

3
35-36



GRADBENI VESTNIK

1955-56

VSEBINA

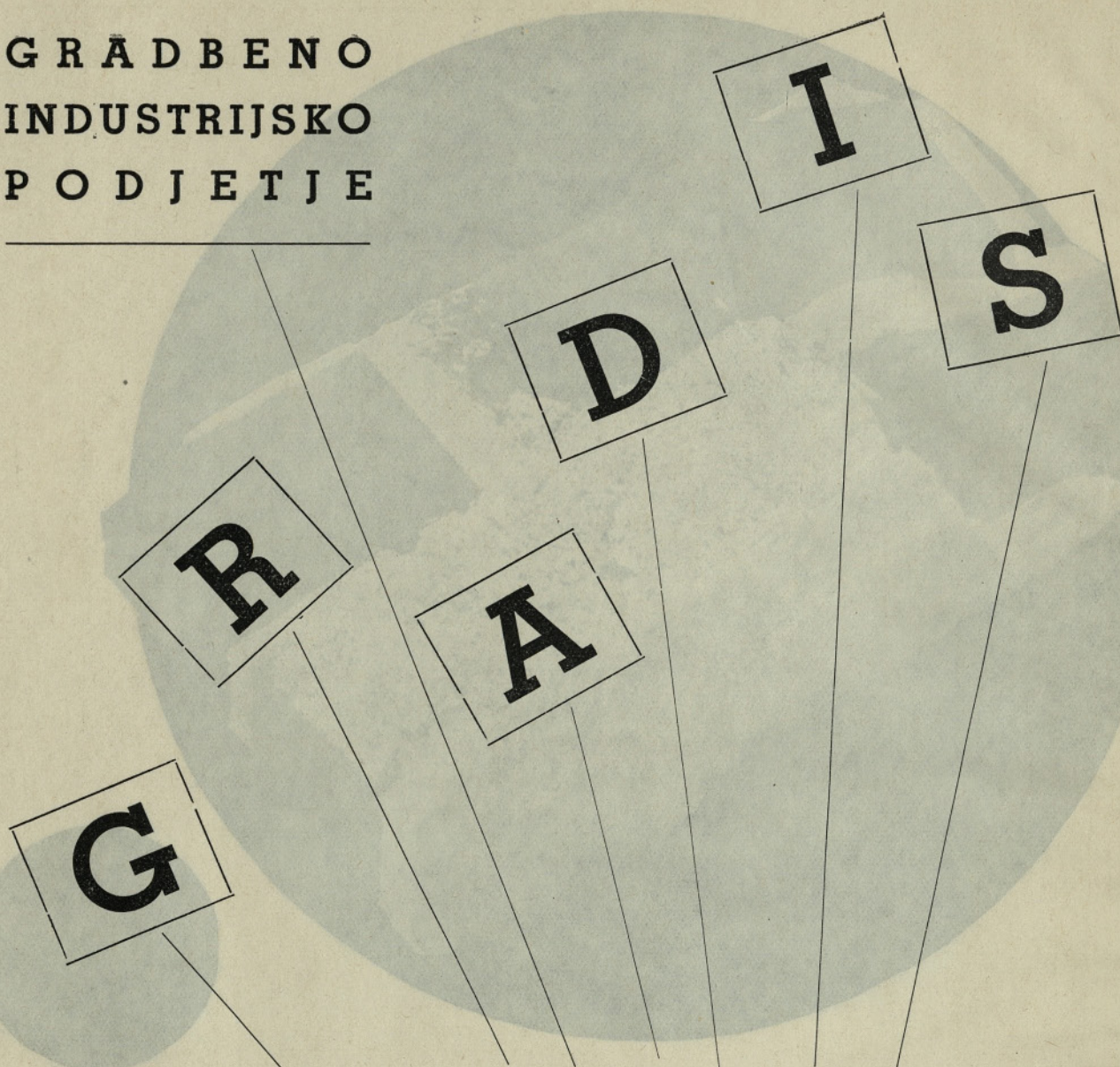
Ing. Jože Starič: NATEČAJ ZA MOST ČEZ SAVINJO V CELJU — Ing.
Marjan Ferjan: ZRAČNI BETONI — Ing. Josip Grčić: O RESEVANJU
HIDRODINAMIČNIH PROBLEMOV VARNOSTNE ZAPORNICE OB
DNU VODOSTANA — RAZPIS NAGRAD ZA TEHNIČNE IZNAJDBE
IN IZPOPOLNITVE IZ SKLADA BORISA KIDRIČA



izvršujemo
v lastnih laboratorijih
in na terenu vse preiskave
s področja elasto-mehanike,
geomehanike, kemije materialov,
keramike, toplotovodnosti,
preiskave ekonomičnosti strojev,
modelne preiskave, ugotavljamo
statične in nihalne trdnosti
materialov in konstrukcij
ter izdelujemo ekonomske
ekspertize

ZAVOD
ZA
RAZISKAVO
MATERIALA
IN
KONSTRUKCIJ
LJUBLJANA
DIMIČEVA
11

GRADBENO
INDUSTRIJSKO
PODJETJE



LJUBLJANA, BOHORIČEVA ULICA 24

TELEFON ŠTEVILKA 39-241 — POŠTNI PREDAL 65

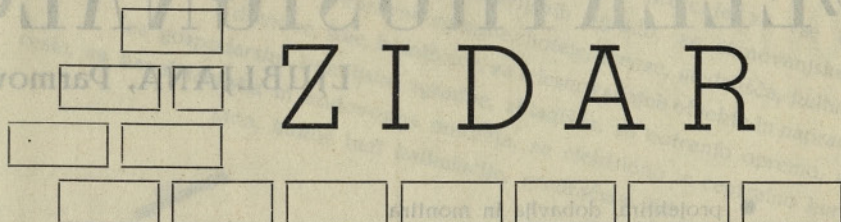
GRADBIŠČA: Ljubljana, Jesenice, Grosuplje, Krško, Šoštanj, Ravne na Koroškem, Maribor, Kidričevo, Koper

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, stanovanske objekte

SPLOŠNO GRADBENO PODJETJE

KRAŠKI ZIDAR



Sežana — TELEFON 25 in 52

IZVRŠUJE VISOKE IN NIZKE ZGRADBE



Proizvaja in nudi potrošnikom po konkurenčnih cenah bitumensko strešno lepenko vseh številčk, 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 gradbeništvo, 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 pipe, izolacijsko žilindrino volno, izolacijsko termalit opeko

Izvršujemo montažna izolacijska dela v industriji



zolirka

LJUBLJANA-MOSTE

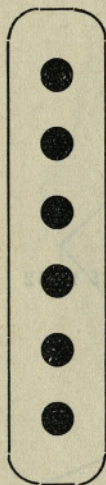
Telefon št. 30-557, 30-615, 30-852 — Telegrami: Izolirka, Ljubljana

PREPRIČAJTE SE O ODLIČNI KVALITETI IZDELKOV

Podjetje za izvoz in uvoz, projektiranje, montažo ter
proizvodnjo elektroopreme in elektronaprav jakega in šibkega toka

»ELEKTRO SIGNAL«

LJUBLJANA, Parmova ul. 33



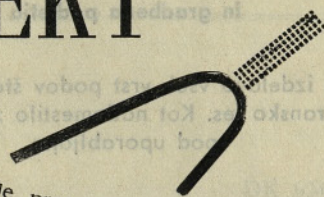
- projektira, dobavlja in montira
iz domače produkcije (brez uvoza)
svetlobne klicne naprave za hotele in bolnišnice
- razen tega projektira, dobavlja in montira
raznovrstne električne naprave šibkega in jakega toka
- izdeluje v lastnih delavnicah stikalne
komandne plošče, razdelilne omare in drugo

GRADBENO PODJETJE
GRADBENIK
IZOLA



Izvršuje s svojimi obratli vsa
gradbena, ključavničarska, mizarska
in cementna dela pri visokih, nizkih
in industrijskih gradnjah

SLOVENIJA PROJEKT



izdeluje projekte za vse vrste
industrijskih zgradb, za stanovanjske in
upravne zgradbe, hotele, menze, gledališča, kulturne
domove, šole, bolnišnice, za telesnovzgojne objekte in naprave,
za gospodarsko kmetijske zgradbe, skladišča, za notranjo opremo, za
ceste, za kanalizacijska in vodovodna omrežja, za električno in centralno kur-
javo, kakor tudi kalkulacije, predračune itd.



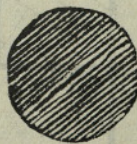
Podjetje za projektiranje • Ljubljana, Cankarjeva 1

Telefon 21-569, 22-548

Št. bančnega računa 60 KB-1-Ž-1079 * Poštni predal 187

PROJEKTANTSKO PODJETJE ZA ARHITEKTURO, URBANIZEM
IN NIZKE GRADNJE

PROJEKTIVNI
ATELJE



LIUBLJANA, CANKARJEVA 18/IV

Telefon 21-316 in 23-062 — Poštni predal 67

I Z D E L U J E

urbanistične projekte za urejevanje obstoječih in izgradnjo novih mest in krajev (industrijskih, turističnih in ostalih centrov) in to regionalne, krajevne in zazidalne projekte, projekte splošne arhitekture, projekte za industrijske naprave, specialne projekte za mlekarne, projekte za kanalizacijo, statiko za vse vrste konstrukcij visokih in nizkih gradenj

P O Z O R

Projektivni zavodi in biroji, investitorji
in gradbena podjetja

Za izdelavo vseh vrst podov štedite vsestransko les. Kot nadomestilo za leseni pod uporabljajte

LIGNOLITNI TLAK

(LESNI KAMEN)

Najprimernejši za:

higienične zavode, bolnice, laboratorije, šole, kuhinje, kopalnice, hodnike, stopnišča, restavracije, hotele, kavarne, trgovine, mesnice, kinokabine, pisarne, industrijske delavnice itd.

Izdeluje in polaga ga v barvah po željah v masi ali v ploščah dimenzije 25×25 cm

Lesno industrijsko podjetje

LJUBLJANA, Parmova ul. 37

Telefon 31-565, 30-192 — Brzovaj LIP Ljubljana

Splošni projektivni biro

v Ljubljani, Kidričeva ulica 1/III

TEL. 23-117, 20-816, 23-121

IZDELUJE

INVESTICIJSKE PROGRAME, KOMPLETNE IDEJNE

IN GLAVNE PROJEKTE

Z VSEMI PRIPADAJOCIMI INŠTALACIJSKIMI NACRTI ZA

OBJEKTE DRUŽBENEGA STANDARDA

INDUSTRIJSKE ZGRADBE

CESTE IN MOSTOVE

URBANISTIČNE RESITVE

IN PROJEKTIRA KONSTRUKCIJE

IZ PREJ NAPETEGA BETONA

Slikarsko in
pleskarsko podjetje

Oplesk

Ljubljana,
Čufarjeva ulica 10

Telefon: 20-804

izvršuje vsa pleskarska in soboslikarska dela točno, solidno in po konkurenčnih cenah.

PARKETARSKA ZADRUGA

LJUBLJANA, KOLODVORSKA ULICA 35 · TEL. 209-69

Ing. Jože Starič

DK 624.21 (497.12)

Natečaj za most čez Savinjo v Celju

I. SPLOŠNO

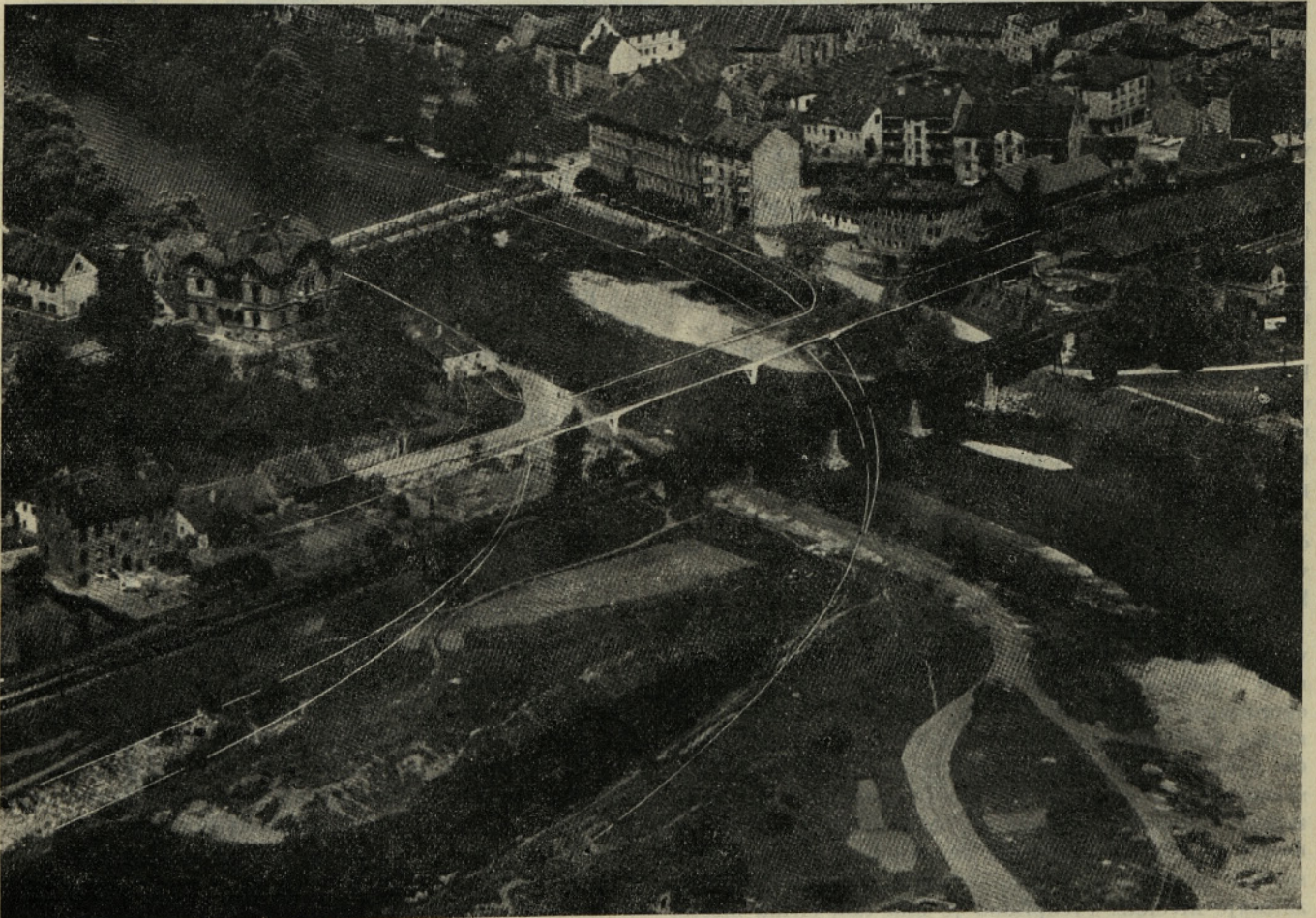
Regulacijska dela v Savinji v celjskem ovinku so v teku. Znižano dno regulirane Savinje v tem delu bo ime-
lo za posledico izpodkopavanje više ležečega lesenega
provizorija. Ta most, ki je na cesti II. reda Celje—Zi-
dani most, je popolnoma neprimeren. Tako ozek je, da
dopušča le enosmeren promet, ima premajhno nosilnost
in po svojem videzu ni v okras Celju. Tudi potek ceste
na obeh straneh mostu je zelo neugoden.

Uprava za ceste LRS se je zato odločila, da se ob-
nem z regulacijo Savinje preuredi del ceste Celje—Zi-
dani most ter zgradi nov most.

Os preložene ceste pri izhodu iz Celja bo ležala
v podaljšku ulice, ki poteka pred železniško postajo.

Na mestu, kjer bo most, dela regulirana Savinja zelo
oster lok. Osi preložene ceste in regulirane struge okle-
pata kot 47°.

Iz hidravličnih razlogov mora ležati spodnji rob most-
ne konstrukcije razmeroma visoko, prometno-tehnični
razlogi pa zahtevajo čimnižjo niveleto ceste. Konstruk-
tivna višina mostu, ki je na razpolago, je torej razmero-
ma majhna. Za čimboljši pretok Savinje se zahteva pre-
mostitev v eni razpetini ali pa preko dveh rečnih steb-
rov, tako, da bo razpetina srednjega polja čimvečja. Ker



Sl. 1. Pogled s Celjskega gradu

leži most v mestu, mora biti tudi primerno arhitektonsko oblikovan.

Izdelati projekt za most, ki bi ustrezal vsem predpisanim pogojem ter istočasno predstavljal tudi ekonomsko zadovoljivo rešitev, je zelo zahtevna naloga.

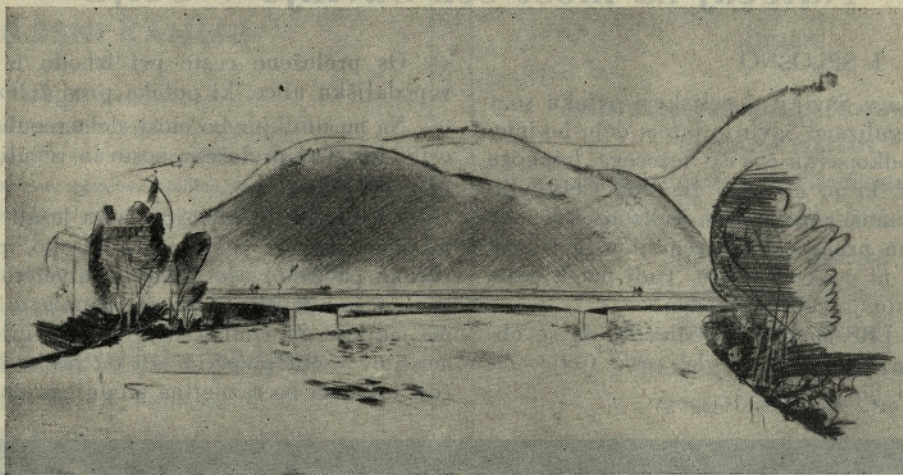
Da bi bilo mogoče ugotoviti najboljšo rešitev mostu s konstruktivnega, prometnega, hidrotehničnega, estetskega in ekonomskega vidika, se je Uprava za ceste LRS odločila, da razpiše splošen anonimen natečaj za izdelavo idejnega projekta. Razpis je bil objavljen 27. februarja 1955.

Da bodo gradbeni stroški čimnižji, bi bilo treba zgraditi novi most, še preden bi bila regulirana struga

bilo zahtevano, da se most preračuna na obtežbo po PTP z goseničarjem 60 t, preizkusiti ga je treba pa tudi na vozilo M-25. Dalje se je zahtevalo, da se v konstrukciji predvidijo odprtine za polaganje raznih instalacij.

Kljub zahtevnim pogojem in kratkemu roku je ocenjevalna komisija prejela do predpisanega roka dvanajst projektov, ki so vsi ustrezali razpisu. To dokazuje, da je zelo zaželeno, da projektanti izdelujejo projekte po javnih anonimnih natečajih. Pripomniti je treba, da takih natečajev za mostove še ni bilo v Sloveniji in da je razpis celjskega mostu v tem pogledu prelomnica.

V natečaju so sodelovali tudi avtorji izven LRS.



Sl. 2. Perspektiva

v območju premostitve. Ker pa so regulacijska dela že v teku, je treba čimprej izdelati glavni projekt mostu. To dejstvo je bilo razlog, da se je čas za izdelavo idejnih projektov čim bolj skrajšal. Kot rok za oddajo natečajnih del je bil določen 25. april 1955.

Pravico sodelovati so imela vsa projektivna podjetja, projektivni organi in tudi vsi državljani FLRJ, ne glede na šolsko izobrazbo.

Natečajniki so morali dostaviti kompleten in strokovno obdelan idejni projekt, a predvsem: a) generalno dispozicijo mostu v merilu 1 : 500, b) načrte objekta v merilu 1 : 200 ali 1 : 100, ki morajo obsegati tudi opornike in rečne stebre s temelji ter obojestranske cestne priključke, c) detajlne načrte, ako se predlaga nova, nenavadna ali komplicirana konstrukcija, č) skice odrov, če se predlaga nova, nenavadna ali komplicirana izvedba, d) generalni statični račun, e) predizmere in grobi predračun in f) tehnični opis.

Projektantom je bila dana prosta izbira poljubne v poštev prihajajoče konstrukcije v poljubnem materialu. Predpisana je bila svetla odprtina med obalnima opornikoma 92,00 m ter kota najvišje vode 236,44 m. Varnostna višina nad visoko vodo mora znašati vsaj 0,50 m. Če varnostna višina ne bo večja od 0,50 m, mora biti spodnja ploskev mostu gladka. Eventualne vute lahko segajo v območje varnostnega pasu. V programskih podatkih je bila dana najvišja mogoča lega nivelete, ki v sredini mostu doseže koto 239,20 m. Zaželeno je bilo znižanje nivelete. Predpisana je bila tudi širina mostu, in sicer vozišče 7,00 m, robna pasova po 0,50 m, kolesarski poti po 1,00 m in hodnika po 2,50 m. V pogojih je

Ocenjevalna komisija, ki so jo sestavljali ing. Marijan Brilly, ing. Jože Didek, ing. Boris Delak, prof. dr. ing. Milan Fakin, pravni svetnik Josip Likovič, Vekoslav Martelanc, ing. Blaž Pristovšek, ing. arh. Saša Sedlar, ing. Ljudevit Skaberne, ing. Jože Starič in ing. Janez Umek, je dne 22. maja 1955 končala svoje delo.

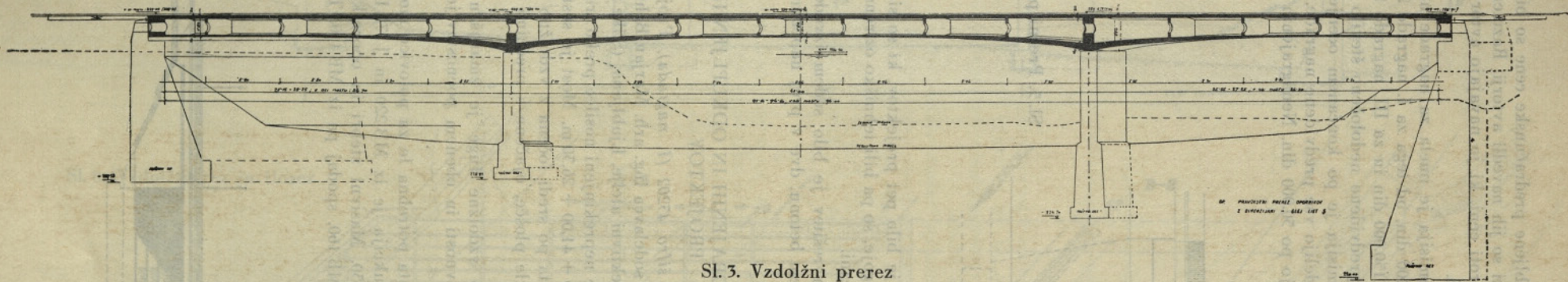
Pred pričetkom ocenjevanja posameznih projektov so bile postavljene smernice za način ocenjevanja. Komisija je sklenila, da se pri vsakem projektu oceni predvsem:

1. izbira konstrukcije glede na nove izsledke znanosti in prakse iz gradnje mostov,
2. originalnost,
3. možnost izvedbe,
4. pravilnost in obseg statičnega računa,
5. arhitektonsko - prostorsko oblikovanje,
6. funkcionalnost,
7. pravilnost predračuna,
8. ocena glede na vzdrževalne stroške.

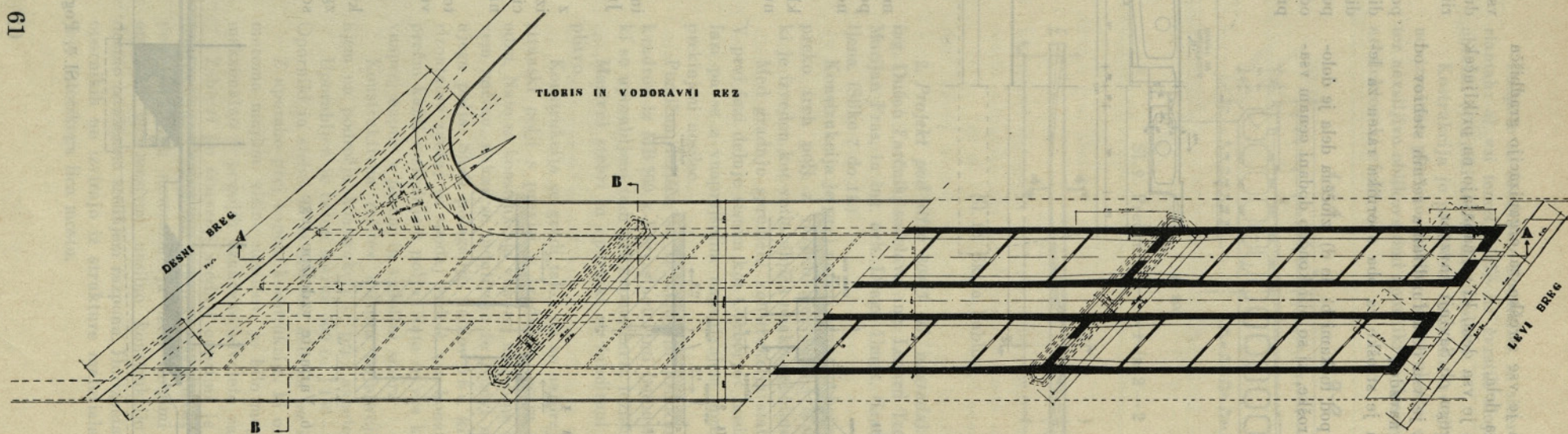
Glede predračunske cene se je ugotovilo, da so pri posameznih projektih upošteevane različne enotne cene ter da nekateri avtorji niso predvideli pripravljalnih oziroma sklepnih del. Dalje so nekateri projekti sloneli na optimističnih predpostavkah glede fundiranja, drugi pa so upoštevali znatno dražje fundiranje.

Da bi se našla približno enotna osnova za medsebojno primerjavo projektov glede predračunske cene, ki bistveno vpliva na končno oceno projekta, je komisija ravnala takole:

- a) prekontrolirala je vse predizmere,



Sl. 3. Vzdolžni prerez



Sl. 4. Tloris

b) izločila je vse stroške za organizacijo gradbišča in vsa sklepna dela,

c) izločila je vsa dela, ki se nanašajo na priključek na desnem bregu ob Savinji navzgor,

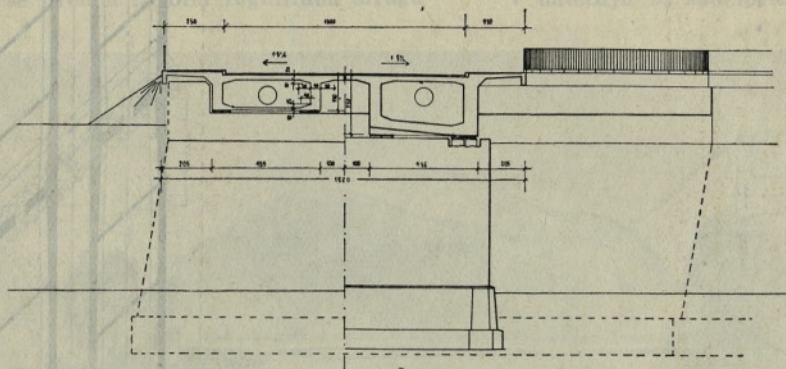
č) izločila je vsa dela fundiranja rečnih stebrov od kote 229,81 m navzdol,

d) izločila je stroške za oba opornika razen za ležaje,

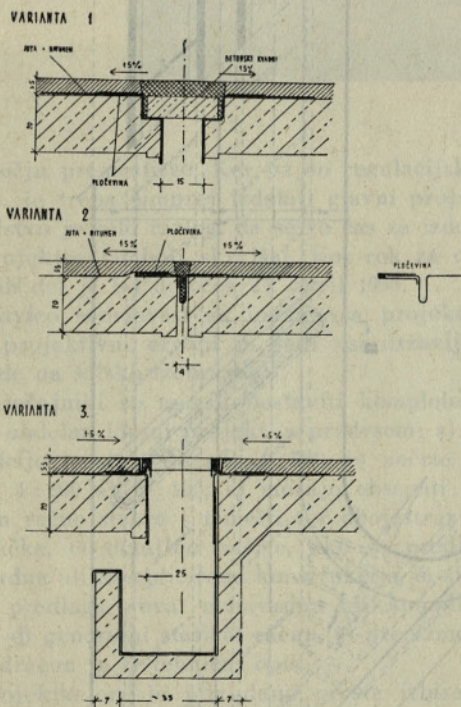
e) za vsa pod točkami b) do d) izložena dela je določila enotne stroške, ki so bili končno dodani cenam vsakega mostu.

Na ta način dobljene predračunske cene so bile povsod višje od cen, ki so jih navedli avtorji. Razmerje reducirane cene nasproti ceni, ki jo navajajo avtorji, variira od 1,04 do 1,56.

Ocenjevalna komisija je imela za nagrade na razpolago skupno 450.000 din, od tega za I. nagrado 200.000 din, za II. nagrado 150.000 din in za III. nagrado 100.000 din. Dalje je bilo predvideno nedoločeno število odkupov. Natečajna komisija je po končanem ocenjevanju odredila, da se razdelijo vse predvidene nagrade, štiri projekti pa odkupijo po 50.000 din. Nenagrajenih oziro-



Sl. 5. Prečni prerez



Sl. 6. Variante vzdolžne rege

ma neodkupljenih je bilo pet projektov, ki so sicer izpolnili formalne pogoje, so pa bili tehniško oziroma ekonomsko manj ustrezni.

Od predloženih rešitev je bilo sedem izvedenih v klasičnem armiranem betonu, dve v prej napetem betonu, tri pa v jeklu.

II. OPIS NAGRAJENIH IN ODKUPLJENIH PROJEKTOV

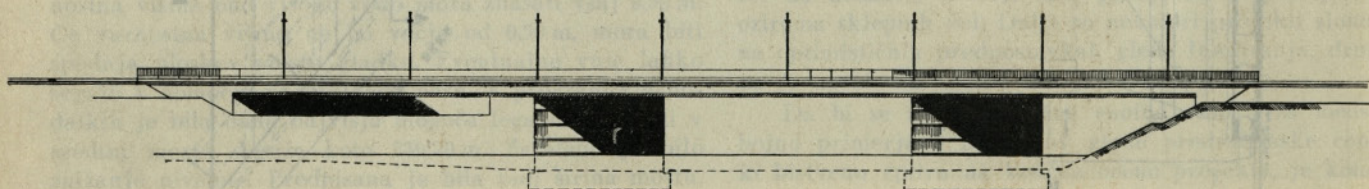
1. *Projekt pod šifro 43202 (I. nagrada).* Projektant ing. Franc Adamič, sodelavca ing. arh. Marjan Bohinec in Justi Lavtižar, Projektivni atelje, Ljubljana. (Slike 2 do 6.)

Konstrukcija je neprekinjeni nosilec preko treh polj z razpetinami 26,70 + 41,00 + 26,30 m. Most je sestavljen iz dveh delov, ki sta po sredi ločena z vzdolžno dilatacijo. Nosilci so votle plošče, ojačene s prečnimi poševnimi stenami.

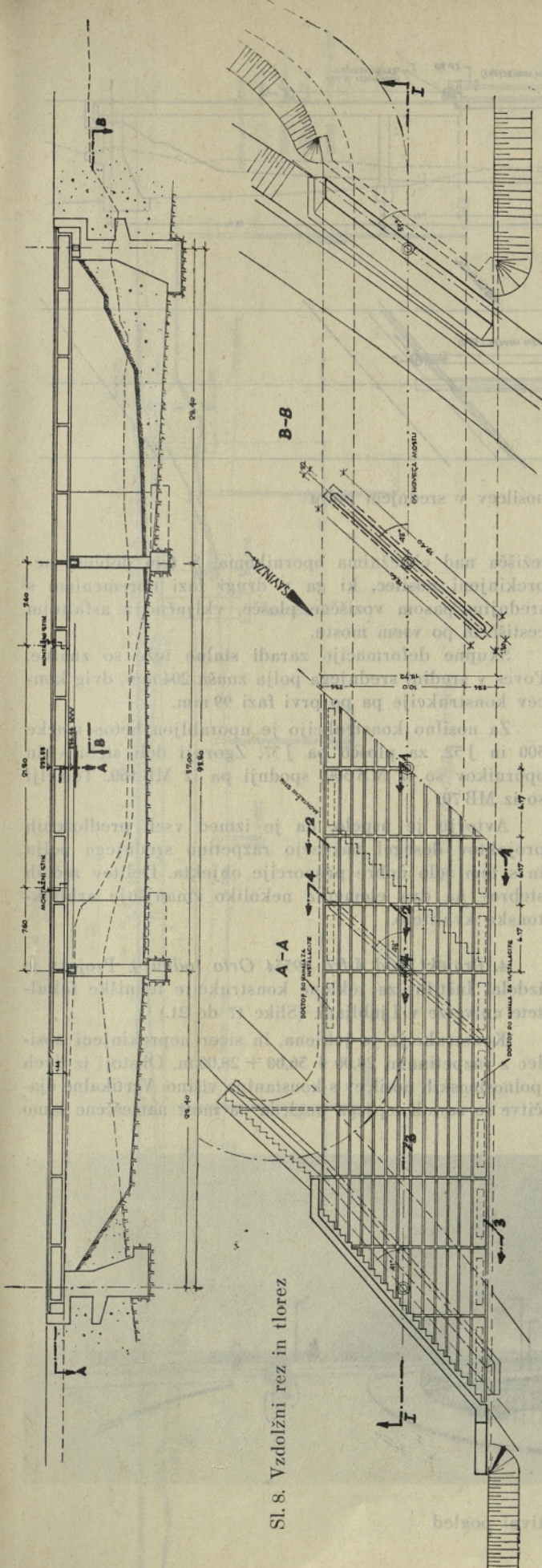
S konstrukcijo vzdolžne fuge je zmanjšan vpliv torzije zaradi poševnosti in obenem poenostavljena izvedba mostu.

Opaz in oder sta potrebna le za polovico mostu.

Nosilna konstrukcija je iz MB 220 in J 37. Ležajni kvadri so iz MB 330. Masivni stebri in oporniki so v zgornjem delu iz MB 160, spodaj pa iz MB 110. Temelji so iz MB 70.



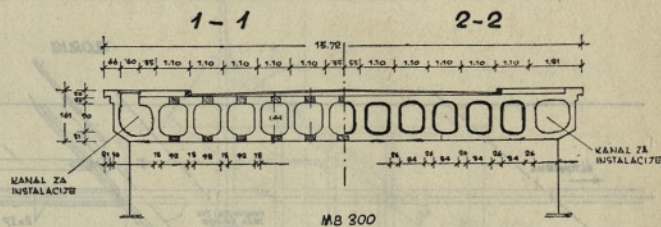
Sl. 7. Pogled



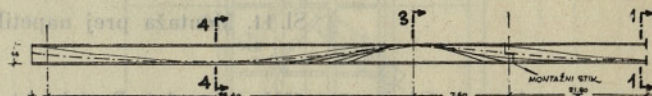
Sl. 8. Vzdolžni rez in tlerez

Podpore so fundirane normalno, in sicer v dveh variantah: a) vsi temelji leže na čvrstih slojih tufov, b) obrežni oporniki so fundirani plitvo.

Konstrukcija je preprosta in lahko izvedljiva. Z močno izraženo plastiko nosilne konstrukcije s konzolami ter nevsiljivo oblikovanimi oporniki je dosežen pozitiven arhitektonski efekt.



Sl. 9. Prečni rez 1-1 in 2-2



Sl. 10. Skica kablov

2. Projekt pod šifro 20455 (II. nagrada). Projektant ing. Dušan Farčnik, sodelavci ing. Lenard Treppo, tehnik Marijan Fras, in ing. arh. Drago Umek, Gradis — Ljubljana. (Slike 7 do 11.)

Konstrukcija je prej napeti armiranobetonski nosilec preko treh polj z razpetinami 28,40 + 37,00 + 28,40 m, ki je izveden kot votla plošča enake debeline.

Med gradnjo spremeni konstrukcija statični sistem. V prvi fazi deluje sistem kot Gerberjev nosilec, v drugi fazi pa se z vnaprejšnjim napenjanjem spremeni v neprekinjeni nosilec.

Pomična ležišča so iz nihajnih armiranobetonskih kvadrov iz MB 500 s Freyssinetovimi betonskimi členki, ki so uporabljeni tudi pri nepomičnem ležišču.

Masivni stebri in oporniki so fundirani razmeroma plitvo.

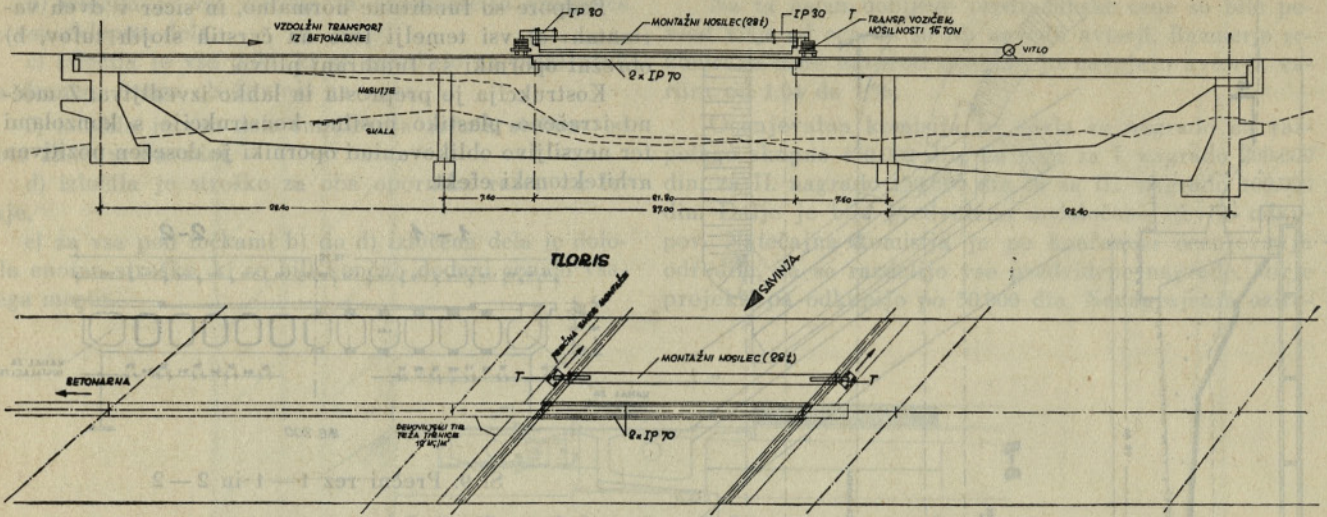
Konstrukcija se gradi tako, da se najprej betonirata stranski polji s previsi v srednjem polju na stalnem odru. Nato se konstrukcija vnaprej napne po Freyssinetovem načinu, nakar se montirajo že gotovi nosilci srednjega polja. Sledi polaganje kablov »K«, ki tečejo horizontalno zgoraj in spodaj vzdolž vse konstrukcije ter prečni kabli v srednjem polju. Nato se vsa konstrukcija vnaprej napne v prečni in vzdolžni smeri.

Konstruktivna rešitev ustreza najnovejšim dognanjem na področju konstrukcij iz prej napetega betona.

Uporabljen je beton marke 300 in J 150-170 ter J 37. Oporniki in stebri so iz MB 160, deloma pa iz MB 110.

Z uporabo prej napete konstrukcije, ki omogoča razmeroma majhne višine nosilcev, je bilo mogoče znižati maksimalno v pogojih označeno niveleto za 62 cm.

Zahtevi po čimvečji srednji odprtini je še v sprejemljivi meri ugodeno. Arhitektonsko most ne ustreza povsem zaradi nesorazmerja med dolgimi in ozkimi oporniki ter masivno nosilno konstrukcijo pri nezadostno izraženem srednjem razponu. Horizontalne fuge na opornikih ne izvirajo iz strukture materiala in ne dajejo estetskega lica mostu.



Sl. 11. Montaža prej napetih nosilcev v srednjem polju

3. Projekt pod šifro 12321 (III. nagrada). Projektant ing. Vojislav Draganić, sodelavca ing. Dragutin Moric in ing. Miljenko Papić, Zagreb. (Slike 12 do 16.)

Konstrukcija je neprekinjeni nosilec preko treh polj z razpetinami 17,00 + 60,00 + 17,00 m.

Prečni prerez obstoji iz dveh okvirjev, ki sta med seboj povezana z zgornjo ploščo. V srednjem delu srednjega polja ima prerez obliko rebraste plošče.

Konstrukcija sega nad rečnimi stebri do gladine visoke vode. Nepomično ležišče je na desnem rečnem stebri. Avtor predvideva na rečnih stebrih uporabo jeklenih točkastih ležajev. Nad opornikom pa je pomično ležišče nihalna stena, ki dopušča vrtenje pravokotno na vzdolžno os opornika. Konstrukcija je vsidrana v obrežne opornike, da prevzame negativne reakcije.

Oporniki in stebri so masivni. Rečni stebri, ki prevzamejo večji del obtežbe, so fundirani na čvrsti sloj tufov, obrežni oporniki pa na naplavinški gramoz.

Da se doseže ekonomična rešitev, si zamišlja avtor potek dela v dveh fazah. V prvi fazi se zbetonira nosilna konstrukcija brez vmesnega pasu voziščne plošče, in sicer najprej ena stran, čez 60 dni pa druga stran, z uporabo istega opaža. Nato se oder odstrani, tako da leži konstrukcija samo na rečnih stebrih. Za tem se fiksirajo

ležišča nad obrežnima opornikoma. S tem dobimo neprekinjeni nosilec, ki ga v drugi fazi obremenimo s srednjim pasom voziščne plošče, vključno z asfaltnim cestiščem po vsem mostu.

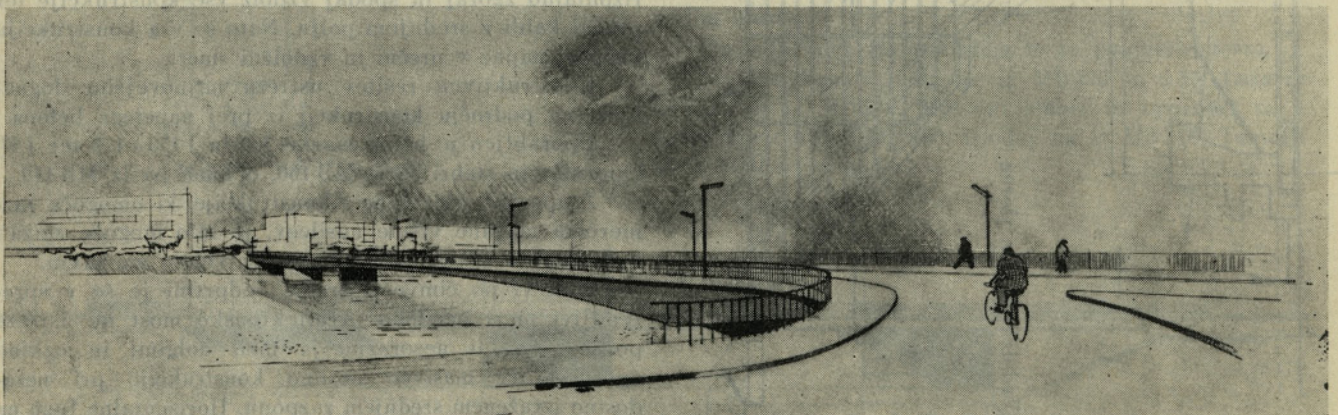
Skupne deformacije zaradi stalne teže so znatne. Poves v sredini srednjega polja znaša 204 mm, dvig koncev konstrukcije pa po prvi fazi 99 mm.

Za nosilno konstrukcijo je uporabljen beton marke 300 in J52, za ploščo pa J37. Zgornji deli stebrov in opornikov so iz MB 300, spodnji pa iz MB 160. Temelji so iz MB 70.

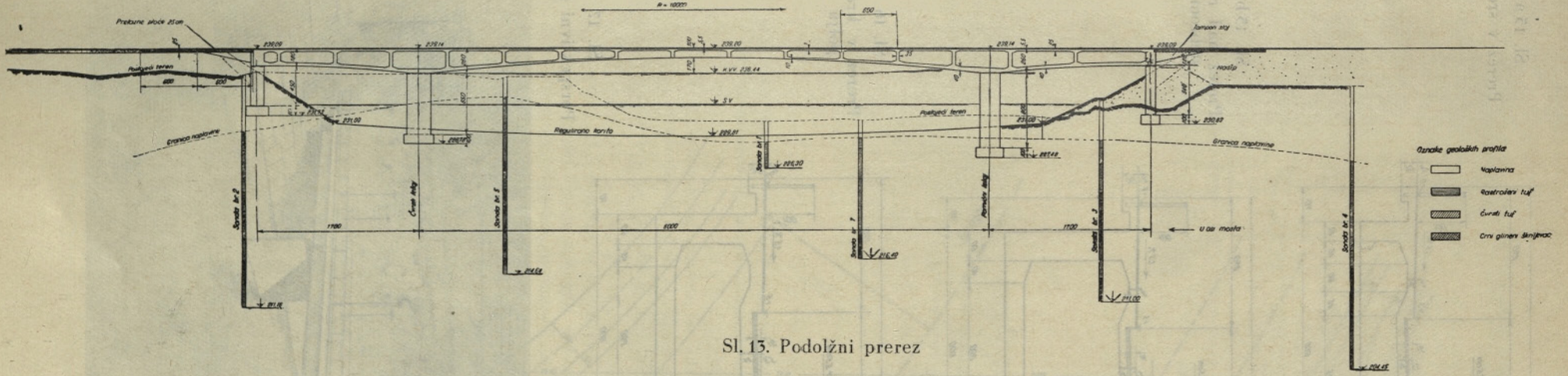
Avtorju je uspelo, da je izmed vseh predloženih projektov dosegel največjo razpetino srednjega polja in s tem zelo dobre proporcije objekta. Delitev rečnih stebrov na dva elementa nekoliko zmanjšuje arhitektonsko kvaliteto.

4. Projekt pod šifro 19554 Orto (odkup). Projekt je izdelal Inštitut za jeklene konstrukcije tehniške fakultete univerze v Ljubljani. (Slike 17 do 21.)

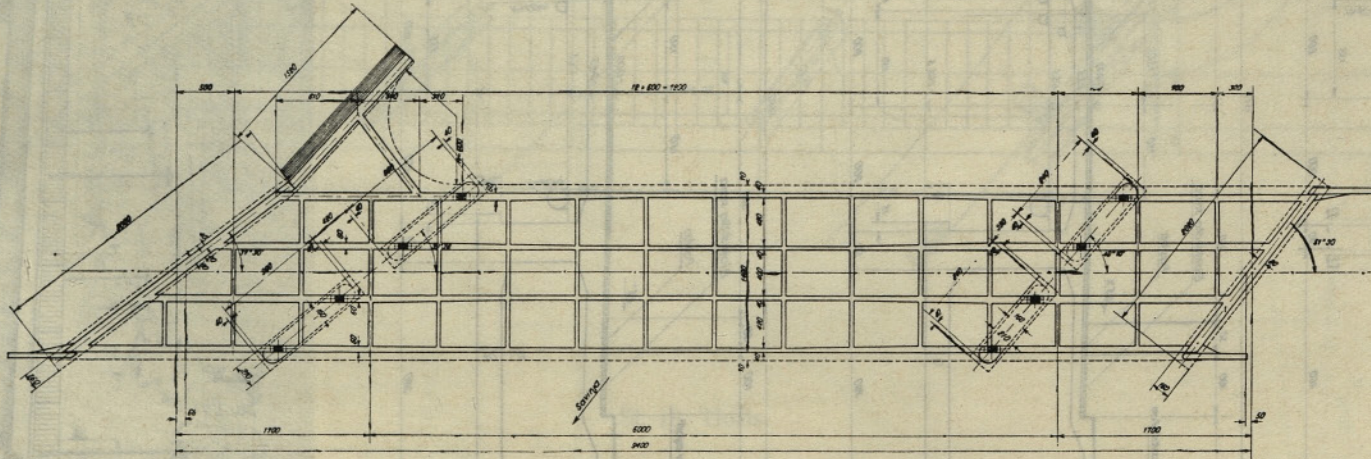
Konstrukcija je jeklena, in sicer neprekinjeni nosilec z razpetinami 28,00 + 36,00 + 28,00 m. Obstoji iz dveh polnostenskih nosilcev s konstantno višino. Vertikalne ojačitve so zaradi lepšega pogleda na most nameščene samo



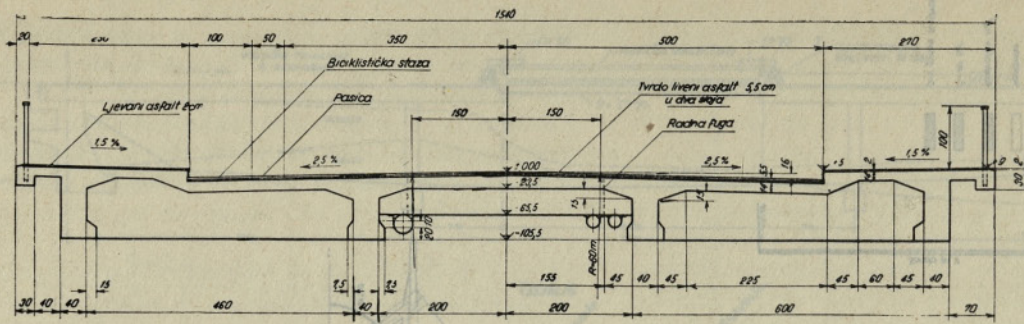
Sl. 12. Perspektivni pogled



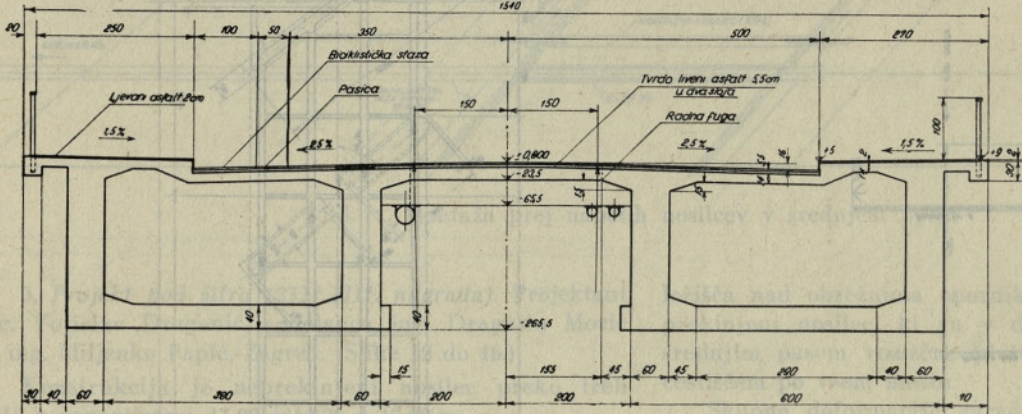
Sl. 13. Podolžni prerez



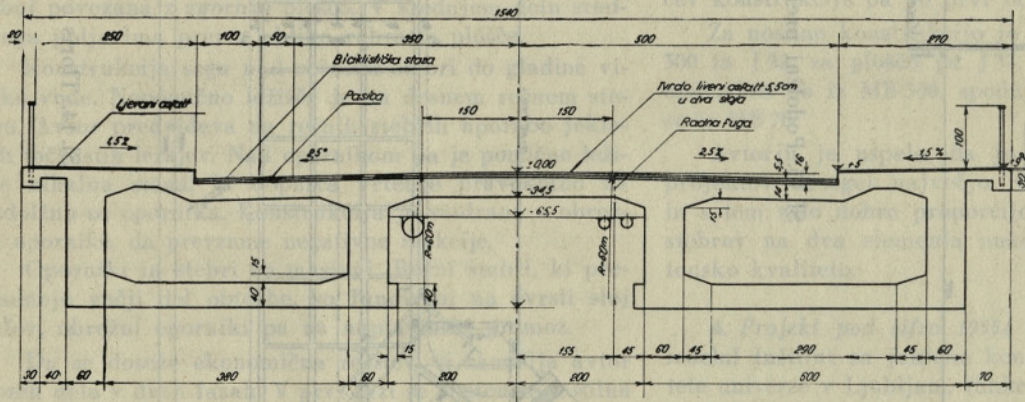
Sl. 14. Floris



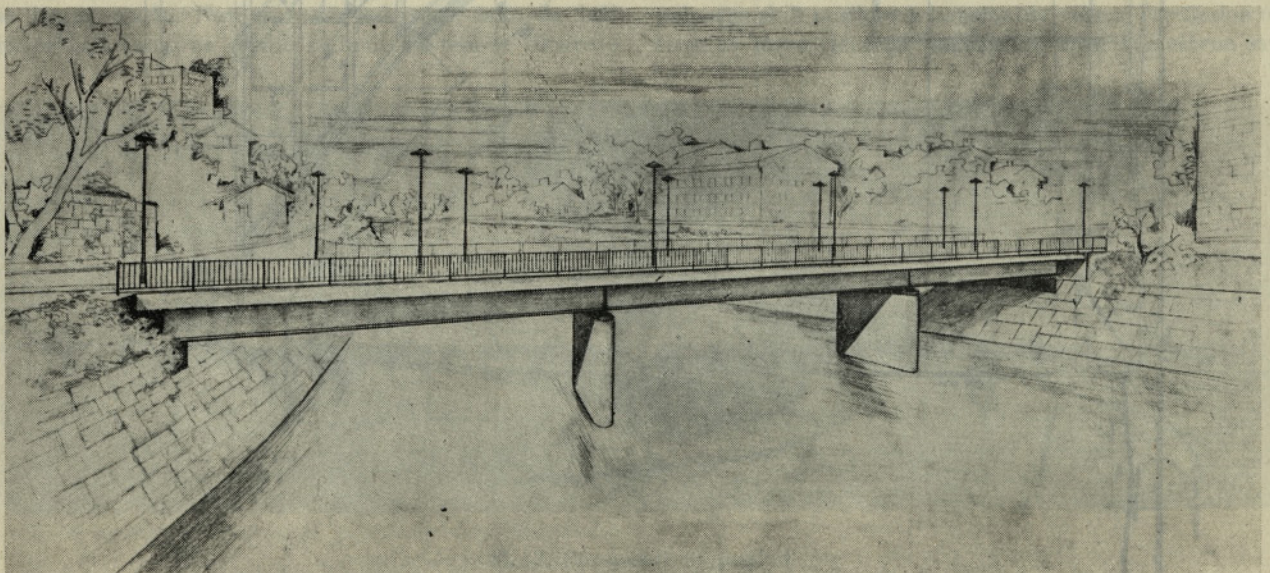
Sl. 15 a
Prerez v sredini



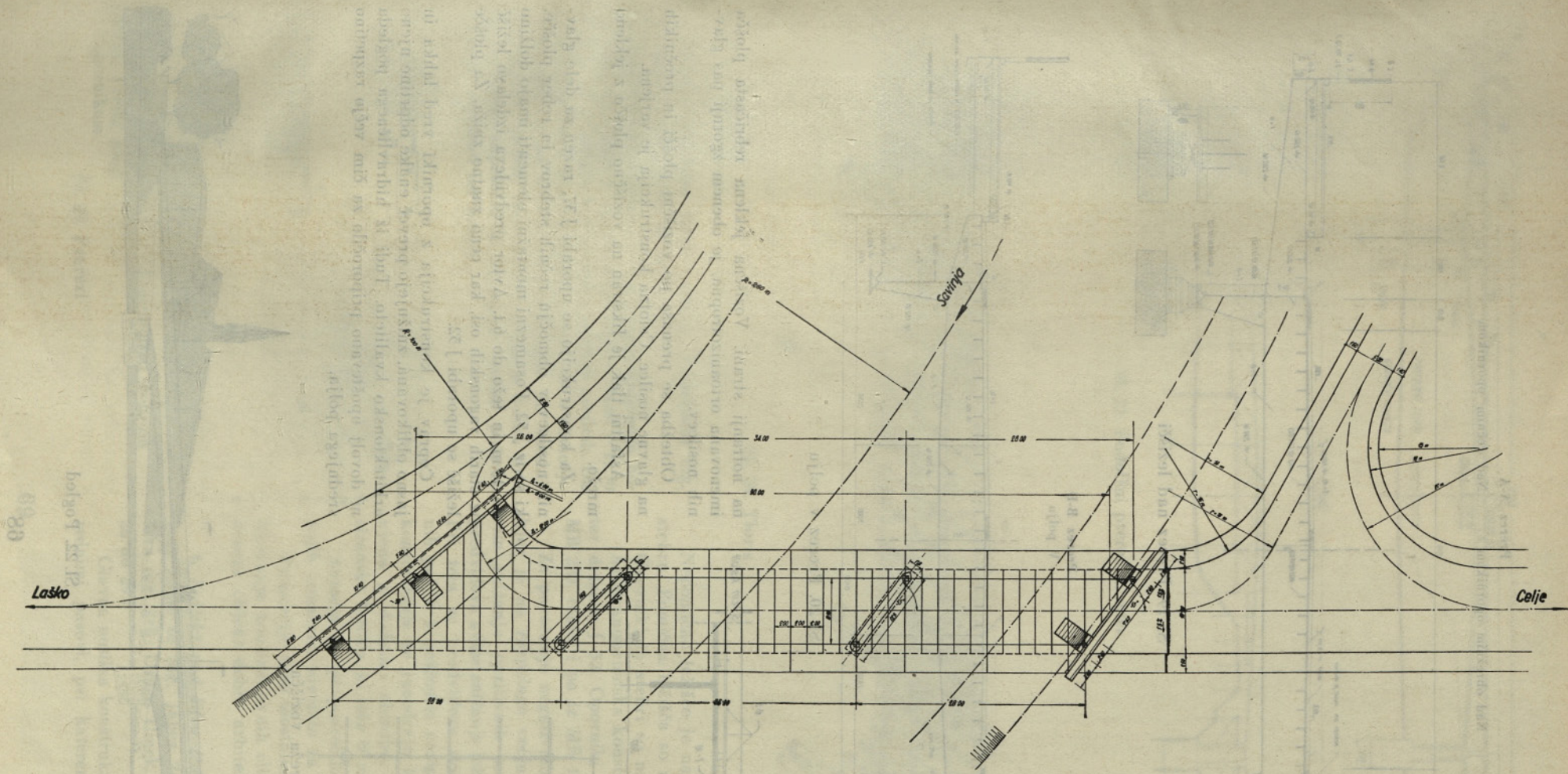
Sl. 15 b
Prerez nad rečnim stebrom



Sl. 16
Prerez v krajnjem polju

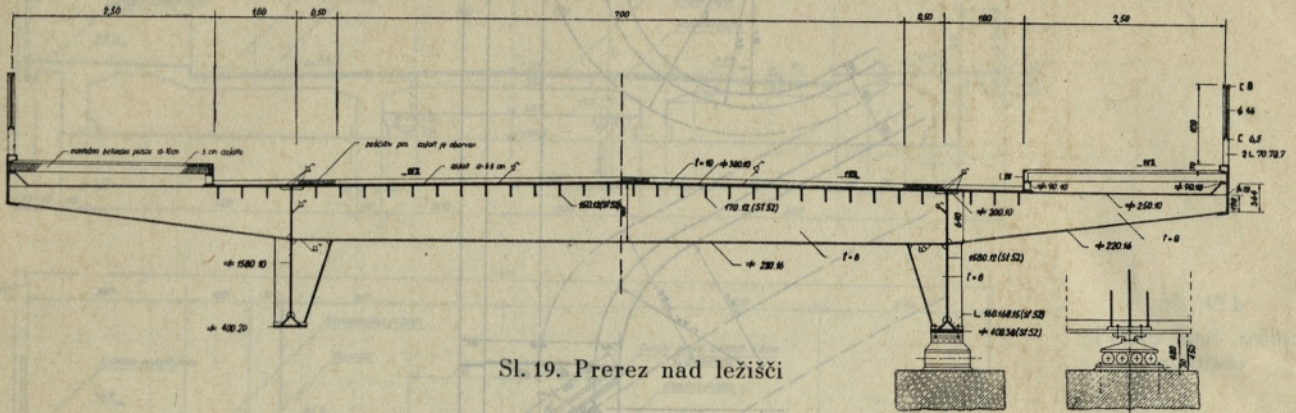


Sl. 17
Perspektivni pogled

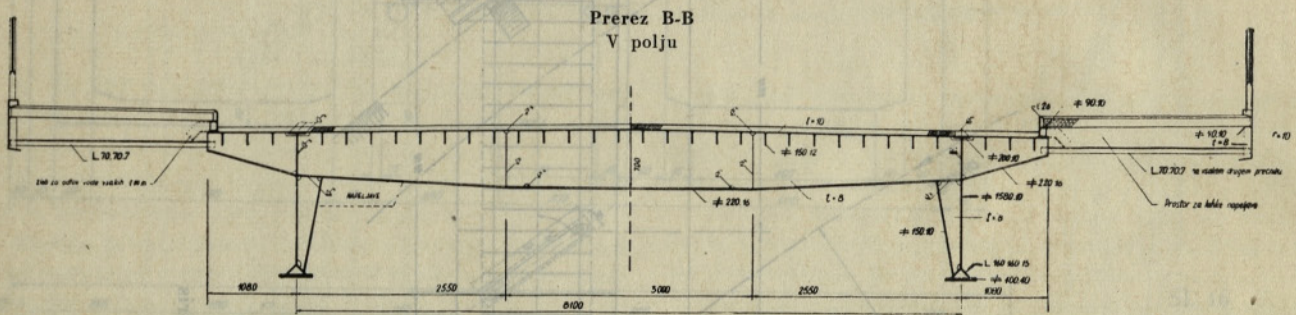


Sl. 18. Tloris

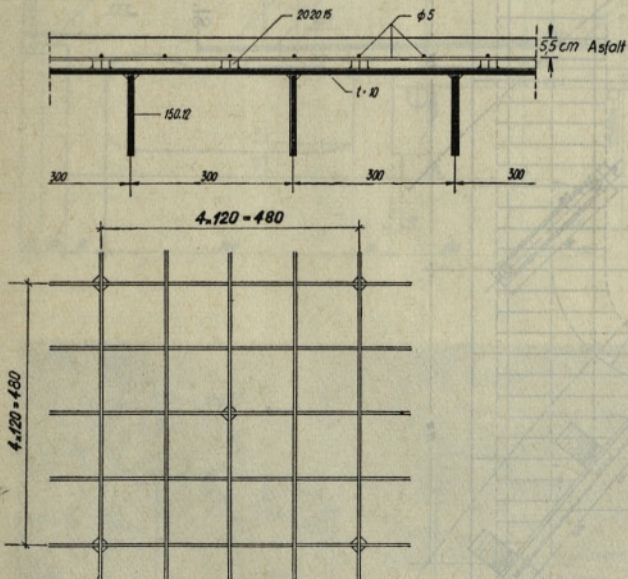
Prerez A-A
Nad obrežnim opornikom Nad rečnim opornikom



Sl. 19. Prerez nad ležišči



Sl. 20. Prerez v polju



Sl. 21. Jeklena mreža vozišča

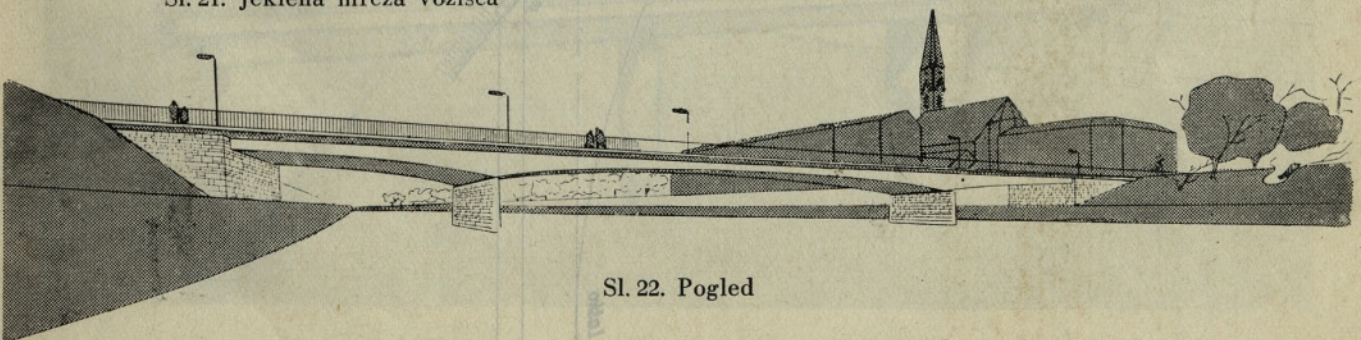
na notranji strani. Voziščna jeklena rebričasta plošča imenovana ortoanizotropna, je obenem zgornji pas glavnih nosilcev.

Obtežba se prenaša po voziščni plošči in prečnikih na glavne nosilce. Celotna konstrukcija je varjena.

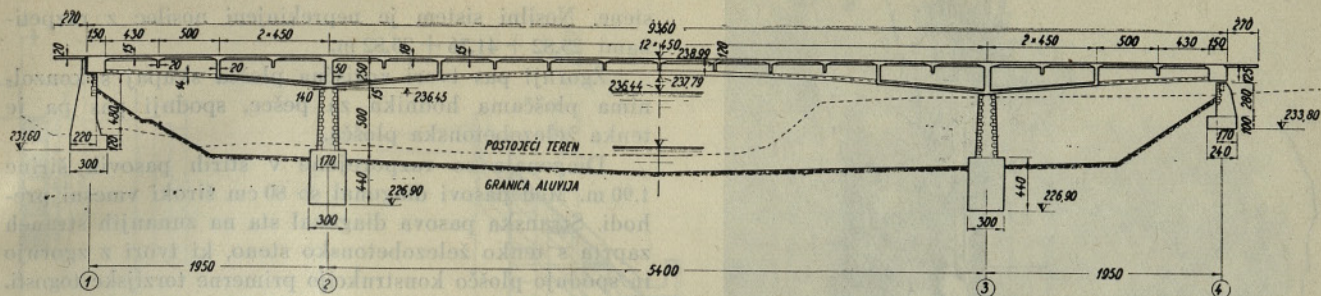
Asfaltni tlak je fiksiran na voziščno ploščo z jekleno mrežo.

Za konstrukcijo se uporabi J 37, razen za dele glavnih nosilcev v območju rečnih stebrov in reber plošče, ki so iz J 52. Posamezni montažni elementi imajo dolžino do 18 m in težo do 6 t. Avtor predvideva izdelavo ležišč iz starih vagonških osi, kar ceno znatno zniža. Za plošče ležišč se uporabi J 52.

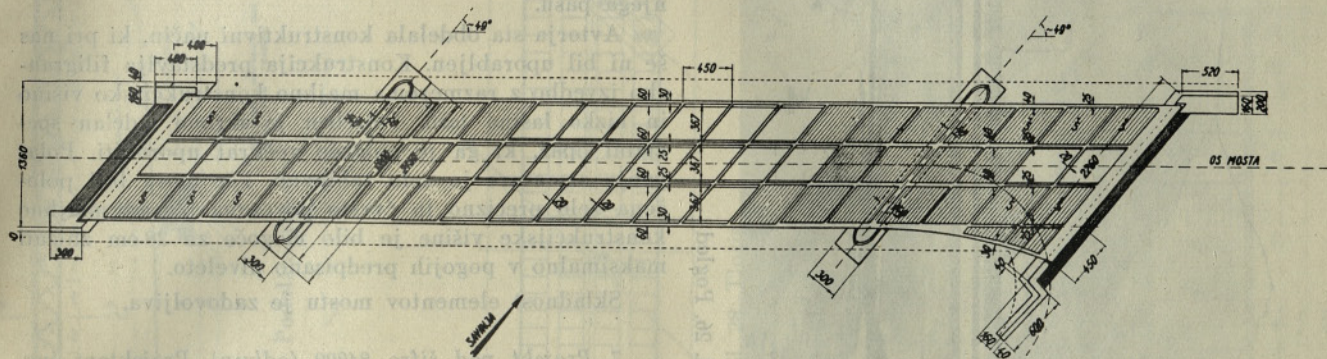
Čeprav je konstrukcija z oporniki vred lahka in jasno oblikovana, znižujejo preveč enake odprtine njeno arhitektonsko kvaliteto. Tudi iz hidravličnega pogleda ni dovolj upoštevano priporočilo za čim večjo razpnetino srednjega polja.



Sl. 22. Pogled



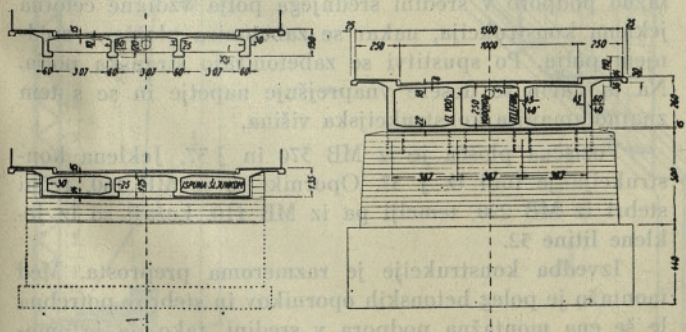
Sl. 23. Podolžni prerez in oder



Sl. 24. Tloris

5. Projekt pod šifro 92716 (odkup). Projektant ing. Ante Tunkl, Zagreb. (Slike 22 do 25.)

Konstrukcija je izvedena v obliki neprekinjenega nosilca preko treh polj z razpetinami 19.50 + 54.00 + 19.50 metrov. Voziščna plošča leži na štirih glavnih nosilcih. Da je dosežena potrebna nosilnost glavnih nosilcev v območju vmesnih podpor, so nosilci povezani tudi na spodnji strani s tlačno ploščo, tako da konstrukcija lahko prevzame torzijske napetosti, ki nastopajo zaradi poševne lege podpor nasproti osi mostu.



Zgoraj: Prerez v sredini

Prerez pred stebrom

Spodaj: Prerez pred opornikom

Sl. 25. Prerezi

Nepomično ležišče je nameščeno na desnem rečnem stebri. Pomična ležišča so nihalna.

Oporniki in stebri so masivni. Fundacija je plitva. Armiranobetonska konstrukcija je iz MB 300 in J 37 ter deloma J 52. Oporniki in stebri so iz MB 160 in MB 220, temelji pa iz MB 110.

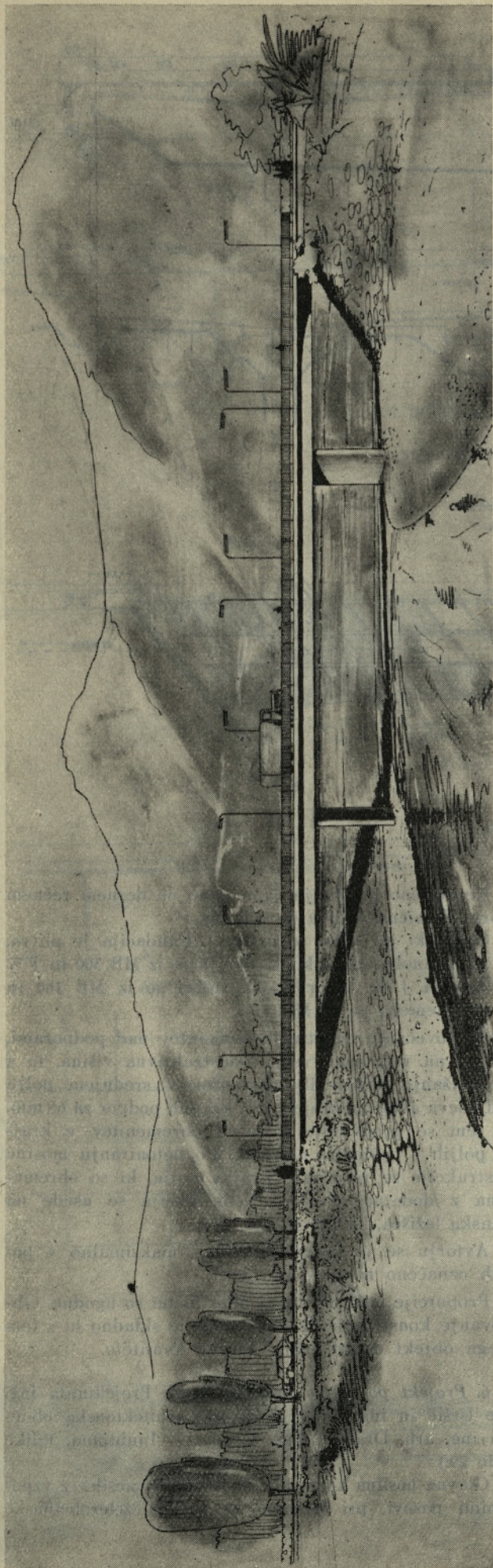
Za povečanje negativnih momentov nad podporami, kjer je na razpolago večja konstruktivna višina, in s tem znižanje pozitivnih momentov v srednjem polju predvideva avtor znižanje ležišč krajnih podpor za 68 mm. Pri tem se predvideva dodatna obremenitev v krajnih poljih s peščenim nasipom. Po betoniranju mostne konstrukcije se razodrajo krajna polja, ki so obremenjena z dodatno obtežbo. Konstrukcija se usede na stranska ležišča, ki leže 68 mm niže.

Avtorju se je posrečilo znižati maksimalno v pogojih označeno niveleto za 12 cm.

Proporcije med mostnimi odprtini so ugodne. Oblikovanje konstruktivnih elementov je skladno in s tem dosega objekt dobro arhitektonsko kvaliteto.

6. Projekt pod šifro 17431 (odkup). Projektanta ing. Jože Uršič in ing. Janez Žerovnik, arhitektonska obdelava ing. arh. Drago Umek, Gradis — Ljubljana. (Slike 26 do 29.)

Glavna nosilna konstrukcija je palični nosilec z vzporednimi pasovi, pri katerem so paličja železobetonske



Sl. 26. Pogled

stene. Nosilni sistem je neprekinjeni nosilec z razpetinami 25,82 + 41,56 + 25,82 m.

Zgornji pas tvori voziščna plošča skupaj s konzolnima ploščama hodnika za pešce, spodnji pas pa je tenka železobetonska plošča.

Diagonale so razporejene v štirih pasovih širine 1.90 m. Med pasovi diagonal so 80 cm široki vmesni prehodi. Stranska pasova diagonal sta na zunanjih straneh zaprta s tenko železobetonsko steno, ki tvori z zgornjo in spodnjo ploščo konstrukcijo primerne torzijske togosti.

Na stranskih opornikih je konstrukcija podprta z nihalnimi kvadri. Rečni stebri so elastične podporne stene, ki so vpete v temelj in konstrukcijo.

Nosilna konstrukcija je iz MB 300 in J 37. Za ležišča sten je predviden MB 400. Stebri in oporniki so iz MB 160, temelji pa iz MB 110.

Avtorja predvidevata betoniranje v dveh fazah. V prvi fazi ostanejo nezabetonirani tegnjeni deli zgornjega in spodnjega pasu, nakar se oder spusti. V drugi fazi se zabetonirajo preostali deli zgornjega in spodnjega pasu.

Avtorja sta obdelala konstruktivni način, ki pri nas še ni bil uporabljen. Konstrukcija predstavlja filigransko izvedbo z razmeroma majhno konstrukcijsko višino in nizko lastno težo. Potreben je skrbno izdelan specialni opaž, ki ga je mogoče večkrat uporabiti. Polaganje armature je zelo zahtevno, ker mora biti položena zelo precizno in čvrsto povezana. Zaradi majhne konstrukcijske višine je bilo mogoče za 28 cm znižati maksimalno v pogojih predpisano niveleto.

Skladnost elementov mostu je zadovoljiva.

7. Projekt pod šifro 84909 (odkup). Projektant ing. Franc Belle, Ljubljana. (Slike 30 do 34.)

Nosilna konstrukcija je neprekinjeni nosilec čez tri polja z razpetinami 22,00 + 50,00 + 22,00 m. Konstrukcijo sestavljajo štirje glavni jekleni polnostenski nosilci z železobetonsko voziščno ploščo.

Plošča je na nosilec vezana tako, da predstavlja kombiniran nosilni sistem (Verbundträger). Nosilci so v prečni smeri povezani z jekleno palično konstrukcijo.

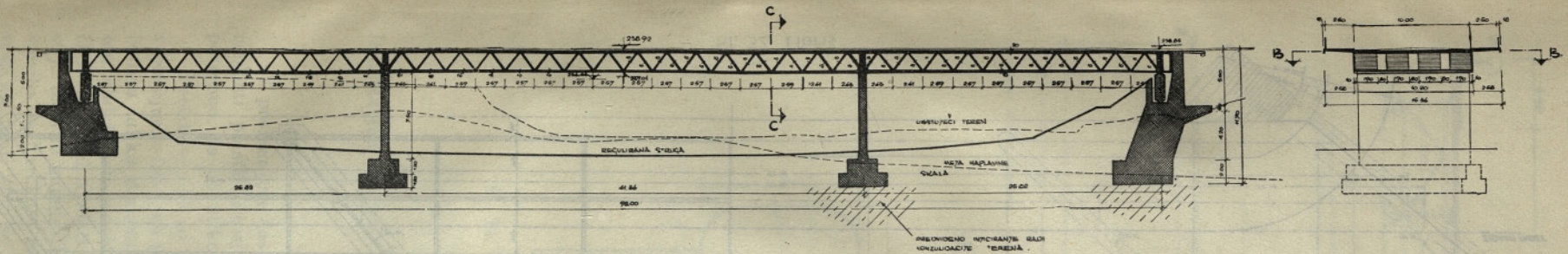
Jeklena konstrukcija je varjena. Nosilci se sestavijo na bregu in preko betonskih opornikov ter posebne montažne podpore v sredini srednjega polja potegnejo na mesto.

Ko so glavni nosilci povezani s prečniki, se nad montažno podporo v sredini srednjega polja vzdigne celotna jeklena konstrukcija, nakar se zabetonira plošča v srednjem polju. Po spustitvi se zabetonirajo stranska polja. Na ta način se doseže vnaprejšnje napetje in se s tem znatno zmanjša konstrukcijska višina.

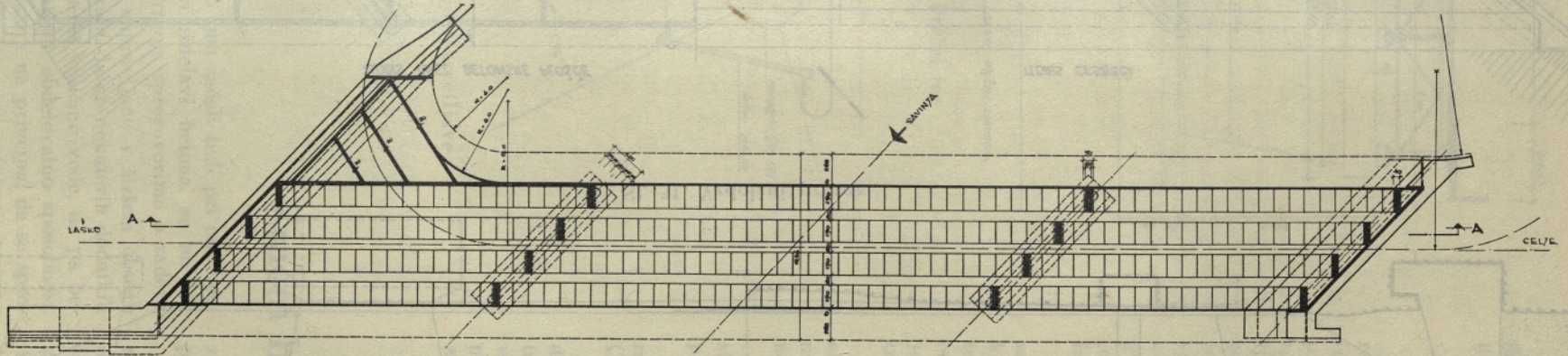
Voziščna plošča je iz MB 370 in J 37. Jeklena konstrukcija je tudi iz J 37. Oporniki so iz MB 160, rečni stebri iz MB 220, temelji pa iz MB 110. Ležaji so iz jeklene litine 52.

Izvedba konstrukcije je razmeroma preprosta. Med montažo je poleg betonskih opornikov in stebrov potrebna le še ena montažna podpora v sredini, tako da je omogočen dober pretok Savinje med gradnjo.

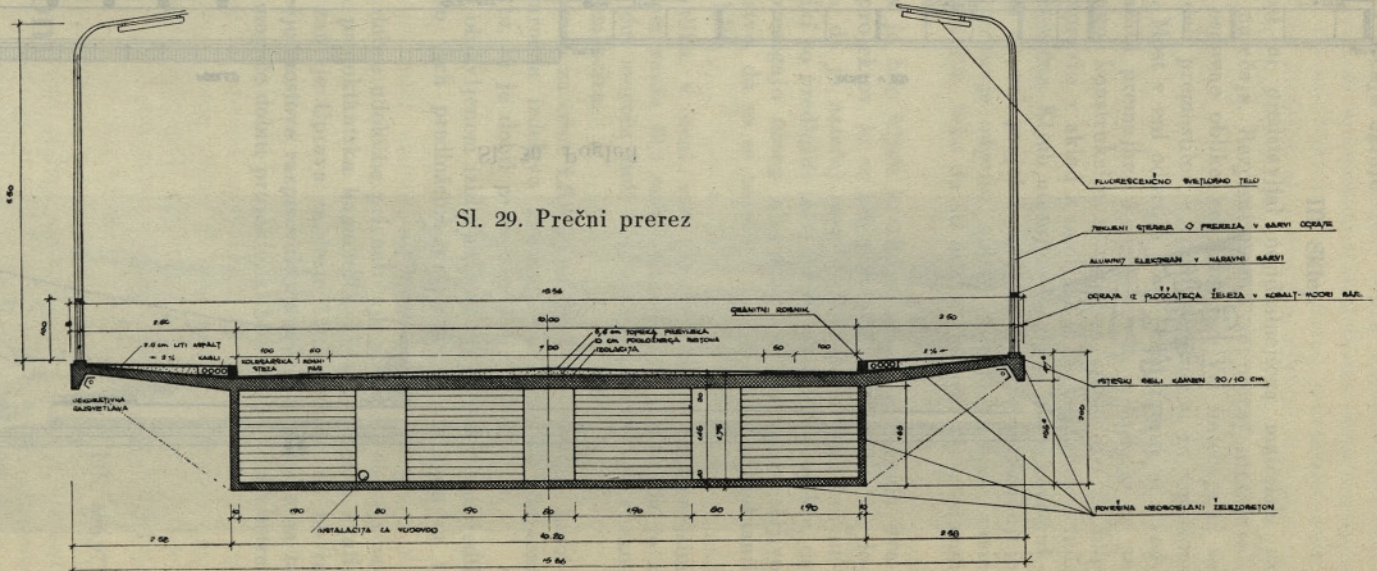
Objekt je precej dobro proporcionalen in jasno kaže konstrukcijska razmerja. Poševno oblikovanje opornikov z vencem je manj uspelo.



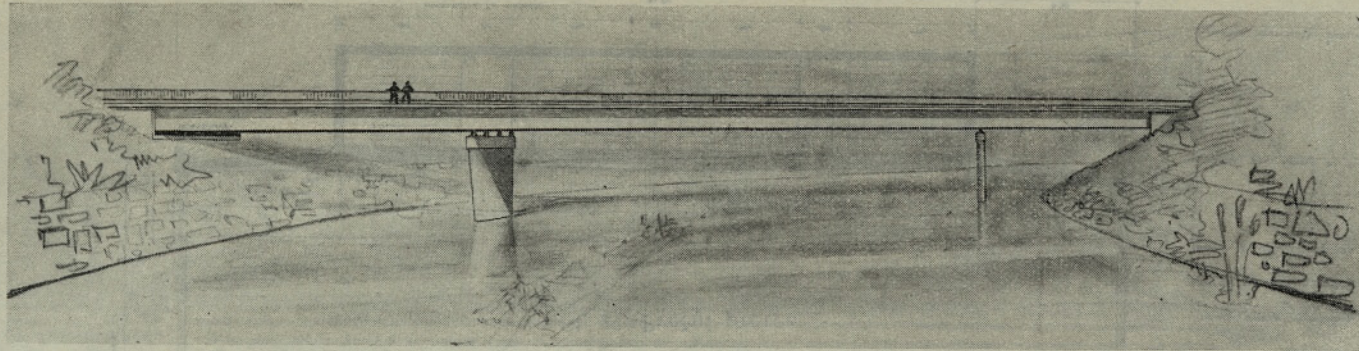
Sl. 27. Podolžní prerez



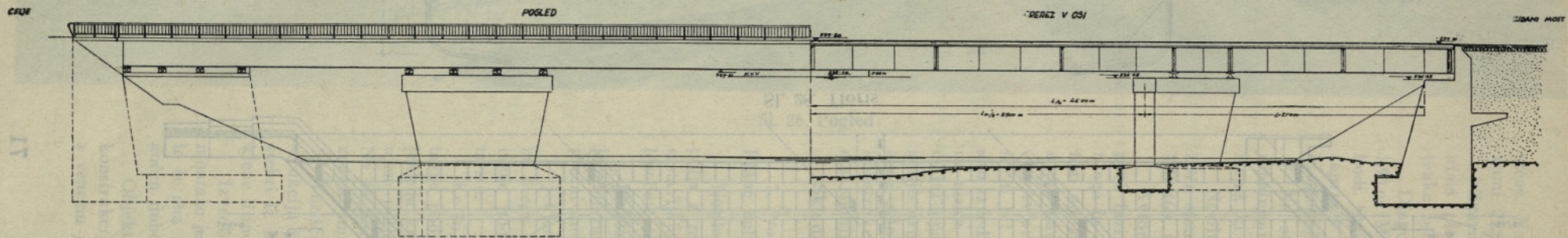
Sl. 28. Floris



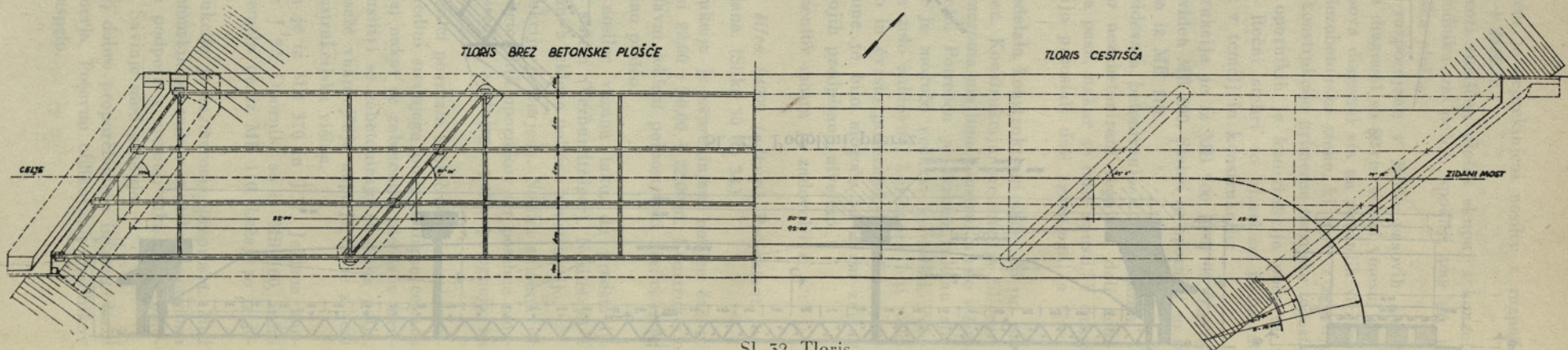
Sl. 29. Prečni prerez



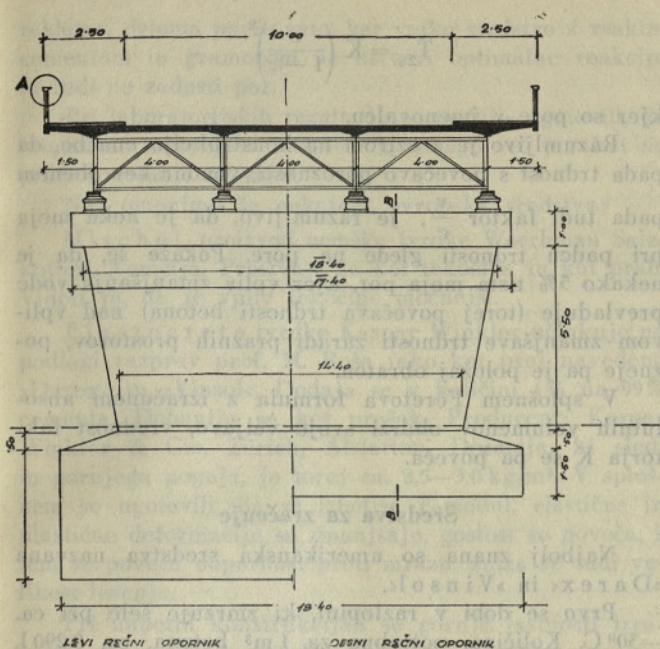
Sl. 30. Pogled



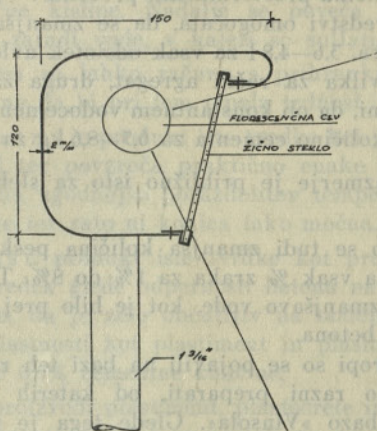
Sl. 31. Vzdolžni prerez



Sl. 32. Tloris



Sl. 33. Prečni rez



Sl. 34. Detajl razsvetljave

Ing. Marjan Ferjan

V poslednjem času, ko smo začeli tudi pri nas uporabljati plastifikatorje pri izdelavi betona, se mi zdi potrebno, da nekoliko obširneje spregovorimo o zadevi.

Preiskave, ki so bile napravljene v širšem obsegu v povojnem času, so pokazale, da ob nekaterih dodatkih betonu lahko dodamo manjšo količino vode, da pa beton obdrži isto vdrlavnost ali obdelovalno sposobnost. Delovanje teh dodatkov bazira na principu, da se sprosti interne napetosti v vodi ter s tem napravi ogromno število mehurčkov dimenzije pod velikostjo μ in pa tudi navzgor. Zato se nenadoma zmanjša zahteva po količini vode pri isti obdelovalnosti. Z obema dejstvom, to je z zmanjšanjem vode in z vnašanjem mehurjev, se

avtor predlaga nenavaden način razsvetljave. Svetlobna telesa, ki so zaščitena z žičnim steklom, so montirana v ročaju ograje.

III. Sklep

Most ni predstavljal najidealnejšega materiala za razpis natečaja. Razpisni pogoji so precej utesnjevali izbiro osnovne oblike konstrukcije. Vsi natečajniki so predvideli premostitev s tremi odprtini in voziščem zgoraj. Most v eni odprtini z voziščem zgoraj ni izvedljiv zaradi premajhne konstrukcijske višine, ki je na razpolago, konstrukcijo z voziščem spodaj pa bi bilo težko spraviti v sklad z okoljem in bi bila gotovo tudi neekonomična. Kljub utesnjenosti glede izbire konstrukcije, pa se vsi projekti med seboj precej razlikujejo glede razmerja odprtin, oblike glavnih nosilcev, vrste materiala itd., tako da so bile v glavnem vse možnosti izčrpane.

Da je bilo kljub kratkemu roku predloženih dvanajst projektov, ki so bili večinoma zelo kvalitetni, dokazuje, da je natečaj popolnoma uspel. Posamezni natečajniki so predložili tako dobro obdelane projekte, da celo presegajo obseg idejnega projekta. Razveseljivo je dejstvo, da so se natečaja udeležili tudi projektanti izven LRS.

Razlika v ceni med najdražjim in najcenejšim objektom znaša 42,2 milij. dinarjev, kar kaže, da je z natečajem mogoča tudi dobra izbira projektov v ekonomskem oziru.

Uprava za ceste LRS je na predlog natečajne komisije naročila izdelavo glavnega projekta po idejnim projektu, ki je dobil prvo nagrado.

Po objavljenem izidu natečaja je investitor priredil razstavo vseh predloženih projektov v Ljubljani in v Celju.

Iz dobre udeležbe pri natečaju sledi, da obstaja zadostna projektantska kapaciteta, ki ustreza tudi kvalitetno, zato je Uprava za ceste LRS sklenila, da bo za vse večje mostove razpisovala natečaje, ker bo le na ta način mogoče dobiti projekte, ki bodo vsestransko ustrezali.

DK 666.973

Zračni betoni

zniža poroznost betona in s tem zviša njegova odpornost proti zmrzovanju in propustnosti vode.

Pri vseh teh poskusih je odločilna količina vključenega zraka, ki ga dodatek razvije, nikakor pa količina dodatka samega. Količina vključenega zraka v beton je dokaj različna glede na sredstvo, na uporabljeni cement, granulometrijski sestav, obliko zrn in način obdelave. Ta količina variira največje okoli 4%. ZDA, ki so najnaprednejše v teh raziskavah, so v predpise postavile količino 3–5%, in to predvsem za betone za ceste. Celotne zračne pore naj se po podatkih ameriške literature gibljejo okoli 4,6% \pm 1,5%, kar pomeni maksimalno ca. 6% in minimalno 3%, optimalne vrednosti pa

so 3—4%. Ta optimum je določen iz načela, da naj bo material maksimalno odporen proti zmrzovanju ob istovremnem minimalnem padcu trdnosti. Na drugi strani se odpornost proti zmrzovanju z nadaljnjim vključevanjem zraka minimalno poveča, padci trdnosti so pa znatni.

Nastanek zračnih mehurčkov je pripisati, kot že rečeno, odstranitvi notranjih napetosti v vodi. Zanimivo je, da se mehurčki pri čisti cementni kaši pojavljajo le v majhnem številu, pač pa nastajajo v večjem številu, če vmešavamo pesek oziroma gramoz. V tem primeru delujejo v svežem stanju v tem smislu, da učinkujejo kot blazine gramozu, po katerih gramoz drsi. Poskusi so nadalje pokazali, da učinkujejo te male pore v svežem betonu tudi v istem smislu kot droben pesek ter da moremo droben pesek tudi deloma izločiti na račun nastanka teh mehurčkov.

V splošnem menijo, da omogočijo plastifikatorji te izboljšave v kvaliteti betona oziroma da vplivajo na te lastnosti:

1. povečavajo odpornost proti zmrzovalnemu pojavu,
2. povečavajo korozivno odpornost betona proti delovanju Na_2SO_4 in s tem drugih snovi, ki ogrožajo beton s kristalizacijskim pojavom,
3. povečavajo vdelavno sposobnost pri istem usedu konusa Abramsa ob sočasni zmanjšavi peska, cementa in vode ter često dovoljujejo uporabo betona tudi slabših plasticitetnih lastnosti (manjši posed pri Abramsu kot sicer),
4. zmanjšujejo jakost in dolžino vibracije za doseg zahtevane kvalitete ter prav tako nevarnost segregacije,
5. omogočajo uporabo debelejšega agregata,
6. skrajšujejo čas operacij.

Nekaj komentarja k tem točkam. Pri poskusih se je pokazalo, da normalni beton, torej brez dodatkov, utрпи poškodbe pri mnogo nižjih ciklih zmrzovanja, beton z vključenim zrakom pa vzdrži mnogokratnik od tega. Podobno je zadržanje v raztopini Na_2SO_4 . Glede vdelavne sposobnosti betona bi bilo treba pripomniti, da jo nekatera sredstva povečujejo, ne da bi pri tem nastajalo večje število por. Seveda je zmanjšanje količine cementa, vode in peska potem nemogoče. Tudi odpornost se ne povečuje. Postavlja se seveda vprašanje, ali so taka sredstva primerna.

Kot je znano vibracija često uničuje nastanek mehurčkov ter je posledica slab uspeh pri delu. Aparati za kontrolo zračenja, kot je opisan pozneje, imajo tu vlogo v tem, da se lahko na stavbišču ugotovi procent zraka ter s tem določi čas vibracije.

Betonska zmes dobi z dodajo sredstva večjo notranjo povezavo ter se ne more tako hitro razmešati kot sicer. Veliki komadi se od mešanice ne ločijo, temveč tvorijo celoto. Zato se ne razmešajo tudi bolj grobe mešanice. Ker se vibracije zelo omeje, je brzina dela odvisna samo od dotoka materiala ter s tem delo lahko hitro napreduje.

Pripravljen mešanice naj ne stoji predolgo, ker se lahko pokvarijo.

Kot je znano, je trdnost obratno proporcionalna količinam por, ki so v materialu, ter zaradi tega povečanje poroznosti zmanjšuje trdnost. Če pogledamo n. pr. Feretovo formulo je trdnost izražena takole:

$$T_{28} = K \left(\frac{c}{1-s} \right)^2$$

kjer so pore v imenovalcu.

Razumljivo je z ozirom na konstrukcijo enačbe, da pada trdnost s povečavo poroznosti, vendar ker obenem pada tudi faktor $\frac{v}{c}$, je razumljivo, da je neka meja pri padcu trdnosti glede na pore. Pokaže se, da je nekako 5% tista meja por, kjer vpliv zmanjšanja vode prevladuje (torej povečava trdnosti betona) nad vplivom zmanjšave trdnosti zaradi praznih prostorov, pozneje pa je položaj obraten.

V splošnem Feretova formula z izračunom absolutnih volumenov obdrži svojo veljavo, vrednost faktorja K se pa poveča.

Sredstva za zračenje

Najbolj znana so ameriška sredstva nazvana »Darex« in »Vinsok«.

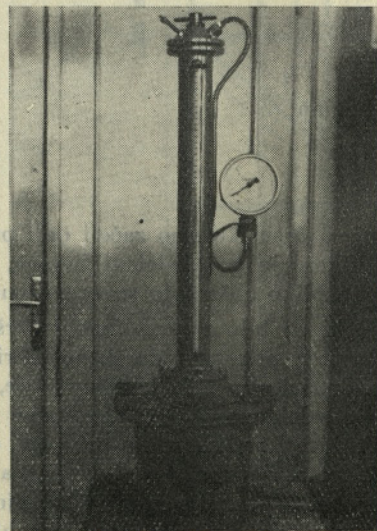
Prvo se dobi v raztopini, ki zmrzuje šele pri ca. -30°C . Količina, potrebna za 1 m^3 betona, ca. 0.290 l, količina prostorninskih procentov votlin 3—5%.

Drugo sredstvo se dobi v obliki prahu, ki se lahko raztaplja v vodi. Količina, potrebna za 1 m^3 betona, ca. 33,0 g. Količina prostorninskih procentov votlin je 3—5%. Ti dve sredstvi omogočata, da se zmanjšajo vodne količine za ca. 3,6—4,8 l za vsak odstotek uvlečenega zraka (prva številka za rečni agregat, druga za drobljenec), kar pomeni, da ob konstantnem vodocementnem faktorju znižamo količino cementa za 6,5—8,6 kg za vsak procent.

To razmerje je približno isto za sleherni $\frac{v}{c}$ faktor ali posed.

Lahko se tudi zmanjša količina peska v mešanici, in sicer na vsak % zraka za 1% do 8%. Ta odstotek pa omogoča zmanjšavo vode, kot je bilo prej govorjeno, za $1,5\text{ kg/m}^3$ betona.

V Evropi so se pojavili na bazi teh rezultatov tudi samostojno razni preparati, od katerih nekateri operirajo z bazo »Vinsola«. Glede tega je potrebna vsekakor precejšnja previdnost, deloma zaradi trgovske



Merilec vsebnosti zraka v betonih. Konstrukcija Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij (ZRMK), Ljubljana

reklame, deloma pa že zato, ker vsako sredstvo z vsakim cementom in gramozom ne ustvari optimalne reakcije in tudi ne zadosti por.

Pri laboratorijskih rezultatih so nadalje ugotovili, da intenzivno mešanje v mešalcu da mnogo več por kot na primer mešanje na roko.

Naj omenimo še nekatera evropska sredstva:

Mischöl, proizvod nemške tvrdke Woerhman Salzkotten, Nemčija. Proizvaja se kot tekočina in kot prah. Videti je, da je vpliv tekočine močnejši.

Plastocrete tvrdke Kaspar Winkler učinkuje na podlagi razprav prof. M. Roša tako kot prej navedena »Darex« in »Vinsol«. Dodaja se v količini 1% na 99% cementa. Dobavlja se kot prašek. Producent: Kaspar Winkler & Cie, Zürich, Alstetten. Dozacija, ki sledi in gornjega pogoja, je torej ca. 2,5–3,0 kg/m³. V splošnem so ugotovili, da se izboljša E-modul, elastične in plastične deformacije se zmanjšajo, gostost se poveča, s tem se poveča odpornost proti mrazu, zniža se tudi velikost lezenja.

Pri napetih konstrukcijah se gornje lastnosti izražajo v dvigu statične in dinamične trdnosti. Opazovali so tudi, da so se dvignile trdnosti na spoju železo — beton.

S povečavo gostosti se je povečala odpornost betona proti izluževanju zaradi mehkih voda z agresivno vsebino ogljične kisline. Nadalje se poveča odpornost proti koroziji zaradi vode, v kateri so sulfati.

V splošnem se lahko računa s prihranki cementa 25–30 kg/m³, ne da bi pri tem trpela trdnost.

Plastiment je produkt iste tvrdke kot prej navedeni proizvod ter povzroča praktično enake prednosti. Opozoriti je na ugodnejšo porazdelitev temperature na daljše območje ter zato ni konica tako močna.

Frioplast, produkt iste tvrdke kot prej, pomeni nadaljnji napredek glede odpornosti betona na zmrzovanje. Zdi se pa, da je zelo občutljiv na obdelavo. Sicer pa kaže iste lastnosti kot plastiment in plastocrete. Zamesne količine 0,6% cementne količine.

Vsi trije proizvodi plastiment, plastocrete in frioplast so proizvodi iste tvrdke ter so nastali po vrstnem redu, kot je naznačeno. Praktična vrednost vseh sredstev je približno enaka.

Na vodni količini se za zmes pri isti konsistenci prihrani do 17%. Posed stožca je manjši. Vključena količina zraka poraste z močnejšo mešanico. Tako znaša pri 200 kg 1,01%, pri 250 kg približno isto, pri 300 kg zraste na 3,5% (mešanje z mešalcem na prosti pad).

Zaradi znižanja potrebne vodne količine ob isti vdeovalni sposobnosti se zvišajo trdnosti pri dozaciji 300 kg po 7 dneh za 38%, po 28 dneh za 19% proti betonu brez dodatka.

Opomba: Darex: Producent DEWER & ALMY CHEMICAL Co. 62 Whittemore Ave. Cambridge 40 Mass; Chicago.

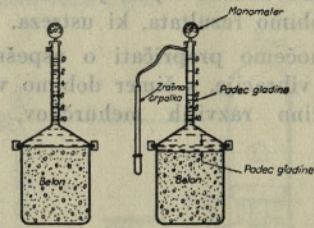
Vinsol: HERCULES POWDER Co. Savannah, Chicago in San Francisco.

Merjenje količine por v zračnih betonih

V praksi nam je do tega, da pri tekoči produkciji betona direktno lahko merimo vsebnost por, povzročeni z raznimi dodatnimi sredstvi za zračenje.

Zato so v inozemstvu, zadnji čas pa tudi pri nas, konstruirali aparature, ki to direktno omogočajo. Bazirajo na principu elastične stisnitve zraka v teh porah. Diferenca volumenov je merilo količine. (Boyllov zakon.)

Na spodnji sliki je upodobljena v prerezu taka aparatura. Spodnji lonec, ki je primerno močan zaradi čim manjših deformacij in tudi primerno izveden, lahko sprejme določeno vsebino svežega betona. V nastavku, ki je postavljen nad posodo, do vrha napolnjeno, je cevka primerne premera, ki mora biti glede na spodnji volumen dimenzionirana tako, da z branjem zarez lahko dovolj natančno določimo vsebino zraka v betonu. Steklena cev nosi razdelbo v centimetrih. Gornji del cevi je povezan z merilcem pritiska, ventilom in izpustnim nastavkom za vlivanje tekočine.



Shema aparata za merjenje por

Na ventilu priklopimo navadno kolesno zračno črpalno. Ta je potrebna, da se napravi pritisk 1 atm. v posodi. Zaradi nastalega pritiska se zniža oziroma skomprimira sveži beton v posodi, kar se vidi v padcu nivoja v cevki. Ta padec je značilen za količino zraka v betonu. Po znižanju pritiska na normalno stanje se nivo vode povrne v prvotno lego popolnoma elastično. Kolikor se ne vrne, je tega kriva poroznost materiala ali pa morebitni izmik zraka iz posode. Zaradi tega je treba upoštevati tale pravila pri delu z aparatom:

1. ko beton vgradiš v posodo v stanju, kakor je potrebno (do roba posode), namesti najprej tesnilko, potem pokrov ter primerno privij vijake;
2. vodo nalivaj preko zgornje odprtine počasi tako, da lahko zrak, ki je v posodi nad betonom, odhaja iz posode;
3. posode nikakor ne nagibaj, ker s tem omogočiš odhajanje zraka iz betona;
4. pritisk stopnjuj enakomerno in ne prehitro, prav tako ravnaj, ko ga znižuješ;
5. merske gladine naj se pred branjem umire. Povratak gladine mora biti elastičen pri znižanju pritiska. Če ni, ponovi meritev.

Tako prebrana diferenca med gladino pred povišanjem pritiska in po povišanju pritiska se postavi v enačbo, ki se je dobila na podlagi umerjenja aparata in se glasi:

$$V_z = k_1 \Delta - k_2 \quad (\text{Boyllov zakon})$$

V_z = volumen zraka v prostorskih odstotkih,
 Δ = prebrana diferenca v gladinah v enotah (cm),
 $k_1 k_2$ = konstante.

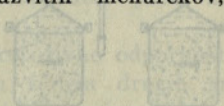
Volumen vključenega zraka se izraža v prostorskih procentih iz razloga, ker se navaja v vsej literaturi kot merilo uspešnosti sredstva oziroma postopka.

Kot navaja ameriški Bureau of Reclamation, je optimalna količina vključenega zraka ca. 4%. Tu ima-

mo maksimalno odpornost proti zmrzovanju. Če ta pogoj ni dosežen in če so bistvene razlike, obstajajo pomisleki proti uporabi sredstva.

Kot je znano, je odvisna količina razprtih por od raznih faktorjev, med katere spada tudi uporabljeni cement, zato je potrebna pozornost pri izbiri sredstva. Prav tako uničuje vibracija pore ter zato pretirana vibracija več škodi kot koristi glede nastanka por ter je dobro imeti pregled nad vibracijo. Tu je tudi glavno mesto delovanja aparata v praksi. Z njim lahko stalno kontroliramo stanje betona. Da dobimo primerno vdelan beton (da ustreza praktični običajni obdelavi), je najbolje, da namestimo posodo s prosto nasutim betonom na opaž, kjer vibriramo, ali v bližino vibratorja ter jo po primernem času odnesemo in poskusimo stanje. Če so rezultati nezadovoljivi, je treba vibracijo znižati, dokler ne dobimo rezultata, ki ustreza.

Če se hočemo prepričati o uspešnosti sredstva v betonu brez vibracije, s čimer dobimo vpogled v maksimalno količino razvitih mehurčkov, moramo takole ravnati:



Ing. Josip Grčić

Dk 627.84.059 : 532.5

O reševanju hidrodinamičnih problemov varnostne zapornice ob dnu vodostana

I. Splošno

Varnostno zapornico vdelamo pri dnu vodostana oziroma na začetku tlačne cevi. Varnostna zapornica ima ta pomen, da avtomatično prepreči nadaljnji dotok vode v tlačno cev, če le-ta počí. V nasprotnem primeru bi voda poplavela podzemne prostore obrata. Za zapornice te vrste uporabljamo iz konstruktivnih razlogov najpogosteje tablaste zapornice in lopute. Ta referat po-

Beton, kot ga dobimo iz mešalca, damo v posodo ter ga phamo s 3 kg nabijalcem iz višine ca. 20 cm z 12 udarci na plast. Phamo v 3 plasteh. Ko zabijemo vrhno plast in ko zgladimo površino, izmerimo. Tako dobljeni rezultat je maksimalna vrednost vključenega zraka, ki jo dobimo z uporabo nekega sredstva in ob danih drugih pogojih.

Mešanice betona, pri katerih uporabljamo dodatna sredstva, so običajno slabo plastične ter postanejo šele po določeni obdelavi tekoče. Če gre za mešanice, ki so že spočetka zelo tekoče, je treba pri namestitvi materiala v aparat ravnati zelo pazljivo, da zrak, ki je v mešanici, ne uhaja.

LITERATURA:

Entrained Air — a Factor in the Design of Concrete Mixes, Bureau of Reclamation, Laboratory report No. C-310; Information and Instructions for Use of Air-entraining Admixtures in Concrete. Bureau of Reclamation, Laboratory report Nr. C-307, Eidg. Materialprüfungsanstalt, Zürich. Bericht Nr. 79, Nr. 165. Revue des Matériaux No 415; ACI Journal. Vol. 22 No 10, June 1951.

daja en način, kako se določajo hidrodinamične obremenitve na tablasti tip zapornice, kakor tudi analizo zakona zapiranja oziroma avtomatičnega padanja zapornice ob katastrofi na enem odcepu tlačne cevi, na primer pri profilu »K« sl. 1.

Vzemimo, da je na mestu katastrofe počila cev v največji mogoči meri tako, da je krožni profil »K« popolnoma odprt (gueule bée) s pretokom »Q_k«. Bolj realno sliko dogajanja bi vsekakor dobili takrat, če bi strokovnjaki za preiskavo jekla ocenili, za posamezne primere, največji mogoči procent, do katerega lahko počí tlačna cev na določenem mestu.

Pred katastrofo so obratovalе vse turbine s polno obremenitvijo, t. j.

$$Q = Q_0 = Q_c$$

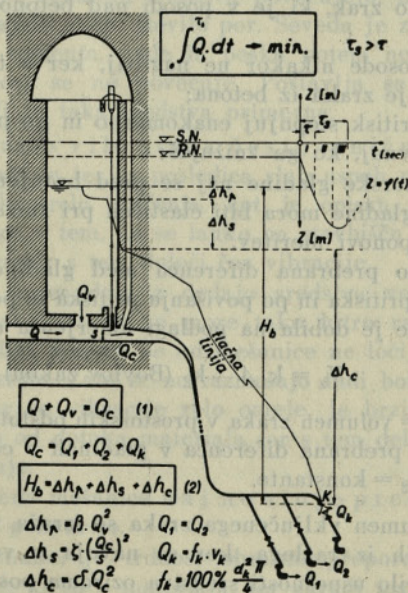
in

$$Q_v = 0.$$

Ko nastopi katastrofa, tlak v cevi hitro pade. Posamezni kontrolni instrumenti (diferencialni manometri, Pitotove cevi, krila in dr.), ki so vdelani vzdolž tlačne cevi, signalizirajo z električnimi impulzi avtomatiko, ki omogoča, da se spusti varnostna zapornica in zaprejo vse turbine, ki so priključene na isto tlačno cev.

Po teoriji vodostanov nam je znano, da bo v tem trenutku nastopila oscilacija vodostaja v jašku vodne komore.

Pri normalnem pogonu z vsemi mogočimi delnimi in popolnimi zapiranjimi in odpiranjimi turbin se glavno težišče pri določi osciliranja vodostaja usmerja na ekstremne gladine v jašku oziroma določevanje nestacionarnih pretokov Q in Q_v. V primeru katastrofe na



Sl. 1. Položaj varnostne zapornice

tlačni cevi je težišče raziskave na tem, da se določi pretok skozi tlačno cev » Q_c « od trenutka katastrofe pa, dokler se popolnoma ne spusti varnostna zapornica. To pa pomeni, da moramo zraven rednih parametrov, ki vplivajo na osciliranje vodostaja — kot dolžina, profil, hrapavost dovodnega tunela in tlačne cevi, izgube v dušilki in karakteristike turbin —, poznati še izgube tlaka pod varnostno zapornico in njen zakon zapiranja.

Čas padanja varnostne zapornice » τ_s « mora imeti svojo spodnjo mejo določeno tako, da upošteva vodni udar v tlačni cevi in dovodnem tunelu, zgornja meja pa upošteva posledice poplave, torej volumen

$$\int_0^{\tau_s} Q_k \cdot dt$$

mora biti čimmanjši. Vsi ti navedeni parametri določajo oscilacije vodostaja » Z « ob padanju zapornice » τ_s «.

Pri spuščanju varnostne zapornice se pretok » Q_c « spreminja po različnih zakonih. Spreminjanje pretoka » Q_c « lahko razčlenimo v tri faze.

Prva faza od trenutka nastopa katastrofe do trenutka, ko so turbine popolnoma zaprte:

$$0 < t < \tau$$

$$Q_c = Q_k + Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n$$

kjer so:

Q_1, Q_2, \dots, Q_n = pretoki na posamezne turbine,

Q_k = pretok na mestu katastrofe.

Druga faza od trenutka, ko so turbine popolnoma zaprte, do trenutka, ko se pod varnostno zapornico ustvari »ozko grlo« in » Q_v « začenja teči v jašek. V tem času je

$$Q_c = Q_k$$

V prvi in drugi fazi sta glavna činitelja po določanju Q_c enačba kontinuitete

$$Q_c = Q + Q_v \quad \dots (1)$$

in pa razpoložljivi pritisk glede na gladino v vodostanu

$$H_b = \Delta h_p + \Delta h_s + \Delta h_c \quad \dots (2)$$

kjer je:

Δh_p = izgube pritiska v dušilki,

Δh_s = izgube pritiska pod zapornico,

Δh_c = izgube pritiska v tlačni cevi.

Tretja faza od trenutka, ko nastane pod zapornico »ozko grlo«, do trenutka, ko je zapornica prispela na dno. Razpoložljivi pritisk se računa od gladine vode do dna zapornice

$$H'_b = \Delta h_p + \Delta h_s \quad \dots (2')$$

in

$$Q = Q_v + Q_c \quad \dots (1')$$

kjer Q_v teče v jašek vodostana.

II. Mehanizem za dviganje zapornice

V zgornjem suhem delu vodostana je vdelana hidravlična stiskalnica, tako imenovani servomotor. Na batu in batniku servomotorja je obešena zapornica. Pod

batom servomotorja je olje pod ustreznim pritiskom, ki ga izvaja lastna teža zapornice z batom ter hidrodinamične obremenitve, ki delujejo na zapornico. Če je vertikalna rezultanta vseh naštetih sil » P «, tedaj je tlak olja na čepu servomotorja:

$$p_1 = \frac{P}{(f_1 - f_m)} \quad \dots [\text{kg/cm}^2],$$

kjer je: P v [kg]; in spodnja ploskev bata: $(f_1 - f_m)$ v [cm²].

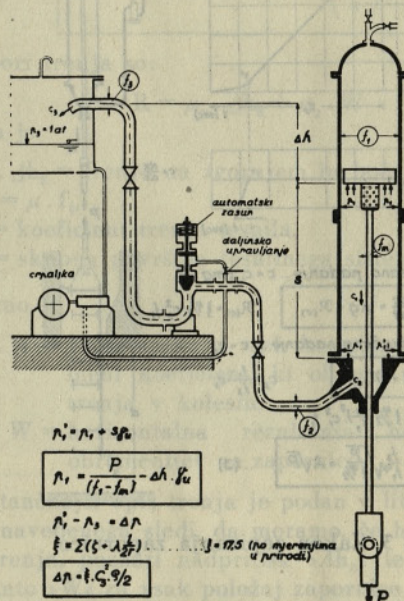
Pritisk na spodnjem delu servomotorja se zveča za stolp fluida, t. j.

$$p'_1 = p_1 + s \cdot \gamma_u$$

kjer je:

s = višina stolpa olja,

γ_u = specifična teža olja.



Sl. 2. Dvigalni mehanizem na hidravlični pogon

Ob katastrofi pade pritisk v tlačni cevi zelo hitro. Diferencialni manometri oddajo po relejih električne impulze na elektromagnet, ta odpre avtomatični zasun in skozenj izteče olje, ki je pod batom servomotorja. S tem je omogočeno spuščanje zapornice.

Skozi vse ventile in cevi za dotok olja v servomotor se pospeši pretok olja na tisto hitrost, ki ustreza skupnemu padcu pritiska, ta pa je enak pritisku olja pod batom, t. j.

$$\Delta p = \xi \cdot c_3^2 \cdot \rho / 2$$

pri tem je:

$$\Delta p = p'_1 - p_3$$

$$p_3 = 1 \text{ atm},$$

$$c_3 = \text{hitrost izтока olja v rezervoar},$$

$$\rho = \frac{\gamma_u}{g} = \text{specifična masa olja},$$

$$\xi = \left(\zeta + \lambda \frac{l}{2r} \right),$$

ζ = koeficient lokalnih izgub v zasunih in krivinah,

λ = koeficient izgub pri trenju oljnega cevovoda,

l = dolžina oljnega cevovoda,

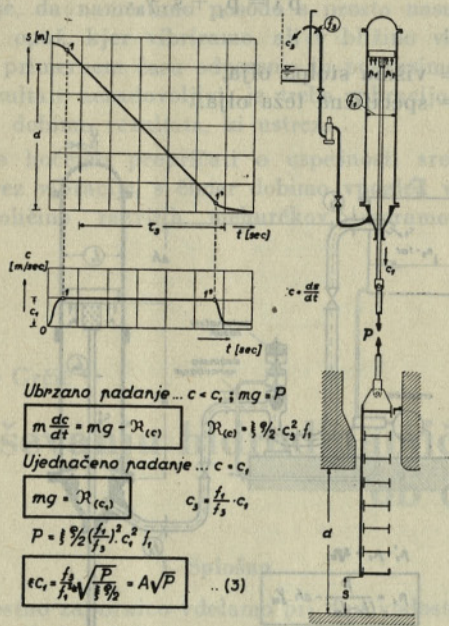
$2r$ = premer oljnega cevovoda.

Zakon zapiranja oziroma celotni čas spuščanja varnostne zapornice se da torej regulirati s spremembo upora v ceveh, po katerih doteka olja v servomotor. Enakomernost spuščanja varnostne zapornice oziroma servomotorjevega bata je odvisna od vertikalne rezultante »P« oziroma od spremembe »P« pri spuščanju zapornice.

Če vzamemo, da je rezultanta

$$P = \text{const.}$$

dobimo zakon zapiranja, ki je prikazan na sliki 3.



Sl. 3. Zakon zapiranja zapornice

Pri spuščanju varnostne zapornice se pojavijo tale gibanja:

- pospešeno padanje,
- enakomerno spuščanje,
- pojemačo padanje.

Za gibanje pod A in B so upori olja, t. j. koeficienti upora konstantni. Pri pojemačnem spuščanju se koeficienti upora olja znatno zvečajo. Zapornica se pojemačo spušča in s tem prepreči konstruktivne okvare spodnjega dela, t. im. »noža« zapornice.

A. Pospešeno padanje traja zelo kratek čas, t. j. (na diagramu na sliki 3) od točke 0 do 1. Iz mehanike je znano, da obstoji pospešek tako dolgo, dokler obstoji rezultanta

$$m \frac{dc}{dt} = mg - \mathfrak{R}_{(c)}$$

Pri kritični hitrosti (v tem primeru » c_1 «) se izenačijo upori $\mathfrak{R}_{(c)}$ z vertikalno rezultanto P in pospešeno padanje preide v enakomerno padanje.

B. Enakomerno padanje pri tem je

$$mg = \mathfrak{R}_{(c)}$$

oziroma

$$P = \mathfrak{R}_{(c)}$$

Na diagramu ustreza to premici od točke 1 do 1'.

Kot smo že omenili, so upori olja v servomotorju:

$$\mathfrak{R}_{(c)} = \Delta p \cdot f_1,$$

$$\mathfrak{R}_{(c)} = \xi \cdot c_3^2 \cdot \rho / 2 \cdot f_1.$$

Iz pogoja kontinuitete sledi

$$c_3 = \frac{f_1}{f_3} \cdot c_1.$$

S tem je upor olja izražen v hitrosti padanja zapornice

$$\mathfrak{R}_{(c)} = \xi \cdot \rho / 2 \cdot \left(\frac{f_1}{f_3}\right)^2 \cdot c_1^2 \cdot f_1.$$

Če postavimo prejšnje vrednosti v enačbo

$$P = \mathfrak{R}_{(c)}, \text{ dobimo}$$

$$c_1 = \frac{f_3}{f_1^{3/2}} \cdot \sqrt{\frac{P}{\xi \cdot \rho / 2}} = A \cdot \sqrt{P} \quad \dots (3)$$

kjer je konstanta

$$A = \frac{f_3}{f_1^{3/2}} \sqrt{\frac{2}{\xi \cdot \rho}}$$

Iz tega sledi, da je za to, da se določi zakon zapiranja, treba natančno poznati silo P v vsakem trenutku spuščanja zapornice.

V naslednjih poglavjih bomo dokazali, da je

$$P \neq \text{const.}, \text{ kar pomeni}$$

$$c_1 = \frac{d_s}{d_t} \neq \text{const.},$$

z drugimi besedami, linearni zakon zapiranja se bo nekoliko spremenil.

C. *Pojemačo padanje* — ali zaviranje — nastopa pri relativno majhnih višinah »s«, tako da nima največjega vpliva pri določanju pretoka Q_c .

Največja rezultanta

$$m \frac{dc}{dt} = \mathfrak{R}_{(c)} - mg$$

daje največje napetosti v dvignem drogovju zapornice kakor tudi v spodnjem delu servomotorja. Zato je njena velikost važna pri konstruktivnem dimenzioniranju.

V diagramu nastopa pojemačo padanje neposredno za točko 1'.

Višine padanja v času, ko zapornica pospešeno ali pojemačo pada, so relativno majhne, na primer:

$$\int_0^{t_1} c dt + \int_{t_1}^{\tau_s} c dt = 0,05 d$$

ter

$$\int_0^{t_1} c dt \ll \int_{t_1}^{\tau_s} c dt,$$

kjer je: d = odprtina tlačnega cevovoda na mestu zapornice.

Zato pospešeno in pojemačo padanje varnostne zapornice ne pride v poštev pri določanju hidrodinamičnih obremenitev na zapornico, ker le v neznatni meri vpliva na pretok » Q_c «.

V nadaljnji diskusiji bomo upoštevali samo enakomerno spuščanje zapornice, t. j. kadar je

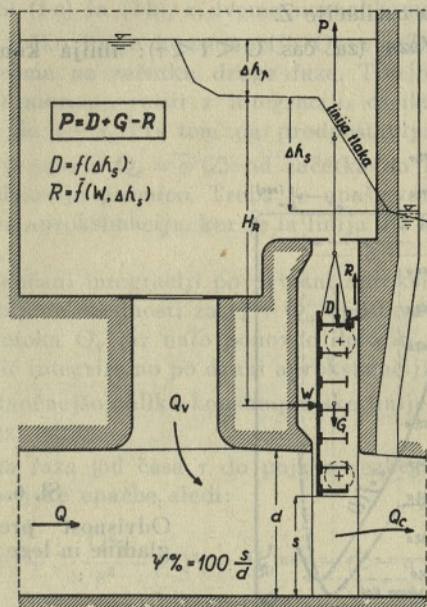
$$c = c_1 \text{ in}$$

$$c_1 = A \cdot \sqrt{P},$$

t. j. na diagramu na sliki 3 cona od točke 1 do 1'.

III. Hidrodinamične obremenitve varnostne zapornice

Da se določi celotna vertikalna rezultanta »P«, je treba najprej analizirati vse komponente, ki vplivajo na njeno velikost.



Sl. 4. Sile pri zapiranju zapornice

Iz slike 4 je razvidno, da je

$$P = G + D - R$$

kjer je:

- G = lastna teža zapornice in dviznega drogova,
- D = vodni nadpritisk na zapornico,
- R = upori trenja na tesnilu in v kolesih zapornice.

Lastna teža

$$G = \text{const.}$$

Vodni nadpritisk »D« je odvisen od

$$\Delta h_s = \zeta_s \cdot \frac{v_s^2}{2g},$$

ζ_s = koeficient izgube pritiska pod zapornico, ki je odvisen od relacije pretoka

$$\zeta_s = f \left(\frac{Q_v}{Q_c} \right).$$

Za prvo aproksimacijo lahko vzamemo

$$\zeta_s \cong \text{const.}$$

Če je hitrost vodnega toka skozi odprtino pod zapornico

$$v_s = \frac{Q_c}{f_s}$$

ter ploskev odprtine zapornice $f_s = b \cdot s$, kjer je $b = \text{const.}$, potem je

$$\frac{v_s^2}{2g} = \frac{Q_c^2}{2g \cdot b^2 \cdot s^2} = \frac{1}{2g \cdot b^2} \left(\frac{Q_c}{s} \right)^2$$

in padec pritiska pod zapornico

$$\Delta h_s = \zeta \cdot \left(\frac{Q_c}{s} \right)^2$$

pri tem je

$$\zeta = \frac{\zeta_s}{2g \cdot b^2}.$$

Ker je » ω « horizontalna ploskev, na katero deluje vodni nadpritisk, dobimo:

$$D = \omega \cdot \Delta h_s = \omega \cdot \zeta \cdot \left(\frac{Q_c}{s} \right)^2$$

Upori trenja so:

$$R = \mu_1 \cdot \Delta h_s + \mu_2 \cdot W$$

pri tem je

- $\mu_1 \cdot \Delta h_s$ = trenje na zgornjem in bočnih tesnilih,
- $\mu_1 = \mu \cdot f_t$,
- μ = koeficient trenja tesnila,
- f_t = skupna površina tesnilnega sistema.

Analogno je

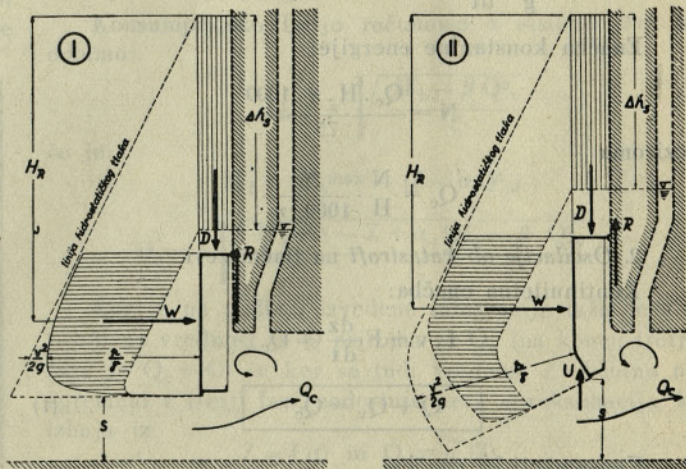
- $\mu_2 \cdot W$ = vsota trenj v vseh kolesih, pri tem μ_2 pomeni koeficient, ki obsega vse značilnosti trenja v kolesih,
- W = horizontalna rezultanta hidrodinamičnih obremenitev na zapornico.

Natančnejši opis trenja je podan v literaturi [1].*)

Iz navedenega sledi, da moramo, če hočemo določiti upor trenja, poznati nadpritisk » Δh_s « ter horizontalno rezultanto »W« za vsak položaj zapornice pri spuščanju.

Nadpritisk » Δh_s « je odvisen od vodostaja v vodostanu, od pretokov Q_v in Q_c ter trenutnega položaja zapornice.

Za primer, ko imamo pod zapornico »ozko grlo«, vzamemo za trenje v tesnilu nadpritisk » H_R «.



Sl. 5. Hidrodinamične obremenitve pri zapiranju zapornice

* Glej omenjeno literaturo ob koncu tega referata.

Kot sledi iz slike 5, je tudi horizontalna rezultanta »W« odvisna od nadpritiska »Δh_s«.

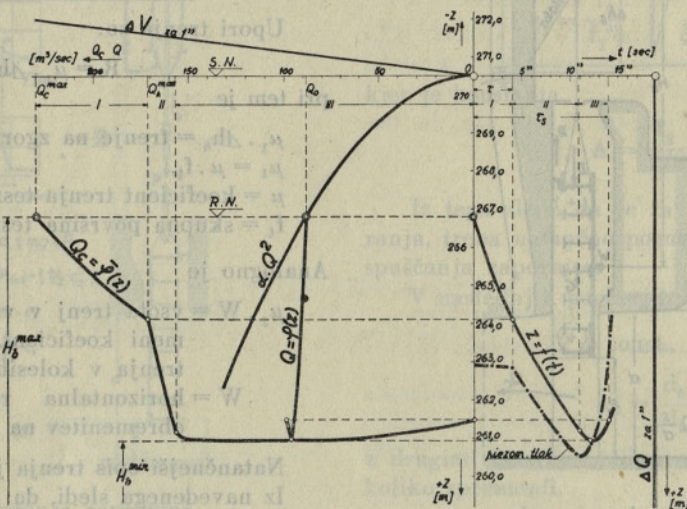
Če je spodnji del zapornice zaokrožen (desni del slike 5), vzamemo za vertikalno rezultanto P v račun tudi vzgon »U«, t. j.

$$P = G + (D - U) - R$$

IV. Oscilacija gladine v vodostanu in pretok pod zapornico pri različnih legah zapornice

A. Določevanje pretoka pod zapornico

V trenutku, ko počí tlačna cev, začne nestacionarno gibanje vode v vodostanu oziroma pod zapornico. Oscilacije vodostaja v jašku vodostana določamo po tehle enačbah:



Sl. 6.

Odvisnost pretoka od gladine in lege zapornice

1. Normalen pogon (neposredno pred katastrofo).

Kontinuitetna enačba:

$$f \cdot v + F \frac{dz}{dt} = Q_c$$

Dinamična enačba:

$$\frac{L}{g} \cdot \frac{dv}{dt} + Z \pm \alpha Q^2 \pm \beta Q^2_v = 0$$

Enačba konstantne energije:

$$N = \frac{Q_c \cdot H \cdot \eta \cdot 1000}{75}$$

oziroma

$$Q_c = \frac{N}{H} \cdot \frac{75}{1000 \cdot \eta}$$

2. Oscilacije ob katastrofi na tlačni cevi.

Kontinuitetna enačba:

$$f \cdot v + F \frac{dz}{dt} = Q_c$$

$$Q + Q_v = Q_c \quad \dots (1)$$

Konsumpcijska enačba:

$$\delta \cdot Q_c^2 + \zeta \frac{Q_c^2}{s^2} + \beta Q^2_v = H_b \quad \dots (2)$$

Dinamična enačba:

$$\frac{L}{g} \cdot \frac{dv}{dt} + Z \pm \alpha Q^2 \pm \beta Q^2_v = 0$$

Za normalni pogon je pretok Q_c znan za vsako spremembo padca H (ker so značilnosti turbine in generatorja »η« znane), ob katastrofi pa je določevanje Q_c dolgotrajno, ker uporabljamo iteracijsko metodo računanja.

Že v I. poglavju referata smo videli, da obstajajo 3 faze in da ima vsaka poseben zakon za določevanje pretoka Q_c v funkcionalni odvisnosti od spremembe padca H_b oziroma oscilacije Z .

Prva faza (za čas $0 < t < \tau$); linija konsumpcije $Q_c = \varphi(\bar{Z})$.

$$\Delta h_c + \Delta h_s + \Delta h_{pr} = H_b$$

$$\Delta h_c = \delta_1 \cdot Q_c^2 + \delta_2 \cdot (Q_c - Q_1)^2 + \delta_3 \cdot [Q_c - (Q_1 + Q_2)]^2 + \delta_n \cdot [Q_c - (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n)]^2$$

$$\Delta h_s = \zeta \cdot \frac{Q_c^2}{s^2}; \quad \Delta h_{pr} = \beta Q^2_v;$$

$$\delta_1 \cdot Q_c^2 + \delta_2 \cdot (Q_c - Q_1)^2 + \delta_3 \cdot [Q_c - (Q_1 + Q_2)]^2 + \delta_n \cdot [Q_c - (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n)]^2 + \zeta \cdot \frac{Q_c^2}{s^2} + \beta Q^2_v = H_b \quad \dots (2a)$$

Na začetku prve faze je $H_b = H_b^{\max}$ in $Z = \alpha \cdot Q_c^2$; pri tem je zapornica popolnoma odprta, $\varphi = 100\%$ oziroma $s = d$.

Enačbo (2a) najhitreje rešimo grafično ali v postopni metodi poizkušanja.

Na koncu prve faze so vse turbine zaprte, t. j.

$$Q_1 = Q_2 = Q_n = 0$$

$$\Delta h_c = \delta_1 \cdot Q_c^2 + \delta_2 \cdot Q_c^2 + \delta_3 \cdot Q_c^2 + \dots + \delta_n \cdot Q_c^2$$

$$\Delta h_c = \sum_1^n \delta \cdot Q_c^2 = \sum_1^n \delta \cdot Q_k^2_{\max}$$

$$\sum_1^n \delta \cdot Q_k^2_{\max} + \zeta \cdot \frac{Q_k^2_{\max}}{s^2} + \beta \cdot Q^2_v = H_b^{\max} - (Z - \alpha Q^2_c) \quad \dots (2b)$$

Če hočemo rešiti enačbo (2b), moramo tabelarično oziroma grafično integrirati oscilacije nivoja v vodostanu oziroma rešiti diferencialne enačbe, omenjene ad A-2. Pri tem vzamemo kot prvo aproksimacijo, da je na koncu prve faze:

$$Q = \varphi(Z) \cong Q_0; \quad Q_v = Q_{k \max} - Q$$

$$Z = 1/2 (Q_{c \max} + Q_{k \max}) \cdot \frac{\tau}{F} \quad \dots (1a)$$

$$Q_{k \max} = \sqrt{\frac{H_b \max - Z + \alpha \cdot Q_0^2 - \beta \cdot Q_v^2}{(\Sigma \delta + \zeta/s^2)}} \quad \dots (iz \text{ enačbe } 2b)$$

Enačbi (1a) in (2b), z dvema neznankama $Q_{k \max}$ in Z , dasta točko linije konsumpcije $Q_c = \bar{\varphi}(Z)$ na koncu prve oziroma na začetku druge faze. Tretjo neznanko $Q = \varphi(Z)$ moramo rešiti z integracijo oscilacij v času od $t=0$ do $t=\tau$. Pri tem pa predpostavljamo, da linija konsumpcije $Q_c = \bar{\varphi}(Z)$ od začetka do konca prve faze predstavlja premico. Treba je upoštevati, da je to samo prva aproksimacija, ker je ta linija del kvadratne parabole.

Po končani integraciji po prvotni aproksimaciji moramo dobljene vrednosti za $Q \neq Q_0$ upoštevati pri določanju pretoka Q_v ter nato ponovno določiti $Q_{k \max}$. Tedaj vnovič integriramo po drugi aproksimaciji in dobimo s tem natančnejšo obliko konsumpcijske linije $Q_c = \varphi(Z)$ v prvi fazi (sl. 6).

Druga faza (od časa τ do pojava »ozkega grla«). Iz konsumpcijske enačbe sledi:

$$\delta Q_c^2 + \zeta \cdot \frac{Q_c^2}{s^2} + \beta Q_v^2 = H_b \max - (Z - \alpha \cdot Q_c^2)$$

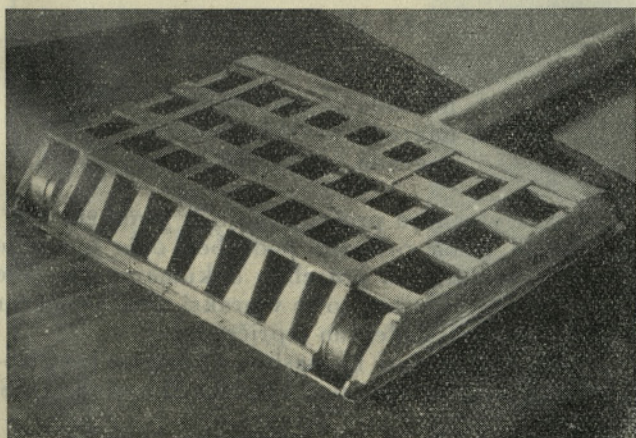
$$Q_c = \sqrt{\frac{H_b \max - Z + \alpha Q_c^2 - \beta Q_v^2}{(\delta + \zeta/s^2)}}$$

$$\text{in } \zeta \cdot \frac{Q_c^2}{s^2} + \beta \cdot Q_v = H'_b \quad \dots (2c)$$

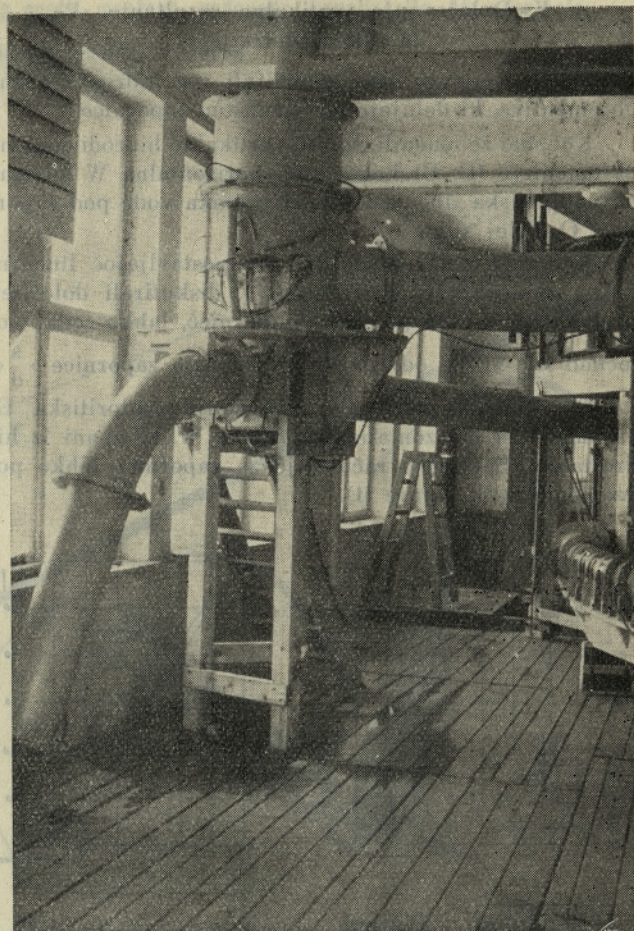
dobimo točko konsumpcijske linije na koncu druge faze.

V enačbi (2c) pomeni H'_b pritisk od dna pod zapornico do nivoja v vodostanu.

Pri določevanju »ozkega grla« računamo Q_c z različnimi vrednostmi »s« tako dolgo, da zadostimo enačbi (2c). Vrednosti pretoka Q_v ocenimo s pomočjo dosedanje



Sl. 7. Model varnostne zapornice



Sl. 8. Model vodostana z vgrajeno varnostno zapornico

prve faze integracije oziroma z ekstrapolacijo linije $Q = f(Z)$. S tem smo dobili vrednosti za prvo aproksimacijo pri integraciji oscilacije druge faze padanja varnostne zapornice. Če nastanejo razlike med ocenjenimi in z integracijo dobljenimi vrednostmi za Q oziroma Q_v , korigiramo, kolikor je treba, linijo $Q_c = \bar{\varphi}(Z)$.

Tretja faza (od časa pojava »ozkega grla« do popolne zapore, t. j. $t = \tau_s$).

Konsumpcijsko linijo računamo z enačbo (2c) in dobimo:

$$Q_c = s \sqrt{\frac{H'_b - \beta Q_v^2}{\zeta}}$$

če je:

$$H'_b = H_b \max - (Z - \alpha Q_0^2)$$

$$Q_c = s \sqrt{\frac{H_b \max - Z + \alpha \cdot Q_0^2 - \beta \cdot Q_v^2}{\zeta}}$$

Ker je na podlagi izvedene integracije lažje oceniti približno vrednost za Q oziroma za Q_v (na koncu tretje faze je $Q_c = 0$) in ker se tudi vrednost Z občutno ne spremeni v tretji fazi, zadostuje prva aproksimacija, ki izhaja iz

$$Z = f(t) \text{ in } Q_c = \bar{\varphi}(Z).$$

Rezultati, ki jih dobimo pri integriranju na sl. 6 omogočajo, da hitro določimo hidrodinamične obtežbe na zapornico kakor tudi sam zakon zapiranja.

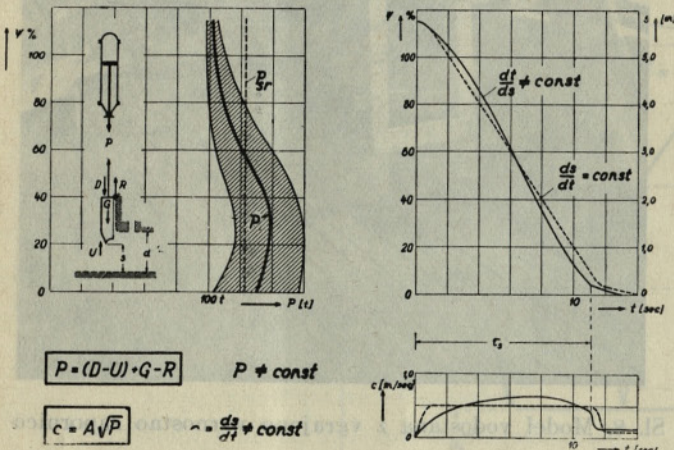
V. Določevanje vertikalne rezultante »P« in zakon zapiranja

V III. poglavju smo analizirali vse hidrodinamične obremenitve, ki delujejo na varnostno zapornico.

Kot smo že omenili, so vse vertikalne hidrodinamične obremenitve (D, U) kakor tudi horizontalna W odvisne od nadpritiska Δh_s oziroma od pretoka vode pod zapornico Q_c (glej sliko 5).

Ker smo v IV. poglavju, predpostavljajoč linearni zakon zapiranja (t. j. $P = \text{const.}$), diskutirali določitev pretoka Q_c v vseh položajih zapornice, lahko sedaj določimo silo »P« v odvisnosti od položaja zapornice $\frac{s}{d}$.

Podrobnejši podatki o računanju nadpritiska D, vzgona U in horizontalnega pritiska W, so znani iz hidrostatične. Specialno računanje za zapornice lahko povzamemo iz literature (1).



Sl. 9. Praktičen primer zakona zapiranja

Vsota vseh vertikalnih komponent za določeni primer je prikazana na levem diagramu slike 9.

Če poznamo torej rezultanto »P« v vseh položajih zapornice, lahko natančno določimo zakon zapiranja, t. j. kako se spreminja hitrost spuščanja

$$c = A \cdot \sqrt{P}$$

in iz

$$c = \frac{ds}{dt}$$

dobimo točen zakon zapiranja varnostne zapornice (desni diagram).

Linearni zakon zapiranja (črtkana linija) dobimo, če namesto vrednosti P vzamemo njeno srednjo vrednost P_{sr} (glej levi diagram).

Če razlike med linearnim in stvarnim zakonom zapiranja ne presegaajo procenta tolerance, ni potrebno ponoviti račun grafične ali tabelarične integracije za določanje pretoka Q_c (glej IV. poglavje).

ZAKLJUČEK

Če pri modelni preiskavi dušilke hkrati in na istem modelu določimo koeficient izgube pritiska pod zapornico »ζ« za vse procente odpiranja, je pri zapornici I. tipa (glej sliko 5) mogoče vzporedno izračunati vse hidrodinamične obremenitve in s tem zakon zapiranja.

Pri zapornici II. tipa (glej sliko 5) pa nam najzanesljivejše vrednosti hidrodinamičnih obremenitev da le direktna modelna preiskava.

LITERATURA

- (1) Kollbrunner C. und WYSS W., Aufzugskräfte von Wehrverschlüssen, Mitteil. über Forsch. und Konstruktion im Stahlbau, Heft 10, Zürich 1949.
- (2) Rich G., Hydraulic Transients, New York, Toronto, London 1951.

RAZPIS

NAGRAD ZA TEHNIČNE IZNAJDBE IN IZPOPOLNITVE IZ SKLADA BORISA KIDRIČA

Odbor Sklada Borisa Kidriča razpisuje na podlagi 3. člena Zakona o ustanovitvi Sklada Borisa Kidriča ter 15. do 19. člena Statuta tega sklada (Uradni list LRS št. 9 od 10. marca 1956) nagrade za iznajdbe in tehnične izpopolnitve, ki bodo podeljene v letu 1957.

Nagrade se bodo podelile za take iznajdbe in izpopolnitve, ki imajo velik pomen za naše gospodarstvo in ki so bile oziroma bodo patentirane oziroma uveljavljene v letih 1955 ali 1956.

Podeljene bodo tri nagrade v skupnem znesku 1.000.000 dinarjev, in sicer:

1. nagrada — 500.000 din,
2. nagrada — 300.000 din,
3. nagrada — 200.000 din.

Rok za vlaganje prošenj je do 1. januarja 1957. Prošnji je treba priložiti podroben opis iznajdbe oziroma izpopolnitve s potrebno dokumentacijo (kje in s kakšnimi rezultati so se v praksi uveljavile) ter za iznajdbe tudi patentno izpričevalo.

Prošnje je poslati na naslov: Odbor Sklada Borisa Kidriča — Izvršni svet Ljudske skupščine LRS, Ljubljana.

izvršuje projektne naloge za ceste, mostove, vodovode, kanalizacije, hidrocentrale,
melioracije, regulacije in vodnogospodarske osnove

Projekt nizke

LJUBLJANA

Parmova 33

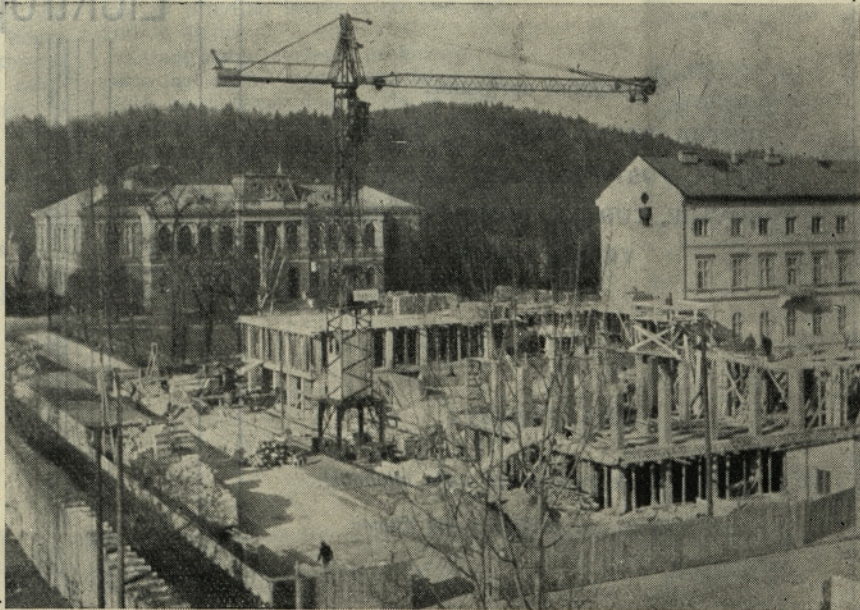
Zgradbe

GRADBENO PODJETJE



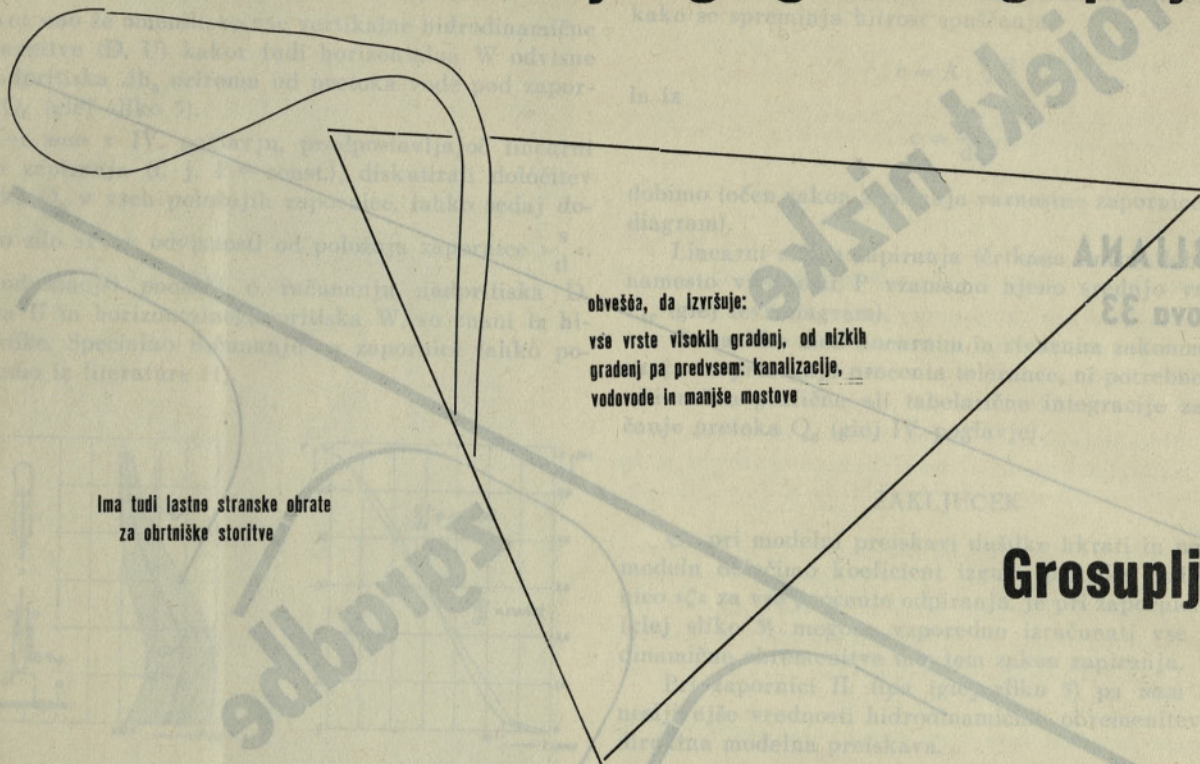
VOŠNJAKOVA ULICA 8/a

IZVRŠUJE
VSE VRSTE
VISOKIH
IN NIZKIH
GRADENJ
HITRO
IN SOLIDNO



Delovni kolektiv

Dolenjskega gradbenega podjetja



obvešča, da izvršuje:

vse vrste visokih gradenj, od nizkih
gradenj pa predvsem: kanalizacije,
vodovode in manjše mostove

Ima tudi lastno stranske obrate
za obrtniške storitve

Grosuplje

Gozdno gospodarstvo

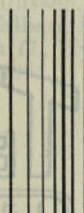
LJUBLJANA

z gozdnimi upravami:

BISTRA, POŠTA VRHNIKA, KAMNIK,
LITIJA, POŠTA ŠMARTNO PRI LITJI,
TRBOVLJE, TURJAK, POŠTA ŠKOFLJICA,
VELIKE LAŠČE

GRADITELJI!

*Les hrani skrite zaklade za našo udobnost,
naše zdravje, za počitek naših živcev*



Podjetje za projektiranje elektroenergetskih
in prenosnih naprav

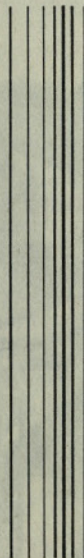
Elektroprojekt

Ljubljana, Hajdrihova 2/III

V izdelavo prevzemamo projekte za:

hidroelektrarne
kalorične elektrarne
transformatorske postaje
in daljnovode vseh napetosti
pregrade
hladilne stolpe
rekonstrukcije hidroelektrarn
in kaloričnih elektrarn

Nudimo tehnične nasvete
za hidrogradbeno
in elektrostrojno dejavnost



1954

LETO I.

STEV. 3

Ing. Vladimir Cadež:

DK 699.82

O zaščiti objektov pred škodljivimi vplivi vode

Oglejmo si ob mokrem vremenu, v času večjih nalivov, posebno spomladi in jeseni, v obdobjih, ko se taja sneg, razne gradbene objekte. Večkrat bomo naleteli na objekte, ki bodo kazali kaj klavirno sliko. Tako bomo n. pr. videli, kako teče deževnica zaradi nepravilno vzdrževanih žlebov curkoma po zidovih, včasih kar na hodnike, ob oknih bomo opazili mokre lise zaradi nepravilno izvedenih okenskih polic. Večkrat so podstavki obodnih zidov vlažni in zamazani, ker ni odstavek opečnega zidu pravilno izvršen, kleti so vlažne ter prehaja vlaga iz tal v pritlična stanovanja. Ako manjkajo žlebovi, se obodno zidovje zamaka ter se vlaga prenaša v notranjost.

Našteli smo le nekaj primerov, ki nam kažejo kako kvarno vpliva voda na objekte, ki niso pravilno grajeni ali pa redno vzdrževani.

Vse premalo se zavedamo, da je voda največji sovražnik že zgrajenega objekta, zato moramo imeti že od začetka projekta do začetka in konca gradnje stalno pred očmi, kako naj zgradimo objekt, da bo čimbolj zavarovan pred vodo oziroma vlago, ki nastopa v obliki padavin kot površinska ali pa talna voda.

Tudi ni vseeno, če gradimo objekt na zemljišču, ki propušča vodo, kot je n. pr. ugoden prodnat teren, ali pa če gradimo v ilovnatem terenu, ali pa v raznih tovarnah, kjer je polno kanalov, ki jih zasledimo šele pri gradnji

sami in kjer moramo računati na raznovrsten teren.

Ne samo, da vlaga škoduje objektu, tudi zdravju človeka je zelo nevarna v glavnem iz dveh vzrokov: prvič, ker odvzema toploto, (zato človeka zebe v vlažnih prostorih) in drugič, ker so v vlažnih prostorih ugodnejši pogoji za razvoj raznih bolezenskih klic in bakterij, ki jih pa uničujeta sonce in toplota.

Da se ne bi učili šele takrat, ko smo po lastnih izkušnjah prišli do spoznanja, kako ne smemo graditi, je potrebno opozoriti na nekaj detajlov, ki so v splošnem že poznani, vendar večkrat ne polagamo nanje tolikšne pozornosti, kot jo zaslužijo. Omejili bi se na nekaj najbolj značilnih primerov, ki pridejo največkrat v poštev in to pri visokih gradnjah.

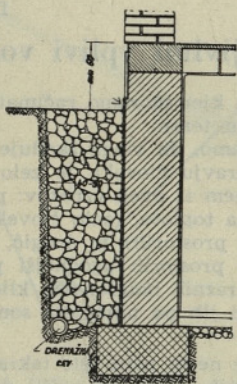
Predvsem moramo vedno solidno in pazljivo izvesti izolacijo med kletnim zidovjem in sledečim opečnim, ki zelo rado prenaša vlago navzgor, če izolacija ni pravilno izvršena po vsej dolžini in širini.

Zaradi slabo izvršene, prekinjene ali samo na enem mestu pretrgane izolacije se večkrat dogaja, da je treba pravkar dovršeno zgradbo popravljati, za kar so potrebna zamudna in draga dela.

Vsako zemljišče vsebuje nekaj vlage, ponekod več, drugod manj. Zato moramo pri gradnji podkletenih objektov zavarovati obodno kletno zidovje pred zunanjo vlago, da se ne prenaša nav-

žgor in pa v same kletne prostore. Večkrat je treba še pred zidovi ujeti talno vodo in jo po najkrajši poti po drenažnih cevih, ki leže niže od kletnih tal, odvesti od objekta.

Tam, kjer ni dosti vlage, zadošča,



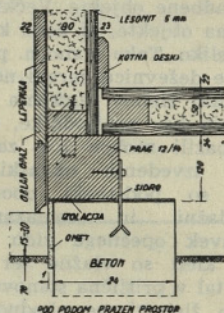
Slika 1.

da poleg vodoravne izolacije premažemo zunanje ploskve v zemljo segajočega obodnega zidovja najprej s cementno prevleko, nato pa z bitumen-skim ali podobnim premazom.

Kjer pa je treba računati, da je nasičenost zemljišča z vodo večja, moramo poleg že opisane izolacije izkopati drenažni jarek v širini 50 do 80 cm okoli stavbe. Vanj položimo suh zid iz lomljenca, ki sega od zgornje-ga roba temeljev do višine okoliškega

zemljišča s primernim zaključkom. Pri dnu je treba položiti drenažne cevi, ki odvajajo pritekajočo vodo v bližnjo kanalizacijo. Se solidnejšo izvedbo dobimo, ako napravimo ob nasutju z lomljenecem ca. 30 cm močno steno iz ilovice ali gline, ki ustavi k objektu prodirajočo vodo. Zgoraj opisano za-varovanje pred vlago oziroma talno vodo je prikazano v sliki št. 1.

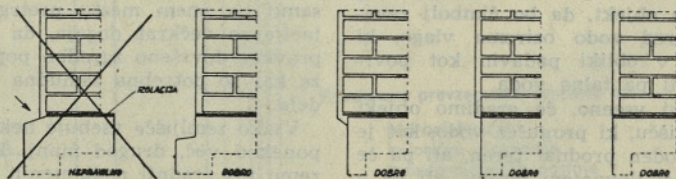
Največ napak se dela običajno pri kletnih podstavkih ob prehodu v opečni zid. Kletno obodno zidovje gradi-



Slika 3.

mo iz betona ali iz kamna ter je širše od nanj postavljenega opečnega zidu.

Največkrat je opečno zidovje zamaknjeno navznotraj, kar pa ni pravilno, ker udarja padavinska voda na nezaščiten odstavek ter pri tem močiči opečno zidovje. Večja širina kapa



Slika 2.

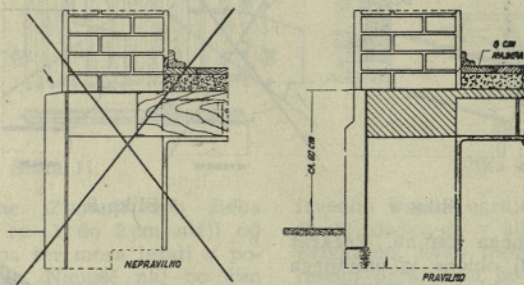
sicer štiti pri manjših višinah stavbe ta spodnji del zidu, vendar se pomankljivosti izvedbe kažejo, če padavine z vetrom močijo objekt.

Zato se je treba takšni izvedbi povsod izogniti in izvesti detalj kot ga kaže slika št. 2.

Pri tem so možne 3 variante, od katerih sta zadnji dve najboljši. Tako

gativno električen, in vlažnega zemljišča, ki je vedno pozitivno naelektrjeno. Z bakrenimi tokovodniki so že uspeli nevtralizirati ta učinek. Se več, z majhnim virom električnega toka, ki je povzročil nasprotni potencial, so odvedli vso vlago obodnega zidovja v zemljo.

Lesene stene je treba postaviti na



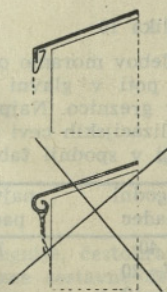
Slika 4.

se izognemo neposrednemu in škodljivemu močenju opečnega zidu, ki prenaša vlago v notranjost, kakor tudi umazaniam in vlažnim lisam, ki zelo škvarijo sicer še tako lep videz stavbe.

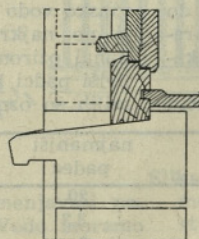
Zanimive so ugotovitve Svicarja P. Ernesta, ki trdi, da povzroča vlago v zidu in jo prenaša od okoliškega mokrega terena razlika v električnem potencialu temeljnega zidu, ki je ne-

betonski podstavek tako, da preprečimo vsako zamakanje. Primer pravilne izvedbe je prikazan v sliki št. 3.

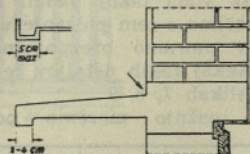
Pri stavbah, kjer ni žlebov in v primeru, da so žlebovi bodisi zamašeni ali pa pokvarjeni, se dogaja, da deževnica teče s streh na pod kapom ležeči teren, od katerega se odbija ter škropi spodnji del zidovja. Zato je



Slika 5.



Slika 6.

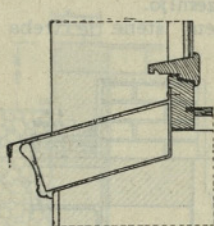


Slika 7.

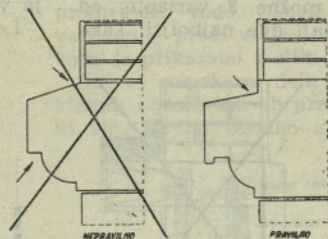
potrebno, da zavarujemo zidovje pred vlago do višine najmanj 50 cm, kar lahko storimo na več načinov. Prodiranje vlage v notranjost preprečimo ali s čistim cementnim ometom, z obloženim betonom, klinkerjem ali z

obrobi dimnikov, raznim ventilacijskim nastavkom, požarnim stenam, da zagotovimo brezhibno vodonepropustnost.

Odpadno vodo iz stranišč in pada-



Slika 8.



Slika 9.

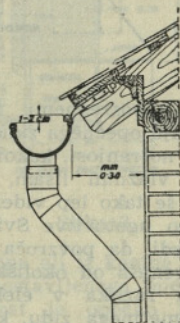
zidom iz naravnega kamna. Večkrat uporabljamo tudi obloge iz umetnega kamna. Izvedba oblog je razvidna s slike št. 4.

Okenske police in sploh deli, ki so izpostavljeni padavinam, morajo biti prekriti tako, da so vodni nosovi (odkapnice) taki, da se voda takoj odteče in ne zamaka spodaj ležečega zidu (glej sliko št. 5).

Pravilen detajl izvedbe betonskih okenskih polic je prikazan v sliki št. 6.

Pri balkonih in policah, kakor pri raznih vencih iz umetnega kamna je treba posvečati veliko pozornost pravilni izvedbi vodnega nosu, po katerem mora voda takoj padati na tla, da preprečimo s tem polzenje vode do zida, kar moramo brezpogojno preprečiti. Nekaj takih detajlov je prikazanih v slikah 7, 8, 9.

Veliko pažnjo moramo posvetiti



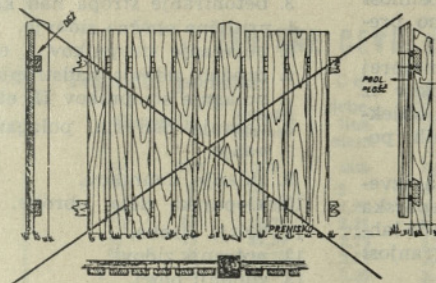
Slika 10.

vinško vodo iz žlebov moramo odvajati po najkrajši poti v glavni cestni kanal oziroma v greznico. Najprimernejši padci kanalizacijskih cevi v promilih so označeni v spodnji tabeli:

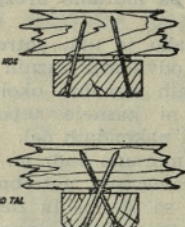
	Ø cm	najmanjši padec	ugodni padec	največji padec
hišni priključek	20	20	40	100
začetni kanali	20—30	3,3	7—20	70
stranski kanali	60—100	2	5—10	40
		1	2—5	20

Padec visečih žlebov je običajno 0,5 do 1 cm na 1 m dolžine, širina istih znaša 15–25 cm ter je odvisna od po-

pleg tega pa moramo posamezne ograjne deske postaviti toliko od tal, da niso direktno na zemlji. Nepravilno



Slika 11.



Slika 12.

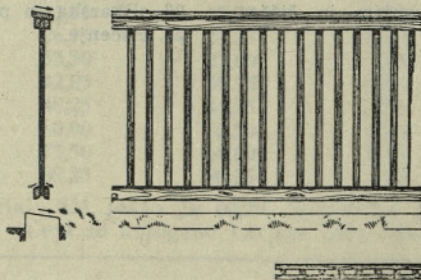
vršine strešine. Zunanji rob žleba mora biti za ca. 1 do 2 cm nižji od notranjega roba ter mora ležati v podaljšku strešine. Napušč naj bo čim večji ter naj segajo špirovci najmanj 30 cm preko zidu. Boljši je čim širši napušč. Detajl je prikazan v sliki št. 10.

Cesto delajo napake tudi pri lesenih ograjah, ki so stalno izpostavljene dežju ter je treba zaradi nepravilne izvedbe, zaradi katere v kratkem času

izvedbo lesene ograje vidimo v sliki št. 11, dočim je v slikah št. 12 in 13 prikazano, kako moramo konstruirati leseno ograjo, da bo najbolj odporna proti padavinam.

Iz nekaj zgoraj opisanih primerov, kako naj izvedemo razne detajle oziroma izolacije, vidimo, kako se lahko že pri projektiranju izognemo škodljivemu vplivu vode.

Pri sami gradnji objekta je pa potrebno posebno opozoriti na to, da se



Slika 13.

les segnije, čestokrat izmenjavati posamezne sestavne dele. Vodo moramo odvesti po najkrajši poti na tla in ne smemo nikjer dopustiti, da se nabira,

mora že pri pričetku del takoj odvesti vsa voda z območja grajenega objekta po najkrajši poti z gradbišča.

V stavbni jami se ne sme nikoli za-

državati voda, ki lahko povzroča razmehčanje terena pod temelji, s čimer se lahko občutno zmanjšuje nosilnost tal, kar pa moramo brezpogojno preprečiti.

Prav tako je tudi potrebno najprej proučiti odvajanje raznih pritokov iz eventualnih kanalov okoliških objektov, da ni kasneje nepotrebnih poškodb ali naknadnih del.

Paziti moramo tudi na to, da izvedemo pravočasno potrebna kleparska dela, kot so obrobe in žlebovi, da lahko nemoteno dovršujemo notranjost objekta.

Da zavarujemo objekt pred kvarnimi atmosferskimi vplivi padavin, moramo še posebno paziti, da uporabljamo pri gradnji stanovanjskih objektov le suh les in to pri vseh konstrukcijskih elementih, podih, stopnicah, mizarskih izdelkih, da se tudi tako zaščitimo pred vlago.

Prav tako moramo uporabljati pri stropovih suh prodec, ki ga nasipamo med stropnike, sicer se kaj kmalu pokvari še tako zdrav in suh les.

Ako hočemo pravilno graditi, moramo poznati zoporedje posameznih faz gradnje, ki jih po vrstnem redu navajamo kot sledi:

1. izkopi z odkrivanjem in čiščenjem terena,

2. temelji s kletnim zidovjem z drenažo in odvajanjem vode,
3. betoniranje stropa nad kletjo,
4. pritlično opečno zidovje,
5. polaganje stropnikov I. etaže,
6. opečno zidovje nadstropja,
7. polagnje stropnikov II. etaže,
8. vezanje ostrejša, polaganje, letvanje,
9. zidanje dimnikov,
10. kleparska dela, obrobe, žlebovi,
11. kritje strehe,
12. notranji zidovi,
13. zunanji omet,
14. stopnišče,
15. omet stropov,
16. inštalacija vodovoda, elektrike, centralne kurjave, kanalizacijskih cevi,
17. notranji omet zidov,
18. lesena stopnišča,
19. postavitev peči in štedilnikov,
20. kletne stopnice, pralni kotli,
21. tlakovanje kleti,
22. mizarska dela,
23. steklarska dela,
24. tlaki — estrihi,
25. lesena tla,
26. slikarska in pleskarska dela,
27. čiščenje.

Svinčeni sifoni, stiskani

Tehnični podatki:

Oblika	notranji pre- mer mm	zunanji pre- mer mm	približna teža po kosu v kg
A	32	35	0,46
A	40	45	0,60
A	50	53	0,92
B	32	35	0,62
B	40	45	0,86
B	50	53	1,20

Proizvod izdeluje:

TVORNICA
OLOVNIH
PROIZVODA

Zagreb

Savska cesta 131

Izdeluje tudi lite svinčene sifone v obliki lonca v teži 2,6 kg po kosu in z odvodno cevjo 50 mm

VARJENE CEVI, plinske, vodovodne, parovodne, črne in pocinkane

Tehnični podatki:

Dimenzije		zunanji premer mm	debelina stene mm	izračunana teža gladke cevi kg/m	teor. premer navoja na D	Navoj		največ. koristna dolžina navoja	Spojnica		teža 1 kosa kg
col	mm					število navoja na 1"	razdalja premera „D“ od roba cevi maks. min.		min. dolžina		
1,8	6	10	2	0,395	9,729	28	10	5,5	4	20	0,014
1/4	8	13,25	2,25	0,610	13,158	19	11	7	5	25	0,020
3/8	10	16,75	2,25	0,805	16,663	19	13	8	6	30	0,045
1/2	13	21,25	2,75	1,25	20,956	14	16	9	6	35	0,065
3/4	20	26,75	2,75	1,63	26,442	14	19	13	10	40	0,095
1	25	33,5	3,25	2,42	33,250	11	22	14	10	45	0,140
1 1/4	32	42,25	3,25	3,12	41,912	11	25	17	13	50	0,245
1 1/2	40	48,25	3,50	3,86	47,805	11	25	17	13	55	0,255
2	50	60	3,75	5,20	59,616	11	28	20	16	60	0,570
2 1/2	70	75,5	3,75	6,64	75,187	11	32	25	18	65	0,980
3	80	88,25	4	8,31	87,887	11	35	26	21	70	1,380

Material: Jeklo SM, Je 00,29. Specifična teža 7,85. Cevi od 1/2" do 3" so avtogeno varjene.

Proizvod izdeluje: ZELEZARNA JESENICE

Varjene cevi

okrogle, za konstrukcije, z normalnimi stenami

Tehnični podatki:

Zunanji premer col	notranji premer mm	debelina stene mm	teža na te- koči m kg
1/2	21,50	15,75	2,75
3/4	26,75	21,25	2,75
1	33,50	27,00	3,25
1 1/4	42,25	33,75	3,25
1 1/2	48,25	41,25	3,50
2	60,00	52,50	3,75
2 1/2	75,50	68,00	3,75
3	88,25	80,25	4,00

Proizvod izdeluje:

ZELEZARNA
JESENICE

Material: SM jeklo Je 00,29. Specifična teža 7,85 kg. Cevi so avtogeno varjene brez navoja.

VARJENE CEVI, okrogle, za konstrukcije, s tankimi stenami

Tehnični podatki:

Zunanji premer col	notranji premer mm	debelina stene mm	teža na te- koči m kg
1/2	21,25	17,25	2,00
	23,00	19,50	1,75
	25,00	21,50	1,75
3/4	26,75	22,75	2,00
	30,00	25,50	2,25
1	33,00	28,50	2,50
	35,50	30,50	2,25
	42,25	36,75	2,75
1 1/4	48,25	42,75	2,75
1 1/2	60,00	54,00	3,00
2	75,50	69,00	3,25
2 1/2	88,25	81,25	3,50

Proizvod izdeluje:

ZELEZARNA
JESENICE

Material: SM jeklo Je 00,29. Specifična teža 7,85 kg. Cevi so avtogeno varjene brez navoja.

Vlečena jeklena žica, okrogla

Patentirana žica

Tehnični podatki:

Kvaliteta kg/mm ²	dimenzija φ mm	svrha uporabe
120—140	5—5	za žične vrvi,
140—160	4—2	za peresa, ki
160—180	3—1	se ne kalijo,
180—200	2—0,2	za prej napeti beton itd.

Material: Jeklena žica ustrezne sestave.

Proizvod izdeluje:

**ZELEZARNA
JESENICE**

Juviflex

Masa za izolacijo električnih prevodnikov

Tehnični podatki:

kakovosti:

DF-11 GJ granulati za izolacijo prevodnikov jakega toka,
DF-11 GSI granulati za izolacijo prevodnikov šibkega toka,
DF-11 GMf granulati za izdelavo mehkejšega plašča,
DF-11 GMD granulati za izdelavo tršega plašča.

Dobavlja se v obliki raznobarvnega granulata v papirnatih vrečah po 25 kg. Masa je odporna proti plinom, kislinam in alkalijam in je negorljiva.

Proizvod izdeluje:

**JUGOVINIL
Tvornica plastičnih masa
Kaštel Sućurac**

Tehnični podatki:

Cevi Juviflex „Bugier“ F-210

dimenzije	tolerance	ca. gr/m
1 × 2	± 0,3	5
2 × 3	0,3	6
3 × 4	0,3	9
4 × 5	0,4	12
5 × 6	0,4	15
6 × 7	0,4	16
7 × 8	0,5	22
8 × 9	0,5	24
9 × 10	0,5	26

Cevi so negorljivi, odporne proti oljem, kislinam, lužinam, morski vodi, ozonu, atmosferilijam. Dobavljajo se v živih barvah.

trdnost na preteg 150 kg/cm²
raztezanje 200—300%
odpornost na mrazu —15° C
probojna trdnost 20—30 kV/mm
dielektrični kot izgube pri 800 Hz (tgδ) ± 0,03

Proizvod izdeluje:

**JUGOVINIL
Tvornica plastičnih masa
Kaštel Sućurac**

Tehnični podatki:

Cevi Juviflex F-21

dimenzije	tolerance	ca. gr/m
10 × 14	± 1 mm	100
15 × 20	1 mm	175
20 × 25	1 mm	215
25 × 32	1,25 mm	415
32 × 40	1,50 mm	580
40 × 48	1,50 mm	650

Cevi so odporne proti kislinam, lužinam itd., so negorljive. Odpornost je nekoliko manjša kot pri ceveh Juvitur. Uporabljajo se za kemijske tovarne, laboratorije, transport vode itd. Izdelujejo se v raznih barvah.

Proizvod izdeluje:

**JUGOVINIL, tvornica plastičnih masa
Kaštel Sućurac**