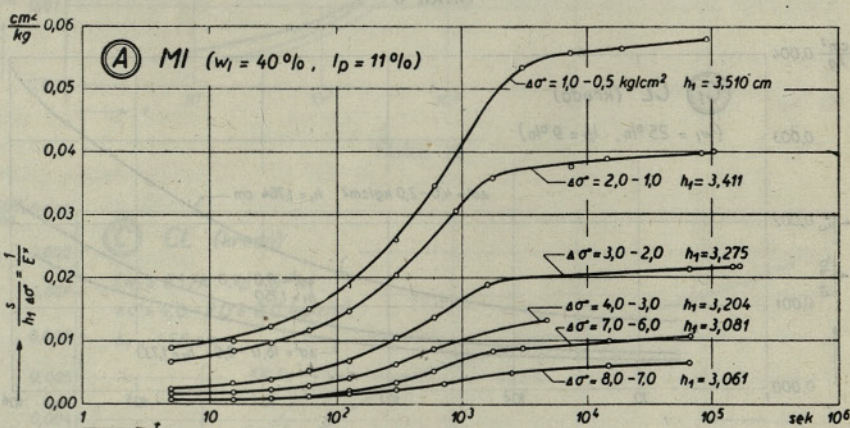
koliko manjši vrednosti propustnosti od izmerjene. To dejstvo je že več avtorjev tolmačilo s tem, da propustnost zemljine ni v vseh delih enakomerna. V tem, ko pride pri pretoku vode pri preizkusu pro-

$\frac{s}{h_1 \cdot \Delta \sigma}$  — z označbo kakor prej.

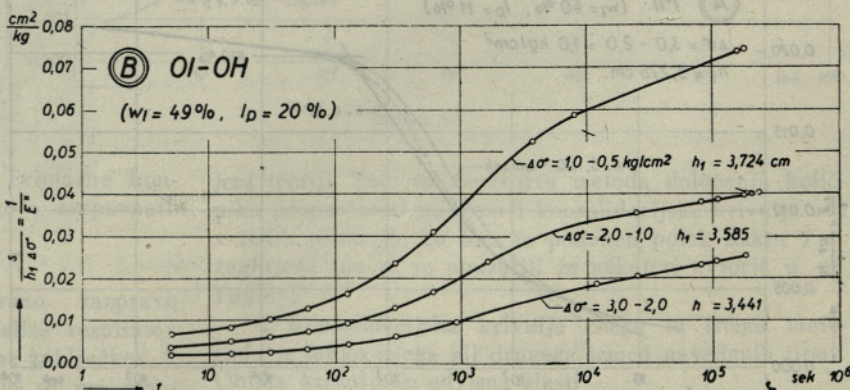
Iz teh krivulj smo izluščili naslednje štiri splošne tipe.

Tip 1a. Konsolidacijska krivulja sledi v hidrodinamičnem območju dobro Terzaghijevi teoriji, če se upošteva razmejitev med hidrodinamično in sekularno fazo po Casagrandeju in če se upošteva neposredno izmerjeni količnik propustnosti; sekularna konsolidacija je razmeroma malo intenzivna.

Na sliki 8 je predstavljena s polno debelo črto ustrezna konsolidacijska krivulja za bremensko stopnjo od  $\sigma_1 = 2 \text{ kg/cm}^2$  do  $\sigma_2 = 3 \text{ kg/cm}^2$  vzorca A (MI). Na isti sliki je prikazana s tanko polno črto konsolidacijska krivulja po Terzaghijevi teoriji, konstruirana za tisti količnik propustnosti, ki je bil ob tej bremenski stopnji določen z neposredno preiskavo propustnosti v edometru. Terzaghijeva krivulja se resnični krivulji zadovoljivo prilaga. S tanko črtkano črto je včrtana še krivulja, ki se izmerjeni še najbolj prilagodi. Propustnostni količnik za to krivuljo ( $4 \cdot 10^{-8}$ ) je le



Slika 4



Slika 5

pustnosti v pošte v le večja propustnost propustnejših delov, se razvija konsolidacijski proces glede na resnično srednjo propustnost celotnega vzorca.

Resnična konsolidacijska krivulja je le v prvih sekundah preizkusa nad teoretično. To pa je v glavnem treba pripisati dejstvu, da obremenitev vzorcev ni bila hipna, temveč je navadno trajala nekaj desetink sekunde.

Pripominjamo, da smo pri teh in pri ostalih vzorcih uvedli v račun nereducirani količnik propustnosti, to je količnik filtracijske hitrosti glede na pravo višino vzorca

in glede na temperaturo, ki jo je imela voda ob konsolidaciji.

Tip 1 b. Konsolidacija se v hidrodinamičnem območju prilagodi Terzaghijevi konsolidacijski krivulji, toda s precej manjšim količnikom propustnosti od izmerjenega; sekularna konsolidacija je izrazitejša kot pri tipu 1 a.

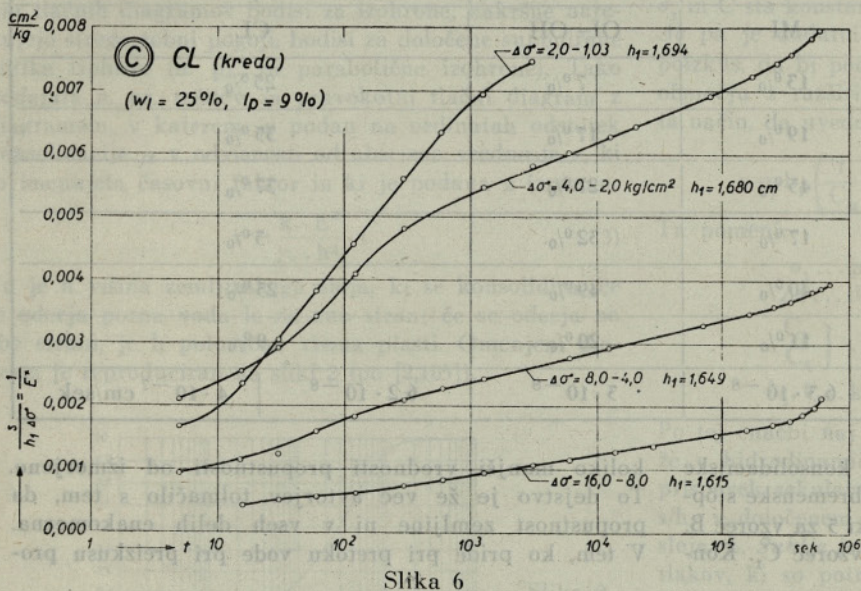
Na sliki 9 je prikazana konsolidacijska krivulja za vzorec A (MI), to je isti vzorec, za katerega je bil prikazan tip 1 a, toda za večje normalne napetosti. Krivulja ustreza intervalu od  $\sigma_1 = 7$  kg/cm<sup>2</sup> do  $\sigma_2 = 8$  kg/cm<sup>2</sup>, vmesne bremenske stopnje so znašale vse po 1 kg/cm<sup>2</sup>. Že prof. Taylor je opozoril (4), da se dobe dobra soglasja s Terzaghijevimi teorijo samo, če se obremenitev stopnjuje na ta način, da je vsaka naslednja normalna obremenitev dvakratnik predhodne. V našem primeru, ko smo obremenitev počasneje stopnjevali, je pač prišel do izraza takozvani plastični odpor.

Tip 2 a. Konsolidacija sledi v hidrodinamičnem območju dobro Terzaghijevi teoriji, če se upošteva razmejitev med hidrodinamično in sekularno fazo po Casagrandeju [s korekturo po L. Š. (5)] in če se upošteva neposredno izmerjeni količnik propustnosti; sekularna konsolidacija je intenzivna in ima pri edometrskem vzorcu velikostno stopnjo primarne konsolidacije.

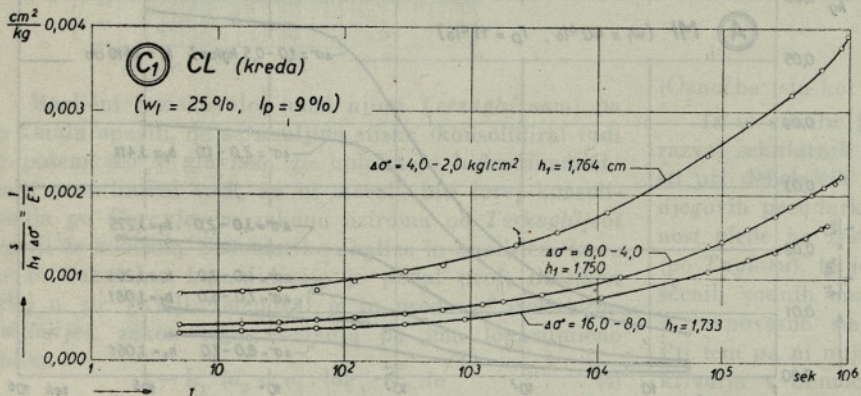
Na sliki 10 je predstavljena izmerjena konsolidacijska krivulja za bremensko stopnjo od  $\sigma_1 = 1$  kg/cm<sup>2</sup> do  $\sigma_2 = 2$  kg/cm<sup>2</sup> vzorca B (OI — OH) zopet s polno debelo črto, teoretična pa s polno tanko črto. Skladnost med obema krivuljama je dobra; sekularna konsolidacija je zelo intenzivna in sledi v opazovanem časovnem obdobju točno logaritmičnemu časovnemu zakonu.

Tip 2 b. Konsolidacijska krivulja ima v prvem časovnem obdobju podobno obliko kot Terzaghijeva konsolidacijska krivulja, vendar je dokaj položnejša in se ne prilagodi dobro Terzaghijevi obliki, čeprav vzamemo manjši količnik propustnosti. Po določenem času, ki je večji — dasi ne bistveno — od konca teoretične hidrodinamične konsolidacije, ustrezajoče Terzaghijevi teoriji, preide časovna sovisnica specifičnih deformacij v logaritmično sovisnico.

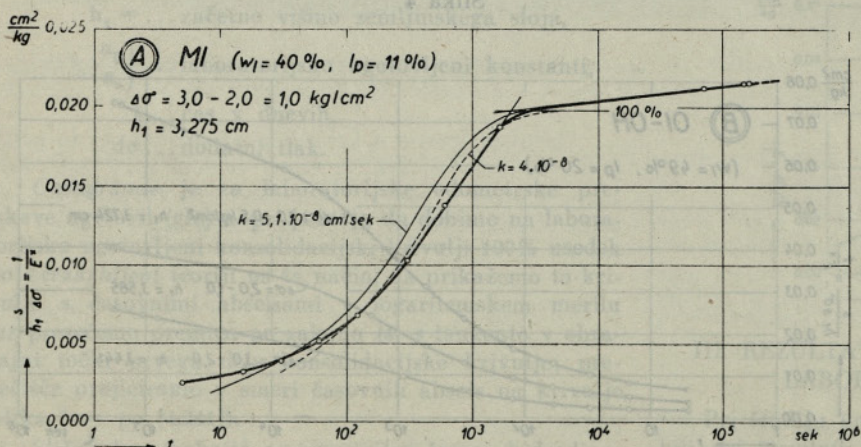
Kot primer take konsolidacijske krivulje prikazujemo na sliki 11 konsolidacijsko krivuljo pregnetelega vzorca jezerske krede (vzorec C—CL) in sicer za bremensko stopnjo od  $\sigma_1 = 2$  kg/cm<sup>2</sup> do  $\sigma_2 = 4$  kg/cm<sup>2</sup>



Slika 6



Slika 7



Slika 8

s predhodno konsolidacijo pri  $1,05 \text{ kg/cm}^2$ . Tudi v tem primeru je treba razmeroma intenzivnejše deformacije v prvih sekundah vsaj deloma pripisati dejstvu, da velja časovno štetje šele po končanem nalaganju obtežbe, ki je trajalo 35 sekund.

Opozoriti je treba, da logaritmčna sovisnost v pravem sekularnem območju ne traja neomejeno dolgo, temveč se pričinja konsolidacijska krivulja, risana z abscisami časa v logaritemskem merilu, po določenem času usločati navzgor. Ta pojav smo opazili pri vseh preiskavah z jezersko kredo in tudi pri preiskavah nekaterih drugih vzorcev.

Tip 3. Konsolidacijska krivulja nima v prvem obdobju niti približno oblike Terzaghijeve konsolidacijske krivulje, temveč se že takoj ob pričetku bolj ali manj prilagodi logaritemski odvisnosti od časa. Pri zelo dolgo trajajočih obtežbah se navadno v določenem času konsolidacijska krivulja, risana z abscisami časa v logaritemskem merilu, pričinja usločati navzgor.

Ta tip prikazuje konsolidacijska krivulja za isti pregneteni vzorec, ki je služil za prikaz tipa 2b, toda za interval višjih normalnih napetosti od  $\sigma_1 = 8 \text{ kg/cm}^2$  do  $\sigma_2 = 16 \text{ kg/cm}^2$  (glej sliko 6). Tu nismo konstruirali konsolidacijske krivulje po Terzaghijevi teoriji, ker ni možno dobiti presečišča tangent po Casagrandeju in s tem 100% konsolidacije po Terzaghijevi teoriji. Predhodno je bil vzorec konsolidiran pri obremenitvah 1,03, 2, 4 in  $8 \text{ kg/cm}^2$ , torej na način, ki ga priporoča prof. Taylor.

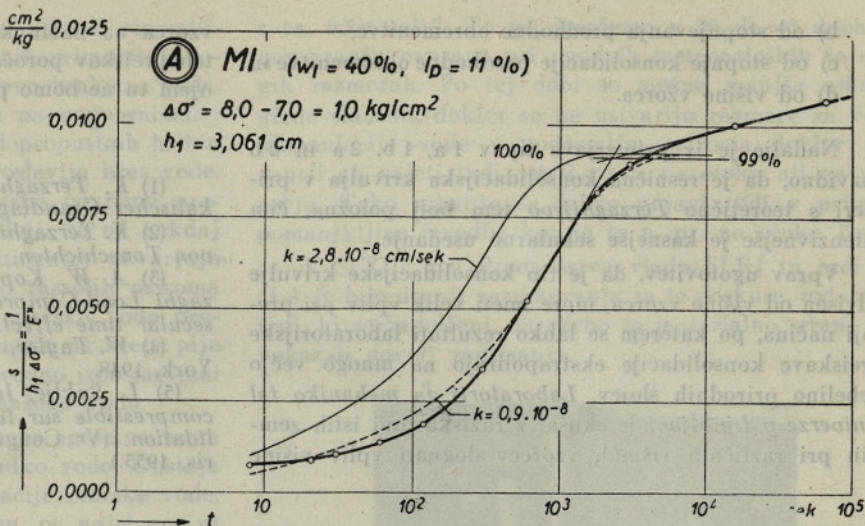
Tip 4. Konsolidacijska krivulja se tu v prvem obdobju niti ne približa obliki krivulj po Terzaghijevi teoriji, niti logaritmčni črti sekularne konsolidacije, temveč je konveksno izbočena proti abscisni osi časa, nanesenega v logaritemskem merilu.

Take krivulje smo opazovali pri konsolidaciji intaktnih vzorcev plastovite jezerske krede (glej sliko 7). Primarne konsolidacijske krivulje tu sploh ni mogoče razpoznati.

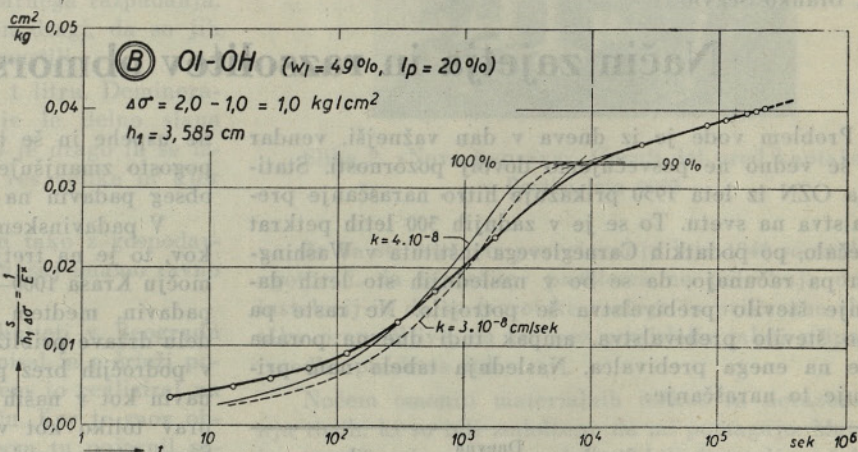
#### IV. ZAKLJUČKI

Upoštevajoč deloma tudi citirano razpravo L. Šukljeta (5) moremo izvajati iz analize rezultatov laboratorijskih preiskav naslednje splošne zaključke:

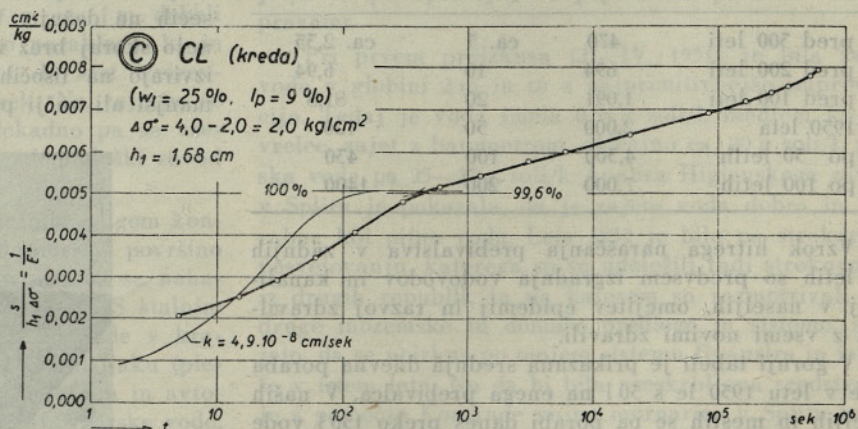
1. Hidrodinamična faza konsolidacije se pri mnogih edometrijskih preiskavah ne uveljavlja po Terzaghi-



Slika 9



Slika 10



Slika 11

jevi teoriji. Zato ni zanesljiva metoda določanja količnika propustnosti na osnovi konsolidacijske krivulje niti v tistih primerih, ko ima ta podoben potek kakor Terzaghijeva (na to so opozorili že nekateri avtorji, n. pr. Taylor).

2. Konsolidacijska krivulja enega in istega materiala je lahko enega ali drugega izmed navedenih tipov. Oblika krivulje je odvisna zlasti

a) od velikosti predhodne obremenitve,

- b) od stopnjevanja predhodne obremenitve,
- c) od stopnje konsolidacije predhodne obremenitve in
- d) od višine vzorca.

Nadalje je iz primerjave tipov 1 a, 1 b, 2 a in 2 b razvidno, da je resnična konsolidacijska krivulja v primeri s teoretično *Terzaghijevo* tem bolj položna, čim intenzivnejše je kasnejše sekularno usedanje.

Vprav ugotovitev, da je tip konsolidacijske krivulje odvisen od višine vzorca, more imeti velik vpliv pri presoji načina, po katerem se lahko rezultati laboratorijske preiskave konsolidacije ekstrapolirajo na mnogo večjo debelino prirodnih slojev. *Laboratorij za mehaniko tal Univerze v Ljubljani* je skušal z raziskavami istih zemljin pri različnih višinah vzorcev dognati vpliv višine

vzorca na način konsolidacije. O dosedanjih rezultatih teh preiskav poroča *L. Šuklje* v (5) in se s tem vprašanjem tu ne bomo podrobneje ukvarjali.

#### SLOVSTVO

- (1) *K. Terzaghi, Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer Grundlage*, Leipzig, 1925.
- (2) *K. Terzaghi - O. K. Fröhlich, Theorie der Setzung von Tonschichten*, Leipzig und Wien, 1936.
- (3) *A. W. Koppejan, Formula Combining the Terzaghi Load-Compression Relationship and the Buisman secular time effect*. Proceedings, Rotterdam, 1948.
- (4) *W. Taylor, Fundamentals of soil mechanics*, New York, 1948.
- (5) *L. Šuklje, Influence de l'épaisseur de la couche compressible sur le caractère et la vitesse de la consolidation*. (Ve Congrès Intern. des Grands Barrages, Paris, 1955.)

Ing. Branko Šegvič

DK 628.113.5 + 665.632.6

## Način zajetja in razsolitev obmorskih izvirov\*

Problem vode je iz dneva v dan važnejši, vendar mu še vedno ne posvečujemo dovolj pozornosti. Statistika OZN iz leta 1950 prikazuje hitro naraščanje prebivalstva na svetu. To se je v zadnjih 300 letih petkrat povečalo, po podatkih Carnegievega inštituta v Washingtonu pa računajo, da se bo v naslednjih sto letih današnje število prebivalstva še potrojilo. Ne raste pa samo število prebivalstva, ampak tudi dnevna poraba vode na enega prebivalca. Naslednja tabela nam prikazuje to naraščanje:

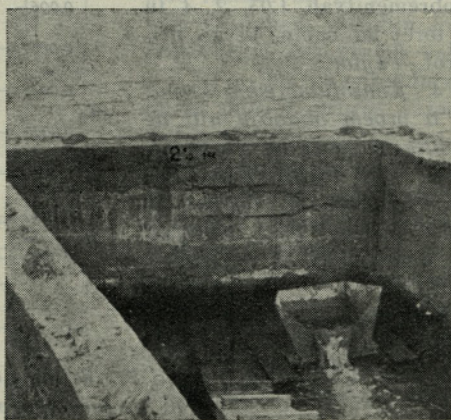
Čas	Število prebivalstva v milij.	Dnevna poraba vode na 1 prebivalca v l	Skupna dnevna poraba vode v milij. m <sup>3</sup>
pred 300 leti	470	ca. 5	ca. 2,35
pred 200 leti	694	10	6,94
pred 100 leti	1,091	20	81,8
1950. leta	2,000	50	120
po 50 letih	4,300	100	430
po 100 letih	7,000	200	1400

Vzrok hitrega naraščanja prebivalstva v zadnjih sto letih so predvsem izgradnja vodovodov in kanalizacij v naseljih, omejitev epidemij in razvoj zdravilstva z vsemi novimi zdravili.

V gornji tabeli je prikazana srednja dnevna poraba vode v letu 1950 le s 50 l na enega prebivalca. V naših naseljih in mestih se pa porabi danes preko 150 l vode dnevno na enega prebivalca, v ZDA pa 370 l dnevno če pa še upoštevamo industrijo, 1050 l/dan. Poraba vode se bo pa še večala, ker potrebujejo poleg industrije velike količine vode tudi melioracije, ki bodo neobhodno potrebne zaradi problema prehrane v bodočnosti. Švicarski biolog prof. Jaga je v svoji študiji prikazal, da je industrija onesnažila mnogo evropskih rek in potokov. Voda, ki se črpa iz teh rek, je vir raznih obolenj. Poizkusi umetnega dežja (iz oblakov) so dali le neznat-

ne uspehe in še to na omejenem prostoru. Poleg tega pogosto zmanjšujejo na enem mestu izzvane padavine obseg padavin na drugem, prav tako suhem področju.

V padavinskem področju Jadranskega morja in otokov, to je na tretjini območja naše države, pade v območju Krasa 1000—2000 mm, ponekod tudi 3000—5000 mm padavin, medtem ko znašajo te po vsem preostalem delu države približno 700—800 mm. To se pravi, da pade v področjih brez površinskih voda nekolikokrat več padavin kot v naših najplodnejših predelih ali pa skoraj prav toliko kot v 80% večjem padavinskem območju Save, ki ima poleg tega še neprimerno večje izhlapevanje. Ta področja brez površinskih voda imajo največjo letno padavino v Evropi, čeprav v letnih mesecih ne dežuje. Vse te ogromne količine vode poniknejo skoraj brez izgub v kraško podzemlje in ponovno izvirajo na tisočih mestih vzdolž obale in otokov, kot manjši ali večji presihajoči studenci ali kot podmorski



Slika 1. Adaptirana naprava iz leta 1952. Postira, Brač vrelci. Glede na to ne bi smeli naše primorje in otoki biti brez vode in pasivni, ampak bi mogli biti z ozirom na blago klimo naši najplodnejši predeli, ki bi imeli pogoje za več žetev tekom leta.

\* Podrobna študija s teorijo je natisnjena v »Hidrografskem godišnjaku«, 1954, J. R. M., Split od str. 132 do 157 s 16 slikami.



Žal, da večina teh izvirov, ki dajejo več sto milijonov litrov dnevno, izteka v humoznih primorskih dolinah v morje. Ko ne bi bila to polslana brakična voda, bi se dala koristno izrabiti, tako je pa neuporabna.

Zaradi apnencev in podobnih vodopropustnih hribin je več kot 40% celotne površine Jugoslavije brez vode. Na svetu je približno petina zemeljske površine prekrivane s podobnimi vodopropustnimi sloji. Že od nekdanjih ljudje in strokovnjaki raznih kontinentov ukvarjajo s proučevanjem, kako bi ekonomično razsolili oziroma demineralizirali slane vode ali celo morskovo pretvorili v pitno vodo. Le 15% prebivalstva na svetu pije zares čisto vodo, ostali so pa skoraj vedno izpostavljeni nevarnostim, ki so združene z onesnaženo vodo.

Mnogi narodi na svetu trošijo danes ogromne vsote za študij, kako pridobiti iz slane sladko vodo. Obstaja že več različnih načinov demineralizacije morske vode, toda noben izmed njih ni ekonomičen, pa najsi gre za kemični način, način z zmrzovanjem ali izhlapevanjem, ali za način, ki sloni na teoriji nuklearnega razpadanja. Vsi ti načini so tako komplicirani in dragi, da so jih celo v Ameriki v večini primerov opustili.

Morska voda ima 25–30 g soli v 1 litru. Demineraliziranje je ekonomično šele, ko je le delno slana in ima približno le 2 g soli/l. Tudi to je drago in se izplača delati le tedaj, če so potrebe res velike in kjer je to neobhodno potrebno.

Ta problem je za nas zelo važen tako z gospodarskega, socialnega in vojaškega stališča, saj imamo ravno pri nas tipičen visoki kras.

Pri predavanjih na gradbeni fakulteti v Beogradu in v Inštitutu JLA sem podrobneje opisal in s črteži pojasnil način zajetja in napravo, ki sem jo realiziral na podmorskem izviru v Postiri na Braču. Ker je snov obsežna in predmet širše disertacije, bom tu pojasnil samo princip in rezultate te kaptaze.

Izvir leži 2 m pod morskovo gladino in je oddaljen približno 20 m od obale. Nahaja se v ca. 1 m debeli plasti proda, ki leži nad apneničasto paraklazo, ki je tektonskega porekla. Tu je bilo pet do šest izvirov-vrelcev s skupno intenziteto 5–7 l/sek. Na zajetju se vrše še sedaj dnevna opazovanja, dekadno pa se vzemajo vzorci za analize, ki jih vrši Epidemiološki zavod v Splitu.

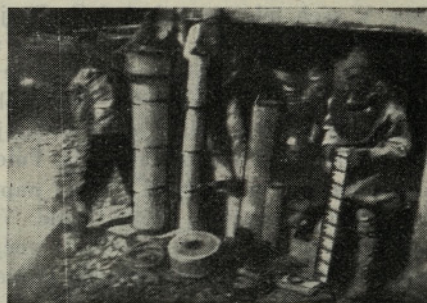
Princip naprave je, da se z navideznim dvigom konstantne gladine podzemne vode nad morskovo površino omogoči naravna razsolitev slanosti izvirov, ki se nahajajo pod morskovo gladino ali ob sami obali. S stalnim vplivom specifično težje morske vode na vodo v krasnem podzemlju in z razliko v hidravličnem tlaku (piezometru) pri izviru, ki je konstantno dvignjen in avtomatično uravnan, je onemogočena difuzija morske vode, ki prodira v apofize (vodne žile) podzemne vode po neštetihih razpokah, četudi so te vezane direktno ali indirektno z morskovo vodo.

S to napravo se eliminira tudi eventualno dinamično delovanje, ki nastaja zaradi tokov podzemne vode na posameznih mestih zoženih apofiz in paraklaz pod morskovo gladino.

Ta naprava lahko omogoči tudi postopno povečanje podzemne akumulacije. S tem bi pa mogli postati mnogi izviri, ki presihajo, stalni. Smoter je, da slano podzemno vodo s ca. 20 g soli/l pretvorimo v pitno vodo

s ca. 0,5 g soli/l. To pa dosežemo v 20 do 40 dneh po montiranju naprave pri ugodnih meteoroloških in drugih razmerah. Po tej dobi so možna manjša nihanja glede slanosti, dokler se ne ustvari razmere za večje akumulacije vode v podzemlju, oziroma dokler niso zaprti ali zajeti tudi ostali izviri na otoku ali na področju. Tako nihanje se lahko pojavi tudi v primeru pomanjkljive izvedbe kot je to n. pr. na otoku Braču.

V SUZUP pri Predsedstvu vlade FLRJ in tudi pri JLA je bilo dovolj razumevanja za te poskuse, toda prav tisti, ki so zadolženi, da skrbijo za materialno stran, niso pokazali dovolj zanimanja.



Slika 2. »Nova naprava«. Gornji del pred kaptazo v Postiri leta 1955

Že na strokovnem posvetovanju leta 1949 so soglasno ugotovili, da ta rešitev problema ne potrebuje dragih instalacij in da so teoretske razlage in prikazane sheme tako prepričljive, da se brez pomisleka takoj priporoča izvedba poizkusa itd.

Nočem omeniti materialnih težkoč in nerazumevanja tistih, ki so bili zadolženi, da mi pomagajo. Material in osnovni pripomočki za delo so bili dostavljeni šele ob koncu del in še to nepopolno. Redna opazovanja na zajetju se pa opravljajo s popolnoma primitivnimi napravami.

Pri prvem preizkusu (21. IV. 1951) je bila zajeta voda v globini 2 m in to z najprimitivnejšo improvizacijo. Tedaj je voda imela 0,54 g soli/l, medtem ko ima vrellec, zajet z batometrom, običajno ca. 20 g soli/l, morska voda pa 25–27 g soli/l. Analiza Higijenskega zavoda v Splitu je pokazala, da je zajeta voda dobra in uporabna kot pitna voda. Leta 1952 je bilo na strokovnem posvetovanju, katerega so se udeležili tudi strokovnjaki iz drugih republik in na katerem so razmotrivali tudi druge inozemske in domače predloge in sisteme, sprejeto, da se poizkus po mojem sistemu finansira in izvede še v istem letu. Ne da bi bila preskrbljena sredstva, se je s pomočjo Komande vojne mornarice v Splitu in LO Postira pristopilo k improvizaciji zajetja z zelo primitivno napravo, ki je bila napravljena na mestu samem.

Po nepopolnih 3 mesecih, ko bližnji izviri še niso bili injicirani in so propuščali velike količine vode (glej diagram od A–B), torej, ko še ni bila zajeta vsa voda z zadovoljujočim hidravličnim tlakom, čeprav je to eden od osnovnih pogojev, je bilo komisijsko ugotovljeno, da zahteva LO Postira polnjenje svojih skoraj stalno praznih cistern s kaptirano demineralizirano vodo, katere odteče dnevno približno pol milijona litrov neizkoriščene v morje. Z zapisnikom je bilo konstatirano,

da so z relativno enostavnim zajetjem prišli do pitne vode. Podmorski vrelec je vseboval 20 g soli/l, v rezervoarju zajeta voda pa 0,65 g soli/l. Komisija je ugotovila, da je kaptaža pozitivna in rezultati popolnoma zadovoljujoči ter da voda lahko rabi kmetijstvu, pranju in pitju.

Nekaj dni zatem je slanost zajetega podmorskega vrelca padla od 0,54 soli/l na 0,05 soli/l, kar je bilo z analizo ugotovljeno (v diagramu točka C). Ta slanost je 10-krat nižja kot jo zahtevajo naši predpisi, ki se nanašajo izključno le na morske vode, kjer more povečana slanost biti znak onesnaženja. Glede na predlog iz leta 1952 za angleške predpise pa je ta slanost 20-krat nižja. V vseh teh mesecih (od C—D) je bilo nihanje slanosti od 1—2 g soli/l, včasih tudi 3 g soli/l, ker sosednji izviri še niso bili injicirani in ker je bila cela kaptaža zaradi nedovoljnih sredstev takoj ob začetku previsoko postavljena. Pri veliki oseki ostanejo celotna naprava in dovodne cevi vse izven morja. Poleg tega so pa še otroci s kamenjem zatrpali odprte naprave in s tem za preko 80% zmanjšali pretok vode. Voda si je morala najti novo pot, to je nov vrelec v večji globini. Že pri prvih doseženih uspehah poizkusih kaptaže je LO Postira ustmeno in pismeno urgiral, da se napolnijo tamkajšnji rezervoarji s to vodo, dasi je ta imela tedaj še 2,3 do 2,6 g soli/l.

V dnevniku, ki ga hrani čuvaj kaptaže, lahko čitamo mnenje ljudstva. V njem je pisano n. pr.: »Javno mnenje je, da so doseženi 100% uspehi in ljudstvo prosi, da se cisterne napolni jo z vodo, ker je ta zelo dobra.« Tedaj je bilo 2,4 g soli/l. Tudi sodba krajevnega zdravnika, ki je zapisal: »Danes je voda dosti dobra« (pri 1,9 soli/l) je značilna. To sem napisal, ker so naši predpisi prestrogi in tolerirajo le 0,5 g soli/l. Ti predpisi se uvodoma naslanjajo na organoleptične zahteve, te pa znašajo v primorskih krajih 2—2,5 g soli/l. Poleg tega pa vemo, da velika količina kloridov ni škodljiva, najmanj pa poleti. V Hrvaškem primorju že od nekdaj redno mešajo deževnico v cisternah z morsko vodo. Znano je tudi, da je potrošnja soli in slanih rib na jugu in pri ladijskih kurjačih ob času velikih vročin večja. Pri potenju je namreč izguba kloridov večja.

Takoj v začetku oktobra 1953 smo uspešno injicirali morski izvir (četudi so smatrali, da to ni možno) in montirali novo avtomatsko napravo. Delo je trajalo dva meseca. Ko so delali je bil izvir široko odprt in je dal 4 do 6-krat več vode kot običajno. Po montaži je nastopila jeseni močna suša in naprava, ki omogoča prirodno demineralizacijo, ni mogla hitreje vršiti razsoljevanja. Na to sem že prej opozoril.

Nova, oziroma druga komisija, ki je bila pri kaptaži v začetku oktobra 1953, to je ob času same montaže naprave, ki še ni bila dovolj regulirana, je ugotovila, da daje izvir vodo z 11,8 g soli/l, 10 dni kasneje pa samo 3,4 g soli/l. (Ta podatek 3,4 g soli/l je bil kaj čudno ilustriran v decembru istega leta na konferenci hidrotehnikov v Opatiji, čeprav nisem niti omenil druge naprave niti ne druge komisije, katere zaključki mi še do danes niso znani.) Slanost je še naprej upadala in je ob koncu leta znašala 1,12 g soli/l, pozneje pa celo 0,77 g soli/l in 0,61 g soli/l; srednja slanost je znašala ca. 1,5 g soli/l, pri tem pa ni vzeta v poštev slanost 2,5 g soli/l ob koncu februarja ko so napravo popravljali (pod a<sub>1</sub>,

c<sub>1</sub> in c<sub>2</sub>), niti ne slanost od 10. VI. (d) z 2,26 g soli/l, ko je ob veliki plimi ostala naprava pod morjem. V tem času je ugotovljeno v dnevniku, da je bila voda v prvi polovici tega leta 30 dni malo slana, 58 dni dobra, 93 dni pa prav dobra. To je več kot zadovoljivo, če vzamemo v poštev, da je možno rezervoarje napolniti v 3—4 dneh, to je v onih, ko je voda prav dobra.

Nova naprava je dosegla skoraj 50% boljše rezultate kot naprava v prejšnjem letu. Niti prejšnja niti druga naprava ne reagirata pravilno ob času velike oseke, to pa zaradi premajhne globine kaptaže, ki bi morala biti izkopana v kamnu 20—50 cm globlje. Šele ko se bo zajelo oziroma vsaj delno zaprlo ostalih 20—30 slaniz izvirov, se bo povečala akumulacija vode v podzemlju že v prvih letih in s tem še bolj zmanjšala slanost izvirov. Izviri, ki sedaj ob velikih sušah presahnejo, bodo stalni in bodo nenehno koristili ljudstvu.

Prednost sistema za prirodno demineralizacijo, ki je uporabljen na otoku Braču, je z ekonomskega vidika prav v tem, ker je potrebno za manjše izvire samo 2 m<sup>3</sup> betona in samo ena, enostavna, avtomatična naprava, ki je težka samo nekoliko kilogramov, ki je ni treba nikdar kontrolirati. Vsi drugi sistemi pa zahtevajo ogromne investicije za instalacijo, za operativne stroške, za energijo in režijo pa preko 50—70 milijonov dinarjev letno, kolikor zahteva n. pr. kemijska demineralizacija, pri čemer se pa doseže le razsolitev od 2 g soli/l na 0,5 g soli/l, ne pa razsolitev 25 g soli/l in še to samo pri slabih izviroh do 6 l/sek. Tako pretvarjanje morske vode v pitno je torej 10-krat dražje.

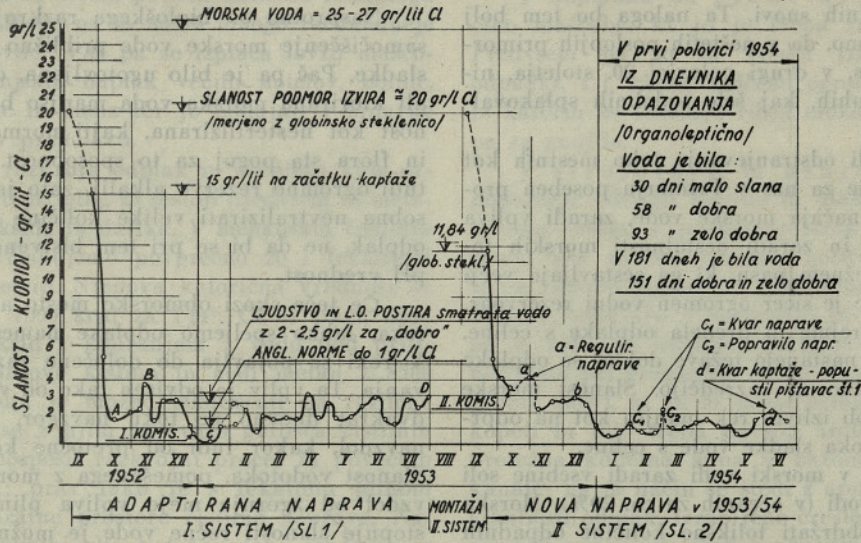
Poznano je, da pri nas voda le redkokdaj ustreza vsem zahtevam predpisov v pogledu kvalitete. Zadoštili mora 18 zahtevam. Na Braču kaptirana in demineralizirana voda zadovoljuje do sedaj vse zahteve sanitarnih, fizikalnih, kemijskih in bakterioloških pregledov. Res je pa potrebno to vodo pogosto kontrolirati bakteriološko. Kemično pa ustreza organoleptično vsaj 80% dni. Glede temperature voda zadovoljuje, ker ima skoraj konstantno temperaturo ca. 14°C.

Zadnja leta se po vsem svetu trudijo in vlagajo vedno večja sredstva, da bi našli ekonomičen način pretvarjanja morske vode z najrazličnejšimi sistemi demineralizacije. Od teh so najbolj znani kemijski (z zamenjavo jonov-excenderi), ki je poznan že od leta 1938 in je patentiran v ZSSR leta 1942, v Angliji pa leta 1945, fizikalni proces (kristalizacija z zmrzovanjem), ki je poznan v Angliji od leta 1926, patentiran pa v ZDA leta 1944, ter način z elektroosmozo, ki je patentiran v Nemčiji leta 1922 in ga sedaj izpopolnjujejo v ZDA, Nemčiji in drugih državah. Ti naštetih sistemi so se oddvojili zaradi svoje ekonomičnosti od drugih sistemov, čeprav sta hidravlika William in Anelmann iz Kalifornije v Metropolitan Watter A. W. W. A. leta 1950 izrazila v zaključkih sledeče: »Z inženirskega stališča je možno pitno vodo pridobivati iz slane pa tudi iz morske vode. Ta se tudi dobiva toda za 12—500-krat dražje (kar je odvisno od slanosti vode), kot znašajo povprečni stroški današnje vodne preskrbe. Videti pa je, da v bližnji bodočnosti tudi glede na današnjo stopnjo tehnike ne bo možno najti ekonomičnega načina pridobivanja vode za potrebe industrije, kmetijstva in gospodinjstva.« Pišeta pa, da naj ta opomba ne vpliva negativno, ker je na svetu mnogo krajev, kjer ni drugih izvirov in kjer je

voda brezpogojno potrebna. Medtem menijo drugi strokovnjaki (iz Washingtona): »...ni treba misliti, da bi se mogle vse potrebe zadovoljiti z izpopolnitvijo le enega samega načina, ki bi služil vsem smotrom..., procesov demineralizacije, katerih skupni stroški bi mogli konkurirati drugim izvirov vode na celinskih predelih ZDA, do danes še niso iznašli.«

Prednosti tega sistema prirodne demineralizacije, ki je izvedena na otoku Braču, je v primerjavi z drugimi sistemi na svetu pravilno naglasil član prve komisije Mr. ph. in kemik major Majer Musafija v članku: »O možnosti uporabe morske vode za pitje« v Mornariškem glasniku št. 1/53, kjer zaključuje s sledečimi stavki: »Že

Čudno je, da mi še do danes ni bila dana soglasnost za izvedbo predlaganega enostavnega prototipa naprave in to po možnosti na drugem mestu. Z največjimi napori mi poizkušajo preprečiti, da z minimalnimi sredstvi preskrbim vso Opatijo z vodo. Težave so mi delali celo v letu 1952, to je tedaj, ko so bile po naših otokih vse cisterne prazne in ko so se trošili ogromni zneski za transport vode, namesto da bi bili pristopili h gradnji predlaganega prototipa in k masovni izgradnji kaptaž, kar bi brez dvoma koristilo ljudstvu, poleg tega pa tudi sami izpopolnitvi tega sistema. Ni treba da bi interesi ljudstva (higiena, kmetijstvo, gospodarstvo, živinoreja in turizem) in vojska sama še čakali na prepotrebno



Slika 3. Diagram slanosti

sedaj je možno iz vsega sklepati na določene koristne zaključke o oceni in izbiri navedenih metod... Zdi se nam, da bi kaptiranje izvirov v morju ali ob morju po načinu, ki ga predlaga ing. Šegvič, predstavljalo relativno najboljšo rešitev v pogledu koristnega in cenegega zajemanja vode za pitje in drugo uporabo v mnogih krajih našega otočja in primorja.«

Jasno je, da je pretvarjanje morske vode v pitno za ves svet zelo važno, četudi je pridobivanje te neekonomično. Ta sistem prirodne demineralizacije bi se pa mogel ekonomično uporabiti tam, kjer so podmorski vrelci in izviri slane vode ob obali, kot v našem primorju in na otokih od Trsta do Črnogorskega primorja in dalje vzdolž albanske in grške obale.

Karakteristična in ekonomska ter praktična prednost tega sistema je v tem, da postane vsa izvorna voda izvira ali vrelca pitna. Glede na veliko število takih izvirov pomeni to v bodočnosti preporočila za kmetijstvo, živinorejo, turizem in sploh za ekonomski in socialni dvig.

vodo, četudi bi to bilo v nasprotju z interesi nekaterih. Borba s naravo je bila dolga in težka, toda borba proti predsodkom in oviram je bila še težja in še trajna, četudi je dobljen prvi patent leta 1949, drugi pa leta 1953.

Dobronamerna in nepristranska kritika naših strokovnjakov, ki so prisostvovali razlagam, predavanjem ali komisijam kakor tudi tehnični zaključki tretje komisije in podatki, ki so jih zbrali ljudje na Braču, bi stvari koristili pa naj bi bili dostavljeni na ta ali oni način.

Problem vode v naših pasivnih krajih je treba rešiti čimprej, ker je v interesu naše socialistične skupnosti.

Opomba: Ob koncu avgusta leta 1953 je prispel odlok Komisije za medicinsko-znanstvene preiskave, ki je dela finansirala, da se kaptaža preda LO Postira v izkoriščanje. Treba pa je še dalje opazovati gibanje slanosti. O tem je LO Postira bil direktno obveščen.

## Odvajanje odplak v morje

S tem, da smo Slovenci dobili morje, čeprav le majhen košček, so nam dane raznovrstne naloge, med drugimi tudi komunalnega in higienskotehničnega značaja. Po Italijanih mačehovsko zapostavljenim mestom in naseljem bo treba preskrbeti zadostno količino pitne in porabne vode. Predvidene so obsežne investicije za gradnjo pristaniških in industrijskih naprav, zdravstvenih ustanov, letovišč itd., da bi se zaostali kraji našega Primorja čim hitreje gospodarsko dvignili. Na ne poslednje mesto komunalnih naprav pa bo v zvezi z gospodarskim dvigom nujno uvrstiti ustrezno odvajanje in čiščenje odplak in drugih odpadnih snovi. Ta naloga bo tem bolj pomembna, če pomislimo, da v neštetih poslopjih primorskih mest še dandanes, v drugi polovici 20. stoletja, nimajo niti ustreznih suhih, kaj šele sodobnih splakovalnih stranišč.

Kako bomo uredili odstranjevanje tako mestnih kot industrijskih odplak, je za nas v Primorju poseben problem zaradi samega značaja morske vode, zaradi vpliva plimovanja (bibavice) in zaradi nestalnosti morskih tokov v členovitem obrežnem pasu, ki ga sestavljajo večji in manjši zalivi. Morje je sicer ogromen vodni rezervoar, ki je sposoben, da sprejme in predela odplake s celine, vendar lahko pri tem nastanejo težave dokler se odplake v morski vode zadostno ne razredčijo. Slanost morske vode je v zalivih in ob izlivih rek manjša kot na odprtem morju zaradi dotoka sladke vode s celine.

Topnost kisika je v morski vodi zaradi vsebine soli manjša kot v sladki vodi (v oceanih za ca. 20%). Morska voda zato ne more obdržati tolikšne količine odpadnih snovi v raztopljeni obliki kot sladka, pojavlja se izkopičenje in odlaganje kala. Ker ima morska voda lastnost konserviranja, se organske snovi razkrajajo v njej za polovico počasneje kot v sladki vodi. Odplake so navadno toplejše kot morska voda in specifično lažje, tako da splavajo na površino, kjer se tvorijo nevezgledni »otoki«  
nesnagne in širijo smrad, ki je tem močnejši, čim večja je vsebina sulfatov v morski vodi. Ti pojavi v razdalji več kilometrov od obale ne povzročajo nikakršnih nevarnosti, tem bolj pa ob sami obali, zlasti v bližini kopalnišča in na plitvih plažah. V takih primerih je treba odplake pred izpustom v morje ustrezno očistiti, vsekakor pa čim globlje zaustiti (8 m in več), da se čim temeljiteje razredčijo z morsko vodo. V tem pogledu so kraji slovenskega Primorja v neugodnem položaju, ker je obala povsod razmeroma plitva, razen v pristaniščih,

kamor pa iz zdravstvenih in estetskih razlogov ni dovoljeno odvajati odplak. Polaganje kanalov na večje razdalje od obale, kjer bi dosegli zadostne globine, je težavno in drago, zato ne preostaja drugega kot temeljito čiščenje odplak.

»Otoki«  
nesnagne od odplak na morski gladini so zelo razsežni in se določa njihova površina po formuli Imhoffa in Faira  $O = 1,4 (3,5 - P)$  v ha na 1000 priključenih oseb, kjer je P log. števila priključenih oseb v tisočih. Tako je n. pr. za 10.000 oseb  $O = 32$  ha, za 25.000 oseb  $O = 66$  ha itd.

Nasprotno od biološkega razkroja je bakteriološko samočiščenje morske vode približno trikrat hitrejše od sladke. Pač pa je bilo ugotovljeno, da ima sterilizirana ali klorirana morska voda manjšo baktericidno sposobnost kot nesterilizirana, kajti normalna morska favna in flora sta pogoj za to sposobnost. V morski vodi so tudi ogromne rezerve alkalij, zato je morska voda sposobna nevtralizirati velike količine kislih industrijskih odplak, ne da bi se pri tem bistveno spremenila njena pH vrednost.

Če teče skozi obmorsko mesto ali v njegovi bližini reka, lahko speljemo odplake namesto v morje vanjo. V reki se pojavlja do določene razdalje vpliv plimovanja. Ta vpliv je odvisen tako od višine plime, ki teče dvakrat dnevno po toku navzgor, ob oseki pa zopet navzdol, kakor tudi od pretočne količine rečne vode. Slanost vodotoka, pomešanega z morsko vodo raste navzdol od zgornje meje vpliva plimovanja v reki. Iz stopnje slanosti rečne vode je možno določiti pretočno hitrost vodotoka v področju plimovanja. Pretočna hitrost se seveda spreminja z vodno količino, ki jo reka prinaša od zgoraj. Sposobnost ustja vodotoka za sprejemanje odplak je odvisna predvsem od stopnje razredčenja z morsko vodo in ne toliko od procesa samočiščenja. Slednje — kakor rečeno — poteka v morski vodi za polovico počasneje kot v sladki in je zaradi tega ta proces v plimujočem vodovju oviran. Razredčenje rečne vode in njenega onesnaženja je tem močnejše, čim dlje pod zgornjo mejo vpliva plimovanja, torej čim bližje ustja reke so speljane odplake; to pa zato, ker je na teh mestih ob plimi na razpolago večja količina morske vode za razredčenje odplak. Zmogljivost rečnega izliva za sprejem odplak je možno še povečati, in sicer s tem, da ustje naravnamo in ga razen tega uredimo v obliki troblje.

## Gospodarsko izkoriščanje odplak

Odplake ali odpadne vode so tekoči odpadki iz gospodinjstev, naselij in industrijskih podjetij. Ker so odplake sicer nujen a nezaželen stranski produkt tako vsakdanjega življenja kot industrijske proizvodnje, se jih skušamo znebiti na kar se da enostaven način tako, da jih odvajamo po najkrajši poti v vodotok ali v zemljo. Da tak način odstranjevanja odplak ogroža človeško in živalsko zdravje, da nam kvari izvore pitne in po-

rabne vode, je dovolj znano. Vse premalo pa se zavedamo, da z nepravilnim odstranjevanjem odplak oropamo narodno gospodarstvo za ogromne količine dragocenih snovi, ki bi jih lahko s pridom izkoriščali. Dovolj zgovorno je že samo dejstvo, da z odplakami pošiljamo v morje na tisoče ton fosfatov in nitratov, ki jih moramo potem dobavljati poljedelstvu v obliki umetnih gnojil. To pa so močne soli, ki sčasoma zmanjšajo plodnost

zemlje, dočim se z naravnimi gnojili, med katere sodi tudi kal iz odplak, struktura in življenje tal (edafon) regenerira in bogati s hranilnimi snovmi. Z razčlenitvijo različnih kategorij odplak se lahko prepričamo, katere in koliko snovi je možno iz njih izkoriščati.

Gnojilna vrednost hišnih in mestnih odplak ter usedlega kala iz njih je splošno znana in je tukaj ne bomo obravnavali. Količina maščob znaša v mestnih odplakah 5–10 g na osebo dnevno in je odvisna od tega, koliko in kakšna industrija je priključena na mestno kanalizacijo; nadalje je količina odvisna od načina prehrane prebivalstva. Maščoba se zadržuje v posebnih lovilcih, kjer pa se izloči le ca. 5% vse maščobe iz odplak. Ker se maščoba organskega izvora pri gnitju kala z njim vred razkraja in s tem poveča količino fekalnega plina, je možno maščobo na ta način mnogo racionalneje izkoristiti kot z lovilci. Pač pa se izplača loviti maščobo iz svežih kuhinjskih odplak večjih hotelov, bolnic, internatov, vojašnic in menz ter jo oddajati v milarne ali tovarne mazil v predelavo.

Pri gnolobnem razkroju odplak in usedlega kala organskega izvora se tvori plin, ki sestoji predvsem in metana, ogljikovega dioksida in dušika. V mehanskih čistilnih napravah lahko pričakujemo povprečno 20 l fekalnega plina na osebo dnevno. Njegova kalorična vrednost se giblje med 5500 in 7000 kcal za 1 m<sup>3</sup>. Če iz plina izločimo ogljikov dioksid z izpiranjem z vodo pod pritiskom, dobimo ogljikovo kislino in čisti metan z 8500 kcal/m<sup>3</sup>. Fekalni plin je možno izkoriščati na različne načine. Predvsem se z njim ogrevajo gnilišča čistilnih naprav, da bi se pospešil razkrojni proces in povečalo pridobivanje plina; prav tako je s fekalnim plinom možno ogrevati obratne prostore čistilne naprave. Nadalje lahko služi fekalni plin kot pogonsko sredstvo za motorje v čistilni napravi, s čimer prištedimo druge energetske vire; za 1 KMh je potrebno največ 0,5 m<sup>3</sup> fekalnega plina. Fekalni plin se da dobro mešati s svetilnim plinom mestne plinarne, ki ima znatno manjšo kalorično vrednost (5000–4000 kcal). Kot pogonsko sredstvo nadomesti 1 m<sup>3</sup> metana 1,55 l bencina, kar pomeni, da nam samo v Ljubljani uhaja s fekalijami dnevno kakih 2000 l bencina ali 14 milijard kcal.

Še večje gospodarske vrednote kot iz hišnih in mestnih odplak se dajo pridobivati iz najraznovrstnejših industrijskih odplak. Da ne bomo do skrajnosti prenapenjali samočistilne sposobnosti našega vodovja in spremenili postopoma naših vodotokov v kloake ter zatrli v njih vse vodno živalstvo in rastlinstvo, bomo končno že vendar le morali pričeti s sistematskim čiščenjem industrijskih odplak. Čistilna naprava pa pomeni za vsako industrijo neplodne investicije; zato moramo stremeti za tem, da zmanjšamo tako količino kot škodljivost odplak. Če iz odplak izločimo za vodno gospodarstvo škodljive, za narodno gospodarstvo pa koristne snovi, smo dosegli oba smotra, kajti na ta način grobo očiščene odplake lahko ponovno uporabljamo kot obratno vodo. V nadaljnjem bomo izvršili bežno analizo gospodarskega izkoriščanja nekaterih industrijskih odplak.

V klavnicah in njim sorodnih obratih odhajajo v odpad velike količine masti, predvsem pri čiščenju črev. Za vsak 1 q zaklane živine znaša letna količina masti 0,45 kg. Mastni kal iz klavnic vsebuje 20–30 % masti. V klavnicah v Sloveniji gre na ta način letno v

izgubo kakih 2200 kg masti, ki bi jo s pridom lahko predelali v milo ali v tehnično mašč. Kri zaklane živine lahko služi deloma za človeško prehrano, večinoma pa se uporablja za predelavo v albumin, krvno moko, fibrin in krvni serum ter služi za močna živinska krmila, kot odlično gnojilo in končno v farmaciji in industriji. Iz živalskega drobovja in žlez se z nasičenjem z NaCl pridelujejo sirila kot ekstrakt ali prašek in pa razni hormonski preparati kot n. pr. insulin, tiroksin, adrenalin, prolaktin itd. Če ni drugačne uporabe, naj bi se vsaj izvajalo kompostiranje odplak klavnic s primesjo mestnih smeti, s čimer se pridobi odlično gnojilo. Z dehidracijskim postopkom s primesjo živega apna se iz odplak pridobiva gnojilo v prahu.

V odplakah od predelave rib so velike količine maščobe, ki jo je treba zajemati in izkoriščati. Predvsem pa so tu vredni izkoriščanja trdni ribji odpadki, t. j. glave, koščeno ogrodje, plavuti in luskinе, iz katerih se izdeluje ribja moka za živinsko krmo ali pa za gnojila.

V strojarnah in usnjarnah je treba čim popolneje odločiti ščetine in dlako, jih očistiti, posušiti in nato oddati v predelavo ščetk in čopičev. Na mesni strani kož so često znatne količine maščobe, ki jo je treba skrbno posneti in izkoriščati. Odpadki kož (mezdra) se oddajajo v nadaljnjo predelavo v klejarne ali pa za izdelavo beljakovinskih preparatov. Vendar ugotavljamo pri pregledih, da je v odplakah še vse preveč grobih snovi, ki ne bi smele prihajati v kanale. Apnene kopeli bi bilo treba povsod urediti tako, da bi ostala pretežna količina apna v bazenih, ne pa odtekala v kanale; na ta način se štedi z apnom in zmanjša visoka alkalnost odplak. Izrabljeno čreslovino je treba nevtralizirati z apnom, zmešati z odpadki svežih kož in s hlevskim gnojem ter nato 2–3 mesece kompostirati, s čimer pridobimo dobro gnojilo. Odplake iz kromovega strojenja vsebujejo navadno nedovoljene količine kromovih soli, ki bi jih bilo treba zato in pa zaradi štednje zopet pridobivati. Odpadki usnja se v novejši dobi izkoriščajo za izdelavo različnih sintetičnih izdelkov.

V pivovarnah se tropine slada gotovo povsod izkoriščajo za živinsko krmo. V odplake pa se navadno izpuščajo odpadki iz filtrskih stiskalnic pri kvašenju piva, namesto da bi se uporabljali za živinsko krmo, ker vsebujejo med drugim delce kvasa, ali pa naj bi služili vsaj za gnojilo. Tudi nečistoča od precejanja hmelja naj bi se uporabljala za gnojilo, namesto da odhaja v odplake.

Za kuhanje žganja se izkoriščajo samo ogljikovi hidrati, ostale snovi pa gredo v kvašo ali žlampo, ki je zato zelo kvalitetno krmilo za živino, ker vsebuje protein, maščobo in nedušičnate ekstrakte. Tudi pri ostalih tehnoloških postopkih je treba izločiti trdne organske snovi na sitih ipd. ter jih skrmiti obenem s kvašo.

V mlekarnah, v katerih se mleko samo pastirizira, gredo v odplake precejšnje količine mleka v sprejemnici. Različno mleko in odplake od pomivanja vrčev bi bilo zato treba zbirati v posebnih bazenih in vsebino izkoriščati za prašičjo krmo. Odpadni produkt maslarn je pinjenec, sirarn pa sirotka; obe snovi sta močno koncentrirani in se v nobenem primeru ne smeta odvajati v odplake, temveč ju je treba ustrezno izkoristiti. Pinjenec se uporablja tako za človeško (osvežu-

joče pijače) kot za živinsko prehrano. Iz sirotke se pridobiva mlečni sladkor, mlečna kislina in beljakovine. Vsebuje mnogo vitamina B<sub>2</sub> ter se iz nje izdelujejo tudi krmila za dojenčke. V novejši dobi prevajajo sirotko z vparivanjem v suho substanco, ker se na ta način najboljše izkoristijo hranilne snovi in prideluje močno krmilo. Na podoben način se tudi pinjenec predeluje v izparilnih napravah v močno krmilo. Kjer se predelava pinjenca in sirotke ne izplača, ju je treba uporabljati surove za živinsko krmo. Tudi iz ostalih mlekarstvenih odpadkov je treba pred izpustom v kanale temeljito posneti maščobo in jo izkoriščati.

Iz odpadkov od proizvodnje margarine, jedilne masti in olja je prav tako treba temeljito posneti maščobe in jih oddajati v molarne. Pri procesu strjevanja masti se uporabljajo nikljeve soli, ki jih je treba v celoti pridobivati nazaj.

Za živinsko krmo so uporabni tudi različni odpadki iz tovarn za škrob, ki se prideluje iz krompirja, pšenice, riža in koruze. Odplake od mehčanja koruze se izkoriščajo tudi v proizvodnji penicilina, kvasa in beljakovin.

V tovarnah sadnih in zelenjadnih konzerv je zelo veliko odpadkov, predvsem olupkov, ki bi jih bilo treba vsekakor izkoriščati. Nekatere vrste olupkov posušijo in jih nato izkoriščajo v prehranbeni industriji, drugače pa je sveže olupke treba uporabljati za živinsko krmo. Med dobro živinsko krmo štejemo tudi izrabljene tropine sadja.

Odpadki tovarn za sladkor so listje in repki pese ter zmečkani zrezki, ki se povsod uporabljajo za živinsko krmo. Melasa se bodisi še nadalje predeluje v sladkor, ali služi kot surovina za žganjarne, ali pa se skrmi živini.

V sodobnih hidrirnih napravah za sintetični bencin je možno z ustreznimi tehnološkimi postopki pridobivati iz odpadkov fenol, žveplo in amoniak in na ta način bistveno omiliti koncentracijo in škodljivost odpadkov.

Pri proizvodnji celuloze in papirja je treba iz odpadkov čim temeljiteje zajeti lesna vlakna in jih vračati v proizvodnjo, kar tovarne navadno v večji ali manjši meri tudi upoštevajo. Zelo pogosto pa se pri predelavi lesa odvaja v vodotoke žaganje, ki bi ga bilo sicer možno s pridom izkoriščati, n. pr. za proizvodnjo lesnega sladkorja, umetnega lesa, karbida, toplotnih izolatorjev, dalje za steljo, kurjavo itd. Za izkoriščanje odpadkov tovarn za celulozo obstoji mnogo predlogov in patentov. Tako se da iz sulfidne lužine pridobivati alkohol (9 l/m<sup>3</sup>), krmni kvas (300–400 g/m<sup>3</sup>), kurivo, aktivno oglje, strojila, emulzije za ceste, umetna gnojila itd. Iz močno alkalnih lugov od natronove in sulfatne celuloze se pridobivajo kemikalije. Z razkrojem črnih lužin v katran in oglje bi lahko proizvajali velike količine očetne kisline in plinov ter maščobne kisline. Nadalje se iz teh odpadkov da pridobivati žveplo.

Odplake od proizvodnje sintetičnega kavčuka vsebujejo netopne in topne ogljikove hidrate in oljnate emulzije, ki jih je treba iz njih izločiti in izkoriščati.

V odpadkih od pralnic volne so vlakna in maščobe, ki se jih izplača pridobivati, dočim se pridobivanje kalijevega karbonata navadno ne izplača. Po-

nekod pridobivajo iz milnatih kopeli pri kuhanju surove svile maščobne kisline, ki služijo potem za izdelavo mila. Nadalje se da iz te vrste odpadkov pridobivati cin (kositer). Odplake od proizvodnje viskoze, celične volne in umetne svile je možno in treba izkoriščati na sledeče načine: Iz odpadnih lužin se v dializatorjih pridobiva natronov lug. Ostanki dializatorjev vsebujejo hemicelulozo in se predelujejo v sladkor, kvas ali glivične beljakovine. S primernimi ukrepi v obratovanju je treba do skrajnosti omejiti izgube viskoze. Izrabljene predilnične kopeli je treba pripraviti v izparilnikih in kristalizacijskih napravah za pridobivanje žveplene kisline in natrijevega sulfata. Tudi kal od čiščenja kristalizatorjev je možno uporabiti za proizvodnjo žveplene kisline. Nadalje je treba iz predilničnih kopeli kar najpopolneje zopet pridobiti žveplov ogljik. Odplake in odpadne pline, ki vsebujejo mnogo žveplovodika je treba izkoristiti za pridobivanje žvepla. Ozračeni kal celuloze iz čistilnih naprav je možno predelati v sladkor, kvas ali glivične beljakovine. Natrijev sulfat je treba po možnosti predelati v žvepleno kislino in natrijev hidroksid oziroma natrijev karbonat. Pri proizvodnji Paulyjeve svile je treba iz izrabljenih kopeli ponovno pridobivati baker. Iz odpadkov tovarn za sukno je treba temeljito posneti vlakna in jih oddajati v predilnico. V barvarnah moramo iz gospodarskih in zdravstvenih razlogov čim temeljiteje izrabljati barvila, ker so mnoga od njih strupena (zlasti žveplena) ter škodljiva za vodno živalstvo in rastlinstvo. Razen tega pokvarijo videz vodotoka, saj jih zaznamo s prostim očesom še pri razredčenju 1 : 25 milij. Pri barvanju v aparatih so količine vode in odpadkov mnogo manjše kot pri barvanju v kadeh. Pri kemičnem čiščenju blaga in obleke se uporabljajo topila, ki jih je možno destilirati in ponovno uporabljati. Sediment iz čistilnih bobnov je uporaben za predelavo v surovo mast.

Prav tako kot različne organske snovi, o katerih smo do sedaj govorili, je možno iz industrijskih odpadkov izločiti in vračati gospodarstvu velike količine mineralnih snovi. Predvsem ne smemo tu prezreti same vode, ki je elementarna potreba človeštva. Morali se bomo naučiti z njo mnogo skrbneje gospodariti kot doslej, kajti domneva, da imamo vode na pretek, je usodna zmota. Zato ne bi smeje industrijske panoge z močno potrošnjo vode zanemariti nobenega sredstva za njeno omejitev. Med ta sredstva sodi tudi čim dlje trajajoče kroženje porabne vode v posameznih obratih.

Mokre separacije premoga oddajajo velike količine odpadkov, ki jih je treba čistiti, pri čemer se iz njih izločijo velike količine kalcija. Povsod, kjer to dopuščajo okoliščine, je treba kal posušiti ter ga uporabiti za kurjavo ali za briketiranje. Ločitev premogovih zrn od glin se pri tem izvaja s flotacijo.

V plinarnah in v obratih, kjer imajo plinske generatorje, nastajajo pralne vode plina, ki vsebujejo amoniak, amonijeve soli, fenole, cianide, kloride in žveplene spojine. Ker so fenol in njegovi homologji za vodno živalstvo in vodno gospodarstvo zelo škodljivi, je treba težiti za tem, da se tako količina kot koncentracija plinskih vod čimbolj omeji; doseže se to z uporabo kolikor mogoče suhega premoga. Znani so postopki za pridobivanje fenolov iz plinske vode in nekateri obrati

pri nas so take naprave že tudi instalirali. Pri presoji njihove rentabilnosti za posamezne obrate pa je treba upoštevati poleg dejstva, da moramo take naprave uvažati, še to, da je možno fenol pridobivati tudi po Raschigovem postopku na katalizatorjih. In končno ne smemo pozabiti, da je v odtokih iz naprav za ekstrakcijo fenola še vedno toliko te snovi (50 do 150 mg/l), da ga moramo že tako naknadno izločiti v bioloških napravah.

Žlindra iz plavžev se uporablja pri gradnji cest in pri izdelavi betona; pesek iz žlindre pa služi za proizvodnjo visokopečnega cementa. V hladilnih vodah v aljarn je železov prah, olja in maščoba; te snovi je treba zadržati in jih ponovno uporabljati. V lužilnicah železa imamo opravka z močno koncentriranimi odpadnimi lužinami in pa z močno razredčenimi izplakovalnimi vodami. Nekoristno odvajanje enih kot drugih pomeni veliko zapravljanje dobrin, zato je treba iz odplak pridobivati železove soli in kisline ter jih vračati v proizvodnjo. Da bi se preprečile velike izgube kislin in ferosulfata (do 40%), se vključujejo med lužilne kopeli in izplakovanje izpiralni bazeni brez pretoka, v katerih se predmeti najprej operejo in odstranijo z njih pretežne količine lužin. Vsebinska teh vmesnih bazenov služi za pripravo novih lužilnih kopeli ter se na ta način omejuje izgube na kislinah in ferosulfatu na 5–10%.

V obratih za izdelavo predmetov iz bakra in njegovih zlitin se s kristalizacijo ali pa s cementiranjem pridobivajo iz odplak bakrove soli oziroma sam baker. Da bi se čimbolj omejile izgube na bakrovih soleh, je treba tako kot v lužilnicah železa vključiti med lužilne kopeli in splakovanje vmesne izpiralne kadi brez pretoka. Podobno je treba omejiti izgube na dragocenih soleh tudi v galvanizacijskih napravah, iz odplak pa pridobivati kovinske soli oziroma same kovine.

Iz odplak rudnikov in pralnic pirita je za njihovo uspešno čiščenje treba izločiti železove in event. cinkove soli ter jih nadalje predelati. V odplakah iz rudnikov težkih kovin so strupene kovinske soli (baker, svinec, cink, železo), ki jih je vsekakor treba izločiti in ki se dajo izkoriščati. Odplake iz acetilenskih naprav vsebujejo kalcijev hidroksid s ca. 50% apna, ki ga je treba izločiti in uporabljati pri gradnjah, za gnojenje, kot nevtralizacijsko sredstvo ali pa za mehčanje vode. Tovarne eksplozivov odvajajo odplake, pri katerih je treba predvideti zlasti izkoriščanje koncentriranih odpadnih kislin.

Magnezijske soli iz odpadnih lugov industrije kalija je možno predelovati v klormagnezij, metal Mg in klor ter solno kislino. Zaradi vsebine klormagnezija in klorkalcija so odplake primerne kot vezivo prahu na cestah.

Že iz tega kratkega pregleda je razvidno, da je možno iz odplak pridobivati velike količine za gospodarstvo dragocenih snovi, namesto da jih odvajamo v vodotoke in s tem povzročamo nadaljnjo škodo vodnemu živalstvu in rastlinstvu ter ogrožamo higienske razmere. Resda je pri nas izkoriščanje snovi iz odplak s stališča rentabilnosti mnogo bolj omejeno kot v industrijsko visoko razvitih državah. Potrebne strojne naprave in aparature moramo namreč često plačevati z devizami, zato je za vsak posamezen primer potrebna tudi ekonomska presoja. Vendar pa je treba vedno upoštevati, da se s pridobivanjem snovi ne štedijo le surovine, temveč tudi stroški za obsežnejše in popolnejše čistilne naprave, ki bi bile v nasprotnem primeru potrebne. Često se dajo pridobivati snovi z enostavno izpopolnitvijo opreme obrata ali zboljšanjem tehnoloških postopkov in to je brez dvoma važna in koristna naloga vodij industrijskih podjetij.

Ing. Svetko Lapajne

DK 624.012.5:061.3

## Poročilo

### s kongresa avstrijskih strokovnjakov za beton: „Betontagung“ 1955

Kongres je obsegal:

1. 10. in 11. septembra 1955 predavanja.
2. 12. septembra 1955 ekskurzije z ogledom hidrocentrale Braunau-Simbach ter
3. 13. septembra 1955 predavanje in ogled hidrocentrale Jochenstein.

#### I. Program predavanj

Uvodne pozdravne besede so imeli tako člani vodstva Betonvereina kot tudi predstavniki splošnih in lokalnih avstrijskih oblasti. Uvod ni bil brez humorja saj je ing. Goldeman poudaril, da lahko razvoj tehnike betona samo prispeva k blaginji človeštva, ker se beton ne da uporabljati v rušilne namene.

1. predavanje Dr. ing. Passer: Beton in ojačeni beton v inženirskih konstrukcijah na Tirolskem in v Vorarlbergu.

Po vrstnem redu so bile prikazane slike raznih objektov s komentarjem. Navedel bom le posebnosti, ki so mi ostale v spominu.

*Visoke gradnje:* Vedno večja uporaba stenastih konstrukcij. Betonirane stene med dvojni heraklitni opaž, ki ostane trajen. Beton je seveda enozrnat žlindrast beton. Montaže stropov, montaže stebrov V profila.

*Vodne zgradbe:* Hidroelektrarna Imsteran v rovu. Okrogli rezervoarji za vodovod. Rezervoarji za čiščenje odpadnih voda Innsbrucka (Emšerski vodnjaki).

*Industrijske gradnje:* Cementne tovarne, klinker-hale. Okrogli silosi. Sportni stadion Innsbruck. Lavinske galerije.

*Mostne zgradbe:* Prikaz fundiranja s pogrezljivimi vodnjaki, izkop s polipnim bagrom (važno za nas!). En primer razkopanega zasvedenega mostu, razpoke v smeri osi mostu. Nekaj primerov vnaprej napetih mostov sistema Dywidag. Krasne bituminozne izolacije mostov z vložkom žičnega pletiva.

2. predavanje: Dr. Seelmayer: Geološke izkušnje pri zagostitvah skale v vodnih zgradbah (injiciranje).

Predavanje je obsegalo obširnejši prikaz zagoščevanja z injekcijami pri H. E. Rosenau. Predavatelj je nudil

praktično koristne statistične podatke o porabi cementa, trasa, oziroma mešanice enega in drugega. Tras je zelo fino mlet ter je boljši za špranje izpod 0,1 mm. Vrtanja z udarci so dala slabše rezultate kot vrtanja z jedrom (Creluis), ker se zadrži pri jedrskem vrtanju manj prahu v izvrtini, ter ostanejo špranje odprte, pri vrtanju z udarci pa prah zamaši špranje. Odlično je, če prah od vrtanja izpiramo z vodo.

3. predavanje. Dr. Ing. Leonhardt: O prej napetih betonskih konstrukcijah s koncentriranimi nateznimi elementi.

V prvem delu je predavatelj dal vsa objasnila s podarkom prednosti, ki jih nudi njegov način uvajanja prej napetih žic v beton (v primeru s posameznimi nateznimi kabli kot jih ima ing. Freyssinnet). Manj trenja, manj dela, olajšano betoniranje so prednosti. Vse žice so namreč po kvadratni mreži uvedene v en sam pločevinast četverkotni žleb. Na krivinah se zahteva posebno parafinsko mazanje, v ravnih delih ne. Predvidena so okenca za kontrolo raztezkov in kontrolo velikosti trenja. Trenje znaša 0,1 do 0,2, pri malih delih do 0,25. Injiciranje opravijo najprej z vodo, nato s cementnim mlekom. Sidranja na krajih so izvršena v jekleno ploščo. Natezanje opravijo s pumpami med dvema betonskima blokoma. V drugem delu je predavatelj pokazal več primerov. Najbolj karakteristični in drzni je: most čez Neckar v Heilbronu (96 m), most Rosenstein pri Bad Canstadt.

4. predavanje. Dr. Ing. Otto Drösgler. Masovni beton očeraj in danes v Tirolu in Vorarlbergu.

Referat je obsegal vrsto diagramov s sejalnimi križuljami raznih zmesi gramoza za dolinske pregrade. Pri tem so upošteevane tudi pregrade, ki so bile zgrajene pred tridesetimi leti. Čeprav je tehnika zelo napredovala, tako da danes uporabljamo primesi za plastifikacijo, uvažamo zračne pene v beton, tras in drugo, se je vendar pokazalo, da tudi betoni, zgrajeni pred 50 leti, niso slabi. Šele danes po 50 letih si lahko upamo trditi, da je beton dober, ker ima poleg zadostne trdnosti tudi zadostno vodonepropustnost in odpornost proti mrazu. Le dolgotrajne izkušnje (ene generacije) nam jamčijo za uspeh. Mešanice betonov za vodne zgradbe zahtevajo večjo količino drobnih zrn ter več veziva zaradi vodonepropustnosti kot je potreba v ostalih konstrukcijah.

5. predavanje. Dr. Ing. Friedrich: Razvoj visokorednih jekel za ohlapno armiranje betonskih konstrukcij v Avstriji.

Predavatelj je v sistematskem redu podal bistvene karakteristike posameznih vrst jekel, ki se uporabljajo v Avstriji. Navadno okroglo železo se sploh ne uporablja več, temveč samo jekla.

Jeklo Bi: Dve paralelni jekleni palici, povezani s privarjenimi prečkami v razdaljah ca. 33 cm, med seboj narazen 80 mm. Kljuge niso potrebne:

	meja raztegljivosti	trdnost	dopustna napetost	razteg
I. . . . .	6800	8000		
II. . . . .	7700	9000	4500	8%
Baustahlgitter	4500	6000		

	meja raztegljivosti	trdnost	dopustna napetost
Torstahl: znak 40	4000		2000
znak 60	6000	6600	3500
znak 80	8000		

Dopustna napetost je odvisna od dopustne velikosti razpok v betonu, kar je zopet odvisno od odstotka armiranja ter debeline palic, oziroma od števila palic.

Streckmetall: Dopustna napetost 2000 kg/cm<sup>2</sup>.

6. predavanje. Dr. Ing. Maculan: Od betonskega kamna do dekorativnega betonskega kamna (Sichtbetonstein).

V prvem delu je bil poudarek na raznih vrstah betonskih zidakov in betonskih umetnih kamnov. Gospodarnost daje prednost neometanim površinam, s čim večjimi zidaki, ker je manj reg.

V drugem delu je bil poudarek na površini umetnega kamna, ki ima obliko od narave odlomljenega kamna. Prikazana je bila vrsta primerov v slikah za mostove, krilno in oporno zidovje ter en primer za cerkev. Možne so razne barve kamnov. Umetni kamni, ki so sicer vsi enake velikosti, imajo videz naravnega z ostjo grobo obdelanega kamna. Obdelava površine je izvedena mehanično, ne kamnoseško, način, kako se to izdeluje, pa je seveda predavatelj pridržal za svoje podjetje.

7. predavanje. Ing. Nacovski (Tuzla): Nove velike gradnje v Bosni in Hercegovini.

V zelo koncentrirani obliki, ilustrirano s slikami je naš rojak pokazal slike naslednjih objektov: Jablanica, Železarna Zenica, Koksarna Lukavac, Tovarna sode Lukavac. Udeleženci kongresa so pokazali veliko zanimanje za naše gradnje in njih obseg. Predavanje je bilo tudi odlično sestavljeno, slike pa so bile za naše prilike povprečne, za inozemstvo pa nekatere absolutno nezadovoljive. (Nekateri drugi predavatelji so imeli na razpolago prekrasne barvne posnetke!)

## II. Program ekskurzije

### 1. Simbach-Braunau.

Hydrocentrala na Innu. Višina stopnje ca. 12 m. Desnobrežno objekt z generatorji, levobrežno pretočna polja. Posebnosti, ki so različne od naših hydrocentral na Dravi so naslednje: Namesto enega 100 tonskega žerjava, dva 50 tonska. Boljša elastičnost dela na gradbišču. Pokrovi generatorjev iz pločevine ne potrebujejo žerjava, ker so na kolesih in se umaknejo v stran. Žerjavna proga je na posebnih blokih, višje nad izolacijo. Nad pretoki se nahaja napeta varnostna vrv, da se zanjo ujame človek ali čoln. Gradnja ni delala nobenih izrednih težav, fundiranje je enostavno. Oprema in videz: vse počiščeno, osnaženo. Turbine Kaplanove, zatvornice dvo-delne, kot pri naših napravah.

### 2. Hydrocentrala Jochenstein.

Hydrocentrala Jochenstein se nahaja ca. 20 km nizvodno od Passaue, sotočja Donave in Inna. Levobrežno sta dve splavnici, desnobrežno pretočna polja (6 × ca. 32 m), na levi vmes je 5 turbo agregatov po 30.000 kW. Za najvišje vode so upošteevane tudi splavnice, vrata so konstruirana tako, da se dajo zgoraj odpreti tudi, če je splavnica prazna. Doslej so izvršili štiri pretočna polja in tri turbine. V srednjem delu sta dve pretočni polji in dva agregata v gradnji. Naprava že proizvaja elektriko. Obseg del: Izkop obsega 3,5 milijona m<sup>3</sup> gramoza, ¼ milijona m<sup>3</sup> skale. Vgrajenega je ½ milijona m<sup>3</sup> betona.

Gradbeni postopek poteka od bregov postopoma proti sredi. Obrežne jame so bile zaščitene deloma z nasipom in jekleno zagatnico v sredi, deloma pa z dvojno jekleno



zagatnico z vezmi in s ca. 8 m nasipom vmes. Posebne težave pri izvedbi ograditve osrednjega zadnjega odseka: 20 m globok žleb v koritu Donave. Pri globini ca. 10 m so uporabili okrogle zaboje, sestavljene iz jeklenih zagatnic. Normalni premer zabojev je 12 m, pri največjih globlinah 21 m. Zaboji so napolnjeni z izkopanim gramozom in kamenjem. Vmesni prostori med zaboji so bili zagatni z dodatnimi zagatnimi loki. Za zabijanje teh okroglih zabojev je bila pripravljena posebna okrogla miza kot vodilo, ki se je s čolni dostavila na mesto, ter sama fiksirala na tla s posebnimi stebri. Višina pregrade je bila dimenzionirana na 7 letno vodo. V najtežjem primeru je bilo treba zajeziti vodo pri brzini 4,5 m/sekundo!

**Beton.** Gramoz se dovaja iz bližine ca. 10 km, kjer se z bagrom pridobiva iz reke. Treba je odstraniti preveliko količino drobnega materiala. Betonarna sestoji iz ogromnega skladišča gramoz, naprave za sortiranje gramoz, iz transportnih trakov na mostovih do posameznih ogromnih stožcev. Kot tip Johnson proizvaja 2800 m<sup>3</sup> na dan, ali 2,5 m<sup>3</sup> betona na minuto. Opaže in armaturo dovažajo na gradbišča s kabelkranom, manjše dele pa tudi z avtomobili. Na gradbišču so trije stolpni žerjavi in mnogo derikov. V gradbeno jamo je speljana cesta. Beton se dovaža z betonskimi pumpami po cevih. Pri masivnih betonskih delih (splavnica) je uvedeno hlajenje betona s cevmi in mrzlo vodo. Pozimi se material za betoniranje ogreva.

**Posebna težava:** Med gradnjo je nastopila katastrofalna okrog 100 letna voda s preko 6800 m<sup>3</sup>/sek. Nastale so ogromne škode, ki so zadale tudi moralni udarec. Te škode se sploh niso dale omejiti. Treba je bilo z največjo muko pripravljene zagatne brane minirati in odpreti vodi pot.

Stroški za celo napravo so znašali 120 milijonov dolarjev ali 500 milijonov DM ali 3000 milijonov avstrijskih šilingov. Lastnik obeh hidrocentral je Donauwerke, A. G., 50% avstrijski, 50% nemški. Vsa naročila izvajajo po ključu: 50% Avstrija, 50% Nemčija. Razdelitev pa ne gre vertikalno, temveč horizontalno: eden turbine, drugi

generatorje, tretji pa del hidromehanske opreme. Na gradnji sodeluje 7 podjetij, tako da je 50% del v nemških, 50% del pa v avstrijskih rokah. Iz vsega navedenega je videti izredno premišljenost dela in delovni postopek kot si boljšega ne moremo zamisliti. Zdi se, da je vodstvo izredno močno, ker sta obe strani dali najboljše moči. Odločitev za okrogle škatle iz zagatnih jeklenih sten t. j. za genialno novost, ki še ni preizkušena, je poteza, katero lahko zasledimo le pri tehnično najbolj naprednih narodih. Videti pa je, da je prav ta poteza bistveno prispevala h gospodarnosti gradnje, oziroma sploh omogočila delo, ki bi bilo sicer nemogoče.

**Splošni tehnični vtisi.** Velik napredek mehanizacije. V malem: pri majhni stanovanjski vili se uporablja za dovažanje strešnikov na streho majhna ročna žičnica. Za mešanje apnene malte na isti stavbi pa bencinski sod z uvarjenimi poševnimi lopaticami s pogonom na motorček. V okolici Kitzbühla (5000 preb.) s tujskim prometom (do 3000 oseb dnevno) so dve večji žičnici, 3 manjše žičnice ter veliko število skiliftov. V gradnji je zelo velika nova žičnica. Železnica ima 60 kg težke tirnice, elektrifikacija na Tirolskem je kompletna. Na kongresu v Kitzbühel je prišlo vsega 350 udeležencev,  $\frac{2}{3}$  s privatnimi avtomobili, katerih ni več kot 5% predvojnih, večina so novi iz zadnjih dveh let. Asfaltirane so tudi stranske ceste, razen poljskih poti. V Nemčiji so ceste boljše kot v Avstriji, standard izgleda bistveno višji. Na Donavi smo videli ogromne bagre za poglobljanje struge in za pridobivanje gramoz. V mestih so ogromne težave s prometom, ker postaja avtomobil prometna ovira. Še težje je s prostori za parkiranje.

Z nami Jugoslovani so bili vsi zelo prijazni. Vendar sem imel vtis določene zadržanosti, vsaj od nekaterih; verjetno ima to svoj vzrok v drugačnem gospodarskem ustroju naše države. Dva od inženirjev, ki sta znala slovensko, sta prav rada spregovorila po naše. Seznanil sem se z vodilnimi osebnostmi Betonvereina: Ing. Tazollom, Ing. Köhrerjem in Ing. Rakosnikom, strokovnim faktorjem Betonvereina.

## Razpis

### nagradnih tem iz sklada Borisa Kidriča

Odbor sklada Borisa Kidriča razpisuje na podlagi Zakona o skladu Borisa Kidriča ter 15.—19. člena statuta tega sklada naslednje nagradne teme:

#### I. EKONOMSKI FAKTORJI ZA STIMULACIJO DVIGA PROIZVODNOSTI DELA S POSEBNIM OZIROM NA PLAČNI SISTEM

Dvig proizvodnosti dela je tudi v našem gospodarstvu temeljni problem, ki je v bistvu odvisen od pravilne gospodarske stimulacije tako posameznikov kot tudi delovnih kolektivov oziroma njihovih gospodarskih organizacij ter komunalnih skupnosti.

Na podlagi analize je presoditi narodnogospodarske možnosti in posledice ekonomskega stimuliranja za dvig proizvodnosti dela v našem gospodarstvu, s posebnim ozirom na plačni sistem. Študija naj bo po možnosti dokumentirana s podatki.

To temo je odbor sklada razpisal že v lanskem letu. Letos jo v smiselno enakem obsegu zaradi njene aktualnosti ponavlja.

#### II. KRITERIJI ZA PRESOJANJE GOSPODARSKO MANJ RAZVITIH PODROČIJ JUGOSLAVIJE V ZVEZI Z NJENIM GOSPODARSKIM RAZVOJEM

Naša država obsega področja z zelo različno stopnjo gospodarskega razvoja, kar mora naša ekonomika upoštevati pri nadaljnjem pospešenem razvoju celote. Ocene, kje se začne in neha nerazvitost in zaostalost, so zelo različne in si često nasprotujejo.

Treba je teoretično in konkretno na podlagi statističnih in drugih podatkov oceniti te kriterije s stališča odnosov Jugoslavije kot enotnega gospodarskega prostora in njenega razvoja v merilu svetovnega gospodarstva.

### III. RACIONALIZACIJA NAŠE INDUSTRIJSKE PROIZVODNJE NA PODLAGI GOSPODARSKE KOOPE- RACIJE

Treba je obravnavati tehnične in gospodarske prednosti kooperacije in težave, ki jih postavljajo takemu sodelovanju podjetja v svoji tendenci za svojo popolno samostojnost in razne objektivne težave administrativnega značaja.

Pri obdelavi problema se avtor lahko omeji samo na eno ali več panog, vendar naj se iz tega izvajajo neki splošni zaključki, uporabni za celo gospodarstvo. Avtor se sme omejiti na kooperacijo v proizvodnji, lahko jo pa razširi tudi na promet in trgovino.

### IV. ČIŠČENJE ODPADNIH VODA IN INDUSTRIJSKIH ODPLAK

Problem čiščenja odpadnih voda je predvsem aktualen v LR Sloveniji, kjer obstaja stara industrija, ki pri svojih investicijah ni posvečala temu problemu posebne pozornosti, niti nismo imeli pred vojno posebne kontrole glede čiščenja voda.

Tema lahko obravnava konkretni pojav in idejni program za nek konkreten primer z ekonomsko analizo.

Obravnavati je tudi uporabnost pri čiščenju pridobljenih produktov.

Drugi način obravnavanja teme je prikaz celotnega problema naših rek z ekonomsko študijo ter s prikazom v glavnih obrisih možnosti čiščenja oziroma problematika, ki jo je pri tem še potrebno rešiti.

Za vsako od zgoraj navedenih tem lahko odbor podeli:

eno prvo nagrado v znesku 200.000 dinarjev in

eno drugo nagrado v znesku 150.000 dinarjev,

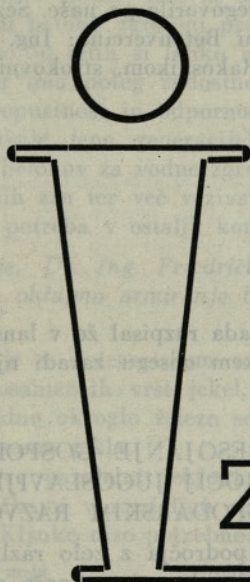
izmed nenagrajenih razprav pa lahko odkupi odbor uspešno obdelane teme s 50.000 dinarji za poedino razpravo.

Pri nagrajevanju se bodo upoštevale samo razprave, ki še niso bile objavljene.

Rok za predložitev razprav je do 31. januarja 1957.

Razprave, podpisane s šifro (v posebnem zaprtem ovitku pa naj bo priložen naslov avtorja) je poslati v treh izvodih na naslov: Odbor sklada Borisa Kidriča — Izvršni svet Ljudske skupščine LRS, Ljubljana.

**Odbor sklada Borisa Kidriča**



**Proizvaja in nudi potrošnikom po konkurenčnih cenah**

bitumensko strešno lepenko vseh števil, bitumen juto, bitumenske premazne mase, bitumenske izolacijske mase, bitumenske mase za zalivanje lesenih in granitnih kock, bitumenske mase za tramvajske proge, bitumenske emulzije za gradnjo cest in gradbeništvu, bitumenski mulj (šlema), mastix in coule pogače, ibitol, ibitol lak (inertol), pasto za salonit, emulzijsko pasto, ibitol pasto, katransko smolo in olja, bergman cevi vseh profilov, bergman pípe, izolacijsko žilindrino volno, izolacijsko termalit opeko

**Izvršujemo montažna izolacijska dela v industriji**



# zolirka

LJUBLJANA - MOSTE

Telefon št. 30-557, 30-615, 30-852 — Telegrami: Izolirka, Ljubljana

**PREPRIČAJTE SE O ODLIČNI KVALITETI IZDELKOV**

## Šesterokotno pocinkano žično pletivo

### Tehnični podatki:

širina odprtine v mm 10, 15, 19, 25, 40, 51

premer žice v mm 0,7 —1,8

teža za m<sup>2</sup> v kg 0,52—1,25

Uporaba: za ograje, zaščitne mreže itd.

Proizvod izdeluje:

Tovarna žičnih izdelkov  
»ŽIČNA«, Celje

## Četverokotno pocinkano žično pletivo

### Tehnični podatki:

širina odprtine v mm 4—150

premer žice v mm 0,9—5,5

teža za m<sup>2</sup> pletiva v kg 0,50—5,60

Uporaba: za ograje, za zaščitne mreže, sejalne mreže, sita itd.

Proizvod izdeluje:

Tovarna žičnih izdelkov  
»ŽIČNA«, Celje

## Žično tkivo „RABITZ“

### Tehnični podatki:

Črno in pocinkano

širina odprtine mm	25	20	15	12	10	5
premer žice	1,2	1,2	1	0,9	0,8	0,6
	1,4	1,4	1,2	1	0,9	0,65
teža kg na m <sup>2</sup>	0,7	0,87	0,82	0,81	0,78	0,85
	0,95	1,18	1,15	1,05	0,95	1

Uporaba: za armiranje betona, štukature itd.

Proizvod izdeluje:

Tovarna žičnih izdelkov  
»ŽIČNA«, Celje

## Kovinsko žično tkivo

### Tehnični podatki:

število lukenj na 1 kv. colo 1—60

vrsta kovine

železno, medeninasto, bakreno, fosforno bronžno, kaljeno in pocinkano, zeleno in modro barvano

teža železnega tkiva kg/m<sup>2</sup> kakovost C: 0,7—2  
kakovost F: 0,9—3,75

Teža medeninastega tkiva je za 10%, fosforno bronznega pa za 12% višja od železnega.

Proizvod izdeluje:

Tovarna žičnih izdelkov  
»ŽIČNA«, Celje

## Žična sita

### Tehnični podatki:

vrsta žice: 1. svetlo vlečena poltrda jeklana, natezne trdnosti 180 kg/mm<sup>2</sup>  
2. svetlo vlečena trda  
3. patentirana

debelina žice: 1—12 mm

odprtine: 3—80 mm

Proizvod izdeluje:

Tovarna žičnih izdelkov  
»ŽIČNA«, Celje

## Žične ograje in mreže

Raznovrstne ograje za tovarniške objekte, vrtove, igrišča, za stopnice, balkone itd., z vrati ali brez, z okviri, stebriči, s tovarniškimi vhodnimi vrati; škarjasta vrata in okna, vrata in okna iz kovanega železa, pomična vrata, mreže za sejanje peska in gramoza, sita za malto, mreže za zaščito dreves, mreže za garderobne omare, predpražniki.

Proizvode izdeluje:

Tovarna žičnih izdelkov  
»ŽIČNA«, Celje

### Tehnični podatki:

## ŽICE

Premer v mm	Železna ali jeklana žica		Medeninasta žica		Bakrena žica		Aluminijasta žica	
	kg za 100 m	m za 100 kg	kg za 100 m	m za 100 kg	kg za 100 m	m za 100 kg	kg za 100 m	m za 100 kg
0,2—0,28	0,0243— —0,0477	410,720— —209,550	0,027— —0,054	365,764— —186,672	0,028— —0,055	357,654— —182,448	0,009— —0,017	1,178,967— —601,323
0,31—0,37	0,0585— —0,0833	170,940— —120,005	0,066— —0,094	152,237— —106,906	0,067— —0,096	148,854— —104,504	0,021— —0,029	490,677— —344,471
0,4—0,6	0,097— —0,219	102,680— —45,637	0,110— —0,246	91,474— —40,653	0,112— —0,252	89,413— —39,739	0,034— —0,076	294,721— —130,993
0,7—2,2	0,298— —2,95	33,528— —3,394	0,335— —3,31	29,866— —3,023	0,343— —3,38	29,195— —2,955	0,104— —1,026	96,237— —9,947
2,5—6	3,80— —21,91	2,629— —456	4,27— —24,60	2,341— —406	4,37— —25,16	2,288— —397	1,325— —7,634	7,547— —1,310

Proizvod izdeluje: Tovarna žičnih izdelkov »ŽIČNA«, CELJE

## DIMNIK TRIGLAV (fazonski komad)

(Salonitni izdelki)

### Tehnični podatki:



⊙	150	200	250	300	350
kg	16,69	26,99	37,79	47,74	65,17

Proizvod izdeluje:

»15. SEPTEMBER«

tovarna cementa in salonita  
ANHOVO — SLOVENIJA

Uporaba: Za odvajanje dima na prosto