

41-42



GRADBENI VESTNIK

1956-57

VSEBINA:

Ing. Martin Obran, ing. Gorazd Berce: HLADILNI STOLP TERMO-ELEKTRARNE V BRESTANICI — Ing. Milivoj Šircelj: GRADNJA ZIČNICE V ANHOVEM — Ing. Svetko Lapajne: NEKATERE ZANIMIVOSTI OBJEKTOV TOVARNE SODE V LUKAVCU — Ing. Albin Jerin: PROJEKTIRANJE CEST V ZDA — Ing. Roman Štepančič: PREGLED PREISKAV BETONSKIH CEVI V ZAVODU ZA RAZISKAVO MATERIALA IN KONSTRUKCIJ LRS, LJUBLJANA, V OBDOBJU 1949—1954

Ing. Martin Obrn,
Ing. Gorazd Berce

DK 624.074.6:621.311.22

HLADILNI STOLP TERMoeLEKTRARNE V BRESTANICI

I. REKONSTRUKCIJA

Prvotni hladilni stolp v termoelektrarni Brestanici je bil zgrajen v letih 1943 in 1944 za kapaciteto 5.500 m³ vode na uro po načrtih dunajske firme Overhoff-Thausing. Rezervoar in predalčna konstrukcija sta armiranobetonska, dočim je kamin oblike pravilnega dvanajsterokotnika s stranico 6.0 m in višino 28.6 m lesen. Nosilna konstrukcija pršišča ter kanali za vodo so bili prav tako leseni razen spodnjih stebrov v rezervoarju, ki so armiranobetonski.

Pršišče samo je tudi leseno, izdelano po patentu omenjene dunajske tvrdke.

Po nekaj letih je bilo potrebno izmenjati dele pršišča kakor tudi posamezne lesene stebre in nosilce. Čeprav je bil les za kamin impregniran, je bil v letu 1952 v zelo slabem stanju. Med posameznimi deskami so nastale špranje, ki so poslabšale vlek, posamezne deske pa so morale že prej zamenjati. Tudi lesena nosilna konstrukcija kamina je bila slaba.

Ker se je bilo bati, da bo močnejši veter podrli leseni kamin, so ga v l. 1951 zgoraj okrepili z novim lesenim obročem. Iz teh razlogov je bilo potrebno hladilni stolp rekonstruirati. Na splošno vlada danes mišljenje, da naj bo hladilni stolp trajen objekt in da je zanj najprimernejša armiranobetonska konstrukcija. Jeklena ogradnja kamina z leseno ali salonnitno oblogo je potrebno zaradi močne vlage pogosto pleskati, prav tako tudi pritrdilni material, da ne začne rjaveti; vse to povzroča precejšnje stroške, dočim pri armiranobetonski konstrukciji praktično odpade vsako vzdrževanje.

Ker sta obstoječi rezervoar in predalčna konstrukcija v dobrem stanju, smo to konstrukcijo obdržali ter izdelali projekt za armiranobeton-

ski kamin, ki bo zgrajen nad rezervoarjem.

Lastna teža lesenega kamina je znašala ca. 70 ton, novo projektirana armiranobetonska krožne-cilindrična lupina debeline $d = 15$ cm in višine $h = 35$ m, svetlega premera $D = 22.90$ m pa tehta 950 ton, t.j. 13.5 krat več. Jasno je, da obstoječa predalčna konstrukcija ter stene in talna plošča rezervoarja niso zmogle prevzeti 13.5krat večjo obtežbo, kar je za kontrolo pokazal tudi statični račun.

Štiri sonde okrog stolpca (v notranjosti zaradi obratovanja ni bilo možno sondirati) so pokazale, da se v globini 2 do 3 m pod talno ploščo rezervoarja nahaja zdrav lapor, za katerega je podal Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij v Ljubljani dopustno obremenitev 4 kg/cm².

Zaradi tega temelji novoprojektirana armiranobetonska lupina stolpca direktno na laporju, ločeno od rezervoarja. Nosi jo 12 vertikalnih stebrov kvadratnega prereza 65/65 cm, višine 12.5 m, katerih os se seka z osmi predalčne konstrukcije. Prerez stebrov je bil določen tako, da se po razdelitvi obremenitve v vozliščih predalčne konstrukcije, obtežba na obstoječe predalče in rezervoar ne poveča. Novi stebri so dimenzionirani na celotno obtežbo armiranobetonskega kamina, da bi se preprečilo eventualne deformacije obstoječega rezervoarja.

Za čas gradnje bo treba za temelje teh stebrov prebiti talno ploščo rezervoarja v velikosti 1.90 x 1.90 m. Presekano armaturo bodo upognili na stran, ko pa bo temelj stebra izravnal s ploščo, jo bodo zravnali v prvotni položaj in zabetonirali, tako da bo tvorila plošča s stebrom vodotesen element in ne bo nevarnosti, da bi stik puščal vodo. Da se ne bi teren pod ploščo rezervoarja ter gramoz pod pustim betonom razrahljal, je izkop zavarovan z zunanjim opažem, ki ga bodo izvlačili med betoniranjem. Beton bodo dobro vi-

brirali z visokofrekvenčnimi pervibratorji, tako da bo stik med temeljem in terenom dober in tesen.

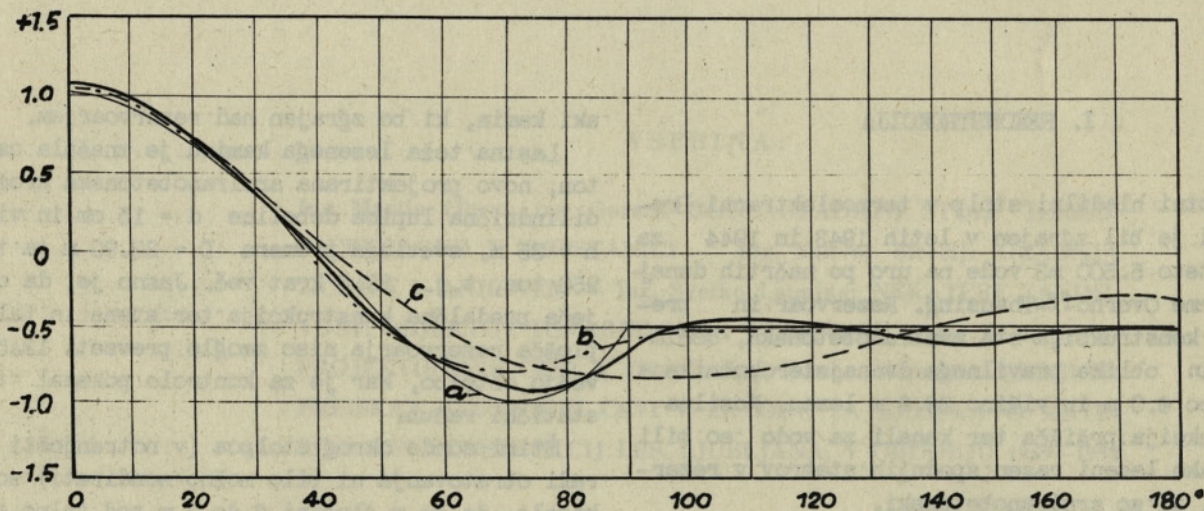
Kamin omenjenih dimenzij je projektiran kot krožnocilindrična lupina, spodaj vpeta v venec, ki ga nosijo stebri in predalčna konstrukcija. Zgoraj pa je lupina ojačena z obročem. Statični račun je izveden po membranski teoriji in upošteva robne motnje membranskega napetostnega stanja ob spodnjem in zgornjem ven u, za lastno težo, obtežbo z vetrom ter temperaturno razliko med notranjostjo in zunanostjo stolpa.

$$p_3 = 0,332 \cdot p \quad p_4 = 0,137 \cdot p \quad p_5 = -0,050 \cdot p$$

Vse krivulje se precej dobro ujemajo. Po statičnem računu lupin so izračunane obodne sile N_φ , normalne sile N_x v vertikalni smeri ter tangencialne sile $N_{x\varphi}$.

Največja natezna obodna sila $N_\varphi = 630 \text{ kg/m}$, tlačna pa $-N_\varphi = 880 \text{ kg/m}$. Maksimalna tangencialna sila $N_{x\varphi} = 3780 \text{ kg/m}$.

V vertikalni smeri se sumirajo sile zaradi obtežbe z vetrom in lastne teže cilindra. Zaradi



Skica 1
 — TE Brestanica
 a) — DIN 1055
 b) - · - - TE Herserange (francoski predpisi)
 c) · · · · TE Goldenberg

Jakost vetra je vzeta po jugoslovanskih predpisih, razdelitev pritiskov po obodu pa po francoskih, Regles Vents et Neige 1946. Za primerjavo so vzeti tudi nemški predpisi DIN 1055. Na skici števil. 1 so prikazane posamezne krivulje za razdelitev pritiskov vetra po obodu stolpa.

$$p = \sum_{n=0}^5 p_n \cos n\varphi \quad n = 0, 1, 2 \text{ do } 5$$

Račun upošteva 5 členov (pri računu hladilnega stolpa Goldenberg v Nemčiji so vzeli člene do $n = 4$).

Po računu Fourier-ovih vrst dobimo

$$p_0 = -0,273 \cdot p \quad p_1 = 0,478 \cdot p \quad p_2 = 0,476 \cdot p$$

obtežbe vetra znaša $N_{x \max} = 3,8 \text{ t/m'}$ (pritisk) in $-N_{x \max} = 6,4 \text{ t/m'}$ (nateg), zaradi lastne teže objekta dobimo $x \cdot g = 14,0 \text{ t/m'}$. Sumiranje teh sil znaša $N_{x \max} = 17,8 \text{ t/m}$ (pritisk) in $N_{x \min} = 7,6 \text{ t/m'}$ (pritisk). Stene cilindra ni treba sidrati.

Čeprav bi statično zadostovala manjša debelina lupine od $d = 15 \text{ cm}$, smo to debelino izbrali iz operativnih razlogov, zaradi gradnje s pomičnim opažem, ker povzročajo tanjše debeline precejšnje težave zaradi trganja betona. (Drechsler priporoča minimalno debelino $d = 14 \text{ cm}$). Hkrati z gradnjo je predviden znotraj in zunaj fini cementni omet, zaglajen s plazmo.

Pozimi je v notranjosti stolpa toplejše kot zunanaj. Rezultatov merjenja temperature na zunanji in notranji površini betona ni na razpolago (do-

biti jih ni bilo mogoče ne iz Francije in ne iz Nemčije, kjer so izjavili, da jih nimajo). Zato je bila vzeta predpostavka $\Delta t = 10^\circ \text{C}$, pri čemer vzamemo $E_b = 200.000 \text{ kg/cm}^2$. Kot je znano, se z naraščajočimi napetostmi E_b zmanjšuje. Če predpostavljamo, da je $E_b = 100.000 \text{ kg/cm}^2$, dobimo iste napetosti za $\Delta t = 20^\circ \text{C}$.

Zaradi tega je cilindrična lupina (po Timoshenku-Donnelu) da visoke vrednosti, saj je kritična sila (Bullast) za red veličine večja kot največja možna obtežba.

Račun stabilnosti cilindrične lupine (po Timoshenku-Donnelu) da visoke vrednosti, saj je kritična sila (Bullast) za red veličine večja kot največja možna obtežba.

Praksa je pokazala, da traja lesena nosilna konstrukcija pršišča, ki je izpostavljena pogosto menjajočima se vlagi in izsuševanju, 10 - 12 let. Zato smo se odločili, da bo ta konstrukcija armiranobetonska.

Čas, ki je na razpolago za gradnjo, znaša ca. 6 mesecev (od 1.IV. do 1.X.), ker v tem času lahko obratuje elektrarna z zmanjšano kapaciteto, dočim mora v ostalem letnem času zaradi energetske situacije polno obratovati.

Zaradi tega je bilo treba izdelati projekt tako, da lahko zgradimo objekt približno v 6 mesecih.

Na drugi strani bi odranje in opaževanje stebrov ter pet etaž nosilcev pršišča v skupni višini od dna rezervoarja 11 m zahtevalo znatne količine lesa ter veliko število tesarjev, saj znaša premer pršišča 34 m. Razen velike porabe lesa in kvalificirane delovne sile bi bila gradbena doba daljša kot pri montažnem načinu, ter je sploh dvomljivo, če bi mogli v šestih mesecih končati gradnjo.

Iz teh razlogov smo se odločili za montažni način gradnje in predvideli, da v zimskem času podjetje izdela prefabricirane armiranobetonse elemente.

Stebri imajo majhne konzole, na katere se polagajo nosilci pršišča; njih izdelava je preprosta, ker imajo obliko prizme. Da je montaža bolj preprosta pustimo na vsakem nosilcu približno po 5 cm zraka. Armatura sega iz nosilcev in konzol, tako da na samem mestu zalit stik dobro drži. Stebri so preračunani na vertikalno obremenitev. Ustrezna armatura pa ne more prevzeti upogibnega momenta pri obračanju stebra iz horizontalne v vertikalno lego za prenos z žerjavom. Zato so v stebrih predvidene kljuge za žerjav v taki razdalji, da napetosti v stebrih za časa prenosa niso prekoračene.

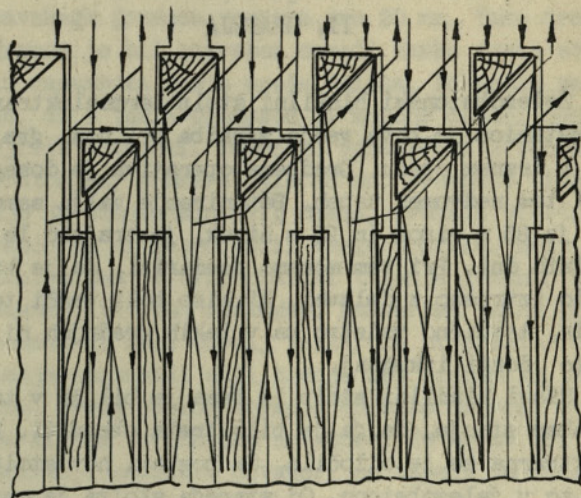
Ves beton, bodisi montažni elementi ali na samem mestu zalit, je MB 220. Ker je gost in

vodoodržen beton osnova za trajnost objekta, mora biti ves beton dobro zgoščen z vibratorji. Za obodno steno je predvideno maksimalno zrno 15 mm, da bo tudi površina betonske ploskve pravilno zalita.

Zaradi obstoječih armiranobetonskih stebrov, ki segajo do gladine vode v rezervoarju, ter obstoječe dovodne cevi smo obdržali isto dispozicijo kanalov in stebrov v stolpu, dočim smo razporeditev stebrov in nosilcev v tistem delu pršišča, ki je izven kamina, nekoliko poenostavili.

V prvotnem stolpu so bili vsi kanali leseni, dočim bodo v novem glavni kanali armiranobetonski, razdelilni pa salonitni, v katerih so luknje za tulce izvrtane v svežem salonitu. (Salonitne kanale ima več hladilnih stolpov v Angliji in tudi stolp termoelektrarne Herserange v Franciji).

Razpršilni krožniki za vodo ostanejo isti in te izdeluje keramična tovarna v Libojah.



Skica 2. Detajl pršišča, sistem Thausing

Edini leseni element v novem stolpu je pršišče samo, ki je ostalo isto, kot je bilo prvotno (skica 2). Dobra stran tega pršišča je ta, da so vse ploskve omočene, njegova pomanjkljivost pa je v tem, da ne traja dolgo, ker začnejo trohneti letve in deščice majhnih dimenzij zaradi pogosto menjajočega se sušenja in vlage.

V novi konstrukciji bo leseno zunanjo oblogo pršišča v starem stolpu zamenjala salonitna. Te plošče so pritrjene elastično s pocinkanimi kljukami, da se plošče lahko deformirajo, kadar oledeni zunanji del pršišča.

Z novimi stebri se je ploskev vstopa zraka v stolp nekoliko zmanjšala, zato je po termodinamičnem računu, ki ga je napravil ing. Javornik, novi stolp za 8.4 m višji od prvotnega. Tako je kapaciteta novega stolpa nasproti leseni nekoliko povečana.

Če računamo, da trajajo armiranobetonske konstrukcije 50 let, lesene pa 10 let, nam ekonomski račun pokaže, da je armiranobetonski stolp ekonomičnejši kot lesen. Letna razlika stroškov gre za 1,074.000.- din v prid armiranobetonskemu stolpu.

Volumen obstoječega armiranobetonskega rezervoarja znaša 380 m³ in vanj je vgrajenega 32,3 t betonskega jekla. Razen tega je odpadel potreben izkop v zemlji III. kategorije, ki znaša ca. 2.500 m³. Skupni prihranek v primerjavi z novo gradnjo znaša ca. 8 milijonov. Pri tem pa ni vračunana vrednost dovodne in odvodne jeklene cevi, ki bi jo pri novi gradnji morali na novo zgraditi. Prav tako ni vračunana vrednost zemljišča, ki bi ga potrebovali za novo gradnjo. Če prištejemo te vrednosti k prihranjeni vsoti pri gradbenih delih, znaša skupen prihranek nasprotni novi gradnji okrog 10 milijonov dinarjev.

II. GRADNJA

Železobetonski hladilni stolp termoelektrarne Brestanica je prva večja zgradba pri nas, grajena v drsnem opazu. Gradbena operativa je dosegla pri tem nedvomen uspeh. Betoniranje valja samega, ki je 35 m visok in 22 m širok, je trajalo le 20 polnih dni. Pri tem moramo poudariti, da je bilo delo izvršeno z delavci, ki niso bili večji tega dela, tehnično vodstvo pa v takih gradnjah ni imelo dosti izkušenj.

Stari hladilni stolp iz lesa je bil že v tako slabem stanju, da ga je bilo treba obnoviti. Elektrarna se je odločila, da postavi nov stolp in to v železobetonu. Od starega stolpa je ostal le spodnji železobetonski del z bazenom, poševnimi betonskimi oporami, na katerih sloni železobetonski venec in koničasti betonski stebri v bazenu, ki nosijo pršišče. Projektant je izdelal načrt za stolp višine 35 m, notranjega polmera 11 m, s 15 cm debelo obodno steno. Ker je v betonu izdelani cilinder v primeri s starim lesenim težji, je bilo treba okrepiti celotni spodnji del, to je temelje in venec, na katerem stoji cilinder. Tudi staro leseno ležišče za pršišče je projektant zamenjal z novim železobetonskim. Projekt je določal, da se vsi nosilci in stebri pršišča izdelajo po montažnem načinu. Vse te dele, po številu preko 3300 kosov, naj bi betonirali v posebni delavnici, nato pa montirali na stavbi.

Vse delo, to je porušiti stari in dograditi novi stolp, je bilo treba opraviti v času od aprila do septembra, ko je elektrarna obratovala v zmanjšanem obsegu, brez hlajenja vode.

Gradbeno podjetje Gradis, ki je prevzelo de-

lo že v novembru, si je gradnjo organiziralo tako, da je preko zime izbetoniralo vse montažne dele v ogrevani betonski delavnici na gradbišču. Ostala dela so opravili v letnem času.

Delo samo je potekalo po predvidenem programu. Podiranje starega lesenega stolpa ni delalo posebnih težav. Bilo je pa nevarno, ker ni bilo mogoče postaviti posebnih odrov za podiranje. Večje težave so nastopile pri kopanju temeljev za glavne nosilne stebre v globini treh metrov. Predhodno izvršene sonde, izkopane v bližini vodnega bazena, so pokazale, da temelji stolp na plasteh laporja. Izkop za temelje v vodnem bazenu je pa dal precej drugačno sliko strukture tal. Pod plastjo z ilovico pomešanega gramoza se je pojavila sivica v debelini preko treh metrov. Vsa plast nad sivico je bila prepojena s talno vodo, ki je takoj zalila izkopane temelje. Vodo je bilo treba črpati. Deloma so uporabljali tudi zagatni opaz. Po nasvetu Zavoda za raziskavo materiala je projektant razširil temelje, tako da se je nosilnost tal zmanjšala od prvotnih 4 kg/cm² na 3,5 kg/cm². Dno temelja je segalo še 30 cm v sivico. Prve plasti betona pa so vgradili neposredno po izkopu, dokler je bila površina še suha.

Betoniranje 12,5 m visokih glavnih stebrov prereza 65 x 65 cm je potekalo normalno. Velik prerez stebrov je dopuščal uporabo gramoza velikosti zrn preko 50 mm, kar je dalo dobre rezultate.

Ob vrhu glavnih stebrov, tik pod vencem, se novi stebri stikajo s starimi poševnimi oporami. Po prvotni zamisli projektanta bi se moral stari železobetonski venec porušiti, poševne stebre naj bi pri stični točki odsekali, tako da bi nov vertikalni steber segal med starima do višine novega venca. Pokazalo pa se je, da bi povzročalo podpiranje poševnih stebrov in rušenje starega venca velike težave in predvsem veliko časa. Gradbeno podjetje je predlagalo, da ostane stari venec, novi pa se zabetonira vrhu njega. Po pristanku projektanta in investitorja se je delo tudi tako izvedlo. S tem je odpadlo rušenje starega venca, podpiranje poševnih opor, in podpiranje nosilnega opaza za novi venec. S tem se je skrajšal čas za dovršitev dela najmanj za tri tedne. Stik starih in novih stebrov so izvedli tako, da so betonirali glavne stebre do stične točke obeh poševnih opor. Zaradi povezave so v opore izsekali stopničaste reže, glavno pokončno armaturo novih stebrov pa so namestili skozi luknje, izvrtane skozi stari venec in opore.

Poleg opisanega dela je bilo treba izmenjati osemdeset od sto koničastih nosilnih stebrov v bazenu. Ti so bili namreč delno poškodovani, delno pa niso ustrezali novim načrtom. Pri tem bi poudaril posebno to, da je stari beton, ki je sicer stal-

no v vodi, izkazoval izredno odpornost, zaradi tega je prebijanje talne betonske plošče za nove temelje in sekanje stebrov le počasi napredovalo.

Ko so vzpostavili spodnji del stolpa, je sledila druga faza dela: postavljanje stebrov in nosilcev pršišča ter zalivanje stikov montažnih delov. Za dviganje in nameščanje ogrodja pršišča je služil stolpni žerjav. Tir žerjava je bil speljan do sredine bazena, tako da je ročica žerjava obsegla ves prostor stolpa. Z montiranjem se je pričelo na zunanjem obođu, na nasprotni strani žerjavovega tira. Ko so bili postavljeni vsi deli pred žerjavom ter desno in levo od njega, se je žerjav pomikal iz notranjosti stolpa. Pri tem delu je povzročalo največ skrbi dviganje in postavljanje 7 metrov visokih stebrov prereza 20 x 20 cm. Te pa je bilo treba najprej dvigniti iz horizontalne lege, jih položiti na poševen za to pripravljen oder ter jih nato privezati na žerjav za posebno kljuko ob vrhu, da jih je lahko dvignil v vertikalno lego. Za dvig iz horizontalne lege je imel vsak stebel v vsaki tretjini dolžine vbetonirano kljuko. Neposreden dvig v vertikalno lego ni bil mogoč, ker stebri niso bili računani na upogibne momente. Stebre je bilo treba postaviti na spodnje tri metre visoke koničaste stebre bazena z ležiščem ob vrhu 20 x 20 cm. Ker so spodaj molela iz stebrov štiri betonska železa, ki so služila za povezavo pri zalivanju stikov, so podlagali posebne betonske prizme. Na novo postavljene stebre je bilo treba vezati z že montiranimi lesenimi ploščami in vijaki. Graditelji so posebno pazili pri zalivanju stikov montažnih elementov. Na nekaterih vozliščih je prišlo skupaj po pet elementov iz različnih strani in to na ležišču 20 x 20 cm. Polaganje nosilcev na konzole stebrov in njihova medsebojna vezava ni povzročala nikakih težav.

Najbolj zanimivo delo je bilo betoniranje valja, čigar stene so le 15 cm debele. Kot že omenjeno, so uporabljali drsni opaž z obojestranskim visečim odrom, kot ga prikazuje slika. Opaž je slonel na 28 jarmih, ki so bili v razdalji 2,5 m. Na stavbo je bil pripeljan v delno že skupaj zbitih delih, tako da ga je bilo treba le sestaviti in zvezati z vijaki. Kljub temu, da je opaž moral prenašati vso obtežbo materiala (betona) in delavcev, in da je bil stalno pod dinamično obtežbo, ni nikjer popustil ali kazal kakršnekoli okvare.

Za kontrolo vertikalne in horizontalne smeri betoniranja so bile pripravljene tri merilne naprave. Na vsakem tretjem jarmu je bila pritrjena vodna tehtnica s katero so nadzirali enakomerno dviganje betona po vsem obođu. Ver-

tikalnost smeri so pa označevala grezila na vsakem jarmu in glavno grezilo v sredini stolpa. Tu je bil montiran železen obroč premera 2 m z naznačenimi vrvmi, ki so držale ves opaž v pravilni krožni legi. V sredini obroča je bilo pritrjeno grezilo. Kontrola s tem grezilom je bila najbolj uspešna, medtem ko so vodne tehtnice hitro odpovedale in jih je bilo treba vsak dan popolnoma obnoviti. Služile so le za grobe meritve.

Betoniranje so pričeli tako, da so opaž napolnili do polovice to je ca. 60 cm, nakar se je beton strjeval. Po štirih urah so opaž dvignili za 2 cm in ga napolnili z betonom do vrha. Potem je sledilo neprekinjeno betoniranje. Zaporedoma so z dvigalkami dvigali opaž za 15 do 20 cm; temu je sledilo betoniranje, ponoven dvig itd. Betoniranje se je nadaljevalo noč in dan z dvema grupama po 10 ur; daljši odmor je bil določen med četrto in šesto uro zjutraj, ko je beton zaradi nočnega hladu vezal počasneje.

Beton je bil zelo plastičen, sestavljen iz savskega gramozja premera zrn 20 mm. Tako droben gramoz je bil potreben zaradi tanke stene stolpa in razmeroma goste mreže železa. Pokazalo pa se je, da s takim gramozom ni mogoče doseči zadovoljivih trdnosti. Beton so vgrajevali z Wacker vibratorjem, premera igle 35 mm. Premočno vibriranje je otežkočalo dvig opaža, premalo vibriranje pa ni dobro zalilo vsega profila. Med betoniranjem je bilo opaziti trganje betona, ki je nastalo iz dveh razlogov. Razmeroma tanka plast betona ni bila dovolj težka, da bi držala ravnotežje nasprotni sili trenja med opažem in betonom. Drugi razlog trganja so bile navzdol obrnjene kljuke vertikalne armature. Te so se pri vibriranju zasukale navzgor, se zapele za opaž in vlekale za seboj tudi beton. To napako so takoj odpravili z bolj pazljivim delom pri vezanju armature in betoniranju.

Jarmi opaža so sloneli na dvigalkah, te pa na palicah iz betonskega železa premera 28 mm. Da so se palice stikale v različnih višinah, so dosegli s tem, da so bile prve vrste palic različne višine od 3 - 5 m, nadaljnje pa vse enake dolžine (5 m). Med delom se je nekaj palic pod težo dvigovanja skrivilo; te je bilo treba ob površini betona odrezati in novo palico vsidrati v beton s širokim železnim podstavkom.

Beton so dvigali s žerjavom do odra in ga nato transportirali s samokolnicami do mesta betoniranja. Ves transport je potekal po notranjem hodniku opaža.

Organizacijo gradilišča je narekovala oblika zemljišča okrog stolpa. Predvsem so se odločili, da bodo dvigali material s stolpnim žerjavom. Tir zanj je bilo treba zaradi slabega materiala postaviti na pilote. Ročica žerjava je segala le

do polovice notranjosti stolpa, če je žerjav stal ob zunanjem obodu. Da bi žerjav rabil tudi pri montaži pršišča po vsem delovnem prostoru, ga je bilo treba pripeljati v sredo stolpa. V ta namen so odstranili eno stranico dvanajsterokotnega starega venca in porušili dva poševna stebra. Poševne opore so sekali tako, da so luščili beton v manjših plasteh po vsej poševni dolžini; tako jih ni bilo treba podpirati posebej. Žerjav in tir v bazenu je bil nameščen na posebnem odru.

Stolp stoji na terasi, spodnje pobočje terase in spodnji plato so izkoristili za deponijo gramoz. Savski gramoz je bilo treba prati. Na terasi je bil postavljen pralni boben in nad njim silos za gramoz. Žerjav je dvigal gramoz od spodnje terase v silos, iz tega je tekel v prostem padu v pralni boben in od tam na spodnjo teraso. Betonski mešalec je stal na platoju pod teraso ob gramozu. Tam je bila tudi tesarska delavnica in

železokrivski prostor.

Še nekaj podatkov o porabljeni delovni sili. Za postavljanje drsnega opaža je bilo porabljenih 4,54 tesarskih ur za 1 m². Ko je bil opaž dvignjen za okrog 3 m, so postavili tesarji še viseč delovni oder in porabili za to 1,4 ure za 1 m² opaža. Betoniranje oboda samega je zahtevalo za 1 m³ betona: 4,24 tesarskih ur v tem je računano postavljanje srednjega stopnišnega odra in pomoč pri dviganju opaža, nadalje 1,06 zidarskih ur, 11,64 težaških ur, 0,6 električarskih ur, 1,06 strojniških ur pri žerjavu in 1,06 strojniških ur pri mešalcih. Krivljenje in polaganje armature je terjalo 1,32 železokrivskih ur in 2,12 ur težakov, računajoč na 1 m³ betona.

Betoniranje hladilnega stolpa v Brestanici pomeni vsekakor korak naprej pri uvajanju modernjših načinov gradnje industrijskih objektov pri nas.

Ing. Milivoj Široelj

DK 625.92

GRADNJA ŽIČNICE V ANHOVEM

Ker se je dosedanja kamnolom mehkega laporja v Anhovem leta 1952 začel izčrpavati, se je tovarna cementa v Anhovem odločila, da zgradi novo žičnico za dovoz laporja v tovarno. Projekt: „Slovenija Projekt“ Ljubljana (abs.ing. Klemenčič). Izvajalec: SGP „Primorje“ Ajdovščina. Trasa nove žičnice začne pri kotni postaji stare žičnice, ki leži nad cementarno na levem bregu Soče in gre preko grebena v Deskle. Skupna dolžina trase znaša 1681,65 metrov ter ima skupno 15 stebrov, grebenski prehod „G“, pogonsko postajo „P“ in nakladalno postajo „N“. Najvišja kota žičnice je 305,55 metra na grebenu med Anhovim in Desklami (slika 1).

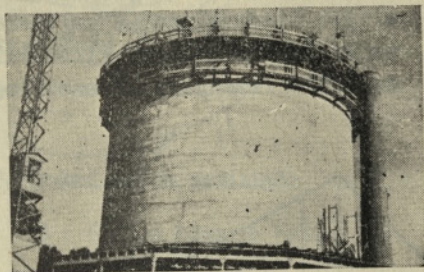
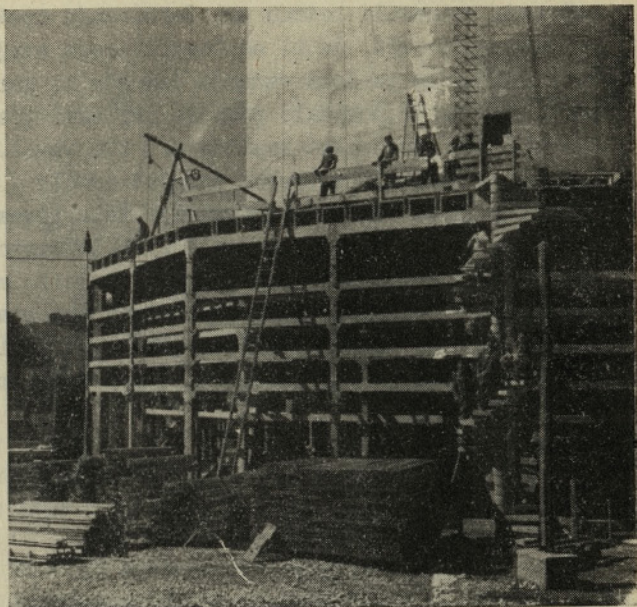
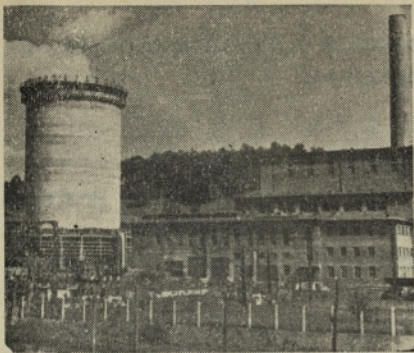
Prvotni projekt je predvideval za žičnico lesene stebre. Ta projekt pa so spremenili, ker je zahteval izredne dolžine lesa, ter so nato v novem projektu projektirali železobetonske stebre. Gradnja teh stebrov naj bi bila montažna. Višina stebrov je bila projektirana od minimalne višine 3,61 m za stebel „12“ do maksimalne višine 20,65 m za stebel „3“.

Celotna gradnja je bila razdeljena na dve sekciji:

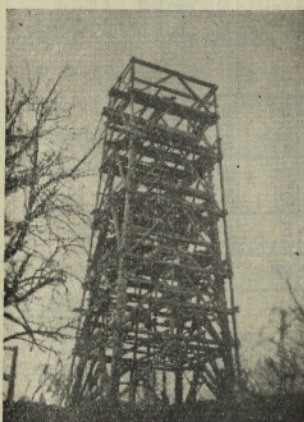
1. sekcija obsega stebre od pogonske postaje „P“ do grebenskega prehoda „G“; 2. sekcija pa stebre od grebenskega prehoda do nakladalne postaje „N“.

Ker so bili stebri projektirani večinoma po težko dostopnem in strmem terenu, bi bila edina možnost, da se za dovoz materiala in elementov postavi ob trasi žičnice pomožna žičnica. Po prvotni zamisli bi najprej postavili žičnico na I. sekciji od platoja med stebroma „2“ in „3“ do grebenskega prehoda in bi nato po dovržitvi del na I. sekciji isto pomožno žičnico predstavili na II. sekcijo. Da bi pa delo hitreje napredovalo, so to zamisel kasneje ovrgli.

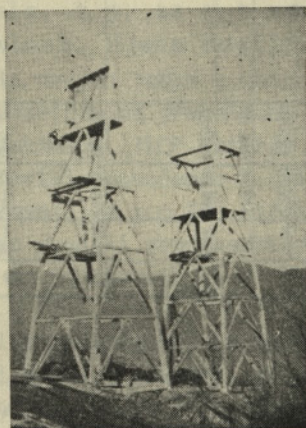
Za beton je bila zahtevana sledeča kvaliteta: stebri MB 220 in uporaba cementa S 600, montažni deli in njih stiki pa so imeli zaradi odporosti proti atmosferskim neprilikam predviden dodatek cementa 350 kg na 1 m³ gotovega betona in dodatek sredstva za hitro vezanje betona (Ceresit). Ker Cementarna Anhovo ni mogla izdelati cementa S 600, so uporabljali cement kvalitete C 500. Dodatek sredstva za hitrejše vezanje betona so opustili že pred začetkom betoniranja montažnih elementov zaradi slabih izkušenj s



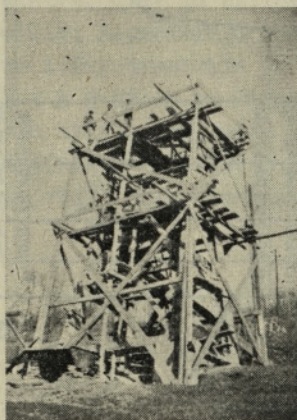
Gradnja hladilnega stolpa termoelektrarne v Brestanici



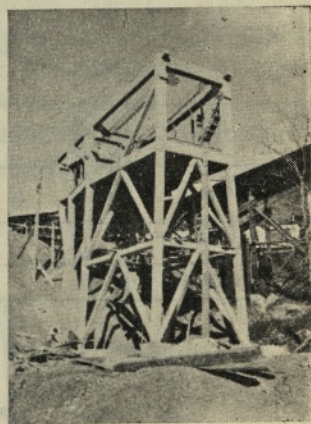
Gradnja stebra „3”



steber „4” in „5”

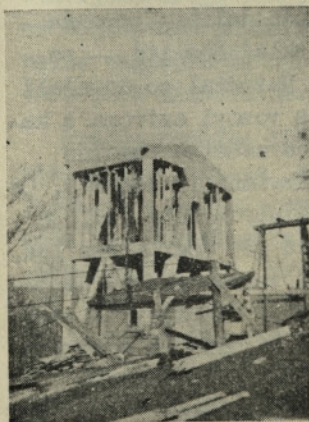


gradnja stebra „15”

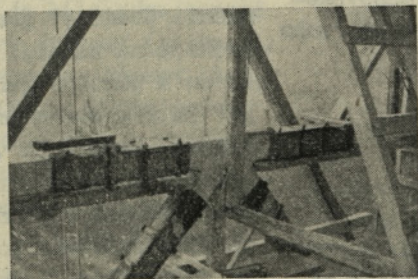


pogonska postaja

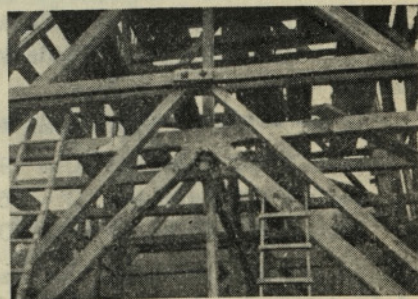
žičnice v Anhovem



Grebenski prehod



montaža elementa „K”



detajl iz gradnje stebra

žičnice v Anhovem

„Ceresitom“ pri HE Savica. Pri HE Savica so namreč tega primegali betonu pri forsiranju ometa v dovodnem tunelu, da bi se omet hitreje strjeval, vendar se pa doba vezanja cementa ni skrajšala. Kot se je pokazalo pozneje pri sami gradnji žičnice, je cement kvalitete C 500 vezal in dosegel za gradnjo potrebno trdnost dovolj hitro in je bilo mogoče organizacijo dela izvesti tako, da zaradi vezanja cementa ni bilo zastojev. Ekipa, ki je delala pri betoniranju in montaži stebra, je namreč po izgotovitvi ene etaže prvega stebra prešla k drugemu stebri, končala betoniranje etaže in nato nadaljevala z delom pri prvem stebri.

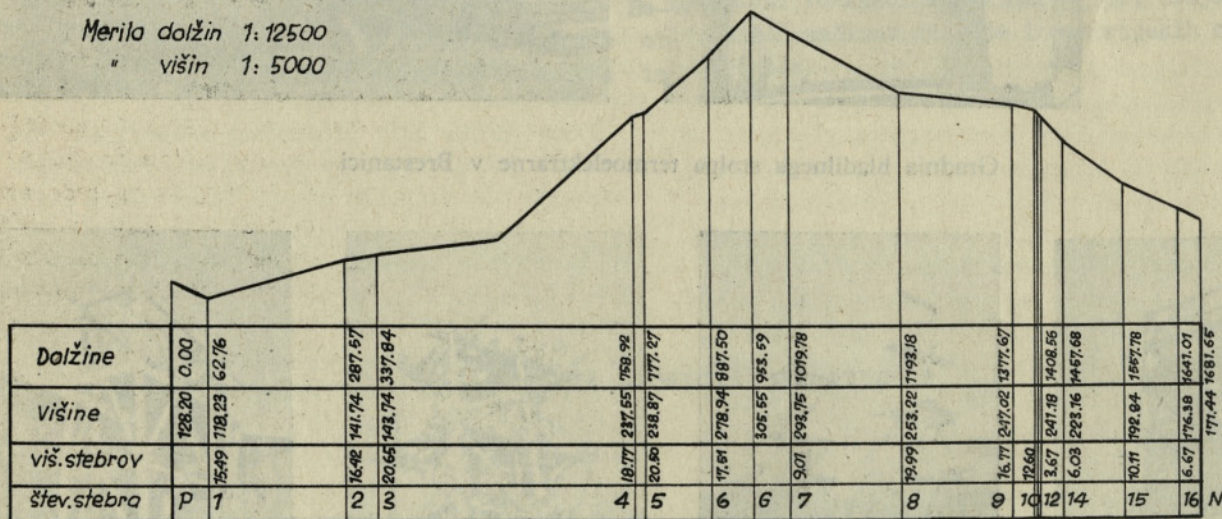
350 kg anhovskega cementa C 500 in s sledečo sestavo mineralnega agregata:

- 28 % zrn od 0 - 8 mm,
- 72 % zrn od 8 - 15 mm.

Dodatek vode na suho zmes je bil 8 %. Preiskava je dala povprečno trdnost 285 kg/cm².

S pričetkom pripravljenih del so začeli betonirati tudi montažne elemente. Betonirali so v lesenih kalupih in beton vibrirali na vibracijski mizi, s čimer so dobili gosto in gladko zunanjo površino elementov žičnice. Za montažna vozlišča diagonal za „K“ elemente so izdelali močnejše lesene kalupe, ki so bili urejeni tako, da so lahko izmenjali lesene vložke med kraki za

Merila dolžin 1:12500
višin 1:5000



Slika 1

Uporabljali so soški gramoz iz Tolmina, ki je zelo čist. Prva sestava mineralnega agregata je bila sledeča:

- 32,3 % zrn debeline od 0 - 3 mm,
- 30,9 % zrn debeline od 3 - 8 mm,
- 36,8 % zrn debeline od 8 - 15 mm.

Ta sestava je dala po 28 dneh povprečno trdnost le 159 kg/cm² pri dodatku 300 kg anhovskega cementa C 500 in pri dodatku vode 8 % na suho zmes.

Druga sestava mineralnega agregata:

- 33,5 % zrn debeline 0 - 8 mm,
- 16,5 % zrn debeline 0 - 15 mm,
- 50,0 % zrn debeline 15 - 50 mm

pa je pri isti količini dodanega cementa in vode dala povprečno trdnost 238 kg/cm². Ta sestava mineralnega agregata so tudi uporabljali pri sami gradnji.

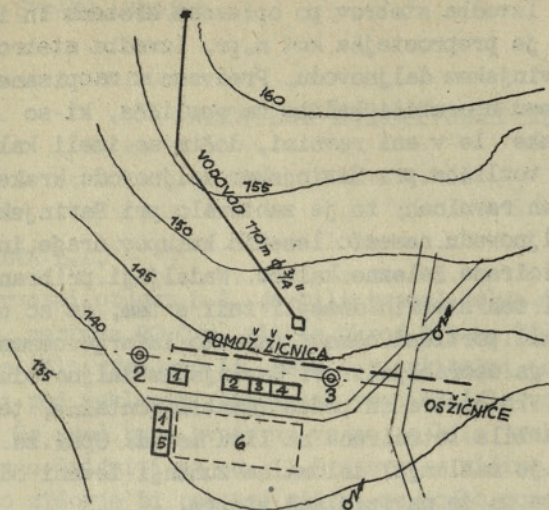
Za zalitje stikov so uporabljali mešanico s

diagonale in da so en kalup lahko večkrat uporabljali.

V montažnih elementih je bila uporabljena armatura $\varnothing$ 10 mm in je segala iz betona 40 cm.

Po končanih pripravljalnih delih - pomožna žičnica, ceste, barake za skladišča itd. - so pričeli z gradnjo stebrov. Material so dovažali k stebrom „1“, „2“ in „3“ z vozovi oziroma s kamioni. Ureditve gradbišča na začetku pomožne žičnice na sekciji I. je razvidna iz slike 2. Od tu so s pomožno žičnico k stebrom „4“, „5“, „6“, „7“ in k grebenskemu prehodu „G“ vozili ves les, gramoz, cement in vodo. Pri vsakem stebri je bilo zato treba urediti deponijo montažnih elementov, gramoz, cement, lesa za oder in vode. Ker je bila speljana pomožna žičnica le do vrha, t.j. do grebenskega prehoda, so do stebra „7“ zaradi padca in kratke razdalje prevažali material s samokolnicami.

vozom oziroma s kamionom.



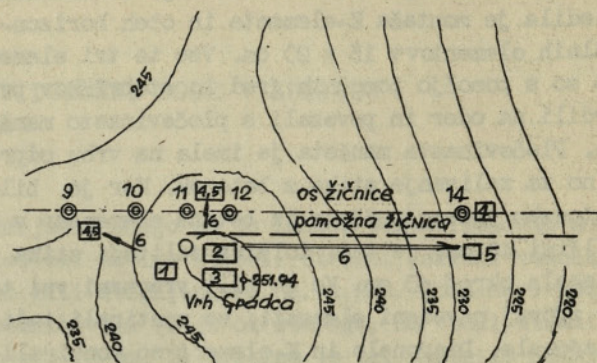
Slika 2. Organizacija gradbišča

- | | |
|-------------------|--------------------------|
| 1: Cement | 4: Pod za mešanje betona |
| 2: Gramoz 0-8 mm | 5: Orodje |
| 3: Gramoz 8-15 mm | 6: Montažni deli, les |

Pomožna žičnica je potrebovala za enkratni prevoz materiala, t.j. za pot navzgor in navzdol, 15 minut. Njena nosilnost je bila 500 kg in je imela urejen pogon z motornim vitlom, ki je bil postavljen na grebenskem prehodu. Jakost tega dvotaktnega „ILO“ motorja je bila 19 KS. Da je bil material pravočasno pripravljen, je morala obratovati ta pomožna žičnica večji del časa, ko so gradili prvo sekcijo, neprekinjeno, delali pa so na stebrih le v eni izmeni.

Kot že omenjeno, je bilo predvideno, da bodo po končanih delih na prvi sekciji prenesli pomožno žičnico s I. sekcije na II. Da bi delo pospešili, so za drugo sekcijo ostvarili dve bazi za oskrbo stebrov: prva na grebenskem prehodu „G“, druga pa na vzpetini „Vrh gradca“ (slika 3). Od grebenskega prehoda pa do stebra „8“ je bila postavljena druga pomožna žičnica, ki je delovala na težnostnem principu, tako da je vozila navzdol polne vagončke in hkrati navzgor prazne. Oskrbovala je z materialom in elementi le stebel „8“.

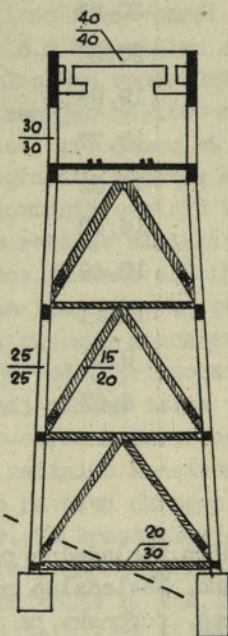
Tretja pomožna žičnica pa je bila zgrajena od nakladalne postaje „N“ do „Vrh gradca“ (slika 3). Vagonete z materialom, t.j. gramoz, cement, les, voda, je vlekel vitel z bencinskim motorjem do „Vrh gradca“. Od „Vrh gradca“ je bila k stebrom „9“, „10“, „11“, „12“ in „14“ napravljena drča, ki je dovajala material neposredno k vsakemu stebri. Material za stebel „15“ je dovajala tretja pomožna žičnica direktno od nakladalne postaje „N“, za stebel „16“ pa so material prepeljali s kamionom. Prav tako so dovajali material za gradnjo pogonske postaje in nakladalne postaje z



Slika 3. Organizacija gradbišča

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| 1: Cement | 4: Pod za mešanje betona |
| 2: Deponija materiala | 5: Cement, dovoz sproti |
| 3: Lopa | 6: Drča |

Gradnja stebra je potekala takole (slika 4): po izvršenem izkopu so zabetonirali temelje z izpuščenimi sidri in temeljne vezi 20 x 30 cm - horizontale - ter vstavili sidra za diagonale „K“ - predalčja. Nato so postavili oder okrog bodočega stebra. Oder je bil sestavljen tako kot stebri v obliki K-predalčja izrezanega lesa. Stebri odra so imeli dimenzijo 14 x 14 cm, vodoravne klešče 2 x 8 x 16 cm in diagonale 12 x 14 cm. Višina prvih štirih etaž odra je znašala po 3,90 m, nadaljnji dve pa 3,20 m in 2,60 m, tako da je bil najvišji oder visok 21,40 m.



Stebel 9

- | | |
|---|---------------------|
| □ | Betonirano na mestu |
| ▨ | Montažni element |
| ▩ | Zalito |

Slika 4

Ko so postavljali oder, so postavili najpreje opaže za stebre ter v nje vložili armature. Te opaže so fiksirali na oder in nato zalili z be-

tonom nekoliko pod višino naslednje horizontale. Sledila je montaža K-elementa in obeh horizontalnih elementov v 15 x 20 cm. Vse te tri elemente so s pomočjo pomožnih gred in stebričkov pritrdili na oder in povezali s pločevinasto manžeto. Pločevinasta manžeta je imela na vrhu odprtino za zalivanje stika z betonom. Ker je bilo betonsko železo puščeno iz betona elementov v dolžini 40 cm, je tudi dolžina zalitega stika znašala okrog 40 cm. Ko so bili vravnani vsi trije zgoraj navedeni elementi, so montirali tudi diagonale. Diagonalo in K-element so montirali s pomočjo pločevinaste manžete. Za stik med stebrom in diagonalo se pa pločevinasta manžeta ni obnesla, zato so za vsak tak stik napravili poseben lesen opaz.

Elemente in beton so transportirali v višino z ročnim škripcem, ker ni bilo v bližini električnega voda, ki bi omogočil uporabo električnih dvigal.

Izvedba stebrov po opisanem sistemu in izvedbi je preprostejša kot n.pr. izvedba stebrov pri Savinjskem daljnovodu. Predvsem so na opisanem sistemu uporabili kalupe za vozlišča, ki so imeli krake le v eni ravnini, dočim so imeli kalupi za vozlišča pri Savinjskem daljnovodu krake v dveh ravninah; to je zahtevalo pri Savinjskem daljnovodu namesto lesenih kalupov drage in komplicirane železne kalupe. Nadaljnji prihranek so pri teh stebrih dosegli tudi s tem, da so uporabljali portland cement namesto lafarge cementa, ki so ga uporabljali pri Savinjskem daljnovodu.

Vrh stebra in podest nista bila montažna, temveč sta bila betonirana na licu mesta. Opaž za podest se je naslanjal deloma na zunanji leseni oder, deloma pa že na izdelane stebre.

Iz spodnje razpredelnice so razvidni podatki o dobi trajanja gradnje posameznega stebra:

Steber štev.	Višina stebra v m	izkop, opaž, beton, temeljev	Število dni za		skupno	Dni za ml
			montažo demon- tažo odra	opaženje razopaže- nje, beto- niranje stebra		
3	20,65	4	24	56	84	4,07
5	20,50	9	8	58	75	3,66
8	19,99	16	10	30	56	2,80
4	18,77	11	16	63	90	4,80
6	17,51	7	13	40	60	3,43
2	16,42	6	19	43	68	4,14
1	15,49	10	14	65	89	5,74
15	10,11	12	8	23	43	4,25
7	9,01	8	3	37	48	5,33
16	6,67	2	4	21	27	4,05

Grebenski prehod in nakladalna postaja nista bila grajena montažno. Nakladalna postaja je zgrajena v celoti iz lesa, pogonska pa deloma iz železobetona, deloma iz lesa. Pogonska postaja leži na strmem nasutem terenu, tako da znaša viši-

na prvega najvišjega okvira pogonske postaje 11,50 m. Vse prvotno predvidene visoke lesene okvire pogonske postaje so nadomestili z železobetonsko konstrukcijo.

Gradbena dela so znašala v celoti 35.000.000,- din.

NEKATERE ZANIMIVOSTI OBJEKTOV TOVARNE SODE V LUKAVCU

ZGRADRA L.C.

Prvotni objekt L.C. je bila precej dolga dvorana, razpona 20.0 m, višine okrog 7.0 m. Zidovje je bilo zgrajeno iz opeke z rizalitnimi ojačenji pod jeklenimi strešnimi vezniki (glej skico). Še pred prvo svetovno vojno je bilo treba dvorano dvigniti na ca. 11.0 m svetle višine. Opečno zidovje bi pri tej višini ne moglo posamič držati predpisanega pritiska vetra. Potrebno je bilo ojačenje v obliki vezi med obema zidovima. S to vezjo, ki je bila fiksno pritrjena v glavah obeh zidov, se je prenašal del horizontalne sile z enega zidu na nasprotni zid. Vez je bila sestavljena iz dveh NP 20, ki sta bila obežena na strešni veznik. Strešni vezniki sami so imeli na eni strani nepomično ležišče, na drugi pa pomično, ki je bilo postavljeno naravnost na vez 2 [20. Seveda je bilo pomično ležišče, nameščeno med vezjo in strešnim veznikom, nesmiselno. Oba imata vendar isto temperaturo, ker sta v notranjosti dvorane, medsebojnih pomikov ni. Vsekakor je to za razvoj konstruiranja zanimiv primer.

Glede na najnovejši načrt o povečanju proizvodnje sode v tovarni je bilo treba navedeno L.C. halo dvigniti še za 4 m, na višino ca. 15 m. Poleg tega naj bi se v dvorani vgradila proga za montažni žerjav. Vzoredno tik ob dvorani je bilo treba po vsej dolžini dograditi še stransko ladjo, široko ca. 8.0 m. Pojavil se je problem, kako bi rešili to novo povečanje na najbolj gospodaren način; pri tem naj bi bila zagotovljena horizontalna in vertikalna stabilnost objekta, obratovanje naj bi ne prekinili, obstoječe zidovje pa seveda ohranili.

Zgraditi dvorano 20 m razpona in 15 m višine z žerjavno progo v opečnem zidovju po današnjih statičnih pojmih pač ni varno. Edino pravilna rešitev je skelet iz ojačenega betona. Toda zidovje že stoji. Skelet je treba torej dograditi tako, da bo nudil zidovju le stransko oporo proti potresu, vertikalne teže zidovja pa bi se ponagale po samem zidovju neposredno v temelj. Dograjeni skelet - železobetonski stebri - je bil postavljen na zunanji strani hale, tako da obrat v notranjosti ni bil prizadet. Na vrhu zidovja so naredili vez v obliki precej močne železobetonske plošče, vezane s stebri v enoto. Po tej plošči je položena žerjavna proga, zidovje nad

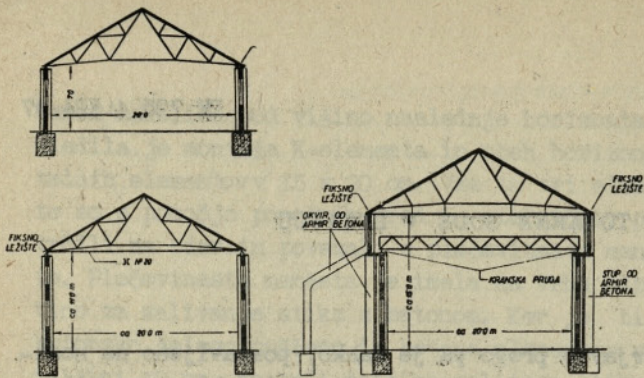
žerjavno progo pa je lahko, postavljeno na nosilec med novimi stebri. Strešni jekleni vezniki so bili dvignjeni za ca. 4.0 m. Toda novi razpon veznikov je večji od starega, na vsaki strani za okrog 70 cm. Ta problem je bil rešen po naključju s tem, da so napravili novo vozlišče, ki je zvezalo vezi 2 [20 z vezniki v nepomično celoto. Statično fungiranje novega skeleta proti horizontalnim silam je sledeče:

Steber na zahodni strani je prostostoječ, to je spodaj vpet, zgoraj pa oprt s strešnim veznikom, na katerega je fiksno pritrjen. Steber na vzhodni strani pa je združen s skeletom sosedne priključene dvorane v enoten okvir. Ta okvir zlahka prevzame vse horizontalne sile vetra ali potresa na to ali nasprotno stran dvorane.

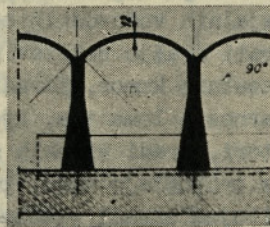
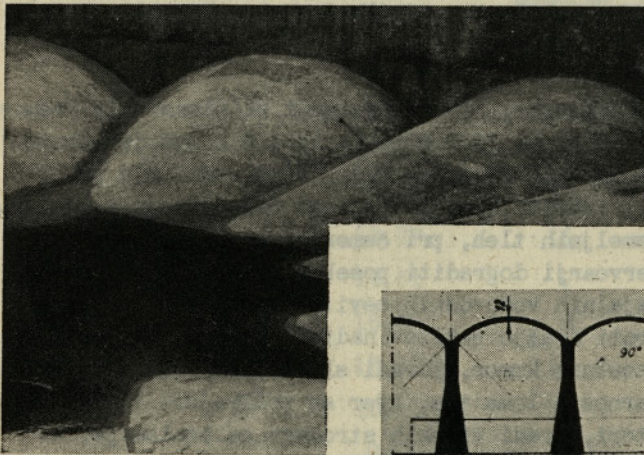
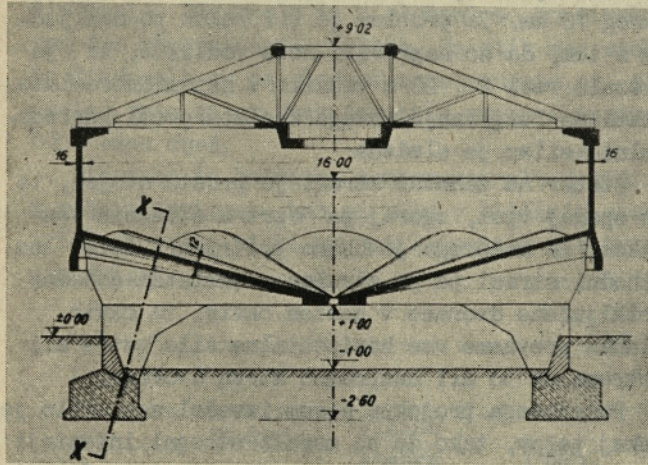
Podrobnega projekta nisem izvedel sam. Bilo je nekaj težav, tako da so morali strojni inženirji pojasnjevati projektantu statike statično funkcijo adaptacije. Tudi fasada ni tako uspela, kot bi lahko pri danih pogojih funkcionalnosti.

Dekanterji.

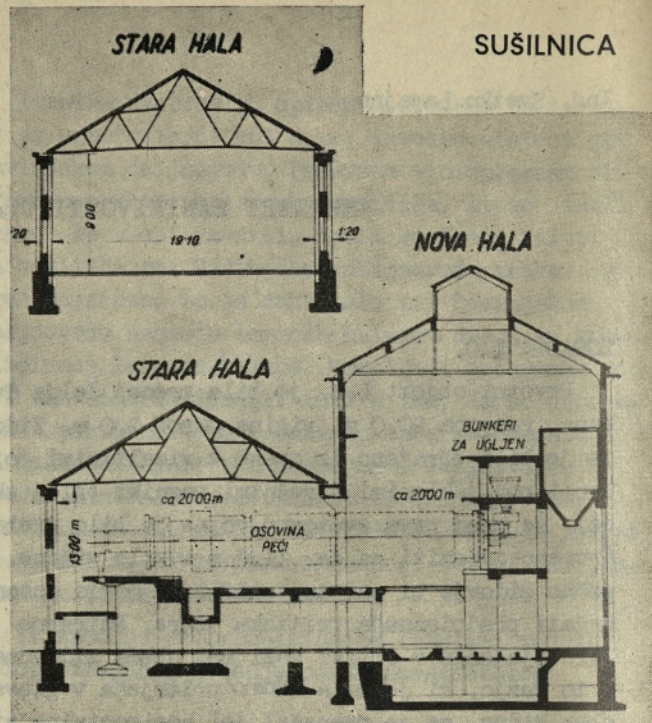
Dekanterji so rezervoarji za slano vodo. Premer rezervoarja 16.0 m z višino 4.0 m nam da kubaturo ca. 800 m³ slane vode. Prvo vprašanje je bilo: ali izbrati cenejšo rešitev rezervoarja z dnom na temeljnih tleh, pri čemer bi bilo treba pod rezervoarji dograditi posebne komore za razvod napajalnih vodovodnih cevi in ventilov, ali izbrati dražjo rešitev nadtalnih rezervoarjev brez posebnih komor. Zaradi slabih nosilnih tal, nevarnosti loma tam, kjer so podgrajeni talni prostori, zaradi visokih stroškov za izolacije, ki ne propuščajo vode, pri prostorih pod zemeljskim nivojem zaradi visoke talne vode ter zavoljo funkcionalno-obratno tehnične prednosti smo se odločili za nadtalno konstrukcijo. Nadtalna konstrukcija je naveden okrogel, centrično simetrični rezervoar. Za konstrukcijo temelja je idealen temeljni obroč. Dno samo ni konstruirano po klasičnem načinu polne plošče, temveč v obliki radialnih koničnih svodov. Ti svodi velik del horizontalne reakcije uničujejo med seboj, ena komponenta teh pritiskov pa deluje na temeljni obroč z radialnim pritiskom na vzven. Svodi leže na vertikalnih stenah, ki so izpodrezane tako, da tvorijo primeren prehod iz obročnega temelja v ožlebeje svodov. Samo s to potezo je bilo prihranjenih pri enem rezervoarju na 1 m² površine ca.



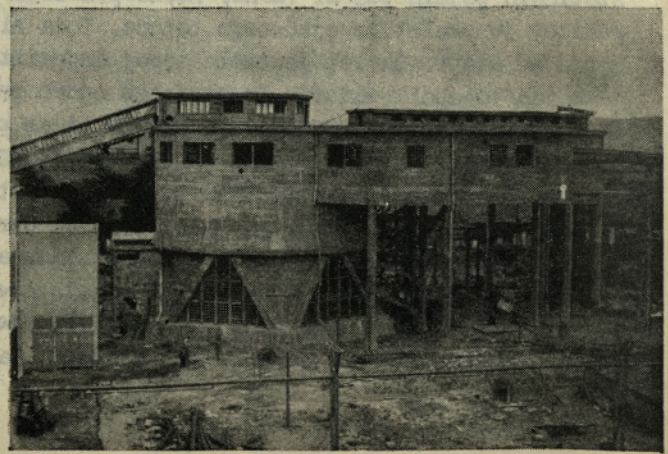
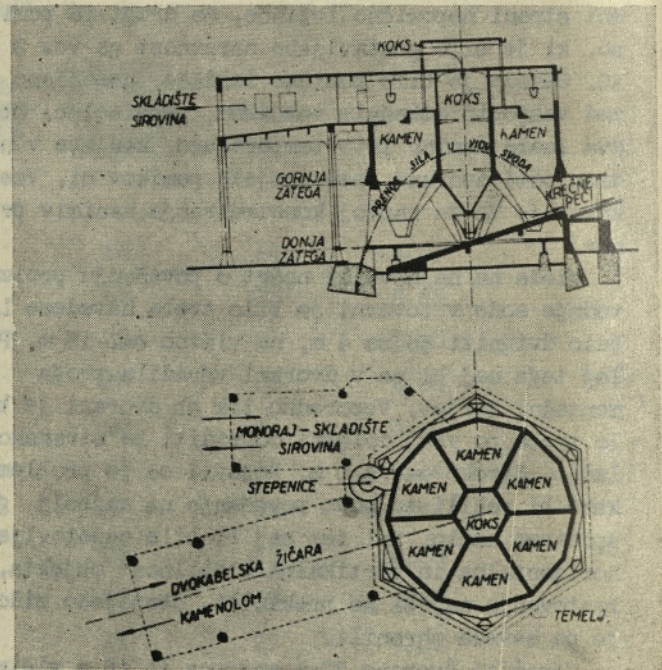
OBJEKT L. C.



DEKANTER



SILOS ZA KAMEN



30 kg železa in 0.3 m³ betona, kar znaša skupaj 1 1/2 milijona din prihranka za vsak rezervoar. Opaženje konstrukcije ni bilo drago, saj so iste modele za stene in za svode uporabljali pri enem rezervoarju večkrat. Na vrhu rezervoarja vidimo vešalo v armiranem betonu. To je potrebno za obežanje posnemalnega pogonskega stroja in za eventualno prekritje rezervoarja.

Sušilnica (Naprava za kalcinacijo svoda)

Nova oprema za povečano proizvodnjo sode obsega rotacijske sušilne peči za kalcinacijo sode. Te rotacijske peči so dolge več kot 25 m; skupaj z napravami za kurjenje peči ter vnašanje nekalcinirane sode ter z napravami za odvzem kalcinirane sode zahtevajo peči 40 m dolge prostore. Obstoječo dvorano razpona 20.0 m je bilo treba razširiti z dozidavo vzporedne dodatne dvorane istega razpona. Posamezne peči so namenjene v prečni smeri ter segajo skozi obe dvorani.

Gradbena dela so obsegala dograditev nove dvorane v armirano betonskem skeletu, porušitev zidu med obema dvoranama ter nadvišanje že obstoječega zidu na vzhodni strani. Jeklene veznike prvotne dvorane so dvignili za okrog 4.0 m. V notranjosti dvorane je bilo treba postaviti še velik obseg železobetonskih konstrukcij: ploščadi na stebrih za pogonske stroje in podstavke peči, ploščadi za opremo pri vnašanju sode v peči, bunkerje za premog. Pod kuriščem je bila zgrajena izolirana podvodna klet za naprave za hidravlično odplakovanje pepela.

Prerez nam kaže dispozicijo dvoranskega objekta. Konstruktivne zanimivosti so sledeče: Razponsko konstrukcijo tvorijo trapezno vešalo v ojačenem betonu. Preprosta izvedba in majhna poraba jekla so prednosti oblike, za katero smo se odločili. Trapezno vešalo se tudi dobro prilagodi naklonu strehe, ki je izbran v slogu že obstoječega zidanega objekta z jekleno streho. Nadaljnje zanimivosti so ploščadi, ki so vse konstruirane kot gladke, deloma gobaste plošče s kompliciranimi izrezi. Posamezna rebra, ki naj bi jih po prvotnem osnutku dobili od tvrdke „Gutehoffnungshütte“, so s tem odpadla. Lice objekta, ki odkrito kaže skelet iz ojačenega betona ter polnila v fasadni opeki, napravlja po mnenju vseh prijeten vtis.

Silos za kamen

Silos za kamen je obežen objekt, ki stoji na križišču tehle komunikacij: zaključka bika-belske žičnice, ki dovaja apnenec iz 14 km od-

daljenega kamnoloma, pričetka monorajske (višje) proge, ki odvaja kamen na prostor za surovine, in transportnega traka, ki odvaja kompletno surovinsko sestavino: kamen in koks v peči za žganje apna. Predvidena dnevna proizvodnja apna znaša okrog 600 ton.

Silos za kamen je dvanajsterokotne oblike in ima v svojem trupu šest ob obodu razporejenih celic; vsaka lahko sprejme okrog 200 ton kamna. V sredini med temi celicami je manjša celica šeststerokotne oblike za okrog 120 ton koksa. Nad celicami za kamen je prostor, po katerem krožijo višeručni vagončki žičnice ter izpraznjujejo kamen v silosne celice. Osrednji silos za koks se polni eno nadstropje višje, ker mora transportni trak, ki donaša koks iz tal v silos, potekati izven obsega kretanja vagončkov žičnice.

Pod silosom je dvoranski prostor šeststerokotne oblike s premerom okrog 20 m. V njem je tako imenovani „krožni transporter“, ki odvzema kamen iz celice. „Krožni transporter“, ki ga je konstruirala tvrdka „Mines et Industries“, je prva naprava te vrste za odvzem kamna v Evropi. Na jeklenih ležajskih se vrti obročna jeklena ploščad, tlakovana z granitnimi kockami. Ko se obrača v smeri obroča, posnema iz celic kamen. Poseben, dovolj strmo naklonjen transportni trak prejema tam, kjer je najnižji, kamen z obročnega transporterja. Na isti trak pada v sredini silosa koks iz osrednje celice. Oboje skupaj, kamen in koks, pa odvaja v peči za žganje apna. Točno količino enega in drugega reguliramo s pomočjo dveh kontrolnih tehtnic.

K silosu za kamen sta priključena v višini ca. 16 m nad tlemi dva dvoranska hodnika. Prvi je za spodnjo postajo bikabelske žičnice z vsemi napravami za odklapanje in priklapanje vozičkov. Na drugem dvoranskem hodniku je monorajska začetna postaja s pogonskim strojem.

Konstruktivne posebnosti objekta so sledeče: Temeljna tla niso najboljše; težje gnetna glina z dopustno obremenitvijo do 1.5 kg/cm². Poseganje za nekaj cm ni neobičajno. Pri tem silosu ogromnih obtežb centrično simetrične dispozicije je nedvomno najboljša rešitev obročni temelj. Dodatni stebri v sredini silosa bi bili nevarni, ker bi se silos na njih zlomil, če bi se obroč bolj posedel kot srednji stebri. V obratnem primeru, da bi se obroč manj posedel, pa bi srednji stebri obviseli na silosu. Ta primer pa je statično konstruktivno predviden s tem, da v sredini silosa ni nobenega stebra ter je celotna konstrukcija kupola, podprta na temeljnem obroču. Ta rešitev je tem pomembnejša zato, ker je bilo treba pri statični preiskavi upoštevati 240 ton horizontalne reakcije v glavi silosa zaradi delovanja žičnih vrvi žičnice in obeženih varnost-

nih mrež pod njo.

Stebri silosa niso vertikalni, temveč poševni, podobno kot opore nekaterih hladilnih stolpov. Iz slike je dobro razvidna ta poševnost. Ta nenavadni poševni položaj stebrov, ki je ena bistvenih konstruktivnih potez silosa, nudi vrsto prednosti:

1. Poševni položaj stebrov nudi v osti med dvema sosednjima stebroma dovolj prostora za prehod transportnega traka, ki odvažajo surovine v apnenice. Pri vertikalnih stebrih bi morali na tem mestu steber izpustiti, ter bi bila kršena centrična simetričnost objekta.
2. Poševni stebri so neposredni podaljški silosnih lijakov. Silosne celice slone torej na lijakah, lijaki pa na stebrih. Sile se prenašajo po tlačnih linijah. Prihranjena je armatura, ki bi bila potrebna, da bi obesili silosne lijake v robove, ki bi bili podprti s stebri.
3. Poševni stebri tvorijo skupaj s temeljnim obročem in vencem v višini stika lijakov s celicami predalčni sistem. Tak sistem nudi izredno togost, ki je v tem primeru potrebna zaradi nevarnosti neenakomernega posedanja.
4. Poševna lega stebrov – palične strukture nudi še nadaljnje statične prednosti zaradi ogromnih horizontalnih sil v glavi silosa (240 t).
5. S tangencialnim podaljškom stebrov na ven dobimo znotraj silosa ob temeljnem obodu nekaj več svetlega prostora, ki je potreben iz funkcionalno tehničnih razlogov. (Strežba strojnima napravama)

Kupolasti statični sistem silosa sloni na dejstvu, da opornica prehaja preko poševnih stebrov v poševne stene silosnih lijakov in dalje v vertikalne stene, ki se v sredi stikajo na šeststokotni celici za koks. Vsa konstrukcija ima 2 močni vezi: spodnjo v glavi temelja pod stebri in zgornjo v oglavju stebrov. Eventualne neenakomernosti obtežb, če so posamezne celice polne, druge prazne, se izravnavajo s silami, ki jih prevzema ravna plošča nad celicami (pod prostorom za manipulacijo z vozički).

Prizidani dvoranski hodniki so zgrajeni kot stenaste konstrukcije na vitkih stebrih. Stebri so lahko vitki, ker se vse horizontalne sile prenašajo na masivni silos. Stebri tudi morajo biti vitki, da ni težav z vplivi skrčkov zaradi mraza in krčenja betona.

Pokazalo se je, da je zunanji izgled silosa kar v redu. Zanimiva podrobnost so spiralne stopnice, ki so jih izvedli po nasvetu sodelujočega arhitekta ing. Danila Fürsta.

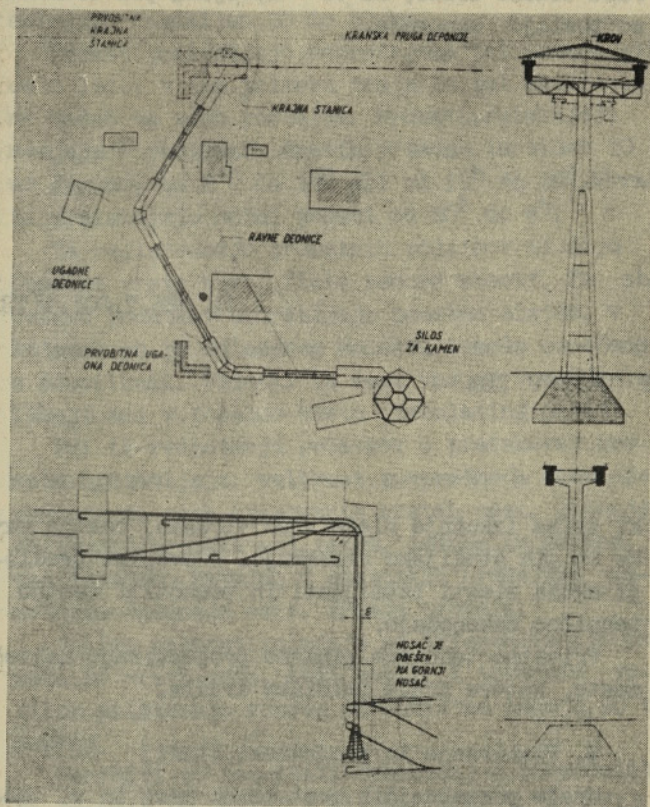
Monorajska proga

Monorajska proga je železobetonska konstrukcija, ki nosi tir za visečo železnico. Iste viseče vozičke, ki po žičnici dovažajo kamen v silos, uporabljajo za prevoz kama od silosa na odprto skladišče oziroma v obratni smeri, če je to potrebno. Vozički seveda ne tečejo po viseči žični vrvi, temveč po tirnici, ki je montirana na posebni konstrukciji, podobni konstrukcijam za žerjavne proge na prostem. Proga ima v tlorisu tri ravne odseke po ca. 32 m dolžine ter dva vogalna odseka po 60° odklona, katerih vsak je dolg tudi okrog 24,0 m. Odseki v premeru so odprti, tirnica je pritrjena naravnost na betonske nosilce. Vogalni odklonski odseki so konstruirani tako, da je v ojačenem betonu zgrajeno le ogrodje za strešno nadtirnirami. S spodnje strani so na to ogrodje pričvrščeni posebni jekleni okvirji, ki nosijo poleg tirnice za progo še deviacijsko kolesje za vlečno vrv. Vogalni odseki so pokriti zato, da deviacijsko kolesje ni izpostavljeno padavinam.

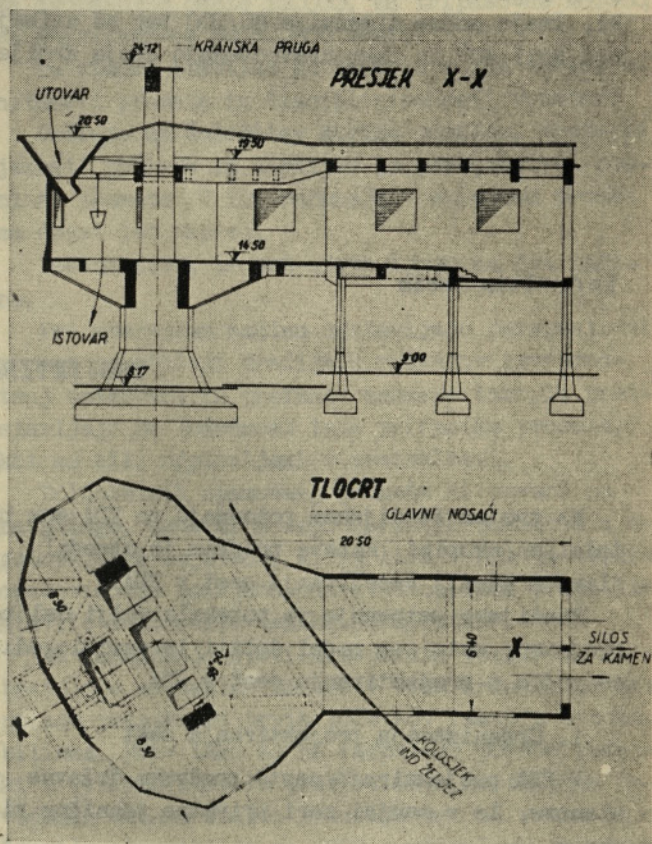
Monorajska konstrukcija zato ni projektirana v montažni izvedbi, ker so bili elementi za dviganje pretežki (10 do 20 t). Oder je bil že tako potreben za montažno delo na strojni opremi in bi ga morali v primeru montaže posebej postavljati zaradi strojne opreme. Celotna proga nima nobene dilatacije. Vitkost stebrov ter tlorisno v ovinkih oblikovana proga omogočata elastično izenačenje eventualnih premikov. Na obeh priključkih proge – na silos in na končno monorajsko postajo, sta pač predvideni pomični ležišči. V skici so narisana ta ležišča, izvedena v obliki visečih ležišč. Proga je zgrajena v padcu, pri silosu za kameni ima višino 16 m nad tlemi, pri končni postaji monoraja le 9,0 m. Dispozicija stebrov je bila v glavnem že vnaprej določena; izogniti se je morala svetlim profilom železniških tirov, ki preprežajo zemljišče na tem prostoru v raznih smereh.

Končna postaja monoraja

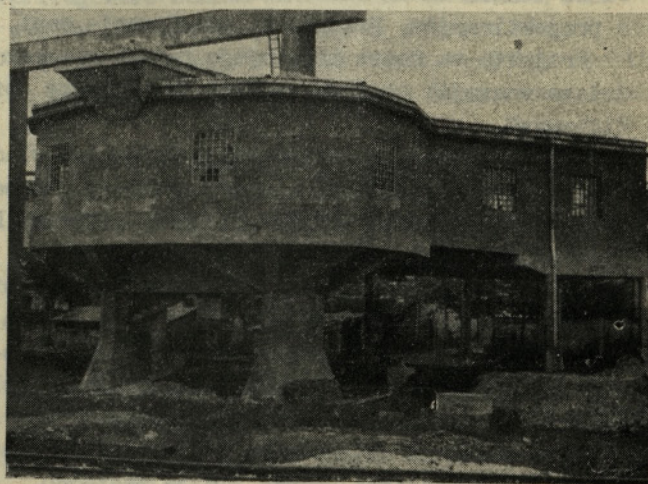
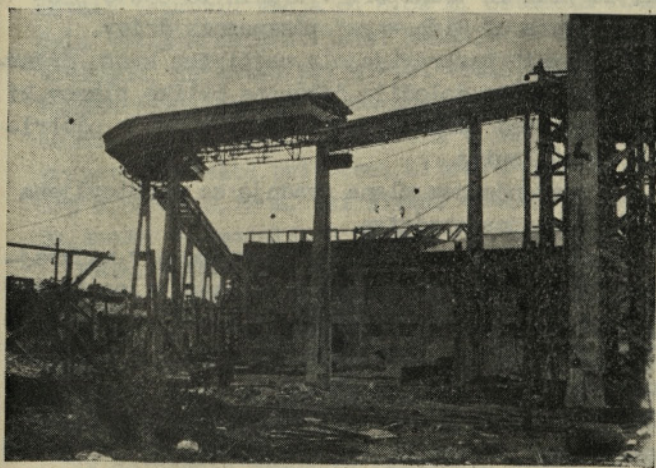
Končna postaja monoraja je obežena na dvojico stebrov, ki nosita žerjavno progo odprtega skladišča surovin. Glavni zaokroženi del nosi krožno progo, na kateri se vagončki obračajo. Na temenu proge je pripravljen iztočni lijak za izpraznjevanje kama iz vozičkov in razsipavanje po tem prostoru. Na istem mestu je zgoraj vsipni lijak, ki služi za obratni postopek, za polnjenje vozičkov z apnencem s prostora, kjer je shranjen. Žerjavsko skladišče grabi kamen s tega prostora ter ga siplje v nakladalni lijak. Stranski del končne



Monorajská pruga



Končná postaja monoraja



postaje je dvoranski hodnik, v katerem se vozič-ki priklapljaajo oziroma odklapljajo od vlečnih vrvi.

Konstruktivna rešitev je v tem, da je ves glavni del obešen na ojačene stebre žerjavne proge. Glavni nosilci, ki nosijo postajo z lija-ki, imajo močne dimenzije 60/200 ter se stikajo pod koti 60° in tako uravnovešajo svoje akcije

na stebre. Stranski del hodnika za priklapljanje in odklapljanje vagončkov je zgrajen kot sten-ska konstrukcija na vitkih stebrih. Posebnosti so v podrobni dispoziciji stebrov, ki ne ovira obstoječega železniškega tira niti ne bo ovi-rala bodoče ceste, ki bo speljana pod to konč-no postajo monoraja.

Ing. Albin Jerin

DK 625.7.001.1(78)

PROJEKTIRANJE CEST V ZDA

Na svojem študijskem potovanju po ZDA sem bil dodeljen skupini, katere program je obsegal v glavnem študij vzdrževanja cest v ZDA.

Študijsko potovanje je potekalo večji del po programu, zato sem mogel dobiti le enciklopedič-ne pojme o projektiranju cest v ZDA.

1. Organizacija projektiranja cest

V ZDA projektirajo ceste predvsem državne u-stanove, le v manjši meri privatne tehnične pi-sarne.

Vrhovni federalni urad za ceste „Bureau of Public Roads“ opravlja v glavnem raziskovalna de-la na tehničnem in ekonomskem področju, v zvezi s projektiranjem, gradnjo in vzdrževanje cest.

Projekte za ceste izdelujejo največ posamezne države v svojih cestnih uradih „Departments of Highways“.

Projekte cest, za katere daje federalna vlada finančno pomoč „federal - aid“, pregleda „Bureau of Public Roads“ po svojih „Distrikt offices“, ki nadzirajo tudi izvajanje projektov.

Posamezne države izdelujejo projekte za ceste, katere deloma finansira federalna vlada, in za ceste, za katere dajejo finančno pomoč podreje-nim teritorialnim enotam: srezom „counties“, ob-činam „townships“ in mestom „cities“.

Zelo pomembna ustanova za projektiranje cest je „Highway Research Board“. To je pretežno znanstvena ustanova, ki se sicer ne peča nepo-sredno s projektiranjem cest, rešuje pa težje najaktualnejše probleme s tega področja.

Pri vprašanjih cest ima pomembno vlogo „Ame-rikan Association of Highway A.A.S.H.O. To je društvo cestnih strokovnjakov in nameščencev,

ki zbira izkušnje glede vseh vprašanj cestne stre-ke in jih študijsko raziskuje. S svojimi predlo-gi skuša zlasti izboljšati in poenotiti cestno tehnično zakonodajo.

Privatne tehnične pisarne projektirajo največ ceste, katere grade delniške družbe.

2. Planiranje in programski študij

Mreže pomembnejših cest izven mest in v me-stih gradijo v ZDA po planih „plans of improve-ment“. Planske dobe so navadno fiksirane na 5 a-li 10 let.

Plane za gradnjo cestne mreže izdelajo oddel-ki za plan in transport v uradih za ceste „De-partements of High ways“ posameznih držav.

O planih razpravljaajo v najširšem krogu držav-ljanov, nakar določijo dokončne oblike planov, ki pridejo pred parlament in senat, ki plan odobri-ta in uzakonita.

Z uzakonjenjem plana gradnje so zagotovljena tudi finančna sredstva.

V ZDA je cesta zgradba, ki se mora v najkraj-šem času amortizirati, po amortizaciji pa čimveč prispevati k dvigu narodnega dohodka; zato se v ZDA plani gradnje cestne mreže v pretežni večini opirajo na dejanske prometne potrebe, katere v ZDA zelo eksaktno ugotavljajo s preučevanjem ob-stoječega in perspektivnega prometa.

S preiskavami obstoječega prometa ugotabljaajo: jakost prometa, število vozil, vrsto vozil, iz-hodno točko in cilj potovanja za vsako vozilo, bruto in neto težo posameznih vozil, namen poto-vanja, marko in tipo voza, širino voza in vrsto tovara.

Preiskavo prometa opravljajo na glavnih posta-

jah za štetje prometa „key stations“. Med glavnimi postajami so še vmesne postaje „blanket-count stations“.

Glavne postaje za štetje prometa so navadno nameščene na križiščih pomembnejših cest, v medsebojnih razdaljah 30 do 40 km.

Promet preiskujejo nepretrgoma tri mesece ali celo leto; v tem primeru traja le pol meseca in ne vedno na vseh postajah. Promet preiskujejo menjaje v različnih dnevih v tednu in sicer 10 ur dnevno, od 6^h do 16^h ali od 10^h do 20^h. Hkrati preiskujejo nočni promet od 20^h do 6^h.

Za registracijo prometnih podatkov služijo posebne vrste kart „field record sheet“. Za obdelavo podatkov uporabljajo poseben sistem, v katerem so po določenem kodeksu besede označene s številkami. Podatki za vsak voz se vnesejo z luknjicami v posebno karto „tabulating card“.

Pri izvrédnotenju podatkov o preiskavah prometa ugotavljajo velikost povprečnega dnevnega prometa na vseh opazovanih vrstah cest, gibanje velikosti prometa med letom, tednom in dnevom, vse izraženo navadno v odstotkih srednjega mesečnega dnevnega ozir. urnega prometa.

Veliko važnost polagajo na diferenciacijo prometa po vrsti ozir. teži vozil. K tovornim vozilom prištevajo vozove od koristne teže 2,25 t naprej.

Zanimivi so rezultati opazovanj o porazdelitvi prometa po voziščih širine: 5,48 m (18 ft) 8,09 m (20 ft) in 9,75 m (32 ft). Na izpadnih cestah mesta Cleveland je bilo ugotovljeno, da za dva prometna trakova širina 8,09 m popolnoma zadostuje. Če je širina cestišča pri dveh prometnih trakovih večja od 8,09 m, ostaneta robna dela vozišča neizrabljena. Nadalje je bilo ugotovljeno, da znaša pri širini vozišča 8,09 m, vmesna razdalja med dvema nasproti vožečima osebnima vozovoma širine 1,74 m v času največje prometne obtežbe pri vozni hitrosti ca. 65 km/uro 0,58 do 0,73 m. Pri širini vozišča 9,75 m pa znaša ta razdalja 2,04 m.

Razen tega opazujejo tudi vzroke zastankov oz. zakasnenj prometa na kritičnih odsekih. Iz rezultatov te vrste opazovanj sklepajo o vrsti ukrepov, ki so potrebni za odpravo teh pomanjkljivosti, kot n.pr. razširitve vozišč ali gradnja paralelnih cest.

V določenih časovnih razdobjih opazujejo praktično propustnost dvo-, tro- in štiri-pasovnih cest. Za praktično propustnost smatrajo število vozov, ki lahko prevozijo določen odsek ceste v eni uri, ne da bi pri tem prišlo do splošnega zastanka vozil, ki bi trajal najmanj eno minuto.

V splošnem je bilo ugotovljeno, da znaša praktična propustnost za dvopasovne ceste 1000,

za tropasovne 2000 in za štiripasovne 3000 vozil na uro.

Te številke so bile ugotovljene pri vozni hitrosti 40 do 65 km/uro.

Glede na to je dnevna praktična propustnost za dvopasovne ceste 10.000, za tripasovne 20.000, za štiripasovne pa 30.000 vozil.

Te visoke številke so dosegli v ZDA zaradi enotnosti prometa in discipliniranosti vozačev.

Podlaga za določitev širine vozišča, vrste in jakosti podlage in utrditve je perspektivna ocena prometa. V ZDA računajo v splošnem promet za deset let naprej.

Perspektivni promet ugotavljajo na dva načina.

Pri starejšem načinu ugotavljajo perspektivni promet na podlagi grafičnih prikazov izvrédnotenja opazovanj in preiskav prometa tako, da predstavljajo za bodočnost iste prirastke prometa, kot so bili ugotovljeni v preteklosti.

Dolgoletnih opazovanj prometa ni povsod na razpolago, zato si morajo marsikje pomagati z ugotovljenim dejstvom, ki je bilo v ZDA že večkrat opazovano in potrjeno, da avtomobilski promet in število avtomobilov enako naraščata.

Za naraščanja števila motornih vozil, ki obratujejo na cestah ZDA so v vseh državah na razpolago podatki od prvih početkov razvoja avtomobilizma. Prav tako so na razpolago povsod podatki o gibanju števila prebivalcev. Če iz obeh navedenih znanih količin izračunamo za vsako leto število avtomobilov na 1000 prebivalcev in tako dobljena števila grafično prikažemo, dobimo neko linijo, katero je možno z manjšimi odstopanji prilagoditi nekemu matematičnemu zakonu, ki v svojem nadaljnjem poteku, od dobe, v kateri se vrši ugotavljanje števila vozil, kaže perspektivno naraščanje števila vozil na opazovanem območju.

Iz navedenih ugotovitev o preteklem in bodočem razvoju motornih vozil lahko predpostavljamo zakon naraščanja motornih vozil po prej ugotovljenih vidikih. Pri tem je treba upoštevati še lokalne vplive na razvoj prometa, če ti obstajajo.

Kasnejša opazovanja so v mnogih državah prikazala, da daje navedena metoda ugotavljanja perspektivnega prometa nekoliko prevelike rezultate.

Starejši način ugotavljanja perspektivnega prometa ne upošteva dveh dejstev, ki lahko znatno vplivata na velikost prometa, in sicer naraščajoča izraba motornih vozil v časovni enoti in tujski promet na cestah obravnavanega območja. Oba ta vpliva lahko upoštevamo na ta način, da uvedemo v opazovanje še neko znano količino, ki

s prometom paralelno narašča. Takšna količina je poraba goriva, ki je skoraj popolnoma odvisna od avtomobilskega prometa in zaradi obdavčenja goriva natančno znana.

Iz opazovanj naraščanja prometa in števila avtomobilov ter porabe goriva je bilo ugotovljeno, da je naraščanje prometa nekaj večje kot naraščanje števila motornih vozil in nekaj manjše kot naraščanje porabe goriva. Če je znana krivulja naraščanja števila avtomobilov in krivulja naraščanja porabe goriva, vzamejo za krivuljo naraščanja prometa srednjo vrednost.

Po tem ko ugotovijo dejanski in bodoči promet za vse ceste obravnavanega območja, navadno razdele vse ceste na posamezne vrste cest, kakor je predvideno s tozadevnimi predpisi. Klasifikacija cest ni v vseh državah enaka.

Za vsako cesto ugotovijo njene specifičnosti, n. pr. znatno nadpovrečen odstotek tovornih vozil, ev. obratovanje posebno težkih tovornih vozil na obravnavani cesti, posebno vodne in talne razmere.

Upošteva joč navedene podatke določijo tehnične elemente in utrditev za vsako posamezno cesto.

Za določitev utrditve navajam kriterije, ki so v nekaterih državah v rabi:

Za ceste najvišjega reda, s prometno obtežbo preko 1500 vozil na dan, uporabljajo: betonske in težje asfaltne utrditve;

za ceste srednjega reda, s prometno obtežbo od 600 do 1500 vozil dnevno, uporabljajo lažje asfaltne utrditve;

za ceste najnižjega reda uporabljajo ceste brez moderne utrditve ali z najlažjimi asfaltnimi utrditvami.

3. Standardi za projektiranje cest

Za ceste, katerih gradnjo finansira deloma federalna vlada „federal-aid highways“, lahko vpliva na standarde za projektiranje Bureau of Public Road. Predloge za te standarde daje pogosto American Association of State Highway Officials (A.A.S.H.O.).

Za ostale ceste ima vsaka država svoje standarde. Bureau of Public Road in A.A.S.H.O. sicer v določenih primerih s prepričevanjem dosežejo, da sprejmejo posamezne države njihove predloge za standarde, vendar vlada v tem pogledu še precejšnja neenotnost.

Znatno večjo enotnost so dosegli v prometno varnostnih predpisih in predpisih za dimenzije motornih vozil.

a) Oblike, maksimalne dimenzije in teže tovornih motornih vozil.

V ZDA obratujejo v glavnem sledeče osnovne oblike tovornih avtomobilov: truck (kamion),

truck - traktor (kamion vlačilec), semi trailer (polovična prikolica) in trailer (prikolica). Med navedenimi vozili so možne še razne kombinacije.

Po Hooverjevemu zakonu sme znašati: maksimalna širina motornih vozil, vključno s tovorom 8 ft (2,44 m), maksimalna višina 12 ft (3,66 m) in maksimalna dolžina za posamezno motorno vozilo 33 ft (10,06 m), za sestavljeno vozilo pa 85 ft (25,91 m).

Večina držav se v glavnem ravna po tem zakonu, le glede maksimalne višine je več izjem.

Maksimalni osni pritiski so v različnih državah različni. Navajam tozadevne vrednosti za Pensilvanijo:

dvoosni kamion; sprednja os 20.000 LBS (9,05 ton)
zadnja os 20.000 „

dvoosni kamion
vlačilec; sprednja os 20.000 „
zadnja os 20.000 „

triosni kamion; sprednja os 8.000 LBS (3,63 ton)
zadnji osi po 18.000 LBS (8,15 ton)

troosni kamion; sprednja os 8.000 LBS (3,63 ton)
vlačilec; zadnja os po 18.000 LBS (8,15 ton)

polovična
prikolica; zadnji osi po 20.000 LBS (9,05 ton)

prikolica; sprednja os 20.000 „
zadnja os 20.000 „

Največja teža za kombinacije motornih vozil sme znašati ca. 64.000 LBS (29 ton).

Navedene teže veljajo v Pensilvaniji, vendar se v pogledu teže kombinacij ne ravna jo natančno po njih. Najtežja doslej znana kombinacija je „seven-axle: tractor + semitrailer + full-trailer combination“ (sedem osni: traktor + polovična prikolica + prikolica) skupne teže 140.000 LBS (63.300 ton).

V ostalih državah se standardi za osne pritiske in teže ne razlikujejo mnogo od navedenih.

b) Računska hitrost

Računske hitrosti na posameznih vrstah cest se ujemajo s tozadevnimi policijsko varnostnimi predpisi, ki dovoljujejo sledeče vozne hitrosti:

za mestne ceste v trgovskih predelih 20 MPH = 32 km/uro
„ upravnih „ 25 „ = 40 „
„ predmestjih „ 35 „ = 56,2 „

za zunanje ceste s križanjem v nivoju:

za osebne avtomobile 60-80 MPH = 80,3 - 96,4 km/uro

za tovarne „ 35-45 MPH = 56,2 - 72,3 km/uro

za avtoceste s križanji izven nivojev:

70 MPH = 112 km/uro

Opazovanja dejanskih voznih hitrosti so pokazala

la, da se te od predpisanih hitrosti le neznatno razlikujejo. To dejstvo kaže, da so vozači v ZDA v izvajanju prometno varnostnih predpisov zelo disciplinirani

Temu je deloma vzrok visoko razvit čut odgovornosti vozačev in ostrina prometnih varnostnih predpisov ter njih brezkomprimisno izvajanje.

c) Razmerje med hitrostjo, v horizontalnim radijem R in prečnim sklonom p.

Za določitev razmerja med v, R in p je priporočil A.A.S.H.O. upostavitve ravnotežja med horizontalno komponento teže $G \sin \alpha$ in med horizontalno komponento centrifugalne sile Z, ne da bi pri tem upoštevali trenje med obodnimi ploskvami vozila in površino vozišča.

V ZDA obravnavajo vozno hitrost v feet/sek (čevlj/sek) oz. MPH (milj/uro), horizontalne krivine z R v feet (čevlji) oz. degrees of curve (krožnih stopinjah), kar bo v sledečih formulah upoštevano.

Iz te predpostavke sledi izraz za navedeno ravnotežje:

$$G \sin \alpha = \frac{G v^2}{g R}$$

g = pospešek prostega pada = 32,2 ft/sek²

α = kot prečne nagnjenosti vozišča.

Če vstavimo v formulo znane količine v čevljih in miljah, dobimo:

$$\sin \alpha = E = 0,067 \frac{v^2}{R}$$

Ker nismo upoštevali trenja, daje ta formula preveliko sigurnost kar se tiče zdrsnjenja vozila in s tem v zvezi seveda prevelike prečne sklene oziroma prevelike radije.

Iz ekonomskih pogledov so razni cestni strokovnjaki v ZDA predlagali spremembe tega razmerja v sledečo obliko:

$$E = 0,067 \frac{v^2}{R} - F$$

kjer pomeni F faktor trenja med obodnimi površinami koles in površino vozišča.

Za faktor trenja ne jemljejo vse države istih vrednosti.

Minimalni prečni sklon znaša navadno 2,5 %, maksimalni pa ca. 8 %.

d) Prehodne horizontalne krivine

Na splošno uporabljajo v ZDA pri cestnih trasah prehodne krivine.

Za prehodno krivino uporabljajo neke vrste spiralo.

e) Potek trase v vertikalnem smislu

Pri projektiranju cest v ZDA polagajo veliko važnost na ekonomičnost.

Za vsako na novo projektirano cesto skušajo ugotoviti tako varianto, za katero bi bila vsota gradbenih, vzdrževalnih in eksploatacijskih stroškov minimalna.

V ZDA so vložili precej truda in stroškov, da bi našli zanesljivo metodo za ugotavljanje eksploatacijskih stroškov in so v tem nedvomno tudi precej dosigli.

Znani so tozadevni poizkusi univerze Ames v Jowi.

Po ugotovitvah univerze Ames je gospodarski vzpon takšen vzpon, katerega more prevoziti motorno vozilo navzgor, ne da bi menjalo prestave, čim manj zmanjšalo vozno hitrost, navzdol pa brez uporabe zavor ne prekorači hitrosti, s katero je vozilo navzgor.

Upoštevaajoč celotni upor pri vožnji 0,03 do 0,035 krat teža vozila in vlečne sile v direktni prestavi od 0,0325 do 0,08 krat teža vozila, so pri omenjenih poizkusih še pred l. 1928 za daljše proge ugotovili sledeče vzpone:

za tovrstne avtomobile ca. 5 %
za osebne avtomobile 6 - 7 %

Za krajše vzpone so navedene vrednosti nekoliko večje.

Nadalje je bilo ugotovljeno, da vozna hitrost in način utrditve močno vplivata na porabo goriva in gum. Če povečamo vozno hitrost od 24 na 56 km/uro, naraste poraba goriva od 0,89 do 1,09 za betonske ali asfaltne ceste; kot podlago za primerjavo vzamemo betonsko ali asfaltno cesto, s celotnim uporom 0,015 pri vožnji s hitrostjo 16 km/uro, z vrednostjo 1,0 za porabo goriva. Pri isti primerjalni stopnji in pri istih mejah vozne hitrosti naraste poraba goriva za ceste z gramozno utrditvijo od 1,20 do 1,47.

Porabo gum je l. 1924 do 1926 preiskovala univerza države Washington. Na podlagi poizkusnih voženj so ob tej priliki ugotovili, da znaša srednja poraba gume za 1000 milj vožnje 0,372 funta za ceste z gramozno utrditvijo, 0,097 funtov za betonske ceste in 0,027 funtov za površinsko obdelavo.

Univerza v Amesu v državi Jowa je l. 1928 objavila rezultate preiskav vseh eksploatacijskih stroškov za osebne vozove.

Razmerje teh eksploatacijskih stroškov pri visokovrednih, srednjevrednih in preprostih voziščih brez moderne utrditve znaša:

1 : 1,18 : 1,38

To razmerje so določili upoštevaajoč tipe osebnih vozil, ki so takrat obratovala po cestah v ZDA.

Te rezultate tudi pri nas že dolgo poznamo.

V l. 1929 je napravila „General Motors Corporation“

tudi poizkuse za ugotovitev eksploatacijskih stroškov za tovrne avtomobile; rezultati teh poizkusov so manj znani.

Zelo uporabljivi so rezultati najnovejših preiskav porabe goriva in časa, ki so jih napravili l. 1948 v Pensilvaniji; objavil jih je Highway Research Board l. 1950 v Research Report No 9-A v članku: „Time and gasoline Consumption in motor truck operation as affected by the weight and power of vehicles and the rise and fall in highway.”

Da bi ugotovili srednjo porabo goriva in časa za vse vrste tovornih avtomobilov, ki prevladujejo pri vožnji po cestah v ZDA, so opravili veliko število poizkusnih voženj na cestnih odsekih vseh vrst in kvalitet utrditev in vseh mogočih višinskih razmer, ki pridejo v zadnjem času v ZDA praktično v poštev.

Rezultati teh poizkusov so bili izvednoteni in podani v empiričnih formulah ter diagramih, iz katerih lahko zelo preprosto in hitro ugotovimo porabo bencina in časa za vsak cestni odsek in za vsako vozilo, ki jih je možno predvideti v običajnih praktičnih mejah zmogljivosti vozil in višinskih prilik cestnih odsekov.

Pri teh poizkusnih vožnjah so beležili tudi podatke za ostale transportne stroške, rezultati pa do časa našega bivanja v ZDA še niso bili izvednoteni.

Rezultatom preiskav porabe goriva in časa iz l. 1948 pri nas še ne poznamo.

Za ugotavljanje porabe goriva (bencina) so bile na podlagi omenjenih poizkusov sestavljene sledeče empirične formule:

Višinska karakteristika
cestnega odseka v

Poraba bencina v 1/km

$$\sum \Delta h$$

$$L/100m$$

1,3	0,08 X W 0,618
2,3	0,0657 X W 0,736
3,2	0,0705 X W 0,775
4,0	0,0715 X W 0,793
5,0	0,0885 X W 0,881
6,4	0,0855 X W 0,907
7,4	0,0966 X 2 0,916

W = bruto teža vozila

Razmerje teže in moči motorja
v kg/neto PS

Prevozna hitrost
v min/km

45	0,701 + 0,0199 E + 0,0081 E ²
68	0,707 + 0,0348 E + 0,0143 E ²
91	0,704 + 0,0547 E + 0,0205 E ²
113	0,715 + 0,0397 E + 0,0288 E ²
136	0,708 + 0,0890 E + 0,033 E ²
159	0,716 + 0,1044 E + 0,0392 E ²

Razmerje teže in moči motorja
v kg/neto PS

Prevozna hitrost
v min/km

181	0,713 + 0,123 E + 0,0454 E ²
204	0,722 + 0,17 E + 0,0516 E ²
226	0,717 + 0,159 E + 0,0578 E ²
249	0,724 + 0,173 E + 0,064 E ²
272	0,718 + 0,195 E + 0,0702 E ²

E = višinska karakteristika proge

$$\frac{\sum \Delta h}{L/100 m}$$

Predpisane maksimalne vrednosti za podolžne vzpone so v raznih državah različne; navajam jih za Pensilvanijo, ki ima najgostejšo cestno mrežo:

ceste 1. razreda z 10.000 - 20.000 vozil dnevno	5 %
ceste 2. " z 5.000 - 10.000 "	5 %
ceste 3. " z 1.500 - 5.000 "	7 %
ceste 4. " z 800 - 1.500 "	7 %
ceste 5. " z 400 - 800 "	7 %
ceste 6. " z 200 - 400 "	9 %
ceste 7. " pod 20 "	9 %

Teh predpisov pa se drže le za dolge proge in tam, kjer prevladuje promet s kamioni. Za krajše dolžine pa tam, kjer prevladujejo osebna vozila, tolerirajo večje vzpone, če s tem dosežejo upoštevanja vredno znižanje gradbenih stroškov.

Tako nastanejo „rolling profiles“, ki jih ZDA pogosto uporabljajo.

Odločilne za izvedbo krajših močnejših vzponov so ekonomske prednosti, ki jih ugotavljajo primerjajoč gradbene, vzdrževalne in prometne stroške za variante, ki pridejo za primerjavo v poštev.

Omeniti je treba še, da dajejo v razgibanih terenih prednost trasi z večjimi horizontalnimi krivinami in večjimi vzponi pred traso z ostrimi horizontalnimi krivinami in manjšimi vzponi.

f) Širine cest v ZDA

Standardne širine vozišč so v različnih državah različne. Na splošno so vozišča v ZDA ožja kot v Evropi, ker je praktična propustnost njihovih cest znatno večja kot v Evropi. Vzroke za to smo navedli pod tč. 2.

Bankine so v ZDA povečini znatno širše kot v Evropi; to pa ne toliko zaradi varnosti vožnje kot zaradi možnosti strojnega čiščenja bankin in odtočnih muld. V Evropi se vozači orientirajo po robnih trakovih in smernikih, na cestah v ZDA pa je možna orientacija na srednjo kontrastno črto, ki deli dva prometna pasova. Zaradi tega je zmanjšana varnostna razdalja med vozili, ki se pri nasprotni vožnji srečavajo, in s tem v zvezi instiktivno tudi hitrosti

vožnje vendar neznatna, ker je srednja ločilna črta za ameriškega vozača meja, katere namerno ne prestopi.

Navajam širine vozišč za ceste v Pensilvaniji:

Ceste 1. razreda; z več kot 13.000 vozili dnevno, od tega preko 25 % kamionov:

2 x 12 ft (7,32 m) na vsako stran ločilne črte ali ločilnega pasu med dvema prometnima trakoma, skupna širina vozišča 48 ft (14,64 m); štiripasovne ceste.

Ceste 1. razreda; od 10.000 - 13.000 vozil na dan, od tega pod 25 % kamionov:

2 x 11 ft (6,70 m) na vsako stran ločilne črte ali ločilnega pasu med dvema prometnima trakoma, skupna širina vozišča 44 ft (13,40 m); štiripasovne ceste.

Ceste 2. razreda; od 7.000 do 10.000 vozil dnevno; od tega več kot 25 % kamioni:

3 x 12 ft (10,98 m); tripasovne ceste.

Ceste 2. razreda; od 5.000 do 7.000 vozil dnevno; od tega manj kot 25 % kamioni:

3 x 11 ft (10,05 m); tripasovne ceste.

Ceste 3. razreda; od 3.500 do 5.000 vozil na dan, od tega več kot 25 % kamioni:

2 x 12 ft (7,32 m); dvopasovne ceste.

Ceste 3. razreda; od 1.500 do 3.500 vozil dnevno; od tega manj kot 25 % kamioni:

2 x 11 ft (6,70 m); dvopasovne ceste.

Ceste 4. razreda; od 800 do 1.500 vozil dnevno: 20 ft (6,09 m); dvopasovne ceste.

Ceste 5. razreda; od 400 do 800 vozil na dan: 18 ft (5,49 m); dvopasovne.

Ceste 6. razreda; od 200 do 400 vozil na dan: 16 ft (4,88 m); dvopasovne.

Ceste 7. razreda; manj kot 200 vozil dnevno: 14 ft (4,27 m); enopasovne.

Tropasovnih cest je v ZDA še precej; za promet so nevarne, ker je srednji pas predviden za prehitivanje v obeh voznih smereh. Nastale so predvsem iz ekonomskih razlogov; ker ti v ZDA pri gradnji cest prevladujejo, bodo tropasovne ceste verjetno še precej časa ostale.

Za razširitve vozišča priporoča A.A.S.H.O. uporabo formule:

$$\Delta s = 2(R - R^2 - L^2) + \frac{35}{R}$$

L = razdalja med obema skrajnima osema vozila

R = radij krivine

$\frac{35}{R}$ = varnostni dodatni člen, ugotovljen empirično

Običajno pa so razširitve dane v tabelah.

g) Vidnost v krivinah.

Predpisane vrednosti za vidnost v krivinah niso za vse države enotne, razlike pa niso velike.

V Pensilvaniji so za vidnost v horizontalnih krivinah predpisane sledeče vrednosti:

	pri vožnji po desnem prometnem pasu	pri prehitovanju
ceste 1. razreda	475 ft (128 m)	475 ft (128 m)
ceste 2. "	475 ft (128 m)	1300 ft (396 m)
ceste 3. "	475 ft (128 m)	2100 ft (640 m)
ceste 4. "	350 ft (107 m)	1400 ft (427 m)
ceste 5. "	350 ft (107 m)	1400 ft (427 m)
ceste 6. "	275 ft (84 m)	900 ft (274 m)
ceste 7. "	275 ft (84 m)	900 ft (274 m)

4. Kakšne prednosti ima način projektiranja cest v ZDA pred načinom projektiranja cest v Jugoslaviji in koliko bi se dale te prednosti uvesti tudi v Jugoslaviji.

Ad 1) V Jugoslaviji projektirajo ceste v pretežni večini projektantska podjetja, ki so samostojne gospodarske organizacije. Zaradi pomanjkanja strokovnih kadrov je potrebno doseči čim večjo produktivnost pri zadovoljivi kakovosti. Vse to je najlažje uresničiti s koncentracijo strokovnjakov v projektantskih podjetjih. Taka organizacija projektiranja kakršno imajo v ZDA, se pri današnjih razmerah v Jugoslaviji ne bi obnesla.

Ad 2) Planiranje, študij prometa in ugotavljanje dejanske potrebnih investicij za gradnjo cest so v ZDA na zavidljivi višini. Cesta je v ZDA zgradba, ki se mora v predvideni dobi amortizirati, po amortizaciji pa čimveč prispevati k dvigu narodnega dohodka. Tudi v Jugoslaviji bi bilo treba čimprej pričeti z ugotavljanjem dejanskih potreb pri gradnji cest in usmeriti investicije glede na dejanske potrebe, kolikor ne usmerjajo tozadevnih investicij drugi važnejši faktorji, ki bi jih pa bilo treba za vsak primer čim natančneje ugotoviti. Razume se, da lahko le postopoma začnemo izčrpno ugotavljati dejanske potrebe glede gradnje cest, ker za to nimamo na razpolago dovolj zanesljivih podatkov. Prav zaradi pomanjkanja podatkov bi bilo treba k ugotavljanju dejanskih potreb (planiranju) pritegniti najboljše tehnične in ekonomske strokovnjake, ki bi mogli na podlagi svojih izkušenj, vključno z pomanjkljivim podatkom, določiti dejanske potrebe za vsako cesto.

Hkrati bi morali čimprej pričeti kar se da natančno preučevati sedanje in perspektivne prometne razmere. Štetje prometa bi bilo treba temeljito reorganizirati in čim dalje bomo tem odlašali,

tem kasneje bomo prišli do realnih osnov za ugotavljanje dejanskih prometnih potreb.

Ad 3. Standardi za projektiranje cest v ZDA niso v vseh državah enotni; prav tako opazimo v njih rahlo sled konservativnosti, ki ima verjetno svoj vzrok v morda nekoliko pretirani težnji posameznih držav po vsestranski samostojnosti. Po drugi strani je znana vztrajnost „Bureau of Public Roads“ in A.A.S.H.O., ki si prizadevajo vpeljati enotne standarde in jih tudi nenehno izboljšujejo; pogosto so dosegli že lepe uspehe. Jasno je torej, da sedanjih standardov za projektiranje cest v katerikoli državi ZDA ne moremo smatrati kot dokončne. Pri podrobnejši presoji spredaj navedenih standardov in tistih, ki jih zaradi pretesnega okvira članka nisem navedel, pa je možno ugotoviti, da je bila pri določanju posameznih standardnih količin vodilna ideja ekonomija gradnje, vzdrževanje in eksploatacije zgradbe.

V ZDA imajo v vseh državah predpise za projektiranje cest, ki zajemajo vso tozadevno problematiko. Razen suhih predpisov imajo projek-

tanti na razpolago celo vrsto navodil, v katerih so posamezni tehnični elementi do podrobnosti obdelani. Ta navodila sestavljajo najboljše strokovnjaki v „Bureau of Public Roads“ in v oddelkih za raziskavanje posameznih držav. Takšen način projektiranja je morda preveč avtomatski, možno pa je na ta način delati projekte z manjšim številom vidnih strokovnih kadrov. V Jugoslaviji je tehnična zakonodaja za projektiranje cest še zelo pomanjkljiva, v določenih pogledih našim razmeram sploh ne ustreza. To ni nič čudnega, saj se pri nas nikdo stalno ne ukvarja s strokovnim študijem cest in izoblikovanjem zaključkov svojih študij v praktična, sistematsko urejena strokovna navodila. Pomanjkanje visoko kvalificiranih cestnih strokovnjakov je bil nedvomno vsaj do sedaj deloma vzrok za to stanje, polagoma pa bi se le morali lotiti izdelave dobrih tehničnih predpisov za projektiranje cest, ki bodo lahko vnesli v to stroko zaželeno enotnost in red ter ustvarili podlago za kvalitetno in ekonomsko projektiranje cest.

Ing. Roman Stepančič

IK 691.834.001.4:691.327

P R E G L E D

PREISKAV BETONSKIH CEVI, OPRAVLJENIH V ZAVODU ZA RAZISKAVO MATERIALA
IN KONSTRUKCIJ LRS, LJUBLJANA, V OBDOBJU 1949 - 1954

V kanalizacijski dejavnosti uporabljamo običajno za manjše in srednje odvodne kanale betonske cevi, izdelane v betonskih podjetjih oziroma v tovarnah gradbenega materiala.

Tudi v Sloveniji je ta dejavnost betonskih podjetij pomembna, kajti povpraševanje po betonskih ceveh je spričo velike komunalne graditve precejšnje.

Pregleda o tem, kakšna je dejanska kvaliteta betonskih cevi posameznih obratov, nam ni mogoče podati. Doslej sistematičnih preiskav cevi oziroma kontrole ni bilo; posamezni proizvajalci pa niso pošiljali svojih izdelkov v preiskavo.

Večina doslej preiskanih betonskih cevi je prišla v preiskavo zaradi očitno slabe kvalitete ali pa zaradi tega, ker so se porušili kanalski vodi.

V obdobju 1949 do 1954 je bilo vseh naročni-

kov 18. V spodnji tabeli je podan številčni pregled naročnikov in preiskanih cevi v posameznih letih:

V letu	Število naročnikov	V %	Število preiskanih cevi	V %
1949	2	11,1	10	10,1
1950	-	-	-	-
1951	1	5,6	5	5,1
1952	2	11,1	15	15,1
1953	5	28	16	16,2
1954	8	44,2	53	53,5
Skupaj	18	100,0	99	100,0

Cevi so bile večinoma okrogle brez podnožja, le manjše je bilo število cevi s podnožjem.

Sedem cevi je bilo jajčaste oblike s podnožjem.

Zastopani so bili sledeči profili cevi: 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 75, 80/120, ter 110 cm.

V razdobju 1949 do 1954 je bilo preiskano sledeče število cevi posameznih profilov:

Premera	Štev. kom.	V %
10 cm	3	3,0
15 cm	5	5,1
20 cm	10	10,1
25 cm	3	3,0
30 cm	11	11,1
40 cm	10	10,1
50 cm	11	11,1
60 cm	32	32,3
70 cm	4	4,0
75 cm	2	2,0
80/120 cm	7	7,1
110 cm	1	1,0
Skupno	99	100,0

Obseg preiskav:

V jugoslaviji nimamo norm oziroma predpisov za kvaliteto betonskih cevi. V našem zavodu opravljamo preiskave po švicarskih predpisih (S.I.A. - No. 107 - IX. 1934. -) V slikah 1 in 2 so podane zahteve, ki jih predpisujejo švicarske norme, in sicer: v sliki 1 so razvidne minimalne in maksimalne debeline stene cevi, srednje in minimalne trdnosti na temenski pritisk po švicarskih predpisih.

V sliki 2 pa sta podana načina preiskave vodotesnosti, trdnosti na temenski pritisk ter dopustna odstopanja pri dimenzijah.

Po švicarskih normah so za betonske cevi predvidene sledeče preiskave:

- ugotovitev dejanskega premera cevi
- dolžina cevi
- povprečna debelina stene cevi
- trdnost na temenski pritisk
- namočljivost po 14 dnevem namakanju v vodi
- vodotesnost cevi

Pri posameznih ceveh pa smo opravili tudi še naslednje preiskave:

- prostorninska in specifična teža betona
- poroznost in gostota betona
- namočljivost (s kuhanjem)
- tlačna trdnost betona cevi

Iz nadaljnjih dveh tabel je razvidno, da nobena preiskava ni bila izvedena v celoti pri vseh ceveh. Največ je bilo preiskav trdnosti na

temenski pritisk in povprečne debeline stene cevi.

Posamezne preiskave smo izvedli pri sledečem številu cevi:

- dejanski premer cevi: 60 krat, kar predstavlja 60,6 % števila možnih preiskav
- dolžina cevi: 60 krat, kar predstavlja 60,6 % števila možnih preiskav
- povprečna debelina stene cevi: 86 krat, kar predstavlja 86,8 % števila možnih preiskav
- prostorninska teža: 49 krat, kar predstavlja 49,5 % števila možnih preiskav
- specifična teža: 47 krat, kar predstavlja 47,5 % števila možnih preiskav
- gostota: 47 krat, kar predstavlja 47,5 % števila možnih preiskav
- poroznost: 47 krat, kar predstavlja 47,5 % števila možnih preiskav
- trdnost na temenski pritisk: 89 krat, kar predstavlja 89,9 % števila možnih preiskav
- namočljivost (s kuhanjem): 47 krat, kar predstavlja 47,5 % števila možnih preiskav
- namočljivost (z namakanjem): 45 krat, kar predstavlja 45,5 % števila možnih preiskav
- tlačna trdnost betona cevi: 54 krat, kar predstavlja 54,6 % števila možnih preiskav
- vodotesnost cevi: 53 krat, kar predstavlja 53,5 % števila možnih preiskav

Po posameznih profilih pa je številčni pregled opravljenih preiskav naslednji:

Profil cevi	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	80/110	120
Preiskave												
a) dejanski premer	-	3	5	2	6	9	3	13	4	2	6	1
b) dolžina cevi	-	3	5	2	6	9	3	13	4	2	6	1
c) povprečna debelina stene cevi	-	3	7	3	9	10	11	30	4	2	6	1
d) prostorninska teža	-	2	2	2	5	5	5	23	4	-	-	1
e) specifična teža	-	2	2	2	5	5	5	21	4	-	-	1
f) gostota	-	2	2	2	5	5	5	21	4	-	-	1
g) poroznost	-	2	2	2	5	5	5	21	4	-	-	1
h) trdnost na temenski pritisk	3	5	10	3	11	9	11	24	4	2	6	1
i) namočljivost (s kuhanjem)	-	2	2	2	5	5	5	21	4	-	-	1
j) namočljivost (z namakanjem)	2	3	3	2	7	5	4	19	-	-	-	-

Profil cevi	80/											
Preiskave	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	120	110

k) tlačna trdnost betona cevi

	-	2	2	2	5	5	5	21	4	-	7	1
--	---	---	---	---	---	---	---	----	---	---	---	---

l) vodotesnost cevi

	3	4	5	2	7	6	6	15	4	-	-	1
--	---	---	---	---	---	---	---	----	---	---	---	---

Pregled rezultatov preiskav:

Minimalne, maksimalne in povprečne vrednosti rezultatov preiskav so razvidne iz tabele. Pregled povprečnih vrednosti rezultatov preiskav betonskih cevi je razviden iz slike štev. 3.

Za posamezne profile cevi so razvidne vrednosti, ki jih zahtevajo švicarski predpisi, in sicer: debelina stene cevi, trdnost na temenski pritisk, namočljivost (z namakanjem) in vodotesnost cevi. Poleg ugotovljenih povprečnih vrednosti zgoraj omenjenih preiskav so razvidna še povprečja rezultatov preiskav prostorninske teže, namočljivosti (s kuhanjem), upogibne trdnosti ter tlačne trdnosti betona.

Analiza rezultatov:

V primerjavi s švicarskimi predpisi dobimo sledečo sliko:

a) dejanski premer cevi:

Po švicarskih predpisih je dopustno odstopanje dejanskega premera od deklariranega za $\pm 2\%$. Pri posameznih profilih so bila mejna odstopanja naslednja:

Nazivni premer cevi v cm	Dejanski premer v cm		Odstopanje	
	minimum	maksimum	+ %	- %
10	-	-	-	-
15	14,5	14,9	0,0	- 3,3
20	19,4	20,1	+ 0,5	- 2,5
25	24,3	24,3	0,0	- 2,8
30	29,6	30,0	0,0	- 1,3
40	39,5	40,3	+ 0,8	- 1,3
50	49,6	50,0	0,0	- 0,0
60	59,3	60,0	0,0	- 1,2
70	70,0	70,0	0,0	- 0,0
75	74,2	74,9	0,0	- 1,1
80/120	79,5/120	80,0/121	+ 0,8	- 0,6
110	109,5	-	0,0	- 0,5

Kot je razvidno iz zgornje tabele, so odstopanja dejanskih premerov od nazivnih (deklariranih) v dopustnih mejah, če izvzamemo nekaj primerov pri profilih 15, 20 in 25 cm.

b) dolžina cevi:

Dolžine cevi so se menjavale od 79,5 cm do 104,3 cm. Če vzamemo za normalno dolžino 100 cm, znašajo variacije: - 20,5 % oziroma + 4,3 %.

Iz pregleda posameznih preiskav je razvidno, da glede dolžine cevi pri posameznih proizvajalcih ni enotnosti. Disperzije dolžin so prevelike.

Pri posameznih profilih so bile minimalne in maksimalne dolžine naslednje:

Nazivni premer cevi v cm	Dolžina v cm		Odstopanja	
	mi-nimum	maksi-mum	+ %	- %
10	-	-	-	-
15	98,8	100,6	+ 0,6	- 1,2
20	96,6	100,4	+ 0,4	- 3,4
25	100,9	100,9	+ 0,9	- 0,0
30	81,3	100,9	+ 0,9	-18,7
40	82,2	104,3	+ 4,3	-17,8
50	83,3	103,3	+ 3,3	-16,7
60	95,0	103,2	+ 3,2	- 5,0
70	98,9	99,9	0,0	- 1,1
75	97,5	98,0	0,0	- 2,5
80/120	97,3	101,7	+ 1,7	- 2,7
110	79,5	-	0,0	-20,5

c) povprečna debelina stene cevi:

Švicarski predpisi predvidevajo minimalno in maksimalno debelino stene cevi. Dopustno odstopanje znaša $\pm 5\%$. (Razvidno iz slike št. 2.) Odstopanja povprečnih debelin stene cevi pri posameznih profilih so bila naslednja:

Nazivni premer cevi v cm	Povprečna deb. stene cevi v mm		Po švicar. normah (v mm)		Odstopanja	
	mi-nimum	maksi-mum	od	do	+ %	- %
10	-	-	25	28	-	-
15	32	35	28	30	+16,7	0,0
20	34	54	30	33	+63,6	0,0
25	37	41	32	35	0,0	-15,6
30	40	55	40	43	+27,9	0,0
40	49	64	50	54	+18,5	- 2,0
50	53	69	60	65	+ 6,1	-11,7
60	60	74	70	75	0,0	-14,3
70	69	80	70	75	+ 6,7	- 1,4
75	67	67	75	80	0,0	-10,7
80/120	-	-	-	-	-	-
110	80	-	100	-	0,0	-20,0

Kot je razvidno iz zgornje tabele, so bile debeline stene cevi premajhne pri profilih: 25, 50, 60, 75 in 110 cm; pri profilih 15, 20, 30 in 40 cm pa so bile debeline stene cevi prevelike.

č. trdnost na temenski pritisk:

Trdnosti na temenski pritisk v splošnem ne dosežajo predpisanih vrednosti po švicarskih predpisih. Velike disperzije rezultatov kažejo, kako izredno neenakomerna je proizvodnja betonskih cevi. Povprečno dosežajo srednjo vrednost po švicarskih predpisih sledeči profili: 10, 15 in 20 cm. Ostali profili cevi okroglega prereza brez podnožja povprečno ne dosežajo predpisane vrednosti.

Posamezne skoke v „+“ izkazujejo v večini primerov betonske cevi okroglega prereza s podnožjem oziroma okrogle cevi brez podnožja z večjo debelino stene cevi, kot je predvidena po švicarskih normah. Minimalne in maksimalne trdnosti na temenski pritisk, trdnosti na temenski pritisk po švicarskih predpisih z dopustnim odstopanjem, ter odstopanja trdnosti na temenski pritisk preiskanih cevi pri posameznih profilih so sledeča:

za: - 2,5 % oziroma + 150,0 %. Kot je razvidno iz naslednje tabele oziroma slike št. 4, doseže namočljivost (z namakanjem) pri prostorninski teži betona 2,2 g/cm³ skrajno dopustno vrednost. Pri manjši prostorninski teži betona se namočljivost betona naglo veča. Rezultati preiskav namočljivosti (s kuhanjem) so za cca 20 % večji od rezultatov namočljivosti pod 14 dnevnem namakanju.

Po švicarskih predpisih so odločilni rezultati namočljivosti po 14 dnevnem namakanju.

Časovni potek namočljivosti (z namakanjem) je razviden iz slike št. 5. Namočljivost po 24 urah znaša cca 80 % namočljivosti po 14 dneh.

e. vodotesnost cevi:

Eina izmed temeljnih zahtev pri ceveh je njih vodotesnost. Preiskave so pokazale, da so propuščale vodo vse cevi razen ene, ki jo je po švicarskih predpisih možno označiti kot vodotesno.

Nazivni premer cevi v cm	Trdnost na temen. pritisk v kg/m		Trdn. na temen. pritisk po švicar. predp. v kg/m		Odstopanja		
	minimum	maksimum	srednja	dopustno odstop.	posamez. minimum	+ %	- %
10	2 120	5 170	2 500	- 20 %	2 000	+ 107,0	- 15,2
15	2 000	3 740	2 500	- 20 %	2 000	+ 49,6	- 20,0
20	910	4 670	2 500	- 20 %	2 000	+ 86,9	- 63,6
25	1 518	2 250	2 500	- 20 %	2 000	0,0	- 39,2
30	1 570	3 055	2 500	- 20 %	2 000	+ 22,2	- 37,2
40	1 295	2 500	3 000	- 20 %	2 400	0,0	- 56,8
50	1 907	3 100	3 000	- 20 %	2 400	+ 3,3	- 36,5
60	590	4 170	3 650	- 20 %	2 920	+ 14,2	- 83,8
70	2 140	2 840	3 650	- 20 %	2 920	0,0	- 41,4
75	500	1 000	3 650	- 20 %	2 920	0,0	- 86,4
80/120	3 680	6 800	3 650	- 20 %	2 920	+ 86,4	0,0
110	3 155	-	3 800	- 20 %	3 040	0,0	- 17,0

d. namočljivost:

Po švicarskih normah znaša dopustna namočljivost 6 % (po 14 dnevnem namakanju v vodi). Dopustno odstopanje: + 25 %. Torej znaša maksimalna namočljivost: 7,5 %.

Namočljivost, ugotovljena s kuhanjem vzorcev, se je gibala od 8,60 % do 17,33 %.

Namočljivost, ugotovljena po 14 dnevnem namakanju v vodi, pa od 5,85 % do 14,97 %.

Glede na dopustno namočljivost po švicarskih predpisih znaša odstopanje skrajnih vrednosti

Po švicarskih predpisih je dopusten padeč gladine vode po 24 urah 2 cm; dopustno odstopanje znaša + 20 %.

Vodotesnost je odvisna od gostote betona. Za vodotesnost cevi so najnevarnejša območja okoli novih plasti, kjer je po navadi obdelava najslabša. Majhna plast ob stiku dveh naneženih plasti, ki propušča vodo povzroči, da se v 24 urah izprazni cev do tistega nivoja, kjer se takšna plast nahaja. Zato je obdelava betona osnovni faktor; to pa je povsem odvisno od osebne vestnosti izdelovalca.

f. prostorninska teža, specifična teža, gostota in poroznost betona

Pri preiskanih ceveh so bile fizikalne lastnosti sledeče:

prostorninska teža:	od 1,86 g/cm ³	do 2,28 g/cm ³
specifična teža	od 2,65 "	do 2,85 "
gostota	od 0,700	do 0,810
poroznost	od 0,190	do 0,300

Trdnost na temenski pritisk, namočljivost, tlačna trdnost betona, faktor „ β “ in prostorninska teža betona (povprečki):

nostjo betona. To razmerje je variiralo od 10 do 20, povprečno 15.

Tako lahko približno ocenimo nosilnost cevi na temenski pritisk, če nam naročnik pošlje le kose porušene betonske cevi.

SKLEP

Osnovno merilo za kvaliteto betonske cevi je nosilnost na temenski pritisk in vodotesnost. Če pogledamo vse rezultate do konca leta 1954 preiskanih cevi, vidimo veliko disperzijo rezultatov.

Prostor. teža g/cm ³	Trdnost na temen. pritisk	Namočljivost v %		Tlačna trd. bet. v kg / cm ²	„ β “
		s kuhanjem	z namakanjem		
1,86	1 630	17,33	14,97	75	21,7
1,91	1 863	15,83	12,38	117	15,9
1,92	2 130	15,74	12,93	116	18,6
1,95	2 147	14,33	11,59	183	12,1
1,96	2 240	14,83	12,08	177	12,7
1,98	2 355	14,03	11,95	107	22,0
1,99	1 907	13,78	12,10	135	14,1
2,00	1 518	13,01	11,53	84	18,1
2,01	-	13,76	11,67	71	-
2,04	1 573	12,46	11,51	106	14,8
2,05	2 450	12,82	9,92	203	13,0
2,06	2 045	12,37	9,66	107	19,1
2,07	-	12,10	11,13	71	-
2,08	2 665	12,11	11,31	148	17,1
2,09	1 863	11,70	9,63	130	14,2
2,10	1 790	11,15	8,16	153	11,6
2,11	1 393	11,98	9,40	90	19,7
2,12	1 532	10,38	8,69	156	12,0
2,13	2 073	10,62	8,94	196	11,6
2,14	2 750	10,82	-	236	14,2
2,15	2 050	10,90	9,00	180	11,6
2,16	-	10,85	8,95	133	-
2,18	1 455	10,00	7,85	117	12,4
2,22	3 740	9,26	-	377	9,9
2,23	2 100	8,78	6,50	193	10,3
2,26	3 320	8,60	-	209	15,9

g) tlačna trdnost betona cevi

Iz posameznih kosov betona porušene cevi smo izrezali po tri kocke z dimenzijo debeline stene cevi.

Tlačna trdnost betonskih kock je nihala povprečno od 50 kg/cm² do 377 kg/cm². Rezultati posameznih vzorcev so izkazovali tudi do 100 % razlike, ker je posledica neenakomerne obdelave.

Tako smo dobili faktor „ β “, to je razmerje med trdnostjo na temenski pritisk in tlačno trd-

To kaže, kako izredno neenakomerna je proizvodnja betonskih cevi. Zato je upravičeno, kar zahtevamo od vsakega izdelovalca, namreč da je obdelava betona čim bolj enakomerna in temeljita. To pa je odvisno predvsem od vestnosti izdelovalca.

Osnovno načelo izdelovalca betonskih cevi naj bo: doseči čim večjo prostorninsko težo betona; za to pa je najbolje takoj v začetku preizkusiti kvaliteto.

PREGLED MINIMALNIH, MAKSIMALNIH IN POVPREČNIH REZULTATOV PREISKAV
BETONSKIH CEVI ZA OBDOBJE 1949-1954

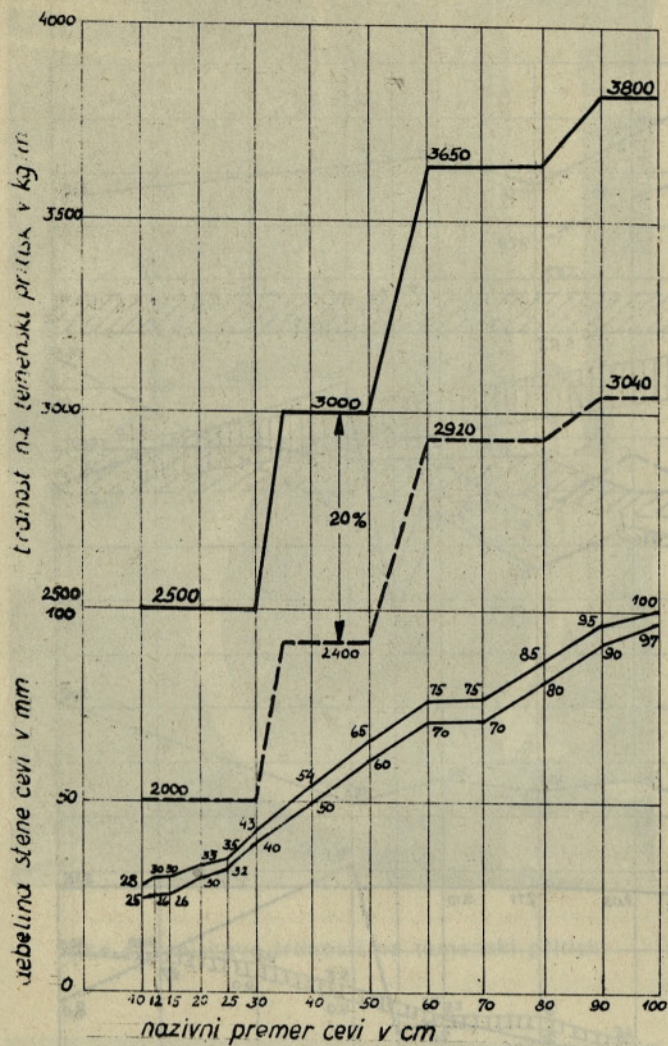
Zap. št.	Premer cevi v cm		Dolžina cevi v cm	Debelina stene cevi v cm	Prost. teža v g/cm ³	Spec. teža v g/cm ³	Gostota	Poroz- nost	Trdnost temenski pritisk kg/m	Namočljivost v %		Tlačna trdnost kocke kg/cm ²	Vodo- tesnost Δ h v cm
	nazivni	dejanski								s kuhanjem	z namakanjem		
1	minimum	10	-	-	-	-	-	-	2 120	-	10.3	-	
	maximum	10	-	-	-	-	-	-	5 170	-	10.4	-	
	povprečno	10	-	-	-	-	-	-	3 530	-	10.35	-	
2	minimum	15	14.5	98.8	3.2	1.95	2.65	0.735	0.19	2 000	9.26	8.8	229
	maximum	15	14.9	100.6	3.5	2.22	2.75	0.81	0.265	3 740	14.61	14.47	377
	povprečno	15	14.7	99.6	3.3	2.08	2.70	0.772	0.228	2 787	11.93	11.92	303
3	minimum	20	19.5	96.6	3.4	2.12	2.69	0.79	0.19	910	8.60	8.13	128
	maximum	20	20.1	100.4	5.4	2.26	2.78	0.81	0.21	4 670	10.21	10.10	209
	povprečno	20	19.9	98.6	4.0	2.19	2.73	0.80	0.20	2 603	9.41	8.98	168
4	minimum	25	24.3	100.9	3.7	1.95	2.69	0.740	0.243	1 518	13.01	11.11	84
	maximum	25	24.3	100.9	4.1	2.00	2.71	0.754	0.280	2 250	14.31	11.53	184
	povprečno	25	24.3	100.9	3.9	1.98	2.70	0.747	0.253	1 889	13.67	11.32	134
5	minimum	30	29.6	81.3	4.00	1.92	2.66	0.71	0.20	1 570	10.23	8.6	101
	maximum	30	30.0	100.9	5.5	2.13	2.72	0.80	0.29	3 050	15.77	14.28	246
	povprečno	30	29.9	89.3	4.5	2.01	2.68	0.75	0.25	2 196	13.35	10.92	145
6	minimum	40	39.5	82.2	4.9	1.86	2.66	0.70	0.28	1 295	12.37	9.66	75
	maximum	40	40.3	104.3	6.4	2.06	2.85	0.72	0.30	2 500	17.33	14.97	130
	povprečno	40	39.9	94.8	5.4	1.96	2.75	0.71	0.29	1 905	14.90	12.20	104
7	minimum	50	49.6	83.3	5.3	1.96	2.65	0.72	0.21	1 907	11.41	8.44	126
	maximum	50	50.0	103.3	6.9	2.09	2.76	0.79	0.27	3 100	14.83	12.10	224
	povprečno	50	49.8	92.7	5.9	2.03	2.70	0.752	0.248	2 362	13.03	10.70	160
8	minimum	60	59.3	95.0	6.0	1.95	2.66	0.73	0.20	590	8.78	5.85	50
	maximum	60	60.0	103.2	7.4	2.23	2.80	0.80	0.27	4 170	13.53	11.51	278
	povprečno	60	59.8	99.8	6.54	2.11	2.74	0.765	0.225	1 690	11.58	9.28	144

Od skupno 99 cevi je bila preiskana vodotesnost pri 53 cevah;
od tega je bilo 52 cevi vodopropustnih (98,2 %)

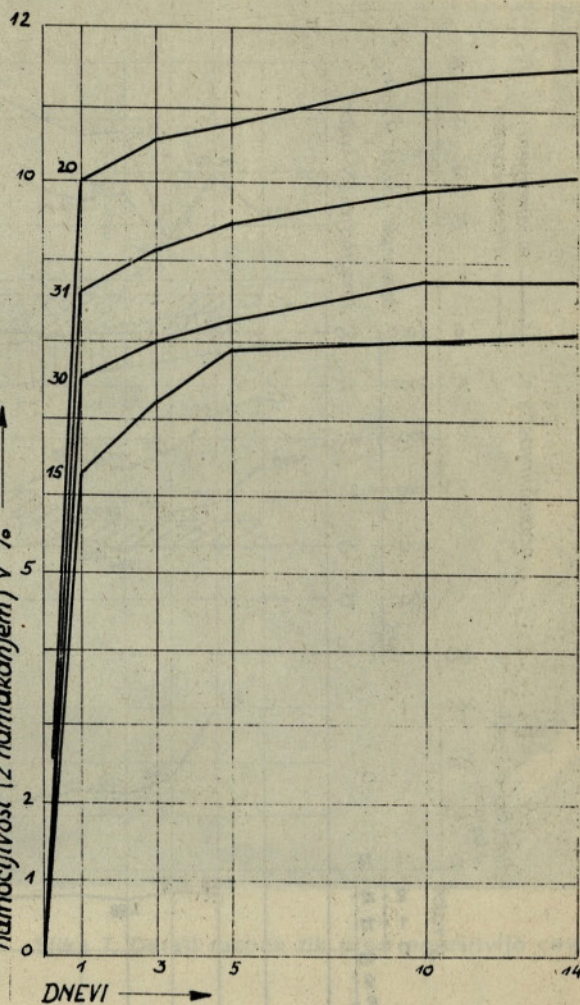
PREGLED MINIMALNIH, MAKSIMALNIH IN POVPREČNIH REZULTATOV PREISKAV
BETONSKIH CEVI ZA OBDOBJE 1949/1954 (nadaljevanje)

28

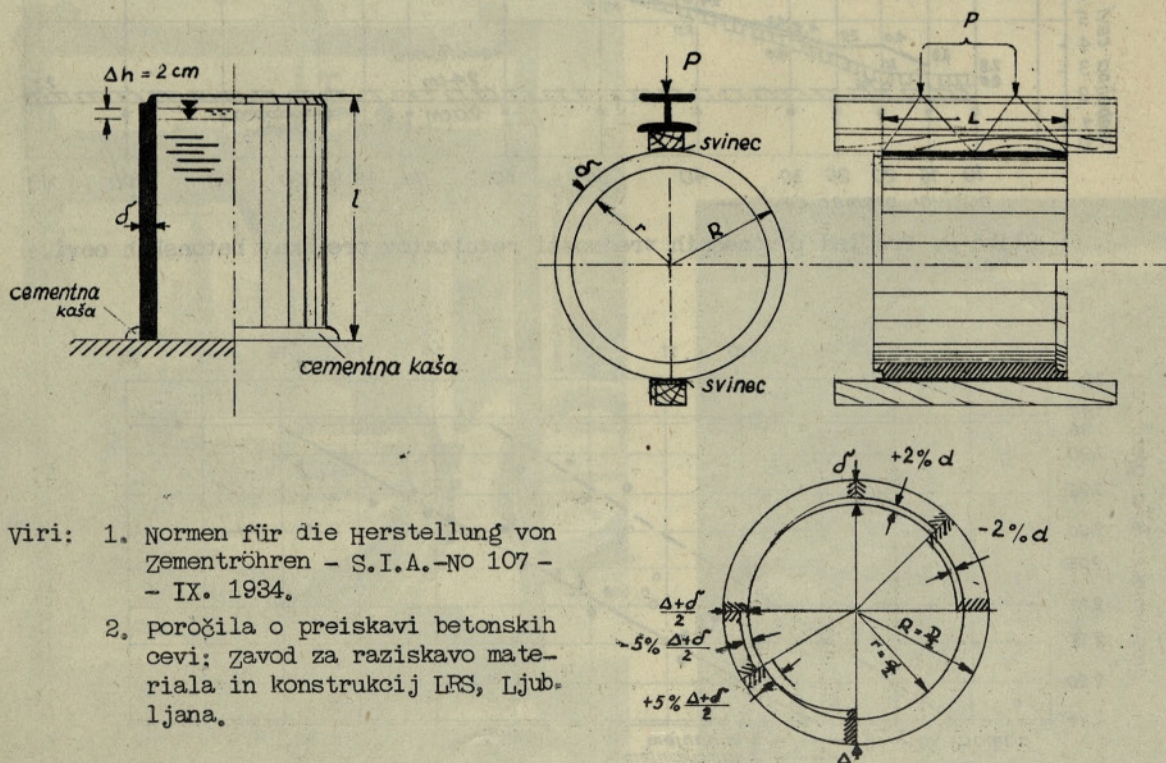
Zap. št.	Premer cevi v cm		Dolžina cevi v cm	Debelina stene cevi v cm	Prost. teža v g/cm ³	Spec. teža v g/cm ³	Gostota	Poroz- nost	Trdnost temenski pritisk kg/m	Namočljivost v %		Tlačna trdnost kocke kg/cm ²	Vodo- tesnost Δ n v cm
	nazivni	dejanski								s kuhanjem	z namakanjem		
9	minimum	70	70.0	98.9	6.9	2.05	2.73	0.725	0.228	2 140	11.25	—	102
	maximum	70	70.0	99.9	8.0	2.14	2.82	0.772	0.275	2 840	13.48	—	213
	povprečno	70	70.0	99.5	7.3	2.10	2.78	0.750	0.250	2 525	12.44	—	163
10	minimum	75	74.2	97.5	6.7	—	—	—	—	500	—	—	—
	maximum	75	74.9	98.0	6.7	—	—	—	—	1 000	—	—	—
	povprečno	75	74.5	97.8	6.7	—	—	—	—	750	—	—	—
11	minimum	80/120	79.5/120	97.3	14.4	—	—	—	—	3 680	—	—	85
				10.5									
				12.3									
	maximum	80/120	80/121	101.7	15.8	—	—	—	—	6 800	—	—	189
				11.3									
				13.8									
	povprečno	80/120	79.6/120	100.4	15.0	—	—	—	—	5 028	—	—	123
				10.9									
				13.1									
12		110	109.5	79.5	8.0	2.15	2.74	0.784	0.216	3 155	10.81	—	302 2.3



Slika 1. Zahteve glede debeline stene cevi, trdnosti na temenski pritisk za posamezne profile po švicarskih predpisih.

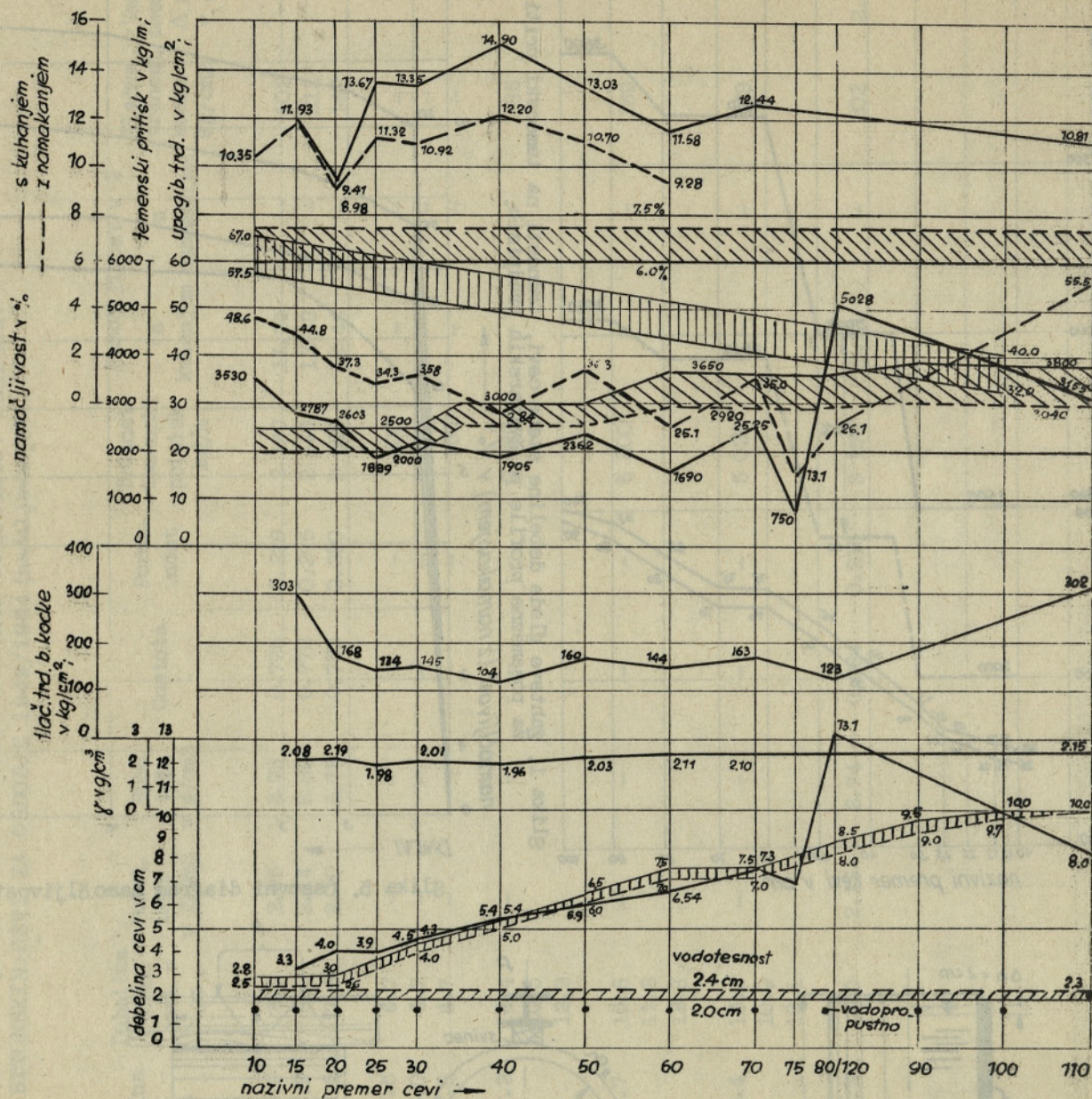


Slika 5. Časovni diagram namočljivosti

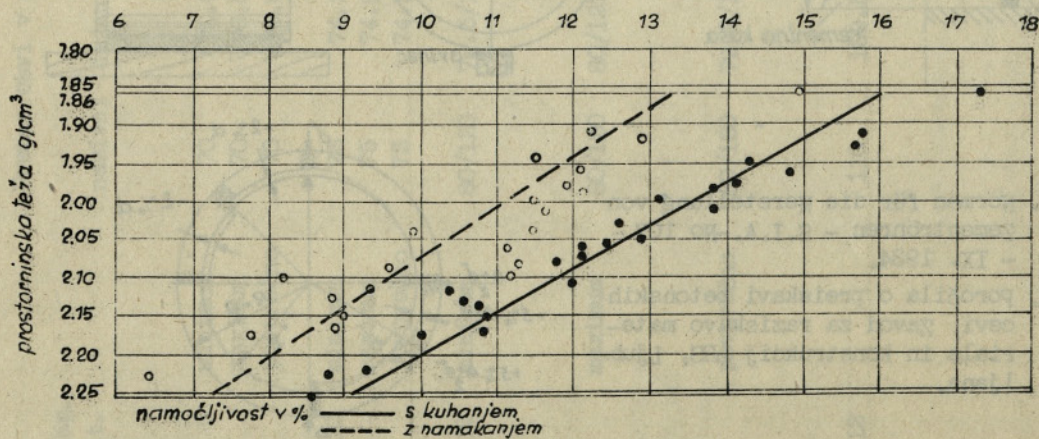


- Viri:
1. Normen für die Herstellung von Zementröhren - S.I.A.-NO 107 - - IX. 1934.
 2. poročila o preiskavi betonskih cevi; zavod za raziskavo materiala in konstrukcij LRS, Ljub. ljana.

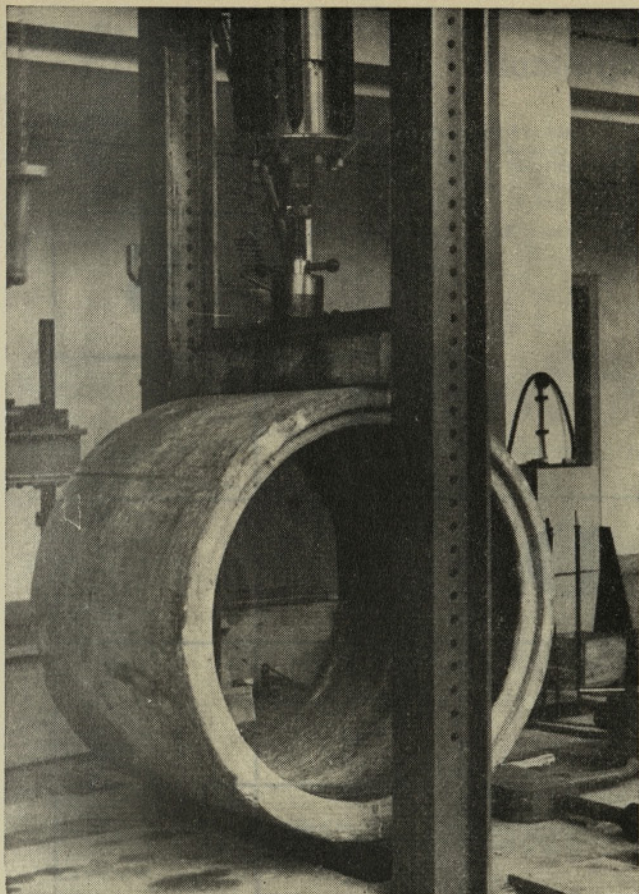
Slika 2. preiskava vodotesnosti, trdnosti na temenski pritisk, dopustna odstopanja pri dimenzijah, po švicarskih predpisih.



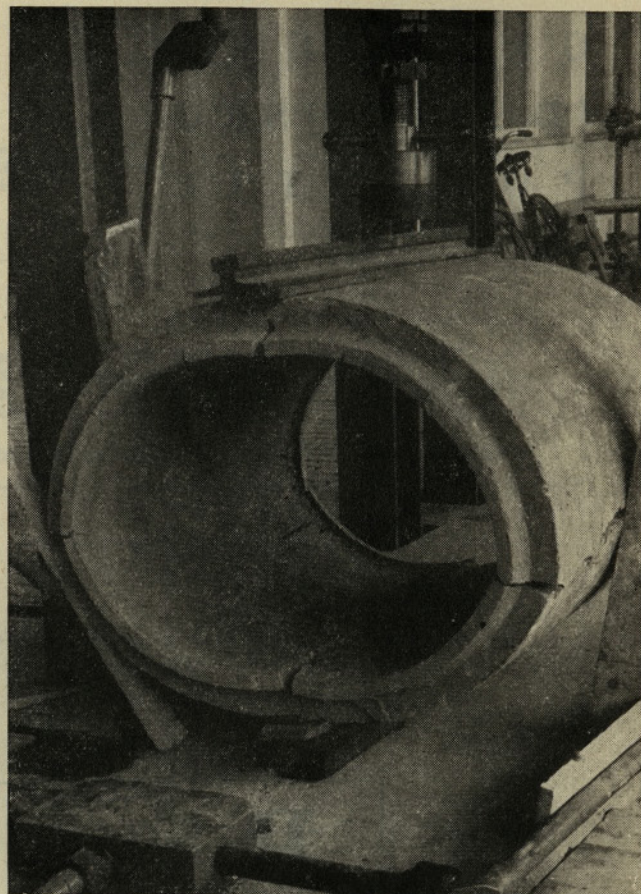
Slika 3. Pregled povprečnih vrednosti rezultatov preiskav betonskih cevi.



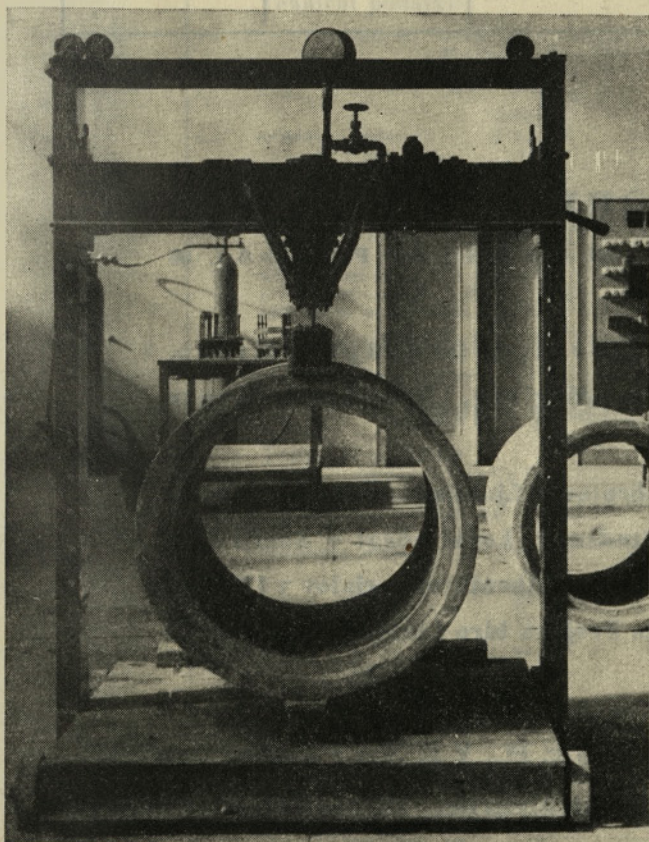
Slika 4. Namočljivost v % v sorazmernosti od prostorninske teže.



Slika 6. Preiskava trdnosti na temenski pritisk



Slika 7. Detajl razpok tik pred porušitvijo cevi



Slika 8. Prenosna naprava za preiskavo trdnosti na temenski pritisk



Slika 9. Preiskava vodotesnosti

**G R A D B E N O
I D U S T R I J S K O
P O D J E T J E**

					S
				I	
			D		
		A			
	R				
G					

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 c. 32
Mehanične delavnice, Maribor Studenci. Lesni obrat v Škofji Loki
Obrat gradbenih polizdelkov in novih gradbenih materialov v Ljubljani
Šmartinska 101 a in v Brežicah. Projekt. biro Ljublj. Bohoričeva 24

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

Aluminijasta ravna pločevina

A 3

Tehnični podatki:

aluminij: čisti (99,5 % Al);
stanje: mehko žarjeno (V/0); četrtrdo vlečeno ali
valjano (žarjeno) (V/4); poltrdo vlečeno ali
valjano (žarjeno) (V/2); trdo vlečeno ali
valjano (V/1);

mehanske lastnosti:	debeline mm	trdnost kg/mm ²	meja plast. kg/mm ²	raztezek %	trdota kg/mm ²
V/0	vse	7	1,5	25	20
V/4	do 10	9	4	7	26
V/2	do 6	11	7	5	30
V/1	do 2	13	10	3	35

maksimalne dimenzije: 1600 × 2500 × 0,5–1; 1800 × 4000 × 1–6; 3000 × 6000 × 6–10; 3000 × 4000 × nad 10 mm; spec. teža: 2,7; trgovski format: 0,5–4,5 × 1000 × 2000 mm; teža: 1,35–54 kg m²; debeline: 0,5–20 mm; koeficient razteznosti 20–100° C: 24 × 10⁻⁶ cm/cm° C; toplotna prevodnost cal/cm : 0,5 sek° C; električna prevodnost 20° C: 34–36 m/Ohm mm²; drsni modul: 2400–2600 kg/mm²; elastični modul: 6000–6500.

Proizvod izdeluje IMPOL Industrija metalnih polizdelkov Slovenska Bistrica

Aluminijasta ravna pločevina

A 1 in A 2

Tehnični podatki:

aluminij: trgovski (98–99% Al); navadni (99% Al)
stanje: mehko žarjeno (V/0); četrtrdo vlečeno ali valjano (žarjeno) (V/4); poltrdo vlečeno
ali valjano (žarjeno) (V/2); trdo vlečeno ali valjano (V/1);

mehanske lastnosti:	debeline mm	trdnost kg/mm ²	meja plast. kg/mm ²	raztezek %	trdota kg/mm ²
V/0	vse	8	2,5	20	20
V/4	do 6	10	4	5	25
V/2	do 6	12	8	4	30
V/1	do 2	14	12	3	38

maksimalne dimenzije: 1600 × 2500 × 0,5–1; 1800 × 4000 × 1–6; 3000 × 6000 × 6–10; 3000 × 4000 × nad 10 mm; spec. teža: 2,7; trgovski format: 0,5–4,5 × 1000 × 2000 mm; teža: 1,35–54 kg m²; debeline: 0,5–20 mm.

Proizvod izdeluje: IMPOL

Industrija metalnih polizdelkov, Slovenska Bistrica

Ravna pločevina iz aluminijevih zlitin

(zlitine: Al-Mg)

Tehnični podatki:

zlitine: P1, P2, P3, P5, P7: Al-Mg; P1 = 96,5% Al; P2 = 95,5% Al; P3 = 94% Al; P5 = 92,1% Al; P7 = 90,1% Al;
stanje: mehko žarjeno (V/0); poltrdo vlečeno ali valjano (V/2); trdo vlečeno ali valjano (V/1);

mehanske lastnosti:	debeline (brez P 7) mm	trdnost kg/mm ²	meja plast. kg/mm ²	raztezek %	trdota kg/mm ²
V/0	do 6 (P1 vse)	13–28	5–14	15	30–70
V/2	do 6	17–30	12–19	6–8	40–95
V/1	do 6	20–32	17–24	5	55–80

spec. teža: P1 = 2,70; P2 = 2,67; P3 = 2,65; P5 = 2,65; P7 = 2,60; trgovski format: 1000 × 2000 × 0,5–4,5 mm; teža: 1,35–54 kg/m²; debeline: 0,5–20 mm; koef. raztezn. 20–100° C: 24 × 10⁻⁶; toplov. prevodnost cal/cm : 0,25–0,4; elektr. prevodnost 20° C: 15–26; drsni modul: 2400–2900; elast. modul: 6000–7200; maksimalne dimenzije kot pri aluminiju.

Proizvod izdeluje: IMPOL Industrija metalnih polizdelkov, Slovenska Bistrica

Ravna pločevina iz aluminijevih zlitin

(zlitine: Al-Mg-Si in Al-Mg-Si-Pb)

Tehnični podatki:

zlitine: Ac: Al-Mg-Si; Ac 58: Al-Mg-Si-Pb; Ac = 94,8% Al; Ac 58 = 93,1% Al;
stanje: mehko žarjeno (V/0); poltrdo vlečeno ali valjano (V/2); trdo vlečeno ali valjano (V/1); toplotno utrjeno (T in TT); toplotno utrjeno in naknadno hladno obdelano (TTv);

mehanske lastnosti:	debeline mm	trdnost kg/mm ²	meja plast. kg/mm ²	raztezek %	trdota kg/mm ²
V/0	do 10	11	5	15	30
V/2	do 6	15	13	5	45
V/1	do 4,5	17	15	3	55
T	do 20	20	10	10	60
TT	—	26	18	8	70
TTv	—	28	18	2	75

spec. teža: Ac = 2,70; Ac 58 = 2,75; koef. raztezn. 20–100° C: Ac = 23 × 10⁻⁶; Ac 58 = 22,7 × 10⁻⁶ cm/cm° C; toplotna prevodnost cal/cm : 0,4–0,5 sek° C; elektr. prevodnost: Ac V/0 = 30–32, Ac TT = 26–28, Ac 58 = 24–30; drsni modul: 2600–2800; elast. modul: 6500–7200; trgovski format: 0,5–4,5 × 1000 × 2000 mm; maks. dimenzije za nekaljene kot pri aluminiju, za kaljene: 750 × 2000 × do 35 mm; teža: 1,35–54 kg/m²; debeline: 0,5–20 mm.

Proizvod izdeluje: IMPOL, industrija metalnih polizdelkov, Slovenska Bistrica

Ravna pločevina iz aluminijevih zlitin

(zlitine: Al-Cu-Mg)

Tehnični podatki:

zlitine: D2, D3, D4: Al-Cu-Mg; D2 = 89,1% Al; D3 = 92,3% Al; D4 = 91,40% Al;
stanje: mehko žarjeno (V/0); trdo vlečeno ali valjano (V/1); toplotno utrjeno (T); toplotno utrjeno in hladno obdelano (Tv);

mehanske lastnosti:	debeline mm	trdnost kg/mm ²	meja plast. kg/mm ²	raztezek %	trdota kg/mm ²
V 0	do 10	16—18	6	15	50—60
	D2 do 6		D2 : 26		
V/1 : D2	do 6	28	2	2	75
T	do 6	37—44	25—28	12—15	90—100
	D3 : 6—10				
T	6—10	37—45	23—27	10—15	90—100
	D3 : do 6				
Tv	do 6	45—46	28—32	2—20	100—120

spec. teža: 2,80; koef. razteza: $20-100^{\circ}\text{C}$: 23×10^{-6} ; toplotna prevodnost cal/cm: $0,5-0,4 \text{ sek}^{\circ}\text{C}$; elektr. prevodnost 20°C : 18—50; drsni modul: 2600—2800; elast. modul: 6500—7200; trgovski format: $0,5-4,5 \times 1000 \times 2000$; maks. dimenzije: $750 \times 2000 \times$ do 35; teže: 1,35—54 kg/m²; debeline: 0,5—20 mm.

Proizvod izdeluje: IMPOL Industrija metalnih polizdelkov, Slovenska Bistrica

Ravna pločevina iz aluminijevih zlitin

(zlitine Al-Zn-Mg in Al-Zn-Mg-Cu)

Tehnični podatki:

zlitine: PD: Al-Zn-Mg; PD2: Al-Zn-Mg-Cu; PD = 89,9% Al; PD2 = 88% Al;
stanje: mehko žarjeno (V/0); toplotno utrjeno (T in TT);

mehanske lastnosti:	debeline mm		trdnost kg/mm ²		meja plast. kg/mm ²		raztezek %		trdota kg/mm ²	
	PD	PD2	PD	PD2	PD	PD2	PD	PD2	PD	PD2
V/0	do 6	vse	20	24	10	10	10	8	50	60
T	do 6	—	42	—	28	—	13	—	105	—
TT	do 6	do 6	46	50	36	44	9	6	120	130

spec. teža: PD = 2,80; PD2 = 2,85; koef., razteznosti: $20-100^{\circ}\text{C}$: PD = 24×10^{-6} , PD2 = 25×10^{-6} ; toplotna prevodnost: PD = 0,25—0,45, PD2 = 0,29; elektr. prevodnost 20°C : PD = 23—27, PD2 = 18—19; drsni modul: 2600—2800; elastič. modul: 6500—7200; trgovski format: $0,5-4,5 \times 1000 \times 2000$ mm; maks. dimenzije: $750 \times 2000 \times$ do 35 mm (kaljene), kot pri aluminiju (nekaljene); teža: 1,35—54 kg/m²; debeline: 0,5—20 mm.

Proizvod izdeluje: IMPOL Industrija metalnih polizdelkov, Slovenska Bistrica

Ravna pločevina iz aluminijevih zlitin

(zlitine: Al-Mn in Al-Mg-Mn)

Tehnični podatki:

zlitine: M: Al-Mn; PM: Al-Mg-Mn; P1M: Al-Mg-Mn; M = 96,6% Al; PM = 93,8% Al;
P1M = 95,4% Al;
stanje: mehko žarjeno (V/0); poltrdo vlečeno ali valjano (V/2); trdo vlečeno ali valjano (V/1);

lastnosti:	debeline			mehanske												fizikalne			
	mm			trdnost			meja plast.			raztezek			trdnota			koef. raztez.			
				kg/mm ²			kg/mm ²			%			kg/mm ²			20-100° C			
	M	PM	P1M	M	PM	P1M	M	PM	P1M	M	PM	P1M	M	PM	P1M	M	PM	P1M	topl. pre- vod. cal/cm sek ⁰ C
V/0	do 10	do 6	—	9	18	15	4	8	7	20	15	15	25	45	35	M	24	×	10 ⁻⁶
V/2	do 6	do 6	—	12	22	20	10	13	16	6	5	6	35	55	50	PM	23,6	×	10 ⁻⁶
V/1	do 6	do 6	—	16	26	24	13	18	20	4	3	3	40	65	60	P1M	23,6	×	10 ⁻⁶
V/1	6-10	—	—	15	—	—	12	—	—	4	—	—	40	—	—				0,4—0,5 0,30—0,35

Trgovski format: $1000 \times 2000 \times 0,5-4,5$ mm; spec. teža: M = 2,75; PM = 2,70; P1M = 2,75; teža: 1,35—54 kg/m²; debeline: 0,5—20 mm; maksimalne dimenzije kot pri aluminiju.

Proizvod izdeluje: IMPOL Industrija metalnih polizdelkov, Slovenska Bistrica

Aluminijasta valovita pločevina

Tehnični podatki:

kovine: navadni aluminij (A2), čisti aluminij (A3), zlitina Al-Mn (M).
Dimenzije, teže in statična obremenitev:

oznaka profila	valj		širina pločevine				Teža plošče			obremen. v kg		
	dolžina	višina	debelina	prvotna	celotna	korišna	kg m ²	komad kg		dolžina na 2.000	dolžina na 2.400	
								2.000 mm	2.400 mm			
I _A 0,5	110	40	0,5	1000	820	680	1,842	2,862	3,854	260	215	
I _A 0,7	110	40	0,7	1000	820	680	2,442	3,780	4,808	310	280	
I _A 1,0	110	40	1,0	1000	820	680	3,485	5,724	6,868	370	330	

Dolžine plošč: 2000 mm in 2400 mm. Ostale lastnosti so iste kot pri ustrezni pločevini.

Proizvod izdeluje: IMPOL
Industrija metalnih polizdelkov, Slovenska Bistrica