

43-44



GRADBENI VESTNIK

1956-57

VSEBINA :

Dr. ing. Srdjan Turk: PRORAČUN HORIZONTALNIH IN VERTIKALNIH PRITISKOV V ELASTIČNIH TLEH, POVZROČENIH ZARADI OBTEŽBE POVRŠINE, NA OSNOVI UPORABE VPLIVNIC — Ing. Dušan Farčnik, ing. Lenart Treppo: DRUGI MEDNARODNI KONGRES ZA PREJ NAPETI BETON V AMSTERDAMU — 1955

Gradbeno industrijsko podjetje

GRADIS

LJUBLJANA

BOHORIČEVA ULICA ŠTEV. 24

Telefon št. 39-241 — Poštni predal 65

Gradbišča:

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

Obrati:

Uprava centralnih obratov v Ljubljani, Šmartinska
cesta 32 / Mehanične delavnice Maribor Studenci
/ Lesni obrat v Škofji Loki / Obrat gradbenih pol-
izdelkov in novih gradbenih materialov v Ljub-
ljani, Šmartinska 101/a in v Brežicah / Projektivni
biro v Ljubljani, Bohoričeva ulica 24

Izvaja gradbena dela vseh vrst:

visoke gradnje, nizke gradnje, industrijske
gradnje, termoelektrarne, stanovanjske objekte

Delavski sveti in drugi organi družbenega upravljanja!

Tehniški listi, ki jih obdeluje Center, prinašajo številne članke o funkciji inženirjev in tehnikov v tovarnah, o tehnoloških postopkih, konstrukcijah, preiskavah, kontroli kakovosti, organizaciji in nadzorovanju obrata.

V borbi za izboljšanje kakovosti in povečanju proizvodnje morate imeti pregled tehniških izkustev in informacij vsega sveta, ki jih prinašajo naše tehniške publikacije.

BILTEN DOKUMENTACIJE ZA POLJEDELSTVO IN GOZDARSTVO
BILTEN DOKUMENTACIJE ZA STROJNIŠTVO IN ELEKTROTEHNIKO
BILTEN DOKUMENTACIJE ZA RUDARSTVO IN METALURGIJO
BILTEN DOKUMENTACIJE ZA KEMIJO IN KEMIJSKO INDUSTRIJO
BILTEN DOKUMENTACIJE ZA GRADBENIŠTVO, ARHITEKTURO IN PROMET

Začeni z letom 1955 se listi tiskajo samo na eni strani. Vsaka posamezna stran se tiska na osmih obrobljenih poljih formata A 7 (105 x 75), kar daje možnost, da stran razrežemo in nalepimo lističe na kartone ustrezne velikosti. Letno naplačilo za posamezne biltene znaša 4.500 dinarjev.

Za neposredno vlaganje v dokumentacijsko kartoteko tiskamo bilten tudi na kartonu. Letno naplačilo za posamezne biltene na kartonu znaša 9.000 dinarjev.

ZAHTEVAJTE OBVESTILA IN PROSPEKTE O USLUGAH CENTRA!

Zahtevajte informacije o tehnični problematiki, kajti ni ga vprašanja, ki ne bi bilo obdelano v strokovni literaturi.

Uvedite dokumentacijsko službo v svojih podjetjih in ustanovah ter se obračajte na Center za pomoč.

Vključite se v koordinacijske odbore za sodelovanje na dokumentaciji.

Ako ne obvladate kakega tujega jezika se obrnite na našo službo za prevode. Koristite naše filme o tehnoloških procesih.

Oglašujte svoje tovarniške proizvode v naših biltenih, ker bodo vaši oglasi dospeli do vseh večjih tovarn v tuzemstvo in v inozemstvo.

INŽENIRJI IN TEHNIKI! ZBIRAJTE NAROČILA ZA NAŠE BILTENE!

OGLAŠUJTE SVOJE PROIZVODE V NAŠIH BILTENIH!

UVEDITE LASTNO DOKUMENTACIJSKO KARTOTEKO!

Jugoslovenski Centar

ZA NAUČNU I TEHNIČKU DOKUMENTACIJU

BEOGRAD, Admirala Goprata 16 — Poštni predal 724, tel. 20-233

Proizvaja in nudi potrošnikom po konkurenčnih cenah:

bitumensko strešno lepenko vseh števil, bitumensko juto, bitumenske premazne mase, bitumenske izolacijske mase, bitumenske mase za zalivanje lesenih in gradnih kock, bitumenske mase za tramvajske proge, bitumenske emulzije za gradnjo cest in gradbeništvo, bitumenski mulj (šlema), mastiks in coulé pogače, ibitol, ibitol lak (inertol), pasto za salonit, emulzijsko pasto, ibitol pasto, katransko smolo in olja, bergman cevi vseh profilov, bergman pipe, izolacijsko žlindrino volno, izolacijsko termalit opeko

Izvršujemo montažna izolacijska dela v industriji

IZOLIRKA

Ljubljana-Moste

Telefon št. 30-557, 30-615, 30-852

Telegram: Izolirka, Ljubljana

Prepričajte se o odlični kakovosti izdelkov

Splošno
gradbeno
podjetje

»SAVA«

Jesenice na Gorenjskem

tel. 956-317



izvršuje

nizke in visoke gradnje,
mizarska, tesarska in pleskarska
dela po solidnih cenah
in kvalitetno

Gradbeni material - Vižmarje

TEHNIČNA TRGOVINA NA VELIKO IN MALO

GRADBENI MATERIAL

LJUBLJANA - VIŽMARJE

telefon: komerciala 2715

direktor in glav. računovodja 2775

pošta: Ljubljana, šentvid

dobavlja

iz svojega skladišča ali od producentov ves

kovinski in nekovinski gradbeni, kanalizacijski, instalacijski in sanitarni material

Oglejte si našo stalno razstavo!

SLOVENIJA PROJEKT

PODJETJE ZA PROJEKTIRANJE

izdeluje projekte vseh vrst industrijskih zgradb in objektov predelovalne industrije, nudi pomoč pri sestavi investicijskih programov, projektira večje stanovanjske in upravne zgradbe, manjše stanovanjske bloke in celotna naselja, zazidalne načrte, šole, bolnišnice, kulturne domove, telesno-vzgojne objekte, gospodarsko kmetijske objekte, skladišča, notranjo opremo, ceste, kanalizacijska in vodovodna omrežja, električne instalacije, centralno kurjavo, izdeluje statiko, kalkulacijo, predračune, nudi pomoč investitorjem pri obračunih zaključnih del itd.

LJUBLJANA, Cankarjeva 1/V

Telefon št. 21-569, 20-847

Dr. ing. Srdan Turk

DK 624.131.522

PRORAČUN HORIZONTALNIH IN VERTIKALNIH PRITISKOV V ELASTIČNIH TLEH POVZROČENIH ZARADI OBTEŽBE POVRŠINE, NA OSNOVI UPORABE VPLIVNIC.

1. UVOD

Proračun pritiskov v gradbenih tleh je zaradi nehomogenosti materiala in zaradi težavne formulacije predpostavk o načinu prenašanja obtežbe zelo težaven. Iz omenjenih razlogov je točen, eksakten proračun sploh nemogoč, tako da moramo za potrebe tehnične prakse nujno uvesti določene poenostavitve in idealizacije dejanskega stanja, da sploh lahko pridemo vsaj do približnih rezultatov.

Posebno zamotano je ugotavljanje pritiskov na navpične podporne zidove, kjer je treba razen lastnega vpliva teže tal upoštevati še vpliv koristne obtežbe na površini tal. Če je ta koristna obtežba po obliki splošnejšega značaja, n. pr. kolesa vozil (pri obravnavanju cestnih podpornih zidov), navaja literatura razmeroma še zlasti skromne podatke, in še ti veljajo le za določeno obliko obtežbe, tako da nimajo splošnejše vrednosti.

Za take težje primere, ki naletimo nanje v praksi, predlagam sledečo metodo vplivnic, po kateri je mogoče na zelo preprost način ugotoviti horizontalni ali vertikalni pritisk v tleh za popolnoma poljubno obliko in v elikost obtežbe na površini in za poljubno točko notranjosti tal. Za to sta potrebni le dve vplivnici, in z izvednotenjem teh dveh vplivnic dobimo že oba podatka. Z metodo „intenzivne uporabe vplivnic“ (glej avtorjev referat na II. Jugoslovanskem kongresu za mehaniko, Bled 1945) pa je mogoče prav tako preprosto ugotoviti tudi pritiske v tleh in na oporne zidove, v primerih, da so tla podprta z enim zidom, dvema vzporednima zidoma, dvema pravokotnima zidoma in podobno. S predpostavkami, ki smo jih upoštevali pri konstrukciji vplivnic, lahko potem preprosto ugotovimo tudi vpliv lastne teže zasutja na pritiske v tleh, s čimer lahko po isti metodi obravnavamo celotno problematiko pritiskov v tleh.

Če uporabljamo omenjeno metodo, lahko torej preprosto ugotavljamo pritiske v tleh, in če vzamemo za tla primeren prožnostni modul, lahko po tej metodi tudi prav preprosto ugotovimo deformacije, ki gradbenika tudi pogosto zanimajo.

Pri tej metodi lahko tudi upoštevamo razne kakovosti gradbenih tal (večjo ali manjšo vezljivost), in sicer v metodi uporabljeno Poissonovo število izberemo tako, da računski pritiski kar najbolj ustrezajo dejanskim razmeram.

Če hočemo doseči vse zgoraj omenjeno, moramo izbrati osnovne predpostavke v računu tako, da vzamemo homogen in elastičen material, s čimer se problem skrči na problem elastičnega polprostora, in nam značilnosti zadevnih stavbenih tal karakterizira izbira Poissonovega števila. Predpostavke v tej obliki seveda niso povsem točne, nasprotno, dokaj približne so. Vendar so te predpostavke dobre toliko, da jih literatura pogosto uporablja in jih torej lahko, zavedajoč se že vnaprej približnosti rezultatov, uporabimo tudi pri tej metodi.

Ko pa upoštevamo te predpostavke, uvidimo, da nam omogočijo dejansko zelo preprosto pot do rezultatov, tako da ima predlagana metoda nasproti drugim (približno prav tako natančnim) vsaj to prednost, da lahko rezultate preprosto ugotovimo.

2. VPLIV KORISTNE OBTEŽBE, DELUJOČE NA POVRŠINI NESKONČNIH RAVNIH TAL, NA VERTIKALNE PRITISKE V TLEH.

Upoštevam elastična tla z ravno površino, na katero deluje obtežba. Taka tla nam potem predstavljajo elastično telo z ravno površino. Če je površina tal neskončna, gre za elastični polprostor.

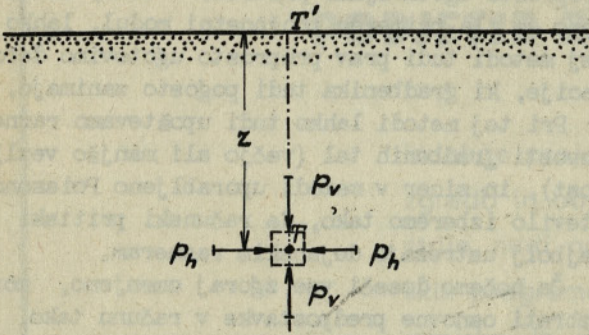
Kakor vemo, pa vpliv koristne obtežbe ni vedno isti, če upoštevamo enkrat neskončna ravna tla, drugič pa tla, ki so omejena na eni ali več straneh z vertikalnimi zidovi. Ker lahko obrav-

navamo drugi primer zelo preprosto na podlagi rezultatov, ki jih dobimo pri prvem primeru, bom torej obravnaval najprej račun pritiskov v tleh za primer neskončnih ravnih tal, v naslednjem poglavju (4) pa bom prešel še k tlem, ki so omejena z zidovi.

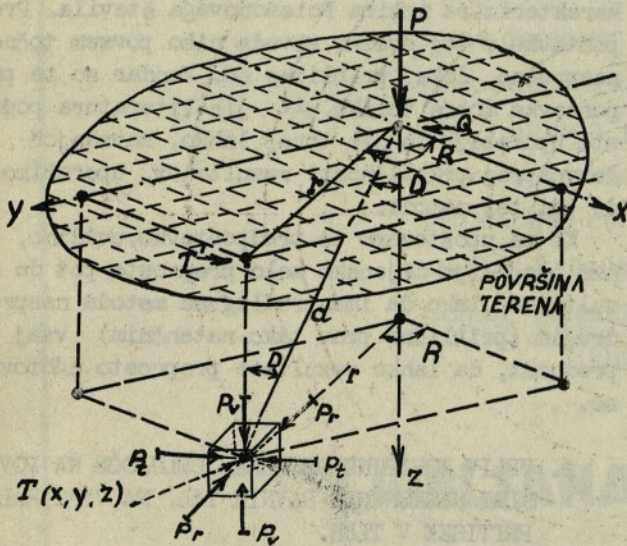
Upoštevam torej idealni elastični polprostor, pri čemer uporabim že znane izsledke Boussinesqa (12) za primer ene koncentrirane sile P , ki deluje na površini tal. Po njem dobimo za vertikalni pritisk p_v izraz:

$$p_v = 3 \cdot P \cdot \cos^3 D / 2 \cdot \pi \cdot d^2 \quad \dots /1$$

kjer je (d) oddaljenost točke T , v kateri merimo pritisk, od prijemališča Q sile P , D pa kot med vertikalno in spojnico QT . (sk. 1, 2).



Skica 1



Skica 2

Ako po skici 2 izrazim distanco (d) s koordinatami točke T (izhodišče koord. sistema v točki Q), $d = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$, ter vpeljemo po isti skici: $\cos D = z/d$, dobimo končni izraz:

$$p_v = 3 \cdot P \cdot z^3 / 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{(x^2 + y^2 + z^2)^5} \quad \dots /2$$

Sedaj lahko v smislu skice 3 prenesemo izhodišče v točko T' , ki je na površini tal v vertikalni točki T , tako da velja $u = x$, $v = y$, kjer so (u) in (v) koordinate prijemališča Q sile P . tako dobimo izraz za vertikalni pritisk v točki T :

$$p_v(T) = 3 \cdot P \cdot z^3 / 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{(u^2 + v^2 + z^2)^5} \quad \dots /3$$

Kakor je iz en. 3 razvidno, predstavlja ta enačba izraz za pritisk v točki T , če deluje sila P v točki $Q(u, v)$, na površini tal. Če torej v en. 3 postavimo znesek sile P enak $P = 1$, dobimo s tem že vplivnico za vertikalni pritisk p_v v točki T :

$$H(p_v, T) = 3 \cdot z^3 / 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{(u^2 + v^2 + z^2)^5} \quad \dots /4$$

Za prakso bi sedaj mogli za vsako globino (z) izračunati posebno vplivnico. Vendar je preprosteje, da preuredimo enačbo 4 tako, da vpeljemo: $u = U \cdot z$, $v = V \cdot z$, iz česar dobimo:

$$H(p_v, T) = (1/2, 1 \cdot z^2) \cdot (1 / \sqrt{(U^2 + V^2 + 1)^5}) \quad \dots /5$$

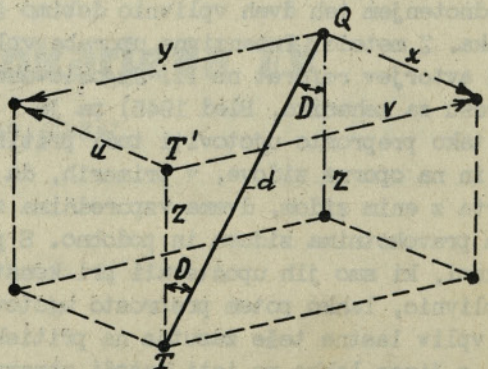
kjer je upoštevano, da velja $2\pi/3 = 2,1$. Enačba 5 velja za vse globine (z) , in tabelarizirati je treba le izraz s korenom:

$$H' = (1 / \sqrt{(U^2 + V^2 + 1)^5}) \quad \dots /5a$$

ki pa je enak za vse globine (z) .

Potem dobimo vertikalni pritisk v globini (z) , v točki T , s preprostim izvednotenjem vplivnice $H'(U, V)$ tako, da ta rezultat delimo s produktom $2,1 \cdot z^2$. Tako velja:

$$p_v = \frac{1}{2,1 \cdot z^2} \cdot \sum P_i \cdot H'_i \quad \dots /6$$



Skica 3

kjer so P_i obtežbe, H_i pa ustrezne ordinate vplivnice. (Če gre za enakomerno obtežbo (p) na določeni ploskvi, si to ploskev razdelimo na posamezne manjše ploskvice f_i , ki jim pripadajo sile $P_i = p \cdot f_i$.)

Vplivnica je podana v sk. 4 in k izvrednotenju je pripomniti, da je dolžinsko merilo, v katerem rišemo obtežbo, dano z dolžino AB , ki predstavlja globino (z) v merilu dolžin tlorisa (sk.4). Če bi torej želeli vplivnico izvrednotiti še za dvojno globino, bi se tedaj tloris obtežbe, kar se tiče dolžin, zmanjšal na polovico, ker bi tedaj ista dolžina za (AB) ustrezala dvakrat večji dejanski dolžini (z). N.pr. za globino $z = 1$ m, pomeni dolžina AB tlorisno dolžino $l = 1$ m, za globino $z = 2$ m pa pomeni ista dolžina AB tlorisno dolžino $l = 2$ m.

Iz skice 4 je končno razvidno, da so ekvivalentne črte koncentrični krogi, tako da dobimo za enako oddaljenost od točke T , v kateri merimo pritisk, enak vpliv H' . (To je razvidno seveda neposredno tudi iz en. 5a.)

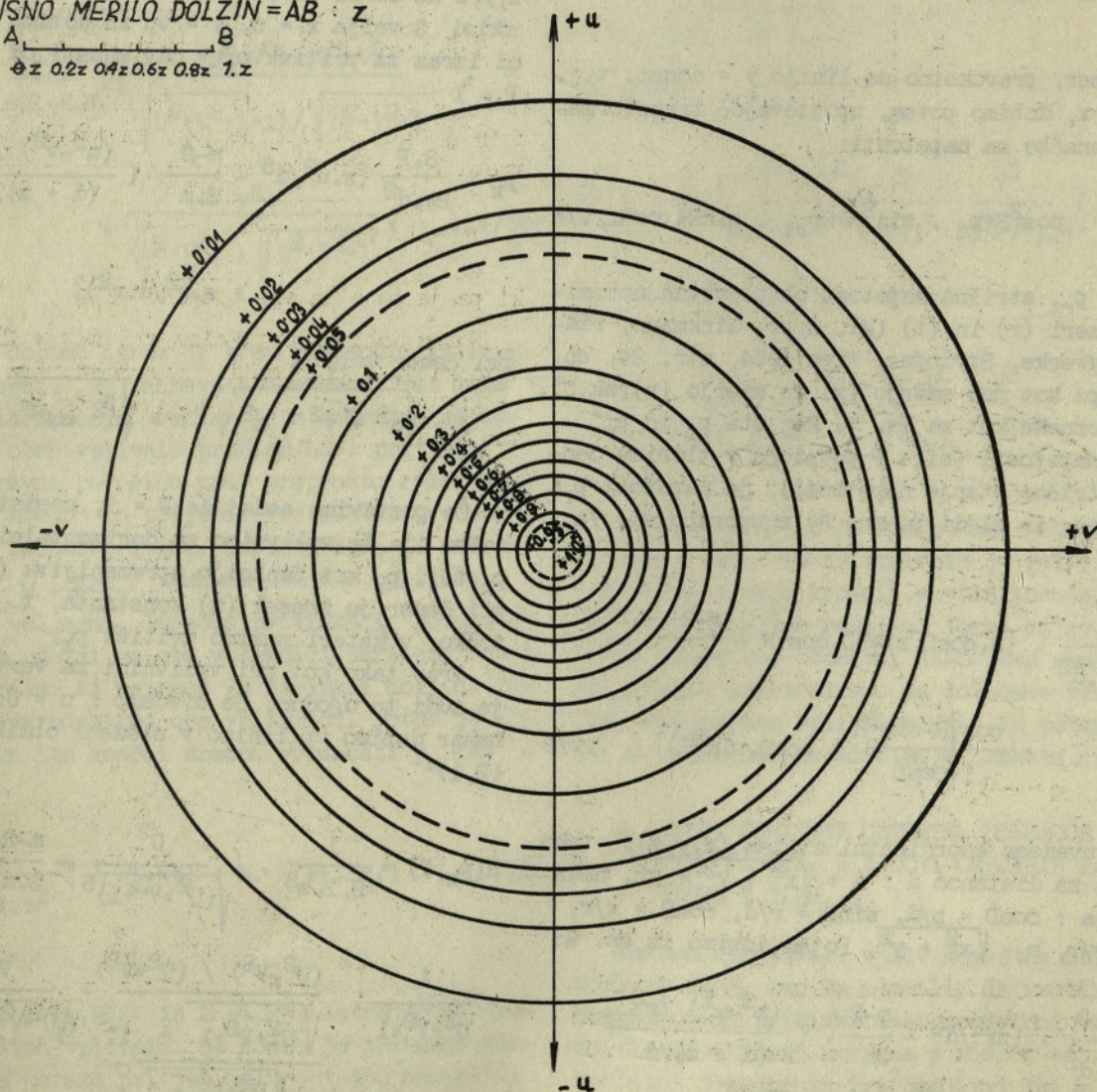
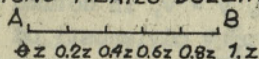
S tem je vplivnica za vertikalni pritisk v tleh podana in njeno izvrednotenje nakazano, s čimer je splošno rešen problem ugotovitve vertikalnih pritiskov v poljubni točki tal pri poljubni obtežbi površine; za sklep naj le pripomnim, da je vplivnica za vertikalni pritisk, kot kaže že en. 1, neodvisna od Poissonovega števila (m).

3. VPLIV KORISTNE OBTEŽBE, DELUJOČE NA PVRŠINI NESKONČNIH RAVNIH TAL, NA HORIZONTALNE PRITISKE V TLEH.

Zopet upoštevamo elastična tla z ravno površino, na kateri deluje obtežba. Taka tla predstav-

$$VPLIVNICA H' - \text{IZVREDNOTENJE: } p_v = \sum P_i \cdot H_i' / 2,1 \cdot z^2$$

TLORISNO MERILO DOLŽIN = $AB : z$



Skica 4

ljajo, kot že rečeno, elastično telo z ravno površino. Upoštevamo spet najprej neskončno ravno površino, primer tal s podpornimi zidovi pa bom obravnaval skupaj z zadevno problematiko vertikalnih pritiskov, v pogl. 4.

Vpliv obtežbe bomo ugotavljali spet po metodi vplivnic. Pri tem izhajamo spet iz Boussinesqovih rezultatov po že omenjeni literaturi, in velja za horizontalni pritisk v smeri radija (r) (tlorisna smer distance d):

$$P_r = \frac{P}{2\pi \cdot d^2} \cdot (3 \cdot \cos D \cdot \sin^2 D - \frac{m-2}{m} \cdot \frac{1}{1+\cos D}) \dots /7a$$

in za hor. pritisk pravokotno na ta radij (tangencialno na krog z radijem =r):

$$P_t = -\frac{m-2}{m} \cdot \frac{P}{2\pi \cdot d^2} \cdot (\cos D - \frac{1}{1+\cos D}) \dots /7b$$

Za smer, pravokotno na linijo $y = \text{const.}$ t.j. za smer x, dobimo potem, upoštevajoč transformacijske enačbe za napetosti:

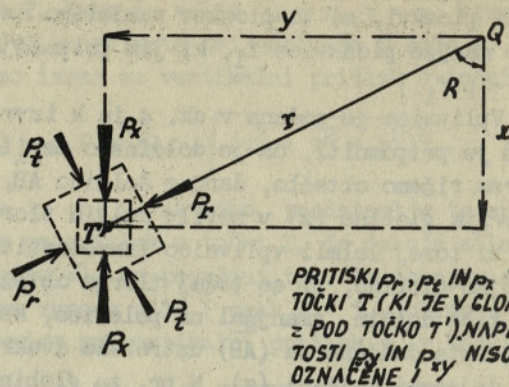
$$P_x = P_r \cdot \cos^2 R + P_t \cdot \sin^2 R + 2P_{rt} \cdot \sin R \cdot \cos R \dots /8$$

kjer je p_{rt} strižna napetost ob ploskvah normalno na smeri (r) in (t) (gl. n.pr. Girkmann, Flächentragwerke, Springer, Wien 1954, str. 24, en. 54), R pa kot med smerjo (x) in smerjo (r) (sk.5), ostale oznake kot za en. 7. Ker sta p_t in p_r glavni napetosti (sila P povzroča v tlorisu centrosimetrično stanje napetosti), je napetost p_{rt} enaka nič, in sledi po en. 8, z uporabo en. 7a in 7b:

$$P_x = \frac{P}{2\pi \cdot d^2} \cdot [3 \cdot \cos D \cdot \sin^2 D \cdot \cos^2 R - \frac{m-2}{m} \cdot \frac{\cos^2 R - \sin^2 R}{1+\cos D} + \cos D \cdot \sin^2 R] \dots /9$$

Spet uvedemo koordinatni sistem (x,y,z), tako da velja za distanco d : $d = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$, nadalje velja : $\cos D = z/d$, $\sin D = r/d$, $\cos R = x/r$, $\sin R = y/r$, $r = \sqrt{x^2 + y^2}$. Potem dobimo iz en. 9:

$$P_x = \frac{3 \cdot P}{2\pi \cdot d^2} \cdot [zx^2/d^3 - \frac{m-2}{3m} \cdot (\frac{x^2-y^2}{(d+z)/d} + zy^2/dr^2)] \dots /10$$



Skica 5

Kot pri vplivnicah za vertikalni pritisk transformiramo tudi sedaj izraz, odvisen od koordinat x,y,z na izraz odvisen od koordinat u,v,z. Po skici 3 velja $x = u$, $y = v$, in dobimo s tem končni izraz za pritisk P_x v odvisnosti od lege sile $P = 1$:

$$P_x = \frac{3 \cdot P}{2\pi \cdot d^2} [z \cdot u^2/d^3 - \frac{m-2}{3 \cdot m} \cdot (\frac{(u^2-v^2)}{(d+z)/d} + z \cdot v^2/d \cdot r^2)] \dots /11a$$

pri čemer velja :

$$d = \sqrt{u^2 + v^2 + z^2}, \quad r = \sqrt{u^2 + v^2} \dots /11b$$

Če postavimo sedaj še $P = 1$, predstavlja enačba 11a že vplivnico za horizontalni pritisk P_x t.j. p_x kot funkcijo spremenljivk (u) in (v), pri čemer je znesek (z) konstanta, t.j. globina točke, v kateri merimo pritisk p_x .

Prav tako kot pri vplivnici za vert.pritisk je tudi tu ugodno, če uvedemo : $u = U \cdot z$, $v = V \cdot z$, nakar dobimo vplivnico v sledeči obliki ($2\pi/3 \neq 2,1$)

$$H(P_x, T) = \frac{1}{2,1 \cdot z^2} \cdot [\frac{U^2}{\sqrt{(U^2+V^2+1)^5}} - \frac{m-2}{3 \cdot m} \cdot \frac{1}{U^2+V^2+1} \cdot \frac{(U^2-V^2)}{\sqrt{U^2+V^2+1} + 1} + \frac{V^2}{(\sqrt{U^2+V^2+1} \cdot (U^2+V^2))}] \dots /12$$

Iz enačbe 12 sledi, da moremo spet računati vplive na horizontalni pritisk tako, da izvednimo vplivnice, ki jo predstavlja izraz v oglatem oklepaju (= H''), in tako dobljeni rezultat delimo z $2,1 \cdot z^2$:

$$p_x = \frac{1}{2,1 \cdot z^2} \cdot \sum P_i \cdot H_1'' \quad \dots/13$$

Izraz za H'' pa kaže upoštevati v obliki vsote dveh vplivnic:

$$H'' = H_1'' + M \cdot H_2'' \quad M = \frac{m-2}{3m} \quad \dots/14a$$

$$H_1'' = U^2 / \sqrt{(U^2 + V^2 + 1)^5} = U^2 \cdot H' \quad \dots/14b$$

$$H_2'' = \frac{-1}{U^2 + V^2 + 1} \cdot \left(\frac{(U^2 - V^2) / (U^2 + V^2)}{(\sqrt{U^2 + V^2 + 1} + 1) / \sqrt{U^2 + V^2 + 1}} + \frac{V^2}{(U^2 + V^2) \cdot \sqrt{U^2 + V^2 + 1}} \right) \quad \dots/14c$$

Pri tem dobimo izraz H_1'' prav preprosto iz izraza H', izraz H_2'' zahteva sicer nekaj več dela za tabelarizacijo, vendar je z enkratno ugotovitvijo obeh vplivnic problem hor. pritiska v tleh z ravno površino prav preprosto rešen za poljubno obtežbo in poljubni vertikalni prerez, v katerem iščemo pritisk. Izpostavljen je namreč faktor $M = \frac{m-2}{3 \cdot m}$, tako da sta obe vplivnici splošno veljavni. Izračun pritiska p_x poteka torej tako, da si na obe vplivnici narišemo obtežbo v merilu, ki ustreza že narisani dolžini AB = z, in izvednotimo obe vplivnici. Potem je po en. 13 in 14a končni znesek vrednosti p_x dan z enačbo:

$$p_x = \frac{1}{2,1 \cdot z^2} (\sum P_i \cdot H_{1i}'' + M \cdot \sum P_i \cdot H_{2i}'') \quad \dots/15$$

kjer sta $\sum P_i \cdot H_{1i}''$ in $\sum P_i \cdot H_{2i}''$ izvednotka omenjenih dveh vplivnic. Ob koncu je treba pripomniti, da moramo pri tem delu obtežbo namestiti na vplivnici tako, da lega osi + u ustreza legi smeri +x. Če primerno namestimo obtežbe na vplivnici, dobimo lahko torej neposredno znesek hori-

zontalnega pritiska v dani točki za poljubno smer prereza.

Opomba 1:

Nekateri avtorji pri računu zem. pritiskov vpliv Poissonovega števila (m) zanemarijo s tem da upoštevajo $m=2$. Za manj natančne račune je glede na splošno, že v uvodu omenjeno približnost vseh tozadevnih računov eventualno primerno, da tudi tu vzamemo $m = 2$ ($M=0$), ker potem ni treba izvednotiti vplivnico H_2'' . (Glej Frölichov način v že omenjeni knjigi Kollbrunnerja). Za natančnejše račune pa tega ne bi priporočali in bi bilo treba upoštevati oba sumanda v enačbi 14a. Vrednost (m) pri tem variira nekako od $m = 2$ do $m = 4$, t.j. vrednost M od vrednosti $M = 0$ pa do vrednosti $M = 0,17$. Natančnejša ocenitev vrednosti (m) pa je podana v pogl. 5.

Opomba 2:

Za praktično izračunanje vplivnice H_2'' uvedem:

$$W = \sqrt{U^2 + V^2 + 1} \quad \dots/14d$$

in dobim:

$$H_2'' = - \frac{1}{W^2} \left[\frac{(U^2 - V^2) \cdot W}{(U^2 + V^2) \cdot (W+1)} + \frac{V^2}{(U^2 + V^2) \cdot W} \right] \quad \dots/14e$$

in iz tega končno:

$$H_2'' = - \frac{1}{W (U^2 + V^2)} \cdot \left[\frac{U^2 - V^2}{(W+1)} + \frac{V^2}{W^2} \right] \quad \dots/14f$$

Vplivnici H_1'' in H_2'' sta podani kot sk. 6 in 7. Iz enačb 14b,c in iz vplivnic je razvidno, da te vplivnice nimajo krožnih ekvivalentnih linij, in je za pravilen rezultat torej nujno, da pravilno namestimo obtežbo, kakor sem omenil zgoraj. Po potrebi konstruiramo za določene vrednosti (m) tudi zaključene vplivnice H_2'' , in potem zadostuje le enkratno izvednotenje namesto dvakratnega.

4. VPLIV KORISTNE OBTEŽBE, DELUJOČE NA POUŠI RAVNIH, Z ZIDOVIM OMEJENIH TAL, NA PRITISKE V TLEH.

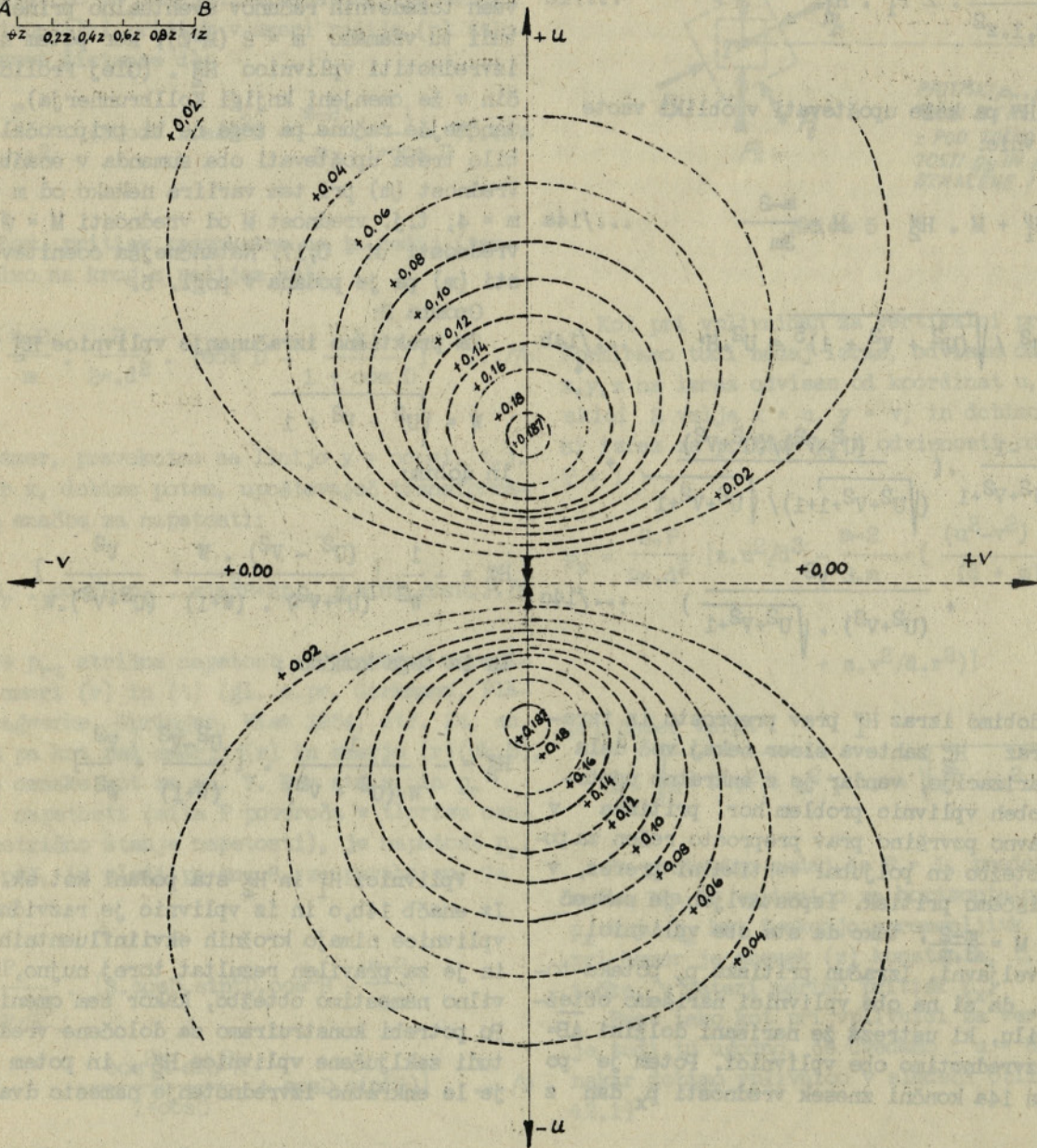
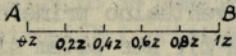
Ko smo upoštevali vpliv koristne obtežbe tal v pogl. 2 in 3, smo že omenili, da vertikalni in horizontalni pritiski niso neodvisni od tega, ali so tla ob straneh omejena z zidovi ali ne. Pri koristni obtežbi in pri omejitvi tal z zidovi je namreč treba zadostiti mejnim pogojem, ki jih zahteva omejitev elast. prostora z zidom. Ti pogoji so za konkretne praktične razmere najprepro-

šteje formulirani tako, da vzamemo gladek nepomičen vertikalni zid, pravokotni pomik tal na površini zidu in strižna napetost istotam pa morata biti enaka nič,

„Intenzivna uporaba vplivnic“ omogoča pri tem primeru rešitev tedaj, če so tla enostransko omejena z nepomičnim, gladkim zidom (sk. 8), če so tla omejena z enakim zidom v obliki pravokotnega

VPLIVNICA H_i'' - IZVREDNOTENJE: $p_h' = \Sigma P_i H_i'' / 2,1 \cdot z^2$

TLORISNO MERILO DOLŽIN = $\overline{AB} \cdot z$



skica 6

Kot sem že v uvodu omenil, je to sredstvo, ki na preprost način omogoči izpolniti oba mejna pogoja, po avtorju sistematično zasnovana „intenzivna uporaba vplivnic“. Pri tej „intenzivni uporabi vplivnic“ ne izvrednotimo namreč vplivnic samo s faktično obtežbo, ampak poleg tega še s fiktivno obtežbo, ki na pravilen način nadomesti vpliv mejnih reakcij, ki nastopijo v fiktivnem primeru;

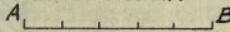
voğala (sk. 9), nadalje omogoča rešitev v primeru, da gre za poševnokoten voğal s kotom $A = 180^\circ/n$, $n =$ poljubno, toda celo število (sk. 10), končno dopušča rešitev v primeru dveh vzporednih zidov (sk. 11) in v primeru vsestransko z zidovi podprtih tal z zidom poljubnega pravokotnega ali pa preprostega trikotnega tlorisa (enakostranični trikotnik, enakokrak pravokotni trikotnik) (sk. 12a, b, c). Rezultati veljajo teoretič-

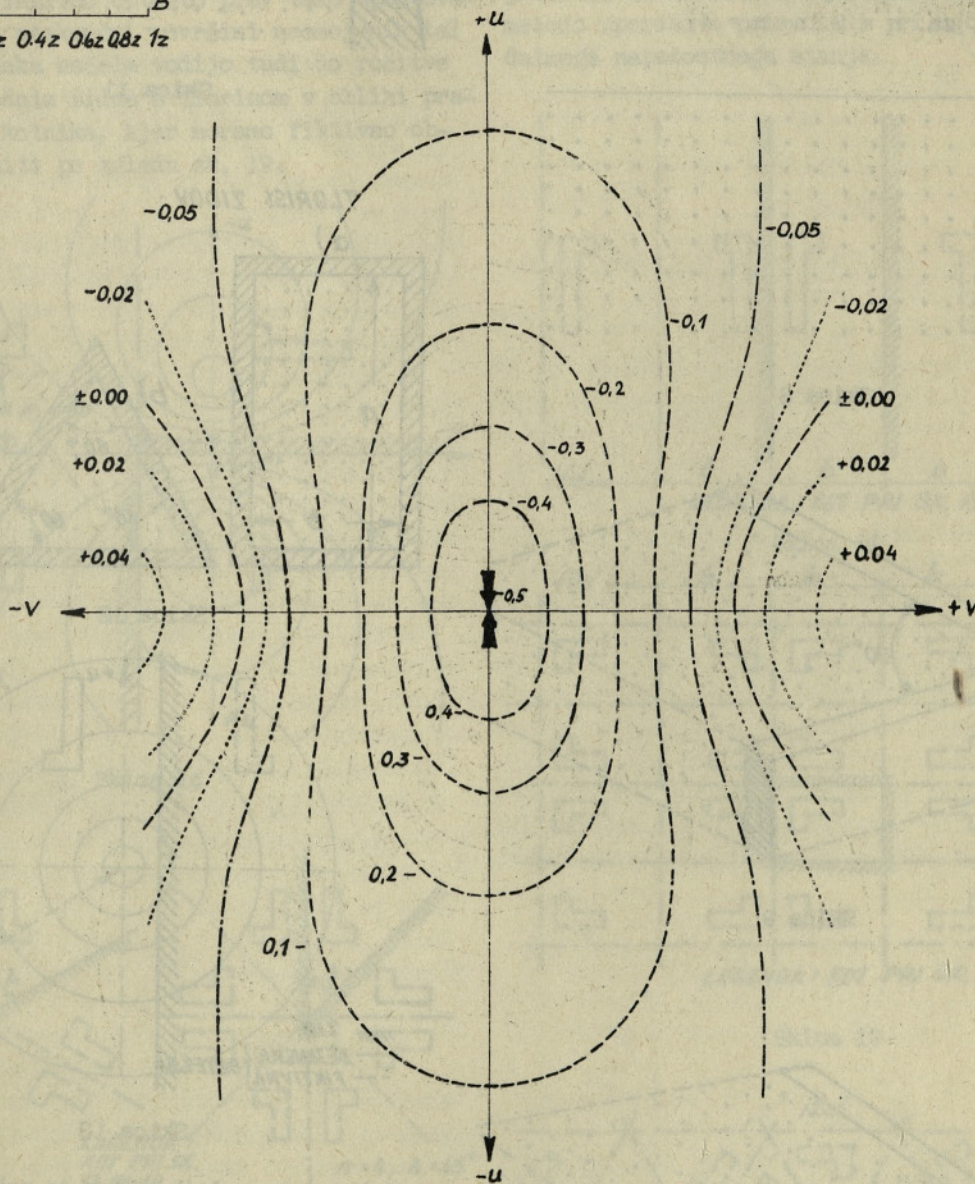
no za neskončno visoke zidove, glede na hitro dušenje vplivov so seveda uporabni tudi za končno višino. V vsakem primeru pa je upoštevana idealno gladka stena (trenje ni upoštevano) in po polnoma nepodajen zid.

težbi, - ravnina simetrije je površina zidu ob terenu, - in upoštevamo ti dve obtežbi na neskončnih tleh, tedaj v simetrijski ravnini identično zadostimo pogoju nepomičnosti terena v smeri pravokotno na zid in pogoju, da v tej ravnini ni

VPLIVNICA H_2'' . IZVREDNOTENJE: $p_H'' = (\gamma/2.1 z^2) \cdot \Sigma P_i \cdot H_2''$

TLORISNO MERILO DOLŽIN = $\overline{AB} : z$

A  B
0z 0.2z 0.4z 0.6z 0.8z 1z



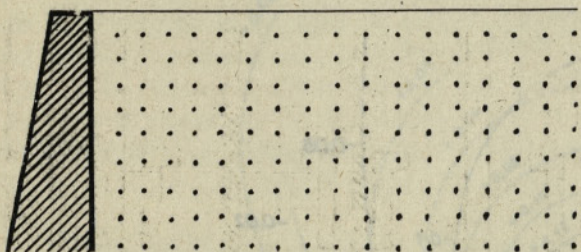
skica 7

V tem primeru je načelo „intenzivne uporabe vplivnic“ to, da uporabimo po pogl. 4 znane vplivnice H' in H'' , ki veljajo za neomejena tla, in jih poleg dejanske obtežbe obtežimo še z namišljeno, glede na površine zidov dejanski obtežbi simetrično obtežbo (istega predznaka). Če namreč dodamo pri enem zidu (po sk. 8) še eno simetrično fiktivno obtežbo (sk. 13) k dejanski ob-

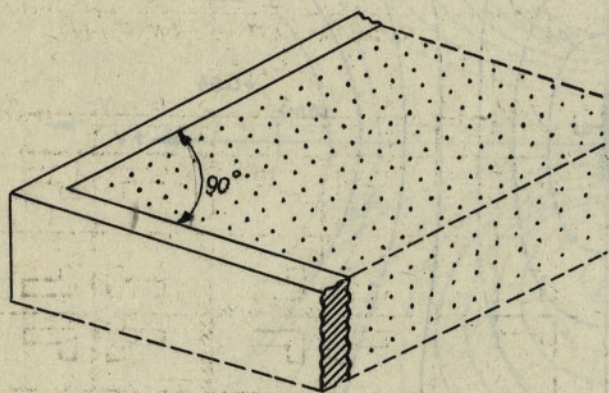
strižnih sil. Ta preprosti in pregledni način, ki je za ta preprost primer že v praksi nekoliko znan, uporabim simetrično tudi pri ostalih primerih po sk. 9 do 12, kar pa doslej še nisem zasledil niti v praksi niti v literaturi.

Če uvedemo načelo „intenzivne uporabe vplivnic“ pri primeru po sk. 9, vidimo, da je treba po sk. 14 izvrednotiti vplivnice, veljavne za

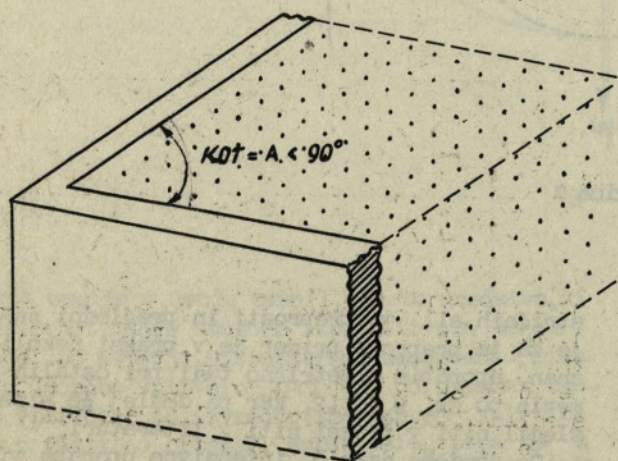
neskončna tla, s četverno obtežbo, od katere je ena dejanska, ostale pa fiktivne. S tem dosežemo, da so ob obeh zidovih izpolnjeni robni pogoji. Analogen način dela pride v poštev, če gre za poševnokoten vogal, kjer moramo dopolniti vogal v polni kot 360° in obtežiti posamezne sektorje s fiktivno obtežbo. Ta je sicer enaka dejanski, je pa primerno nameščena, tako da so ob mejah sektorjev povsod izpolnjeni zahtevani robni pogoji (sk. 15, za $n = 3$ in $n = 4$).



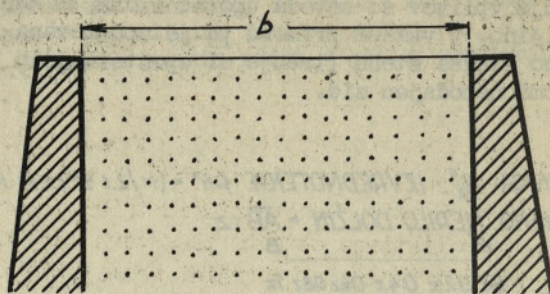
Skica 8



Skica 9

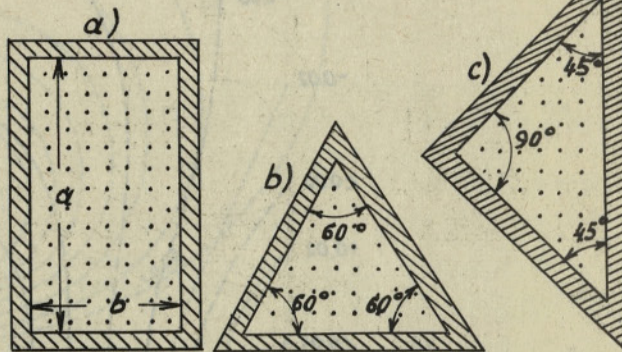


Skica 10

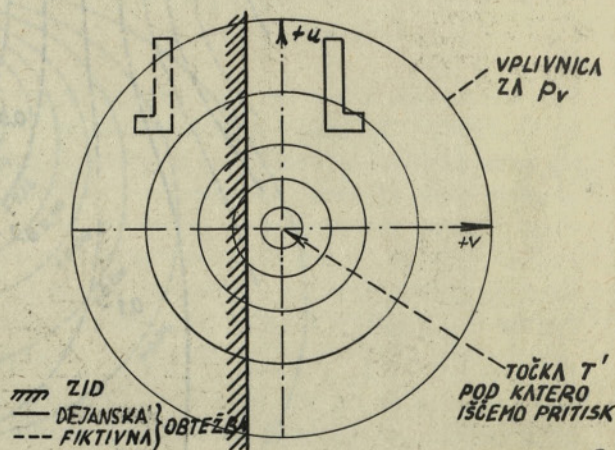


Skica 11

TLORISI ZIDOV:



Skica 12

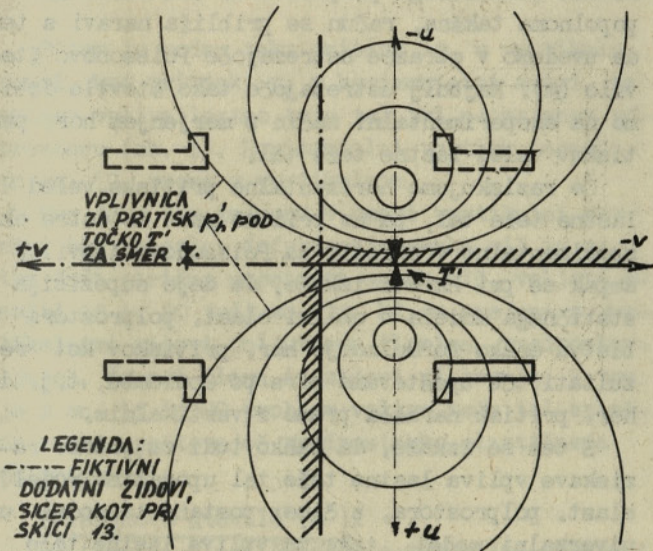


Skica 13

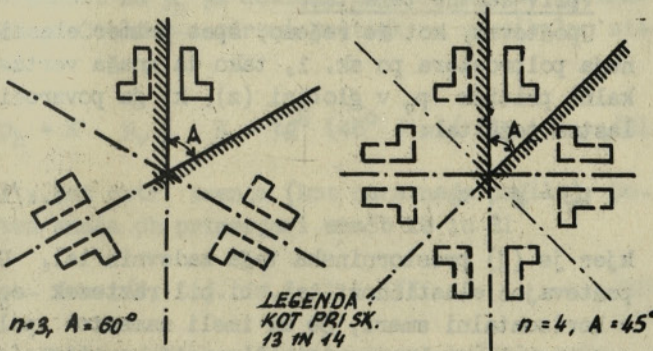
Primer vzporednih zidov je nekaj primer ostrokotnega sektorja, s kotom A , ki gre proti nič. V tem primeru moramo uvesti neskončno število fiktivnih obtežb po sk. 16, s čimer spet lahko zado- stimo vsem mejnim pogojem. Neskončno število obtežb nas v tem primeru ne moti, ker gredo z naraščajočim (u) in (v) ordinaste vplivnice hitro proti nič, tako da je treba upoštevati le nekaj dejanski obtežbi bližjih fiktivnih obtežb.

Od primera dveh paralelnih zidov preprosto preidemo k primeru tal, ki so v notranjosti zi- dovja s pravokotnim tlorisom. Tu namreč upo- števam neskončno razvrstitev fiktivne obtežbe v

obeh pravokotnih smereh, s čimer zadostimo mejnim pogojem na vseh ploskvah med zidom in terenom. Dušenje vplivničnih ordinat z naraščajočo oddaljenostjo od izhodišča omogoči tudi sumacijo vplivov neskončne vrste obtežb, tako da praktično upoštevamo le najvplivnejše obtežbe (sk.17). Isti postopek velja za primer obodnih zidov s tlorisom v obliki enakostraničnih trikotnikov, kjer moramo fiktivno obtežbo prav tako upoštevati po celotni neskončni površini neomejenih tal po sk. 18. Enaka načela vodijo tudi do rešitve primera z obodnim zidom s tlorisom v obliki pravokotnega trikotnika, kjer moramo fiktivno obtežbo razvrstiti po zgledu sk. 19.



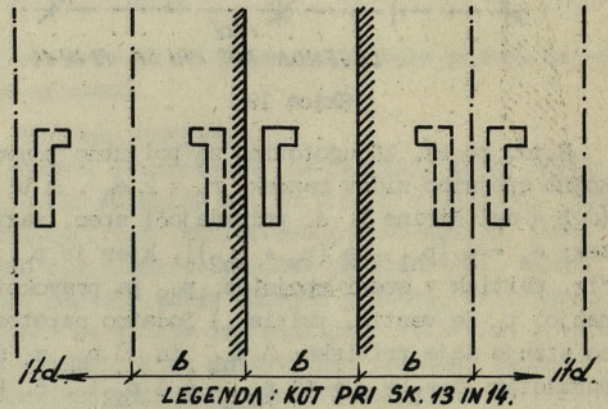
Skica 14



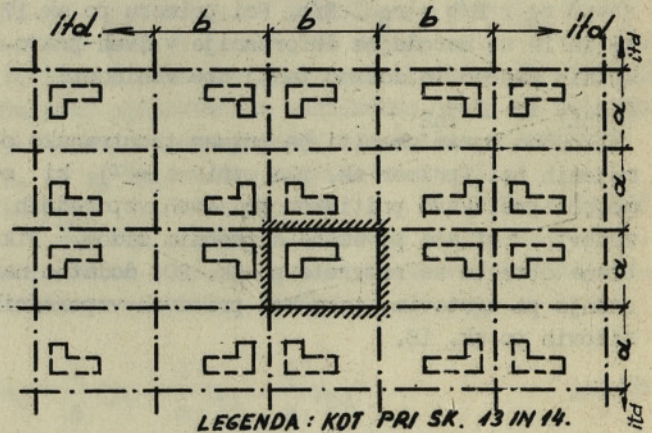
Skica 15

Vendar moram k primerom po sk. 16 do 19 pripomniti, da dobimo z uporabo fiktivnih obtežb pogoj nepomičnosti zidov izpolnjen le toliko, da se medsebojno nasprotni zidovi eventualno le paralelno premaknejo za konstanten znesek. Zato je treba v teh primerih dodati k rezultatom, ki jih dobimo s pomočjo fiktivne obtežbe, še konstantno ravninsko napetostno stanje. To napetostno stanje dobimo tako, da ugotovimo zneske paralelnih

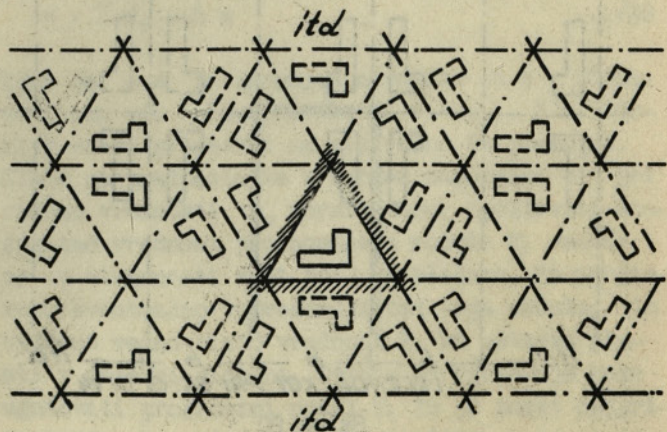
premikov zidov in vzamemo potem to napetostno stanje tako, da daje to stanje negativne zneske dobljenih paralelnih premikov. Paralelne premike dobimo iz danih napetosti p_v in p_h , ki jih moremo ugotoviti po zgornji metodi vplivnic. (Vrednosti p_h ugotovim v dveh pravokotnih smereh: p_{h1} in p_{h2} .) Pri računu deformacij uporabimo običajne metode elastostatike, upoštevajoč konstantni prož. modul E in Poissonovo število (m). Isto metodo uporabimo potem tudi pri ugotavljanju podatnega napetostnega stanja.



Skica 16

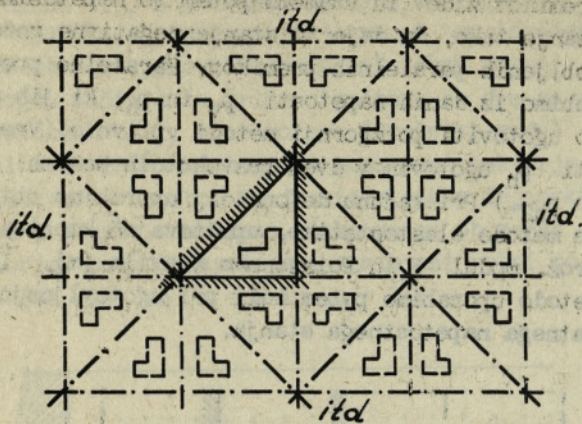


Skica 17



LEGENDA: KOT PRI SK. 13 IN 14.

Skica 18

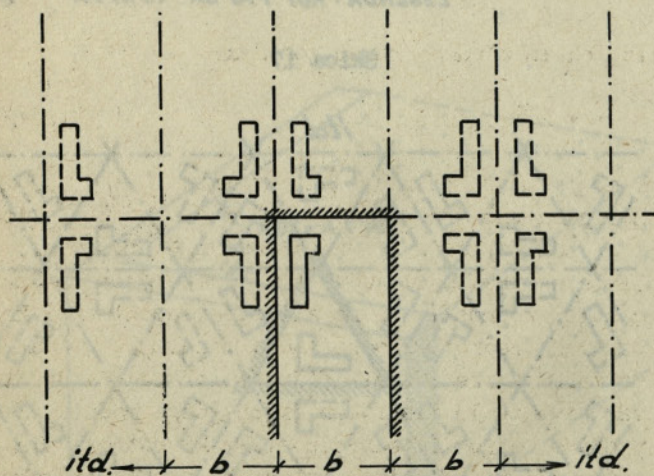


LEGENDA: KOT PRI SK. 13 IN 14.

Skica 19

N. pr. po sk. 16 ugotovimo za poljubno pravokotno spojnico zidov razmak $r_b = \sum e_h \cdot \Delta b$ ($\Delta b =$ del širine b , e_h pripadajoči spec. raztezek; $e_h = -\frac{1}{E} [p_{h1} - \frac{1}{m} (p_v + p_{h2})]$, kjer je p_{h1} horiz. pritisk v smeri spojnice, p_{h2} pa pravokoten nanjo, p_v je vertikalni pritisk.) Dodatno napetostno stanje daje pritiske Δp_{h1} in Δp_{h2} z deformacijo $\Delta r_b = -\frac{1}{E} (\Delta p_{h1} b - \frac{1}{m} \Delta p_{h2} b)$. Pri $\Delta p_{h2} = 0$ sledi $\Delta r_b = -\frac{1}{E} \Delta p_{h1} b$ in $\Delta p_{h1} = -\Delta r_b \cdot E/b = r_b \cdot E/b$. Pri primeru po sk. 17, 18 in 19 so merodajne deformacije v dveh pravokotnih smereh in dobimo tedaj obe vrednosti Δp_{h1} in Δp_{h2} .

Končno moram omeniti še primer trostransko omejenih tal (primer sk. 12a, pri $a \rightarrow \infty$), ki omogoča preiskavo pritiskov pri dveh vzporednih zidovih, ki sta povezana s prečnim zidom. Fiktivne obtežbe se razvrste po sk. 20, dodatno napetostno stanje pa ugotovimo tako kot pri dveh vzporednih zidovih po sk. 16.



LEGENDA: KOT PRI SK. 13 IN 14.

Skica 20

Takšen je postopek, ki nam kaže, kako lahko na zelo preprost način obravnavamo zemeljske priti-

ske v primeru, da so tla omejena z navpičnimi gladkimi zidovi raznih vrst, na kar pogosto naletimo v praksi. Težji problemi od teh so brez „intenzivne uporabe vplivnic“ računsko tako nedostopni, da verjetno prav zaradi tega v literaturi ni nobenih drugih rešitev teh problemov in tudi ne eksperimentalnih podatkov; zato bi bila brez dvoma tudi eksperimentalne potrditve teh teoretičnih zaključkov zelo pomembna in zanimiva.

5. DOPOLNITVE IN ZAKLJUČKI.

Kot sem že v uvodu omenil, veljajo vsa izvajanja strogo le tedaj, če gre za tla, ki imajo kakovost elastičnega polprostora. Tla sicer niso popolnoma takšna, račun se približa naravi s tem, da uvedemo v obrazce ustrezajoče Poissonovo število (m). Najbolj ustrezajoče tako število dobimo na eksperimentalni način z merjenjem hor. pritiskov vsled lastne teže tal.

Če raziskujemo horizontalne pritiske vsled lastne teže tal, pa ne pridemo samo do dobre eksperimentalne vrednosti za Poissonovo število, ampak se pri hkrati izkaže, da daje supozicija statičnega modela v obliki elast. polprostora v bistvu enako formulacijo hor. pritiskov kot rezultati, če upoštevamo zdrs po Coulombu, t. j. da hor. pritisk narašča premo z vertikalnim.

S tem se izkaže, da lahko tudi za primer raziskave vpliva lastne teže tal uporabimo model elast. polprostora, s čimer postane ta model univerzalni model, tako za vplive lastne teže kot za vplive površinske obtežbe.

Izvajanja pa so potem sledeča:

Vpliv lastne teže tal.

Upoštevam, kot že rečeno, spet primer elastičnega polprostora po sk. 1, tako da znaša vertikalni pritisk p_v v globini (z), ki ga povzroči lastna teža tal:

$$p_v = g \cdot z \quad \dots/16$$

kjer je (g) prostorninska teža zadevnih tal. Upoštevajoč elastičnost tal, bi bil raztezek e_h v horizontalni smeri, če bi imeli namesto polprostora le steber manjših dimenzij, z višino (z):

$$e_h = p_v/E \cdot m \quad \dots/17$$

kjer je E prožnostni modul tal, (m) pa Poissonovo število prečne deformacije. Ker raztezek e_h dejansko ne nastopi, morajo torej v horizontalni smeri delovati horizontalni pritiske p_h , ki skričijo ta raztezek. Ako vzamemo, da sta si hor. pritiske p_{h1} in p_{h2} , delujoča v dveh pravokotnih smereh, enaka, dobimo po teoriji elastičnega telesa celotni raztezek e_h (upoštevajoč, da učin-

kujejo vse napetosti), z izrazom

$$e_h = \frac{1}{E} \cdot (-p_{h1} + \frac{1}{m} \cdot p_v + \frac{1}{m} \cdot p_{h2}) = \frac{1}{E} \left(-\frac{m-1}{m} \cdot p_h + \frac{1}{m} \cdot p_v \right) \quad \dots/18$$

Če sedaj zahtevamo, da je e_h enak nič, dobimo:
 $p_v = (m-1) \cdot p_h$ in iz tega

$$p_h = p_v / (m-1) \quad \dots/19$$

Z uporabo en. /16 dobimo potem končno

$$p_h = g \cdot z / (m-1) \quad \dots/20$$

S tem je podan tako pritisk p_v v vertikalni smeri, kot pritisk p_h v horizontalni smeri, za primer vpliva lastne teže tal pri neomejenem polprostoru (sk. 1). Horizontalni pritisk narašča, po en. 19, premo z vertikalnim.

Ker je v tem primeru v vsaki vertikalni ravnini horizontalna deformacija enaka nič in so tam tudi strižne napetosti enake nič, veljata enačbi 16 in 20 tudi za tla, ki so omejena z vertikalnimi zidovi poljubnega tlorisa, predpostavljajoč, da med tlemi in zidovi ni trenja. S tem je z en. 16 in 20 problem vpliva teže tal splošno rešen upoštevajoč predpostavko elastičnega polprostora.

Poissonovo število (m).

Po teoriji elastičnosti je minimalna vrednost za (m) vrednost $m=2$, tako da dobimo po en. 19 maksimalno vrednost za p_h : $p_h = p_v$. Minimalno vrednost za p_h pa dobimo, če upoštevamo, da znaša po Coulomb-u zdrsni pritisk na vertikalno steno

$$p_h = K \cdot p_v, \quad K = \operatorname{tg}^2 (45^\circ - \rho / 2) \quad \dots/21$$

ρ = kot notr. trenja (kot naravnega nagiba); potem znaša ob primerjavi enačb 19 in 21

$$m - 1 = 1/K, \text{ t.j. } m = 1 + 1/K. \quad \dots/22$$

Za mirujočo zemljino bo torej veljala neka vrednost (m) med $m = 2$ in $m = 1 + 1/K$, ki bi jo lahko tudi eksperimentalno ugotovili iz en.19, $m = 1 + p_v/p_h$. Po Terzaghiju (L1) je statični pritisk tal (pritisk mirujoče zemljine) oca dvakrat večji od pritiska, ki ga dobimo po Coulombu (ki upošteva primer zdrsni):

$$p_h = 2K \cdot p_v \quad \dots/23$$

Iz primerjave en. 19 in 23 sledi

$$m = 1 + 1/2 \cdot K \quad \dots/24$$

in ker (m) ne more biti manjši od 2, bi dobili končno praktičen obrazec:

$$m = 1 + \frac{1}{2K} \geq 2. \quad \dots/25$$

Za običajne vrednosti K od $K = 1/6$ do $K = 1/2$ dobimo potem vrednosti (m) od $m = 4$ do $m = 2$.

Kot že rečeno, pa bi mogli vrednost (m) najtočneje ugotoviti eksperimentalno po en. 19

$$m = 1 + p_v/p_h \quad \dots/26$$

in bi ta rezultat potem za potrebe prakse najbolje ustrezal.

Posedek površine (w)

Končno je koristno, če omenimo, da bi mogli po istih načelih, kot so podani v pogl. 4, konstruirati tudi vplivnice za deformacijo, predvsem vplivnico za posedek površine (w). Vendar tega posebno v tem zadnjem primeru, ne bi pripočal. Za to sta dva razloga: Vplivnica bi imela v točki, kjer ugotavljamo posedek, točkovno neskončno ordinato, kar bi otežkočilo izvedenost, in prožnostni modul v praksi ni konstanten na celem področju od površine do predela, kjer so doprinosi k posedku še znatni. Zato bi za ugotavljanje posedkov predlagal sledeč način (sk.21) Najprej ugotovimo za vertikalno smer, ki gre skozi točko, katere posedek nas zanima, napetosti p_v in p_h (p_h za dve pravokotni smeri, t.j. p_{h1} in p_{h2}), n.pr. za globine $z = 50, 150, 250, 350 \dots$ cm itd., dokler dobimo še znatnejše vrednosti. Potem slede po principih elastostatike specifični vertikalni skrčki

$$e_v = \frac{1}{E} \left(p_v - \frac{1}{m} p_{h1} - \frac{1}{m} p_{h2} \right) \quad \dots/27$$

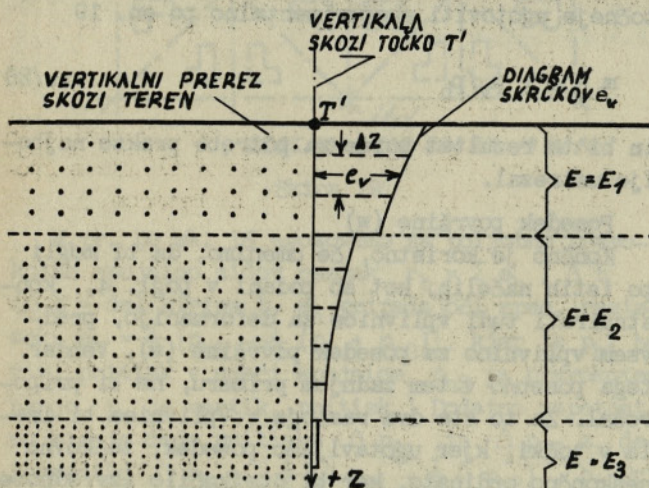
Iz teh izračunamo potem posedek:

$$w = \sum e_v \cdot \Delta z \quad \dots/28$$

kjer je Δz po zgornjem navodilu $\Delta z = 100$ cm. Sumiramo vse delne posedke $\Delta w = e_v \cdot \Delta z$, dokler so ti prirastki za naš račun še pomembni. Glede na predpostavke v računu napetosti bi pri računu vrednosti e_v morali sicer upoštevati konstantno vrednost prožnostnega modula E, vendar se tu stvarnosti spet bolj približamo, če upoštevamo eventualno izpremenljivost tega modula, in uvedemo vedno tisto vrednost E, ki ustreza plasti v zadevni globini. Ostane še vprašanje kako ugotoviti prožnostni modul E. Tu je zopet najprimernejša eksperimentalna ugotovitev, n.pr. z izvedbo poizkusne obtežbe z okroglo togo pritisno

ploskvijsko. Potem je po eksaktnih ugotovitvah Schleicherja (Bauingenieur 1926, str. 931), veljavnih za elastični polprostor, posedek (w) enak:

$$w = \frac{P}{2 \cdot C \cdot a}, \quad C = m^2 \cdot E / (m^2 - 1) \dots / 29a, b$$



Skica 21

kjer je P obtežna sila, (a) polmer pritiskne ploskve, C od prož. modula E odvisna vrednota ($m =$ = Poissonovo število). Iz poizkusa sta znani vrednosti P in w , sledi $C = P/2 \cdot w \cdot a$, nakar sledi prožnostni modul E po en. 29b:

$$E = \left(1 - \frac{1}{m^2}\right) \cdot C \quad \dots / 30$$

Ing. Dušan Farčnik
Ing. Lenart Treppo

kjer je (m) po enačbi 25 ali 26 ugotovljiva vrednost. Prožnostni modul E je treba glede na predpostavke k en. 29a, b ugotoviti na terenu, ki ima debelejšo vrhnjo plast materiala iste kakovosti, in je potem dobljena vrednost uporabljiva tudi za tanjše plasti.

Zaključki.

Če kratko povzamemo izsledke, podane v tem elaboratu, potem moremo s stališča gradbene prakse ugotoviti, da podane metode dopuščajo preprosto ugotovitev diagrama pritiskov tako v neomejenih tleh, kot v tleh, ki so preprosto omejena z zidovi, pri poljubni obliki obtežbe na površini.

S stališča gradbene teorije pa moramo predvsem ugotoviti, da je z uporabo vplivnic pri ugotavljanju zemeljskih pritiskov v to področje vpeljan nov preprost delovni postopek, ki dopušča tudi preprosto reševanje problema tal, preprosto omejenih z vertikalnimi zidovi. Po drugi strani pa elaborat (s 5. poglavjem) pokaže, da je mogoče celotno problematiko zemeljskih pritiskov obravnavati na podlagi stat. modela elastičnega polprostora, kar je za nadaljnje preiskave na tem področju pomembna ugotovitev.

LITERATURA

- L1: Rendulic, Erddruck im Strassenbau u. Brückenbau, Volk u. Reich, Berlin, 1938, stran 39.
L2: Kollbrunner, Fundation und Konsolidation, Band I, Schweizer Druck u. Verlaghaus, Zürich, 1945, str. 290.

SK 666.982.4:061.3(492.621)

DRUGI MEDNARODNI KONGRES ZA PREJ NAPETI BETON V AMSTERDAMU - 1955

UVOD

Drugi kongres mednarodne zveze za prej napeti beton F.I.P. (Federation internationale de la precontrainte) je bil od 29.8. do 2.9.1955. v Amsterdamu na Nizozemskem. Organizacija kongresa je bila poverjena STUVO (Nizozemska študijska skupina za razvoj prej napetega betona - kot

članica mednarodne federacije za prej napeti beton FIP), ki je preko svojih komitejev za splošno organizacijo, predavanja, tehnično dokumentacijo, ekskurzije, finance in damskih komitejev svojo nalogo odlično rešil. Predavanja so bila v pro storih Tropičnega inštituta v Amsterdamu.

Tu je deloval tudi sekretariat in tele improvizirane institucije: pošta, menjalnica, potovalni urad, restavracija, razstava tehn. literature in dokumentacije ter tehničnih pripomočkov, ki pridejo v poštev pri izvajanju konstrukcij iz prej napetega betona. Oficialni kongresni jeziki so bili angleščina, francoščina in nemščina, vsa predavanja in diskusije pa so neposredno prevajali in posredovali preko ozvočenja. Dnevni red kongresa je bil sledeči: dopoldne so bila predavanja, popoldne pa so bile na programu ekskurzije tehničnega in turističnega značaja, slednje predvsem za spremljevalce aktivnih udeležencev kongresa. Vseh udeležencev (aktivnih in spremljevalcev) je bilo več kot 1.000. Od tega več kot 600 aktivnih članov kongresa. Zastopano je bilo 37 narodov, najštevilneje so bile seveda zastopane poleg države prirediteljice še zahodne države, Francija, Anglija, Belgija, Nemčija, Italija. Omenil bi le, da so vzhodno Evropo zastopali delegati Poljske, Češke in Sovjetske zveze, slednjo 13 članov. Predavanja so bila v obliki referatov in koreferatov, ki so obravnavali določene probleme. Po teh referatih in koreferatih je bila diskusija. Vrstni red referatov je bil sledeči:

Problem Ia: Vloga cementne injekcije in sidranja pri delovanju elementov iz prej napetega betona.

Glavni poročevalec: B. Kelopuu

Problem Ib: Izkušnje in težave pri izdelovanju in uporabi jekel za prej napeti beton.

Glavni poročevalec: A. S. G. Bruggeling

Problem II: Napredek v tovarniški izdelavi nosilcev iz prej napetega betona in pri spajanju sestavnih delov na gradbišču s predhodnim napenjanjem.

Glavni poročevalec: D. N. New

Problem IIIa: Porazdelitev momentov v statično nedoločeni prej napeti beton-skih konstrukcijah v neelastičnem območju.

Glavni poročevalec: Y. Guyon

Problem IIIb: Vpliv plastičnosti na trdnost in stabilnost tankih lupin iz prej napetega betona.

Glavni poročevalec: Franco Levi

Referat A: Primerjava predpisov za prej napeti beton v raznih deželah.

Poročevalec: A. Paduart

Referat B: Ekonomske prednosti prej napetega betona v raznih deželah.

Poročevalec: A. W. Hill.

IZVLEČEK IZ VSEBINE POROČIL IN PRISPEVKOV

Problem Ia: Vloga cementne injekcije in sidranja pri delovanju elementov iz prej napetega betona

Glavni poročevalec B. Kelopuu je sestavil svoje poročilo na podlagi osmih prispevkov strokovnjakov in odborov iz sedmih držav.

O INJICIRANJU

Kable injiciramo,

- da zaščitimo napenjalno jeklo pred korozijo in
- da zvišamo porušno trdnost konstrukcije s spojem med napenjalno armaturo in betonom.

ZAŠČITA JEKLA

Gornjima zahtevama najbolj ustreza injiciranje s cementno malto.

Pri skrbnem injiciranju je jeklo zaščiteno proti koroziji.

Bouvy trdi, da pretiravajo nevarnost v kanalih iz malte izločene in zaprte vode, ker ni moč dostop zraka. Voda postane nevarna šele pri razpokah v betonu.

Megnel sodi, da je potreben vmesni prostor 5 mm med posameznimi žicami, ki naj omogoča zanesljivo injiciranje. Ovojne cevi iz materiala, ki ne propušča vode, so neprimerne, ker zadržujejo odvižno vodo.

Glavni poročevalec opozarja, da je treba posebno skrbno injicirati jekla s toplotno obdelavo, ki se jih rada loteva napetostna korozija.

Nadalje so nevarna za korozijo kemična sredstva proti zmrzovanju, kakor n. pr. kalciumklorid, ki jih dodajajo injekcijski malti in ki načenjaajo napenjalna jekla.

V kanalih zaprta voda zmrzne in povzroča razpoke, skozi katere prodre zrak do napenjalnih jekel, ki začenjajo rjaveti. Razpoke se večajo pri ponavljajočem se zmrzovanju.

TVORBA SPOJA

Pomen spoja na porušno trdnost so poudarjali številni avtorji.

Bouvy je poročal o poizkusih na zakrivljenih nosileh, ki so jih sestavili iz prefabriciranih delov in spojili s kablom „Freyssi“ 12 Ø 5 mm.

Sidra so odstranili 1 teden po injiciranju, ne da bi opazili polzenje žic.

S poizkusi na izvlečenje injiciranih kablov so ugotovili, da zadošča pri porušni sili kabla dolžina spoja 76 cm do 1 m.

Hill ugotavlja, da je razpoka nosilca s spojem različna od onega brez spoja.

Učinkovitost spoja je ugotavljala univerza v Leedsu na nosilcu, ki so ga napeli z 12 Ø 5 mm.

Učinkovitost spoja so merili z razmerjem med napetostjo v kablu pri poružitvi nosilca in trdnostjo kabla. Za nosilce brez spoja je znašalo razmerje napetosti izraženo v odstotkih 70 %, pri nosilcu s takojšnjim spojem skoraj 100 % in pri nosilcu z injiciranimi kabli 80 - 95 % in sicer glede na hrupavost površine ovojne cevke.

Podobno so preizkušali nosilec, ki so ga napeli z okroglo jekleno palico 22,2 mm ϕ , nameščeno v pločevinasti cevi ϕ 31,7 mm.

Razmerje napetosti (v odstotkih) za nespojeno palico je znašalo 70 %. Pri palici v injicirani nagubani pločevinasti cevi ali v betonskem kanalu so dobili 75 - 80 %. Pri palici s takojšnjim spojem je bilo razmerje 85 %.

Poizkušali so prej napete nosilce, napete po različnih sistemih, ki so vsi ustrezali. Tudi pri palicah ϕ 28,6 mm ϕ je bil spoj tako dober, da je zadostovala dolžina injekcije 90 cm za prenos sile spoja 32 t.

LASTNOSTI INJEKCIJSKE MALTE

Sveža injekcijska malta mora ustrezati dvema zahtevama:

1. Malta mora biti dovolj tekoča, da izpolni votline v kablu.
2. Malta ne sme izločati vode in se ne sme razmešati, da se ne začne zbirati na določenih mestih kabla voda.

Obe zahtevi sta odvisni od:

1. Vodocementnega faktorja
2. ustroja mešanice
3. vrste cementa
4. dodatkov
5. mešanja malte

Žitkost malte

STUVO je preiskovala različne mešanice malte, pri katerih so dodajali plastiment in injektal ali pa to opustili. Dodatki dopuščajo pri isti židkosti nižje vodocementne faktorje.

Izločanje vode

Bouvy omenja, da je mogoče izdelati stabilne mešanice z dodajanjem plastifikatorjev. Mešanice z gliničnimi cementi znatno izločajo vodo.

Hill poudarja prednosti malt, ki jih mešajo v turbomešalcih. Te malte ne segregirajo.

Mešanice

Bouvy priporoča mešanico 4 prostorninskih delov cementa, 1 prostorninskega dela pucolana in 2,4 prostorninskega dela vode z dodajo plastifikatorjev.

Hill priporoča pri Lee-Mc Call-ovem in Gifford-Udall-OCL sistemu čisto cementno lepilo z vodocementnim faktorjem 0,45. Za Freyssinet-ov in Magnel-Blaton-ov sistem pa je primernejša ce-

mentna peščena malta z vodocementnim faktorjem od 0,55 do 0,62, sestavljena s portlandskim cementom in dobrim peskom.

V Holandiji dodajajo cementni malti tras. Vodocementni faktor leži med 0,45 in 0,65. Uporabljajo tudi plastifikatorje.

LASTNOSTI STRJENE INJEKCIJSKE MALTE

Zaželeno je:

1. minimalno krčenje in
2. dober spoj

Po Hill-u je znašalo krčenje 28 dni stare, cementnopeščene malte, mešane v razmerju 1:1:5x10⁻⁴. To znatno krčenje povzroča najbrž razpoke v injicirani malti.

Poizkusi krčenja, ki jih je izvedla STUVO, kažejo, da se najmanj krči malta, sestavljena iz cementa in trasa brez dodatkov in plastifikatorjev.

Z dodatkom plastimenta in injektala je mogoče zmanjšati vodocementni faktor in tako povečati tlačno trdnost.

VPLIV IZREDNIH TEMPERATUR

Visoke temperature:

Hill poroča, da je pri požarnih poizkusih v Fire Research Station v Elstree-ju ostala malta nepoškodovana.

Nizke temperature:

Bouvy poroča o danskih poizkusih, ko so dodali metilni alkohol v razmerju 1:5 nasproti malti. Dodatek alkohola bi naj preprečil zmrzovanje.

Sveža malta je mnogo bolj odporna proti zmrzovanju, če ji dodajamo plastifikatorje. Hill priporoča uporabo malte z zračnimi porami (aerirane malte).

Sallinen poroča o gradnji hangarja Seutula pri Helsinkih, kjer je bilo treba pozimi injicirati 51 m dolge kanale, in opisuje potek dela. Okoli nosilca, ki ga je bilo treba injicirati, so zgradili zaklon, v katerega so napeljali topel zrak.

STUVO poroča o uporabi alkohola kot sredstva proti zmrzovanju in navaja podatke o sestavi različnih mešanic alkohola z vodo glede na doseženo znižanje zmrzišča. Alkohol podaljša čas strjevanja malte in znižuje trdnost. Obstočnost na mrazu se poveča z večjo dozo alkohola.

SKLEPI

1. Najpomembnejše lastnosti injekcijske malte so:
 - a) zadostna židkost
 - b) stalnost mešanice (brez izločanja vode) in
 - c) čim manjše krčenje
2. V kanalih, kjer je prerez malte v primeri z prerezom jekla sorazmerno majhen, je treba u-

porabljeni čisto cementno malto brez dodatkov. Pri večjih kanalih je bolje uporabljati peščeno cementno malto.

3. Vodocementni faktor naj bo čim nižji in naj ne prekorači vrednosti 0,55. Prednost imajo brzovezoči cementi z visoko trdnostjo.
4. Priporočljive so koloidne mešanice malt (turbomešalci).
5. Mnenja o koristnosti dodatkov, kakor: razredčevalcev, aerizatorjev in plastifikatorjev niso enotna.
6. Posebno je treba paziti pri injiciranju pozimi. Gradbene dele je treba zaščititi pred zmrzovanjem. Zaradi strjevanja na mrazu se lahko uporablja glinični cement.
7. Pred injiciranjem je treba očistiti kanale z vodo, ki jo skrbno odstranimo s komprimiranim zrakom.
8. Malto je treba injicirati s tlačilkami. Stisnjen zrak ima določene pomanjkljivosti. Pri visokih pritiskih 4-6 at lahko tlak poškoduje kanale. V dolgih kanalih je treba pustiti ponekod opazovalna okna.

SIDRANJA

BARREDO opisuje postopek napenjanja in sidranja „Barredo.“ Tri žice sidrajo v jekleni obroč s koničnim ali piramidastim klinom. Napenjalka je konstruirana tako, da napenjamo vsako žico s svojim batom in dosežemo na ta način v vseh žicah enako napetost.

DVOKERHOFF WIDMANN opisuje svoj način sidranja 26 mm Ø jeklenih palic.

HILL opisuje postopke sidranja, ki jih uporabljajo v Veliki Britaniji in sicer:

Freyssinet-ovo sidranje, Lee-McCall-ovo sidranje, Magnel - Blaton-ovo sidro in Gifford - Udall-CCL-ovo sidro.

STUVO primerja sidra z matico in s klini. Pri sidranju s klini pride do precejšnjih izgub pri zagozdenju žic. Povprečno vtisnenje klinov znaša n. pr.

4 do 5 mm pri Freyssinet-ovih sidrih iz portlandskega cementa

6 do 8 mm pri novih Sandwich-ploščah.

3 do 5 mm pri že rabljenih Sandwich-ploščah.

Preiskovali so holandske Sandwich-plošče. Belgijski izdelek je imel manjše vtisnenje.

STUVO navaja priporočilo za napenjanje in sidranje. Če se zveča sila v kablju za 25 %, se normalno vtisnenje v sidrih ne sme povečati. Varnostni koeficient proti poružitvi sider naj znaša min 2.

Problem Ib: Izkušnje in težave pri izdelavi in uporabi jekel za prej napeti beton

Druhemu kongresu F.I.P. je predložilo svoje prispevke z zgornjo vsebino šest strokovnjakov. Poročevalec A.S.G. Brugeling je podal pregled prispevkov, razlago in zaključke.

PREGLED METALURGIČNIH POSTOPKOV PRI IZDELOVANJU NAPENJALNIH JEKEL

Da bomo boljše razumeli, preglejmo na kratko proizvodne postopke raznih vrst napenjalnega jekla: in sicer: patentiranje, kaljenje, kaljenje v topli kopeli, naknadno termično obdelavo, vlečenje v hladnem stanju in valjanje v hladnem stanju.

Patentiranje

Žico segrejemo do temperature 800° - 900° C, nakar jo naglo ohladimo na temperaturo 500° C. Žico nekaj časa pustimo pri tej temperaturi, potem pa jo ohladimo na sobno temperaturo. S tem postopkom dobi žica sorbitno strukturo, ki ustreza drobno-trakastemu perlitu in je posebno pripravna za vlečenje v hladnem stanju.

Vlečenje v hladnem stanju

Z vlečenjem žice skozi šobo zmanjšamo prerez žice, jeklu pa podelimo vzdolžno vlaknato strukturo.

Valjanje v hladnem stanju

Žico valjamo v seriji razporedno postavljenih valjev. Pri valjanju odpade trenje na površini žice, ki nastaja pri vlečenju.

Kaljenje

Pri kaljenju ohladimo v hipu 600° - 900° C vroče jeklo na sobno temperaturo. Žica dobi martensitno strukturo, ki kaže pod mikroskopom izgleda ustroj. Kaljena žica je izredno trda in krhka. Po kaljenju jo je treba ponovno segreti, da popravimo njeno preveliko trdoto in krhkost. S kaljenjem in popuščanjem dobimo zboljšano žico.

Kaljenje v topli kopeli

Temperaturne napetosti v jeklu zaradi kaljenja zmanjšamo tako, da ohladimo 800° - 900° C vroče jeklo najprej na 300° C, ga pustimo nekaj časa pri tej temperaturi, nakar ga ohladimo na sobno temperaturo.

Tudi po tem postopku dobimo zboljšano jeklo. peraturo 400°C.

Naknadna termična obdelava patentirane mrzlo vlečene žice s popuščanjem

Žico segrevamo določen čas do temperature 200 do 250°C. Sodijo, da se pri tem v kristalni mreži izločijo kisikove in dušikove spojine, ki ovirajo drsenje.

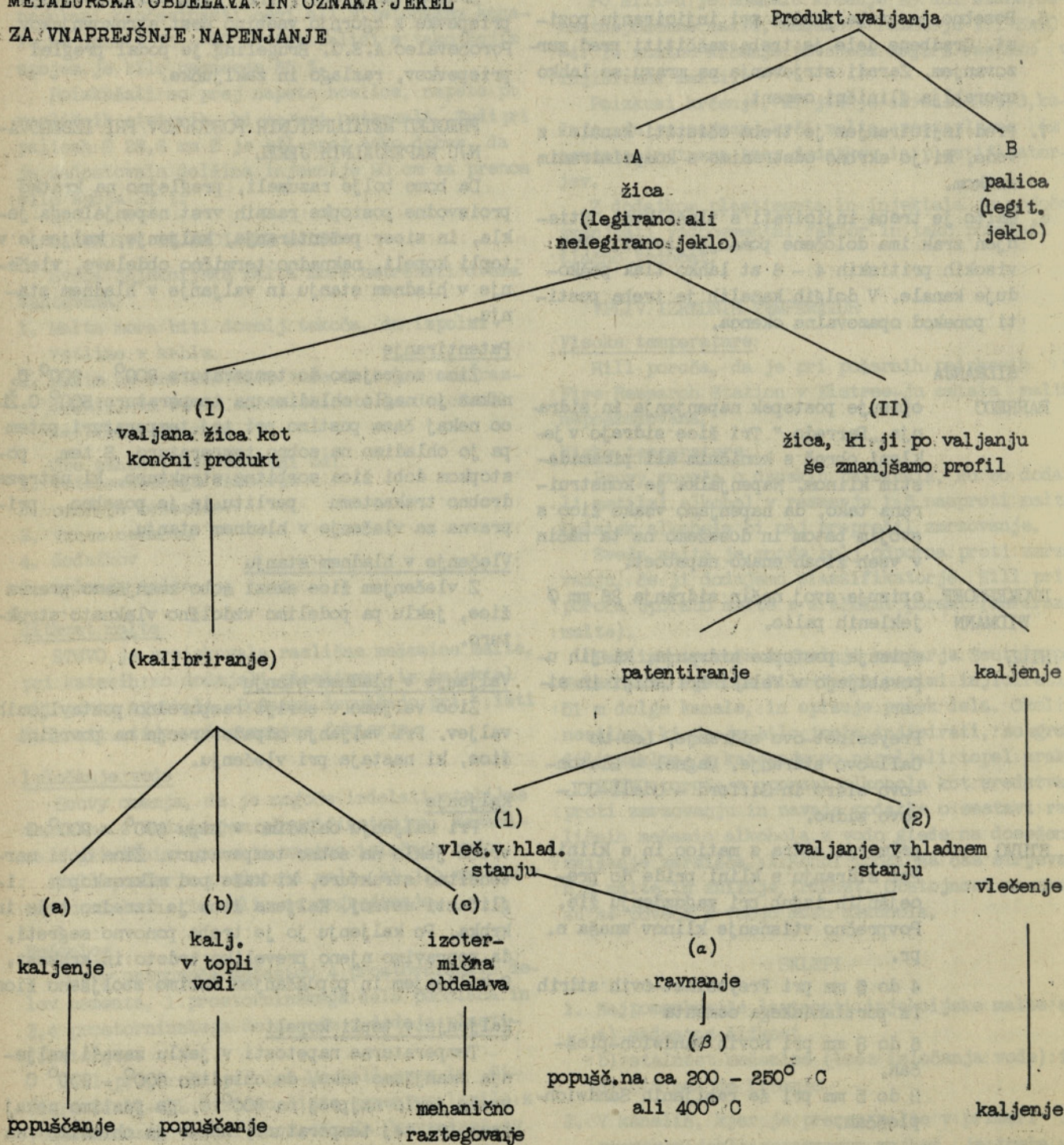
Postopek se skrajša s toploto in sicer s ten-

Naknadna termična obdelava kaljene žice s popuščanjem

Žico segrevajo pri temperaturi 400-500°C. No-tranje napetosti v jeklu popustijo, hkrati pa se igličasta martensitna struktura spremeni v popu-ščen martensitni sestav.

V sledeči sliki so navedene vrste jekel in po-trebni metalurški postopki in posegi.

METALURŠKA OBDELAVA IN OZNAKA JEKEL
ZA V NAPREJŠNJE NAPENJANJE



PLAZENJE IN RELAKSACIJA

Iz prispevkov povzamemo:

1. Potrošnik mora poznati reagiranje jekel vsled relaksacije pri različnih začetnih napetostih. Poizkusi kažejo, da padec napetosti vsled relaksacije nesorazmerno naraste od neke določene visoke začetne napetosti naprej. To velja posebno za valjane žice v vseh odtenkih. Potrošnik si mora znati izbrati jekla in napetosti, s katerimi bo dosegel nizke padce napetosti zaradi relaksacije.
2. Vsaka vrsta žice po svoje reagira pri plazenju in relaksaciji. Za sedaj je nemogoče dognati zavisnost med diagramom in potekom relaksacije.
3. Za patentirane, vlečene žice poznamo izčrpne podatke o plazenju in relaksaciji žice (n. pr. Strycker, R. de Comptes rendus de recherches. I. R. S. I. A. No 11. July. 1953). Rezultati poizkusov G. M. Cantae se ujemaajo z doslej objavljenimi številkami tudi v tem, da se raztezek plazenja zaradi ravnanja vlečene žice povečuje.
4. V preiskavo jekel za prej napeti beton je treba vključiti tudi relaksacijske poizkuse. Padec napetosti lahko neposredno merimo ali pa jih določimo na podlagi poizkusov plazenja. Seveda je pa treba poznati zavisnost med plazenjem in relaksacije.

Za prakso zanimivi so podatki, ki jih navaja Levi.

Jekla je treba napejati samo do 80 % napetosti pri 0,2 % raztezka, da se padci napetosti vsled relaksacije čez mero ne povečajo. V splošnem narastejo v 120 urah padci napetosti zaradi relaksacije na približno 50 % celotnega padca, medtem ko znaša po 2 ali 3 mesecih padec šele 60 % celotnega pojemka.

TRDNOST PRI TRAJNIH NIHAJOČIH OBREMITVAH (utrujanje)

LEVI meni, da bi naj predpisali preizkušnjo jekel pri trajni, nihajoči obtežbi le v primeru, če znaša razpon nihajoče napetosti pri vgrajenih jeklih več kot 10 kg/mm².

BOUVY poudarja, da razpon nihanja napetosti v jeklih prej napetih konstrukcij ni večji kot 5 kg/mm², tako da pojav utrujanja jekel ne prihaja do izraza.

XERCAVINA navaja trdnosti jekel pri trajnih

nihajočih obremenitvah. Iz podatkov sledi, da povečanje razpona nihanja močno zmanjšuje trdnost jekel.

Zaključimo lahko, da zaradi utrujanja jekla niso nastopile dosedaj nobene težave, ker so v splošnem razponi nihanj napetosti v jeklih pri prej napetih konstrukcijah majhni. V posebnih primerih je treba določiti velikost razponov nihanj in izbrati tako vnaprejšnjo napetost, da bo zagotovljena zadostna trdnost konstrukcije.

SPONTANI PRETRGI ŽIC

BRERETON omenja pretrge žic, ki nastopijo zaradi napake v žici ali zaradi neodstranjenih produkcijskih zavarkov žic. Žice so se trgale pri sidriščih, če jih niso zavarovali pred vremenskimi vplivi. Dognati je treba, ali so ameriški pomisleki glede uporabe kaljene in popuščene žice upravičeni, češ da so te vrste jekla občutljiva nasproti napetostni koroziji.

Kakor znano, razumemo pod napetostno korozijo razkroj medkristalnega tkiva v notranjosti žice zaradi kemičnih in elektrokemičnih dogmanj. Korozija prodre v predele med kristali v notranjosti žice in sicer najraje tam, kjer je površina žice že poškodovana. Posledica medkristalinske korozije so krhki lomi in pretrgi.

Tvorbo korozije pospešujejo napetosti (od tod ime napetostna korozija), zato se pogosto zgodi, da počí žica šele nekaj časa po napejanju. Včasih zadostujejo za prelome že upogibne napetosti v žici, ki nastanejo pri zvižanju žice v kolobarje.

LEVI meni, da je v pretežni meri kriva pretrgov napetostna korozija. Treba pa je upoštevati še druge vzroke kakor:

1. Nezadostno trdnost pri trajnih nihajočih obremenitvah v primerih, ko je žica iz katerikoli razlogov previsoko napeta.
2. Notranje napetosti, ki izvirajo iz raznih metalurgičnih postopkov pri izdelavi žice.

BOUVY nam daje pregled spontanih pretrgov pri zboljšani žici. Kot vzroke pretrgov navaja: vremenske vplive, agresivno talno vodo in sestav cementa. Iz različnih poizkusov lahko sklepamo, da je zboljšano jeklo najbolj občut-

ljivo nasproti napetostni koroziji. Proizvajalci poizkušajo izdelati zboljšana jekla brez te napake, vendar je poraba zboljšanih jekel za prej napeti beton zelo nazadovala.

Vseh šest poročevalcev torej meni, da nastajajo spontani pretrgi predvsem zaradi napetostne korozije. Vendar so možni tudi drugi vzroki:

1. previsoke napetosti v jeklih in nezadostna trdnost pri njihajoči trajni obtežbi
2. notranje napetosti v žici
3. vzdolžne razpoke v žici ali na površini žice
4. napake pri izdelovanju jekel.

Za napetostno korozijo so bolj občutljive nekatere vrste zboljšanih žic, manj pa hladno vlečene žice.

ŽELJE POTROŠNIKOV

Poročevalci so si edini glede sledečih nujnih lastnostih napenjalnih žic:

1. Površina jekel mora ustrezati sidranju
2. Površina žice sme imeti le rahlo nenevarno rjavino
3. Pošiljka žice mora izkazovati enakomerne lastnosti
4. Žica iz kolobarjev mora biti ravna.

TEŽAVE PRI IZDELOVANJU NAPENJALNIH JEKEL

BRERETON omenja sledeče točke. Polfabrikat mora biti čist in brez tujih teles. Toplotno obdelavo jekel je treba opraviti skrbno. Zavaraki v žicah nastopajo zaradi neprekinjene proizvodnje, vendar jih je treba pozneje izločiti, ker se do slej še ni posrečilo izdelati homogenemu materialu istovredne zavare. Zareze v žični površini povzročajo težave, ker ni lahko izdelati zareze, ki bi imele isto globino v cellem obroču. Tako nastanejo žice, ki imajo neenakomerno jakost prerezov.

MILLOT opozarja, da se izdelovalci trudijo, da bi izdelovali homogeno jeklo, ki bi bilo brez škodljivih žilindrinostankov in brez napak pri valjanju, brez škodljivih notranjih napetosti, ki bi nastale pri vlečenju, brez dekarbonizacije, ki lahko nastane pri toplotni obdelavi itd. Vendar se je pa treba zavedati, da je vključ

pažnji nemogoče preprečiti nepopolnosti. Dognano pa je, da je mogoče z ostrim nadzorstvom v obratu izdelati tehnično polnovreden proizvod.

PREISKAVE NAPENJALNIH JEKEL

BRERETON je mnenja, da je največja težava v tem, ker ni enotnosti v pogledu potrebnih lastnosti jekel za prej napeti beton. Nujno je poenotiti postopke preiskav jekel v raznih državah.

LEVI je sprožil vprašanje: sledeče vrste preiskav:

1. določitev raztezka pri porušenju
2. preizkus na upogibe
3. poizkus na torzijsko zvijanje, ki naj pokaže napake na površini žice
4. poizkus na zarezno trdnost

MILLOT predlaga sledeče preiskave:

1. torzijsko zvijanje za ugotovitev vzdolžnih razpok
2. preiskavo glede obstoja gnezd žlindre itd.
3. preiskave na zarezno trdnost in kratkotrajni poizkusi na korozijo.

Nizozemski predpisi vsebujejo med ostalim:

1. določitev raztezka pri pretrgu
2. določitev napetosti pri P,05 % raztežku in natezne trdnosti. Med obema vrednotama mora biti določeno predpisano razmerje.
3. preizkus na pregibe
4. preizkus na torzijsko zvijanje, ki naj pokaže vzdolžne napake v žici.

Iz poročil torej zaključimo, da jekla ne smejo vsebovati gnezda tujih teles. Nadalje je treba jekla preizkušati po enotnih postopkih, da bomo vsestransko ugotovili njegove lastnosti in dognali, ali je primerno za vnaprejšnje napenjanje betonskih konstrukcij.

OPOMBE GLAVNEGA POROČEVALCA A. S. O. BRUGGELING-a

Pod pojmom idealne žice za prej napeti beton razumemo na podlagi prispevkov žic s sledečimi lastnostmi:

1. Vrsta jekla naj dovoljuje takšen produkcijski postopek, ki bo jamčil za enakomerne lastnosti končnega fabrikata.
2. Enakomernost se nanaša na:
 - a) prerez: palic ali žic
 - b) na $\sigma - \epsilon$ diagram v tem smislu, da je raz-

tezek pri vseh obročih praktično enak
c) na mejni raztezek in natezno trdnost
d) na lezenje in relaksacijo.

2. Žice ali palice ne smejo vsebovati na površini plasti, ki bi škodovale spoju in onemogočale zanesljivo sidranje.
3. Žice ali palice se morajo dostavljati in vgrajevati brez rje. Občutljivost nasproti napatostni koroziji mora biti majhna.
4. Žice ali palice ne smejo imeti notranjih razpok ali površinskih napak.
5. Pri napetostih, ki so večje kot normalne napetosti, mora material reagirati plastično.
6. Material mora biti dovolj žilav. Nepričakovane deformacije pri vgrajevanju ne smejo povzročiti zloma.
7. Po odmotavanju iz kolobarja se mora žica sama zravnati.

Da doženemo, v koliki meri ustreza jeklo gornjim zahtevam, ga moramo vsestransko preiskati. Pri tem je treba na internacionalni ravni natančno določiti postopke preiskav. Na ta način bi olajšali proizvajalcem izdelovanje standardnih jekel, ki bi bila tudi sposobna za izvoz.

SKLEPI

1. Potrebno je, da se na internacionalni ravni ugotovi, kakšnim zahtevam naj ustreza dobro jeklo za prej napeti beton.
2. Preizkuševalne postopke in naprave je treba internacionalno določiti, da se omogoči plodna izmenjava in izvedenost rezultatov.
3. Pri proučevanju lastnosti jekel za prej napeti beton je treba upoštevati tudi okolnosti, ki vplivajo na jekla v praksi pri in po vgraditvi.
4. Da dobimo dobro jeklo za prej napeti beton, je potrebno tesno sodelovanje med proizvajalci in potrožniki.

Problem II: Napredek v tovarniški izdelavi nosilcev iz prej napetega betona in pri spajanju sestavnih delov na gradbišču z vnaprejšnjim napenjanjem.

Glavni poročevalec D.H. New je prejel 12 prispevkov.

TOVARNIŠKA IZDELAVA

Skoraj vsi prispevki obravnavajo vnaprejšnje napenjanje v napenjališču, ki je zelo razširjeno

in ga lahko smatramo kot normalno tehnično rešitev.

Poročilo iz Anglije vsebuje pregled opravljenega dela in tipe prefabriciranih elementov, ki so jih doslej razvili in izdelali.

Glavni poročevalec opisuje tovarno A.B. Strangbeton v Švedski.

Dolžina napenjališča: 30, 80 in 85 m. Debelina žice 2 mm. Izdelujejo najrazličnejše elemente, med katerimi so piloti močno zastopani. Izdelke starajo tudi z vročo vodo. Gliničnih cementov ne uporabljajo. Med prevozom in montažo dopuščajo natezne napetosti do 49 kg/cm² (v Angliji n. pr. 35 kg/cm²).

Nizozemska tovarna N.V. Nederlandse Spanbeton Maatschappij je urejena takole:

Dolžina napenjališča: 30 in 107 m. Razen tega uporabljajo jeklene napenjalne okvire dolge 12 m. Naprava, dolga 107 m, služi za izdelovanje pilot za fundiranje in je nameščena na prostem.

Naprava, dolga 30 m, je v tovarni in je urejena za parno segrevanje betona. Enodnevna trdnost betona znaša 350 kg/cm².

Uporabljajo večinoma vlečeno žico \varnothing 5 mm.

Etablissements K. und M. Simon.

Napenjališča so dolga 49 m. Uporabljajo zvito žico 2/2,5 in 2/3 mm in vlečeno žico 5 in 7 mm \varnothing .

Program izdelave je zelo obširen. Posebno mnogo izdelajo pilot za fundiranje. Silo vnaprejšnje napetosti merijo neposredno z utežmi, tako da odpade merjenje raztezkov in odčitavanje manometrov.

GRADBENI ELEMENTI TOVARNIŠKE IZDELAVE

Najdaljše strešne nosilce s takojšnjim spojem so izdelali na Švedskem in znašajo 32 m.

Angleški prispevek št. 8.

obravnava razvoj železniških pragov pri angleških železnicah.

Poročilo št. 12. od Leontieff-a (Francija)

opisuje izdelavo montažnih namakalnih kanalov, ki so nameščeni na prefabricirane podpore.

Belgijsko poročilo št. 2. (od Magnel-a)

poudarja ekonomičnost gradnje stavb iz prefabriciranih 760 do 1000 kg težkih I-nosilcev, pri katerih so napenjalni kabli sprva nezabetornirani in nameščeni na obeh straneh stojine ter zasidrani v odebeljen konec nosilca. Ob določenih pogojih ni takšen nosilec težji kot jeklena traverza, če je za dimenzioniranje odločilen upogib.

Poročilo se ukvarja z ustvaritvijo kontinuirnosti s pomočjo kratkih vijakov, ki jih namestimo pod zgornjo pasnico v odebeljeni konec nosilca. Pri tem lahko odpadejo pri spoju s stebri ali nosilci

konzolna ležišča.

STEBRI IN PILOTE

Razne prednosti, ki jih ima vnaprejšnje nape-
njanje pilot za temeljenje so izrabili tudi pri
jamborih in stebrih.

Francosko poročilo št. 7 (od Jean-Bloch-a)
opisuje podrobnosti montažne gradnje nosilne kon-
strukcije tribune, ki so jo napenjali s Freyssier-
net-ovimi kabli.

Angleško poročilo št. 8
navaja podobne primere portalnih okvirjev, ki so
jih vnaprej napeli po Lee-McCall-ovem in Gifford-
-Udall-CCL sistema.

RAZPONSKI STREŠNI NOSILCI

Sestavljanje razpinskih nosilcev z nanizanjem
in spenjanjem prefabriciranih posameznih koma-
dov se uspešno uveljavlja.

Znan je primer gradnje hal na londonskem leta-
lišču, kjer so 33,5 m dolge in 26 t težke nosilce
sestavljali na tleh iz 1,80 m visokih, 0,9 m ši-
rokih in samo 10 cm debelih T-nosilcev, nakar so
jih montirali z jeklenimi jambori.

Zanimiva je gradnja hangarja v Helsinkih. Iz
posameznih delov so sestavili 132 ton težki pro-
storski ločni nosilec z vezjo, ki so ga v celoti
dvižili 10,2 m s hidravličnimi dvigalkami.

Opis te konstrukcije z zanimivimi podrobnost-
mi in gradnjo pozimi obsega finsko poročilo št. 5.
(Risba 1, sliki 1 in 2).

Nosilce 30 m in več so sestavljali iz posame-
znih kosov, ki so jih speli v celoti z napenjal-
nimi kabli. Vendar so v Švedski betonirali tudi
32 m dolge nosilce v napenjalšču v tovarni in
jih prepeljali na več sto milj oddaljeno gradbi-
šče.

STREŠNI POVEZNIKI

Finsko poročilo št. 3 (od Sandström-a)
vsebuje podrobnosti strehe nekega industrijske-
ga poslopja. Strešni poveznik v obliki dvokapni-
ce je sestavljen iz prej napetih nosilcev in iz
več delov sestavljene betonske vnaprej napete
vezi s kanali skozi katero so speljali kable in
speli vez v celoto.

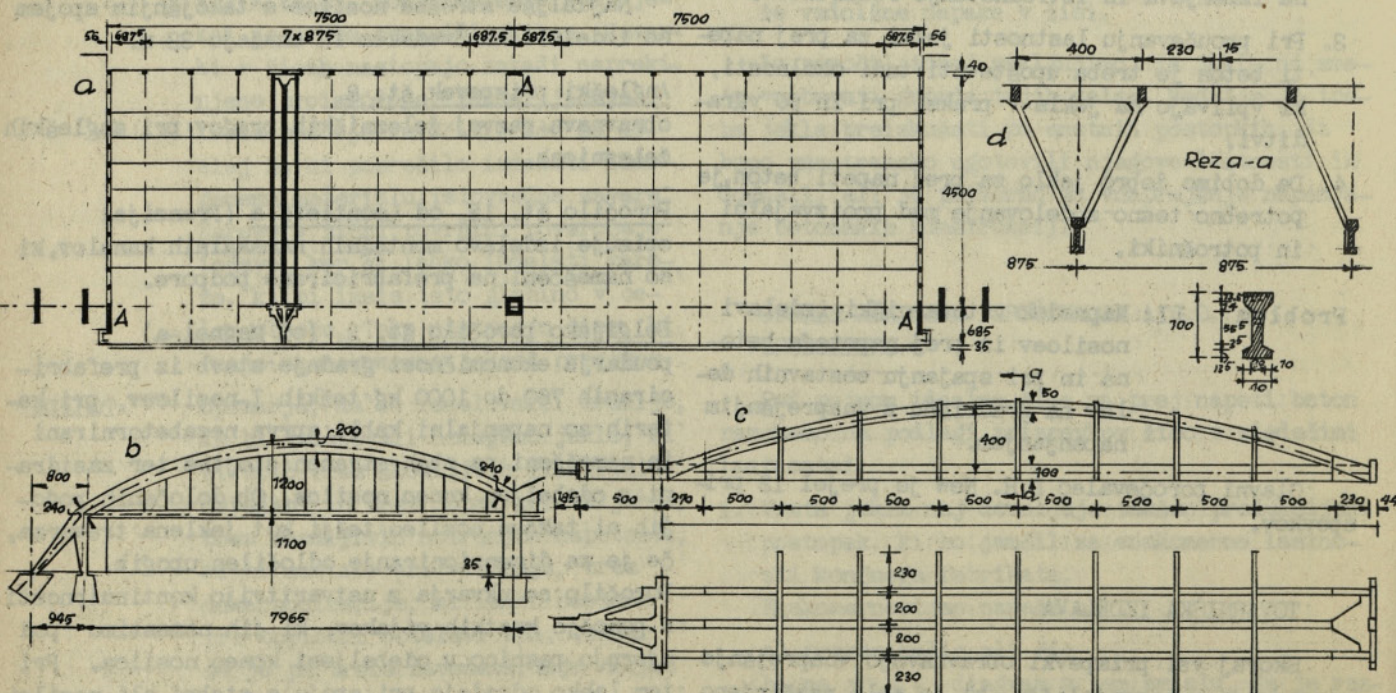
Angleško poročilo št. 8

opisuje podrobnosti nekega strešnega poveznika.
Lok je sestavljen iz posameznih delov, natezna
vnaprej napeta betonska vez pa je pogreznjena v
pod. Nadalje prikazuje okvir s konzolami, ki je
posebno prikladen za šolske zgradbe.

PREJ NAPETI BETON V ZVEZI Z ŽELEZOBETONOM

Prej napeti beton, ki ga monolitno zvežemo z
normalnim betonom čaka obsežno področje uporabe.

V Angliji izdelujejo pravokotne vnaprej na-
pete prefabricirane montažne nosilce, ki jih mo-
nolitno zvežejo z železobetonskimi ploščami, beto-
niranimi na kraju samem. Samo na londonskem le-
tališču so pokrili 21.000 m² s temi podi.



Risba 1. Hangar na letališču v Helsinkih - Načrt konstrukcije -

Holandsko poročilo št. 1 (Pelle in Breuggeling) vsebuje primere mostov, sestavljenih iz prej napetih montažnih nosilcev oblike narobe obrnjenega T, ki jih izbetonirajo med stojinami in nad nosilci z betonom na samem kraju. Poročilo tudi prikazuje način, po katerem se nad podporami doseže kontinuirnost.

V Holandski navadno ne upoštevajo vpliv krčenja pozneje vgrajenega polnilnega betona, medtem ko Angleži upoštevajo krčenje in zvečajo vnaprejšnjo napetost za 14 kg/cm².

Poročilo iz Vzhodne Nemčije št. 6 (od Rühle-ta) obravnava postopek računa vpliva krčenja in plazenja betona v konstrukcijah, kjer sta prej napeti beton in normalni beton monolitno spojena. Poročilo priporoča uporabljati za normalni beton isto kvaliteto betona kot za prej napeti beton, kar je v nasprotju z dosedanja prakso. Navadno so za armirani beton dodajali čim manj cementa, da bi zmanjšali neugodni vpliv krčenja.

Francosko poročilo št. 9 (od Baret-a) vsebuje primere uporabe prej napetega betona v zvezi z normalnim betonom pri stanovanjskih zgradbah.

KONSTRUKCIJE

Jean Bloch daje v svojem poročilu št. 7 splošna navodila pri prefabrikaciji, montaži in naknadnem spajanju elementov v celoto in navaja sledeče primere:

Pod neke strojne hale so sestavili iz glavnih in stranskih nosilcev, ki so jih po strditvi reg spojili s križajočimi se kabli v dveh smereh v prostorsko konstrukcijo.

Pozneje vgrajeni okvir v svetlobno dvorišče so sestavili iz posameznih komadov in jih speli s kabli v monolitno celoto.

Most čez Amstel v Amsterdamu je odličen primer hitre gradnje in montaže. Da bi pospešili gradnjo, so elemente parili pod šotori. Elemente so nato prepeljali s pontoni na gradbišče. (Slika 3 in 4, risba 2 in 3).

Izreden primer gradnje s sestavnimi prej izdelanimi deli je pristanišče v Saigon-Cholon-u. Pilete v razstoju 4 m nosijo montažno sestavljene in prefabricirane kvadratne 8 m dolge, 30cm debele in 48 t težke plošče, ki so jih prostorsko speli v celoto s kabli, nameščenimi v dveh smereh

Francosko poročilo št. 9 (od Baret-a) navaja dobre rešitve kontinuirnosti s pomočjo kablov.

Bouvy (Holandska) razlaga v poročilu št. 10 na primeru mostu z večjim številom polj prednosti in slabe strani prosto ležečih in kontinuirnih nosilcev.

Nadalje razlaga postopek, s katerim dosežemo kontinuirnost konstrukcije na sledeči način. Prefabricirani nosilci se nad podporami presegaajo, tako je nad podporami dvojno število nosilcev. Po zabetoniranju vmesnih reg nosilce v območju podpor prečno napno. Nastalo trenje stičnih ploskvah zadostuje za prevzem strižnih sil zaradi upogibnih podpornih momentov. (Risba 4, slika 5).

V angleškem poročilu št. 8 so navdene podrobnosti sestavljanja elementov in spenjanja v celoto po 4 načinih vnaprejšnjega napenjanja. Našteti je tudi več mostov. Cevni most Gunthorpe preko Trente razpetine 33,5 m so sestavili na bregu in ga potem splavili na njegovo mesto.

Med ostalimi zanimivimi primeri je brv Whitleigh pri Plymouth-u in most, ki veže otok Lewis z Great Bernera.

Intergrid-Raster za šole je sestavljen iz normaliranih prefabriciranih delov z rasterjem 101,6 cm.

Pri nekem mostu v Novi Zelandiji so nameščeni stiki v sredini med prečniki.

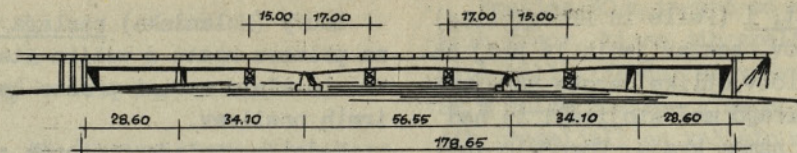
Posrečene so brvi, ki jih je vgradila okrožna uprava v Hampshire, čeprav so bila gradbišča daleč na deželi.

V poročilu št. 13 je opisan 142 m dolg deloma kontinuirni most iz prej napetega betona v pristaniški četrti Amsterdama. Zanimiv je montažni način gradnje, način vzpostavitve kontinuirnosti in ležišča na stebrih.

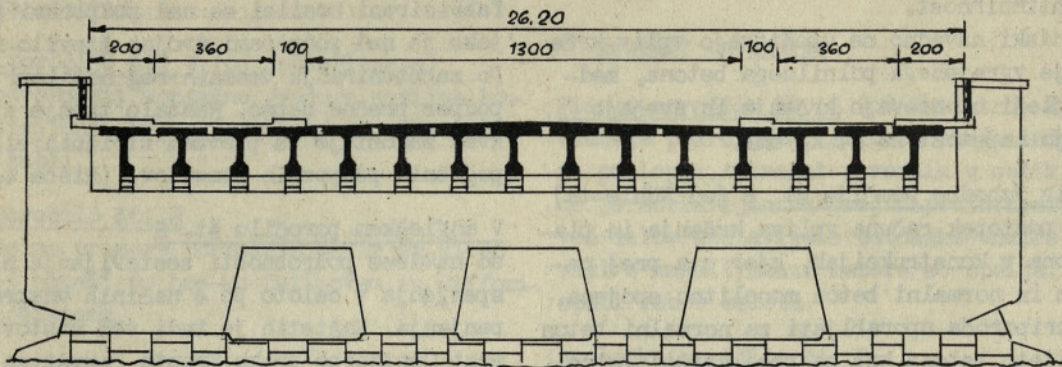
Problem IIIa: Porazdelitev momentov v statično določenih konstrukcijah iz prej napetega betona v neelastičnem območju.

Uvod:

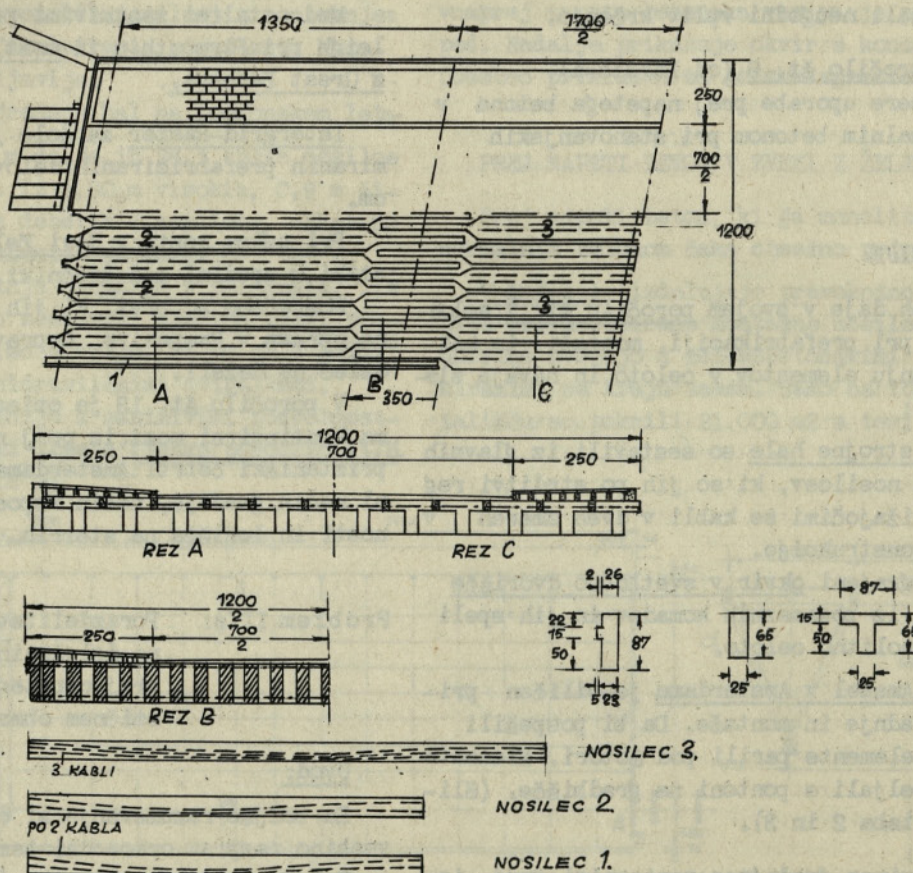
Za boljše razumevanje si oglejmo na kratko vsebino razprav o sorodni temi iz prvega kongresa F. I. P. v Londonu l. 1953. (Risba 5). Dokler se ne pojavijo prve razpoke, je obtežena prej napeta betonska statično nedoločena konstrukcija skoraj elastična, tako da jo je mogoče raziskovati na podlagi elastične teorije. S stopnjevanjem obtežbe doseže v napokanem prerezu moment svojo mejno vrednost loma. Pri nadaljnjem stopnjevanju obtežbe se moment loma ne povečuje več. Zasuki naraščajo pri konstantnem momentu. Prerez ima od od neke kritične obtežbe naprej lastnosti členka. Pri nadaljnjem povečanju obtežbe nastopi v



Risba 2. Most čez Amstel v Amsterdamu - Shema gradnje.



Risba 3. Most čez Amstel v Amsterdamu - Prečni rez -



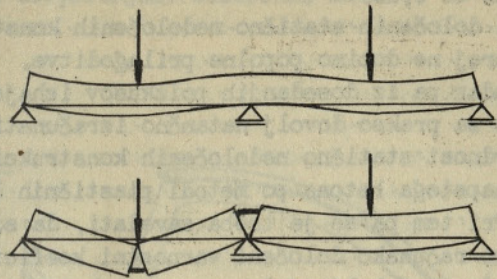
Risba 4. Most čez Overijssel Canal pri Lemelerveld-u. Floris, prerezi in kabli nosilcev.

nekem drugem najbolj obremenjenem prerezu moment loma in drugi plastični členek.

Tako se znebi konstrukcija s povečanjem obtežbe svojih n -tih statično nedoločenih vezi in pride v statično določeno ravnotežje. Pri nastanku $(n + 1)$ -tega plastičnega članka pride do porušitve. V plastičnem stanju nastopi torej v konstruk-

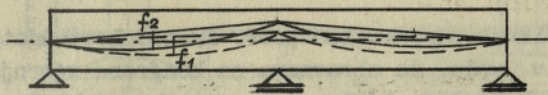
ciji veliko premeščanje sil in momentov in prilagoditev obtežnostnemu stanju.

V Londonu so postavili na neki konferenci l. 1952 tudi sledečo tezo. Varnost neprekinjenega nosilca je odvisna od oblike srednjega kabla in od lege krajnih sider. Višinska lega srednjega kabla nad srednjimi podporami ni važna.



Risba 5.

Prispevki v Amsterdamu so v glavnem nadaljevanje londonskih razprav. (Risba 6).



Risba 6.

POIZKUSI PROFESORJA MAGNEL-a

Profesor Magnel omenja poizkuse s pravokotnimi ploščami, pri katerih se je dejanska sila pri prvih razpokah ujemala do 10 % s silo izračunano na podlagi elastične teorije.

Nadalje poroča o poizkusih na štirih neprekinjenih nosilcih preko dveh polj, in sicer glede razpokanja, utrujevanja in porušitve. Meril je reakcije nosilca.

Pred nastopom razpok ni bilo zaznati nikakega premeščanja sil v nosilcih. Pri zlomu nosilcev pa zopet ni bilo onega premeščanja sil, ki naj bi nastopilo po teoriji plastičnih tečajev.

POROČILO IZ ANGLIJE

Poročila Dr. Morice-a in Mr. Lewis-a obsegajo rezultate poizkusov na neprekinjenih nosilcih preko dveh polj, ki so jih naredili pri Cement and Concrete Association, v Imperial College in na Univerzi v Leeds-u.

Cement and Concrete Association si je postavila nalogo, da dokaže na podlagi poizkusov že omenjeno tezo, ki so jo postavili l. 1952 v Londonu, namreč, da je sila porušitve kontinuirnega nosilca odvisna samo od oblike kabla v polju in od položaja krajnih sidrišč kabla, neodvisna pa od položaja kabla nad notranjimi podporami.

Poizkusi (po številu 28) so dokazali pravilnost te teze.

ITALIJANSKI POIZKUSI

Medtem ko angleški poizkusi potrjujejo pravilnost računa sile zloma na podlagi supozicije plastičnih členkov, pa prinašajo italijanski poizkusi važne omejitve.

Profesor Franco Levi razlaga pojave pri zlomu nosilcev. Sila zloma je bila pri poizkusnih nosilcih z razmerji razpetin $1/2 : 1 : 1/2$ za 13 % manjša, pri nosilcih z razmerji $3/4 : 1 : 3/4$ pa celo za 22 % manjša, kot so pričakovali na podlagi računov, ki so upoštevali popolno premostitev sil.

Pisec zaključuje, da je mogoče izračunati dejansko varnost konstrukcij šele tedaj, če poznamo celoten razvoj deformacij od pojava prvih razpok do zloma.

FRANCOŠKA POROČILA

M. Lebelles opisuje poizkuse na modelu v dveh smeri napete betonske plošče, ki je podprta s tremi brez gobastih glav.

Razpoke so se začele tvoriti pri mnogo višji obtežbi, kot bi pričakovali na podlagi elastične teorije. Iz dejanske sile loma se da sklepati, da nastopi popolnoma enakomerna porazdelitev negativnih momentov vzdolž zveznice stebrov in pozitivnih momentov vzdolž prereza v sredini polja. Pri zlomu so se absolutne vrednosti obeh momentov izenačile.

Pisec omenja tudi poizkuse s prejn napetimi statično nedoločenimi nosilci v laboratorijih Bâtiment des Travaux Publics. Iz teh poizkusov je razvidno, da je nastopila popolna prilagoditev nosilcev pred zlomom.

POROČILO GLAVNEGA POROČEVALCA Y GUYON-a, RAZLAGA PRISPEVKOV IN SKLEPI

Y. Guyon je raziskoval s pomočjo Chambre Syndicale des Constructions en Ciment Arme de France šest statično določenih nosilcev iz prejn napetega betona, da bi dosegel zakon odvisnosti med momentom in pripadajočo privlačnostjo v neelastičnem območju. Isti zakon vlada seveda tudi v vsaki statično nedoločeni konstrukciji.

Poizkusi so pokazali, da so nastopali plastični pojavi pred prvimi razpokami le v neznatnem obsegu.

Pri merjenju krivine ob lomu pa nastopajo težave, ker moramo meritve prekiniti pred lomom, da ne poškodujemo merilne aparature.

Drugi kongres v Amsterdamu ni torej popolnoma rešil problema iz prvega kongresa v Londonu.

Prvo vprašanje velja: pojavu razpok,

Profesor Magnel se opira na poizkuse z nosilci in ploščami. Po njegovem se da pojav razpok napovedati z 10 % točnostjo na podlagi elastičnih računov.

Tudi Y. Guyon ni zapazil do nastanka prvih razpok znatnih plastičnih pojavov, tako da je vprašanje varnosti proti razpokam rešeno.

Za prakso pa je važno vprašanje varnosti pred poružitvijo, ker je povezano z dimenzioniranjem armature.

Recimo, da umerimo napenjalno armaturo glede na zadostno varnost pred poružitvijo. Pri tem uporabimo teorijo o popolni prilagoditvi konstrukcije pri zlomu, ki daje minimalno potrebno armaturo. Če zadostuje tako umerjena vnaprejšnja napetost tudi predpisani varnosti proti razpokanju, lahko odpade nadaljnje razglabljanje, ali je račun pojavljanja razpok na podlagi elastične teorije umesten.

Lahko pa umerimo armaturo tudi po kriteriju zadostne varnosti pred razpokami na podlagi elastične teorije. Če lomna varnost konstrukcije s tako umerjeno napenjalno armaturo ni čezmerno velika, je brezkoristno vsako nadaljnje razpravljanje.

V splošnem prevladuje prvi primer dimenzioniranja. Pri tem dopuščamo v močno obremenjenih prerezih tudi pri normalni obtežbi natege v znesku 1/12 do 1/10 tlačne trdnosti betona in jih dodatno armiramo z mehko armaturo.

Nekateri zamotani statično nedoločeni sistemi izkazujejo nesmiselno visoke varnosti pred poružitvijo, če so umerjeni na podlagi varnosti proti razpokam, ki jo določimo z elastično teorijo. V tem primeru bi bilo prav, če bi dopuščali v konstrukciji pri neznatnem prekoračenju normalne obtežbe tudi nenevarne razpoke.

Iz zgornjega sledi, da je treba statično nedoločene vnaprejnepete betonske konstrukcije dimenzionirati na podlagi lomne trdnosti, njih nato preizkusiti glede varnosti proti razpokam, kar določimo po elastični teoriji, ter dopuščati pri normalnih obremenitvah v določenih prerezih natezne obremenitve.

Doslej so merili, da je mogoče lomno trdnost dovolj natančno izračunati s pomočjo plastičnih členkov. Iz italijanskih poročil pa bi sledilo, da bi bilo treba v nekaterih primerih omejiti veljavnost predpostavke plastičnih členkov.

Pri poizkusih, ki jih opisuje Macchi, variira od prof. Levi-ja izračunana stopnja prilagoditve, t. j. razmerje med merjeno lomno silo in lomno silo, ki jo izračunamo po metodi plastičnih členkov, med 0,87 do 0,78.

Y. Guyon dvomi o pravilnosti rezultatov in izračuna na podlagi zakona o razmerju med momentom in zakrivljenostjo, ki ga je izpeljal iz svojih poizkusov, da znaša stopnja prilagoditve

od 0,89 do 0,86.

Pri določenih statično nedoločenih konstrukcijah torej ne dobimo popolne prilagoditve.

Vendar pa iz dosedanjih poizkusov izhaja, da je mogoče za prakso dovolj natančno izračunati lomno trdnost statično nedoločenih konstrukcij iz prej napetege betona po metodi plastičnih členkov. Pri tem pa se je treba zavedati, da so lahko tako računsko določeni varnostni koeficienti za 10 do 15 % bolj ugodno ocenjeni kot v resnici.

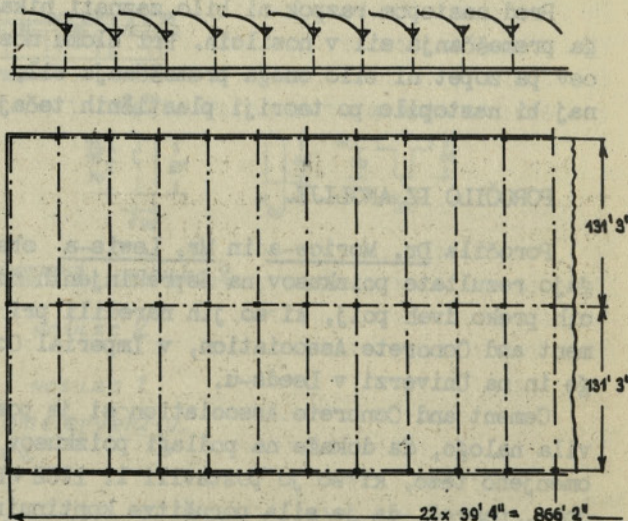
Ostrižni trdnosti v plastičnem območju ni bilo poročil, tako da bi bilo v prihodnosti posebno pomembno prijeti s poizkusi v tej smeri.

Problem III b: Vpliv plastičnosti na trdnost in stabilnost vitkih lupin iz prej napetege betona.

Glavni poročevalec prof. Franco Levi ugotavlja v uvodu, da obravnava na kongresu zgornjo temo poleg njega le še en sam strokovnjak. Naslov je prezahteven, ker je treba hkrati upoštevati 4 faktorje, namreč plastičnost, trdnost, uklonsko stabilnost in vnaprejšnje napenjanje.

POROČILO PROF. HAAS-a

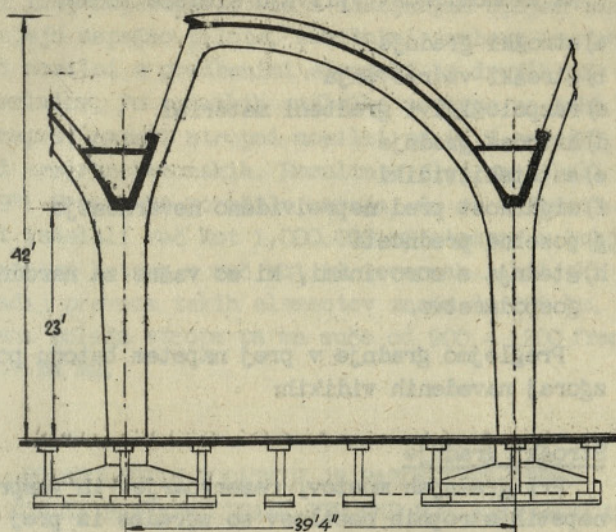
Profesor Haas se ukvarja v svojem poročilu obširno z vnaprejnepeto lupinasto šedno streho, ki jo gradijo v Holandiji. (Risbe 7, 8 in 9, slika 6).



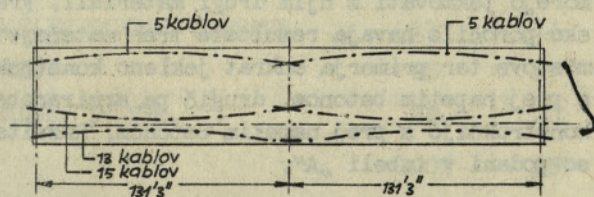
Risba. 7. Šedna lupina v Oosterhout-u

Konstrukcija sestoji v vzdolžni smeri iz dveh kontinuiranih šednih lupin razpetine 40 m, ki so postavljene v prečni smeri v razstoju po 12 m. Debelina lupine znaša 7 cm. Lupine ojačujejo spodaj žlebovni nosilec, zgoraj pa nosilec, na ka-

tere so pritrjeni stebrički oken.



Risba 8. Prednapeta betonska šedna lupina v Oosterhaut-u - prečni rez



Risba 9. Šedna lupina v Oosterhaut-u - razpored kablov

Prof. Haas ugotavlja, da bi bilo mogoče v navadnem betonu graditi take konstrukcije do razpetine 30 m. Zato so se odločili za prej napeti beton. Vnaprejšnjo napetost so vnesli v lupino s pomočjo ukrivljenih kablov, ki so jih položili v robni nosilec in v samo lupino.

Zaradi nenavadno razsežnih razpetin se je prof. Haas odločil, da bo preučil varnost konstrukcije s pomočjo modela. Prvi poizkus je napravil na modelu iz lepke v merilu 1:25. Poizkus je pokazal, da bi se konstrukcija uklonsko izvila v plastičnem območju, še preden bi obtežba dosegla kritično vrednost. Zaradi tega se je odločil, da bo konstrukcijo preučil na modelu 1:10 z vsemi robnimi ojačenji in posameznimi deli, ki bi naj preprečevala uklonsko izvijanje.

Model je zgradil profesor Torroja v laboratoriju inštituta za gradbeništvo v Madridu.

V elastičnem območju so izmerili večje deformacije, kot je bilo izračunano. Pod dvojno lastno in koristno težo se je konstrukcija modela zrušila, ker je popokala armatura. S poizkusom je dokazal, da v konstrukciji ni nevarnosti uklona. V resnici je varnost večja, ker so napenjalno armaturo povečali in z injiciranjem kablov vzpostavili naknadni spoj kablov z betonom, kar na modelu ni bilo mogoče.

RAZPRAVA PROF. LEVI-ja

Profesor F. Levi je v svoji razpravi pregledno obravnaval sledeče točke:

1. Postopek dimenzioniranja po elastičnosti teoriji; različne poenostavitve; uporaba pri vnaprej napetih lupinah.
2. Dimenzioniranje po postopku „nosilne“ obtežbe“ (Traglastverfahren).
3. Raziskave o nestabilnosti.
4. Rezultati preizkusov.

Razprava podaja kronološki pregled razvoja postopkov računa in poizkusov ter zaključuje, da nudi združitev obeh novejših razvojnih smeri v gradbeništvo, t.j. prej napetega betona in gradnje lupin, bodočim konstruktorjem neslutene možnosti novih konstrukcij.

Da se nova tehnika gradnje vnaprej napetih lupin ne more razmahniti, je krivo pomanjkanje teoretičnega in praktičnega znanja.

Plastičnih pojavov ne poznajo do popolnosti, proučiti je treba vprašanje porušilne trdnosti in uklona.

Pisec predlaga, naj bi se raziskovalno delo razdelilo na posamezna raziskovalna središča.

Referat A. Primerjava predpisov za prej napeti beton v različnih deželah

André Padnart je primerjal predpise iz sedmih dežel, in sicer iz Belgije, Nemčije, Francije, Velike Britanije, Italije, Nizozemske in Zruženih držav Amerike.

Predpise je primerjal glede sledečih točk:

1. Predpisi o gradivu:
 - a) kvaliteta betona
 - b) kvaliteta napenjalnih jekel
2. Dopustne napetosti.
3. Koeficienti varnosti.
4. Izgube na vnaprejšnji napetosti
5. Različna vprašanja.

Pisec navaja sledeče zaključke. Mnogi predpisi so plod temeljitih poprejšnjih del in raz-

prav raznih odborov ter obsegajo prav vsa vprašanja, ki bi jih morali predpisi vsebovati.

Vendar pa kažejo predpisi veliko neenotnost in različnost postavljenih pogojev, kar je razumljivo. Pravila namreč niso vedno rezultat strogo matematičnih postopkov znanstvenih teorij, temveč temeljijo na laboratorijskih poizkusih ali pa so plod sklepanj na podlagi zdravega razuma ali drznih ekstrapolacij.

V ostalem se predpisi razlikujejo bolj po obliki in ne toliko v osnovah.

N. pr.: trdnost betona se določa v mnogih deželah po 28 dneh, v drugih pa v času obremenitve in sicer bodisi na kooki ali valju.

Dopustne napetosti jekel so določene bodisi glede na mejo elastičnosti, bodisi glede na natezno trdnost.

Predpisov najbrž ne bo mogoče poenotiti in sestaviti nekih internacionalnih predpisov.

Treba pa si je prizadevati za enotno obliko predpisov.

Normalen je n. pr. pojav, da si določijo v nekaterih deželah koeficient sigurnosti 2, v drugih pa zahtevajo 2,5. Želeti pa je, da bi v vseh deželah imel koeficient sigurnosti isti pomen.

Treba je predvsem poenotiti merila, s katerimi merimo kvaliteto materialov.

To velja posebej za napenjalno jeklo, ki je pogosto vezano na uvoz oz. ga izvažajo in glede katerega nastopajo tako pri potrošnikih kakor pri proizvajalcih težave zaradi različnih predpisanih postopkov za atestiranje.

Pisec je imel pri sestavljanju pregleda dve želji:

1. pregled naj služi kot koristna dokumentacija odborom za sestavljanje predpisov za prej napeti beton v raznih deželah in
2. mednarodna zveza za prej napeti beton naj ustanovi odbor, ki bi ga sestavljali zastopniki raznih dežel in ki naj ima nalogo, izdelati predlog za mednarodno vsklajenje tistih vprašanj, pri katerih bi bilo poenotnje zaželeno.

Referat B. Ekonomske prednosti prej napetega betona

Glavni poročevalec: A. W. Hill ugotavlja v uvodu, da je delež prej napetega betona kljub nagemu razvoju v vseh deželah v celotni gradbeni dejavnosti sorazmerno majhen.

Skoraj izključno pa ga uporabljajo pri mostovih, rezervoarjih, vnaprej napetih stropih in strehah.

Pri odločanju o načinu gradnje upoštevajo navadno le stroške gradnje, pozabijo pa na ostale

prednosti, kakor trajnost, majhne vzdrževalne stroške, odpornost proti požaru in morski vodi.

VPLIVI NA EKONOMIČNOST

Na ekonomičnost vplivajo sledeče točke:

- a) stroški gradnje
- b) stroški vzdrževanja
- c) razpoložljivi gradbeni material
- d) hitrost gradnje
- e) estetski vidiki
- f) sigurnost pred nepredvideno nevarnostjo
- g) posebne prednosti
- h) štednja s surovinami, ki so važne za narodno gospodarstvo.

Preglejmo gradnje v prej napetem betonu po zgoraj navedenih vidikih:

Stroški gradnje

Pri gradnjah mostov, rezervoarjev in vnaprej napetih stropnih nosilcev so zgradbe iz prej napetega betona navadno cenejše kot v drugi izvedbi.

V Angliji so zgradili več kot 100 mostov, manjših in srednjih razponov (20 - 50 m), iz prej napetega betona. Zdi se, da pri teh razpetinah ne morejo tekmovati z njim drugi materiali. Francoško poročilo navaja rezultate treh natečajev za mostove ter primerja enkrat jekleno konstrukcijo s prej napetim betonom, drugič pa armiranobet. konstrukcijo s prej napetim betonom. Rezultati so podani v tabeli „A“.

REZULTATI TREH NATEČAJEV ZA MOSTOVE V FRANCIJI

	Jeklen. konstr.	Predn. beton	Armir. beton
	fr.	000 000	000 000
MOST: DELATTRE DE TASSIGNY LYON 1954	240 (311)	224 (282)	
	100%	90,5%	
MOST: D'ORCHAMPS SUR LE DOUBS 1954		46 (58)	52 (60)
		93,5%	100%
MOST: PIERRE DU ROI A ALBERTVILLE 1955 PREFABRIKACIJA!		40 (44)	37 (44)
		100%	100%

Pri rezervoarjih zmanjšamo z uporabo prej napetega betona količine betona in jekla (večkrat odpadejo tudi drage prevleke), kar povzroča, da se znižajo gradbeni stroški tudi do 30 %!

Na področju izdelovanja gradbenih elementov iz prej napetega betona s takojšnjim spojem tekmujejo uspešno pilote, svetlobni jambori in stropni nosilci z gradbenimi elementi iz drugih materialov. Po podatkih angleške tovarne so taki vnaprej napeti stropni nosilci za 15 % cenejši od armiranobetonskih. Rezultate glej na tabeli „B“! Francosko poročilo navaja, da so v Franciji izdelali več kot 1.000.000 m² stropov v prej napetem betonu v več kot 10 tovarnah. Akcijski radij prevoza takih elementov znaša do 200 km. Cena gola stropa pa se suče od 900 - 1200 frankov za m².

PO ANGLEŠKIH PODATKIH JE RAZDELITEV STROŠKOV ZA PREFABRICIRANE STROPNE NOSILCE SLEDEČA:

Ž. BET. PREDN. B.

MATER. STR. BET.	15	14
DELO	14	20
OPAŽ IN NAPENJ. NAPRAVE	11	14
JEKLO	35	17
TRANSP. IN VGR.	25	20
	100%	85%

PREJ NAPETI STROPNI NOSILCI
SO ZA 15 % CENEJŠI!

Pri skeletnih zgradbah so gradbeni stroški prej napetega betona v splošnem višji kot stroški armiranega betona.

Vzdrževalni stroški med življenjsko dobo zgradbe

Prve zgradbe iz prej napetega betona so stare več kot 20 let. Večino zgradb so postavili po drugi svetovni vojni, tako da moramo priznati, da bo šele bodočnost poročala o tem, kako se te konstrukcije obnesejo med celotno življenjsko dobo. Sklepamo pa lahko, da je prej napeti beton odpornejši od normalnega betona, ker ima vsa vlakna stalno pod pritiskom.

Kot kriterij za ekonomičnost velja po Kjellmannu:

$$I + \sum R \cdot C = \text{minimum}$$

I = gradbeni stroški

R = riziko za nepredvideno nezgodo

C = stroški popravila ali vzdrževanja ali celo ponovne postavitve zaradi nepredvidene nezgode.

Glede teh vidikov se prej napeti beton izkaže v mnogih primerih kot zelo ekonomičen.

Razpoložljivi gradbeni material

V zadnjih časih je razpoložljivost gradbenih materialov igrala pri izbiri načina gradnje odločilno vlogo. Proizvodnja jekla ni mogla dohajati povpraševanja. Prej napeti beton je v mnogih deželah uspešno pomagal narodnemu gospodarstvu.

V primeri z jeklenimi stavbami potrebujemo pri armiranem betonu le 1/3 do 1/2 jekla. Prej napeti beton pa potroši zopet le 1/3 do 1/2 jekla, ki ga zahteva železobetonski.

Vsekakor pa je jeklo za prej napeti beton v Angliji 2,5 - 3 krat držje kot navadna armatura.

Pomanjkanje lesa pospešuje uporabo prej napetih železniških pragov, ki lahko tudi glede na ceno tekmujejo z ostalim materialom.

Preprosta in hitra gradnja

Pri konstrukcijah z eno razpetino tekmujejo glede preprostega načina gradnje prej napeti betonski elementi z jeklenimi zgradbami. To ne velja v enaki meri za kontinuirne konstrukcije.

Ekonomičnost prej napetega betona nasproti armiranemu betonu se kaže predvsem v prednostih prefabrikacije v celoti ali v kosih in v prihranku opažev in odrov na gradbišču. Stroški montaže so pa odvisni od prevoznih stroškov in od stopnje mehanizacije.

Estetski vidiki

Zmanjšani prerezi vnaprej napetih betonskih delov omogočijo konstruirati vitke, nizke in elegantne oblike. Izmere konstrukcijskih delov se približujejo jeklenim konstrukcijam.

Pri mostovih lahko z isto konstrukcijsko višino premostimo večje razpetine kot pri armiranem betonu, zaradi česar lahko zmanjšamo število vmesnih podpor.

Prej napeti beton uporabljajo tudi pri razponskih tovarniških strehah, kjer so stebri nezaželeni.

Prednosti prej napetega betona pridejo do izraza pri vnaprej napetih žlebovni in robnih nosilcih razponskih lupin.

Varnost nasproti nepredvidenim nevarnostim

Pri gradbenih elementih je treba upoštevati ne samo obtežbo, temveč tudi ostale vplive, kakor obstojnost pri požarih, odpornost nasproti

vremenskim in kemičnim vplivom in ponavljajoči se dinamični obremenitvi. Obširni raziskovalni material nam daje vpogled v lastnosti prej nape-tega betona. Obstočnost pri požaru ustreza za-htevam stanovanjskih in industrijskih zgradb. De-belejše prekritje jeklenih vložkov z visokovred-nim betonom ga zavaruje pred vremenskimi spre-membami. Ker ne razpoka, ga uporabljajo s pri-dom pri objektih kmeične industrije. Poizkusi angleškega prometnega odbora (British Transport Comission) so pokazali, da je posebno odporen nasproti ponavljajoči se nihajoči obtežbi (sko-raj neobčutljiv na utrujanje).

Posebne prednosti

Prej napeti beton kaže v določenih primerih prednosti, ki jih drugi materiali nimajo. Pri vseh gradnjah, na katere deluje vodni pritisk, opazamo, da beton ne razpoka, zato lahko opusti-mo drage izolacijske prevleke. Zelo primeren je prej napeti beton za gradnjo pilotov, železni-ških pračgov in za podzidavanje temeljev. Pri be-tonskih lupinah velikih razponov je vnaprejšnje napenjanje zelo ekonomično in odpira nove možno-sti, za povečanje razponov.

Štednja surovin, ki so važne za narodno gospodarstvo

Če upoštevamo, da zahteva armirani beton le 40 % količine jekla jeklenih konstrukcij in da porabimo pri proizvodnji 1 t jekla 1,43 t pre-moča in za 1 t cementa 0,4 t premoča, je mogoče pri zamenjavi jekla z armiranim betonom prihra-niti 1 t premoča. Pri tem so se stroški dodat-kov v beton izrazili z istovredno količino pre-moča.

Še več premoča prihranimo, če uporabljamo prej napeti beton.

Prej napeti beton ima neovrgljive ekonomske prednosti pri mostnih gradnjah in rezervoarjih, pri prefabriciranih stropih in strehah, svetlob-nih jamborih, železniških pračgovih, pilotih in cevah.

Verjetno so na drugih področjih gradbeni stroški stavb iz prej napetega betona višji. Če hočemo tukaj ekonomsko upravičiti gradnjo v prej napetem betonu, je treba upoštevati druge pred-nosti, kakor: manjšo porabo jekla, montažno in hitro gradnjo, možnost večjih raponov, varnost proti razpokam itd.

Za tiste, ki sodijo, da so odločilni edino gradbeni stroški, velja sledeči izrek (gl. Cor-betta R.H. Construction problem and techniques): „Nespametno je plačevati preveč; prav tako je nespametno plačevati premalo. Če plačujemo pre-več, izgubimo nekaj malega denarja. To je pa tudi vse. Če pa plačamo premalo, izgubimo v

določenih okolnostih vse, ker to, kar smo kupili, ne more služiti temu, za kar smo namenili. Sploš-ni zakon ravnotežja med uslužno in protiuslužno v trgovini preprečuje, da bi plačali malo in dobi-li za to veliko. Tega v trgovini ni! Če oddate naročilo najnižjemu ponudniku, je dobro, če polo-žite nekaj denarja na stran za nevarnost, v ka-tero se spuščate. Če delate tako, pa imate tudi dovolj denarja, da si kupite nekaj boljšega.”

Tehnične ekskurzije

Tehničnih ekskurzij je bilo v celoti pet, ven-dar sta se podpisana udeležila samo dveh, in si-cer: ogled zanimivosti gradenj v Amsterdamu in okolici ter ogled Rotterdama, Dortrechta. Preden bi opisali tehnično zanimivost teh ekskurzij, ne-kaj splošnih podatkov o mestu Amsterdamu:

Amsterdam je glavno mesto Nizozemske z več kot 800.000 prebivalcev. Mesto se je razvilo ob izli-vu reke Amstel v Zuidersee, prvi dokument o mestu sega v l. 1075. Največji razmah je doseglo mesto v 17. stoletju, ko se je razširilo na štirikrat-no prvotno površino. Vse mesto je prepreženo z več kot 50 kanali in 410 mostovi ter v resnici zasluži vzdevek „severne Benetke“. Ugodna geograf-ska lega, dobra povezava z morjem in zaledjem (Nordkanal in Amsterdam-Rhein kanal) daje mestu predvsem pristaniški in trgovski značaj. Prista-niške naprave obsegajo več kot 28 km obale (ke-ijev) s 3000.000 m³ rezervoarjev za gorivo, 600.000 m² pokritega skladiščnega prostora, 30.000 t žitnih silosov ter preko 250 žerjavov raznih vrst in tipov za razkladanje in nakladanje ter 10 dokov za gradnjo ladij. Danes je Amsterdam iz-nodno pristanišče za vse svetovne pomorske linije (Azija, Afrika, severna in južna Amerika, Avstra-lija) ter rečno pristanišče za srednjo Evropo.

Amsterdam je tudi industrijski center Holandi-je. Kovinska industrija (od tega 30 % ladjedelniš-tva) sestavlja najmočnejšo gospodarsko delavnost Holandije. Poleg te so v Amsterdamu razvite še tekstilna, živilska, kemična, grafična industrija in gradbeništvo. Diamantna industrija, ki je bila pred vojno zelo razširjena, deluje danes le v 1/5 obsegu. Vendar je Amsterdam še danes internacional-ni diamantni center. Od kovinske industrije bi o-menil predvsem industrijo železniškega materiala, elektroindustrijo, industrijo dieselmotorjev itd. ter avtomobilsko industrijo s tovarnami Ford in Fiat in letalsko znano tovarno Focker.

Amsterdam je pa tudi kulturno-umetniško in znanstveno središče Holandije z več kot 40 muzeji, zbirkami, knjižnicami, neštetimi inštituti in 2 univerzama.

V prvi tehnični ekskurziji smo si ogledali za-nimivosti gradenj v Amsterdamu in bližnji okolici. V opuščeni protestantski cerkvi je prirejena stal-na urbanistična razstava mesta Amsterdama. Tu je

prikazan razvoj samega mesta in sedanja modernizacija ter predvsem gradnja stanovanjskih četrti v zahodnem delu mesta. Nadaljnji ogled je veljal gradnji zahodnega pristanišča za premog in rudo. Celotna konstrukcija je iz armiranega betona v masivni izvedbi, postavljena na žel. bet. pilote, ki so zabiti v peščeno dno 10-12 m globoko. Gradnja je mehanizirana z vso razpoložljivo težko mehanizacijo od bagrov in žerjavov do parnih zabiljal velike kapacitete. V sami gradnji ni kaj posebnega, razen koncept celotne operativne zamisli, da je celo pristanišče grajeno na suhem in bodo šele po končanem delu odstranili z bagri nasip, ki zapira morju dostop do samega keja. Za zaključek te ekskurzije smo si ogledali nato še novi stanovanjski del v zahodnem Amsterdamu, kjer so po vojni zgradili več ko 10.000 novih stanovanj. Celotna naselbina, ki obsega par km², je en sam vrt zličnimi vrstnimi enodružinskimi, dvodružinskimi hišami, vse enonadstropnice, ter večjimi dvo- in trionadstropnimi stanovanjskimi bloki. Vsa četrta ima poleg tega tudi ostale komunalne ureditve: trgovine, šole, urade, ter tvori zaključeno celoto mestne četrti.

Proti večeru smo si nato ogledali še letališče Schiphol, ki je eno najboljših na svetu.

Druga teha ekskurzija je bila celodnevna ter smo delno potovali z avtomobili, delno z ladjo. Pot nas je vodila najprej v smer proti Haagu, kjer smo si ogledali pri Laymiden most preko reke Drecht (risba 10). Most je narejen iz prej napetega betona po francoskem načrtu ob sodelovanju domačega holandskega projektivnega zavoda. Iz slike je razvidno, da je konstrukcija mostu izvedena preko 3 polj s končnimi 5,5 m obalnimi polji. Srednja razpetina 30,6 m, stranski dve po 19,2 m. Celotna dolžina mostu 86 m. Mostno konstrukcijo sestavljajo nosilci dvojne T oblike po 10 v vsakem polju v razdalji 1,62 m. Višina nosilcev variira od 0,75 - 1,80. Uporabili so visokovredno žico fabrikacije Rheinhausen, kvalitete 165 ter Freyssi kable 12 Ø 5. Celotna konstrukcija je izvedena kot kontinuirni most na ta način, da so najprej montirani nosilci z osnovnimi kabli v prosto ležeči izvedbi, nato pa je z 8 kabli vsak nosilec povezan v kontinuirno celoto. Vsi elementi so bili izdelani na gradbišču, nato pa so jih prepeljali s plavajočim žerjavom do kraja uporabe. Marka betona 400.

Pri nadaljevanju našega potovanja proti Haagu smo šli mimo tovarne bet. izdelkov v Alphen aan den Rijn. Vodiči so namreč v ozvočenih avtobusih tolmačili zanimivosti te tovarne, ki izdeluje nosilce, stebre za elektrifikacijo železnih pilotov, plošče itd. v prej napetem betonu z izrabo betona na tlak do 150 kg/cm². Tovarna o-

pravlja tudi druge usluge, kot projekte v prej napetem betonu in napevanje (tegnjenje) kablov v konstrukcijah na gradbišču. Posebnost te tovarne je izdelava stropov sistema Muvi, ki jih pri stanovanjskih gradnjah na Holandskem zelo uporabljajo. Strop sistema Muvi je sestavljen iz nosilcev višine 17,5 cm, šir. pete 9,8 cm, ki jih polagajo v razdalji po 60 cm. Polnilo je iz lahkega betona, monolitnost pa dosežejo tako, da zalijejo strop z betonom marke M 160. Nosilce izdelajo v železnih kalupih. Beton je močno vibriran ter nato izpostavljen 12 ur delovanju pare, da doseže potrebno trdnost za prevoz. Po razopazenju morajo ti elementi obležati še 1 teden v skladišču, da dosežejo zadostno trdnost za montažo. Tudi kar se tiče toplote in zvočnosti je ta strop zadovoljiv. (K od 1,95 - 1,13 kal /m²/h⁰ C). (Risbi 11 in 12).

V Haagu smo si ogledali gradnjo tovarne električnih aparatov. Industrijska gradnja v prej napetem betonu površine 5370 m². Sistem konstrukcije: okviri preko 4 polj, tako da so nosilci zadnjega polja členkasto priključeni na steber. Vsi stebri so vpeti v močne temelje. Posamezni okvirji so oddaljeni 7,2 m drug od drugega, razpetine okvirjev 18,21,60, 21,60, 18 m. Vnaprejšnja napetost je izvedena v dveh fazah, in sicer prvič, ko so elementi pripravljene za montažo kot prosto ležeči sistem, in nato po montaži drugič, ko so ti elementi s posebnimi kabli povezani v celoto. Uporabljena žica kvalitete 140/160 sistem Freyssinet 12 Ø 5. Posebnost teh industrijskih gradenj, ki smo si jih ogledali na Holandskem, je obzidava skeletnega sistema s peščenimi zidaki raznih barv v „Rohbau“ izvedbi. Arhitektonsko je taka gradnja zelo slikovita in pestra. Posebne mehanizacije na tem gradbišču nismo opazili razen standardne, to je betonirk in montažnih igel za dviganje nosilcev. (Slika 7).

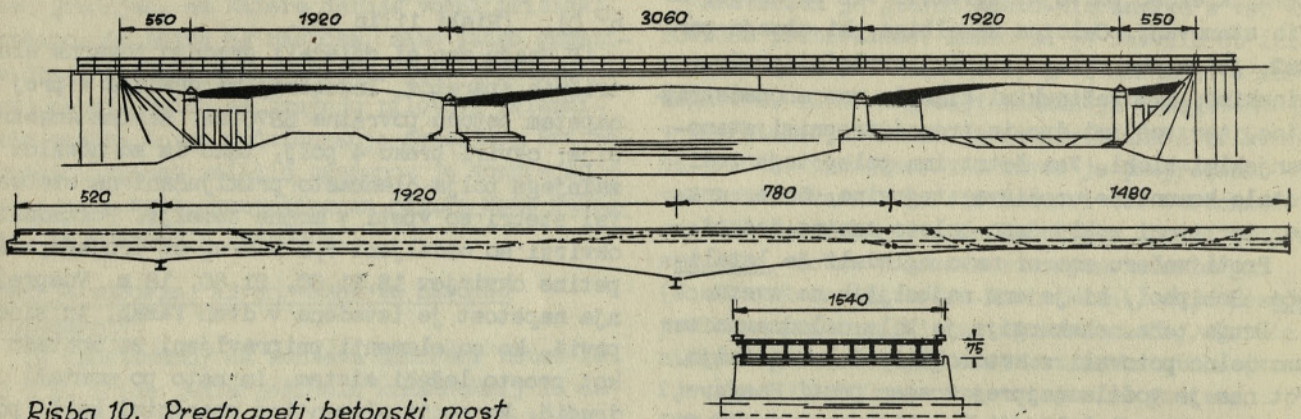
Nadaljnja pot nas je vodila skozi mesto Delft, kjer smo si mimogrede ogledali gradnjo tehnične visoke šole, ki predstavlja obsežen kompleks že obstoječih dograjenih stavb, izvedenih delno v prej napetem betonu ter objektov, ki jih še grade. V prej napetem betonu je od teh gradenj narejen dimnik tovarne ter razni laboratoriji (mehanični laboratorij, laboratorij za standardne preiskave, aeronavtični laboratorij), pri katerih je v prej napetem betonu izvedena strešna konstrukcija. Fundacijo so izvedli kot običajno s Franki piloti, razen ene stavbe, kjer so piloti vnaprejšje napeti. Zanimiv je tudi stolp za radar, visok 37 m, šestrokotnega prereza, z 15cm stenami. Notranji premer je 1,80 m. V vertikalnem smislu je stolp prej napet po sistemu Freyssinet z 12 kabli Ø 5 mm. Fundacija: piloti dol-

žine 16 m.

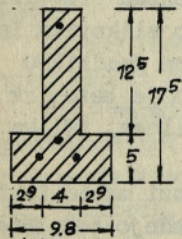
Rotterdam smo si ogledali samo s krožno vožnjo po mestu, kjer so nam vodiči pripovedovali o graditvi tega mesta, ki je bilo 14.5.1940. po nemškem zračnem napadu v 40 minutah (čeprav je bilo mesto proglašeno kot odprto mesto) dobesedno porušeno. Danes so 59 % porušenega že obnovili ter je mesto dobilo popolnoma nov videz. Obnova poteka po načrtu iz l. 1946, ki je zasnovan po modernih urbanističnih načelih. Naj podamo samo nekoliko podatkov o katastrofi tega mesta. Porušeno območje je obsegalo 360 ha, in sicer 11.000 stavb, z 2.000 tovarnami in delavnicami, 24 cerkvami, 62 šolami, 13 bolnicami, 4 kolodvori, 3700 uradi in trgovinami, 14 gledališči in kinodvoranami ter 25.000 stanovanji.

cejšen del Holandije. Naj bi na kratko podal še nekaj splošnih podatkov o Holandski in katastrofi, ki jo je tedaj zadela.

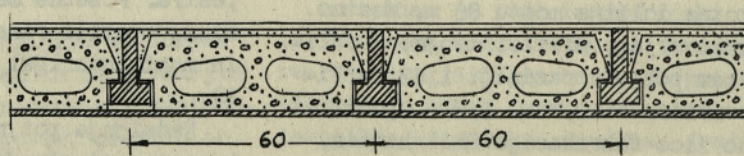
Z 10 in pol milijoni prebivalcev je Holandija stisnjena na 40.000 km², s srednjo gostoto naseljenosti 300 prebivalcev/km². Polovica prebivalcev prebiva na ozemlju, ki je pod morsko gladino. To so Holanci v stoletjih iztrgali morju, tako da so zgradili več kot 2000 km nasipov, pregradin, jezov. Na ozemlju Holandije je več kot 2800 „polderjev“, ki tvorijo svoj lastni vodni režim. V času od 1927 - 32. l. so Holanci zgradili tudi veliko pregrado na Zuidersee ter tako ustvarili umetno jezero Iselle, katero so postopoma izsuševali in povečali tako površino plodne zemlje za 10 %. Vodne gladine v teh neštetih kanalih, prekopi in polderjih regulirajo s poseb-



Risba 10. Prednapeti betonski most čez Drecht pri Leimuiden-u.



Risba 11. Prerez nosilca



Risba 12. Prerez stropa > Muwik

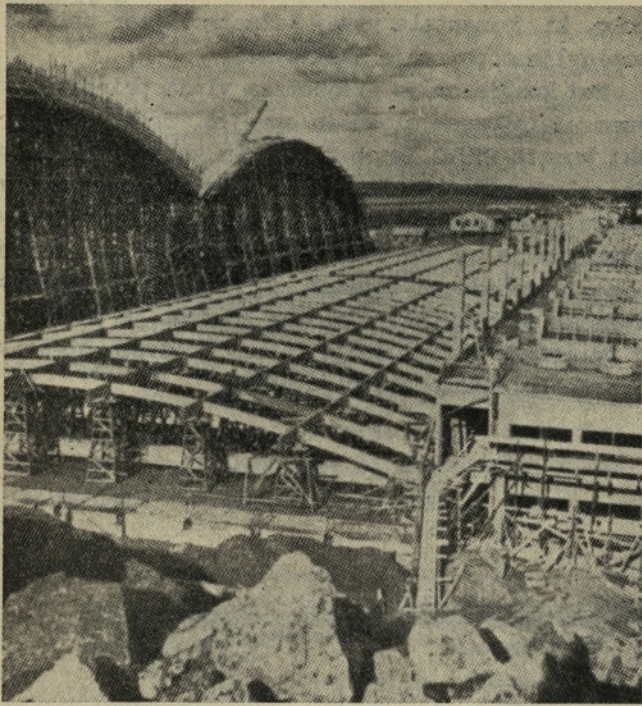
V Rotterdamu smo se vkrkali v ladje, ki so nas prepeljale v Dordrecht po reki Nord. Med potjo smo videli velike pristaniške naprave z ladjedelnicami, ki se razprostirajo skoraj do Dordrechta, enega najstarejših pristanišč Holandije. Od tu smo z avtobusi nadaljevali pot do Osterhoda, kjer smo si ogledali gradnjo velike shedne konstrukcije. Podrobni opis te gradnje glej v problemu IIIb. Od tu nas je vodila pot nazaj v Rotterdam, nato pa preko Gude in Utrechta v Amsterdam. Na poti med Rotterdamom in Dordrechtom smo se peljali skozi kraje, kjer je l. 1953. morje preplavilo pre-

nimi črpalkami in s celim sistemom namakalnih in odvajalnih naprav. V novjšem času so to ogromne črpalke kapacitete do 800.000 lit/min. na električni ali diesel pogon, poprej pa so Holanci uporabljali tradicionalne mline na veter, ki jih je danes v Holandiji le še nekaj 100 in so le še turistična privlačnost Nizozemske. Katastrofa v l. 1953 v mesecu februarju je zajela jugozahodni del Holandije: morje je vdrla na več kot 60 krajih čez nasipe, ter preplavilo 150.000 ha plodne zemlje, ozir. 4,5 % celotne površine Holandije. Katastrofa je zahtevala več kot 1800 človeš-

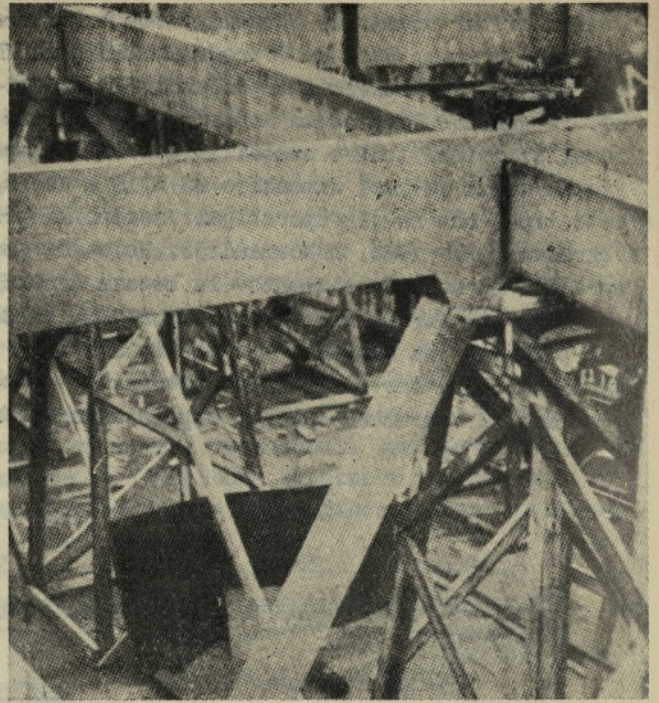
kih žrtev ter napravila ogromno škodo holandske-
mu gospodarstvu. Razpoke v pregradah in jezovih
ter nasipih so dosegle tudi več kot 500 m ši-
rine. Te ogromne škrbine so Holanci zajezili in
zamažili deloma tudi s kesoni iz betona. Največ-
ji tak keson je imel dimenzije 33 x 18 x 19 m,
iste tipe, kot so jih uporabljali zavezniki pri
izkrcavanju 1. 1944. v Normandiji. Holanci so
zgradili na stotine elementov iz betona v nekaj
mesecih, standardne oblike 11 x 7 x 7 m, ki so
jih postavili na fašinske zgradbe in z njimi
zaprli škrbine ter na ta način ustvarili novo
pregrado. 6. novembra 1953 so zaprli zadnjo raz-

poko, ki je nastala v tej katastrofi ter pričeli
poplavljenno področje izsuševati.

Med kongresom je nizozemska vlada priredila
vsem udeležencem slovesen sprejem. Organizacij-
ski komite STUVO je ob zaključku kongresa prire-
dil slavnostni banket. Med kongresom je bila v
mestu iluminacija k analov. Mestno županstvo Am-
sterdamu je za vse udeležence kongresa priredilo
„une promenade en bateau“, po kanalih in amster-
damskem pristanišču. Celoten kongres je potekel
v prijetnem razpoloženju in smo predvsem občuti-
li vso holandsko gostoljubnost.

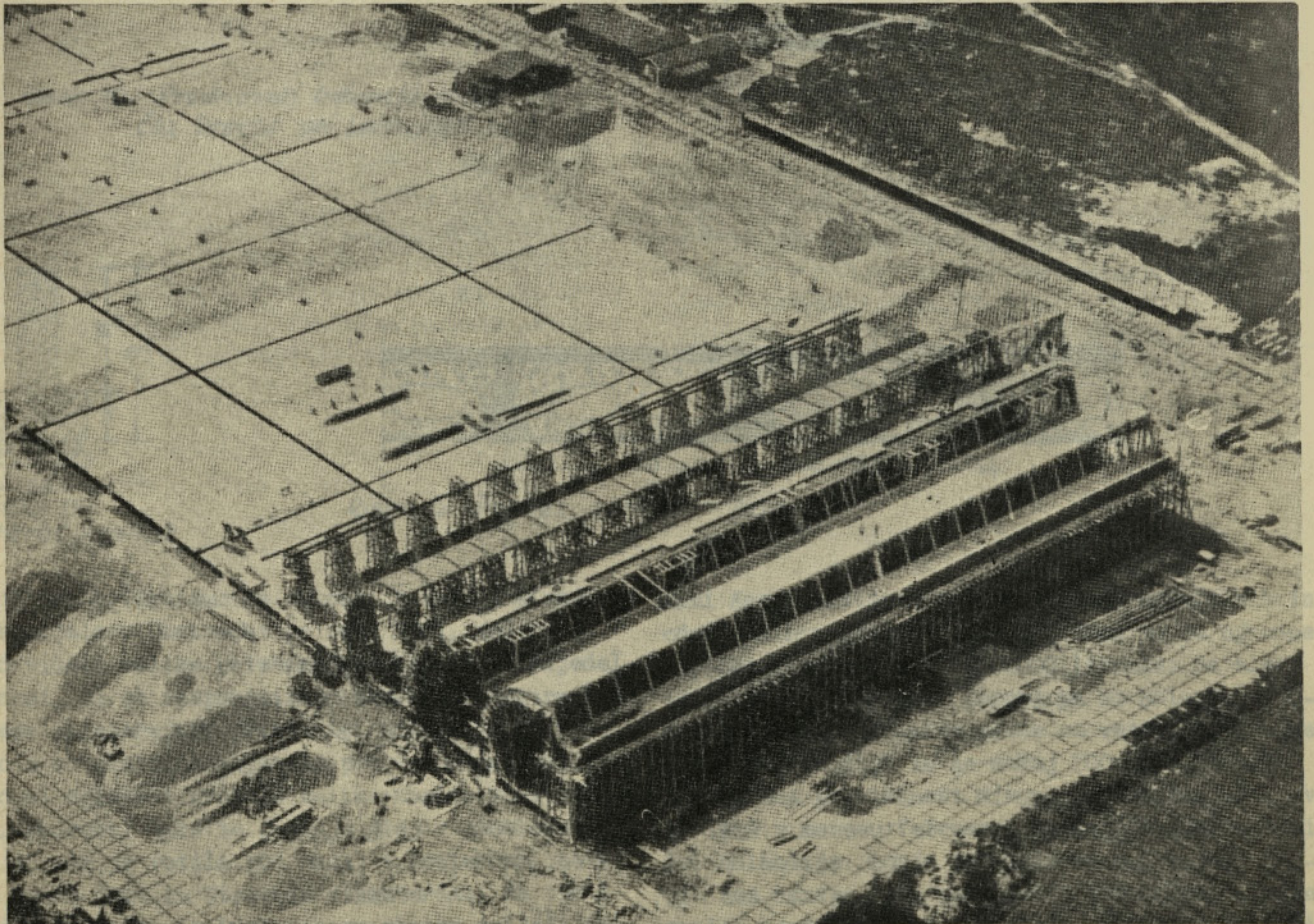


Slika 1

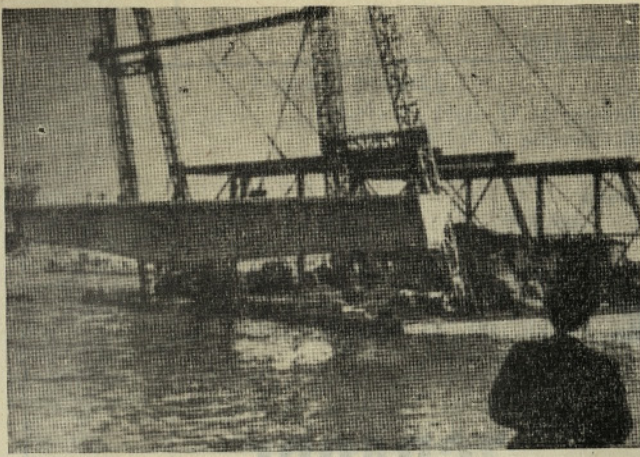


Slika 2

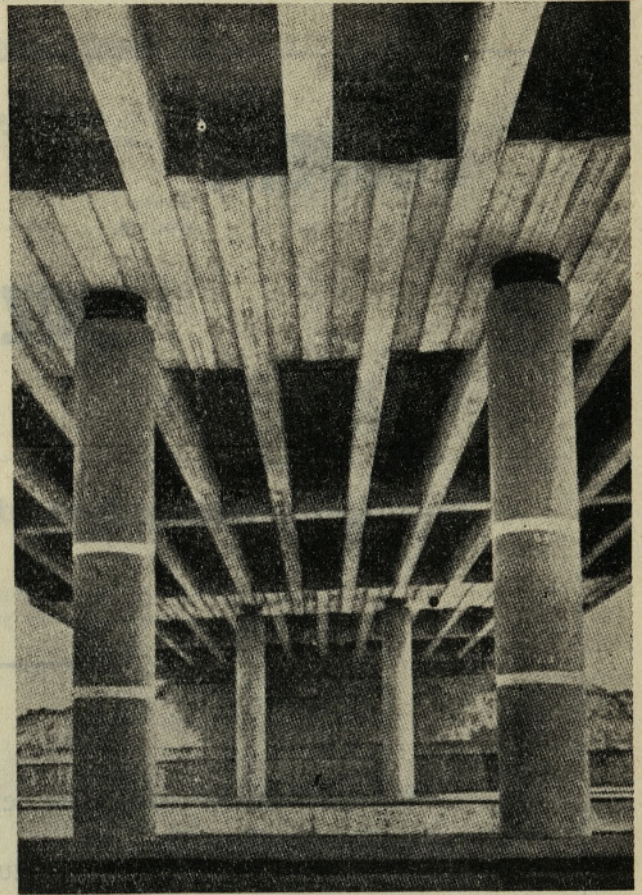
Hangar na letališču pri Helsinkih. Pogled na gradnjo po spojitvi elementov v ločne nosilce



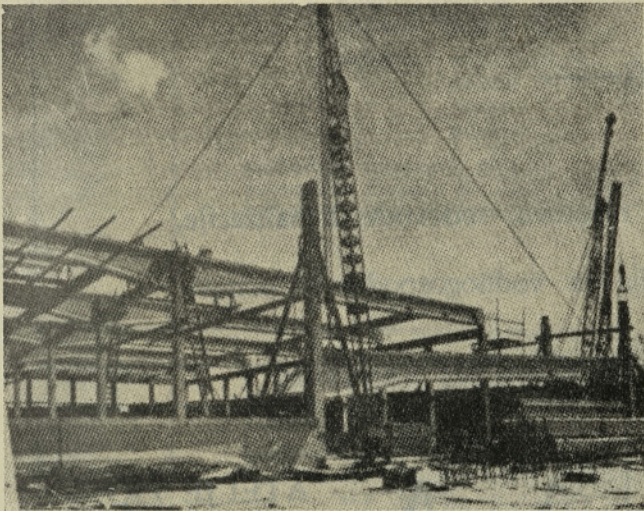
Slika 6. Prej napeta betonska šedna lupina v Oosterhoutu. Pogled iz letala na konstrukcijo med gradnjo.



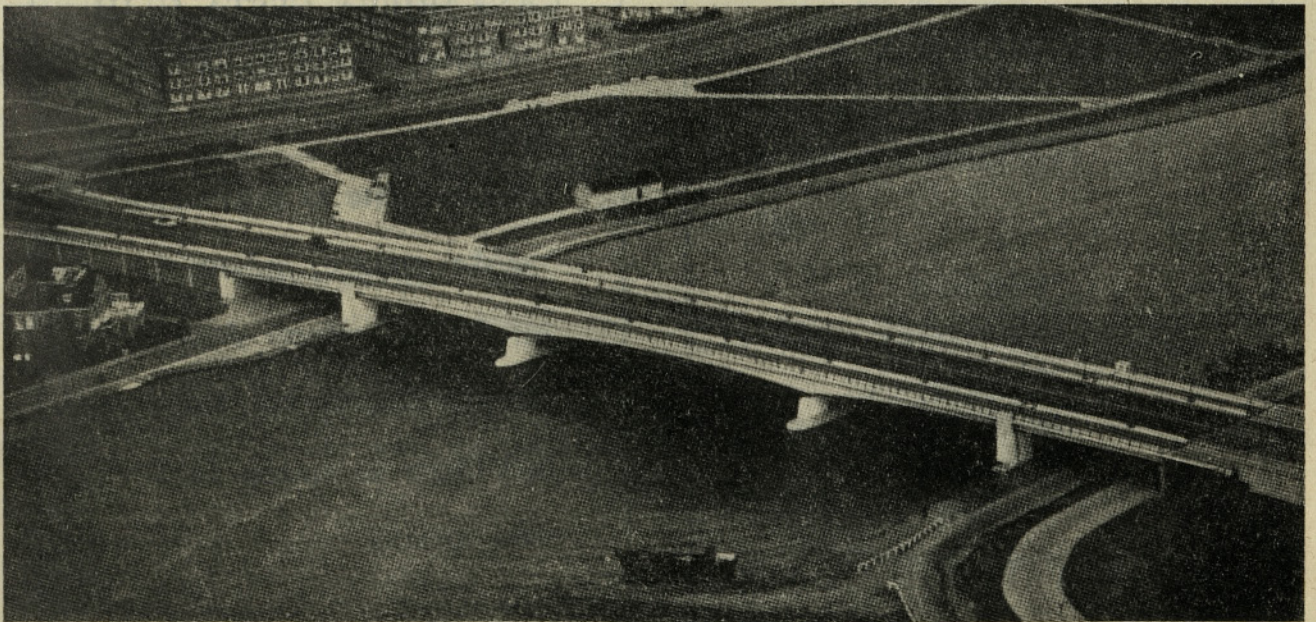
Slika 3. Most čez Amstel v Amsterdamu.
Transport 65 t težkega elementa



Slika 5. Most čez Overijssel Canal pri Lemelerveldu
Pogled od spodaj.



Slika 7. Tovarna električnih aparatov Rudolf Blik N.V.
v Haagu



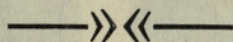
Slika 4. Most čez Amstel v Amsterdamu. Pogled.

PROJEKT

NIZKE

ZGRADBE

LJUBLJANA, PARMOVA 33



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

GRADBENO PODJETJE

TEHNIKA

L J U B L J A N A

VOŠNJAKOVA UL. 8/a

IZVRŠUJE
VSE VRSTE
VISOKIH
IN NIZKIH
GRADENJ
HITRO
IN SOLIDNO

AZA ATELJE ZA
ARHITEKTURO
LJUBLJANA
CANKARJEVA CESTA 5 / III
Telefon 22 274 do 22 276

izdeluje načrte za šole, stanovanjske zgradbe, industrijske zgradbe, zdravstvene domove, kulturne domove itd., kakor tudi načrte za vzidano in ostalo opremo.

Jeklo - aluminijaste vrvi

Tehnični podatki:

kovine: čisti Al in patentirana jeklena žica;
konstrukcije in preseki: po DIN VDE 8204 in 8202 in posebne konstrukcije;
lastnosti vrvi:

	trdnost		presek min. dop.	modul prožn.	raztezek lin. topl. za 1 ^o C 10 ⁻⁶
	max. dop.	min. žice			
Al-Fe 1 : 6	11	Al 18	16	7500	35
Al-Fe 1 : 4	11.75	Fe 120	16	8300	37

obremenitev v kg: 525—9860; preseki: 16—300 mm².

Proizvod izdeluje **IMPOL**
Industrija metalnih polizdelkov
Slovenska Bistrica

Aluminijski trakovi in trakovi iz aluminjevih zlitin

Tehnični podatki:

kovina: trgovski aluminij, navadni aluminij, čisti aluminij;
zlitine: Al-Mn, Al-Mg 1, Al-Mg Mn, Al-Mg-Si, Al-Cu-Mg;

debeline: najdebelejši 1,00 do 2,00 mm
debeli 0,40 do 0,99 mm
tanki 0,10 do 0,39 mm
pasovi 2,00 do 4,00 mm

mehanske lastnosti: glej pri ustrezni pločevini brez tamkajšnje omejitve debeline;
normalne širine: 67 širin od 10 do 350 mm; ostale lastnosti so enake kot pri
ustrezni ravni pločevini.

Proizvod izdeluje **IMPOL**
Industrija metalnih polizdelkov
Slovenska Bistrica

Bakreni, bronasti in medeninasti trakovi in pasovi

Tehnični podatki:

kovine: bron: vzmetni (IMG); valjani (Vbr); aluminijski (Abr); posebni (Pbr);
medenina: rumena (Ms60); za naboje (Ms72); trgovska (Ms63); avtomat-
ska (Ms58); rdeča (Ms90); posebna (PMs); baker: elektrolitni (E Cu-Cu 5);
rafinadni (R Cu-Cu); topilniški (C Cu-Cu 4);

debeline trakov: najdebelejši 1,00 do 2,00 mm
debeli 0,40 do 0,99 mm
tanki 0,10 do 0,39 mm
debeline pasov 2,00 do 4,00 mm

mehanske lastnosti: glej pri ustrezni pločevini brez tamkajšnje omejitve debeline;
normalne širine: 67 širin od 10 do 350 mm; ostale lastnosti: so enake kot pri
ustrezni pločevini.

Proizvod izdeluje **IMPOL**
Industrija metalnih polizdelkov, Slovenska Bistrica

Varilna žica

Tehnični podatki:

kovina: aluminijaska (čisti Al); aluminijeve zlitine (Al-Mn, Al-Mg-Mn,
Al-Mg, Al-Mg-Si, Al-Mg-Cu, Al-Si); varilna medenina, varilni
baker;

proizvodni program: vlečena okrogla varilna žica od 1,50 do 10 mm. Izde-
luje se v palicah dolžine 1000 mm in v kolobarjih;

mehanske lastnosti: dimenzije in teže so iste kot za običajne žice.

Proizvod izdeluje
IMPOL
Industrija metalnih polizdelkov
Slovenska Bistrica