

23-24



GRADBENI VESTNIK

1953

VSEBINA

Ing. Srdjan Turk: GRAFIČNO DIMENZIONIRANJE POŠEVNE ARMATURE
IN STREMEN ARMIRANOBETONSKIH NOSILCEV — Ing. Dimitrij Bartenejev: IZBOLJŠANJE SMERNIH RAZMER TIRNIH LOKOV PO METODI
ČRTE ZAKRIVLJENOSTI — Ing. France Dolničar: DOVOLJENA OBREME-
NITEV VODOTOKOV Z ODPLAKAMI — Ing. Martin Obran: O PROJEKTI-
RANJU IN GRADNJI SILOSOV ZA KISLO KRMO — Ing. Greutert:
MODERNA GRADNJA CEST IN LETALIŠČ — Ing. Vlado Mušič: IZBOLJ-
ŠAJMO IZOBRAZBO TEHNIKOV V STROKOVNIH ŠOLAH — Ing. Ernest
Udovč: Poročilo o asfalterskem tečaju pri zavodu za raz-
iskavo materiala in konstrukcij LRS — I. Leviant: UPORABA
postopka vakuum beton — Ing. Mario Primo: MEHANIZACIJA
GRADBIŠČ ZA IZVEDBO VELIKIH ZEMELJSKIH DEL — M. N. Esquillan:
HANGAR Z DVEMA LADJAMA PO 101,50 M RAZPONA NA LETALIŠČU
MARGNANE — OBVESTILA

Ing. Srdjan Turk

DK 624.04 : 691,873

Grafično dimenzioniranje poševne armature in stremen armiranobetonskih nosilcev

Uvod

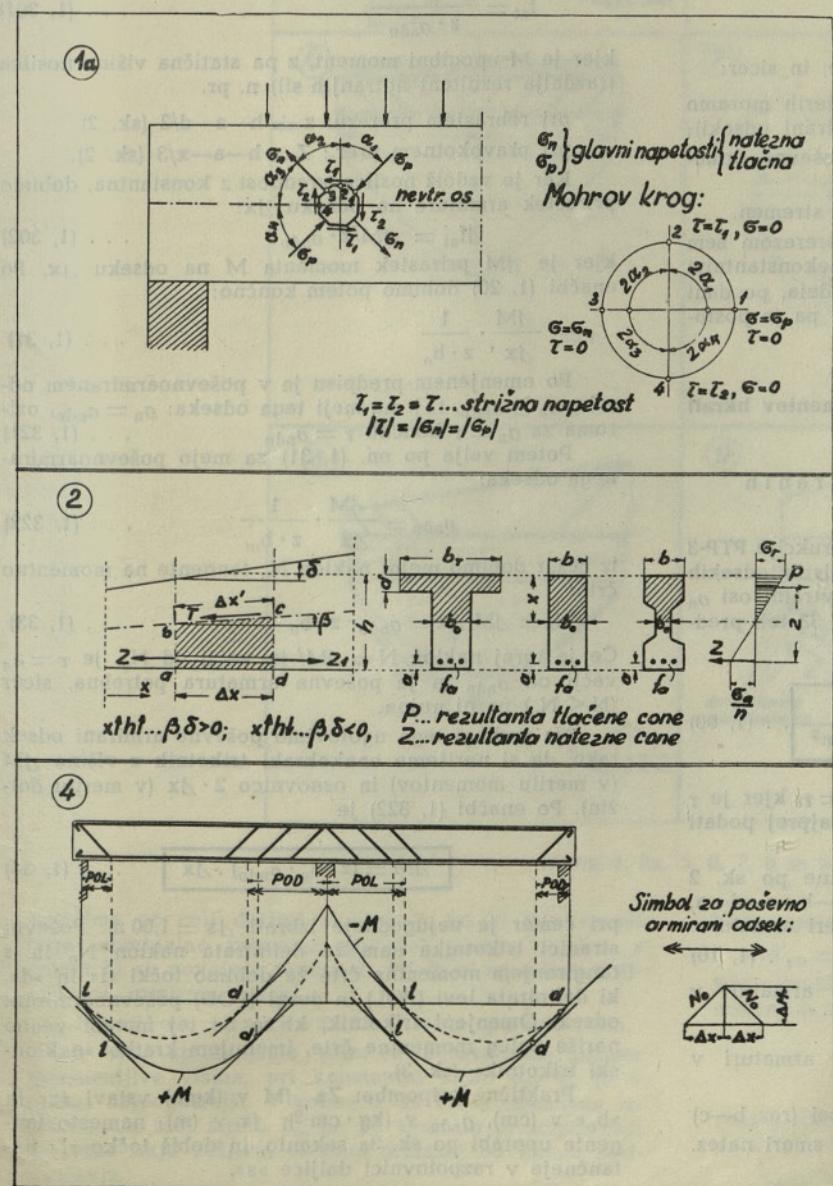
Theorija in praksa armiranobetonskih konstrukcij dokazujeta, da je pravilno dimenzioniranje poševne armature in stremen važen pogoj za varnost nosilca. Če je namreč omenjena armatura pomanjkljiva, nastanejo lahko v bližini podpor, kjer so prečne sile in tangen-

cialne napetosti največje, večje ali manjše razpoke. Te nastanejo predvsem v tgnjeni coni nosilca in imajo smer pravokotno na potek glavnih nateznih napetosti in v nevtralni osi naklon približno 45° napram osi nosilca (skica 1a in 1b). Da se obvarujemo tudi pred temi razpokami, moramo pravilno dimenzionirati poševno in stremensko armaturo, ki prevzameta rezultante glavnih nateznih napetosti v področju med spodnjo in zgornjo vzdolžno armaturo.

Dimenzioniranje poševne in stremenske armature pa je po klasičnih metodah dokaj zamudno in nepregledno, tako da projektanti zaradi tega pogosto dimenzionirajo to armaturo po občutku in izkustvih. Na ta način to armaturo bodisi predimenzionirajo, kar je napačno iz ekonomskih razlogov, bodisi jo poddimenzionirajo, kar zopet ogroža varnost.

V naslednjem podajam grafično metodo projektiranja poševne armature in stremena, ki se v vsem naslanja na klasične, teoretično in praktično preverjene predpostavke, prinaša pa nov, razmeroma zelo hiter in preprost postopek, ki ga bo projektant lahko brez večje zamude uporabil in s tem na hiter način dosegel, da bo njegova konstrukcija tudi v tem pogledu ekonomsko in varnostno neoporečna.

Metoda vsebuje dva postopka in sicer enega za primer, da je črta totalnih upogib. momentov hkrati tudi momentna črta (t. j. $dM_{\text{tot}}/dx = Q$), in drugega za primer, da ta pogoj ni izpoljen. Prvi postopek pride v poštev predvsem pri visokih gradnjah, kjer določamo totalne momente z raznimi kombinacijami obteževanja posamezni polj kontinuirane konstrukcije. Drugi postopek pa pride v poštev predvsem pri projektiranju mostov, kjer tot. momente in prečne sile ugotavljamo po metodi vplivnic.

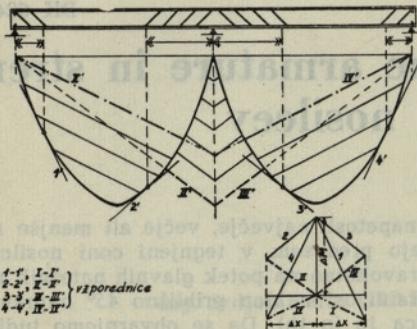


Skica 1a, 2 in 4



Skica 1b

4a



Skica 4a

Vsek posamezen postopek ima tri dele, in sicer:

A) ugotovitev odsekov nosilca, v katerih moramo predvideti poševno armaturo (poševnoarmirani odseki);

B) dimenzioniranje lege in količine poševne armature;

C) dimenzioniranje profila in razdalje stremen.

Poleg primera nosilca s konstantnim prerezom sem podrobnejše izdelal primer nosilca z nekonstantnim prerezom, ki povzroča projektantu največ dela, po dani metodi — po sicer zapletenih izvajanjih — pa je postopek zelo preprost.

1. Nosilci, pri katerih je črta totalnih momentov hkrati tudi momentna črta

A. Ugotovitev poševnoarmiranih odsekov

Po predpisih za armiranobetonske konstrukcije PTP-3 moramo predvideti poševno armaturo v tistih odsekih nosilca, kjer glavna natezna napetost v nevtralni osi σ_n prekorači dopustno vrednost σ_{ndp} . Po točki 33 teh predpisov veljajo sledeče vrednosti:

Beton:	B 160	B 220	VVB 300	
σ_{ndp} :	4,5	6,0	7,5 kg/cm ²	.. (1, 00)

Ker je glavna nat. napetost enaka $\sigma_n = \tau$, kjer je τ strižna napetost v nevtralni osi, je treba najprej podati slednjo vrednotno.

Upoštevamo nosilec nekonstantne višine po sk. 2 in izrežemo iz tgnjene cone element a—b—c—d—a. Potem velja pogoj za ravnotežje sil v smeri armature:

$$Z + T \cdot \cos \beta = Z_1 \quad .. (1, 10)$$

kjer pomeni: Z = natezna sila v vzdolžni armaturi v preprezu a—b

Z_1 = natezna sila v vzdolžni armaturi v preprezu c—d

T = strižna sila v nevtralni osi (rez b—c)

β = naklon nevtr. osi napram smeri natez. vzdolž. armature.

Ako vstavimo: $Z = \sigma_a \cdot f_a$, kjer je σ_a napetost, f_a pa prez armature . . . (1, 101)

$Z_1 = Z + \Delta Z$, kjer je ΔZ prirastek nat. sile v odseku Δx . . . (2, 102)

$T = \tau \cdot b_0 \cdot \Delta x'$, kjer je τ striž. napetost v nevtr. osi . . . (1, 103)

$\Delta x' = \Delta x / \cos \beta$. . . (1, 104)

dobimo: $\tau \cdot b_0 \cdot \Delta x = \Delta Z$. . . (1, 11).

Po enačbi (1, 101) dobimo, ako menimo, da je f_a teoretično potrebna armatura f_{at} , pri dopustni napetosti σ_{adp} , da je $Z = \sigma_{adp} \cdot f_{at}$, oziroma, ker je σ_{adp} konstanta, $\Delta Z = \sigma_{adp} \cdot \Delta f_{at}$, kjer pomeni Δf_{at} prirastek teoretično potrebne armature na odseku Δx . Iz tega dobimo po en. (1, 11):

$$\tau = \frac{\Delta Z}{\Delta x \cdot b_0} = \frac{\Delta f_{at}}{\Delta x} \cdot \frac{\sigma_{adp}}{b_0} \quad .. (1, 20)$$

S tem je podan osnovni izraz za napetost τ v odvisnosti od spremembe teoretično potrebne vzdolžne armature, kar je podlaga za nadaljnje izvajanje.

a) Nosilec konstantnega prereza.

V tem primeru velja za vsak prerez:

$$f_{at} = \frac{M}{z \cdot \sigma_{adp}} \quad .. (1, 301)$$

kjer je M upogibni moment, z pa statična višina nosilca (razdalja rezultant notranjih sil) n. pr.

pri rebrastem prerezu: $z = h - a - d/2$ (sk. 2)

pri pravokotnem prerez: $Z = h - a - x/3$ (sk. 2).

Ker je vzdolž nosilca vrednost z konstantna, dobimo prirastek armature na odseku Δx :

$$\Delta f_{at} = \Delta M / z \cdot \sigma_{adp} \quad .. (1, 302)$$

kjer je ΔM prirastek momenta M na odseku Δx . Po enačbi (1, 20) dobimo potem končno:

$$\tau = \frac{\Delta M}{\Delta x} \cdot \frac{1}{z \cdot b_0} \quad .. (1, 31)$$

Po omenjenem predpisu je v poševnoarmiranem odseku $\sigma_n \geq \sigma_{ndp}$, t. j. na meji tega odseka: $\sigma_n = \sigma_{ndp}$, oziroma za $\sigma_n = \tau$ končno $\tau = \sigma_{ndp}$. . . (1, 321)

Potem velja po en. (1, 31) za mejo poševnoarmiranega odseka:

$$\sigma_{ndp} = \frac{\Delta M}{\Delta x} \cdot \frac{1}{z \cdot b_0} \quad .. (1, 322)$$

iz česar dobimo mejni naklon N_0 tangente na momentno črto:

$$N_0 = \Delta M / \Delta x = \sigma_{ndp} \cdot z \cdot b_0 \quad .. (1, 33)$$

Če je torej naklon $N = \Delta M / \Delta x$ večji od N_0 , je $\tau = \sigma_n$ večji od σ_{ndp} in je poševna armatura potrebna, sicer ($N < N_0$) pa ni nujna.

Na podlagi tega ugotovimo poševno armirani odsek tako, da si narišemo enakokraki trikotnik z višino ΔM (v merilu momentov) in osnovnico $2 \cdot \Delta x$ (v merilu dolžin). Po enačbi (1, 322) je

$$\Delta M = (z \cdot b_0 \cdot \sigma_{ndp}) \cdot \Delta x \quad .. (1, 34)$$

pri čemer je najugodnejše izbrati $\Delta x = 1,00$ m. Poševni stranici trikotnika nam že definirata naklon N_0 in s tangiranjem momentne črte že dobimo točki »l« in »d«, ki definirata levi (POL) in desni (POD) poševnoarmirani odsek. Omenjeni trikotnik, ki se bo tej metodi vedno nariše poleg momentne črte, imenujem kratko »naklonski trikotnik« (sk. 3).

Praktične pripombe: Za ΔM v (kgm) vstavi »z« in b_0 v (cm), σ_{ndp} v (kg · cm⁻²), Δx v (m); namesto tangente uporabi po sk. 3a sekanto, in dobisi točko »l« na tančneje v razpolovnici dolžice »s«.

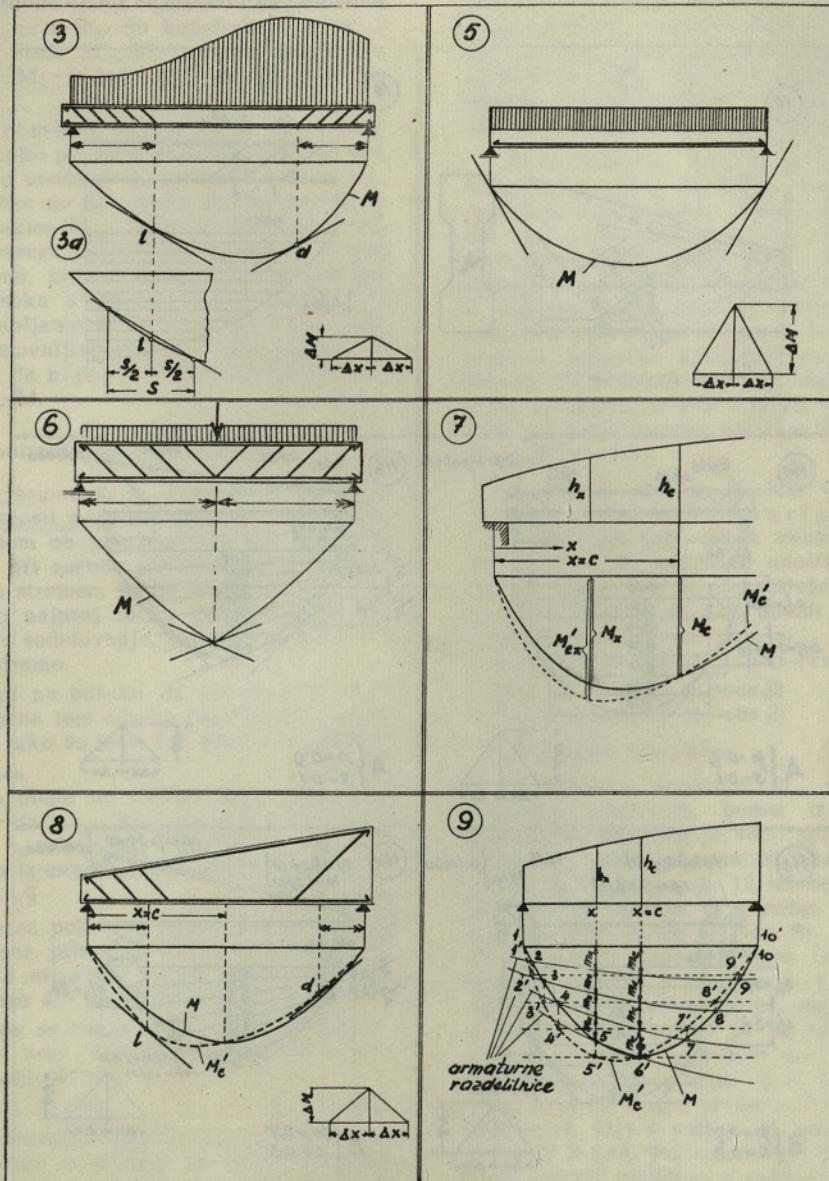
Primer za kontinuirni nosilec prikazuje sk. 4, kjer dobimo eventualno po dve dotikalni točki ob isti strani podpore. Upoštevati moramo tisto od obeh, ki daje daljši odsek PO; tako upoštevamo tisti obtežbeni primer, ki daje večje tang. napetosti τ . Postopek pri lomljeni nulčrti mom. diagrama prikazuje sk. 4a. Lahko pride tudi do primera, kakršen je prikazan na sk. 5, ko naklon N_0 sploh ne tangira momentne črte, in potem poševna armatura ni nujna v nobenem delu nosilca. Končno imamo še primer, kakršen je na sk. 6, ko bi bila poševna armatura

Pri nosilcu z nekonstantnim prerezom ostane v veljavi enačba 1, 301 ki jo zaradi spremenljivosti prereza nosilca pišem v obliki:

$$f_{at} = M_x / z_x \cdot \sigma_{adp} \quad \dots (1, 401)$$

kjer pomenita M_x in z_x upogibni moment in statično višino v prerezu x.

Zaradi izprenemljivosti vrednosti z_x ne velja izraz (1, 302) in se zato odločim za sledeči postopek: Izberem si poljubni prerez nosilca $x = c$ (sk. 7), kjer je $z = z_c$.



Skica 3, 3a, 5, 6, 7, 8 in 9

potrebna po celi dolžini nosilca in ko bi bilo zaradi tega eventualno primerno povečati prerez nosilca, s čemer bi se povečala vrednost ΔM in bi se s tem krajšali poš. armirani odseki.

b) Nosilec z nekonstantnim prerezom.

V tem, splošnejšem primeru obravnavam primer spremenljive višine, pri konstantni širini b_0 , ki je v praksi najpogosteji. V primeru, da bi se izjemoma izpreminjala tudi širina b_0 , pa po sledenih principih tudi ni težko najti rešitev; to bom prikazal ob koncu podoglavlja.

Nato ugotovim linijo reduciranih momentov po enačbi:

$$M'_{cx} = M_x \cdot (z_c / z_x) \quad \dots (1, 402)$$

Ker ulomek z_c / z_x zadosti natančno ustrezajo razmerju višin nosilca h_c / h_x , lahko za prakso uporabimo tudi izraz

$$\boxed{M'_{cx} = M_x \cdot (h_c / h_x)} \quad \dots (1, 403)$$

Potem dobimo po en. (1, 402): $M_x = M'_{cx} \cdot z_x / z_c$, kar vstavimo v en. (1, 401) in dobimo:

$$f_{at} = M'_{cx} / z_c \cdot \sigma_{adp} \quad \dots (1, 404)$$

Ker je v tej obliki imenovalec konstanta, dobimo torej:

$$\Delta f_{at} = \Delta M'_{cx} / z_c \cdot \sigma_{adp} \quad \dots (1, 405)$$

Iz tega dobimo končno:

$$\tau = \frac{\Delta M'_{cx}}{\Delta x} \cdot \frac{1}{z_c \cdot b_o} \quad \dots (1, 41)$$

kjer je $\Delta M'_{cx}$ priasteek reduc. momenta na odseku Δx . Na meji poševnoarmiranega odseka je kot pri nosilcu konstantnega prereza: $\tau = \sigma_{ndp}$, nakar dobimo za ta

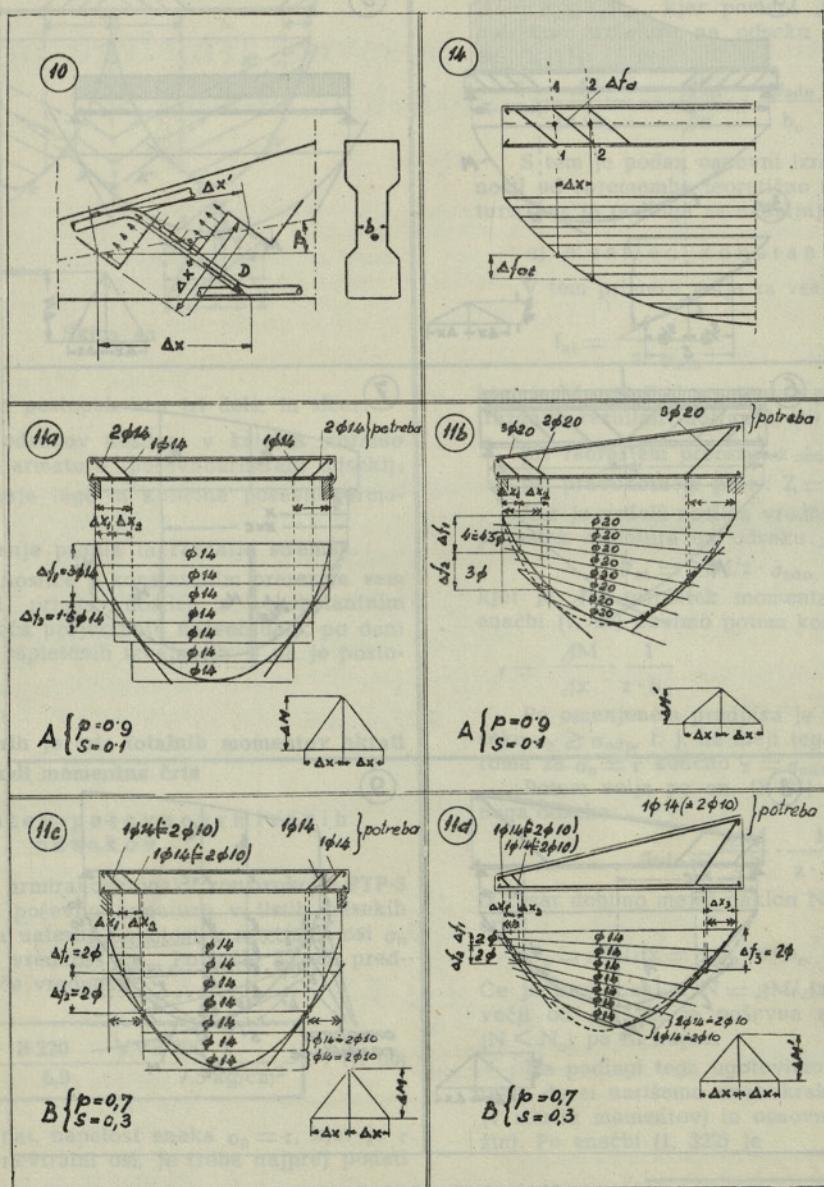
$$\text{mejni prerez: } \sigma_{ndp} = \frac{\Delta M'_{cx}}{\Delta x} \cdot \frac{1}{z_c \cdot b_o} \quad \dots (1, 42)$$

in z osnovnico $2 \cdot \Delta x$ (v merilu dolžin). Po en. (1, 42) velja:

$$\boxed{\Delta M'_{c} = (z_c \cdot b_o \cdot \sigma_{ndp}) \cdot \Delta x} \quad \dots (1, 44)$$

pri čemer je spet najpreprosteje izbrati $\Delta x = 1,00 \text{ m}$. Poševni stranici trikotnika nam definirata naklon N_{oc} , in s tangiranjem reducirane momentne črte dobimo še točki »1« in »2«, ki definirata poševnoarmirane odseke. (Sk. 8.)

Praktične pripombe: Postopek je isti kot za nosilec konstantnega prereza, le da tu tangiramo reduc. moment-



Skica 10, 11a, 11b, 11c, 11d, 14

in iz tega mejni naklon N_{oc} tangente na reducirano momentno črto M'_{c}

$$N_{oc} = \Delta M'_{c} / \Delta x = \sigma_{ndp} \cdot z_c \cdot b_o \quad \dots (1, 43)$$

Če je torej naklon $N_c = \Delta M'_{c} / \Delta x$ večji od N_{oc} , je $\tau (= \sigma_n)$ večji od σ_{ndp} , in je poševna armatura potrebna, v nasprotnem primeru pa ni nujna.

Poševnoarmirani odsek določimo torej podobno kot pri nosilcu konstantnega prereza, tako da konstruiramo naklonski trikotnik z višino $\Delta M'_{c}$ (v merilu momentov)

no črto. Zato veljajo tu iste pripombe, kot so že navedene za nosilec konst. prereza.

Pripomnil bi le še to, da poleg računskega ugotavljanja črte M'_{c} po en. (1, 403) lahko uporabimo tudi hitejši grafični postopek po sk. 9: Uporabimo že takoj potrebni diagram razdelitve vzdolžne armature (polno izvlečene armaturne razdelilnice), v prerezu $x = c$ napravimo vertikalo in skozi sečišča vertikale in razdelilnic potegnemo (črtkane) vzporednice. Sečišča razdelilnic z

momentno črto (1—10) proiciramo na ustrezne vzporednice, s čimer dobimo točke reducirane mom črte (1'—10').

Dokaz: Kakor vemo, napravimo diagram razdelitve armature tako, da narišemo armaturne razdelilnice v razdaljah m_x , tako da velja $m_x/m_c = z_x/z_c = h_x/h_c$, kjer po meni m_x momentano vrednost posamezne armaturne palice v danem prerezu. (Ker je potrebna armatura na mestu x po (1, 401) $f_{ax} = M_x/z_x \cdot \sigma_{adp}$, sledi $M_x = f_{ax} \cdot \sigma_{adp}$, za $f_{ax} = f_1$ (f_1 je pre rez ene palice): $m_x = f_1 \cdot z_x \cdot \sigma_{adp}$ in iz tega: $m_x/z_x = f_1 \cdot \sigma_{adp} = \text{const.}$, iz česar: $m_x/m_c = z_x/z_c$.) Če je v prerezu x potrebnih n -palic, potem je $M_x = n \cdot m_x$. Po konstrukciji v sk. 9 pa je $M'_{ex} = n \cdot m_c$. Sledi $M'_{ex}/M_x = m_c/m_x = z_c/z_x$, iz česar dobimo $M'_{ex} = M_x \cdot (z_c/z_x)$, kar je definicija po en. (1, 402).

Pri težjem primeru $b_0 = \text{const.}$ bi se izognili običajnemu postopku pri računanju vrednosti τ tako, da bi za neko srednjo vrednost b_0 ugotovili naklon N_{oc} , določili dotikalno točko na M'_c (prva aproksimacija) in ponovno ugotovili naklon N_{oc} , sedaj upoštevajoč vrednost b_0 v mejnem prerezu po prvi aproksimaciji. S tem, da postopek ponovimo, hitro dobimo mejni prerez poševnoarmiranega odseka s potrebnou natančnostjo. Ta postopek lahko uporabljamo tudi pri nosilcu s konstantno višino, ki je spremenljive širine. V tem primeru je delo toliko olajšano, da ni potrebno konstruirati črte M'_c , ki je tu enaka $M'_c = M$.

B. Dimenzioniranje poševne armature

Naloga poševne armature je, prevzeti natezne rezultante glavnih napetosti med zgornjo in spodnjo vzdolžno armaturo, predvsem ob nevralni osi nosilca. Predpisi dovoljujejo, da pri računu poševne armature upoštevamo sodelovanje stremen. Da je izvajanje bolj preprosto, obravnavamo najprej račun poševne armature, ne da bi upoštevali to sodelovanje, kasneje pa tako dobijene rezultate korigiramo.

Poševna armatura na odsek Δx prevzame po klasičnih predpostavkah na tem odseku rezultanto D natez. napetosti σ_n (sk. 10), tako da mora biti pre rez te poševne armature $\Delta f_p = D/\sigma_{adp}$. . . (1, 50).

Po skici dobimo glede na spremenljivo višino nosilca izraz: $D = \sigma_n \cdot \Delta x'' \cdot b_0$, kjer je $\Delta x'' = \Delta x'/\sqrt{2} = \Delta x/\cos\beta \cdot \sqrt{2}$, in $\sigma_n = \tau = \Delta f_{at} \cdot \sigma_{adp}/\Delta x \cdot b_0$ (po en. 1, 20). Potem dobimo iz enačbe (1, 50) izraz:

$$\Delta f_p = \Delta f_{at}/\cos\beta \cdot \sqrt{2} \quad \dots (1, 510)$$

kjer pomeni Δf_p pre rez poševne armature, potreben za odsek Δx , Δf_{at} pa teor. prirastek vzdolžne armature na tem odseku. Poševna armatura je predvidena v smeri sile D , t. j. pod kotom 45° na nevralno os.

V večini primerov se višina nosilca le pologoma izpreminja, in lahko brez bistvene napake vzamemo $\cos\beta = 1$, tako da dobimo

$$\Delta f_p = \Delta f_{at}/\sqrt{2} = 0, 71 \cdot \Delta f_{at} \quad \dots (1, 511)$$

Če torej ne upoštevamo sodelovanja stremen, mora imeti poševna armatura v odseku Δx prerez, ki znaša 71% teoretične spremembe vzdolžne armature v tem odseku. Če pa predpostavim, da prevzame poševna armatura le del vpliva glavnih napetosti σ_n , ostali del pa stremena, dobimo:

$\Delta f_p = (0,71 p) \cdot \Delta f_{at} \quad \dots (1, 520)$
kjer je »p« koeficient ($p \leq 1$), ki označuje delež poševne armature pri prevzemu vpliva gl. nat. napetosti. Stremena prevzamejo potem ostanek vpliva »s«, tako da je $s = 1 - p$, oziroma: $s + p = 1$.

Za posamezne vrednosti p dobimo potem (gremo do praktične meje $p = 0, 7$):

$p = 1,0$	$s = 0,0$	$\Delta f_p = 0,71 \Delta f_{at}$	{
$p = 0,9$	$s = 0,1$	$\Delta f_p = 0,64 \Delta f_{at}$	
$p = 0,8$	$s = 0,2$	$\Delta f_p = 0,57 \Delta f_{at}$	
$p = 0,7$	$s = 0,3$	$\Delta f_p = 0,50 \Delta f_{at}$	

. . . (1, 520a)

Za prakso sta od teh variant posebno uporabni dve, ki ju zaradi nadalnjih izvajanj označim s črkama A in B. Ti dve varianti sta:

Var. A $p = 0,9 \mid \Delta f_p = 0,64 \Delta f_{at} = 2/3 \Delta f_{at} \mid \dots (1, 521)$

Var. B $p = 0,7 \mid \Delta f_p = 0,50 \Delta f_{at} = 1/2 \Delta f_{at} \mid \dots (1, 522)$

Pri teh variantah je torej dimenzioniranje poševne armature sploh brez računanja: V primeru A je treba na tri palice vzdolžne armature, ki postanejo v nekem odseku Δx nepotrebne, v tem odseku predvideti dve poševni železi istega prereza (sk. 11, a, b). V primeru B je treba na dve palici vzdolž armature, ki postaneta v nekem odseku nepotrebni, predvideti v tem odseku eno poševno železo istega prereza (sk. 11c, d).

Za krivitev pa morajo biti seveda na razpolago druge palice iz momentnega diagrama, kajti palice, ki postanejo v določenem odseku nepotrebne, moremo krititi šele v sosednjem odseku. Če nimamo za krivitev palic iz momentnega diagrama, moramo pač dodati posebne vložke. V takih primerih je ugodnejša varianta B, ki zahteva manj poševne armature. Vendar bomo v splošnem uporabljali varianto A, varianto B pa samo v primeru nujnejše konstruktivne potrebe. Pravilno je namreč, da prevzamemo čim več glavnih nat. napetosti s poš. armaturo, ki leži v smeri delovanja teh napetosti, temu pa bolje ustreza varianta A ($p = 0,9$), kot pa varianta B ($p = 0,7$).

Enačbi (1, 521) in (1, 522) veljata tako za konstantni kot za nekonstantni pre rez nosilca. Le v izjemnih primerih z velikim kotom β ($\beta > 10^\circ, \delta > 20^\circ$), bi bilo potrebno upoštevati v en. (1, 520) še faktor $1/\cos\beta$, kar bi preprosteje upoštevali tako, da bi enačbi (1, 521) in (1, 522) pustili v veljavni, povečali pa bi delež stremen za $\Delta s = s_{fakt} - s = (1-p_{fakt}) - (1-p) = (1-p \cos\beta) - (1-p) = p(1-\cos\beta)$, t. j.

Var. A: $\Delta s = 0,9(1-\cos\beta)$

Var. B: $\Delta s = 0,7(1-\cos\beta)$

Praktične pripombe:

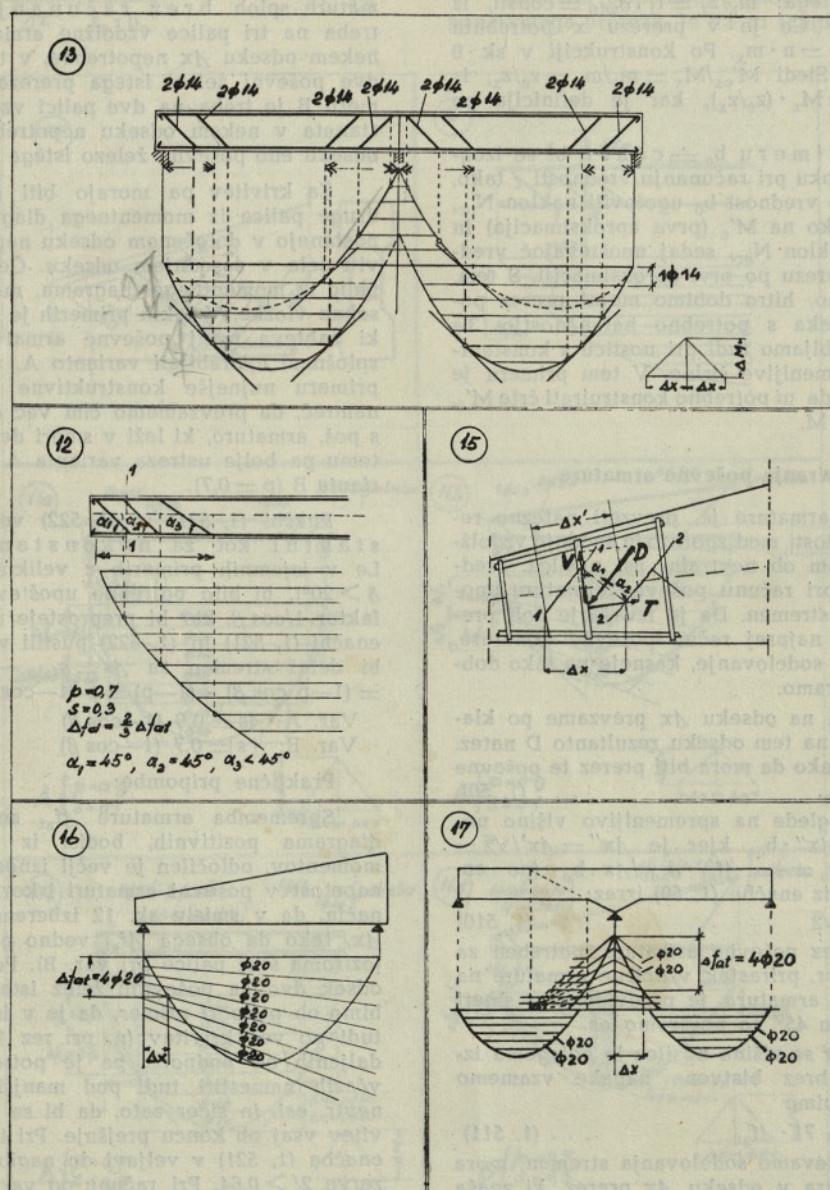
Sprememba armature Δf_{at} se upošteva bodisi iz diagrama pozitivnih, bodisi iz diagrama negativnih momentov, odločilen je večji iznos (n. pr. sk. 13). Dop. napetost v poševni armaturi izkoristimo najbolje na ta način, da v smislu sk. 12 izberemo posamezne odseke Δx , tako da obsegja Δf_{at} vedno po tri palice (var. A) (oziora štiri palice pri var. B). Potem odpade na vsak odsek dvojica poševnih želez istega profila. Tako dobimo ob podpori primer, da je v istem normalnem rezu tudi po več krivitev (n. pr. rez 1—1). V odsekih, oddaljenih od podpore, pa je potrebno poševna železa včasih namestiti tudi pod manjšim kotom α napram nevral. osi, in sicer zato, da bi se začela naslednja krivitev vsaj ob koncu prejšnje. Pri tem ostane pri var. A enačba (1, 521) v veljavni do nagiba $\alpha = 30^\circ$, zaradi rezerve $2/ > 0,64$. Pri računu po varianti B pa se pri nagibu $\alpha = 30^\circ$ napetost v poševni armaturi neznatno poveča, in sicer teoretično za cca 4%. Zato ostane pri nagibu armature med 30° in 45° postopek praktično še v veljavni. V primeru pa, da bi bil potreben še manjši naklon, bi bilo treba delež stremen »s« ustrezeno povečati. Vendar je v tem primeru pravilnejše, uporabiti v konstrukciji tanjše profile za vzdolžno armaturo, ker je prevelik odklon od smeri $\alpha = 45^\circ$ tudi teoretično neugoden. — (Iz istih razlogov je možno brez bistvene napake naklon α povečati do $\alpha = 60^\circ$, ne da bi izpreminali postopek).

Na drugi način določimo poševno armaturo preprosteje (sk. 13). Po tem načinu najprej določimo odseke Δx na ta način, da predvidimo krivitve pod kotom $\alpha = 45^\circ$, tako, da na koncu ene krivitve začne takoj druga (tako imenovani »dvojni predalčni sistem«). Nato iz moment-

ne črte preštejemo za posamezni odsek število palic Δf_{at} ($= n$) in dobimo potem število palic poš. armature v tem odseku $2n/3$ (var. A) oziroma $n/2$ (var. B). Pri tem seveda zaokrožimo rezultate navzgor. Z manjšo netočnostjo zaokrožimo lahko število palic pošev. armature deloma tudi navzdol, vendar tako, da ustreza število vseh pošev. želez vseh krivitev teoretičnemu številu poševnih želez, ki bi ga dobili, če bi upoštevali kot Δx celo dolžino poševnoarmiranega odseka. Prednost

V obeh primerih rešitev lahko kontroliramo, in sicer mora biti prerez Δf_p večji ali enak $2/3$ (var. A) oz. $1/2$ (var. B) iznosa Δf_{at} , pri čemer je odsek Δx definiran po sk. 14 s presekom linij 1-1 in 2-2 z nevtralno osjo.

Kakor kažejo zgornja izvajanja, je po tej metodi dimenzioniranje armature zelo preprosto, brez vsakega računanja. Posebno ugodna pa je metoda v primeru nekonstantne višine ali nekonstantne širine, ko ostane ta preprosti postopek popolnoma v veljavi.



Skice 12, 13, 15, 16, 17.

tega načina je v tem, da takoj vidimo, koliko krivitev imamo, in če predvidimo za vsako krivitev povprečno po dve palici, lahko takoj v grobem ocenimo, ali je potrebno vzdolžno armaturo sestaviti iz večjega števila tanjših palic ali obratno.

V važnejših primerih je seveda ugodno smiseln kombinirati oba načina, tako da najprej po drugem načinu ugotovimo predvsem število palic vzdolžne armature, in potem po prvem načinu še precizno razdelimo posamezne krivite po poševnoarmiranem odseku. Na ta način se bomo najlažje izognili krivitvam pod malimi koti in bomo vobče vedno uspeli s kotom $\alpha = 45^\circ$.

C. Dimenzioniranje stremen

Stremena so pri prevzemu glavnih nateznih napetosti bolj sekundarnega pomena, ker ne leže v smeri teh napetosti. Iz sk. 15 je razvidno, da nimamo v primeru, ko konstrukcijo armiramo samo s stremeni in vzdolžno armaturo, v smeri gl. natez napetosti v okolici nevtralne osi nobene armature. Po klasičnih predpostavkah dimenzioniranja poševne armature in stremen ne pripisemo betonu nobene natezne trdnosti. Zato mora po tej zasnovi beton razpokati v ploskvah 1-1, 2-2 in sele potem stopijo stremena bistveno v akcijo.

Če torej sedaj po sk. 15 še ne predvidimo sodelovanja poševne armature in stremen, potem prevzamejo stremena na odseku Δx natezno silo V, brž ko je beton razpokal v ploskvah 1–1, 2–2 itd. Potem je potrebeni prerez stremen na tem odseku

$$\Delta f_s = V/\sigma_{adp} \quad \dots (1, 60)$$

Po sk. 15 dobimo silo V tako, da razstavimo strižno silo T v iskano normalno komponento V in poševno komponento D. Ker je kot a_1 enak $a_1 = 45^\circ$, sledi $V = T$. Strižna sila T znaša po en. (1, 103): $T = \tau \cdot b_o \cdot \Delta x'$, po enačbi (1, 104) je $\Delta x' = \Delta x / \cos \beta$ in po en. (1, 20) $\tau = \Delta f_{at} \cdot \sigma_{adp} / \Delta x' \cdot b_o$, nakar dobimo po en. (1, 60)

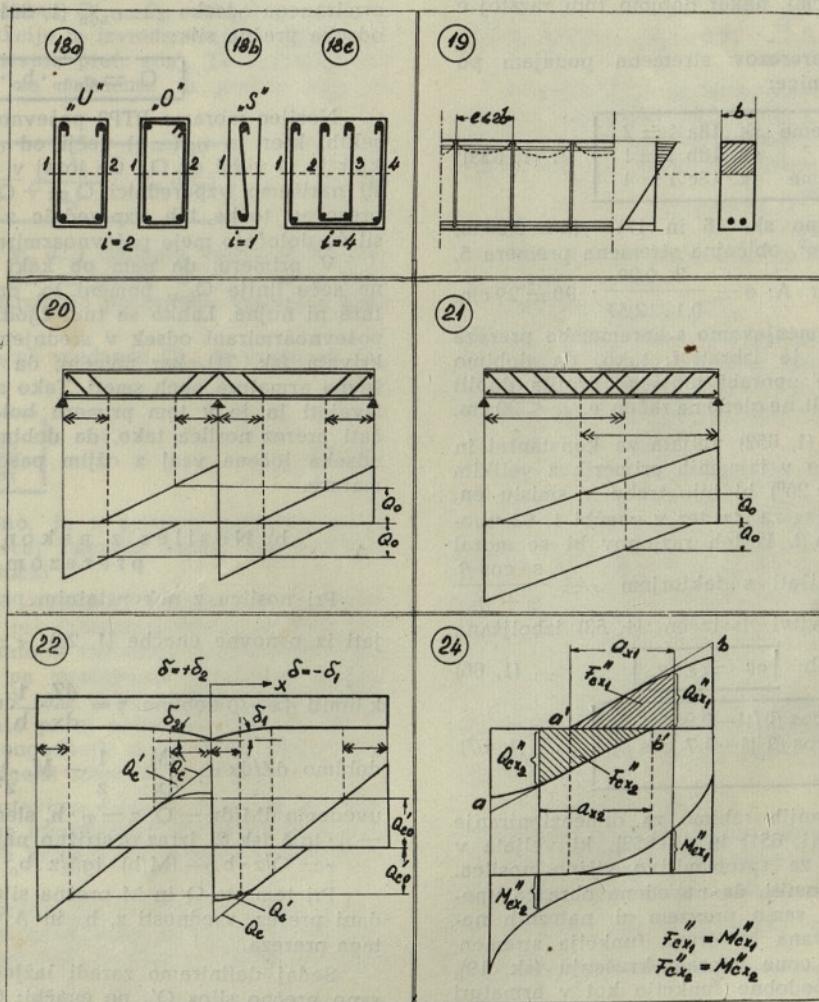
$$\Delta f_s = T/\sigma_{adp} = \Delta f_{at} / \cos \beta \quad \dots (1, 610)$$

Pri tem pomeni Δf_s potrebeni prerez vseh stremen na odseku Δx , Δf_{at} pa teor. prirastek vzdolžne armature na

$$\Delta f_s = s \cdot \Delta f_{at} \quad \dots (1, 62)$$

Na podlagi te enačbe lahko ugotovimo potrebeni prerez stremen v poljubnem delu nosilca. Da je izvedba v praksi preprostejša, razdelimo nosilec v nekaj sektorjev in v posameznem sektorju razporedimo stremena enakomerno po celi dolžini, pri čemer upoštevamo za dimenzioniranje tisti del sektorja Δx , ki zahteva najjačjo stremensko armaturo. V večini primerov pa vzmemo isti prerez stremen in isto medsebojno razdaljo po celi dolžini nosilca, tako da je za dimenzioniranje odločilen odsek Δx ob podpori (sk. 16, 17). Za tako izbrani odločilni odsek Δx ugotovimo vrednost Δf_{at} , nakar dobimo za odsek dolžine 1 m potrebeni prerez stremen:

$$\Delta f_{s1} = \Delta f_s / \Delta x = s \cdot \Delta f_{at} / \Delta x \quad \dots (1, 63)$$



Skice 18, 19, 20, 21, 22, 24

tem odseku. Lega stremen je predvidena v smeri sile V, t. j. pravokotno na nevtralno os.

V večini primerov se višina nosilca le polagoma izpreminja, je kot β majhen, tako da moremo kot pri enačbi (1, 510) vzeti $\cos \beta \approx 1$ in dobimo:

$$\Delta f_s = \Delta f_{at} \quad \dots (1, 611)$$

Če torej ne upoštevamo sodelovanja poševne armature, tvori potrebeni prerez stremen v odseku Δx ravno iznos teoret. izpremembe vzdolžne armature v tem odseku. Ker pa prevzamejo stremena le delež »s« glavnih nateznih napetosti v nevtr. osi $\sigma_n = \tau$, dobimo praktično:

Če izdelamo stremena iz palic prereza f_1 , potem prispeva eno običajno streme (sk. 18a) v iznos Δf_{s1} prerez $2f_1$ in dobimo razstoj stremen »e« po obrazcu:

$$e = \frac{2f_1}{\Delta f_{s1}} \quad \dots (1, 640)$$

Splošno velja pri uporabi stremen, ki prispevajo po »i« prerezov v iznos Δf_{s1} , n. pr. sk. 18b, c, obrazec ($i =$ število aktivnih prerezov stremena)

$$e = \frac{i \cdot f_1}{\Delta f_{s1}} \quad \dots (1, 641)$$

(Oba zadnja obrazca izvedemo iz očividnega razmerja $(i \cdot f_1)/e = \Delta f_{s1}/1$).

Če uporabimo sedaj izraz (1, 63) v enačbi (1, 641), dobimo končno razstoj stremen

$$e = \frac{i \cdot f_1}{s \cdot \Delta f_{at}} \cdot \Delta x \quad \dots (1, 65)$$

Za varianti A in B izvedbe poševne armature dobimo potem razstoj e:

Var. A	$p = 0,9$	$e = \frac{i \cdot f_1}{0,1 \cdot \Delta f_{at}} \cdot \Delta x$	$\dots (1, 651)$
	$s = 0,1$		

Var. B	$s = 0,3$	$e = \frac{i \cdot f_1}{0,3 \cdot \Delta f_{at}} \cdot \Delta x$	$\dots (1, 652)$
	$p = 0,7$		

Pri tem je najugodnejše izbrati odsek Δx tako, da je Δf_{at} mnogokratnik ene vložke (sk. 16, 17). Vrednost Δx potem izmerimo v diagramu in jo uvedemo v enačbi (1, 651) in (1, 652) v (cm), nakar dobimo tudi razstoj e v (cm).

Število aktivnih prerezov stremena podajam po sk. 18 v obliki preglednice:

običajno U ali O streme	sk. 18a	i = 2
malo ali S streme	sk. 18b	i = 1
dvojno običajno streme	sk. 18c	i = 4

$$\dots (1, 653)$$

Praktični primer (po sk. 16 in 17): $\Delta x = 0,90 \text{ m}$, $\Delta f_{at} = 4 \phi 20 = 12,57 \text{ cm}^2$, običajna stremena premera 5, $f_1 = 0,20 \text{ cm}^2$, i = 2, var. A: $e = \frac{2 \cdot 0,20}{0,1 \cdot 12,57} \cdot 90 = 29 \text{ cm}$.

Razstoj stremen lahko menjavamo s spremembom prereza stremena f_1 . Primerno je izbrati f_1 tako, da dobimo $e \leq 30 \text{ cm}$; če bi kljub uporabi tanjšega profila dobili $e > 30 \text{ cm}$, bi predvideli ne glede na račun $e_{\max} \leq 30 \text{ cm}$.

Enačbi (1, 651) in (1, 652) veljata za konstantni in nekonstantni prerez. Le v izjemnih primerih z velikim kotom β , ($\beta > 10^\circ$, $\delta > 20^\circ$) bi bilo treba v smislu en. (1, 53) povečati delež »s« za Δs , ter v enačbi 1, 62 upoštевati še faktor $1/\cos \beta$. Iz teh razlogov bi se moral razstoj stremen zmanjšati s faktorjem $\varepsilon = \frac{s \cdot \cos \beta}{s + \Delta s}$ tako da velja po vstavitvi Δs iz en. (1, 53) izboljšana vrednost e_ε po enačbah: $e_\varepsilon = \varepsilon \cdot e$ $\dots (1, 66)$

varianta A: $\varepsilon = (0,1 \cos \beta) / (1 - 0,9 \cos \beta)$
varianta B: $\varepsilon = (0,3 \cos \beta) / (1 - 0,7 \cos \beta)$
$\beta \doteq \delta/2$ (skica 2)

$$\dots (1, 67)$$

Po zgornjih izvajanjih rabimo za dimenzioniranje stremen samo enačbi (1, 651) in (1, 652), ki veljata v večini primerov tudi za spremenljivo višino nosilca. Vend然 je treba pripomniti, da navedena obrazca upoštavata pri stremeni samo prevzem gl. nateznih napetosti, ni pa upoštovanja še druge funkcije stremen, to je zaščita tlačene cone napram krušenju (sk. 19), kjer imajo stremena podobno funkcijo kot v armaturi stebrov. Iz tega razloga moramo razstoj stremen včasih vzeti tudi manjši kot po omenjenih enačbah. Podrobnejša razpravljanja seveda ne sodijo v okvir te razprave, v splošnem bi priporočil, naj razstoj stremen v primeru, da tlačena cona ni del plošče, ne presega dveh debelin nosilca. (V primeru, da je tlačena cona del plošče, tvori omenjeno zaščito delno tudi armatura plošče in gostota stremen ni tako važna.)

2. Nosilci, pri katerih črta totalnih momentov ni momentna črta

(Statični proračun nosilca izvršen po metodi vplivnic)

A. Ugotovitev poševnoarmiranih odsekov

Tudi v primeru, da črta totalnih momentov ni momentna črta, moramo ugotovitev poševnoarmiranih od-

sekov obravnavati ločeno za primer nosilca s konstantnim prerezom in za primer nosilca z nekonstantnim prerezom.

a) Nosilec konstantnega prereza

V tem primeru je po enačbi (1, 31) strižna napetost v nevtralni osi $\tau = \frac{\Delta M}{\Delta x} \cdot \frac{1}{z \cdot b_0} \cdot S$ prehodom k limiti $\Delta x \rightarrow \phi$ sledi: $\tau = \frac{dM}{dx} \cdot \frac{1}{z \cdot b_0}$. Ker je $dM/dx = Q$, kjer

je Q prečna sila v obravnavanem prerezu, dobimo končno klasični obrazec:

$$\tau = \frac{Q}{b_0 \cdot z} \quad \dots (2, 10)$$

Iz tega dobimo: $Q = \tau \cdot b_0 \cdot z$, in ker je na meji poševnoarmiranega odseka $\tau = \sigma_{ndp}$ (en. 321), znaša na meji tega odseka prečna sila:

$$Q_0 = \sigma_{ndp} \cdot b_0 \cdot z \quad \dots (2, 11)$$

Nosilec moramo PTP3 poševno armirati v tistih odsekih, kjer je $\sigma_n (= \tau)$ večji od σ_{ndp} , t. j. v odsekih, kjer je Q večji od Q_0 . Če torej v diagramu tot. prečnih sil narišemo vzporednici $Q = +Q_0$ in $Q = -Q_0$, nam presečne točke teh vzporednic z linijo totalnih preč. sil že določajo meje poševnoarmiranih odsekov (sk. 20).

V primeru, da nam ob kaki podpori vzporednica ne seče linije Q_{tot} , pomeni to, da tam poševna armatura ni nujna. Lahko se tudi zgodi, da se levi in desni poševnoarmirani odsek v srednjem delu razpetine prekriva (sk. 21), kar pomeni, da je tam potrebna poševna armatura obeh smeri. Tako armaturo je neugodno izvajati in je v tem primeru bolj priporočljivo povečati prerez nosilca tako, da dobimo ob novem Q_0 oba odseka ločena vsaj z ožjim pasom brez poševne armature.

b) Nosilec z nekonstantnim prerezom

Pri nosilcu z nekonstantnim prerezom moramo izhajati iz osnovne enačbe (1, 20): $\tau = \frac{\Delta Z \cdot 1}{\Delta x \cdot b_0} \cdot S$ prehodom

k limiti $\Delta x \rightarrow \phi$ dobimo: $\tau = \frac{dZ}{dx} \cdot \frac{1}{b}$. Če vstavimo $Z = M/z$,

dobimo $dZ/dx = \frac{dM}{dx} \cdot \frac{1}{z} - M \cdot \frac{1}{z^2} \cdot \frac{dz}{dx}$. Če nadalje

ovedemo $dM/dx = Q$, $z = \eta \cdot h$, sledi ob $dz/dx = \eta \cdot dh/dx = \eta \cdot \tan \delta$ (sk. 2) izraz za strižno napetost v nevtralni osi:

$$\tau = Q/z \cdot b_0 - (M/h) \cdot \tan \delta / z \cdot b_0 \quad \dots (2, 20)$$

Pri tem sta Q in M prečna sila in upog. moment za dani prerez, vrednosti z, b_0 in δ pa oblikovni podatki tega prereza.

Sedaj definiramo zaradi lažjega izvajanja »reducirano prečno silo« Q'_c po enačbi: $Q'_c = \tau \cdot b_{oc} \cdot z_c$ $\dots (2, 210)$

nakar dobimo po en. (2, 20) z uporabo aproksimacije $z_c/z \doteq h_c/h$ končni izraz za reducirano prečno silo v prerezu x

$$Q'_{cx} = [Q_x - (M_x/h_x) \cdot \tan \delta_x] \frac{h_c \cdot b_{ox}}{h_x \cdot b_{ox}} \quad \dots (2, 211)$$

Pri tem so Q'_{cx} , Q_x , M_x , h_x , δ_x in b_{ox} vrednote za dani prerez x, h_c in b_{oc} pa vrednote za poljubno izbrani prerez $x = c$.

Glede na to, da je na meji poševnoarmiranega odseka $\tau = \sigma_{ndp}$ (en. 1, 321), dobimo tam red. prečno silo (po en. 2, 210):

$$Q'_{co} = \sigma_{ndp} \cdot b_{oc} \cdot z_c \quad \dots (2, 22)$$

Ker je potrebno nosilec armirati s poševno armaturo povsod tam, kjer je $\sigma_n (= \tau)$ večji od σ_{ndp} , sledi iz primerjave enačb (2, 210) in (2, 22), da moramo to napraviti povsod tam, kjer je $Q'_c > Q'_{co}$ pri čemer je vrednost Q'_c definirana za pozamezni prerez x po enačbi (2, 211).

Poševnoarmirane odseke dobimo torej potem podobno kot pri nosilcu konstantnega prereza, tako da v diagramu reduciranih prečnih sil Q'_{ex} (po en. 2, 211) nanesemo še dve vzporednici $Q'_c = \pm Q'_{co}$ (sk. 22). Kjer je $(Q'_{ex}) > Q'_{co}$ je $\sigma_n \geq \sigma_{ndp}$ in potrebujemo poševno armaturo.

V ostalem veljajo iste pripombe kot za nosilec konstantnega prereza, ostane le še vprašanje, kako hitro določiti linijo Q'_{ex} . Tu je najbolje, da razdelimo izvajanje v dva dela:

1.) določimo vrednosti $Q'_x = Q_x - (M_x/h_x) \cdot \operatorname{tg} \delta_x$, ki jih dobimo s konstrukcijo in izvrednotenjem vplivnic za vrednoto Q'_x (nadomestna preč. sila). Te vplivnice se stavimo iz vplivnic za momente in prečne sile po obrazcu:

$$y_m(Q'_x) = y_m(Q_x) - \frac{\operatorname{tg} \delta_x}{h_x} \cdot y_m(M_x) \quad \dots (2, 23)$$

kjer pomeni splošno $y_m(C_x)$ ordinato vplivnice na mestu »m« za vrednoto »C« na mestu »x«. Pri tem je kvocient $\operatorname{tg} \delta_x / h_x$ za konstrukcijo posamezne vplivnice konstanta.

2.) Določimo končne vrednosti Q'_{ex} iz vrednosti Q'_x po enačbi:

$$Q'_{ex} = Q'_x \cdot \frac{h_c \cdot b_{oc}}{h_x \cdot b_{ox}} \quad \dots (2, 24)$$

Kakor je razvidno, je v primeru nekonstantnega prereza izvajanje precej zamudno zaradi konstruiranja posebnih vplivnic k točki 1.

V praksi si lahko olajšamo delo tako, da izvrednotimo vplivnico na Q pri najneugodnejšem položaju obteže za iznos Q, in nato še vplivnico za M pri istem položaju obteže, nato pa izračunamo reducirano prečno silo po en. (2, 211). S tem sicer odpade konstruiranje posebnih vplivnic, zato pa ni nobenega jamstva, da je položaj obteže, najneugodnejši za iznos Q_x , hkrati tudi položaj za najneugodnejši iznos vrednosti Q'_{ex} .

Še bolj si poenostavimo delo, če člen $(M_x/h_x) \cdot \operatorname{tg} \delta$ v en. (2, 211) sploh ne upoštevamo, kar pa bi bilo umestno le pri zelo mahnih kotih δ in pri manj važnih konstrukcijah.

Theoretično neoporečen je le način s konstrukcijo vplivnic za Q'_{ex} , ki ga pa moramo izvesti pri vsaki metodi (torej ne samo pri tej), če hočemo dobiti pravilne rezultate.

Le v primeru, da je višina nosilca konstantna (izpreminja se samo širina), nam drugi člen v en. (2, 23) odpade ($\operatorname{tg} \delta_x = \phi$), in dobimo neoporečne rezultate brez konstrukcije posebnih vplivnic.

Po drugi strani nastopi poenostavitev tudi v primeru, da je širina nosilca konstantna (izpreminja se samo višina), ko je $b_{oc}/b_{ox} = 1$ in se v toliko poenostavita enačbi (2, 211) in (2, 24).

B. Dimenzioniranje poševne armature

Poševno armaturo dimenzioniramo po istih načelih kot v poglavju 1 (podpogl. B), tako da velja, če ne predpostavimo sodelovanja stremen, spet enačba (1, 50): $\Delta f_p = D/\sigma_{dap}$. Nadalje ostane v veljavni nastavek $D = \sigma_n \cdot \Delta x \cdot b_o$, kjer je $b_o \equiv b_{ox}$, $\Delta x = \Delta x/\sqrt{2} = \Delta x \cdot \cos \beta$ in $\sigma_n = \tau$. Za strižno napetost v neutralni

osi τ vstavimo vrednost, ki jo dobimo iz en. (2, 210), tako da velja pri nekonstantnem prerezu nosilca: $\tau = Q'_c/b_{oc} \cdot z_c$. (Za konstantni prerez velja podobno po en. (2, 10): $\tau = Q/b_0 \cdot z$, vendar v nadaljnjem obravnavam samo nosilec z nekonst. prerezom. Vsa izvajanja veljajo namreč tudi za konst. prerez s poenostavljivo $Q_c = Q$, $b_{oc} = b_o$, $z_c = z$.)

Potem dobimo:

$$\Delta f_p = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot Q'_c \cdot \frac{b_{ox}}{b_{oc}} \cdot \frac{\Delta x}{z_c \cdot \sigma_{adp}} \cdot \frac{1}{\cos \beta} \quad \dots (2, 300)$$

Podobno kot v prejšnjem poglavju lahko pri malih kotih β ($\beta < 10^\circ$) postavimo $1/\cos \beta \doteq 1$, nadalje uvedemo pojem »idealne prečne sile po definiciji

$$Q''_c = Q'_c \cdot \frac{b_{ox}}{b_{oc}} \quad \dots (2, 301)$$

$$\text{nakar dobimo } \Delta f_p = 0,71 \cdot \frac{Q''_c \cdot \Delta x}{z_c \cdot \sigma_{adp}} \quad \dots (2, 303)$$

Prodot $Q''_c \cdot \Delta x$ lahko smatramo za prirasteek »idealnega momenta $M''_c = \int Q''_c \cdot dx$... (2, 304) t. j. $Q''_c \cdot \Delta x = \Delta M''_c$, kjer je $\Delta M''_c$ prirasteek idealnega momenta M''_c na odsek Δx . Potem dobimo:

$$\Delta f_p = 0,71 \cdot \frac{\Delta M''_c}{z_c \cdot \sigma_{adp}} \quad \dots (2, 310)$$

Ker pa je v smislu en. (1, 302) zaradi konstantnosti $z_c = \text{const}$.

$$\Delta M''_c/z_c \cdot \sigma_{ndp} = \Delta f''_{at} \quad \dots (2, 311)$$

kjer je $\Delta f''_{at}$ prirasteek armature pri nosilcu konstantne stat. višine $z = z_c$ ozziroma konstantne stvarne višine $h = h_c$ pri momentni črti M''_c , in sicer na obravnavanem odsek Δx . Potem dobimo končno:

$$\Delta f_p = 0,71 \cdot \Delta f''_{at} \quad \dots (0, 32)$$

Če torej rišemo momentno črto M''_c v merilu totalnih momentov M_{tot} , potem bo momentna vrednost ene palice m_c'' v diagramu M_c'' enaka momentni vrednosti palice istega profila v diagramu M_{tot} , in sicer v prerezu $x = c$, kjer je $z = z_c$. S tem je torej dana momentna vrednost ene palice v diagramu M_c'' , tako da lahko konstruiramo armaturne razdelilnice in tako neposredno ugotovimo vrednosti $\Delta f''_{at}$ za poljubni odsek Δx . (Sk. 23 a, b, c, d, sk. 26).

S tem smo (sk. 26) v izvajanjih spet prišli do istega načina, ki velja za pogl. 1, in dobimo, upoštevajoč sodelovanje stremen, ko prevzame poševna armatura dejle »p«,

$$\Delta f_p = (0,71 p) \cdot \Delta f''_{at} \quad \dots (2, 321)$$

Upoštevamo spet ugodni varianti za $p = 0,9$ in $p = 0,7$, in dobimo spet varianti A in B v obliki obrazcev

Var. A $p = 0,9$	$\Delta f_p = 0,64 \Delta f''_{at} \doteq \frac{2}{3} \cdot \Delta f''_{at}$
------------------	--

... (2, 322)

Var. B $p = 0,7$	$\Delta f_p = 0,50 \Delta f''_{at} = \frac{1}{2} \cdot \Delta f''_{at}$
------------------	---

... (2, 323)

Enačbi sta sicer izvedeni za male kote β , vendar ostaneta kot v poglavju 1 v veljavni tudi pri večjih kotih β , ker bomo analogno, kot v pogl. 1, tudi tu v ta namen primerno ojačiti stremensko armaturo.

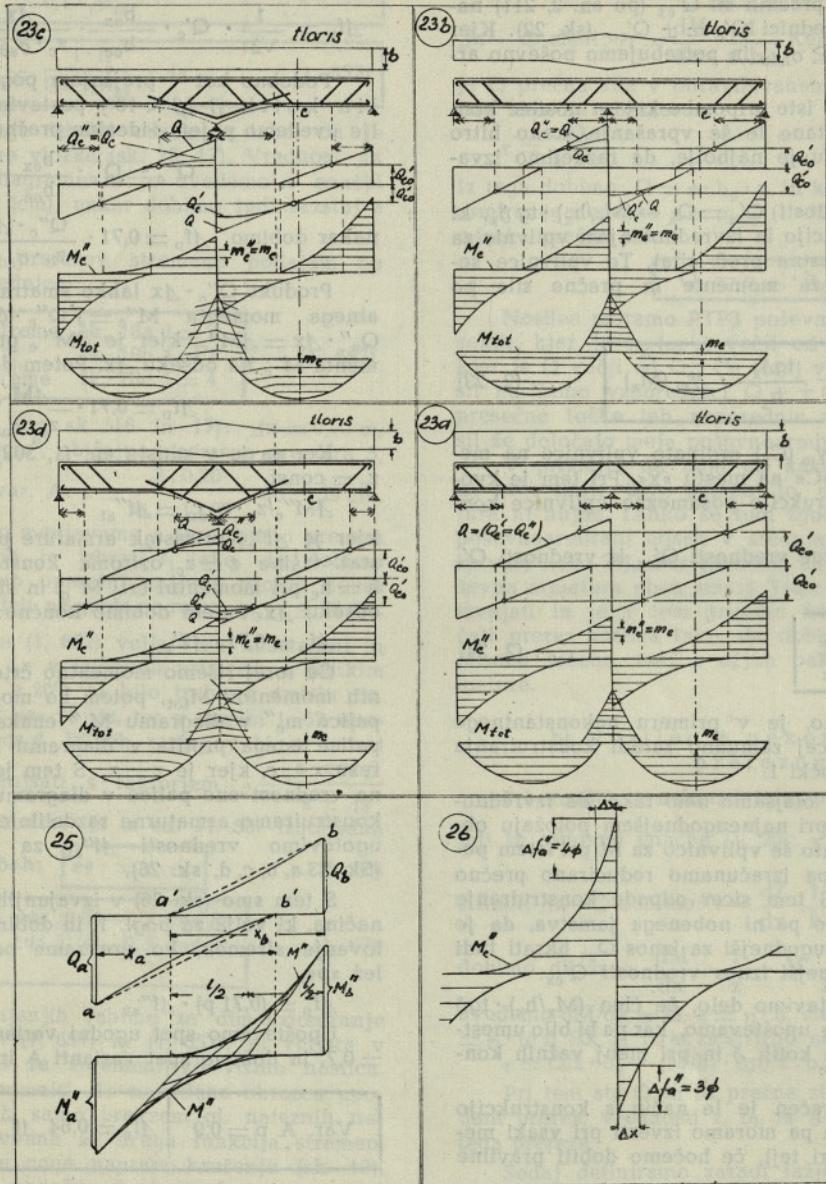
Praktične pripombe:

Veljajo vsa navodila, navedena že v poglavju 1, z razliko, da Δf ne črpamo iz linije totalnih momentov M_{tot} , ampak iz linije idealnih momentov M''_c . Linijo M''_c konstruiramo tako, da po sk. 24 ploščine $F''_{ex} = M''_{ex}$ iz diagrama Q''_c nanašamo sekundarno v diagram M''_c . Ker

abscise v diagramu Q''_c merimo v metrih, ordinate pa v kilogramih (prečne sile Q''_c) dobimo ploščine F''_{cx} v kgm in jih v smislu zgornjega podamo v merilu, ki velja za M_{tot} . Tako torej dobimo hitro integral M''_c po enačbi (2, 304), pri čemer smo integracijsko konstanto, ki ni bistvenega pomena, vzeli tako, da je za točki a' in b' , kjer je Q''_c enak ničli, tudi M''_c enak ničli.

V večini praktičnih primerov pa je širina nosilca v nevtralni osi konstantna, tako, da je potem $Q''_{ex} = Q'_{ex}$ in je po enačbi (2, 33) ugotovljena črta idealnih preč. sil hkrati tudi črta reduciranih prečnih sil.

Pri nosilcu konstantnega prereza je po en. (2, 301) in (2, 210) $Q''_c = Q_{tot}$ in dobimo torej črto



Skice 23, 25, 26

Za konstrukcijo linije M''_c pa moramo še prej ugotoviti linijo idealnih prečnih sil Q''_c po en. (2, 301). Za hitro izvajanje je najugodnejše, da pri tem uporabimo izraz (2, 24) tako da velja:

$$Q''_{ex} = Q'_x \cdot \frac{h_c}{h_x} \quad (2, 33)$$

Iznose Q'_x in Q''_{ex} računamo potem vzporedno po enačbah (2, 24) in (2, 33), s čemer dobimo dve liniji, od katerih je prva (reduc. preč. sile) odločilna za določitev poštevnoarmiranega odseka, druga (ideal. preč. sile) pa za konstrukcijo črte idealnih momentov.

idealnih momentov z integracijo črte prečnih sil ($M''_c = M'' = \int Q_{tot} \cdot dx$). Pri konstrukcijah mostov in žerjavnih prog je linija totalnih prečnih sil (sk. 25) v obeh vejah $a-b$ in $a-b'$ skoro prema. Potem sta veji linije M'' z zadostno natančnostjo parabol s temeni v točkah a' in b' in z maksimalnimi iznosmi ob podporah nosilca: $M''_a = Q_a \cdot x_a/2$ ter $M''_b = Q_b \cdot x_b/2$, kjer sta Q_a in Q_b totalni prečni sili ob podporah, vrednosti x_a in x_b pa dolžini po oznaki v imenovani skici.

Kot zaključek bi lahko pripomnil, da je konstrukcija idealne momentne črte sicer dodaten grafičen postopek, ki pa se popolnoma izplača. Na podlagi idealne momentne črte je namreč omogočeno v smislu na-

vodil v prvem poglavju zelo preprosto variiranje pri projektirajujoči poševne armature in je s tem dana možnost zelo ekonomiske izvedbe pri mali porabi časa.

C. Dimenzioniranje stremen.

Za dimenzioniranje stremen uporabimo iste osnove, kot v poglavju 1. V začetku spet ne predpostavimo sodelovanja poševne armature in dobimo potem po en. (1, 60): $\Delta f_s = V/\sigma_{adp}$, kjer je prav tako kot v poglavju 1: $V = T = \tau \cdot b_0 \cdot \Delta x'$, kjer je $b_0 \equiv b_{ox}$ (zaradi ev. spremenljivosti širine) nadalje $\Delta x' = \Delta x / \cos \beta$. Za stržno napetost v neutr. osi τ vstavim vrednost po enačbi (2, 210), upoštevajoč spet splošni primer nekonstantnega prereza: $\tau = Q'_c / b_{oc} \cdot z_c$. Potem dobimo:

$$\Delta f_s = Q'_c \cdot \frac{b_{ox}}{b_{oc}} \cdot \frac{\Delta x}{z_c \cdot \sigma_{adp}} \cdot \frac{1}{\cos \beta} \quad \dots (2, 400)$$

Podobno kot pri poševni armaturi lahko pri malih kotih β postavimo $1/\cos \beta \doteq 1$, nadalje uvedemo po enačbi (2, 301): $Q''_c = Q'_c \cdot b_{ox}/b_{oc}$, tako da dobimo:

$$\Delta f_s = \frac{Q'_c \cdot \Delta x}{z_c \cdot \sigma_{adp}} \quad \dots (2, 401)$$

Spet uvedemo po en. (2, 304): $M''_c = \int Q''_c \cdot dx$. tako, da je $Q''_c \cdot \Delta x = \Delta M''_c$, nakar dobimo

$$\Delta f_s = \frac{\Delta M''_c}{z_c \cdot \sigma_{adp}} \quad \dots (2, 41)$$

in končno po en. (2, 311) kjer je $\Delta M''_c/z_c \cdot \sigma_{adp} = \Delta f''_{at}$

$$\Delta f_s = \Delta f''_{at} \quad \dots (2, 42)$$

Potrebni prerez stremen Δf_s na odseku Δx je torej enak teoret. prirastku armature $\Delta f''_{at}$ na tem odseku, ki bi pripadla idealnemu momentu M''_c pri višini nosilca $h = h_c$ ($z = z_c$). Ker je linija M''_c podana že pri izvajanjih za poševno armaturo, torej za dimenzioniranje stremen ni potreben noben nov diagram.

Enačba (2, 42) velja za primer brez sodelovanja poševne armature. Pri sodelovanju poševne armature z deležem p velja potem kot pri pogl. 1 delež stremen $s = 1 - p$, nakar dobimo po en. (2, 42):

$$\Delta f_s = s \Delta f''_{at} \quad \dots (2, 421)$$

Enačba je torej analogna en. (1, 62), tako da iz nje neposredno izvajamo potreben prerez stremen za odsek dolžine $\Delta x_1 = 1 \text{ m}$ (po vzorcu en. 1, 63)

$$\Delta f_{s1} = s \cdot \Delta f''_{at} / \Delta x \quad \dots (2, 422)$$

kjer je Δx odsek, na katerem smo odmerili $\Delta f''_{at}$. Končno dobimo v smislu enačbe (1, 65) razstoj stremen:

$$e = \frac{i \cdot f_1}{s \cdot \Delta f''_{at}} \cdot \Delta x \quad \dots (2, 430)$$

pri čemer je f_1 prerez stremenske palice, vrednost »i« pa število aktivnih prerezov posameznega stremena po tab. (1, 653) in sk. 18a, b, c.

Za varianti A in B dobimo potem končno razdaljo stremen e po sledečih obrazcih:

Var. A	$p = 0,9$ $p = 0,1$	$e = \frac{i \cdot f_1}{0,1 \cdot \Delta f''_{at}} \cdot \Delta x$	(2, 431)
--------	------------------------	--	----------

Var. B	$p = 0,7$ $s = 0,3$	$e = \frac{i \cdot f_1}{0,3 \cdot \Delta f''_{at}} \cdot \Delta x$	(2, 432)
--------	------------------------	--	----------

Pri tem je kot v poglavju 1 $\Delta f''_{at}$ prirastek armature po momentnem diagramu M''_c na odseku Δx , ki ga izberemo najprej ob podpori in potem eventualno uporabimo stremena v isti jakosti po celih dolžinah nosilca (sk. 26). Bistvena razlika je le v tem, da upoštevamo pri tem diagram idealnih momentov M''_c , medtem ko smo v prvem poglavju uporabili diagram pravih momentov.

Enačbi (2, 431) in (2, 432) veljata strogo seveda le za $\beta = 0$, t. j. za nosilec s konstantno višino. Praktično pa brez večje napake veljata do vrednosti $\beta \doteq 10^\circ$ ($\delta \doteq 20^\circ$, gl. sk. 2), pri večji spremenljivosti višine pa zmanjšamo razdaljo stremen po enačbi (1, 66), tako da je potreben razstoj stremen potem

$e_p = \varepsilon \cdot e$	(2, 44)
-----------------------------	---------

kjer je e razstoj po enačbah (2, 431) in (2, 432), vrednost ε pa faktor po enačbah (1, 67).

Kakor vidimo, je ta postopek pri dimenzioniranju stremen prav podoben postopku pri dani momentni črti (pogl. 1); seveda veljajo tudi v tem primeru vsa ostala navodila, podana v omenjenem poglavju.

Zaključek

Če pregledamo gornja izvajanja, vidimo, da kljub mestoma dolgim izvajanjem zadostuje za praktično dimenzioniranje poševne armature in stremen le malo število enačb, ki so zaradi preglednosti podane v okvirjih. V konkretnem primeru zadostuje v splošnem uporaba treh do štirih preprostih enačb, tako, da je že iz tega razvidno, da nas postopek hitro privede do praktičnih zaključkov.

V splošnem lahko rečemo, da predstavlja obravnavana metoda v bistvu enoten postopek, ne glede na to, ali gre za nosilec konstantnega prereza ali ne, po drugi strani pa predvsem hitro izvršljiv grafičen postopek z minimumom računskega dela, kar vse bistveno skrajša delo in olajša kontrolo.

Avtor s pridom praktično uporablja obravnavano metodo že več let in jo po tej preizkusni dobi smatra za zrelo, da jo prikaže tehnični javnosti.

Izboljšanje smernih razmer tirnih lokov po metodi črte zakrivljenosti

Izkoličevanje železniških prog po metodi črte zakrivljenosti

Pri izkoličevanju prog razlikujemo dve nalogi. Prva — izkoličevanje novih prog, druga ponovno izkoličevanje od tira že obstoječe proge.

V prvem primeru moramo na karti ali v situacijskem načrtu projektirano progo prenesti na teren. Izkoličenje rabi predvsem za ugotovitev mej, za pridobitev potrebnega zemljišča in za ureditev progovnega teleša (spodnjega ustroja proge). To so pretežno tehnične meritvene naloge.

V drugem primeru, pri izkoličevanju od tira že obstoječe proge pa moramo ustvariti stalne točke, po katerih bo mogoče preložiti gornji ustroj. Ta pretežno tehnična naloga, kako urediti gornji ustroj proge ima le malo skupnega s prvo naložo in sicer to, da poteka tir po planumu obstoječe proge, ki je bil napravljen na podlagi prve nalož zakoličenja proge pri novogradnji.

Sicer pa ti dve nalogi nimata ničesar skupnega. Zaradi tega izvedba teh nalog v splošnem nista v medsebojni odvisnosti in zaradi njunih različnih namenov uporabljamo zanje tudi različne izkoličevalne metode. Prva naloga izkoličevanja novih prog se vrši kakor navadno pri meritvi zemlje trigonometrično.

Bolje je, če pri ponovnem zakoličevanju tira od že obstoječega tira — če hočemo izboljšati njegovo smer, ali zaznamovati tir pri novih progah s stalnimi točkami — delamo po metodi »slike kotov« po Nalenz Hoffer und Schramm-u ali po metodi slike zakrivljenosti po ing. Francu Jiri. Pri obeh teh metodah gre za izkoličevanje nove osi tira od obstoječega tira ali pa od poligona, ki obstoji iz mnogo enako dolgih kratkih stranic. Potelek dela obeh teh metod je v glavnem naslednji: Lok, ki ga hočemo na novo zakoličiti, razdelimo postopoma na enake dele $\Delta l = 10 \text{ m}$ in te dele vidno zaznamujemo z barvno kredo na vratu in progi tirnice na notranji strani levega ali desnega tirnega traku. V celoti je to mnogostranični poligon z enakimi stranicami velikosti $\Delta l = 10 \text{ m}$. Od tega poligona lahko zakoličimo novi lok. Računati moramo, da služi obstoječi tir kot osnovna črta. Strellice merimo načeloma s tetivo dolžine 20 m na omenjenih mestih, t. j. vsakih 10 m.

Če gradimo nove proge, ko tir še ni položen, delamo takole: približno v sredini planuma proge zabijemo kole v enaki razdalji $\Delta l = 10 \text{ m}$. Na koli označimo točko z žebljem ali s

svedrom, nato pa merimo strellice tako kakor prej, t. j. na vsakem koliku s tetivo dolžine 20 m.

Preden začнем obravnavati predmetno metodo bi rad omenil tehnično podlago gornjega ustroja za potek tira, kajti to je stvar ki jo moramo znati pri vsakovrstnem zakoličevanju tirov.

Vsek železniški tir sestoji iz premic in lokov. Lok ima na vsakem mestu določen polmer. Obratno vrednost tega polmera imenujemo stopnjo zakrivljenosti ali kratko »zakrivljenost $\frac{1}{R}$ «.

V premah je zakrivljenost $\frac{1}{R} = 0$ in polmer $\rho = \infty$.

Pri vožnji v loku učinkuje na vozilo razen navpične sile še vodoravna sila, ki poskuša vozilo, tovor in potnike potisniti na zunanjemu stran loka. Tak učinek te vodoravne sile je nezaželen, prvič zato, ker se potuječi neprijetno počutijo, drugič, ker je zaradi nje mogoč stranski premik nakladov (tovora), tretjič ker sila poskuša vozilo prevrniti navzven, četrtyč, ker povzroča neenako obremenitev obeh tirnih trakov. Take neprijetne učinke vodoravne sile zmanjšamo tako, da postavimo vozilo v poševno lego, kar dosežemo s tem, da damo zunanjemu tirnemu traku določeno nadvišenje. Ustrezno

nadvišenje tira in zakrivljenost $\frac{1}{R}$ se spremenjata premočrtno na dolžini prehodne rampe, in sicer od vrednosti $\frac{1}{R} = 0$ v premi do vrednosti

$\frac{1}{R} = \frac{1}{\rho}$ v krožnem loku. En tak del tira s spremenljivo zakrivljenostjo imenujemo prehodni lok.

Lok z neizpremenjenim nadvišenjem ali z isto, neizpremenjeno zakrivljenostjo imenujemo krožni lok.

Prehodni loki naj bodo praviloma ravno tako dolgi kakor prehodne rampe.

Pri zelo velikih polmerih lahko opustimo nadvišenje in prehodni lok.

Polmere od 100 do 1000 m zaokrožimo na vsak meter; polmere od 1.000 do 10.000 m smemo zaokrožiti na 10 m. Loke s polmerom preko 10.000 m pa na 100 m. Zaradi tega zadostuje pri izračunavanju polmerov točnost računskega ravnila.

Dovoljene hitrosti in zahtevane dolžine prehodnih lokov, kakor tudi

vrednosti nadvišenja so razvidne iz tabel v pravilniku za gornji ustroj železniških prog.

Glavna podlaga za izkoličevanje tira po metodi črte zakrivljenosti je merjenje strelci.

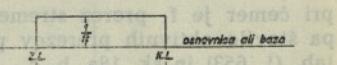
Strelice merimo nad tetivo, ki je dolga $2\Delta l$ in sicer vedno v sredini tretive. Z merjenjem moramo vedno začeti v celiem kilometru ali hektometru. Izhodišče je vedno km ali hm kamen. Dele loka Δl merimo z jeklenim merilnim trakom. Če je med istosmernimi ali nasprotnimi loki krajsa medprema, moramo meriti strelice po istem tirnem traku nepretrgoma od prvega loka skozi premo in drugi lok, ali skozi več lokov nepretrgoma do daljše medpreme. Pri tem moramo cel progovni odsek hkrati obdelati oziraje se na medsebojno odvisnost, tako da kratko premo med istosmernimi loki lahko nadomestimo z medlokem večjega polmera in pri nasprotnih lokih kratko medpremo nadomestimo z daljšimi prehodnimi loki.

Če ni močnega vetra, merimo strelice s posebno žično napravo. Pri močnem vetru pa z optično napravo (Firma Demert u. Pape Hamburg-Altona). Če take optične naprave nimamo, lahko izjemoma merimo z žično napravo uporabljajoč krajšo tetivo.

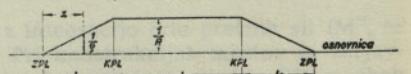
Sedaj se povrnemo k bistvu metode »slike zakrivljenosti«.

Če je krožni lok geometrijsko pravilen in brez prehodnih lokov, je njegova zakrivljenost $\frac{1}{R}$ konstantna; črta zakrivljenosti takega loka je vzporedna z bazo, na katero smo nanašali izmerjene strelice.

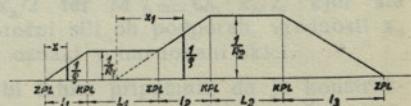
Črta zakrivljenosti krožnega loka
bez prehodnih lokov



Črta zakrivljenosti krožnega loka
s prehodnimi lokmi



Črta zakrivljenosti krožnega loka z vmesno prehodnico in prehodnicami na koncih obeh lokov



Slika 1, 2 in 3

Če ima lok prehodne loke, raste v območju prehodnega loka zakriviljenost premočrno od vrednosti 0 do vrednosti $\frac{1}{R}$. Zato ima črta zakriviljenosti prehodnega loka na začetku ordinat 0 na koncu prehodnega loka pa ordinato, ki ustreza zakriviljenosti krožnega loka $\frac{1}{R}$.

Prehodnega loka na začetku ordinat 0 na koncu prehodnega loka pa ordinato, ki ustreza zakriviljenosti krožnega loka $\frac{1}{R}$.

Izkrivljenosti takega loka ima obliko trapeza (glej sliko št. 2).

Pri košaristem loku imamo loku z enim polmerom, ki prehaja v loku z drugim polmerom z vmesno prehodnico in prehodnicami na koncih obeh krožnih lokov; črta zakriviljenosti takega loka je prikazana na sliki (št. 3).

Črta zakriviljenosti kot podlaga za izboljšanje smeri

Za uvod naj omenim, da imenujemo zakriviljenost oziroma mero zakriviljenosti enega loka izraz $\frac{1}{R}$, in to mero zakriviljenosti vzamemo kot podlago za izboljšanje smernih razmer.

Merjenje strelic nam pokaže neposredni potek zakriviljenosti ali sliko zakriviljenosti v $\frac{s^2}{8}$ kratkem merilu. Vrednost strelice po enačbi $f = \frac{s^2}{8} \cdot \frac{1}{R}$. Pri tetivi $s = 20 \text{ m}$ je $f = \frac{20^2}{8} \cdot \frac{1}{R} = 50 \frac{1}{R}$. Izmerjena stre-

lica je torej 50-kratna zakriviljenost. Izmerjene strelice oziroma vrednosti zakriviljenosti nanesemo kot ordinate k ustreznim abscisam in dobimo sliko zakriviljenosti, ki jo že poznamo. V omenjeno sliko zakriviljenosti vrišemo sedaj naš projekt.

Bistvo te metode je v tem, da na podlagi razlik strelic, ki jih nanašamo v naravni velikosti, določimo smer in spremembo poteka nove črte nasproti poteku obstoječe črte, prvo v sliki zasukanja tangent, drugo v sliki premikov na preprost način, ne da bi pri tem izgubila kaj na natančnosti. Torej je prikazano s prav tako točnostjo, s kakršno so bile izmerjene strelice.

Zakriviljenost lokov v naravi pri obstoječih tirih ne poteka pravilno. Da bomo os novega tira nasproti osi obstoječega tira pravilno določili, moramo take nepravilno potekajoče vrednosti zakriviljenosti loka merit zelo natančno, če le mogoče na $1/2$ milimetra, in jih nato prav tako natančno prenesti na milimeterski papir! Prvo seštevanje diferenc črte zakriviljenosti in drugo seštevanje ordinat slike kotov oziroma slike za-

sukanja tangent vršimo s šestilom tako, da v na novo dobljeni sliki takoj lahko odčitamo za vsako poljubno točko vsoto vseh ordinat do te točke. Jasno je, da pri tem seštevanju, ko pri vsakem grafičnem seštevanju, posamezne vsote nanašamo premaknjene od merjene ordinatne polovice delitve, to je za velikost

$$\frac{\Delta I}{2} \text{ v smeri kilometraže.}$$

Za osnovo metodi črte zakriviljenosti vzamemo poenostavljen enačbo zakriviljenosti $\frac{1}{\rho} = \frac{d^2 y}{d x^2}$, ki jo dobimo tako, da predpostavimo, da je enak 1 imenovalec v splošni enačbi

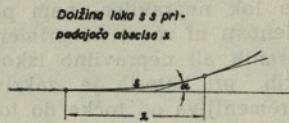
$$\text{zakriviljenosti } \frac{1}{\rho} = \frac{\frac{d^2 y}{d x^2}}{\left[1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}}$$

$$\text{to je } \left[1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}} = 1.$$

$$\begin{aligned} \text{Predstavimo si } 1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 &= \\ &= \frac{dx^2 + dy^2}{dx^2} = \left(\frac{ds}{dx}\right)^2 \text{ dobimo} \\ &\left[\left(\frac{ds}{dx}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}} = \left(\frac{ds}{dx}\right)^3 = 1. \end{aligned}$$

Poenostavljena zakriviljenost, ki bi bila še uporabljiva, je zakriviljenost, katere imenovalec $\left(\frac{ds}{dx}\right)^3$ se bliža vrednosti 1, to je $\frac{ds}{dx} = 1$.

Napaka, ki bi pri tem nastala je manjša kot razlika med dolžino loka in pripadajočo absciso.



Slika 4

$$\text{Sl. 4. } \operatorname{tg} \alpha = \frac{dy}{dx} \text{ naj ostane po}$$

mogočnosti majhen, po izkušnjah naj bo do maksimum $\operatorname{tg} \alpha = 0,1$ ($\alpha = 6^\circ$)

$$\text{to je vzamemo } \frac{1}{\rho} = \frac{d^2 y}{d x^2}, \frac{dy}{dx} =$$

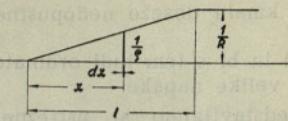
$$= \int \frac{dx}{\rho} = \operatorname{tg} \alpha \leq 0,1; \operatorname{tg} \alpha = \alpha.$$

Prva integracija nam da vrednost kotov, druga integracija nam da velikost ordinat

$$y = f(x); \quad \int dy = \left(\int \frac{dx}{\rho} \right) dx.$$

Predstavimo si to grafično v območju prehodne parabole. Iz razmerja trikotov (glej sliko 5)

Črta zakriviljenosti prehodnega loka



Slika 5

$$\frac{1}{R} : \frac{1}{\rho} = \frac{1}{x} \text{ ali pa } \frac{1}{\rho} = \frac{x}{IR} = \frac{d^2 y}{dx^2}$$

$$\frac{dy}{dx} = \int \frac{x}{IR} dx = \frac{x^2}{2IR} = \varphi \dots (1)$$

$$y = \int \varphi = \int \frac{x^2}{2IR} dx = \frac{x^3}{6IR} \dots (2)$$

To enačbo lahko napišemo v drugi obliki in sicer tako, da pomnožimo števca in imenovalca s $4l^2$ in dobimo

$$y = \frac{x^3}{6RI} \cdot \frac{4l^2}{4l^2} = \frac{4l^2}{24R} \cdot \frac{x^3}{l^3} =$$

$$= 4f' \cdot \left(\frac{x}{l}\right)^3. \text{ Za } x = l \text{ je } y = 4f' = k.$$

Enačba 2 ni nič drugega kot enačba prehodnega loka navadne oblike. Ta enačba ima za osnovo približno vrednost zakriviljenosti

$$\frac{1}{\rho} = \frac{d^2 y}{d x^2}$$

Pri krožnem loku je enačba zakriviljenosti $\frac{1}{\rho} = \frac{1}{R}$ in enačba slike kotov

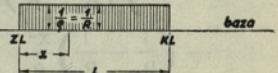
$$\varphi = \int \frac{1}{R} dx = \frac{x}{R}.$$

(Glej sliko 6 a, b in c) in približna enačba ordinat loka

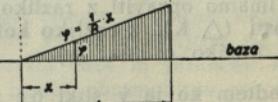
$$y = \int \varphi dx = \int \frac{x}{R} dx = \frac{x^2}{2R} = y$$

je znana približna enačba za krožni lok. Medtem ko se približna enačba za izkoličevanje prehodnih lokov v okviru dopustnih meja v splošnem lahko uporabi, je uporaba te približne metode za izkoličevanje krožnih

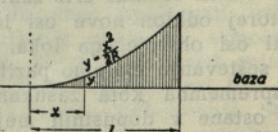
Črta zakriviljenosti krožnega loka



Črta kotov krožnega loka



Črta krožnega loka (približna)



Slika 6a, b in c

lokov iz tangent kot osnovne črte mogoča le v zelo omejeni meji, ker $\frac{dy}{dx}$ kmalu doseže nedopustne vrednosti in bi s tem tudi ordinate pokazale velike napake.

Predstavljajmo si ustreerne slike zakrivljenosti dveh krožnih lokov s polmerom R_1 in R_2 .

(Glej sliko 7 a, b in c)

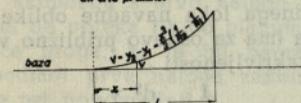
Slika razlik zakrivljenosti dveh krožnih lokov



Slika razlik krov dveh krožnih lokov ali črte zasukanja tangent



Različica ordinat dveh krožnih lokov ali črte premikov



Slika 7a, b in c

Označimo razliko zakrivljenosti dveh krožnih lokov z $\Delta K = \frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1}$

Razliko kotov zasukanja tangent označimo z $\Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1 =$

$$= \int \Delta K dx = \int \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) dx = \\ = \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) x.$$

Razliko ordinat dveh krožnih lokov ali pa premic nasproti obstoječemu tiru označimo z $v = y_2 - y_1 =$

$$= \int \Delta \varphi dx = \int \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) x dx = \\ = \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) \frac{x^2}{2}.$$

Pri tej metodi »slike zakrivljenosti« imamo opraviti z razliko zakrivljenosti (ΔK), z razliko kotov ($\Delta \varphi$) in z razliko ordinat (v).

Medtem ko je v sliki 6c prikazana vsota ordinat nasproti začetni tangenti, je v sliki 7c prikazana le vsota razlik ordinat črte zakrivljenosti, torej odklon nove osi loka nasproti osi obstoječega loka. Pri prvem seštevanju moramo paziti na to, da spremembu kota zasukanja tangent ostane v dopustnih mejah t. j. $v \varphi < 60^\circ$.

Določitev merila premikov in kota zasukanja tangent

Za osnovo vzemimo, da so strelice merjene, kot je že uvodoma omenjeno v sredini tetive dolžine 20 m, to je vsakih 10 m; potem velja za velikost strelice $f = 50 \frac{1}{R}$ in $R = 50 \frac{1}{f}$;

$$\Delta x = 10 \text{ m} \quad \Delta x = \Delta \varphi \cdot R; \quad \text{lok}$$

$$\Delta \varphi = \frac{\Delta x}{R} \quad \Delta \varphi = \frac{g}{\rho} \Delta \varphi = \rho \frac{\Delta x}{R};$$

$$\rho = 206267'' \quad R = \frac{s^2}{8 \Delta f};$$

$$\Delta \varphi = \rho \frac{\Delta x \cdot 8 \Delta f}{s^2} =$$

$$= \frac{206267 \times 1000 \times 8}{2000 \times 2000} \Sigma \Delta f =$$

$$= 412,534'' \Sigma \Delta f \text{ in } \Sigma \Delta f = 1 \text{ cm} =$$

$$= 412,534'' = \Delta \varphi \cdot v = \frac{\Delta x^2 \times 8}{l^2}$$

$$\Sigma \Sigma \Delta f = \frac{1000 \times 1000 \times 8}{2000 \times 2000} \Sigma \Sigma \Delta f =$$

$$= 2 \Sigma \Sigma \Delta f \text{ za } \Sigma \Sigma \Delta f = 1 \text{ cm je } v = 2$$

$$\text{ali } \Sigma \Sigma \Delta f = \frac{v}{2}.$$

Premike dobimo v merilu 1:2.

Merjenje strelice desnega loka našamo nad osnovno črto (bazo), levega pa pod osnovno črto. To je strelice desnega kot pozitivne in levega kot negativne. Pri prvem seštevanju razlik črte zakrivljenosti obstoječega in projektiranega loka pozitivne vrednosti seštevamo, negativne pa sproti odštevamo. Prav tako pri drugem seštevanju ordinat črte zasukanja tangent. Črta premikov nad osnovno črto pomeni premike v levo stran, pod osnovno črto pa premike v desno stran v smeri kilometraže.

Če je lok nepravilen, nam potek zakrivljenosti ni znan, na primer pri deformiranih ali nepravilno izkoličenih lokih, pri katerih je zakrivljenost spremenljiva od točke do točke. Lahko pa vzamemo, da je zakrivljenost na majhnih odsekih konstantna, oziroma lahko predpostavimo, da stoji lok iz malih pravilnih lokov dolžine Δx in raznih zakrivljenosti, od katerih ima vsak lok svojo črto zakrivljenosti. Črta zakrivljenosti se razvije stopničasto. Ker smo predpostavili, da je zakrivljenost posameznih lokov dolžine Δx konstantna, smo zamenjali znak integrala z znakom vsote.

Praktičen postopek bi bil naslednji: izmerjene strelice nanesemo na milimeterski papir v normalni velikosti na istih mestih, kot so bile izmerjene. V sliki zakrivljenosti vrišemo naš projekt tako, da bodo pozitivne in negativne ploskve primerne izenačene, nato izvršimo prvo in drugo seštevanje; če želimo obdržati

pri tem obe priključni premi neizpremenjeni, morata biti izpolnjena dva pogoja. Prvi — kot zasukanja tangent mora biti enak ničli, to je prvo seštevanje diferenc črt zakrivljenosti mora biti na koncu vrednotenja enako ničli. T. j.

$$\Delta \varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \int \Delta K dx = \\ = \int \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) dx = \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) x = \\ = 0 \quad \dots (1)$$

Drugi pogoj — premik na koncu vrednotenja mora biti enak ničli, to je seštevanje ordinat črte zasukanja tangent ali drugo seštevanje na koncu vrednotenja mora biti enako ničli. T. j.

$$v = y_2 - y_1 = \int \Delta \varphi dx = \\ = \int \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) x dx = \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_1} \right) \frac{x^2}{2} = \\ = 0 \quad \dots (2)$$

Kje je še možno uporabljati metodo črte zakrivljenosti

a) Pri spremembah že obstoječega izkoličenja, če hočemo vložiti lokove kretnice, daljše prehodne loke, razmakniti tire ipd. Za izvedbo teh sprememb moramo imeti situacijski načrt. S projektiranjem po opisani metodi hitre dosežemo primerno rešitev in zakoličenje.

b) Za projektiranje izboljšanja smernih razmer na podlagi merjenja strelic in ne na podlagi situacijskega načrta, zlasti za odprto progno, kadar tudi za izboljšanje smeri prehodnih tirov na postajah. Ker pa je merilo situacijskih načrtov razmeroma majhno 1:500 ali 1:250 je tudi natančnost temu primerno zelo majhna.

Zatorej rešitev, najdena po situacijskem načrtu, če je sploh mogoča, nima nobenega pomena. Pač pa dobimo premaknitve tira po metodi črte zakrivljenosti v merilu 1:2. Na podlagi situacijskih načrtov delamo le tedaj, če zahteva izboljšanje smeri v postajah obsežne spremembe kretniških zvez in harf. Toda tudi v tem primeru izvedemo končno vpljavno markacijo prelaznih tirov na podlagi merjenja strelic po metodi črte zakrivljenosti.

Ce izboljšanje smeri na postajah ne zahteva znatnih sprememb na sosednih tirih in na kretniških zvezah, na primer na manjših postajah, ležečih v lokih z majhnim številom tirov, v splošnem ne potrebujemo nobenega situacijskega načrta. Tedaj na podlagi izmerjenih strelic narisana črta zakrivljenosti povsem zadostuje, da določimo in zakoličimo nove izboljšane smeri. Tako najdeno rešitev lahko po potrebi prenesemo na situacijski načrt.

c) Za zakoličenje zveze dveh tirov v loku ali prehodnem loku z lokovimi kretnicami.

d) Pri izdelavi situacijskih načrtov za postaje po opisani metodi na podlagi izmerjenih strelic.

Končno naj še omenim, da je opisana metoda »črte zakriviljenosti« vsestransko uporabljiva. Skoraj ni naloge pri projektirjanju in izboljšanju lokov, pri kateri ne bi mogli z uspehom uporabiti zgoraj opisane metode. Še nekaj besedi o natančnosti opisane metode. Za natančnost te metode so odločilne napake strelic, ki jih vsebujejo tiri sosedne točke in sicer povprečne in največje na-

pake strelic. Po izkušnjah pri že izvedenih izkoličevanjih vem, da znašajo pri skrbnem in natančnem delu dobljene povprečne napake strelic ca. 0.2 cm, največje napake pa ca. 0.80 cm. Take natančnosti s teodolitom ne dosežemo. Možno pa je, da med dvema merjenima točkama na merjeni tirnici nastane tudi večja napaka od navadne, in sicer tedaj, če je na merjeni tirnici na stiku močno koleno in če vmesna točka loka leži v bližini stika. Tudi tedaj največja napaka zelo redko presega vrednost, večjo od 1 cm. Taka napaka v splošnem še ni škodljiva, ker smerno značko pred končnim začaganjem še preizkusimo in ugotovlje-

ne napake strelic lahko popolnoma odpravimo ali vsaj omilimo. Pri tem lahko dosežemo, da znašajo največje napake strelic manj kot 0.5 cm, kar je povsem zadovoljivo tudi za vožnjo vlakov z velikimi hitrostmi.

O praktični uporabi opisane metode sem pripravil potreben material za načrti za izdajo knjige. Nameščena knjiga obravnava vse kar mora znati projektant pri projektiranju in izboljševanju smeri posameznih lokov in pri projektirjanju rekonstrukcij celih progovnih odsekov, kakor tudi pri projektirjanju tirnih zvez dveh tirov v loku in podobno.

Ing. France Dolničar

DK 628.3

Dovoljena obremenitev vodotokov z odplakami

Vsek vodotok ima lastnost, da radi fizikalnih in kemično-biooloških procesov očisti po daljši ali krajši dobi svojo vodo, ki so jo onesnažile vanjo speljane odplake. Ta lastnost, ki jo imenujemo samočistilno sposobnost rečne vode, pa ima precej točno določene meje, ki jih moremo tudi računsko ugotoviti in ki ne smejo biti prekoračene. Če namreč pride to tega, je ogroženo vodno živalstvo in rastlinstvo, voda postane neuporabna za pitje, za kopanje, za napajanje živine in za druge, splošno gospodarske namene. Dokler pa ostaja količina in značaj v vodotok odvajane nesnage pod dovoljeno mejo, jo rečna voda z luhkoto predela (razkroji) in tudi vodno živalstvo in rastlinstvo dobiva z organskimi snovmi odplak obilno hrane. Tako na začetku pa je treba poudariti, da je pri današnji stopnji splošne higiene in življenjskega standarda, pri stalnem porastu industrije z njenimi najraznovrstnejšimi odplakami in končno zaradi stalnega napredka na področju čiščenja odplak, da je zaradi vseh teh okoliščin naloga vodotokov le biološko, ne pa tudi mehanično očiščenje odplak. Slednje mora biti torej opravljeno v umetnih čistilnih napravah pred izpustom odplak v vodotok. Izjema je dovoljena samo za fekalne odplake iz posameznih nepremičnih in manjših naselij, zlasti ob močnih vodotokih; v takih primerih se fekalne odplake, grobo očiščene na grabljah, lahko odvajajo v vodotok (ne pa v zemljo) tudi brez finega mehaničnega očiščevanja. Utemeljeno je to ne le z gospodarskimi razlogi, temveč tudi z dejstvom, da je samočiščenje rečne vode tem uspešnejše, čim bolj sveže so odplake ob izlivu v vodotok. Iz malih in hišnih čistilnih naprav pa navadno

pritekajo odplake v nagnitem stanju, tako da v njih ni več prostega kisika, nasprotno pa vsebujejo žveplodvodik.

Samočiščenje rečne vode se vrši na dva načina, in sicer posredno z redukcijo ali pa neposredno z oksidacijo. Proces redukcije nastaja ob pomankanju kisika in čiščenje tu opravlja anaerobne (gnilobne) bakterije. Ta način čiščenja poznamo pri greznicah in pretočnih gnililičih; v vodotokih ni zaželen, ker traja proces samočiščenja mnogo mesecev in je pozimi prekinjen, ker je pri njem ogroženo akvatično življenje in ker se širi smrad. Nasprotno pa je proces oksidacije, pri katerem sodelujejo aerobne bakterije, mnogo hitrejši, poteka brez smradu in ni nevaren za vodno živalstvo in rastlinstvo. Očiščenje na tehnično stopnjo, to je do končanega procesa karbonizacije organskih snovi je opravljeno v 25 dneh in kakovost rečne vode se pri njem bistveno ne poslabša. Za uspešen potek samočiščenja se ne sme v rečni vodi pojavitati redukcija, temveč izključno samo oksidacija.

Glavno funkcijo pri samočiščenju rečne vode ima torej kisik in vse zadevne presoje se nanašajo na ravnotežje med porabo in sprejemanjem kisika. Če je v rečni vodi stalno zadržana količina kisika, opravi narava vse ostalo sama s pomočjo raznovrstnega živalstva in rastlinstva, predvsem s sodelovanjem bakterij. Namen tega članka ni podrobna obdelava procesa samočiščenja rečne vode, pač pa hoče prikazati način, kako ugotovimo obstoječo obremenjenost in nadaljnjo še dovoljeno obremenitev vodotokov z odplakami.

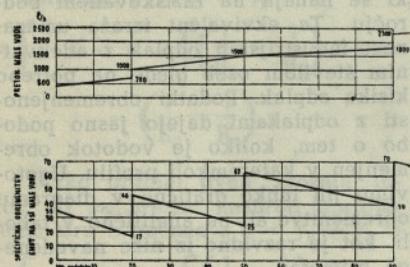
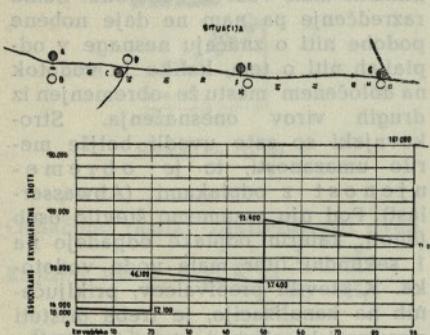
Še pred nekaj leti je bilo za potrebno stopnjo očiščenja odplak pred izpustom v vodotok odločilno njiho-

vo razredčenje ob srednji ali pa minimalni mali vodi v vodotoku. Samo razredčenje pa nam ne daje nobene podobe niti o značaju nesnage v odplakah niti o tem, koliko je vodotok na določenem mestu že obremenjen iz drugih virov onesnaženja. Strokovnjaki so zato uveli boljše merilo umazanosti, to je obremenjenost z odplakami (Abwasserlast). Pod njo razumemo število oseb (enot), katerih odplake odpadejo na 1 sekundni liter male vode vodotoka. K številu prebivalcev, priključenih na kanalizacijo, je treba prištet populacijski ekvivalent za industrijo, ki se nahaja na raziskovanem področju. Ta ekvivalent izraža umazanost industrijskih odplak z adekvatnim številom oseb glede na potrebo kisika odplak. Podatki obremenjenosti z odplakami dajejo jasno podobo o tem, koliko je vodotok obremenjen v kateremkoli profilu. Ugotovimo jih lahko grafično v diagramu obremenitve ali pa analitično v tabeli, kot je razvidno iz niže navedenega primera.

Najprej si v primerenem merilu narišemo situacijo raziskovanega vodotoka z lego naselij in industriji. Knejri rishemo diagrame: v prvega vnašamo ekvivalentno število oseb (enot) za vsak upoštevan profil vodotoka; v drugega rišemo pretočne količine male vode v 1/s; v tretjega pa količnik števila enot in pretočne količine, ki izraža obremenitev za vsak upoštevan profil. Na podoben način ravnamo tudi pri analitični metodi. V vsakem niže ležečem profilu moramo pri številu enot upoštevati ustrezno zmanjšanje glede na samočiščenje vode, ki se izvrši med enim in drugim izlivom odplak; pri tem nam pomaga krivulja samočiščenja. Streeter navaja zmanjšanje potrebe ki-

sika za velike reke pri 20°C ca 21% v 24 urah. Pri manjših in plitvejših vodotokih pa je to zmanjšanje mnogo večje (do 50% in več). Zato upošteva Imhoff v diagramih obremenitve zmanjšanje potrebe kisika povprečno 30% v 24 urah.

Načrt obremenitve nam jasno pokaze, za katere vodotoke oziroma za katere proge zadostuje le mehanično očiščenje odplak pred izpustom v vodotok, kje pa bo treba skrbeti tudi za biološko. Po teoriji o samoočiščenju rečne vode ne sme biti obremenitev vodotoka z odplakami večja kot 30 oseb na 1/l male vode pri 20°C , da ne pade vsebina kisika pod 4 mg/l, kar je spodnja meja za obstoj rib. Pri 25°C je skrajna obremenitev ca 20 oseb na 1/l. Podatki veljajo za srednjeevropske razmere (Nemčija), dočim so v ZDA nižji (10–15 oseb na 1/l), kjer računajo tam z večjo potrebo kisika odplak in višjimi toplotami rečne vode. Za naše kraje nimamo sicer še nobenih podatkov, vendar bi se lahko držali meje 25–30 oseb na 1/l male vode.



Grafični prikaz obremenitve

Da bi bila navodila za izdelavo načrta obremenitve povsem jasna, je prikazan grafično in v tabeli poljubno izbran primer: ob vodotoku z dvema pritokoma ležijo 4 naselja s skupno 25.000 prebivalci in 4 večja industrijska podjetja s skupnim

populacijskim ekvivalentom 169.000 enot. Mala voda, upoštevajoč tudi pritoke, narašča od zgoraj navzdol od 400 do 2300 l/s, pretočna hitrost je 0,60 m/s. Preizkusiti je treba specifično obremenitev vodotoka ob predpostavki, da bodo odplake pred izpustom v vodotok mehanično očiščene, industrijske pa razen tega še neutralizirane.

Rezultati kažejo, da je specifična obremenitev povsod večja kot 25 do 30 enot na 1/l pretoka in da torej

hanično očiščenih odplak, ni je pa mogoče preprečiti. Zato je tem bolj potrebno temeljito očiščenje odplak pred izpustom v vodotok.

Pri sestavljanju načrtov obremenitve se moramo zavedati, da pri tem upoštevamo le zaščito akvatičnega življenja, ne pa tudi zdravstvene zaščite ljudi. Tam, kjer je rečna voda namenjena za ljudsko vodno preskrbo in za javna kopališča, je zato treba delati tudi bakteriološke analize in odplake pred izpustom v vodotok po

Tabela računa obremenitve:

V m/s km/dan	Mala voda 1/s	Označba	Enote	Σ enot	Profil	Poprava obremenitve	a) zgor. obrem. b) prirastek skupaj	Specif. obremen. enot na 1/l/s
0,60 52	400	nas. A ind. B	5000 9000	14000	0	—	a) —— b) 14.000	35
	700					%	14.000	
	1000	nas. C ind. D	4000 30000	34000	20	86,7 od 14000	a) 12.100 b) 34.000	17
	1500	nas. E ind. F	6000 50000	56000	30	81,0 od 46100	46.100	46
	1800						37.400 56.000	25
	2300	nas. G ind. H	10000 80000	90000	40	76,0 od 93400	93.400	62
							a) 71.000 b) 90.00	39
							161.000	70

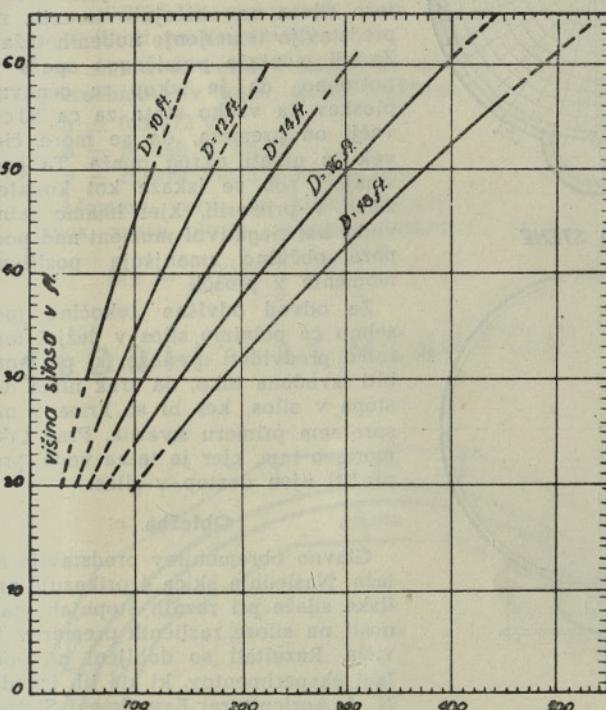
ne zadostuje zgolj mehanično čiščenje. Tam, kjer leži na dnu korita vodotoka organsko blato, je obremenitev poleti še večja, ker pri višji temperaturi gnijoče blato vzvalovi in poleg odplak tudi samo troši kisik iz rečne vode. Ta potrošnja je lahko tudi dvakrat večja kot potrošnja me-

potrebi klorirati. Vodotoki se v sanitarnem pogledu delijo v kategorije in za vsako je predpisana ustrezna stopnja čistoče. Pri nas pripravljajo glede tega zelo stroge predpise, ki pa še niso v veljavi. V naslednji tabeli je podana kategorizacija vodotokov po ameriških predlogih.

Kat.	Uporaba vodotoka	Mejne vrednosti lastnosti male vode	Potrebna stopnja čiščenja odplak	Zasilni ukrepi ob nevarnosti
I	Za vodno preskrbo ljudi	B. coli 10/ccm, če se voda čisti na dobrih peščenih filterih in klorira. Kloridi 250 mg/l	Mehansko in biološko s kloriranjem. Zboljšanje okusa (odstranitev fenolov ipd.)	Klor in aktivno oglje v vodarnah
II	Za javna kopališča	B. coli 10/ccm. Brez vidnih odpadnih, zlasti fekalnih snovi	Mehansko in biološko s kloriranjem	Kloriranje
III	Za ribarstvo	Vsebina kisika 4 mg/l, BPK = 5 mg/l	Mehansko in po potrebi biološko	Aeracija ali dovod čiste vode
IV	Za navadne tehnične namene in za namakanje zemljišč	Brez smradu	Mehansko	Kloriranje ali nitritifikacija

O projektiranju in gradnji silosov za kislo krmo

Pri nas običajno računamo na 1 živalsko enoto $4\text{--}5 \text{ m}^3$ silosnega prostora. Pri nizkih celičnih silosih, kjer je možno krmo zaradi majhne višine le malo stisniti, ta račun do neke mere ustreza, dočim so pri stolpnih silosih razmere drugačne. Naslednji diagram kaže kapacitete silosov različnih premerov pri različnih višinah, ki so jih ugotovili eksperimentalno v ZDA in sicer N. J. Agricultural Experiment Station in U. S. Dept. of Agriculture.



Polne krivulje predstavljajo eksperimentalne vrednosti kapacitete silosa v črtkane linije so ekstrapolacije

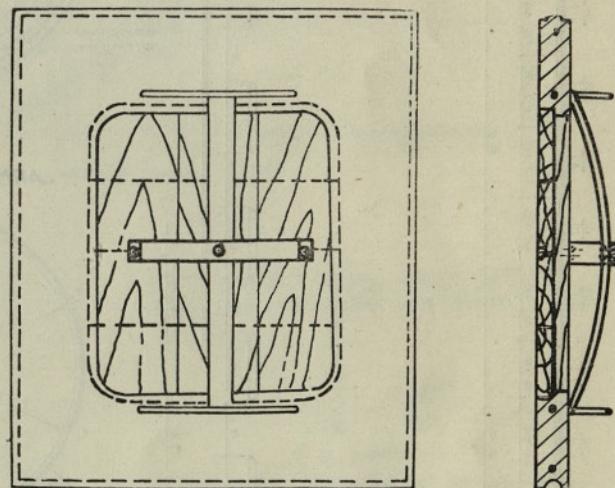
Skica 1 (diagram 1)

Iz diagrama je razvidno, da kapaciteta silosa ne narašča linearno s povečanjem višine, ampak hitreje. N. pr. silos premera 18 ft ($\cong 5.5 \text{ m}$) in višine 20 ft ($\cong 6.1 \text{ m}$) vsebuje 100 ton silaže, če povečamo višino trikrat, pa se njegova kapaciteta poveča skoraj za petkratno vrednost, to je na 500 ton. Višino lahko zvišujemo seveda le do določene meje, ker moramo računati s praktičnimi možnostmi polnjenja silosov, kar določa zmogljivost elevatorja, ki ga imamo na razpolago. Ekonomičnost visokih silosov proti nizkim pa je očitna. Razen tega je tudi kvaliteta krme iz visokih silosov boljša kot pa iz nizkih.

Konstrukcijske zahteve

Osnovna gospodarska zahteva je, da zgradimo z minimalnimi stroški silos z maksimalno možno kapaciteto. Konstrukcija mora biti zrakotesna, z gladko notranjo površino brez oglov in kakršnihkoli zožitev, ki bi mogle ovirati stlačenje krme ter povzročiti »zračne žepce«, ki bi krmo pokvarili. Maksimalni prerez silosa je podan z minimalno višino krme (ca 5 cm), ki jo moramo porabiti dnevno.

Vrata za praznjnenje silosa moramo razporediti tako, da lahko silos neovirano izpraznjujemo. Vertikalna razdalja med osmi vrat naj znaša ca 1.5 m. Vrata morajo biti zrakotesna (glej detalj skice 2) ter so lahko lesena ali armiranobetonska. Za naše razmere so primerna hrastova vrata, ki jih izdelamo iz dveh plasti desk, in sicer položimo eno lego pravokotno na drugo, vmes pa vstavimo strešno lepenko, premazano z bitumenom kot izolacijo proti dostopu zraka v silos. Nameščena morajo biti



Skica 2

tako, da jih silaža stiska, prehod od stene silosa na vrata in nazaj na silosovo steno pa mora biti gladek in kontinuiren. (Tvornica valja ne sme biti prekinjena — glej skico 2.) Mechanizem za pritrdiritev vrat namestimo na zunani strani, tako da je vedno dostopen.

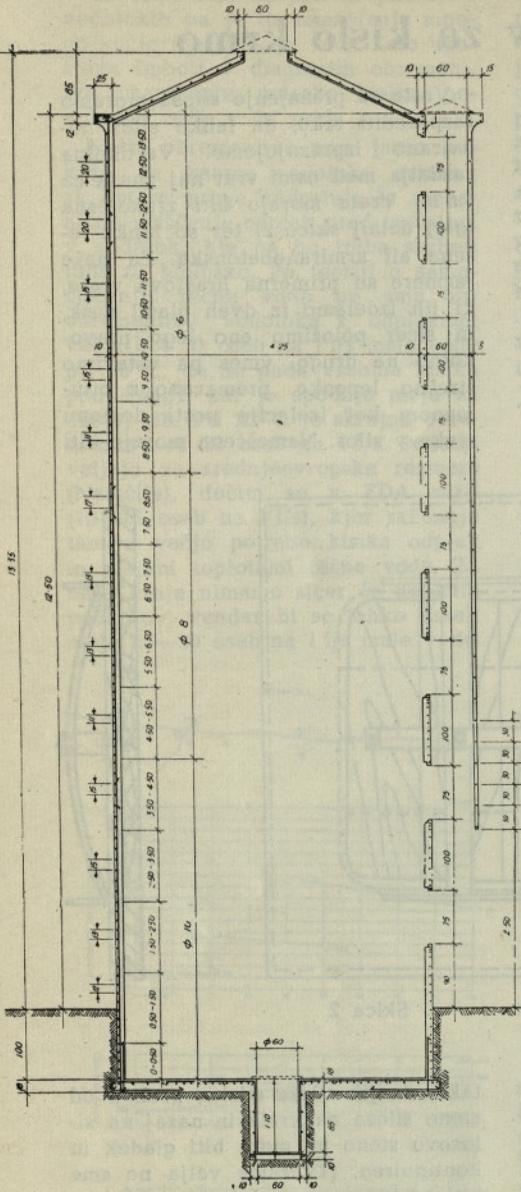
V strehi predvidimo odprtino, v katero namestimo med polnjenjem elevatorjevo cev. Pred vrati naredimo jašek takšnega prereza, da se v njem lahko človek neovirano giblje. V tem jašku namestimo tudi lestev ali montažno žezezo za dohod v silos. Ta jašek služi kot vodilo za krmo, ki naj pada direktno na voziček, ter zato, da močnejši veter krme ne more odnašati.

Običajno vzamemo krožni horizontalni presek, ker ima krog izmed vseh likov pri dani ploščini najmanjši obseg. Iz tega sledi, da je prostornina betona minimalna. Razen tega je valj mnogo bolj odporen proti vetru kot prizma, kar je važno zlasti na pokrajine z močnim vetrom. Stene naj imajo minimalno debelino, ki jo dopušča ustrezni statični račun. V ZDA gradijo n. pr. manjše montažne silose z debelino sten 2.5" ($\cong 6.4 \text{ centimetri}$).

Streho lahko zgradimo bodisi leseno, pločevinasto ali armirano betonsko stožčasto lupino. Za naše razmere ustreza še najbolj lesen stožec, krit z lepenko. (Mnogo trajnejša je seveda armiranobetonska lupina).

Skica 3 kaže silos, kakršnih je zgrajeno večje število na državnih posestvih in kmetijskih obdelovalnih zadrugah. Zaradi štednje s cementom od 1. 1948 naprej, so strehe izdelane iz lesa in pokrite z dvojno strešno lepenko, premazano z bitumenom.

PREREZ



Relacija med dimenzijsami in kapaciteto

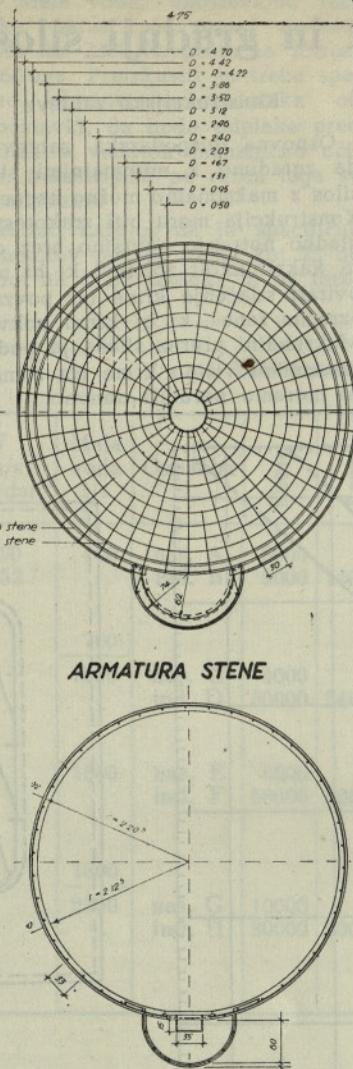
Krivilje na skici 1 so konstruirane na podlagi eksperimentov v ZDA. Iz njih je razvidno, da za celotno težo silaže v silosu ne veljajo običajne geometrijske formule, saj se prostorninska teža silaže spreminja z višino: na vrhu silosa je najmanja, ob dnu pa največja. Potek krivulj pa kaže, da lahko celotno težo silaže izrazimo kot funkcijo premera, višine in vrste silaže. Na podlagi eksperimentalnih vrednosti (skica 1) so izvedli sledečo matematično relacijo v ft, lb sistemu, ki velja za kislo krmo

$$T = \frac{D^2 H^{1.5}}{300}$$

T = teža silaže v tonah (ZDA enota),

D = premer silosa v ft,
 H = višina silosa v ft.

ARMATURA STREHE



belino stene 10—12 cm, pri čemer do-
pustna napetost betona $\sigma \cong 10 \text{ kg/cm}^2$
ni prekoračena, dočim tanjših sten s
pomičnim opažem praktično ne mo-
remo graditi.

Pritisk vetra

Natančnejšo razdelitev pritiska po
obodu cilindra lahko dobimo po DIN
1055 ali pa po francoskih Règles Vent
et Neige (1946). Vendar tak račun
glede na relativno majhno višino si-
losa praktično ni potreben in zad-
šča, da ugotovimo stabilnost prazne-
ga silosa pri najmočnejšem vetrju, pri
čemer moremo vzeti za okrogli silos
sledičo formulo za pritisk vetra, ki
jo predlaga U. S. Weather Bureau,
 $p = 0.0025 V^2$, p = pritisk v lb na
sq ft (funti na kv. čevelj)

v = hitrost vetra v miljah na uro
preračunano v km m sistem dobimo

$$p = 0.00472 V^2$$

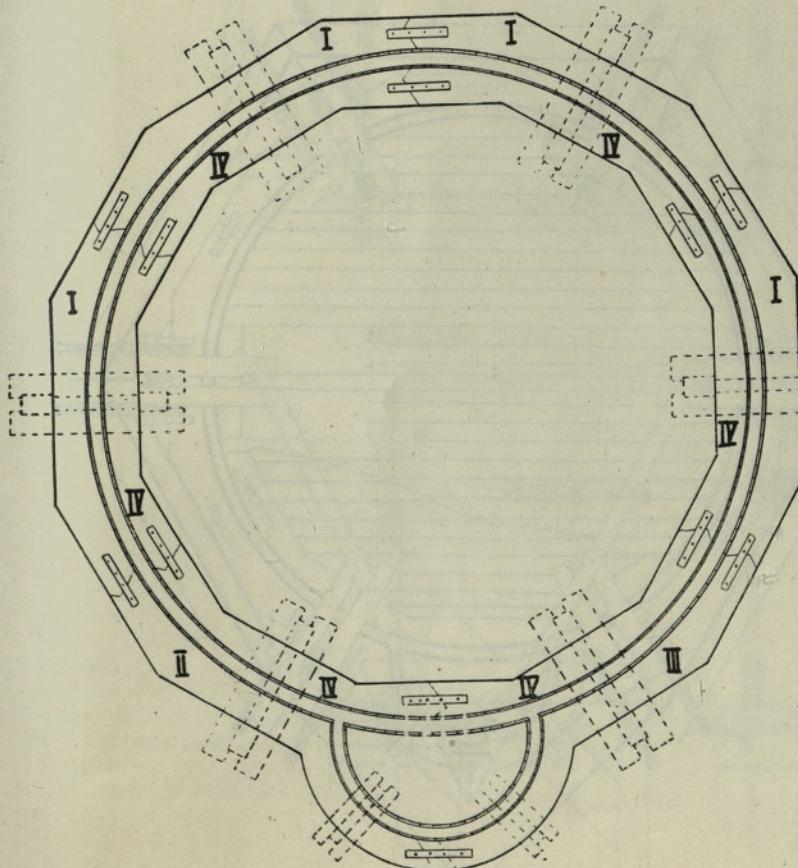
$$p = \text{pritisk v } \text{kg/m}^2$$

$$v = \text{hitrost vetra v km na uro.}$$

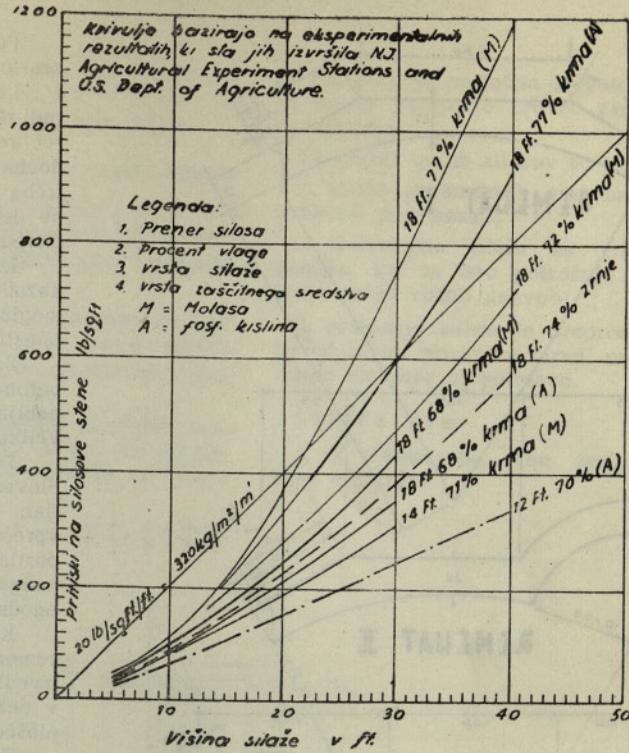
Moment vetra, ki hoče prevrniti
silos, znaša okrog osnovne ploskve

$$Mv = p \cdot DH \cdot \frac{H}{2} = \frac{p DH^2}{2}$$

TLODJS LI MİNATOV



Pomični opaž (skica 5)



Skica 4

Pri praznem silosu deluje nasproti
temu moment lastne teže silosa

$$Ms = G \cdot \frac{D}{2}$$

$$G \cdot \frac{D}{2} > \frac{p DH^2}{2}$$

$$G > p H^2$$

Vzamemo 10 cm stene silosa, hi-
rost vetra 150 km/h

$$G = II D \cdot 0.10 H \cdot 2.500 = 785 DH$$

$$p = 106 \text{ kg/m}^2$$

$$785 DH > 106 H^2$$

$$7.4 D > H$$

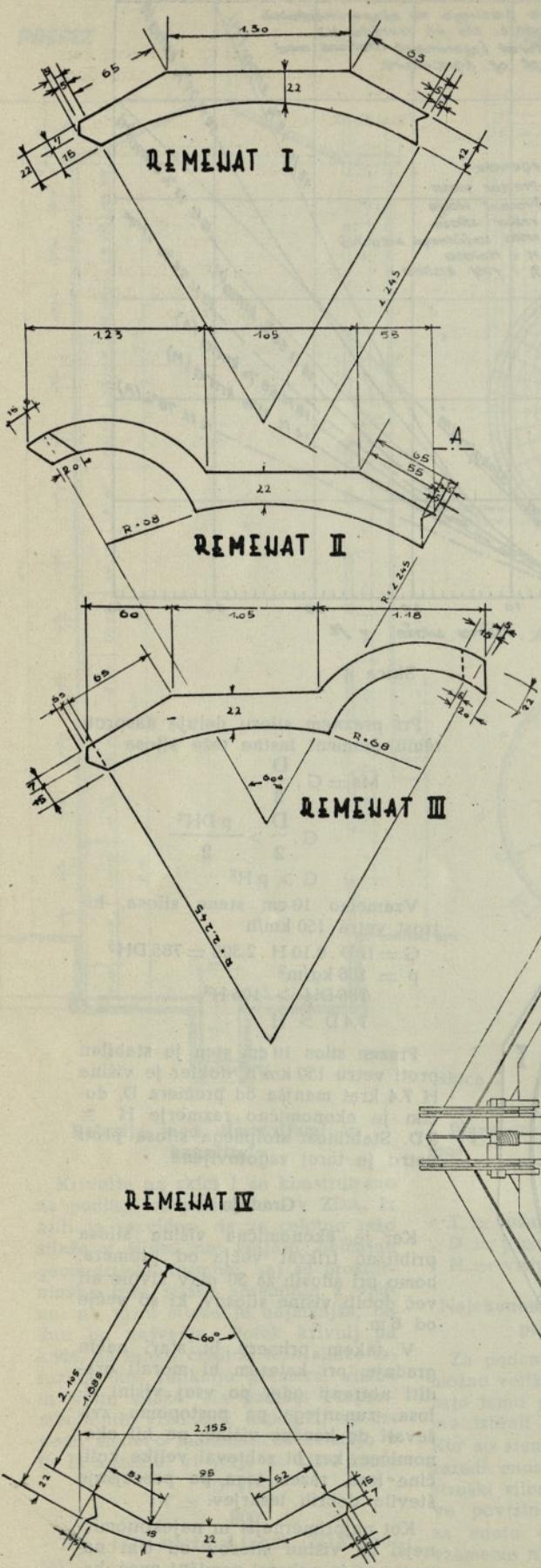
Prazen silos 10 cm sten je stabilen
proti vetrju 150 km/h, dokler je višina
 H 7.4 krat manjša od premera D , do-
čim je ekonomično razmerje $H \cong 3 D$. Stabilnost stolpnega silosa proti
vetru je torej zagotovljena.

Gradnja

Ker je ekonomična višina silosa
približno trikrat večja od premera,
bomo pri silosih za 30 glav živine ali
več dobili višine silosov, ki so večje
od 6 m.

V takem primeru bi stari način
gradnje, pri katerem bi morali gra-
diti notranji oder po vsej višini si-
losa, zunanjega pa postopoma zvi-
ševati do končne višine, ne bil eko-
nomičen, ker bi zahteval velike koli-
čine lesa, razen tega pa precejšnje
število dobrih tesarjev.

Kot najprimernejši in najekonomič-
nejši za višine silosov od 6 m na-
vzgor se je pokazal pomični opaž, ka-
kršnega kaže skica 5.



Postopek betoniranja s pomicnem opažem je bil že večkrat opisan, zato navajam le praktične izkušnje več let.

Lesen opaž zadošča približno za eno gradbeno sezono. Zaradi pogostega transporta iz enega na drugo gradbišče, se namreč remenati toliko deformirajo, da so praktično neuporabni, dočim se deske deloma obrabijo deloma pa skrivijo in jih je treba zaradi tega zamenjati. Najbolje so se obnesle pooblaane deske z vmesnim praznim prostorom 1 do 2 mm, kjer ima odvišna voda možnost odtekanja.

Izdelali smo tudi s pločevino obit lesen opaž, ki pa ni pokazal nobenih prednosti, razen tega tudi odvišna voda ni mogla odtekati. Zaradi tega smo obijanje opaža s pločevino opustili.

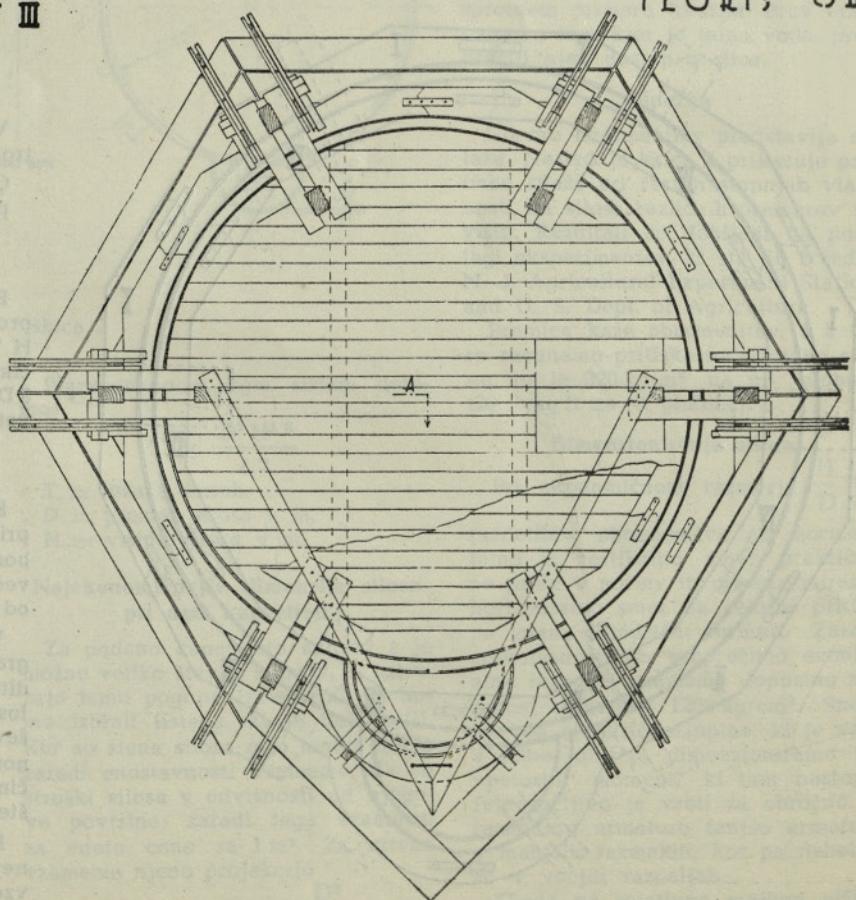
Beton mora biti plastičen, gradnja z zemeljsko vlažnim betonom pri pomicnem opažu ni možna, ker ga je treba dobro nabijati; zaradi tega je namreč sprijemljivost z opažem prevelika in povzroča trganje betona.

Prvi silos za krmo je bil zgrajen s pomicnim opažem v Sloveniji v novembру 1947 leta na državnem posestvu v Jabljah. Od takrat se je število silosov vsako leto večalo. Povprečni dnevni efekt (višina betoniranja) se je pri uporabi portlandskega cementa gibal v mejah 1.50—2.0 m, kar se je pri neugodnih pogojih znižalo tudi do 0.50 m, dočim se je pri zelo ugodnih pogojih povečalo do 2.5 m (v 24 urah).

Kot najugodnejša mešanica betona se je pokazala 350 kg cementa na 1 m³ betona. Hkrati z betoniranjem silosa smo izvedli zunano in notranjo cementno prevleko v mešanici 1:2 v debelini nekoliko mm. Izkop in betoniranje silosa s talno ploščo vred je trajalo 3 do 7 dni.

Za manjše silose (do višine 6.0 m) se je izkazal kot najekonomičnejši zložljiv opaž iz jeklenih plošč, ki imajo v sredini silosa vertikalno vodilo, na katerega se pritrdirjo plošče. Ker moramo plošče pred uporabo namazati z oljem oz. nafto, se cementna prevleka slabo prijema na beton, kar je edina pomankljivost tega opaža.

TLORIS OPAŽA



Detajli pomicnega opaža (skica 5)

Vzdrževanje

Silosna kislina napada beton, zato je priporočljivo izvršiti znotraj silosa bitumenski premaz. Za delavca, ki je to delo opravljal, smo naredili znotraj viseč oder. Po nekaj letih, ko kislina deloma razkroji bitumenski premaz, je potrebno silos najprej temeljito očistiti in potem ponovno premazati. (Poškodovana mesta v cestnini prevleki je seveda potrebno prej popraviti.)

V večini primerov smo naredili leseno streho. Impregniranega lesa ni bilo dobiti, zato smo streho v mnogih primerih le zunaj in znotraj premazali s katranom.

Leseno stožasto streho smo skoraj v vseh primerih pokrili z dvojno lepenko, premazano z bitumenom.

Primerjava velikih in malih silosov

Namesto enega velikega silosa lahko zgradimo 2 ali več manjših silosov.

Veliki silosi imajo proti majhnim sledete prednosti:

1. večjo prostorninsko težo na 1 m³ silosnega prostora, iz česar sledijo manjši investicijski stroški za 1 tono silaže;

2. zavzemajo manjši gradbeni prostor (tloris) na 1 t silaže. Za polnjenje večjih silosov (nekako od višine

6 m naprej) je potreben elevator, ker je ročno polnjenje preveč zamudno in naporno.

Prednosti malih silosov so sledeče:

1. silažo posameznih vrst moremo insilirati posamezno;

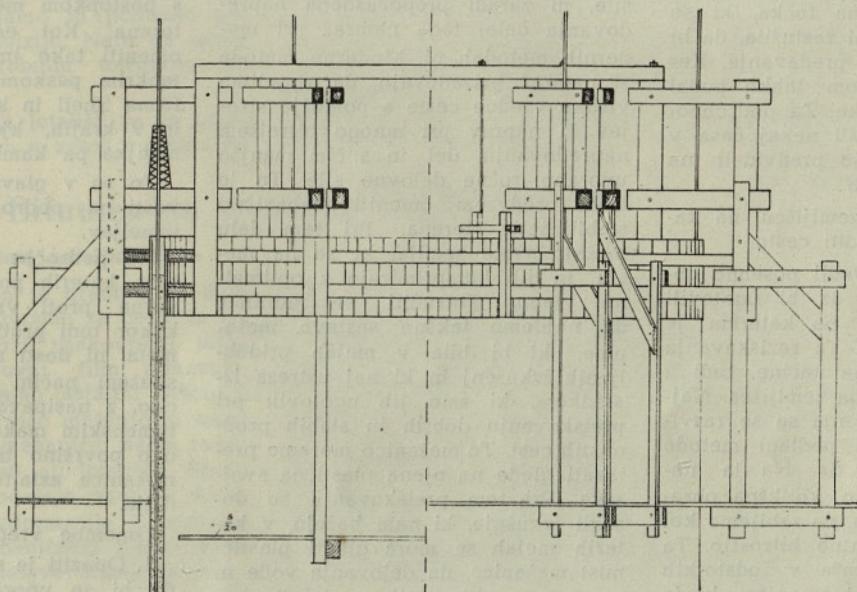
2. pokvarjena silaža na vrhu je manjša, ker za isto potrošnjo porabimo večjo višino dnevno;

3. polnjenje silosa je preprostejše, ker v večini primerov zaradi majhne višine elevator ni potreben.

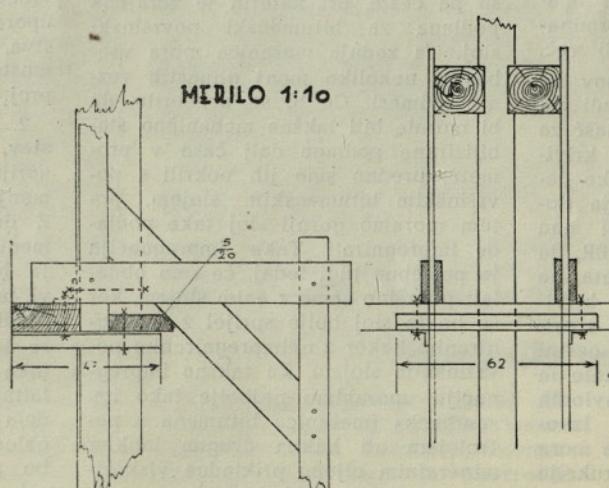
Literatura:

A. P. Pemington: The design of Silos for grass.

REZ A-A D O G L E D



MERILO 1:25



Detajli pomicnega opaža (skica 5)

Moderna gradnja cest in letališč

G. ing. Greutert, sodelavec firme The Shell Petroleum Company, London, je predaval dne 31. III. 1953 v Jugoslov. sekiji za visoke pregrade v Zagrebu s prikazovanjem zadetnih filmov o moderni gradnji cest in letališč.

»Spoštovani poslušalci! Zelo me veseli, da Vam lahko tukaj podam kratek pregled moderne gradnje cest, kakor se je razvijala med vojno in po vojni, in da Vam prikažem nekaj filmov, ki prikazujejo ta razvoj. V kratkem času, ki mi je na razpolago, Vam lahko podam, žal, samo na kratko naše izkušnje na tem področju. Vsaka posamezna točka, ki se je bomo dotaknili, bi zaslužila, da bi ji posvetili posebno predavanje. Ker pa nimamo časa, bom lahko podal samo končne izsledke. Za podrobnosti bomo morda našli nekaj časa v diskusiji, ki smo jo predvideli na koncu vsakega filma.

Začeli bomo pri zemljišču, na katerem je treba zgraditi cesto.

V Ameriki so izvedli posebno obširna raziskavanja, da bi ugotovili nosilnost zemljišča, na katerem je treba zgraditi cesto. Ta raziskavanja so izvajali na razne načine, tudi z obremenitvijo samega zemljišča. Najobsežnejša raziskavanja so se razvila v Kaliforniji na podlagi metode zabijanja kolov v tla. Na ta način lahko ugotovimo, kolikšna obremenitev je potrebna, da zabijemo kol v zemljo s konstantno hitrostjo. Ta obremenitev se izraža v odstotkih razmerja nasproti obremenitvi, ki je potrebna, da zabijemo kol v dobro komprimirano in konsolidirano cesto. To razmerje imenujemo »Californian bearing ratio« ali kratko CBR in ga izražamo s številkami od 2 do 100. Mastna glinasta zemljišča imajo n. pr. CBR 2–3, a dobra prodnata zemljišča imajo CBR 50 ali več.

Na podlagi številnih poskusov na cestah in letališčih kakor tudi na cestah, ki so bile zgrajene nalašč za izvedbo poskusov, so zgradili krivine, ki nazorno prikazujejo, kako debela mora biti vsa konstrukcija (torej temelj in površinski sloj) nad terenom z že znano številko CBR, da bi mogla prenesti breme prometa, ne da bi bila deformirana. Take krivine so zgradili za lahki promet s pritiskom 2 ton na kolo, za težki cestni promet s pritiskom 6 ton na kolo in za najtežje obremenitve – avionih s 70 tonami pritiska na kolo. Izkušnje v Ameriki so pokazale, da mora biti popolna jakost konstrukcije praktično enaka ne glede na to, ali je površinski 'oj izведен v betonu ali v asfaltu. Če je teren izpo-

stavljen nevarnosti zmrzovanja, je seveda pri obeh načinih gradnje potrebno, da vgradimo material, ki je proti zmrzovanju odporen, i. s. tako globoko, do koder bi moglo prodreti zmrzovanje.

Pripomniti moramo, da so pri polaganju cestnih temeljev skoraj opustili staro in preskušeno metodo vgrajevanja velikega kamenja v cestne temelje; uporabljajo jo le še zelo redko. Čeprav daje ta metoda, če je izdelana iz dobrega kamenja, zelo dobre cestne temelje, so jo kljub temu opustili, v glavnem zaradi tega, ker zahteva preveč ročne delovne sile, in zaradi prepočasnega napredovanja dela; tega namreč pri modernih metodah ni. Moderne metode si namreč prizadavajo, da zgradimo visoko vredne ceste s pomočjo strojev in naprav pri mnogo hitrejšem napredovanju del in s čim manjšo uporabo ročne delovne sile. Tu je treba predvsem omeniti mehanično stabilizacijo terena. Pri tem delu mešajo vrste zemlje, ki so na mestu, in jih komprimirajo z optimalno vlogo. Potruditi se moramo, da najdemo takšno sestavo mešanice, ki bi bila v mejah pridobljenih izkušenj in ki naj ustrezajo izsledkom, ki smo jih ugotovili pri preiskovanju dobrih in slabih prodnastih cest. To mešanico moramo preiskati glede na njena plastična svojstva. Pri tem preiskavanju so dosegli izkušnje, ki nam kažejo, v katerih mejah se mora gibati plastičnost mešanice, da delovanje vode in prometa ne bi razrilo ceste. Predvidena sta dva tipa teh mešanic. Prvi tip predstavlja mehanično stabilizirane prodnate ceste, ki jih takoj predamo prometu, ne da bi jih karkoli nadalje obdelovali, drugi tip so pa ceste, pri katerih je zgrajena podlaga za bitumenski površinski sloj. Ta zadnja mešanica mora vsebovati nekoliko manj glinastih veznih primesi. Če bi se primerilo, da bi morale biti takšne mehanično stabilizirane podlage dalj časa v prometu, predno smo jih pokrili s površinskim bitumenskim slojem, potem moramo gornji sloj take podlage impregnirati. Taka impregnacija je potrebna tudi tedaj, če smo obdelali površino samo z enim slojem, ker se bo ta sloj bolje spriel z impregniranim kakor z neimpregniranim površinskim slojem. Za takšno impregnacijo uporabimo najbolje tako im. »cutback« (mešanica bitumena s petrolejem ali kakim drugim lahkim mineralnim oljem) prikladne viskozite in naglega izhlapevanja.

Emulzije po večini niso prikladne za to delo, ker se bitumen iz njih

izfiltrira in ne prodre dovolj globoko v cesto.

Te impregnacije so se izkazale kot zelo dobre, brez vsake nadaljnje obdelave ali dodatka tudi za odstranjevanje cestnega prahu na cestah z nepremočnim cestnim prometom.

Omeniti moramo tudi razne druge načine stabiliziranja terena, ki jih izvajajo s pomočjo bitumenskih emulzij, »cutback«-a, raznih olj, samih ali z dodatkom cementa, ali cementa z umetnimi smolami. Ekonomski izgledi takega stabiliziranja terena z veznimi sredstvi so pa omejeni in v večini primerov ne morejo tekmovati s postopkom mehanične stabilizacije terena. Kot edino izjemo moram omeniti tako imenovan postopek »z mokrim peskom«, ki ga je razvila firma Shell in ki ga uporablja zelo v krajih, kjer je dovolj peska, manjka pa kamna.

To so v glavnem najvažnejše novosti na področju gradnje cestnih temeljev.

Na področju gradnje bitumenskih cest, katerih površina mora biti odporna proti vremenskim razmeram kakor tudi proti obremenitvam prometa, ni dosti novega. Stari in preskušeni načini obdelave s penetracijo, z nasipavanjem tolčanca, z bitumenskim makadamom, s Shellmayovo površino in z valjanjem vroče mešanice asfalta se izvajajo še nadalje.

Omembe vredno pa je naslednje:

1. Opaziti je splošno težnjo za tem, da bi se uporabljal mehkejši bitumen. Pri površinski obdelavi n. pr. uporabljajo »Spramex 300« namesto, kakor prej, penetracije 200. V največjem obsegu uporabljajo »cutback« namesto čistega bitumena. Celo pri vroče mešanih asfaltnih površinah uporabljajo mehkejša vezna sredstva, običajno penetracijo 80/100, namesto penetracije 40/50, kakor prej.

2. Iznajdba raznih škropilnih sredstev. Znano je, da se bitumen ne sprijemlje dobro s hidrofilnim kamnenjem in da ga voda lahko iztisne. Z dodatkom takšnih sredstev bitumen, s škropljenjem gornjega sloja bitumena pri površinski obdelavi, pred nasipavanjem tolčanca ali po predhodni obdelavi samega kamna, se lahko z uspehom uporablja tudi taka vrsta kamena za gradnjo asfaltnih cest. Kadar izvršujejo asfaltna dela pozno proti zimi, predpisujejo oblasti v mnogih pokrajinalah uporabo takih škropilnih sredstev in to celo pri dobrih vrstah kamna. »Cutback« z dodatkom teh škropilnih sredstev uporabljajo tudi pogosto za

pripravo mešanic, ki morajo dalj časa ležati, sestoji pa iz negretega drobnejšega tolčenca, peska, kamene moke in »cutbacka« nizke viskozitete.

3. Pojavili so se tudi poskusi s **hladnim mešanjem**, ki so pa spet naglo izginili. En postopek pa se je vendarle obnesel in ga zelo uporabljajo v Angliji, Avstriji in Italiji, to je t. i. »Emulsion-Retread« postopek. To je verjetno najcenejši postopek, s pomočjo katerega lahko že obstoječo cesto iz tolčenca na novo profiliramo in napravimo nepropustno. Pri tem postopku razrijemo cesto 4—5 centimetre globoko in preišemo zrnatost izkopanega materiala, nakar mu dodamo nekaj bolj drobnega in bolj debelega tolčenca. Tako pripravljen material profiliramo s strojem, imenovanim »Grader«, poškropimo z emulzijo, zvaljamo in ponovno poškropimo z emulzijo. Nato ga lahko posipamo z drobnim tolčencem in izvaljamo.

4. Pri **gradnji letališč** se je pojavi nov problem v zvezi z avioni na

reaktivni pogon. Vroči plini, ki prihajajo iz plinskih turbin in udarjajo na normalni asfaltni tlak, tega tako omehčajo, da omehčano maso lahko kar preprosto odpihnejo. Niti beton ne more dalj časa prenašati tolikšne toplinske obremenitve, da o asfaltnih regah sploh ne govorimo, kajti te preprosto izginejo. Firma Shell je razvila za ta namen novo asfaltno prevleko, ki lahko prenaša tolikšno toplinsko obremenitev reaktivnih avionov. Tako prevleko napravimo na začetku piste in na stezah za avione. Za glavno progo na pisti je pa še vedno najprikladnejša prevleka iz vročega asfaltnega betona.

5. Največji napredok pa je doživel gradnja asfaltnih cest na področju strojev in aparatov. V Ameriki si še posebno prizadevajo čim bolj mechanizirati gradnjo cest in omejit ročno delo.

Ne bom Vas nadlegoval z naštevanjem vseh teh strojev in njihovih kapacitet. Veliko jih boste videli v drugem, posebno pa v tretjem filmu, ki Vam ga bomo prikazali.

Bitumen na cestah in letališčih

Vroče mešani asfaltni beton

Asfaltni beton je gradivo, ki daje zelo trpežne površine za ceste in letališča in vzdrži vsakovrstni težki promet. Strokovni film prikazuje, kako pripravljamo asfaltni beton v mešalniku za vroče mešanje in kako ga pozneje na mehanični način razsipavamo po cesti ali letališču. Spodnje beležke podajajo vsebino filma in nadaljnje informacije o mešalni napravi, o mehaničnem nasipavanju in o poteku izdelave vrhnje površinske plasti.

Film pričenja s pogledom na glavno cesto, na kateri polagajo končno površinsko plast iz asfaltnega betona. Nato sledi nadaljnje slike o pripravi mešanice vročega asfaltnega betona v polprenosnem mešalniku. Film prikazuje glavne dele mešalnika in pomikanje mešanice skozi te dele. Na koncu naložijo pripravljeno mešanico, ki je pokrita, da se ne ohladi, na kamione in jo prepeljejo na cesto, kjer polagajo asfalt. Vidimo tudi vzorec mešanice, s katerim delajo poskuse v prenosnem laboratoriju, ki se nahaja poleg mešalne naprave. S tem si zagotovijo predpisano pripravljanje mešanice.

Film prikazuje nadalje neke podrobnosti Barber Greene finišerja, t. j. stroja za polaganje asfaltne površine, in sam potek dela pri polaganju asfaltne površine na enem delu ceste. Ob koncu prikaže, kako polagajo podobno asfaltno površino na nekem letališču za pisto, ki služi za promet težkih avionov.

Mešalna naprava

Pri mešalni napravi za vroč mešanje kombinirajo kamen, pesek in bitumen v poljubnem razmerju. Kamen, pesek, apneni prah kot polnilo in bitumen sušijo in grejejo v sūšilnem bobnu, nakar jih dvignejo do vrtljivega rešeta, ki se nahaja na vrhu naprave. Ko jih presejejo, jih spravijo v posebne shrambe v stroju, odkoder jih po potrebi jemljejo, da jih zmešajo v skupnem mešalniku. Za polnilo (apneni prah) imajo poseben elevator in posebne posode ob straneh. Pregreti bitumen dovajajo s pomočjo črpalk v mešalnik.

Določene količine debelo in drobno zrnatega agregata in bitumena vsipljejo v mešalnik pri temperaturi 170°C ter jih mešajo. Določeno količino polnila stehtajo in dodajo med mešanjem agregatu v mešalniku. Na koncu izpraznijo mešanico iz mešalnika na kamione in jo pokrijejo, da se ne bi med prevozom na cesto ohladila.

Od časa do časa odvzamejo vzorce, ki jih analizirajo in primerjajo s predpisano mešanico.

Mešalna naprava, ki jo prikazuje film, je polprenosen »Goodwin« — stroj s kapaciteto 20—25 ton na uro.

Mešanica, ki so jo mešali med filmanjem, je bila tako-le sestavljena:

	▼ % teže :
kamen, granit $\frac{3}{4}$	50.0%
pesek, presejan	35,5
polnilo (apneni prah), presejano	7,5
bitumen, penetracija 40/50	7,0

Mehanični finišer

Mešanico razgrinja Barber-Greene finišer. Glavne sestavine tega stroja so naslednje:

Zajemalka zajema mešanico naravnost iz kamiona. Dve lopatice na dnu zajemalke odvajata mešanico skozi odprtino, ki jo lahko reguliramo, do vijakov za nasipavanje (polži). Ti vijaki se vrtijo in prenašajo mešanico pod šablono in nabijač po vsej širini. Nabijač udarja vertikalno $1/8$ cole in vibrira s 1.200 udarci na minuto, s čimer doseže potrebno stopnjo kompaktnosti mešanice. Določeno debeleline plasti dosežemo z reguliranjem šablone. Šablono lahko tudi grejemo, da s tem preprečimo sprjemanje mešanice na šablono. Finišer ima lastni pogon in se premika na gosenicah s hitrostjo 2.5—14.5 m na minuto, kar je odvisno od sestave mešanice in debeleline polagane plasti.

Polaganje mešanice

Film prikazuje polaganje mešanice v 5 cm debeli plasti na staro betonsko cesto v Essesu, ki je bila že pred 15 leti pripravljena za morebitno poznejše asfaltiranje. Beton je bil tu in tam razpokan in je bil zalit s cementom in tu in tam premazan z asfaltom. Vso cestno površino so nahajko premazali z bitumensko emulzijo in šele na to položili vrhnjo asfaltno plast. Cesta je bila dvakrat širša od finišerjeve delovne širine, ki je znašala 3.3 m. Zato so morali polagati mešanico v finišer za dva hodila. Pri vsakem hodu so odstranili stransko ploščo, tako da je mogel del mešanice izteči. Izteklo mešanico so obdelali na robovih z ročnim delom.

Da bi bila površina ceste bolj hrapava, so pozneje uvaljali granitna zrnca debeleine $3/4$ ", ki so jih poprej namočili v 2—3% bitumenu, pen. 60/80. Ta zrnca so posejali v količini 1 tone na 125 kvadratnih jardov.

Asfaltni beton je prav tako prikladen tudi za letališča. V filmu je videti mešanico za neko pisto, ki so jo pripravili na istem stroju. To mešanico so položili na bitumenski makadam namesto na beton. Zrnci niso posejali, sicer pa je na pisti položena površina ista kakor na cesti.

Popravilo cest v Grčiji

Med drugo svetovno vojno so uničile vojne enote ob povratku večino prometnih zvez. Poznejša malomarnost pri vzdrževanju je povzročila končno imobilizacijo vsega transportnega sistema v deželi.

Leta 1947 je pričelo ameriško ministrstvo za zunanje zadeve na osnovi Zakona 75 obnavljati ceste. Ta dela so bila končana pod Upravo za ekonomsko sodelovanje. Delo so opravljali razni ameriški podjetniki; ceste

je prevzela firma Atkinson Drake Park skupno z ženijskim korpusom ameriške vojske, ki so sodelovali kot posvetovalci.

Od 10.500 km državne cestne mreže je bilo 8000 km za normalna cestna vozila skoro neprehodnih. Popravilo teh cest s krpanjem ni prišlo v poštov. Ceste je bilo treba preorati in na novo zgraditi. 1.800 km cest so proglašili kot bistveno važne za ekonomski namene dežele. 950 km teh cest so obnovili s pomočjo stabilnih naprav za mešanje asfalta (sistem Barber Green), okoli 700 km so obdelali samohodni mešalniki sistema Wood, preostale pa so popravili z ročnim delom. Celoten načrt je bil pozneje nekoliko zmanjšan zaradi gverilskega delovanja; kljub vsemu pa so v enem letu popravili okoli 1500 km cest. Pri izvajjanju del so uporabili v polnem obsegu grško delovno silo. Odprli so šole za izobrazbo delavcev, da bi mogli usposobiti čim več Grkov za upravljanje strojev mnogih tipov, ki so jih uporabljali pri teh popolnoma mehaniziranih delih. Potreben pesek in kamen so dobivali iz lokalnih virov.

Podrobno izvedbo obnove so nekako spremenjali tudi glede lokalnih

potreb. V celoti pa je delo potekalo tako, da so obnovili temelje, položili obojestransko kanalizacijo in nanesli 5–6.5 cm debeli vrhni sloj, ki naj nosi breme prometa, ter ga utrdili s plastjo peska.

Stare ceste so preorali in dodali, kjer je bilo potrebno, novega kamena, da bi zgradili nove temelje potrebne jakosti. Ko so kamen na mehanični način izravnali, so ga utrdili s polivanjem vode in z valjanjem. To so naredili mnogo prej, preden so nanesli sloj za prevzem obtežbe itd. slediči način:

1. **Mešanje na cesti** so izvajali z Wood-ovim mešalnikom, model 36, s kapaciteto 150 ton na uro. Gramoz so dobivali iz rečnih korit in z morske obale. Presejali so ga na debelino 1 cm in manj in posipali v razmerju 0.1 m³ na tekoči meter, da bi dosegli nekako 6.5 cm debelo gornjo plast. Mešali so pri dnevni temperaturi. Vsebina dovoljene vlage je znala največ 3%. Za vezivo so uporabljali M. C. 3 ali M. C. 4, mešano v 4–6% po debelini peska pri temperaturi 66°C.

V tej napravi se siplje cement v mešalnik v količinah, ki so avtoma-

tično določene glede na hitrost Wood-ovega mešalnika, ki se pomika vzdolž ceste in nabira pesek. Mešanico peska odlaga stroj vzdolž ceste. To pšeno mešanico razgrnejo drugi stroji po vsej širini ceste in jo povajajo. Stroj se je pomikal s hitrostjo 3–4–8 m v minut. Na ta način so lahko obnovili v enem dnevu 1.5 km 6 m široke ceste. Delali so s štirimi Wood-ovimi mešalniki.

2. **Stabilno mešanje.** V kamnolomu presejajo nakopani gramoz 2.5 cm in manj ter ga mešajo v velikem mešalniku tipa Barber Greene pri temperaturi 121°C s ca. 5% 80/100 bitumena, enako segretega na 121°C. Mešanico prevažajo na cesto s tvornimi avtomobili. Posipavajo jo po cesti z Barber Green finišerji tako, da znaša debelina vrhnje plasti 5 cm. Mešalnik ima kapaciteto 100 ton na uro. Da bi ekonomično uredili prevoz na razdaljo 20 km, uporabljajo 30 avtomobilov. Brž ko se ta oddaljenost poveča, prestavijo mešalnik v naslednji kamnolom. Na delu je bilo pet Barber Green kombajnov, a vsak je izvršil dnevno 1.5 km 6 m široke ceste.

Ing. Vlado Mušič

DK 373.622.04

Izboljšajmo izobrazbo tehnikov v strokovnih šolah

Danes bolj kakor kdaj koli je žgoč problem, kakšen bodi tehnik s srednjim strokovno izobrazbo. Izkušnje v operativi so nas poučile, da je za teoretično in vzporedno praktično izobrazbo kvalitetnih srednjih tehnikov potreben določen čas, ki terja večletni, sistematični in poglobljeni študij. Minila je doba, ko smo neravnino in neučakano ustvarjali vsakovrstne strokovnjake »čež noč« v različnih zasilnih tečajih; v srednjih strokovnih šolah pa z okrnjeno triletno dobo šolanja in prav tako samo s triletno dobo pripravljalnega šolanja v nižjih gimnazijah. Kvarne posledice tega pospešenega šolanja smo nazadnje le spoznali in jih danes občutimo vsepovsod. Dokaz temu so razna poročila iz operative, dopisi uredništvom naših dnevnikov o pomanjkljivostih v raznih podjetjih, tovarnah, obratih; ti dopisi grajajo slabo upravljanje, slabo gospodarjenje z ljudsko imovino, nepravilno razmerje do dela, nestrokovnost, nediscipliniranost in kot nasledek vsega tega tudi prestopke, ki sodijo celo v kriminal. Vse to so v veliki meri nasledki površne, kratkotrajne in nesistematične splošne in strokovne izobrazbe ter pomanjkljive moralne vzgoje kolektivov, ki upravljajo vsa ta podjetja. Nas mika po-

sebno kakšen bodi današnji srednji tehnični gradbene stroke. Splošno analizo o tem je že podala gradbena operativa LRS na svoji konferenci v letu 1952, ko je ugotovila, da srednji tehnični kadri zadoščajo samo številčno, ne pa po znanju in razmerju do dela. Potrebno je izobraziti in vzgojiti take strokovnjake, kakršne potrebuje organizacija podjetij in njihovo delo. Te splošne ugotovitve so seveda v bistvu pravilne in so objektivni nasledek uvodoma nakazanega površnega povojnega sistema splošnega in strokovnega šolanja, ki se sicer postopoma zboljujejo, a bo, šele po preteklu treh do petih let doseglo normalno predvojno raven. Te ugotovitve operative pa je potrebno še spopolnit z ugotovitvami o naslednjih današnjih pomanjkljivostih srednjih tehnikov: površno obvladjanje enega tujega jezika kot pripomoček za nadaljnje samostojno izobraževanje s pomočjo tujih strokovnih literatur. Tega je kriva neskladnost med poukom tujih jezikov na gimnazijah in med poukom na strokovnih šolah. Praviloma bi se moral namreč pouk tujega jezika na srednji strokovni šoli nadaljevati tam, kjer se je zaključil na gimnaziji. V resnicu pa se pričenja ta pouk na strokovni šoli popolnoma iz

osnove; na republike srednje strokovne šole prihajajo sedaj namreč absolventi iz vseh gimnazij Slovenije, kjer so se učili različnih tujih jezikov. Zato je neogibno potrebno, da na gimnazijah uvedejo bolj koordiniran pouk tujih jezikov, in sicer zategadelj, da bo srednjim strokovnim šolam mogoče nadaljevati s poukom tujih jezikov tam, kjer so na gimnazijah končali, absolventom pa nuditi toliko znanja tujega jezika, da si bo lahko izpopolnjeval svoje strokovno znanje z deli iz tujih literatur, ker nam v domaćem jeziku ni v celoti dostopna. Druga pomanjkljivost je izredno slabo znanje matematike, ki ga dijaki iz gimnazije prinesejo na srednje strokovne šole. Ankete so ugotovile, da manjka nižjim gimnazijam na deželi kvalificiran učni kadar. Tudi to so objektivne težave, ki se le počasi in postopoma odpravljajo. Znanje materinščine, pridobljeno na gimnazijah, posebno v pokrajinh, ki so bile od okupatorjev zaslužene, je tudi še zelo površno. Treba je še danes veliko truda in prepričevanja dijakov, da se resno lotijo učenja svoje materinščine. Dijastro strokovnih šol je do nedavna nasploh mislilo, da je učenje splošno izobraževalnih predmetov in jezikov na strokovnih šolah nepotrebna obremenitev.

tev. Zato nasprost lahko trdimo, da je današnja splošna izobrazba srednjih tehnikov iz objektivnih razlogov plitka in nedognana, ter da jo je treba nenehno izpopolnjevati in jo končno spraviti v sklad s splošno izobrazbo na višjih gimnazijah. Zakaj je to potrebno in kako se da to doseči, bom obravnaval kasneje. Nadaljnji kvarni nasledek skrajšane splošne šolske in strokovne izobrazbe srednjih tehnikov je tudi, da so dosedanji absolventi prišli premladi in nezreli na gradbišče in razna delovna mesta, kjer so prepogosto in prehitro prevzeli vodilne položaje, za katere jim je manjkalo splošne razgledanosti, strokovno praktičnih in življenskih izkušenj. Ne smemo se torej čuditi, če so se le posamezni, zrelejši tehniki uveljavili, ostale pa so nekonstruktivno kritizirali, kajti nikdo ni upošteval objektivnih težav pri povojnem šolanju. Nihče se ni poglobil v problematiko povojnega šolanja srednjih strokovnih kadrov. Vsak operativec je videl pred seboj samo svoje ozko področje dela z dolochenimi nalogami, ki jih je moral in hotel izvršiti z mladimi, srednjimi tehniki. Zahteval je od njih povsem samostojno delo, ni pa pomislil, da lahko šola da samo osnovno določeno teoretično znanje. Pri tem je pozabil, da je treba mlademu tehniku pomagati in ga postopoma uvajati v razne skrivnosti operativnega dela, da postane po preteklu nekaj let dober in uporaben pomočnik inženirja, njegova desna roka v vodstvu gradbišča, pri izdelavi projektov, pri izdelavi proračunov, statičnih računov, obračunov, nadzorovanju gradbenih storitev itd. Šele po preteklu 3–5 let operativnega dela, ko se je srednji tehnik seznanil z vsemi fazami pestrega dela v gradbeništvu, ko je postal tudi po letih zrelejši in razsodnejši, ko se je tudi več ali manj opredelil in pokazal neko specjalno zmožnost, n. pr. za organizacijo in vodstvo srednje velikega gradbišča, samostojno sestavljanje proračunov z analizo cen, kot projektant manjših ali srednje velikih objektov, kot statik za normalne konstrukcije ali kot nadzorni organ investitorja itd., bo večina srednjih tehnikov lahko tudi samostojno in uspešno vodila zgoraj naštete funkcije operativnega dela. Dokaz temu so predvojni absolventi Tehnične srednje šole v Ljubljani, ki so že pred drugo svetovno vojno uspešno vodili samostojna gradbena podjetja, ali pa so v upravno tehnični službi v Ljubljani in v večjih mestih Slovenije vodili samostojne referate, ali se pa kot sodelavci inženirjev uspešno udejstvovali.

Pri razpravljanju o tem, kakšen bodi današnji srednji tehnik, pa ne smemo pozabiti, da se razvojna doba graditve socialističnega gospo-

darstva in socialične miselnosti bistveno loči od kapitalističnega načina gospodarjenja. Od današnjega tehnika upravičeno pričakujemo več, kot je to zahtevalo politično vodstvo stare Jugoslavije. Tehnik stare Jugoslavije z napredno usmerjenostjo ali politično razgledanostjo ni bil zaželen. Zato so bili tudi učni načrti temu primerno prikrojeni. Sicer so vsebovali do neke mere splošno izobraževalne predmete, a so jih dijaki in tudi vzgojitelji šteli za postranske, manj pomembne predmete. Poglavitni poudarek je bil znanje stroke. To naziranje in tako miselnost je obstajala še nekaj let po osvoboditvi med dijaštvom in vzgojitelji na srednjih strokovnih šolah. Potrebno je bilo veliko prepričevanja, dokazovanja in borbe, da ni dovolj samo obvladati stroko, marveč, da je potrebno poznati tudi razvojno teorijo marksizma-leninizma kot osnovo za ideološko izoblikovanje, da je treba poznati politične in gospodarske dogodke v svetu in doma, da je potrebno dobro znati svojo materinsčino in vsaj en tuj jezik, da je potrebno poznati kulturno dogajanje doma in po svetu, skratka, da se je treba temeljito splošno in strokovno izobraziti, kakor je to potrebno za socialističnega srednjega tehnika, ki mora znati opravljati vse strokovne naloge in nastopati tudi kot vzgojitelj, predavatelj in diskutant v sodelovanju z delovnimi kolektivi in ljudstvom. Spočetka dijaki niso verjeli v resnost teh zahtev. Ko pa so na lastni koži občutili posledice, ker smo jih zaradi neuspehov v splošnoizobraževalnih predmetih izključevali od nadaljnega študija, ali da so morali letnike ponavljati ali da so dobivali popravne izpite, se je njihovo razmerje do učenja pričelo izboljševati in lahko trdim, da se je stanje v zadnjih letih že temeljito popravilo.

V zvezi s temi zahtevami in v skladu s sklepi resolucije III. plenuma CK-KPJ, ki zahteva nenehno izboljševanje kvalitete v izobrazbi strokovnjakov, smo od leta 1948 dalje po vsakoletnih izkušnjah popravljali in spopolnjevali naše učne načrte, še prav posebno glede splošnoizobraževalnih predmetov in glede pouka strokovnih predmetov. Tu smo opustili preširoko specializacijo, ker se je v operativi izkazalo za naše razmere bolj primerno, vzugljati in pripravljati na strokovnih šolah splošen tip srednjega tehnika, ki bo uporaben na visokih in nizkih gradnjah. S tako popravljenimi učnimi načrti smo sicer dosegli izdatno zboljšanje in večjo splošno izobrazbo naših tehnikov ter se močno približevali nivoju tega pouka na višjih gimnazijah. Skušali smo tudi skrčiti število učnih ur za strokovne predmete s tem, da smo iz učnih načrtov izločili

vsa poglavja z zastarelo in nebitveno snovjo, vendarle nam pri končni redakciji učnih načrtov ni uspelo znižati skupno število tedenskih učnih ur pod 42. Z leti smo tudi spoznali, da so dijaki preobremenjeni s šolskim delom in da jim primanjkuje časa za vse izvenšolsko delo v LMS, mladinski univerzi, v športnih in kulturnih društvih, za obisk kina in gledaliških predstav; to vse pa je za oblikovanje socialističnega tehnika neogibno potrebno. Kot naravnini nasledek te preobremenitve dijakov na srednjih strokovnih šolah so samo povprečno dobrni učni uspehi. Zato izkazujejo naše šolske statistike zelo pičlo število odličnih ali prav dobrih dijakov. Te uspehe dosežejo navadno samo taki dijaki, ki se posvetijo samo študiju v okviru učnih načrtov, vse ostalo izvenšolsko izobraževalno delo pa zanemarajo.

Po ožjih in širših profesorskih konferencah, ter v šolskem pedagoškem svetu smo ponovno obravnavali to problematiko in iskali možnosti za nadaljnje izboljšanje pouka, ne da bi pri tem dijake še bolj obremenjevali z obveznim šolskim delom. To nam ni uspelo v okviru dosedanjih 42 tedenskih učnih ur, pač pa smo spoznali v zvezi s študijem osnutka univerzitetnega zakona, ki dovoljuje možnost vpisa absolventov srednjih strokovnih šol na univerzo pod posebnimi pogoji, potrebo po spopolnitvi učnega načrta in podaljšanju šolanja na srednjih strokovnih šolah od štirih na pet let. Za osnovo pri študiju tega problema in izdelavi predmetnikov smo si postavili tele pogoje:

1. Tedenska učna obveznost dijakov srednjih strokovnih šol ne sme presegati 36 ur.

2. Splošnoizobraževalnim predmetom (zgodovina in fizika) je treba razširiti sedanji, skoraj enciklopedični učni načrt, da se znanje dijakov srednjih strokovnih šol ne bo več bistveno razločevalo od znanja absolventov višjih gimnazij.

3. V predmetnikih je treba ohraniti pouk moralne vzgoje, ker smo spoznali, da so človekove moralne vrlinne zelo pomembne v gospodarskem življenju. Ne more biti ugovorov zoper uvedbo še ene tedenske ure za telovadbo, saj je prav učencem strokovnih šol zaradi večje šolske obremenitve potrebna tudi večja sprostitev, razen tega pa bo tudi fizične napore v produkciji zmogel samo odporen in prožen človek. Tudi pouk predvojaške vzgoje je potreben kot priprava za službo v naši armadi.

4. Strokovnim predmetom je treba dodeliti vsaj toliko ur, kolikor jih je bilo pred uvedbo novih predmetov.

5. Izboljšati in poglobiti je treba oblike in metode praktičnega pouka med šolskim letom in na obvezni po-

čitniški praksi, razen tam, kjer je ta pouk že danes na zadovoljivi višini.

V povzetku navajamo vse utemeljene razloge, ki govore v prid petletnemu šolanju:

1. V bivsi Jugoslaviji je predmetnik na Tehnični srednji šoli v Ljubljani povprečno obsegal 44 tedenskih ur pouka pri štiriletnem šolanju (televadbe sploh ni bilo na programu, prav tako ne moralne vzgoje in tudi ne predvojaške vzgoje).

Politično vodstvo kapitalistične Jugoslavije sploh ni želelo, da bi se v šolah vzgajali napredno usmerjeni in politično razgledani tehnički. Zato je bil temu primerno prikrojen tudi učni načrt. Sicer so načrti vsebovali tudi splošnoizobraževalne predmete, vendar so jih dijaki in tudi vzgojitelji šteli za postranske — manj pomembne predmete. Nam pa gre za človeka, za mladino, katero hočemo že v šoli pripraviti, da bo zmožna takoj pomagati pri graditvi socialističnega gospodarstva in da bo socialistično zavedna. Da smo uspeli pri 42 tedenskih učnih urah učiti tudi zgoraj navedene predmete, smo morali pri strokovnih predmetih nujno skrčiti število učnih ur, ohraniti pa specializacijo na odsekih, na primer: za visoke in nizke gradnje, ki sta bila v stari Jugoslaviji združena v arhitektonsko-gradbeni odsek.

2. Razbremenitev dijakov od 42 tedenskih ur pouka na največ 36 je nujna. Zaradi pomanjkanja učilnic poteka pouk v dveh izmenah — dop. od 7.—13. ure in pop. od 14.—20. ure zvečer. K poldnevnu delu v šoli moramo dotati vsaj toliko časa za domače priprave, kar pomeni, da so naši učenci zaposleni tudi po 12 astronomskih ur dnevno, in to pri povprečni starosti 16 let. To je bilo krivo, da se je zmanjšala odpornost dijakov, da so njihovi učni uspehi slabši — prav dober ali odličen učni uspeh je skoraj redkost — na drugi strani pa se dijaki izolirajo od našega pestrega družbenega življenja.

3. Uvedba več seminarskega dela in reorganizacija praktičnega pouka

po nadrobno izdelanem načrtu bo poglobila strokovni in praktični študij.

4. Splošna izobrazba se bo poglobila in ne bo več bistveno zaostajala za gimnazijsko. (Fizika in zgodovina).

5. Uvedba petletnega šolanja bo povečala tudi zrelost absolventov, katerih starostna doba bi se dvignila na 19 do 20 let, če upoštevamo, da že dobivamo naraščaj, ki je šel s sedmim letom v osnovno šolo in je končal štiri razrede gimnazije. Izkušnje iz operative nas učijo, da je za dozoritev dobrih srednjih tehnikov potreben tudi določen čas, ki zahteva večletni sistematični in poglobljeni študij.

6. Morebitni ugovori, ki se opirajo na suhe ekonomske račune, češ, da bi to pomenilo večje breme za starše in družbo, niso tehtni. Podaljšanje študija za eno leto je dobro naložena investicija za starše in družbo, ki je še prav posebno utemeljena, če absolvente srednjih strokovnih šol z gimnazijskimi abiturienti primerjamо glede perspektive zaposlitve in višine zasluga. Naš tehnik dobri takoj dobro plačano zaposlitev. Absolvent gimnazije, ki ne gre na univerzo in išče zaposlitev, pa se mora zadovoljiti s plačo običajnega administratorja, ali pa mora žrtvovati vsaj eno leto za primerno specializacijo. Srednje strokovne šole imajo zaključen študij za oblikovanje **srednjih strokovnih kadrov** in niso priprava za študij na univerzi, temveč za strokovno in vzgojno delo med ljudmi v operativi; za to delo pa je potrebna zrelost in dobra šolska vzgoja.

7. Več časa za razvedrilo in izvensolsko udejstvovanje dijakov na kulturnem, političnem, športnem in ostalih področjih.

8. Morebitni prehod absolventov na univerzo (študij iste smeri) bi bil mogoč brez opravljanja mature na gimnaziji.

Zaključek bi opozoril še na to, da obstajajo v FLRJ občutne razlike v učnih načrtih srednjih strokovnih šol. Če pridejo taki absolventi v ope-

rativo ali na univerzo direktno, nikakor ne morejo dosegati drugih dijakov, ali pa se mora nujno raven znanja znižati. V dokaz temu navajam nekaj primerjav iz učnih načrtov Narodne republike Makedonije, ki so bili uvedeni s šolskim letom 1952-53, z našimi učnimi načrti.

NR Makedonija

Gradbeni odsek

I. let.	II. let.	III. let.	IV. let.
36	35	36	36

Geometrski odsek

33	32	34	33
----	----	----	----

Strojni odsek

33	36	36	36
----	----	----	----

Elektrotehniški odsek

33	36	35	33
----	----	----	----

LR Slovenija

Gradbeni odsek na Gradb. tehnik.

I. let.	II. let.	III. let.	IV. let.
42	42	42	42

Geometrski odsek na Gradb. tehnik.

41	42	41	41
----	----	----	----

Strojni odsek na Teh. sred. šoli

40	40	40	40
----	----	----	----

Elektrotehn. odsek na Teh. sred. š.

40	40	40	40
----	----	----	----

Razlika v številu tedenskih učnih ur znaša 6—7 in je najbolj občutna pri splošnoizobraževalnih predmetih, n. pr. pri pouku jezikov, fizike, opisne geometrije in tudi pri nekaterih strokovnih predmetih. Vsekakor je to močan odklon od enotnega organiziranja srednjega strokovnega šolstva v FLRJ, kar bo vsekakor potrebljeno upoštevati v novem univerzitetnem zakonu, ki je sedaj v diskusiji zavoljo sestavljanja posebnih pogojev za morebitni vpis absolventov srednjih strokovnih šol na univerze, kakor tudi pri sestavljanju novih učnih načrtov za srednje strokovne šole.

Ing. Ernest Udovč

DK 373.623 : 625.85

Poročilo o asfalterskem tečaju pri Zavodu za raziskavo materiala in konstrukcij LRS

Tečaj za asfalterska dela pri Zavodu za raziskavo materiala in konstrukcij LRS, ki je trajal od 13. V. do 26. V. 1953 je bil drugi te vrste pri tem zavodu. To poročilo o poteku tečaja zadeva njegov teoretičen in praktičen del. V teoretičnem delu so bili tečajnikom podani osnovni pojmi o bitumenskih materialih kot surovini za asfaltna dela, o elemen-

tih, ki so važni pri izbiri in uporabi te vrste materiala, o načinu preiskave bitumena oz. o tem, kakšna mora biti njegova kvaliteta za pravilno uporabo pri asfaltnih delih, in o načinu, kako presojamo posamezne take materiale v praksi, da bi z njihovo pomočjo dosegli čim boljše rezultate. Nadalje je bila tečajnikom podana sistematika načinov izdelave

asfaltnih cestišč in opis ter značilnosti posameznih asfaltnih sistemov, tako da se bodo lahko v praksi orientirali in da bodo lahko sodelovali pri vseh asfaltnih delih na terenu in ne vedno le pri eni vrsti asfaltnih del, kot je na pr. liti asfalt. Prikazali smo jim laboratorijske metode in masinerijo, ki jo v praksi uporabljamo pri naših asfaltnih delih.

Tečajniki so pri teoretičnem delu in pri diskusiji o predavanjih temah pokazali veliko zanimanje za stroko, tako da je teoretični del tečaja res dobro uspel. Žal pa to ne velja tudi za praktično delo na terenu. Tu so tečajniki dobili pravo podobo o naših razmerah pri izdelavi cest, kar bomo morali temeljito preurediti, če bomo hoteli, da bodo naše ceste postale boljše.

Praktičen del tečaja je bil zamišljen tako, da bodo tečajniki izdelali dva tipa hladnih asfaltnih cestič po načinu izdelovanja zmesi iz asfaltne emulzije in agregatov in njene vgraditve na pripravljeni podlagi. V ta namen sta bili določeni dve mest: eno na cesti v Rožno dolino približno 800 m² in drugo na pločniku ob Prešernovi cesti pri Narodnem domu na površini ca. 500 m². V praksi pa je to poskusno asfaltiranje potekalo takole:

Dne 20. 4., ko so prišli tečajniki na teren, je bilo ugotovljeno, da ni bil niti eden od dobavljenih agregatov primeren za ta poizkus. Tolčenec, ki naj bi služil za izdelavo makadama, je imel granulacijo od 2 do 10 cm namesto od 4–6 cm, kot bi bilo pravilno in kot je bilo zahtevano. Agregati za asfaltno zmes so bili zelo nečisti, po granulaciji neuporabni in pomankljivi ter deloma močno ljkastega loma. Makadam kot podlaga za asfaltne cestične ni bil praviljen. Tečajniki so stali pred možnostjo, da se praktičen del tečaja sploh ne bo izvršil. Gleda na to pa, da so bili na tečaju tudi udeleženci iz drugih bratskih republik, ki so k nam prišli predvsem zato, da se seznanijo z uporabo emulzij in z načinom gradnje asfalta po hladnem postopku, in glede na to, da je bilo na gradbišču kljub vsemu le nekaj materiala, četudi ne primerenega za poskusno delo, smo se odločili, da bomo prikazali v praksi način dela z emulzijo, pri čemer smo tečajnike opozorili na dejstvo, da gre v tem primeru zgolj za postopek izdelovanja hladnih asfaltnih zmesi ne glede na to, ali je sam sistem izdelan pravilno ali ne. Med delom smo tečajnike opozorili na vse pomankljivosti, ki so se pojavljale pri uporabljanju nepravilnih granulacij agregatov in pri vdelavi nepravilnega asfaltnega sistema. Zaradi teh razmer je bilo treba na samem mestu dela menjati tudi dispozicije glede sistema samega in glede na vsa pripravljalna dela pred polaganjem asfalta. Tečajnike smo poučili, da v večini primerov tak način dela ne more uspeti in da je treba vsako delo na terenu v vseh fazah temeljito in časovno pravilno pripraviti.

Ko je bilo tega dne objavljeno, da bodo drugi dan na razpolago vse potrebne granulacije in čist material iz kamnoloma Razdrto, smo sklenili, da bomo predvideno delo vendarle končali. Ugotoviti pa moramo, da pra-

vilne in potrebne granulacije, ki so bile predvidene in zahtevane, še do danes niso prispele. Tako n. pr. agregata 15/30 za vezni sloj sploh ni bilo, najbrž zato, ker ga kamnolom pač ne izdeluje. Namesto tega so poslali neko mešanico agregatov približne velikosti zrna od 7 do 20 mm. Material v vezni pasti je zaradi tega predroban. Nekoliko so si tečajniki pomagali tako, da so sami odsejali fine frakcije.

Prva temeljna pomanjkljivost, ki so jo tečajniki ugotovili in tudi izrazili, je, da v naših kamnolomih še nimamo urejenega vprašanja proizvodnje pravilnih, potrebnih in predpisanih agregatov, da bi lahko začeli s pravilno gradnjo modernih asfaltnih cestič. Potrebe po posameznih vrstah agregatov za posamezne panoge v cestogradnji bi se morale ozko koordinirati s produkcijo v kamnolomih.

Asfaltna zmes, ki je bila položena prvi dan, ni vezala niti 4 dni. Ugotovili smo, da je vzrok temu pojavi v emulziji, ki je za ta namen bila preveč stabilna. Te zmesi, izdelane s to vrsto emulzije, ne vežejo tudi po mesec dni. Zaradi tega je bilo potrebno spremeniti tudi vso prvotno dispozicijo za izdelavo nosilnega sloja in je morala ostati vezna plast odprtia, da je voda lahko izhlapevala. Taka plast seveda ne more trajno zdržati protoka. Zato so jo morali prebrizgati z emulzijo in posuti še z eno plastjo agregata. Producenti emulzije bodo zaradi te ugotovitve lahko kar zadowoljni, da je napaka odkrita ob začetku sezije na poskusnem cestičku, ker bi sicer lahko nastopile daleko-sezne posledice in izgube, če bi takó emulzijo uporabljali kot material pri delih večjega obsegata. Priporočamo producentu emulzije najožjo povezavo z uporabniki emulzije, tem potrošnikom pa priporočamo, da emulzijo natančno preizkušajo in kontrolirojte njeno kvaliteto in da pri sumljivih pojavih, ki bi se pokazali v praksi, takoj pokličejo zastopnika producenta na gradbišče. Le tako se bomo lahko zanesli na dober izdelek in njegovo pravilno uporabo.

Pri valjanju asfaltnega sloja smo opazili tudi to, da celo 6-tonski valjar preveč drobi agregat na cestič; zaradi tega smo vzeli na pomoč tri-tonski valjar od podjetja »Slovenija ceste«, da so površino uvaljali. Ugotoviti moramo torej, da z valjarji, ki so jih pripravili v tem primeru, ni mogoče valjati agregata Razdrto brez nevarnosti, da ga valjar ne zdrobi. Seveda je temu nekoliko krivo tudi predrobo zrno agregata v veznem sloju. Tak je bil torej položaj na poskusnem cestiču.

Na pločniku v Prešernovi cesti so šele zadnji dan položili asfaltno zmes, ker prej podlaga ni bila pripravljena in ni bila na razpolago potrebnejša tolčenca. Višina planuma je bila

predvidena z 8 cm, kar pa je preveč za tak neprimeren agregat, kakršnega so bili pripeljali tja, namreč debeline zrna od 1 do 4 cm. Sicer pa je vsakih 50 m² površine izdelanih z drugačnim in različnim materialom. Zaradi stanja na tem odseku so morali menjati dispozicijo na ta način, da so namesto izdelave normalnega navadnega makadama, ki je bil predviden, prebrizgali površino za silo uvaljanega tolčenca z emulzijo. Večina tako izdelane podlage se je še vedno močno vdajala pod valjarjem, ker je plast drobnega tolčenca preddebela. Pri vsem tem je treba še pomniti, da bo končna plast nosilnega asfalta zaradi predrobnega tolčenca in prenizkega planuma premočna. Ker niso niti agregati pravilno graduirani niti ni emulzija zaledene kvalitete, se bo tudi na tem mestu zgodilo, da bo plast še delj časa ostala labilna; ker pa je pločnik določen le za promet pešcev, se ni batiti resnih posledic, četudi delo ni korektno izvršeno.

Pri opisanem poteku dela je bila edina uteha to, da so tečajniki iz vsega tega vendarle lahko črpali mnogo koristnih naukov, ki jim bodo prišli prav v njihovi praksi. Občutili so važnost izbire pravilnega materiala in pomen pravilne kvalitete emulzije pri asfaltnih delih. Videli so, kakšne so posledice slabe kvalitete materiala pri mešanju z agregati in kaj se kljub temu še lahko z njim naredi. Ne krivimo nikogar za ta neuspeh pri izdelavi poskusnega cestiča, pač pa poudarjamo, da se bodo morali potruditi vsi tisti kolektivi, ki so udeleženi pri procesu izdelave surovih in plemenitih agregatov, veznega materiala, zmesi na gradbišču in pri vdelavi asfalta na cesti, da se bo delo izboljšalo v vseh fazah, ker bodo to zmogli edino vsi kolektivi skupaj. Ni pa pravilno, če imajo kamnolomi pred očmi samo svoj ekonomski in materialni prospeh in da jih vodi načelo: mi izdelujemo tak in tak agregat — če ga ne boš vzel ti, ga bomo pa drugje zelo lahko prodali, ker brez plemenitih, primernih in čistih agregatov ter dobrega spojnega materiala tudi ne moremo graditi modernih cestič pri vsej iznajdljivosti.

V diskusiji o poteku in o rezultatih tečaja so tečajniki poudarjali sledeče tri poglavite točke:

1. Podobni tečaji bi morali biti ozko povezani z enim od večjih podjetij, ki gradijo moderne sisteme na terenu, kjer bi mogli tečajniki v praksi sodelovati.

2. Ni zadosti samo 14 dni za te vrste teoretičnih in praktičnih tečajev.

3. Tečajniki priznavajo uspeh teoretičnega dela tečaja in so na splošno mišljena, da je tudi neuspeh praktičnega dela tečaja imel zanje pozitivne strani, ker so ravno pri

praktičnem delu naleteli na nekaterе podrobnosti, ki jih ne bi spoznali, če bi delo potekalo gladko.

4. Poudarjajo, da so ob koncu lanškega tečaja ravno tako ugotovili, da je potrebno izboljšati granulacije agregatov in kvaliteto emulzije, da pa letos niso opazili, da je bilo v

tem letu glede tega napravljeno kaj pozitivnega.

Glede na ročen način izdelave emulzijskih zmesi bodi omenjeno, da je ta način v praktičnem delu tečaja prikazan namesto izdelave v mešalcih zato, ker je to bila splošna želja tečajnikov. — Izdelava asfaltnih zme-

si v mešalcih je splošne znane zadeva, da pa se asfaltne zmesi z emulzijo lahko mešajo tudi z lopatami je prednost teh sistemov asfaltiranja, ker na ta način lahko izdelujejo zmesi na manjših gradbiščih brez posebne in drage strojne opreme, kar je pri naših razmerah velikega pomena.

I. Leviant

DK 693.54 : 533.5

Uporaba postopka vakuum beton

(Po članku: »Application des procédés Vacuum Concrete« iz revije »Annales de l'institut technique du bâtiment et des travaux publics«, maj 1953, št. 65.)

Revija »Annales de l'institut technique du bâtiment et des travaux publics« je v št. 65/53 objavila poročilo gospoda Leviant-a: Application des procédés Vacuum Concrete, katerega avtor je ameriški inženjer Billner. Gospod Leviant prikazuje v svojem poročilu praktično uporabo tega postopka pri gradnji raznih objektov ter pravi med drugim:

Gradbišče Mont-Blanc Centre
(Geneve)

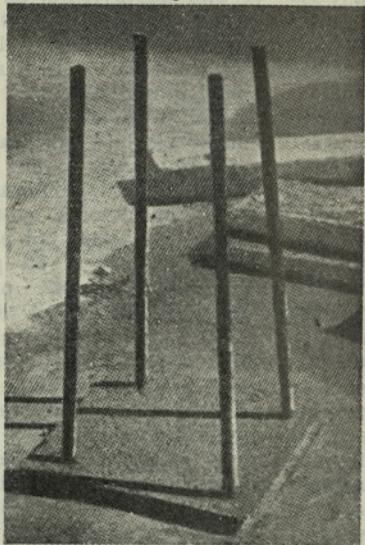
Pričel bom svoja izvajanja s projektiranjem fotografije št. 1. Posnetek je bil narejen 12. avgusta 1952 v Ženevi. Slika predstavlja skelet Mont-Blanc Centre, katerega so pričeli graditi od pritličja dalje 7. julija 1952, t. j. 5 tednov poprej. Gre za tradicionalno konstrukcijo skeleta, ki je bil vlit na licu mesta v celoti, tako

plošče kot stebri. Dne 3. septembra 1952 je bil celotni skelet te nepremičnine 9 etaž dograjen v srednjem tempu gradnje ene etaže na teden. Če gledamo fotografijo, opazimo svoboden izgled gradbišča, malo število podpor za plošče, ne opazimo pa nobenih opor za stebre. Način gradnje, katerega vam hočem sedaj opisati, vam bo podal vzroke teh posebnosti. To zanimivo konstrukcijo je izvršilo podjetje Ed. Cuénot S. A. po načrtih arh. Marc-a Saugey-a.

Stebri

Hkrati ko vlijemo ploščo, napravimo tudi majhne »forme« višine 2 centimetrov, ki so preprosto vlike s pomočjo majhnega okvirja ter zelo dobro označujejo presek vsakega stebra (slika 2). Opažne plošče so prislonjene na »forme« in zvezane med seboj (slika 3). Vsaka plošča, ki je

izdelana iz lesa, ima notranjo stran prevlečeno s pločevino, ki napravi ploščo zrakotesno. Na zunani strani je možno predvideti ojačitev plošč s kotniki. Na pločevino je pritrjena

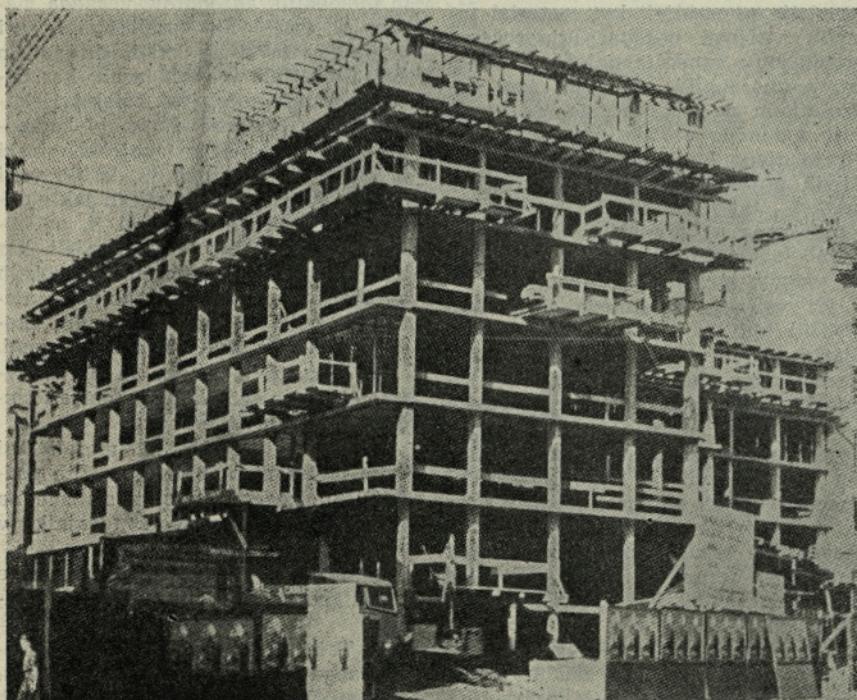


Slika 2

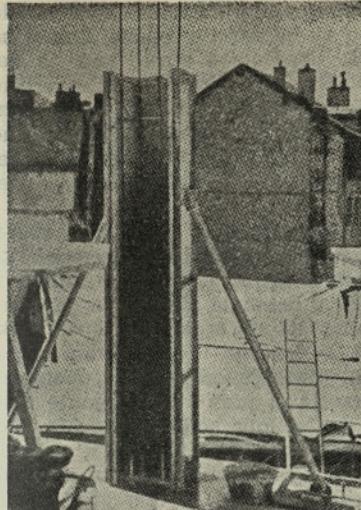
železna mreža, prekrita s tkanino: mreža ima namen obdržati med opažem in tkanino prostor nekaj milimetrov, kjer bo ustvarjen podprtisk. Tkanina ima vlogo filtra.

Opaž so pritrtili na tlak s pomočjo 2 ali 3 poševnih opor, t. j. z jeklenimi cevimi s členki na opažu. Spodnji konec teh opor je opremljen z »vacuum-holder-jem« ali s sesalko za pritridlev, ki je zvezana z vakuum-črpalko (slika 4).

»Holderji« so zelo preprosti in napravljeni tako, da se lahko pritrdirjo celo na neravno površino. Ko je ustvarjen vakuum, je vsak holder pritrjen na ploščo s silo več kot 1 tone. Tu gre za notranje sile, v resnici pa plošča ni obtežena. Izvedba opiranja je praktično trenutna. Uravnava opaža, da zagotovimo njegovo navpično lego, je lahka: opore so zaradi dvojni cevi v svoji dolžini premakljive. Ureditev (uravnava) opaža izvedemo



Slika 1

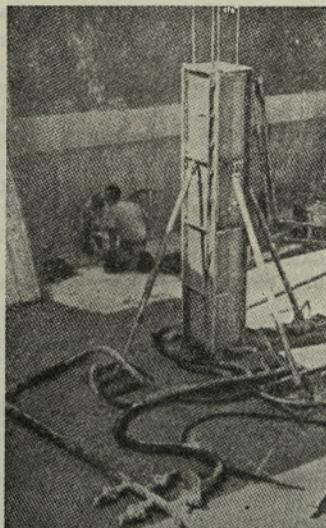


Slika 3

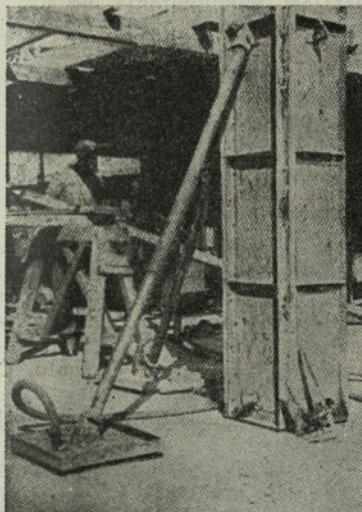
z instrumentom. Na nekaterih velikih gradbiščih, ki so bila posebno dobro preštudirana in kjer so tudi iskali izboljšavo produktivnosti glede na običajne metode opažanja z lesom, so uporabili kot sredstvo za opiranje močno obtežene opore. Uporaba opor z vakuuum-holderjem ponazoruje isto idejo, vendar je metoda bolj ročna in hitra.

Armaturo, ki je predhodno izdelana, položimo v notranjost opaža predno pritrdimo četrti opažno ploščo (slika 3 in 5). Fotografija prikazuje

rabimo vakuuum postopek. Z izpopolnjevanjem, ki so ga uvedli pri opaženju (postavljanju, zapiranju in vertikalni uravnavi opaža), so dosegli pri delu pomembno ekonomičnost. Opaž polnimo po klasičnem načinu bodisi z delovne ploščadi ali pa s pomočjo dvigala. Segregaciji betona, ki nastaja vsled padanja betona v notranjosti opaža, se ognemo z uporabo gostega betona, ki tvori dobro vezanje gmote. V resnicni ni koristno vgrajevati suhega betona, ker so lahko veliki delci agregata, ki so slabo ve-

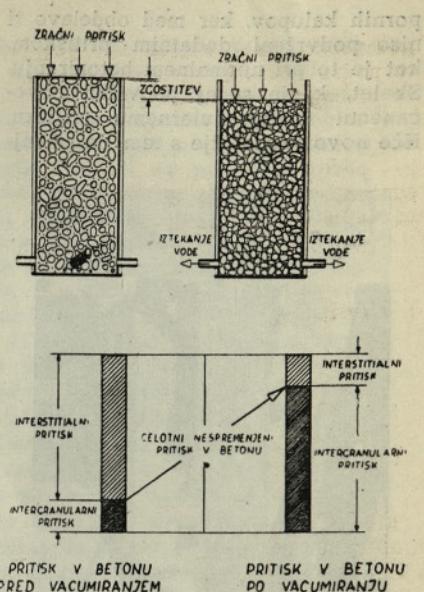


Slika 5



Slika 4

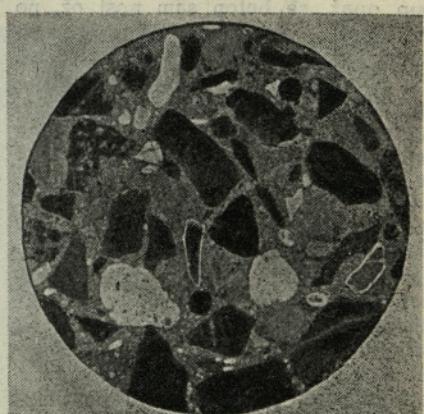
način zapiranja opaža s klini. Ko so uvedli na nekem drugem gradbišču hitrejša sredstva za zapiranje, so lahko postavili in uravnali opaž v 6 minutah. Dvoje ali troje opažev, ki so relativno perfektni in katerih cena ni mnogo višja od običajnih, zadostuje za gradbišče, če uporabimo tehniko dela, ki jo opisujemo. Razopaženje izvršimo v 15 min., če upo-



Slika 6

2 komponent: intergranularni pritisk, povzročen od agregata, ki tvori skelet, in interstitialni pritisk, ki ga povzroča tekočina, ki izpoljuje prazne prostore skeleta, to je voda, v kateri so suspendirani fini delci cementa. Princip vakuuum postopka je v tem, da odpravimo ali pa znatno zmanjšamo drugo komponento in s tem spravimo s pomočjo vakuuma tekočino svežega betona v gibanje skozi filter. Celotni pritisk ostane v betonu neizpremenjen, ker vakuuum postopek ne spremeni mase svežega betona nad določenim prerezom niti ne zunanje pritiska.

Pri teh pogojih se prva komponenta naglo poveča in skelet prevzame obtežbo, ki jo voda ne more nositi. Skratka, v notranjosti betona prehaja pritisk s tekočine na agregat, ne da bi se celotni pritisk spremenil. Obdelava betona z vakuumom je edini način zgoščevanja, pri katerem ostane celotni pritisk v betonu neizpremenjen. Zaradi tega kljub močni zgoščitvi ni potrebno imeti posebno od-



Slika 7

Princip vakuuum betona

Izvajanja g. Levianta so v izvlečku sledeča:

Govorimo o masi svežega betona, ki smo jo vilili med opaž. (Slika 6.) Pritisk, ki vlada v betonu v določenem prerezu, rezultira iz pritiska vsled teže svežega betona nad tem prerezom in atmosferskega pritiska. V bistvu pa je ta pritisk sestavljen iz

pornih kalupov, ker med obdelavo ti niso podvrženi dodatnim pritiskom, kot je to pri normalnem betoniranju. Skelet, ki je sedaj podvržen povečanemu intergranularnemu pritisku, išče novo ravnotežje s tem, da zmanj-

jo primerjamo s trdnostjo, ki jo ima beton po kristalizaciji. Vendar je zastonja, da lahko takoj razpoznamo vertikalne elemente višine do 6 m.

Razopaženje svežega betona

Vidimo, da igra v tehniki vakuum betona opaž bistveno drugačno vlogo od vloge, ki jo ima pri običajnih metodah. Navadno ima opaž pasivno vlogo. Preprečevati mora, da bi se sveži beton premikal, preprečevati deformacije, vse dotlej da doseže beton s kristalizacijo zadovoljivo trdnost. Tu pa je opaž aktiven. Njegova vloga je, vtisniti v maso betona podprisk, ki bo povzročil krčenje svežega betona, sprejeti vsled krčenja izloženo vodo in končno vzpostaviti okoli betona, ki ga vakuumiramo, molekularne leče, ki bodo nadomestile opaž in dovolile neposredno odstranitev opaža. Pri stebri zapremo po 15 minutah zasunek, ki prekine akcijo vakuuma tako v holderjih pritridle kakor v filterih na opažu, in beton razopažimo. Lažno trden beton, ki ga imamo pred seboj, je kompaktna ma-

V drugem primeru hočemo narediti površino stebra različno. Dejstvo, da beton ne bo zaprt v opažu, dokler se ne bo popolnoma strdil, nam to delo olajša. Če hočemo imeti površino hrapavo, lahko beton na površini razpraskamo ali krtačimo. Če hočemo narediti vidno strukturo agregata, beton pred pričetkom kristalizacije pemo.

Razopaževanje se vrši brez napora, opažne plošče odstranimo tedaj, ko je beton še svež. Opaž ni nikoli v dotiku z betonom, dotika se ga samo tkanina. Zaradi tega trajala opaž praktično neskončno (več stokratna uporaba). Mazanje opažev je popolnoma odpravljeno, prav tako strganje opaža. Ti dve operaciji nadomešča preprosto pranje filtra z vodnim curkom. Peremo po končanem delu in ob opoldanski prekiniti; s tem preprečimo, da bi se filter zamašil z delci cementa, ki so ostali v dotiku s tkano in ki tvorijo kristale. Ista tkanina služi 50 do 60 krat. Njena amortizacija je nižja od stroškov mazanja, kateremu se izognemo. Uporabljeni opeže, katere takoj odstranimo (razopažimo), postavimo nato na drugo mesto, da vlijemo tam naslednji stebri. Če je bila tkanina kje preluknjana, jo prelepimo z obližem in s posebnim lepilom. Izgotovitev stebra je zahtevala okroglo 1 uro. Ekipa treh ljudi, ki igraje napreduje s 4 lesenimi opežnimi ploščicami, opremljenimi z 2 ali 3 oporami ter stalno ponavljajoč preproste operacije, more napraviti na dan 7 ali 8 stebrov. Z 2 garniturama opežev in 15 min. medčasjem vakuumiranja se število stebrov lahko še poveča. Operacija »stebri« je v 1 uri popolnoma izvedena in ni potrebno več nobenega posega. Steber je skratka gotov, ko njegova kristalizacija še ni pričela. Ta se bo izvršila v razopaženem betonu. Slika 8 in 9.

Lastnosti izgotovljenega betona

Zakon, kateremu bo sledila kristalizacija, bo zelo različen od zakona, kateremu sledi običajni beton na gradbišču, če označimo, da ima vakuumirani beton izjemno jedrnatost in razmerje vode proti cementu. Če izhajamo z začetnim razmerjem $v/c = 0.5$, pride do končnega razmerja okoli 0.35.

Vakuumiranje avtomatično popravi v/c , če imajo gradbišča tendenco pravljati zelo tekoč beton. Grafikoni slika 10 in 11 kažejo variacijo tlačne trdnosti v odvisnosti časa za navadni in vakuumirani beton, kakor tudi trdnost za različne mešanice. Vidimo, da se pri »mladom« betonu trdnost poveča za 100%.

Ker se trdnost hitro veča do večjih vrednosti, dosežemo okroglo $3 \times$ hitrejšo trdnost, kot bi dosegli to pri normalnem betonu v 2 tednih. Toda ne gre le za preprosto pospeševanje trdnosti, tudi končna trdnost je po-

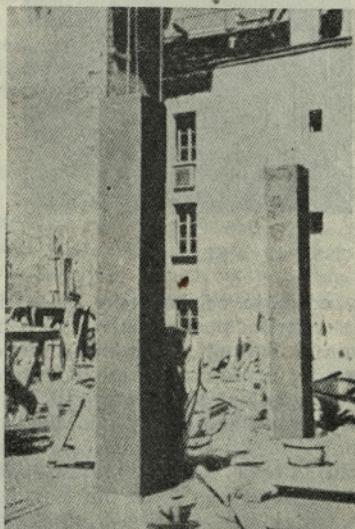


Slika 8

ša interstitialne prostore in izžene odvišno vodo. Krčenje skeleta se vrši, dokler agregat ne doseže najbolj zgoščene ureditve. V tem trenutku se krčenje ustavi (slika 7). Na površini betona se to pokaže tako, da se zniža gladina betona za nekaj cm.

Podprtisk se ne utrdi trenutno v celotni masi, temveč se razširja progresivno od filtra proti sredini materije. Po določenem času, ki je funkcija debeline elementa, ki ga vakuumiramo, nastane ravnotežje. Vsa voda je izrinjena, skelet je kompaktoten in voda ne teče več skozi skelet. Obstaja pa limita v debelini elementa, kjer je vakuum postopek praktično že uporabljiv, in ta znaša 30 do 35 m v globino od površine vakuumiranja. Hitrost penetracije podprtiska znaša 1 cm na minuto. Če obdelujemo element od štirih strani, je ta hitrost večja (steber 40×40 obdelujemo 15 minut).

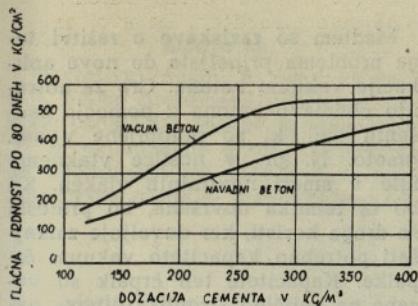
Ko po končani obdelavi odstranimo opež, se beton sam nosi oz. po fizički terminologiji ing. Freyssineta je postal beton »lažno trden«. Na površini betona, ki smo ga vakuumirali, nastanejo drobne, močno ukrivljene leče (meniski). Interstitialna tekočina, katero je vakuum privadel v stanje zelo zmanjšanega pritiska, se more potem, ko je prekinjeno vakuumiranje, obdržati v stanju podprtiska: zaradi obstoja meniskov in sledi zakon Laplaca obstaja ravnotežje med tekočino, ki je v podprtisku, in zunanjim zračnim tlakom, kljub razliki pritiska v velikosti ene atm. Kohezijska sila in neposreden odpor proti pritisku znaša po poizkusih L'Hermita med 1.5 in 2 kg/cm^2 . Jasno je, da ta trdnost ni velika, če



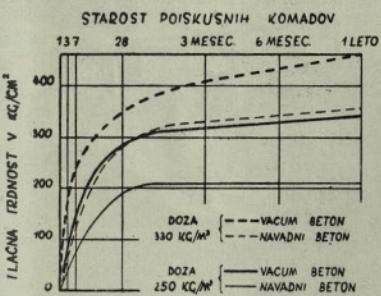
Slika 9

sa, ki se pri drgnjenju na površini oblikuje kot testo glinaste konsistence.

Površina, kakršno smo pri tem dobili, je v celoti dobra, je brez mehurčkov in brez gnez, ker je zgoščenost zraka pritisnila sveži beton ob filter in dala resničen odlivek iz finih zrn agregata. Sicer pa je površino možno zopet prevleči, če to želimo. Če površino takoj po razopaženju zgladimo s pomočjo zidarske deščice, ki je prevlečena s klobučevino, dobimo površino, ki jo lahko po kristalizaciji direktno slikamo. Pri tem načinu ni potrebno površine ometati, čeprav je bilo to predvideno. Če steber ne potrebuje obdelave, ga prav lahko pustimo neobdelanega, tako n. pr. pri industrijskih gradnjah. Dosežena površina bo brez obdelave odlična.



Slika 10



Slika 11

vprečno večja za 80—100 kg/cm². Končno lahko zmanjšamo tudi dozacojo cementa najmanj 50 kg/m³ in lahko že obtežimo stebri po 3 dneh. Opaž stropa, ki ga postavimo v naslednjem dnevju lahko opremo na stebre.

Gospodarske koristi

Če analiziramo opisani način gradnje po glavnih postavkah lastne cene, kakršne so pri tradicionalnem betoniranju, dobimo (za primer stebra 30/30) sledeče vrednosti:

1. prištednjo na cementu 400 frankov/m³;

2. zmanjšano amortizacijo opažev, kljub temu, da so plošče, ki jih uporabljamo, dražje od navadnih plošč: namesto 2500 fr. za obrabo lesa za 1 m³ stebra (opore so vštete) znaša amortizacija 500 fr/m³;

3. nadomestilo ometa s preprostim dersovanjem predstavlja 2/3 prištednjo v tej važni poziciji ter doseže 600 fr/m² ometane površine. Najvažnejša pa je seveda prištednja na delovni sili.

Potrebno delo je stvarno zmanjšano na polovico glede na običajne metode. Ker gre tu za važno postavko v lastni ceni, je zmanjšanje zelo občutno. Razen tega moreno betonarske ekipe napredovati sproščeno, delo je popolno, gradbišče ni prepopolnjeno z »gozdom lesa«, opor itd. in končno, naslednje faze gradnje moramo razviti še v istem dnevju.

Betonski stropi

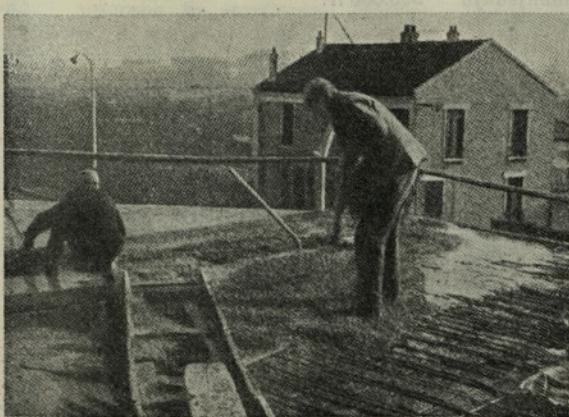
Zanimajmo se sedaj za izdelavo ulitih stropov na mestu, čeprav je vakuumiranje stebrov možno kombinirati z drugimi vrstami stropov. Če označimo vakuumiranje stebrov za novost, potem je nasprotno vakuumiranje stropov uporabljeni v zelo številnih aplikacijah (izdelanih je bilo več milijonov plošč), posebno v ZDA; naj omenimo le slavni Pentagon v Washingtonu (Slika 12). Slika 13 predstavlja ploščo, ulito na navad-

(Slika 14). Vsaka plošča vel. okroglo 1 m² ima na zunanjji strani mrežo iz tkanine. Ko postavimo plošče pod vakuum, ustvarimo na svežem betonu podprtisk 8 ton/m². Podprtisk je notranja sila, ki ne povzroča nobene obtežbe na strop, plošča zleze za nekaj mm navzdol, beton se utrdi in izloči se vsa odvišna voda. Po 10 minutah zapremo zasunek, montiran na plošči. S tem prekinemo akcijo vakua (sicer je potreben žerjav 10 ton, da odstranimo ploščo) in odstranimo ploščo, da bi jo namestili na naslednjo mesto. (Slika 15.) V praksi, ko uporabljamo več plošč, ki so postavljene ena ob drugi, zapira delavec zasunek vsake 2 min. in odstranjuje ploščo eno za drugo. Ko opravlja to delo, hodi neposredno po vakuumiranem betonu ne da bi pustil v njem sledove. Hodi tudi lahko po ploščah, ko so te pod vakuumom. Njegova teža (tudi ekscentrična) je neznatna v primeru s silo 10 ton, ki pritiska na ploščo. Z vsako ploščo je možno izdelati 30 m² stropa na dan. Baterija nekaj plošč nam določa rimet normalnega betoniranja. Razvodna cev ϕ 5 cm, ki je opremljena z več odcepi ϕ 2.5 cm, napaja plošče s pomočjo gumijastih cevi. Tako po odstranitvi plošč zgladimo beton, kajti če je ta zadost trden, da lahko hodimo po njem, ga moremo tudi zgladiti. Tako dobimo zglajeno površino, ki je enakovredna prevleki. (Slika 16.) Ekonomija take prevleke je važna (600 fr./m²). Razen tega je možno pri dimenzionirjanju upoštevati vso debelino plošč. Na zgradbi Mont Blanc Centre v Ženevi so lepili mehko prevleko neposredno na zglajeno ploščo. Kot je bilo že omenjeno, je možno hoditi takoj po vakuumiranju po izgotovljenem betonu. V vsakem primeru, če smo zgladili beton ali če ga nismo, lahko v istem dnevju ulijemo stebre na etaži, ki smo jo betonirali. Razopaženje stropa lahko izvedemo 2 × hitreje kot pri nevakuumiranem betonu ter s tem

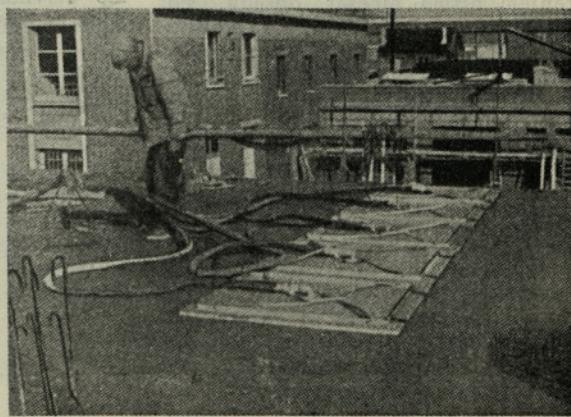


Slika 12

nem opažu iz lesa. Podčrtajmo, da ta opaž v nasprotju z opažem stebra kljub obdelavi z vakuumom ne moremo odstraniti. Beton je vgrajen v plastični konsistenci, uravan ev. z uporabo vibracije. Na površino betona namestimo takoj plošče za vakuumiranje. Akcija vakua je tu uporabljeni na zgornji površini betona



Slika 13



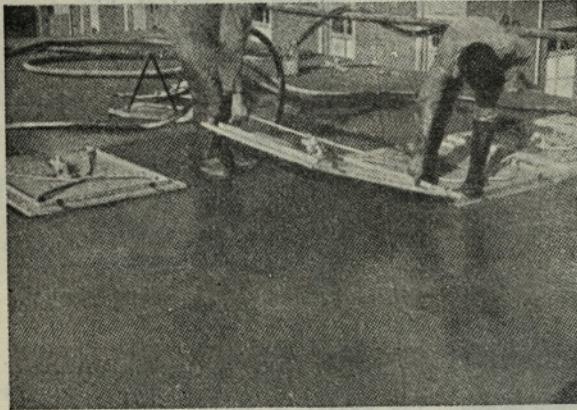
Slika 14

zmanjšamo površino opažev za ploščo in število potrebnih opor na polovico. Končno je možno reducirati tudi dozajico cementa za 50 kg/m^3 . Na objektu Mont Blanc Centre so vse plošče deb. 14 cm ter so bile dozirane z 250 kg/m^3 z izjemo strešne plošče, kjer je bila doza 300 kg/m^3 . Razopaženje je bilo izvršeno zaradi organizacije dela po 6 dneh, lahko pa bi bilo izvršeno že po 3–4 dneh. Brez velikega napora je tako možno izvršiti eno etažo v 1 tednu, kar

so preprosto rešitev. Zadostuje, da položimo med betoniranjem v rebro majhno vibracijsko iglo. Vibracija zgosti beton na dnu rebra do maksimuma, tako da se vsa odvišna voda dvigne na površino. Vakuumiranje s pomočjo plošč odstrani v celoti to vodo, ter napravi končno površino ravno in ploščo enotno oblikovano.

Tretji primer so plošče z visokimi nosilci. Vakuumiranje s ploščami na površini v tem primeru ne more biti efikasno za nosilec. Nosilce moramo

Medtem so raziskave o rešitvi te- ga problema pripeljale do nove aplikacije vakuuma betona. Gre za notranjo obdelavo betona z pomočjo osu- šenih igel, ki so potopljene v bet- gmoto. N. pr. v nosilce vtaknemo igle v smeri nevtralnih vlaken. Ko bo ta tehnika dovršena, bo prinesla še druge koristi, ker dovoljuje zman- šati potrebno kapaciteto vakuuma črpalk. Kapacitete teh črpalk so ve- zane na količino »izgub«, njihova na- loga je absorbirati zunanji zrak, ki



Slika 15



Slika 16

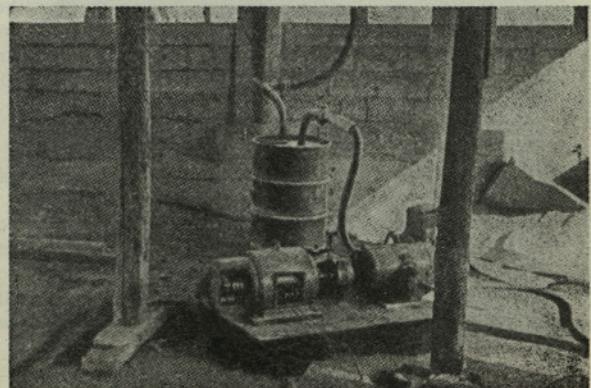
skrajšuje rok izvršitve velikih del v primerjavi z ustreznimi sredstvi tradične gradnje. Znatno so skrajšala te termine podjetja, ki se ukvarjajo s sistematičnim študijem produktivnosti v gradnjah. Mislimo, da je opisana rešitev posebno preprosta in uporabljiva na veliki večini gradbišč. Opišimo sedaj še različne prime, ki pridejo v poštev v zvezi z vakuumiranjem velikih plošč, ki so ulite na mestu. Najvažnejši primer z vidika vakuumiranja je primer, kjer uporabljamo plošče enake debeline. Zgostitev plošče se izvrši enotno.

Drugi primer nastopi pri ploščah, kjer uporabljamo lahka polnila z rebski. Preizkus, ki smo ga napravili pred 2 letoma, ni uspel. Z vakuumiranjem nismo ničesar dosegli. Po končanem vakuumiraju je dno rebra ostalo nevakuumirano. Reči moramo, da to ni posebno resno, ker gre tu za beton na dnu rebra, ki ni upoštevan pri statičnem računu trdnosti (statični račun stropa). V resnici pa sledi sledeči pojav: nekaj minut po tem, ko odstranimo ploščo, vidimo, da postaja površina ob rebru vlažna; voda se je po kapilarah dvignila in s tem zmanjšala zgoščenost v plošči po vakuumirjanju. Problem je možno rešiti z uporabo plošč za vakuumiranje v elastični izvedbi ne s togo, temveč z gumijasto membrano, ki se oblikuje in se dotika betona ob rebru. Obdelava je homogena, toda površina, ki jo dobimo pri tem, ni polnoma ravna. Zato smo našli bolj-

vakuumirati posebej. Če se dimenzijs nosilca ponavljajo v zadostnem obsegu, je možno opremiti za vakuumiranje bočne opaže teh nosilcev. Potem ko smo izvedli bočno vakumiranje, odstranimo takoj stranske opaže in tako pustimo nosilec iz svežega »vlažno trtega« betona počivati na spodnjem opažu, ki ni vakuumiran in podprt z vrsto podpor. V tem primeru so najprej uliti nosilci do spodnjega roba plošče. Plošča je ulita nato in površinsko vakuumirana s ploščami, kot je bilo poprej označeno. Če se nosilci ne ponavljajo v zadostnem obsegu glede na obliko stranic (stranskih ploskev), je bolje, odreči se vakuumirjanju takih nosilcev in vakuumirati le ploščo. S tem pridobimo očividno samo na zmanjšanju opor in opažu plošče.

prodira vzdolž obsega filtrnih na- prav. Če uporabljamo opisane igle, se ta obseg znatno zmanjša. Slika 17 prikazuje navadno vakuumsko črpalko moči 8 KS. 50 litrski sod služi kot rezervoar separator, kjer se nabira odvišna voda. Te vrste naprava je omogočila izvršitev objekta Mont Blanc Centre. Črpalka je bila name- ščena v pritličju in pločevinasta cev je zagotovila razdelitev vakuuma na nadstropja. Možno je tudi montirati črpalko na majhen voziček in jo pre- važati za ekipo, ki betonira. Za maj- hna gradbišča je črpalka še manjša. Črpalka 1.5 KS je podobna majhnemu kompresorčku za polnenje pneumatik v garažah. Cena potrebnih črpalk var- riira glede na njeno moč od 100 do 500.000 fr.

Slika 17



Zaključek

Operativni način, ki smo ga opisali, ne bo preusmeril gradbenih tehnik, podaja pa rešitev problema hitre in ekonomične gradnje. Trenutno ga uporabljajo pri važnih delih prefabricirane gradnje: stanovanjsko na-

selje v Maroku, delavska naselja v Kolumbiji, Venezuela, Egiptu itd. Zdi se mi pa, da je ta način našel pri tradicionalnih skeletih široko torišče uporabe, kajti uvaja znatno povečano produktivnost pri delu. To pa zato, ker poenostavlja in zmanjšuje

potrebne operacije, ki dovolijo uporabo ekip v »serijskem sistemu«, s ponavljanjem vedno istih operacij, uvaja na gradbišču nepreklenjeno enotno delo, ter razen tega ekonomijo v materialu in skrajšanje rokov izvedbe. (Prevedel ing. T. L.)

Ing. Mario Primo

DK 624.132.3 : 625.08

Mehanizacija gradbišč za izvedbo velikih zemeljskih del

(Referat na I. italijanski državni skupščini za mehanizacijo gradbišč, Pado va 14.—15. junija 1952)

Mehanizacija gradbišča, racionalno izkorisčanje in vskladenje vseh potrebnih mehaničnih sredstev za izvedbo nekega določenega dela, ima danes največjo važnost zaradi potreb, realizirati vedno pomembnejša dela, ki morajo biti izgotovljena v kratkih rokih.

Mehanična oprema gradbišča za izvedbo velikih zemeljskih del predstavlja veliko vrednost, če pomislimo na cene potrebnih sredstev za izvedbo teh del. Kapitali, ki jih je treba investirati za opremo teh gradbišč, so v splošnem tako veliki, da je bolj kot kje potreben pazljiv študij vseh faktorjev, ki bodo dovoljevali izkorisčanje uporabljenih strojev na najbolj uspešen način. V splošnem so potrebni veliki premiki zemeljskih mas pri gradnjah cest in melioracijah, če uvrstimo med slednje vsa potrebna dela za ureditev voda na širokih področjih, gradnjo kanalov, zemeljskih in zidanih jezov, zasipavanja itd., včasih pa tudi planiranje, kar je potrebno prevsem pri gradnji modernih letališč.

Dela, ki smo jih našteli, imajo vsa svoje posebne značilnosti, ki jih je treba imeti pred očmi pri študiju mehaničnih naprav za njihovo izvedbo; kajti, čeprav je koncept mehanizacije gradbišča splošen, je vendar potrebno koncept prilagoditi vsakemu tipu dela.

Poznavanje splošnih podatkov, možnosti uporabe in storilnosti raznih sredstev, s katerimi lahko razpolagamo, predstavlja osnovni element za študij mehanične opreme gradbišča.

Poznavanje navedenega nam bo omogočilo izbrati najbolj prikladne tipe strojev, določiti njihovo število in harmonično vskladiti njihovo uporabo, kar predstavlja osnovni podatek za realiziranje najbolj racionalne naprave.

Lastnosti dela, ki naj ga izvršimo, in poznavanje potrebnih strojev za njegovo izvedbo sta torej osnovna podatka za mehanizacijo nekega določenega gradbišča.

Razen teh elementov je treba pažiti na različne druge faktorje, ki jih

včasih lahko zanemarimo, v drugih primerih pa jih zopet ni lahko predvideti.

Važno vlogo igra položaj gradbišča. Njegova oddaljenost od prometnih zvez bo zahtevala podrobni študij za določitev zaloge rezervnih delov, opreme reparaturne delavnice na gradbišču in organizacije skladišč goriva, maziva in vsega, kar bi utegnilo biti potrebno za pravilno delovanje naprav. Nepravilna presoja na tem področju lahko često povzroči zastoje v delu kakšnega stroja, kar ima za posledice težke motnje vse organizacije gradbišča.

Trajanje dela je drug važen faktor pri določanju kapacitete in števila strojev. Če namreč mora biti delo narejeno v kratkem času in če ni predvidena možnost trajne uporabe vseh strojev, bo včasih bolj ugodno vzeti del mehanične opreme na posodo.

Dobre ali slabe strani tega sistema je treba pazljivo proučiti. Ni namreč dovolj računati enotne stroške del, izvršenih s temi stroji in se pri tem opirati na sposojnino in normalne obratovalne stroške, temveč je treba računati z dejstvom, da imajo izposojeni stroji često nižjo prodkcijo od normalne zaradi nižjega efekta, ki je posledica stalnega izkorisčanja, kateremu so podvrženi, in da zahtevajo pri vsem tem še dražje vzdrževanje.

Finančna moč podjetja ima močan vpliv na študij mehanizacije gradbišč, ker od razpoložljivih sredstev zavisi možnost, izbrati najbolj ugodno in racionalno opremo za neko določeno delo, to je tako opremo, s katero znižamo enotne stroške na minimum. Z omejenimi sredstvi se ne da nikoli ustvariti rezultatov, ki so dosegljivi s popolno opremo.

Vremenski pogoji cone, v kateri je treba dela izvesti, predstavljajo ene-

ga od faktorjev, ki jih je težko natančno določiti, imajo pa vpliv na organizacijo gradbišča. Dejansko bo v coni, kjer lahko predvidevamo zradi meteoroloških razmer močno zmanjšanje efektivnih delovnih dni, treba povečati opremo, da bo mogoče dela dovršiti v predpisanim času.

Mnogo drugih elementov lahko vpliva na študij in izvedbo mehanične opreme gradbišča; vsekakor pa se je treba zavedati, da često tudi natančen študij vseh faktorjev, ki vplivajo na organizacijo določenega gradbišča, ne izključuje možnosti, da bi pri delu samem ne naleteli na nepredvidene probleme. Da se pravilno funkciranje ne ovira, je potrebno, da je šef gradbišča dober in izkušen organizator. Le tak se lahko zoperstavi težavam, ki jih premašuje s sklepi, ki lahko izvirajo samo iz globokega poznavanja raznih problemov in iz dolge prakse. Vpliv, ki ga lahko ima vodstvo dela na rentabilnost naprav, je zelo važen. Kajti ni dovolj, da imamo popolno in natančno preštudirano opremo, če hočemo doseči dobre rezultate, temveč je potrebno, da ima celotna mehanična in ročna delovna sila enotno vodstvo, tako da se vsak stroj in vsak človek giblje in dela v skladu s celotno gradnjo. Vpliv, ki ga ima osebnost vodje dela na organizacijo gradbišča, je takega pomena zato, ker s svojimi ukazi utegne povzročiti v nesrečnih primerih nizko storilnost, čeprav so delovni pogoji odlični.

Spremembe storilnosti gradbišča glede na organizacijo, ki jo ustvari šef, in na delovne pogoje so bile predmet natančnih študij, na podlagi katerih se je dalо sestaviti koeficient storilnosti za boljše ocenjevanje važnosti organizacije dela, ki ima vrednost 1 pri odlični organizaciji in odličnih delovnih pogojih in ki variira po naslednji tabeli.

Delovni pogoji	Organizacija gradbišča			
	odlična	dobra	srednja	slaba
odlični	1.00	0.96	0.90	0.83
dobi	0.93	0.89	0.84	0.77
srednji	0.85	0.82	0.77	0.71
slabi	0.75	0.72	0.68	0.62

Če pa zahtevamo od vodje gradbišča sposobnost in energijo, dajati vse potrebne direktive za dobro funkcioniranje gradbišča, je treba tudi, da izvaja ta navodila sposobno osebje. Izbera osebja je tem bolj važna, če mu moramo zaupati stroje, ki zahtevajo tehnične priprave in dolge izkušnje za uspešno uporabo. Spretnost in navezanost strojnika na stroj ima, kot bomo videli, glaven vpliv na njegovo storilnost in življenjsko dobo.

Kot smo že poudarili, zahteva organizacija gradbišč za izvedbo velikih premikov zemlje predvsem popolno poznavanje strojev, zlasti pa njihove glavne lastnosti: uporabnost in storilnost.

STROJI ZA ZEMELJSKA DELA

Stroji za velika zemeljska dela so raznih tipov, delijo se pa lahko v dve glavni kategoriji: stroji z nepreklenjenim in stroji s prekinjenim delovanjem.

Med stroji s trajnim delovanjem so glavni črpalni in vedričasti ekskavatorji (bagri) ali ekskavatorji na korce. Prvi delajo v vodi in jih s pridom uporabljamo za izkop in poglabljanje ali za nasipavanje, vedričaste bagre, ki imajo lahko tudi precejšnje dimenzijske, uporabljamo pa za izkope velikih kanalov in često za izkop ilovice.

Med stroji za izkop s prekinjenim delovanjem je nedvomno najvažnejši takoimenovani univerzalni ekskavator (bager); drugi stroji te kategorije so skreperji, plugi različnih tipov kot buldozerji, angledozerji in tiltodozerji ter drugi tipi strojev za izkop, ki pa jih uporabljamo ali za lažja dela kot na primer rotacijski kopači, polži, rezkarji itd. ter razni stroji za dokončavanje kot na primer ravnalci in drugi.

Končno moramo omeniti kabelske žerjave za izkop z vlečno žlico ali grabalom, ki jih uporabljamo za izkop gramoza in peska v gramoznicah iz večjih razdalj in globin kakor tudi za izkop v močvirnih terenih ali iz vode.

Stroji z nepreklenjenim delovanjem

Kot smo videli, so glavni tipi te kategorije črpalni in vedričasti ekskavatorji (bagri).

Črpalni ekskavatorji, ki predstavljajo enega najmočnejših sredstev za izkop in poglabljanje, so montirani na plavačih primerne oblike, da dosegemo čim večjo stabilnost med izkopavanjem. Sestoje v glavnem iz sledečih delov:

- centrifugalne črpalke, ki jih poganja poseben motor; ta črpa mešanico vode in trdne snovi in jo potisca v iztočni cevovod;

- kopača z noži, ki trga material z dna, da omogoča njegovo vsesvanje;

- iztočnega cevovoda, take dolžine in premera, ki ustrezata moči

črpalke, običajno oprtega na plavace za transport materiala na mesto nasipavanja.

Delovanje črpalnega ekskavatorja je zelo preprosto, ker črpalka povzroča stalen vodni tok od mesta, kjer kopljemo, do nasipališča. Delo sestoji iz nastavljanja sesalne cevi ali celega pontona tako, da obdrži nože vedno v stiku z materialom, ki ga kopljemo.

Moč črpalnega ekskavatorja je definirana z močjo motorja in s premerom transportnega cevovoda; ta moč zavisi seveda od materiala, ki ga kopljemo, njegove specifične teže ter dimenzijske oblike trdnega materiala, ki ga voda transportira; končno pa zavisi tudi od dolžine cevovoda in eventualnih višinskih razlik, ki jih je treba premagati do mesta nasipavanja.

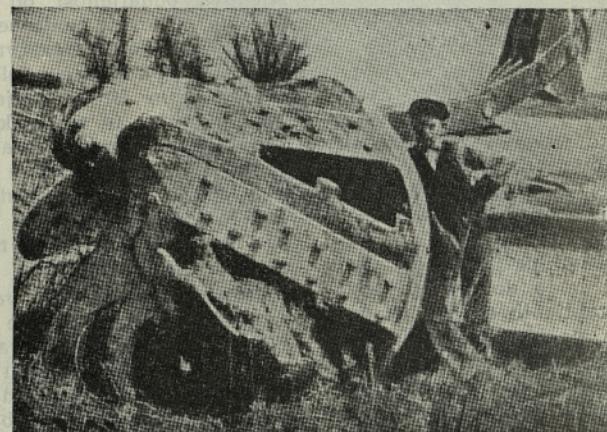
zanje 25 do 30 in celo 50% večji premer kot za transportni cevovod.

Moč črpalke se da izračunati, če poznamo najbolj ugodno hitrost in procent trdnega materiala v mešanici. Iz teh podatkov se računa izguba tlaka v cevovodu z upoštevanjem višine, na katero je treba spraviti material, če cevovod ni horizontalen.

Moderno ekskavatorji imajo na-vadno Diesel - električni pogon; proizvedeni tok napaja elektromorje, ki ženejo nože, vrtlje in pomožne mehanizme.

Karakteristike črpalnih ekskavatorjev so odvisne tako od njihove dimenzijske kot od moči instaliranih motorjev; s tem v zvezi se spreminja tudi njihova storilnost.

Ameriški ekskavator »New Jersey«, zgrajen l. 1927, je eden najmočnejših; celotna instalirana moč zna-



Desintegrator z noži za črpalni bager

Izkoristek teh strojev je vedno nizek, ker razmerje trdnega materiala v mešanici ne more doseči pomembnih vrednosti, da preveč ne narastejo izgube tlaka v cevovodu. V splošnem je procent trdnega materiala v mešanici sledeč:

- do 25% za mivko
- do 15% za glino in droben pesek
- do 10% za gramoz.

Izkoristek črpalke v splošnem ne preseže 50-60% in lahko doseže 65 do 70% le v zelo ugodnih razmerah.

Hitrost mešanice vode in trdnega materiala v cevih mora biti tolikšna, da vzdrži slednjega v plavjanju. Od minimalnih 3 m/sek, kar zadošča za črpanje vode in blata, je treba preiti na hitrost 6 in več m/sek za materiale kot so kompaktna glina, gramoza in podobno.

Dolžina transportnega cevovoda je različna; doseže lahko tudi 2500 m. Dolg cevovod zahteva seveda večjo hitrost na ustju; s tem preprečimo da bi postopno ustavljanje, nastalo zaradi odporov, ki jih mora mešanica premagati na poti, ne povzročilo usedanje materiala. Da zmanjšamo upore v sesalni cevi, je ugodno vzeti

ša 5000 KM, od katerih gre 3000 za pogon črpalke in ca 1000 za pogon desintegratorja z noži; cevovod ima premer 75 cm. Ekskavator lahko kopije 20 m pod morsko gladino in ima storilnost do 6500 m³/h.

Drug važen tip stroja za izkop z nepreklenjenim delovanjem je vedričasti ekskavator, sestavljen iz strojnega podstavka, ki se premika na koliesih ali gosenicah, in robustne ročice, pritrjene na podstavku in obesene na jeklenih vrveh.

Okrog ročice se ovija dvojna neskončna Gallova veriga, oprta na primerno število kolutov, na katerih so pritrjeni korci.

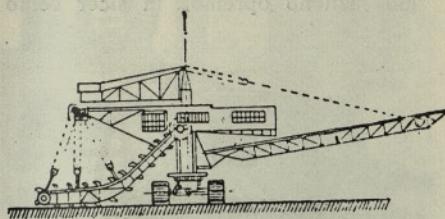
Ročica lahko zavzame različne položaje in je često sestavljena iz večih elementov, ki so med seboj zvezani s tečaji, da se lahko prilagodi začelenemu prerezu kanala ali drugemu delu izkopa. Korci so normalno litti z jeklenim robom, ki je včasih opremljen z jeklenimi zobmi.

Izkopani material pada navadno na vrtljiv transporter ali v fiksen silos.

Vrtljivi transporter, ki je montiran na stroju samem, prenaša material na spremenljive distante, ki lahko

dosežejo pri največjih tipih tudi 40 do 45 m.

Theoretično storilnost ekskavatorja na korce računamo s predpostavko, da se vsi korci popolnoma napolnijo in da stroj dela neprekinjeno. V praksi pa je treba upoštevati manjšo



Ekskavator na korce s transportnim trakom

polnitvev, povečanje volumna izkopane zemlje in eventualne nepričakovane zastoje stroja iz raznih vzrokov. Če upoštevamo te elemente, lahko pričakujemo, da bo praktična storilnost od 30 do 50% teoretične.

Theoretična urna proizvodnja vedričastega ekskavatorja variira med 5 do 8 in 200 do 300 m³/h, ustrezena moč motorja od 7 do 200 KM in teža od 5 do 110 ton; navadno so močnejši tipi pošteavljeni na tračnice, manjši pa na gosenice.

Globina izkopa je normalno 5 do 10 m, doseže pa lahko tudi 20 m pod podporičem stroja.

Največ uporabljamo vedričaste ekskavatorje v gramoznicah in za gradnje velikih kanalov, ki jih lahko izdelamo že v končnem profilu, ker je dana možnost prilagoditi ročico zahtevanemu prerezu.

Vedeti pa moramo, da tudi najmočnejših tipov vedričastih ekskavatorjev ni mogoče lahko prilagoditi terenom z različnimi lastnostmi; zato je potrebno, če hočemo dobro izkoristiti stroj te vrste, da so tereni, v katerih naj dela, lahki in čisti. Uporaba ekskavatorjev na korce, posebno večjih tipov, v Italiji ni posebno razširjena prav zaradi težke prilagoditve različnim tipom terena in različnim pogojem dela ter tudi zato, ker jih je težko transportirati in montirati.

Bolj kot za velike izkope je vedričasti ekskavator pri nas v uporabi v gramoznicah, kjer mu sestava materiala, njegova homogenost, priložnost ustvarjanja visokih delovnih front in rahel odpor pri izkopu, zagotavljajo v splošnem zelo uspešno uporabo.

Končno pa je treba vedeti, da vedričasti ekskavator lahko montiramo tudi na pontone in da nastane na ta način stroj, ki ga uporabljamo za podvodni izkop manj trdnih terenov.

Stroji s prekinjenim delovanjem

Med raznimi tipi strojev je univerzalni ekskavator uporaben za najbolj splošna dela in sam lahko omogoči rešitev skoraj vseh problemov,

ki se pojavljajo pri velikih zemeljskih delih. Oznako »univerzalen« je dobil ta tip stroja zato, ker ni bil konstruiran za eno samo specialno delo, temveč se prilagodi najrazličnejšim načinom uporabe in omogoči tako pomembno zmanjšanje amortizacijske kvote in njegovo uporabo tudi na manjših delih.

Univerzalni ekskavator je sestavljen v bistvu iz strojnega podstavka in opreme, ki je lahko različnega tipa glede na značaj dela, ki naj ga opravlja.

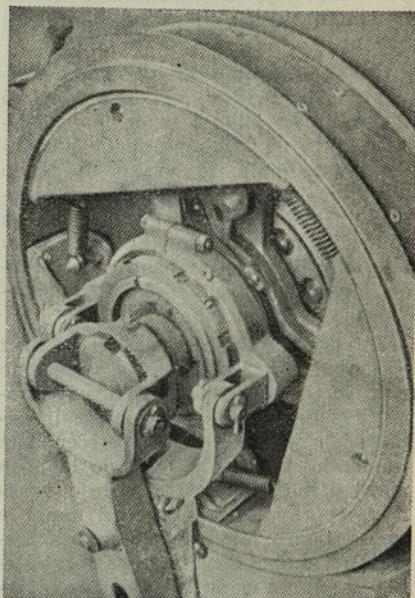
Strojni podstavek sestoji v glavnem iz goseničnega ogrodja, srednjega okvira iz jeklene litine, ki je ulita iz enega kosa, in iz vrtljive platforme, ki jo podpira in vodi sistem valjčkov na srednjem okviru. Na vrtljivi platformi so nameščeni motor in delovni vrtlji, ki dobivajo pogon preko tornih sklopk.

Na strojni podstavek univerzalnega ekskavatorja lahko montiramo opremo s čelno žlico, vlečno žlico (dragline), globinsko žlico in z grabalom; stroj lahko uporabimo tudi kot zabijač ali žerjav. Zadnja dva tipa opreme seveda nista za zemeljska dela, našteli pa smo jih, da bolje pokažemo vsestransko uporabnost stroja. Moderna žerjavskna oprema z dolgo ročico omogoča tako prirejennemu ekskavatorju z uspehom nadomečati stolni žerjav.

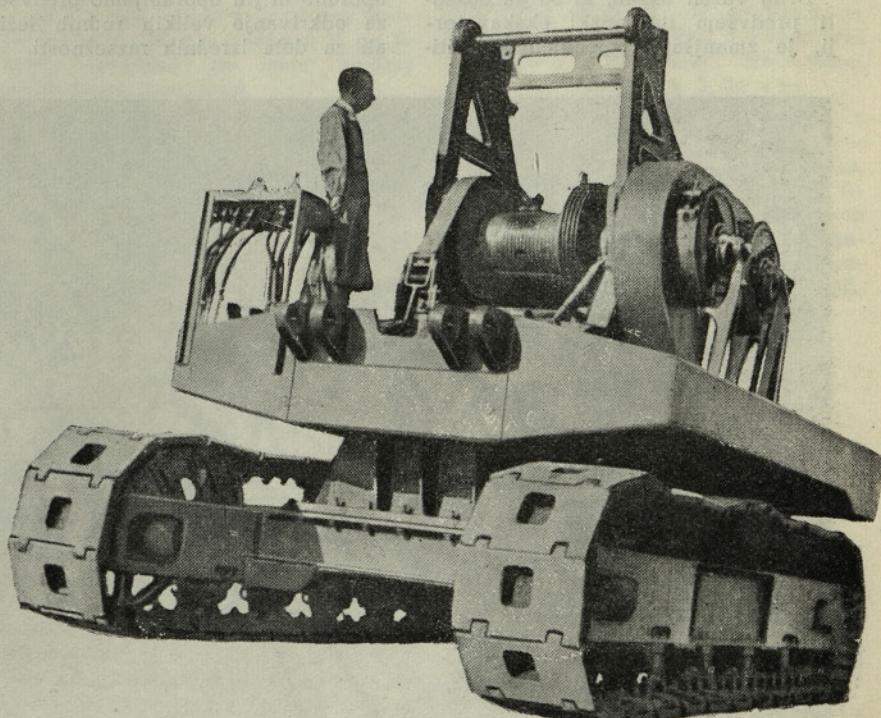
Na modernih tipih ekskavatorjev je prehod od ene opreme na drugo lahko izvedljiv v kratkem času in brez demontaže zobatih koles, komand, mehanizmov itd., ter je delovanje ekskavatorja popolno s ka-

kršnim koli tipom opreme. Delovanje kopalne priprave je omogočeno s sistemom jeklenih vrv, ki se navijajo in odvijajo z bobnov, katere vklapljam s tornimi sklopkami; pogon za premike strojnega podstavka pa prihaja preko gredi in zobatih prenosov, ki jih prav tako vklapljam s sklopkami.

Nedvomno bi bilo koristno spoznati, čeprav morda ne podrobno, mehanične dele in celotno delovanje univerzalnega ekskavatorja; toda zato bi bila potrebna posebna razprava.



Sklopka za vklapljanje bobna



Strojni podstavek univerzalnega ekskavatorja 12001 brez kabine

va. Tu se bomo omejili samo na to, da naštejemo nekaj važnih novosti ali tehničnih rešitev, izvedenih na modernih tipih ekskavatorjev.

Ena izmed novosti največjega pomena, ponos italijanske industrije, je uvedba vseh komand na stisnjen zrak, ki omogočajo predvsem udobnost in lahko manevriranje, ker dovoljujejo z regulacijo posebnega ventila izvajanje raznih operacij z manjšo ali večjo hitrostjo in torej mehkejši obrat in zmanjšujejo možnost napak pri upravljanju s tem, da ga poenostavljajo do maksima, ker so komande sklopki in zavor med seboj vezane.

Če upoštevamo, da moderni ekskavatorji izvršijo v splošnem po tri operacije na minuto in da je na ekskavatorjih z mehaničnimi komandami potrebnih za vsako operacijo več gibov različnih vzvodov, nam postane jasna težavnost dela, ki ga opravlja strojnik, in tudi to, da v takem primeru ni možno držati dolgo istega tempa dela, kar gre seveda na škodo storilnosti.

Z uporabo stisnjenega zraka in z vezanimi komandami je potrebno manjše število gibov. Po drugi strani je s preprostim odpiranjem in zapiranjem pip, ki so nameščene na komandni plošči, delo mnogo lažje in manj utrudljivo kot pritezanje vzvodov, čeprav potrebni fizični napor v tem primeru lahko zmanjšamo s prenosnimi mehanizmi. Iz tega torej sledi, da uporaba stisnjenega zraka zagotavlja hitrejše in natančnejše manevriranje ter izključuje možnost napak.

Drug važen uspeh, ki so ga dosegli predvsem italijanski ekskavatorji, je zmanjšanje specifičnega priti-

ska na teren; na mnogih tipih inozemskih strojev ta ne pade pod 1 kg/cm^2 , na naših ekskavatorjih pa so dosegli pri nekaterih tipih 0.60 kg/cm^2 . Zmanjšanje tlaka je velika prednost za lahko manevriranje stroja, ki se često giblje po mehkih terenih. Če upoštevamo še, da ta pritisk utegne narasti zaradi sunkov, ki jim je stroj podvržen, nam postane še bolj jasno, kako potrebno je držati specifični pritisk v čim nižjih mejah.

Treba bi si bilo ogledati še mnogo drugih tehničnih značilnosti modernih ekskavatorjev kot: racionalno dispozicijo raznih mehanizmov za zmanjšanje protiteži, tipe sklopki, sisteme valjčkov za obračanje itd., vendar bi nas to pripeljalo predaleč za to razpravo.

Ekskavatorji se delijo po kapaciteti žlice; ta variira pri tipih za normalno uporabo od 300 do 1500 litrov, gre pa tudi preko 25000 litrov pri največjih strojih.

Orjak med ekskavatorji je »Marion Walking Excavator«, stroj s kapaciteto 30000 litrov, ki ima težo 1519 ton in 1500 KM. Ta stroj se ne giblje z gosenicami, temveč z mehanično napravo, ki poganja sistem vzvodov, na katerem sta dve podporni plošči. Ko se ti dve plošči naslonita na teren, omogočita ekskavatorju, da se dvigne in premakne naprej, kakor da bi hodil; od tod tudi njegovo ime. Med delom ostaneta podporni plošči dvignjeni in stroj sedi na veliki okrogli temeljni plošči.

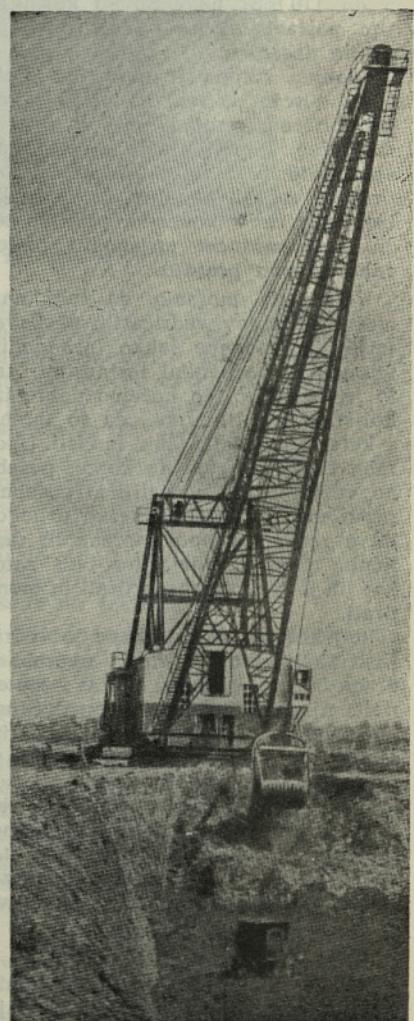
Ta in drugi tipi ekskavatorjev velikih kapacetet imajo zelo omejeno uporabo in jih uporabljamo predvsem za odkrivanje velikih rudnih ležišč ali za dela izrednih razsežnosti.

V Italiji gradijo ekskavatorje do kapacitete 2500 litrov; teža tega stroja doseže 100 ton, njegova uporaba pa je omejena skoraj izključno na dela v kamnolomih.

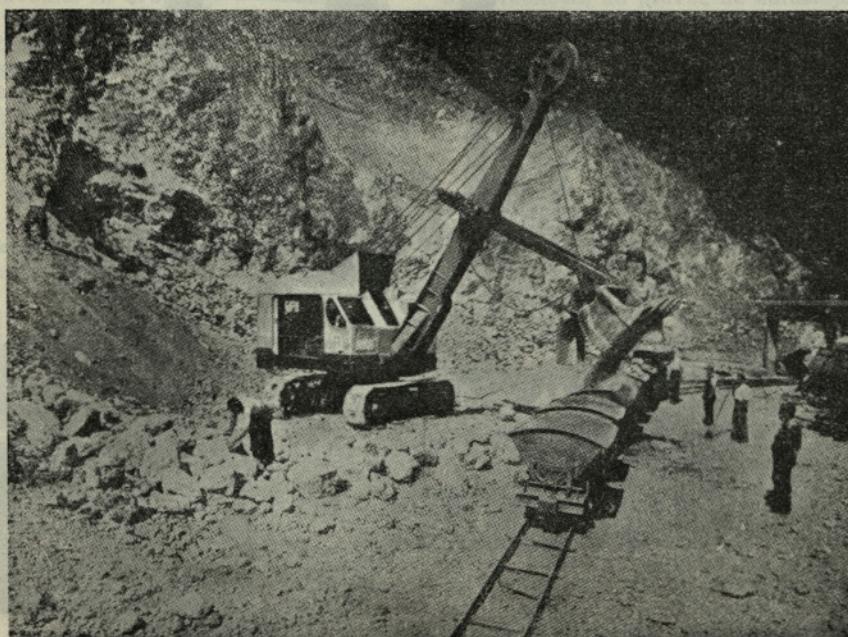
Omenili smo že, da na strojni podstave ekskavatorja lahko montiramo različno opremo, in sicer celno



Ekskavator »Marion Walker« med premikanjem

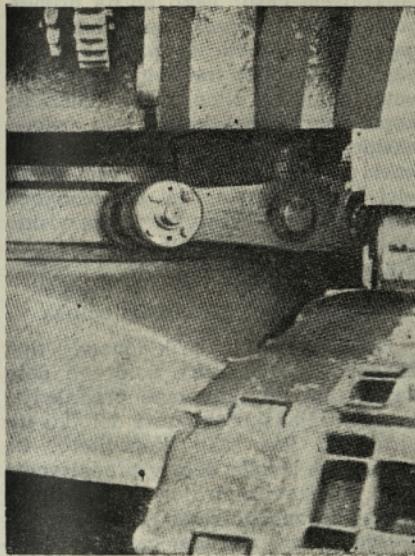


Ekskavator »Marion Walker« 7400 I



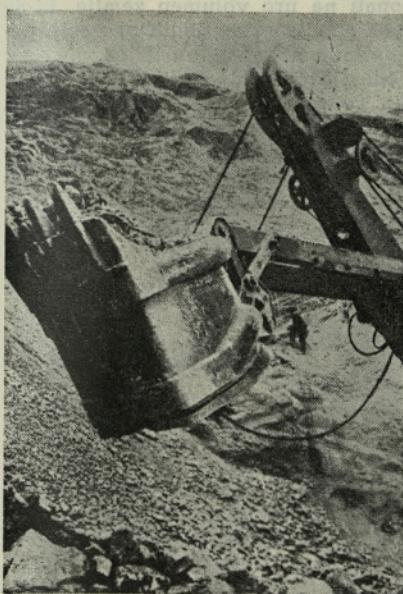
Univerzalni ekskavator kapacitete 1200 I

žlico, vlečno žlico (dragline), globinsko žlico in grabala raznih vrst. Kostnito si bo ogledati področje uporabe in glavne podatke, da bomo lahko določili, kateri tip je najbolj uporaben za neko določeno delo.



Valjčki za vrtenje na univerzalnem ekskavatorju kapacitete 2500 l

Oprema s čelno žlico je sestavljena v glavnem iz močne roke, pritrjene s tečajem na vrtljivi platformi in vezane na vrhu z jekleno vrvjo, ki omogoča roki menjati naklon, če se vrv navija na boben za dviganje.



Čelna žlica univerzalnega ekskavatorja

Na določeni višini roke je pritrjeno vodilo, v katerem premika jeklena vrv ali veriga ročico, ki nosi žlico. Dviganje le-te dosežemo s pomočjo vrvi, ki teče po vrvnih kolutih, od katerih je ena pritrjena na žlici sa-

mi, druga pa na vrhu roke in ki se končno navija na boben za kopanje; pomikanje proti mestu izkopa in povratak pa dosežemo z drugim manevrom. Kombinacija navedenih gibanj omogoči žlici zavzeti vse potrebne položaje za kopanje napram izkopni fronti. Opremo s čelno žlico uporabljamo, kadar se material za izkop nahaja nad podporno ravnilno stroja. Producija, ki jo lahko dosežemo s tem tipom opreme, zavisi seveda od lastnosti terena, delovnih pogojev, višine fronte izkopa in različnih drugih faktorjev, kar bomo videli kasneje, ko bomo obravnavali storilnost ekskavatorja.

Oprema z vlečno žlico sestoji iz roke, ki je izvedena v predalčni konstrukciji, tudi pritrjeni s tečajem na vrtljivi platformi in vezani na vrhu, ki ji s tem, da se navija na boben, omogoča menjavo naklona. Vlečna žlica, za razliko od čelne žlice, nima trdnih vodil, temveč jih gibljeta dve vrvi, od katerih je ena za dviganje, druga pa za vlečenje.

Dvignjeno žlico vržemo na določeno razdaljo od ekskavatorja, da pričnemo izkop. Ta se vrši na ta način, da stavimo v pogon vlečno vrv in popustimo nosilno. Po končanem izkopavanju dvigamo žlico tako, da napenjamo obe vrvi, medtem ko dosežemo praznjenje avtomatično s tem, da popustum vlečno vrv.

Kapaciteta izkopa z vlečno žlico zavisi od moči prodiranja žlice v teren, kar pa je po svoje odvisno tudi od njene teže.

Če hočemo doseči dobro prodiranje, je torej potrebno, da strojnik pusti pasti žlico tako, da vsa njena teža deluje na zobe.

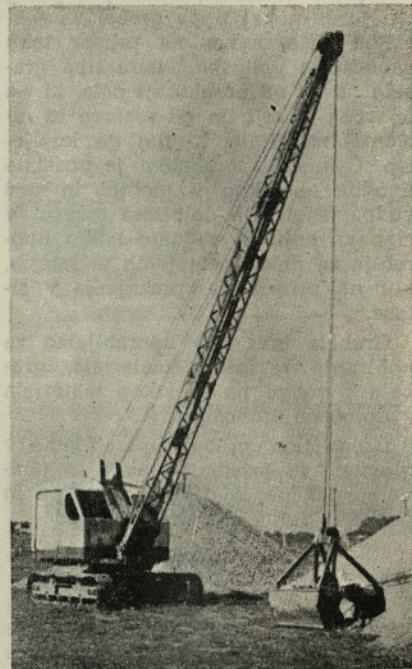
Tudi v tem primeru je značaj terena za izkop osnovni element, ki ga je treba upoštevati pri izbiri najbolj prikladnega tipa žlice.

Ekskavator z vlečno žlico uporabljam takrat, kadar je treba kopati material, ki se nahaja pod podporno ravnilno stroja; ta oprema se da zato uporablji tudi za podvodne izkope. Žlica mora pričeti gibanje za izkop iz čim nižje in čim bolj oddaljene točke. Razdalja te točke od navpičnice, ki gre skozi vrh roke, je tem večja, čim bolj spremno izkorišča strojnik centrifugalno silo, ki deluje na prazno žlico med obračanjem roke po raztovarjanju materiala.

Ker je često težko natančno regulirati praznjenje vlečne žice, ji moramo dajati prednost pri vseh tistih delih, pri katerih ni treba raztovarjati materiala v zelo omejenem in stisnjennem prostoru.

Dober strojnik lahko z uspehom raztovarja tudi na vagonete ali kamione; kljub temu pa se oprema z vlečno žlico uporablja bolj često pri prostem iztovarjanju, kot na primer pri gradnji kanalov, kjer stresamo izkopani material na nasipe.

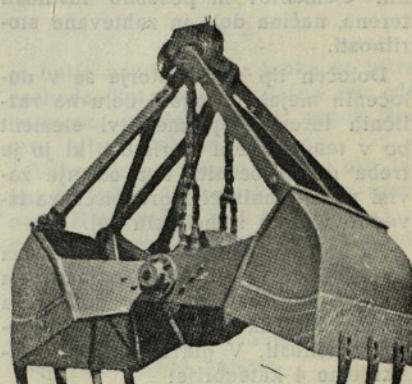
Oprema z globinsko žlico sestoji iz roke, ki je v splošnem drugačna od one pri čelni žlici; na koncu te roke je pritrjena v tečaju ročica z žlico, ki pa v tem primeru kopije od zgoraj navzdol.



Ekskavator z grabalom

Tudi ta tip opreme se uporablja za izkop materiala pod ravnino, na kateri stoji ekskavator. Akcijski radij pa je bolj omejen. Vsekakor pa je s to opremo možno kopati tudi zelo ozke predpisane profile. Oprema z globinsko žlico, ki se navadno ne montira na ekskavatorje s kapaciteto preko 500 do 750 litrov, lahko doseže globino izkopa ca. 3 do 4 m.

Oprema z grabalom sestoji iz predalčaste roke, ki je v glavnem podobna roki pri opremi z vlečno žlico, in grabala, ki je lahko različnega tipa, obešenega na roko s sistemom vrvi, ki opravlja zapiranje, dviganje in odpiranje istega, da pa preprečimo vrtenje grabala, kadar visi.

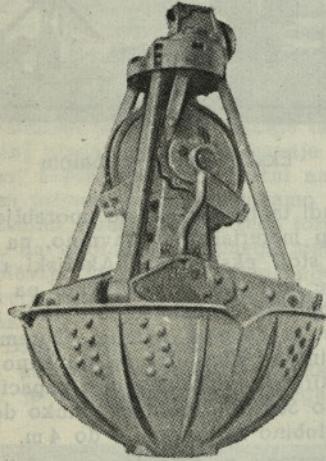


Dvodelno grebalo z zobmi

moramo uporabljati posebno priprato, »tag-line«, sestavljeno iz napete vrv, ki je pritrjena na grabalo, z drugim koncem pa preko škrpic vezana z utežjo, ki se lahko giblje v ročici. Grabalo je v splošnem dvo- ali štiridelno, z zobmi ali brez njih; poleg teh je še nekaj tipov grabala za posebna dela, kakor na primer tako imenovano polipsko. Izbera tipa grabala zavisi od posebnosti dela, ki ga je treba izvesti, in od sestave in dimenzij materiala, ki naj ga kopljemo. Oprema z grabalom je posebno ugodna za izkop v globini in pod vodo, zagotavlja določeno točnost v manevriranju in se zato lahko uporablja za dela v omejenih področjih, kot na primer za praznjenje v silose.

Grabala brez zob uporabljamo za pobiranje razsutega materiala, grabala z zobmi pa za izkop materiala z določeno trdnostjo.

Druge tipe grabala uporabljamo v glavnem za pristaniška dela in podvodne izkope, za izkope gramoza in peska iz rek in za zlaganje skal.



Štiridelna žlica

Izbera ne samo tipa opreme, tem več tudi tipa uporabnega ekskavatorja, je bolj kot kaj drugega vezana na vrsto dela, ki ga je treba izvesti, zahteva skrbno proučitev raznih elementov in posebno lastnosti terena, načina dela in zahtevane storilnosti.

Določen tip ekskavatorja se v določenih mejah prilagodi delu na različnih terenih. Spremenljivi element bo v tem primeru storilnost, ki jo je treba dobro oceniti, ker od nje zavisi vsa organizacija gradbišča za izvedbo velikih zemeljskih del.

Za boljšo presojo vpliva, ki ga ima na izbiro in storilnost ekskavatorja sestava terena, bo treba za le-tega uvesti klasifikacijo na podlagi njegove trdnosti. V glavnem lahko razlikujemo 4 kategorije:

1. nasuti tereni
2. rahlo sprijeti tereni

3. zelo trdni tereni

4. trdi tereni.

Prva kategorija vsebuje materiale, ki jih lahko nalagamo z lopato in brez težav tudi z vlečno žlico kot na primer:

- suh ali vlažen pesek
- gramozi manjših dimenzij
- nezraščeni tereni
- drobljen material majhnih dimenzij.

Druga kategorija vsebuje bolj kompaktne materiale, kot na primer:

- debel gramozi
- peščena glina
- mastne zemlje
- lapor.

Tretja kategorija vsebuje debelejše ali zelo kompakte terene, kot:

- apnenčasta skala ali mehak peščenec
- drobljiv skrilavec
- mokra glina
- prod velikih dimenzij.

Za te materiale je potrebna uporaba ekskavatorjev s kapaciteto nad 1000 litrov.

Cetrtta kategorija vsebuje vse materiale, ki jih ne moremo načeti z mehaničnimi sredstvi, temveč je potrebna uporaba min. Tip ekskavatorja, ki ga nato lahko uporabimo za odstranjevanje ali nalaganje, zavisi od vrste skale in dimenzij, ki jih dobimo po miniranju ali po razpokah v materialu. Med drugimi sodijo v to kategorijo:

- kompakti skrilavci in apnenec
- granit
- peščenec
- trdni konglomerati.

Značilnosti dela, ki jih moramo pri izbiri tipa ekskavatorja bolj natančno poznati, so v glavnem dimenzije del, ki jih je izvesti, kot na primer višina fronte odkopa, širina kanala, globina izkopa, dimenzije nasipa itd.

Poznavanje lastnosti terena in vrste dela so v glavnem elementi, ki že zadoščajo za izbiro tipa uporabnega stroja.

Razumljivo je, da tereni z večjo trdnostjo zahtevajo uporabo močnejših strojev, dela večjih dimenzij pa stroje z večjim akcijskim radijem in torej v splošnem stroje večjih tipov. Nedvomno ni poznavanje lastnosti terena stalen in edini kriterij za določanje tipa ekskavatorja, ker smo rekli, da se določen tip ekskavatorja prilagodi delu v raznih terenih, pri tem se mu pa menja storilnost. Če pa bi se produkcija danega tipa ekskavatorja v težkem terenu preveč znižala, bi ga ne bilo mogoče ekonomično uporabiti in bi bilo tedaj treba izbrati močnejši tip.

Tako mora imeti majhen ekskavator s 300 litrsko vlečno žlico vsaj 150 m³ dnevne produkcije, da je njegova uporaba uspešna.

Za precej natančno predvidevanje produkcije, ki jo določeni stroj lah-

ko daje pri določeni uporabi, je potrebna precejšnja izkušnja.

Poznavanje pogojev dela s posebnim ozirom na njegove dimenzije bo omogočilo izbrati stroj, ki ima takšno storilnost, da ga bo opravil v najkrajšem času. Tako bo na primer, če moramo izkopati kanal določenega preseka, material pa nasuti na nasipe, najboljšo rešitev dal ekskavator z vlečno žlico, ki bo lahko izkopal tako kanal kakor tudi izdelal nasipe. Ugodno bo, če bo ta stroj imel akcijski radij enak vsaj polovici širine kanala, da bo omogočil razkladanje direktno na nasip, višino razkladanja pa zadostno za njegovo gradnjo.

Volumetrični razmernik učinka

Izbera najbolj prikladnega tipa ekskavatorja za neko določeno delo zavisi tudi od zahtevane produkcije; ta nam dejansko omogoči določiti tip stroja, ki ima tako kapaciteto, da lahko sam izvede delo v predpisanim času, ali število strojev drugih tipov, potrebnih za isto delo.

Ugotovitev, ali nam za neko določeno delo ustreza uporaba enega stroja večje produkcije ali več strojev manjših kapacitet, zavisi od raznih faktorjev, posebno pa od razsežnosti gradbišča, njegove organizacije, splošnih značilnosti dela in njegove važnosti; kakršenkoli stroj že izberemo, vedno je treba zaradi sigurnosti oceniti njegovo storilnost za vsako določeno uporabo.

Theoretično bi moral ekskavator izkopati na uro volumen zemlje, ki je enak številu opravljenih operacij, pomnoženih s kapaciteto žlice.

Število operacij N, izvedenih v eni uri, če označimo s Cm merjeni čas, potreben za celotno operacijo (izkop, raztovarjanje in povratek žlice) in če predpostavljamo, da bo stroj delal celo uro, dobimo iz enačbe

$$N = \frac{3600}{Cm}$$

Če označimo še kapaciteto žlice s Q in s P teoretično produkcijo, dobimo

$$P = Q \frac{3600}{Cm}$$

Theoretična produkcija, ki jo določimo tako, bo vedno večja od efektivne; da pa določimo to, bo treba računati s povečanjem volumena zemlje, njenega odpora in dejstva, da ne moremo pričakovati od ekskavatorja 60 minut dela na uro. Če predpostavimo, da se ekskavatorjeva žlica polnoma napolni z materialom, ki se je zrahljal med izkopom, bi bil volumen tega materiala, merjen v terenu, manjši, in sicer tem manjši, čim bolj kompakten je teren. Zato bo treba pomnožiti kapaciteto žlice s koeficientom F, ki upošteva to spremembu, da bomo dobili množino materiala, ki ga je odstranila žlica, merjeno v terenu.

Vendar se žlica ne napolni skoraj nikdar popolnoma in to zaradi sprijetosti terena. Čim bolj je ta kompakten, tem manjši bo volumen materiala, ki ga bo naložila. To zmanjšanje volumna upošteva faktor K, ki je tem manjši, čim trdnejši je teren. Če upoštevamo zgornje, bo volumen materiala, ki ga izkoplje žlica pri vsaki operaciji, merjen v terenu, približno

$$V = Q \cdot F \cdot K$$

Vedeti pa je treba, da se faktor K spremenja tudi s spremnostjo strojnika.

	F	K	Cm
a) Za ekskavator s čelno žlico, rahel teren (n. pr. pesek)	0.90	0.90	20 sek
kompakten teren (normalen)	0.80	0.75	24 sek
trd teren (glina)	0.70	0.60	30 sek
b) Za ekskavator z vlečno žlico (dragline)	0.90	0.85	24 sek
rahel teren (glej zgoraj)	0.80	0.70	30 sek
kompakten teren (glej zgoraj)	0.70	0.55	36 sek

Treba je upoštevati, da so vrednosti Cm računane za kot obračanja 90°; za vsakih 10° več je treba v splošnem dodati 2 sek.

Če upoštevamo vse te koeficiente, ki smo jih našeli, dobimo splošno formulo za dejansko produkcijo v eni uri

$$P_1 = Q \cdot F \cdot K \frac{3600}{Cm}$$

Razmerje med efektivno in teoretično produkcijo nam da volumetrični razmernik učinka ekskavatorja.

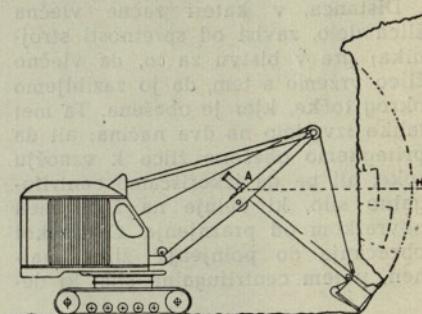


Ciklus dela univerzalnega ekskavatorja s čelno žlico
 1. izkop
 2. transport
 3. iztovarjanje
 4. povratek

Končno pa je treba upoštevati tudi to, da ekskavator ne bo nikdar delal stalno, temveč da bo treba izgubiti vsako uro nekaj minut za premikanje stroja, tankanje in iz raznih drugih razlogov; to izgubo upošteva faktor E, čigar vrednost zavisi močno od spremnosti in pridnosti strojnika; v splošnem se lahko računa z E = 0.80.

V naslednji tabeli podajamo splošne vrednosti zgoraj omenjenih koeficientov v različnih primerih.

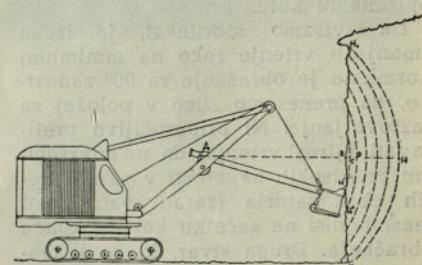
cice na roki (slika 1). Če bi strojnik napadel vertikalno steno in začel izkop od spodaj, bi se poizkušali zobje žlice progresivno poglabljati v teren do točke H, ki se nahaja v isti višini kot točka A. S tem, ko večamo debelino napadene plasti zemlje, na-



Slika 1

rašča tudi odpor, zaradi česar imamo zastanek v hitrosti izkopa. Mnogi strojniki potezajo ročico nazaj, da bi se izognili te nevšečnosti, čim opazijo, da je odpor postal prevelik, in črta, ki so jo pretekli zobje, spominja tečaj na profil žage.

Bolje je začeti izkop tako, da nadamo steno v točki H' (slika 2) malo pod vodoravno črto, ki teče skozi točko A in opisati krožni lok z višino BC, ki naj bo tem manjša, čim trši je teren. Naslednji prijem izvedemo tako, da začnemo izkop v točki H'', ki leži niže od H' in zarezemo zobe največ v globino CD, ki naj ne bo večja od BC ter nadaljujemo z odstranjevanjem plasti, dokler ne dosežemo krožnega loka H-H'', ki že dovoljuje delati na vsej višini in napredovati v vedno enakih plasteh. Važno je vedeti, da



Slika 2

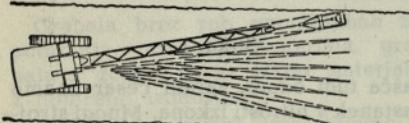
je bolje napraviti dva lahka in hitra prehoda, kot pa vztrajati na tem, da iztrjamo debelejo plast, zaradi katere hitrost izkopa pojema.

Višina fronte kopanja mora biti takšna, da lahko polno izkoristimo možnosti žlice; višina pod 1.50 m v splošnem ni zadovoljiva. Po Nikirku, predsedniku Združenja ameriških konstrukterjev strojev za javna dela, je »optimalna« globina izkopa globina, ki dovoljuje najboljšo polnitev žlice brez pretiranega napora.

Izkop z vlečno žlico (dragline) bi moral potekati tako, da začnemo vlek

v točki, ki je najbolj oddaljena od ekskavatorja. Za izkop kanala je ugodno postaviti ekskavator v os istega, tako da kopljemo material v konvergentnih pramenih (slika 3). Dober strojnik bo na ta način lahko izdelal tudi robove s pomočjo enega samega ravnalca.

Distanca, v kateri začne vlečna žlica delo, zavisi od spremnosti strojnika; gre v bistvu za to, da vlečno žlico vržemo s tem, da jo zazibljemo okrog točke, kjer je obešena. Ta met lahko izvršimo na dva načina: ali da pritegnemo obešeno žlico k vznosu roke, ali pa da izkorisčamo centrifugalno silo, ki deluje na žlico med povratkom od praznjenja. Če je kot obračanja do polnjenja žlice majhen, potem centrifugalna sila, ki de-



Slika 3

luje na žlico, ni zadostna, da bi jo vrgli daleč, če pa je ta večji od 90°, bo spremen strojnik uspel vreči žlico na precejšnjo razdaljo od stroja.

Za izkop z grabalom ni treba posebnih opozoril; treba je le, da je grabalo popolnoma odprto, ko pride v stik s terenom; da pa povečamo silo vdiranja, ga lahko pustimo pasti z določene višine.

2. Obračanje za praznitez.

Vrtenje roke, ki je potrebno, da prenesemo izkopani material na mesto za raztovarjanje, zahteva določen čas, ki je seveda proporcionalen opisanemu kotu.

Da zvišamo storilnost, je treba zmanjšati vrtenje roke na minimum; normalno je obračanje za 90° zadostno, da prenesemo žlico v položaj za raztovarjanje. Ni priporočljivo pretiravati hitrost vrtenja, da ne povzročimo previsokih napetosti v raznih delih ekskavatorja (zaradi vztrajnosti mas) bodisi na začetku kot na koncu obračanja. Druga stvar, ki se ji moramo izogibati, je, da ne začnemo vrjeti roko, predno je končan izkop. Navadno se čelna žlica že nahaja dovolj visoko za raztovarjanje materiala, globinsko ali vlečno žlico in grabalo pa je normalno treba še dvigniti po izkopu do višine praznje-

nja; da prihranimo na času, je treba, kadar je le mogoče, dvigati in obrati hkrati.

3. Praznjenje.

Praznjenje ne zahteva posebnih predpisov, na katere bi bilo treba paziti; potreben je le dober razpored transportnih sredstev in spremnost strojnika.

4. Povratek.

Ta operacija zaključuje ciklus dela ekskavatorja. Če delamo z dragli-

nom, je treba imeti vlečno vrv na peto, da preprečimo vrtenje žlice; ta se mora pri dotiku na tla nahajati v pripravnem položaju za pričetek izkopa, čim jo potegnemo proti ekskavatorju.

V naslednjih dveh tabelah po Nikirku so podane storilnosti ekskavatorjev različnih tipov, ki delajo v različnih terenih s kotom obračanja 90° in »optimalno« višino ali globino izkopa.

Tabela I. Storilnost ekskavatorjev s čelno žlico

Kapaciteta žlice lit.	280	380	575	760	950	1150	1340	1530	1910
Mokra zemlja m (1)	0.95	1.40	1.60	1.85	1.95	2.15	2.25	2.35	2.55
ali peščena									
glina m ³ (2)	65	88	126	156	191	218	245	276	310
Pesek in prod m	0.95	1.40	1.60	1.85	1.95	2.15	2.45	2.76	3.10
m ³	61	84	118	153	175	206	229	252	298
Navaden dober teren m	1.30	1.70	2.05	2.25	2.60	2.80	2.90	3.10	3.40
Trda kompakt- teren m	1.85	2.15	2.45	2.75	2.95	3.20	3.45	3.70	4.05
na glina m ³	38	57	84	110	138	160	180	202	237
Vlažna lepljiva glina m ³	1.85	2.15	2.45	2.75	2.95	3.20	3.45	3.70	4.05
skala m ³ /h	19	30	54	73	92	110	126	141	157
Dobro zdrobljena skala m ³ /h	30	45	72	96	118	137	157	175	210
Teren z osamljenimi skalami ali koreninami m ³ /h	23	38	61	80	99	118	137	153	187
Malo zdrobljena skala m ³ /h	11	19	38	57	73	89	107	122	149

(1) »optimalna« višina izkopa

(2) ustrezena storilnost na uro

Tabela II. — Storilnost ekskavatorja z vlečno žlico (dragline)

Kapaciteta žlice lit.	280	380	575	760	950	1150	1340	1530	1910
Rahla vlažna glina m (1)	1.52	1.67	1.82	1.98	2.13	2.23	2.31	2.43	2.56
m ³ (2)	53	73	99	122	150	168	187	202	233
Pesek in gramoz m	1.52	1.67	1.82	1.98	2.13	2.23	2.31	2.43	2.56
m ³	49	69	96	119	142	160	179	195	226
Dober teren m	1.82	2.00	2.23	2.43	2.56	2.74	2.87	2.97	3.17
m ³	42	57	80	103	126	145	161	176	202
Trda kompakt- na glina m	2.21	2.43	2.51	2.81	3.04	3.22	3.42	3.55	3.73
m ³	27	42	69	84	103	126	138	140	176
Vlažna lepljiva glina m ³	2.21	2.43	2.51	2.81	3.04	3.22	3.42	3.55	3.75
skala m ³ /h	15	23	42	57	83	84	99	111	133

(1) »optimalna« globina izkopa

(2) ustrezena storilnost na uro

Te storilnosti, ki so najvišje dosegljive v praksi, kadar dela ekskavator v najbolj ugodnih pogojih, je treba korigirati s spodaj navedeni-

mi koeficienti, ki upoštevajo spremembe višine ali globine in kote vrtenja.

Tabela III. Korekturni koeficienti za ekskavatore s čelno žlico

Kot vrtenja	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
40%	0.93	0.89	0.85	0.80	0.72	0.65	0.59
60%	1.10	1.03	0.96	0.91	0.81	0.73	0.66
80%	1.22	1.12	1.04	0.98	0.86	0.77	0.69
100%	1.26	1.16	1.07	1.00	0.88	0.79	0.71
120%	1.20	1.11	1.03	0.97	0.86	0.77	0.70
140%	1.12	1.04	0.97	0.91	0.81	0.73	0.66
160%	1.03	0.96	0.90	0.85	0.75	0.67	0.62

Tabela IV. — Korekturni konficienti za ekskavatorje z vlečno žlico (dragline)

Kot vrtenja	30°	45°	60°	75°	90°	120°	150°	180°
20%	1.06	0.99	0.94	0.90	0.87	0.81	0.75	0.70
40%	1.17	1.08	1.02	0.97	0.93	0.85	0.78	0.72
60%	1.24	1.13	1.06	1.01	0.97	0.88	0.80	0.74
80%	1.29	1.19	1.09	1.04	0.99	0.90	0.82	0.76
100%	1.32	1.17	1.11	1.05	1.00	0.91	0.83	0.77
120%	1.29	1.17	1.09	1.03	0.98	0.90	0.82	0.76
140%	1.25	1.14	1.06	1.00	0.96	0.88	0.81	0.75
160%	1.20	1.10	1.02	0.97	0.93	0.85	0.79	0.73
180%	1.15	1.05	0.98	0.94	0.90	0.82	0.76	0.71
200%	1.10	1.00	0.94	0.90	0.87	0.79	0.73	0.69

ORGANIZACIJA TRANSPORTA

Osnova dobrega delovanja in uspeh gradbišča za izvedbo velikih zemeljskih del je organizacija transporta.

Ekskavator je stroj, ki je vezan na transportna sredstva pri vseh delih, kjer moramo raztovarjati izkopani material v določeni oddaljenosti; bilo bi torej brez pomena uporabljati vse potrebne ukrepe, da zvišamo storilnost ekskavatorja do maksimuma, če ne bi razpolagali z dobro organizacijo transporta. Ker dela ekskavator lahko stalno in tako daje maksimalno storilnost, je treba določiti stevilo transportnih sredstev, da ga polno zaposlimo. To lahko določimo, če preračunamo potreben čas za vsako vozilo, da izvrši celoten ciklus, to je polnjenje, pot na mesto za raztovarjanje, praznjenje, povratek in postavljanje na mesto polnitve. Če hočemo določiti čas nalaganja, moramo poznati kapaciteto transportnega sredstva in produkcije ekskavatorja. Značilnosti uporabljenega sredstva in pogoji poti, ki jo mora ta preveliti, nam omogočijo izračunati čas vožnje in povratka; v ta namen je dobro upoštevati, da se transportna razdalja menjava z napredovanjem gradbišča. Čas razkladanja in natovarjanja je možno precej dobro oceniti, če poznamo lastnosti sredstev in delovnih pogojev. Če torej poznamo potreben čas za izvedbo celega ciklusa, lahko določimo število potrebnih sredstev N. To bomo dobili iz razmerja med časom T, ki je v celoti potreben za vožnjo, raztovarjanje, povratek in nalaganje, ter časa C, ki je potreben za nalaganje plus še eno vozilo, kar nam da

$$N = 1 + \frac{T}{C}$$

Razen tako določenih transportnih sredstev bo dobro, če vemo, da je posebno pri delih velike važnosti pametno imeti še nekaj vozil v rezervi, da se izognemo zastojem pri delu.

Če uporabljamo različne ekskavatorje, je pametno imeti na vsakih pet vozil eno rezervo, razmerje 1/5 se pa lahko zmanjša pri uporabi večjega števila vozil, tako na primer za 25 voz ne bo treba 5 voz rezerve, temveč jih bo dovolj 3 do 4; vsekakor vpliva tudi učinkovitost trans-

portnih sredstev na število potrebnih rezervnih vozil.

Izkusnja je pokazala v praksi, da se izdatek za rezervna vozila obilo povrne zaradi njihove uporabnosti v primeru zastojev ali defektov. Upoštevati pa je tudi treba, da je izguba ki jo povzroče eventualne okvare transportnih sredstev, tem bolj občutna, čim manjše je število uporabljenih vozil.

Korist, ki jo imamo s tem, če imamo primerno število rezervnih sredstev, se pokaže prevsem v škodi, ki jo občuti vsa organizacija gradbišča, če izpade nenadoma eno izmed vozil, za katero ni takoj pri roki nadomestila.

Imamo različne tipe transportnih sredstev, vsako s svojimi posebnimi lastnostmi, ki jih je treba pri izbiri imeti dobro pred očmi tudi v odnosu do ekskavatorjeve kapacitete.

Najbolj ugodne pogoje za natovarjanje transportnih sredstev ustvarimo s tem, če ta lahko postavljajo ob obeh straneh ekskavatorja.

Vsek kamion bo imel tedaj na razpolago ves čas, ki ga ekskavator porabi za nakladanje enega voza, da se bo postavil na svoje mesto, in ekskavator bo lahko delal brez prekinitev in nalagal na obe strani.

Največja hitrost delovnih taktov, ki jih lahko dosežemo z modernimi transportnimi sredstvi, zahteva, da je njihova kapaciteta vsaj štiri- do petkrat večja od žlice ekskavatorja. Če imajo kamioni premajhno kapaciteto, se napolnijo že z majhnim številom žlic in tedaj je uporabljeni čas lahko prekratek, da bi se naslednjim kamionom mogel nastaviti ekskavatorju. Zato je pametno praviloma uporabljati čim večja transportna sredstva. Tako bo laže obdržati vedno isti ritem dela, material bo natovoren ne da bi ga raztresali in bo ves padel na kamion; ekskavatorjevo delo pa ne bo zastajalo zaradi čakanja na vozove.

Ta kratki opis lastnosti in delovanja ekskavatorja lahko nudi približno sliko njegove uporabnosti.

Razen tega stroja moramo poznati, kakor smo že poudarili, tudi druge tipe, ki jih uporabljamo za velika zemeljska dela, in sicer v glavnem skreperje in pluge, stroje, ki imajo navzlic visoki storilnosti pri nekatere-

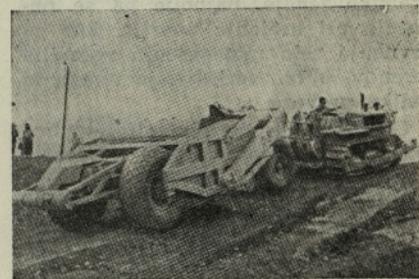
rih delih mnogo bolj omejeno področje uporabe kot univerzalni ekskavator.

SKREPERJI

Skreperji so stroji, ki so v glavnem sestavljeni iz posebne prikolice, ki jo vleče traktor na gosenicah ali kolesih in ki imajo možnost kopati, natovarjati in transportirati material na določeno razdaljo.

Naprava, ki jo vleče traktor, je sestavljena iz velike posode, montirane na gumijastih kolesih, podobne dvodelnemu grabalu, katere en del služi kot rezilo, ki lahko zavzame razne naklone napram terenu, drugi pa kot pokrov za zadrževanje materiala.

Posebno škripčevje ali kompleks hidravličnih komand zagotavlja delovalna.



Vlečni skreper konstrukcije CIR

vanje skreperja, ki sestoji v tem, da zarinemo rezilo v teren in mu damo zaželeni nagib in da hkrati dvignemo pokrov za zadrževanje materiala; med gibanjem traktorja se napolni posoda, ki se zapre nato z gibom, nasprotnim prvemu, in nese v sebi izkopani material na mesto praznjenja.

Skreperji so različnih izvedb; v splošnem pa se lahko delijo v dve glavni kategoriji:

a) s praznjenjem naprej, ki je nadavno prisilno;

b) s težnostnim praznjenjem nazaj.

Skreperji s praznjenjem naprej

Prva kategorija vsebuje stroje, montirane skoraj vedno na vsaj štirih kolesih, ki jih navadno vleče goseničar. Izdelujejo pa tudi tipe z lastnim pogonom, ki so sestavljeni iz traktorja na pnevmatikah in posode na dveh kolesih. Ta tip doseže večjo hitrost, je bolj okreten in se

obnese za transport na večje razdalje.

Skreperji s praznjenjem nazaj

Skreperji s praznjenjem nazaj so sestavljeni iz traktorja goseničarja in posode, ki je montirana na eni sami osi, katere kolesa med izklopom niso v kontaktu s terenom, se pa vrnejo nanj, ko je posoda polna.

*Praznjenje, ki se izvrši na ta način, da zvračamo posodo nazaj, omogoča, da uporabljam tip stroja pri delih, kjer je malo razpoložljivega

Srednja kapaciteta m ³	Teža kg	Moč traktorja KM
1.53	1268	35
2.70	2750	45
4.50	5580	65
6.65	8530	80
10.32	11800	130
16.80	14470	160

Osnovni podatki za presojo pri izbiri in prikladnosti za uporabo skreperja so:

1. vrsta dela, ki ga je treba izvesti,
2. razdalja transporta,
3. sestav terena.

Skreperje lahko uporabljam pri različnih vrstah dela, ki zahtevajo premike zemlje, najbolje pa se obnesejo pri urejanju površin kot za ravnanje zelo raztegnjenih valovitih terenov, plitvo razkrivanje terena in velike prevoze.

Glede na druge tipe strojev ima skreper posebno prednost predvsem pri planiranju in nasipavanju. Ima namreč možnost, da z menjavanjem naklona rezila posnema površinsko plast terena določene debeline in odlaže nato material v plasteh zahtevane debeline s tem, da mu reguliramo izstop.

Spošnejšo uporabo skreperjev pri velikih zemeljskih delih močno ovira predvsem narava terena in transportna razdalja. Razumljivo je, da potrebna vlečna sila za polnjenje skreperja narašča s trdnostjo terena. Često odporni prerasete moč stroja. V tem primeru je treba ali menjati naklon rezila ali pa se zateči, kar se često dela, k uporabi pomožnega traktorja za potiskanje, ki pomaga skreperju med natovarjanjem.

Za boljše ocenjevanje važnosti, ki jo ima na delovanje skreperja sestav terena, moremo deliti slednjega v tri kategorije:

1. rahli ali slabo zraščeni tereni (pesek, zemlja, rastline brez korenin),
2. zraščeni tereni (mastna zemlja in lapor),
3. zelo odporni tereni (kompaktna glina, tereni z osamjenim skalovjem, plasti skrilastih konglomeratov).

V terenih prve kategorije dela skreper brez težav z visokim efek-

prostora za praznjenje materiala, kot pri zasipavanju jarkov, stebrov za mostove in podpornih zidov. Ta tip skreperja ima v primeru s skreperjem, ki se prazni spredaj, to slabo lastnost, da ima rezilo ožje od kolesnic, kar mu v določenih primerih omejuje uporabnost.

Skreperje delimo po kapaciteti potode, ki variira v splošnem med 2 in 16 m³ in po moči traktorja, ki znaša od 30 do 160 KM; to je razvidno iz naslednje tabele, ki vsebuje glavne podatke nekaterih tipov teh strojev.

Širina rezila m	Globina rezanja m	Višina odprtine za praznjenje m
1.37	0.23	0.29
1.83	0.20	0.35
2.28	0.28	0.38
2.44	0.30	0.43
2.74	0.35	0.53
3.05	0.30	0.67

tom. Vedeti pa moramo, da tudi suhega peska brez veziva ne moremo nalagati brez težav. V tem primeru je potreben poseben manever, ki sestoji iz tega, da pričnemo delati s popolnoma dvignjenimi vrti za zadrževanje materiala in pustimo traktor postopoma napredovati, dokler se pesek ne nabere pred rezilom; tedaj popustimo vrvi vrat, ki sedejo na kup materiala; ko potem izvedemo z rezilom nekaj pomikov naprej in nazaj, uspemo napolniti posodo, čeprav ne popolnoma.

Vlažni in blatni materiali otežkočajo praznjenje. V tem primeru se zatečemo k skreperjem s premakljivim zadnjim dnem, da olajšamo izhod materiala.

V raznih terenih je praviloma dobro držati med natovarjanjem vrata

dvignjena v taki višini, da se material ne nabira v prevelikih množinah na rezilu, kar bi lahko povzročilo zamašitev. Nagib samega rezila mora biti tak, da omogoči redno in hitro napredovanje.

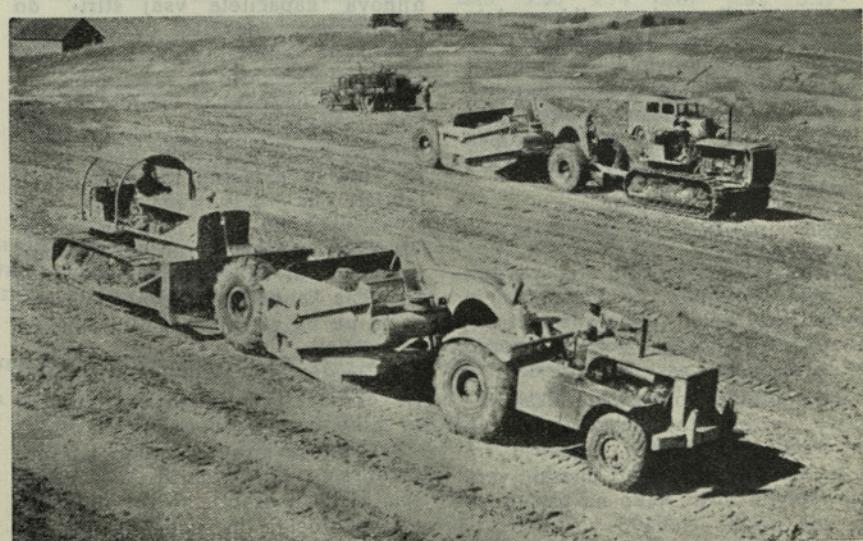
Za terene, ki pripadajo drugi in tretji gruji, v splošnem ne zadošča, če se zatečemo, kot smo že omenili, k uporabi traktorja za potiskanje, temveč je treba uporabiti globok rahljač na več osti (»ripper«), ki lahko dovolj zrahlja teren pred uporabo skreperja. Bolj kot drugi zahtevajo uporabo rahljača tereni z osamljenimi skalami in kamni, ki povzročajo močno obrabo rezila.

V terenih večje trdnosti je vedno priporočljivo uporabljati rahljače in potisne traktorje; zadnji omogočajo predvsem, da se zmanjša trajanje nakladanja za ca. 50%, in tako občutno povečajo storilnost skreperjev. Dolžina transporta se lahko spreminja s kapaciteto skreperja, imela pa bo na vsak način spodnjo mejo dolgočeno z dejstvom, da mora stroj za polnjenje posode preiti določeno pot, ki zavisi v osnovi od značaja terena, in zgornjo mejo, ki bo določena s storilnostjo. Uporaba skreperja postane neekonomična, če zahteva razdalja transporta tak čas, da bi se močno zmanjšalo število operacij.

Najbolj prikladne razdalje transporta glede na različne kapacitete skreperjev so naslednje:

Kapaciteta skreperja m ³	Razdalja transporta m
2—3	30—120
4—6	60—180
8—11	90—240
13—17	120—450

Motorne skreperje, ki imajo večje hitrost kot drugi, je priporočljivo uporabljati še do razdalje 1500 m; so



Motorni skreper s traktorjem za potiskanje

pa zato manj pripravni za delo v trdnejših terenih.

Storilnost

Vpliv vrste terena in delovnih po-

gojev na skreperjevo storilnost po-
kaže naslednja razpredelnica, ki na-
vaja srednjo urno produkcijo mate-
riala, merjeno v terenu, za skreper
kapacitete 9 m³.

tem, da spremojmo tlak pnevmatik
po pogojih poti; v nekaterih prime-
rih ga je treba znižati celo do
1.4 kg/cm².

3. Praznjenje

Ta operacija ne zahteva posebnih
pravil. Ugodno jo je izvesti v ne
predelbeli plasti in na razdalji 20 do
30 m. Kot pri vseh drugih si moramo
pripravljati tudi pri tej, da jo iz-
vedemo v čim krajšem možnem ča-
su in da se po praznjenju skreperja
vrnemo čim hitrej.

BULDOZERJI

Buldozerji so v bistvu sestavljeni
iz traktorja in širokega pluga na nje-
govem prednjem koncu. Po raznih
polozajih, ki jih lahko zavzema plug,
lahko delimo buldozerje v naslednje
tri kategorije:

1. buldozer z ravnim plugom,
2. buldozer s poševnim plugom
(angledozer),
3. buldozer z nagnjenim plugom
(tiltdozer).

Tipi prve kategorije imajo plug
raven in nameščen pravokotno na
traktorjevo os, pri angledozerjih pa
se lahko zasuče do približno 30°
okrog svoje navpične osi. Pri tiltdo-
zerjih pa se plug lahko zasuče v
navpični ravnini in menja tako svoj
naklon. Pri vseh treh tipih pa lahko
plug dvigamo in spuščamo glede na
višino terena s pomočjo hidravličnih
komand ali pa z jekleno vrvjo preko
vitlja, ki ga poganja traktorjev mo-
tor.

Buldozerji se delijo v splošnem po
moči traktorjev in širini plugov; ta
znača cca 2 m pri najmanjih in do-
seže 4 m pri največjih tipih; trak-
torjeva moč se ustrezno spreminja
od 30 do cca 140 KM.

V naslednji tabeli so zbrani glavni
podatki nekaterih tipov buldozer-
jev z ravnim plugom.

Vrsta terena	Padec terena %	Dolžina transporta v metrih					
		120	180	240	305	365	460
Lahek	0	106	88	75	65	58	49
	0 (1)	132	109	96	84	74	64
	5	110	92	79	69	61	52
	10	121	101	87	75	67	59
Srednji	0	104	86	74	64	57	49
	0 (1)	124	104	90	80	69	59
	5	109	92	79	69	61	52
	10	122	101	87	75	67	57
Težki	0	104	86	74	64	57	49
	0 (1)	111	92	80	69	62	52
	5	107	89	76	65	59	50
	10	109	91	78	66	60	51

(1) S traktorjem za potiskanje.

Storilnost stroja zavisi v glavnem
od kapacitete posode in od časa, ki
je potreben za izvedbo ciklusa ope-
racij od nalaganja do povratka na
izhodišče.

Storilnost dobimo, kot smo to vi-
deli že pri ekskavatorju, s tem, da
pomožimo kapaciteto skreperja s
stevilom izvedenih operacij.

Ciklus skreperjevega dela je se-
stavljen iz sledečih treh faz:

1. polnitev,
2. transport,
3. praznjenje.

Preglejmo sedaj elemente, ki naj-
bolj vplivajo na trajanje delovnega
ciklusa skreperja in torej na nje-
govo storilnost.

1. Polnitev

Pri skreperjevem delu je polnitev
nedvomno najvažnejša, ker ta ope-
racija zahteva največji napor trak-
torja. V tej fazi je treba poizkušati
da se rezilo zarije čim manj v te-
ren; pri terenih, ki nudijo večji od-
por, je treba omejiti hitrost polnitve
in se zateči k uporabi rahljačev in
traktorjev za potiskanje, kar smo že
omenili.

Kadar je mogoče, je vedno ugodno
polniti skreper po strmini navzdol;
lahko računamo, da učinek težnosti
doseže 9 kg na tono teže in vsak pro-
cent strmine; če pa polnimo skreper
v vzpetini, naletimo na isti dodatni
upor.

Ugodno je pri planiranju terena
delati z nasprotnih strani. Začeli bo-
mo torej z odnašanjem na dveh stra-
neh neke srednje cone, ki jo posna-
memo kot zadnjo; zaradi učinka pri-
vih dveh prehodov bo predstavljala
manjši upor pri nalaganju s skre-
perjem.

2. Transport

Med to operacijo ima največji
vpliv na efekt skreperja stanje po-
ti, ki jo mora ta prevliti.

Treba je, da je pot izravnana in
čim manj hrapava, kajti če gosenice
pri uporabi največje traktorjeve
hitrosti naletijo na velik odpor, se
ne samo hitro obrablajo, temveč tri-
pi ves stroj vsled škodljivih sunkov
in vibracij.

V splošnem se vedno izplača ure-
diti pot, ki jo mora opraviti skre-
per, z rahljači in nato s stroji za
planiranje. Tega urejanja ne moremo
pogrešiti, če uporabljamo motorne
skreperje na pnevmatikah, ki do-
puščajo višje hitrosti in zahtevajo
zato dobro izravnane in kompaktne
poti. Za realiziranje največjega vle-
ka in dosega najvišje storilnosti je
velike važnosti tudi tlak v pnevmati-
kah. Skreperji se morajo vdirati čim
manj, ker zahteva vsak centimeter,
za katerega se vdre pnevmatika v te-
ren, povečanje vlečne sile za cca 9 kg
na vsako tono teže; treba si je torej
pripravljati, da znižamo vdiranje s

Moč traktorja	Dimenzije pluga	Višina dviganja pluga v m	Prodiranje v teren		Hitrost traktorja km/h
			m	naprej	
34—37	2.01 × 0.64	0.63	0.27	2.8—6	2.20
40	2.82 × 0.78	0.76	0.17	2.0—8.7	2.20
68	2.30 × 0.90	0.93	0.35	2.11—7.9	2.9—7.3
85	3.50 × 0.95	1.10	0.45	2.00—9.6	3.5—9.2
130	3.88 × 0.90	1.10	0.62	2.4—7.8	2.4—7.8

Dolžina pluga zavisi tudi od tipa
stroja; pri buldozerjih je ta le malo
daljši od širine traktorja, pri angledo-
zerjih pa je tem daljši, čim večji
je kot nagiba.

Buldozerji so lahko montirani tu-
di na traktorjih s pnevmatikami ve-
rikega premera in širine; izboljšave,
ki so jih dosegli pri izdelavi sled-
njih, omogočajo močan stik s tere-
nom, vsled česar lahko predvideva-
mo razvoj tega tipa stroja; če ta
stroj uporabljamo na primernih ter-
enih, lahko doseže veliko hitrost.

Osnovnega pomena za delo buldo-
zerjev je trdnost zvezne traktorja in
pluga. Slednji je močne konstrukci-
je, ima rahlo konkavno obliko, na
robu, s katerim rije, je opremljen z
izmenljivim ojačanjem in pritrjen na
traktorjevo šasijo z močnim okvir-
jem.

Uporaba

Buldozerji se s svojimi različnimi
tipi lahko prilagodijo raznim name-
nom. Vedeti pa moramo, da je pre-
mik materiala ekonomično mogoč le
na razmeroma kratke razdalje. Prak-

tična uporaba buldozerjev ni ugodna za poti nad 100 m in daje najboljši efekt na razdalje 30 do 60 m. Buldozerje uporabljamo posebno za gradnje vzvišin, odpiranje usekov in vzletišč, kopiranje in odstranjevanje materiala, razkrivanje terena in v posebnih primerih za izkope v kanalih.

Eden najboljših načinov uporabe buldozerjev je v gradnji vzvišin. V tem primeru mora stroj navadno urejati material, ki so ga navozila druga sredstva, in je njegova storilnost lahko zelo visoka, ker so razdalje za to vrsto dela navadno le majhne.

Buldozerje uporabljamo z velikim uspehom tudi za urejanje materiala na mestih za raztovarjanje, ki so drugim tipom strojev težko dostopna, kot je to pri zapolnjevanju podpornih zidov itd.

Koristna je tudi uporaba buldozerjev za odpiranje jarkov v primeru, če so ti omejene dolžine in če jim sledi depresija terena, ki naj jo zapolnimo z izkopanim materialom.

Posebno uspešna je uporaba angledozerja pri gradnji ceste sredi počačja; v tem primeru lahko stroj koplje v hrib in z nagnjenim plugom zvraca material v dolino.

Buldozerji z ravnim plugom delajo zaradi togosti sistema plug-traktor, ki je realizirana na tem tipu stroja, tudi v nehomogenih in precej trdnih terenih z dobrim uspehom. Angledozerji se za dela v težavnih terenih ne izkažejo tako dobro. Plug teh strojev je namreč daljši in v primeru, da dela v pravokotnem položaju na os traktorja (kot pri buldozerjih), mora premagovati večji odpor in delo teče počasneje; uporaba pluga z nagibom zmanjšuje togost stroja. Tiltodozer pa ima to prednost, da sučje plug v vertikalni ravnini in dosega tako spremenljive kote rezanja. Pri kompaktnih terenih olajša naprej nagnjeni plug nabiranje materiala in omogoča tako večjo storilnost, medtem ko togost celote ostane vedno dobra.

Druga važna prednost, ki jo lahko dosežemo z uporabo buldozerjev posebno pri gradnji vzvišin, je ta, da z gibanjem po nasipu tega tudi stlačijo.

Storilnost

Teoretična urna proizvodnja P buldozerja je dana iz enačbe

$$P = \frac{C}{T} 60,$$

če s T označimo trajanje ciklusa v minutah in s C volumen materiala, ki ga rine plug, to je volumen, ki ga plug lahko rine pred seboj na ravnom in enakomerinem terenu. V naslednji tabeli se podatki nanašajo na materiale, ki niso kompaktni, kar je razvidno iz podatkov, da angledozer vsled pri delu izravnanega pluga lahko rine večjo kubaturo.

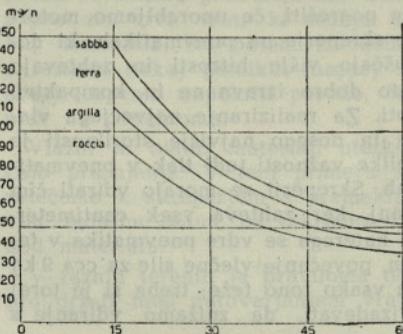
Moč traktorja v KM	Volumen, ki ga transportira pri enem hodu v m³	Buldozer (z ravnim plugom)	Angledozer
45	1.250	1.800	
60	1.500	2.000	
90	2.200	2.500	
125	2.400	3.000	

Efektivno proizvodnjo P₁ dobimo, če, kot smo videli že pri ekskavatorju, pomnožimo teoretično proizvodnjo s koeficientom E, ki upošteva dejstvo, da stroj nikdar ne dela 60 minut na uro, in s koeficientom F, ki upošteva povečanje prostornine zemlje po izkopi; dobili bomo torej

$$P_1 = \frac{C \times E \times F \times 60}{T}$$

Koeficient E, ki zavisi predvsem od vrste materiala, organizacije gradbišča in stanja strojev, tudi v tem primeru lahko postavimo 0.80. Trajanje cikla lahko določimo tako, da glede na podatke stroja in dela ugotovimo potrebeni čas za opravljanje različnih operacij. Tudi v tem primeru ima spretnost strojnika velik vpliv na trajanje cikla in tako tudi na storilnost stroja.

Naslednji grafikon nam kaže urno proizvodnjo buldozerja s traktorjem Caterpillar tipa D7 v odvisnosti od transportne razdalje in vrste materiala.



razdalja v metrih
sabbia — pesek, terra — zemlja,
argilla — glina, roccia — skala.

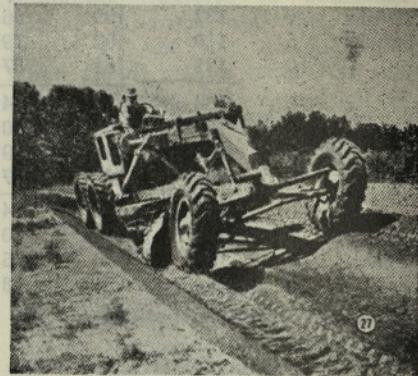
Buldozerjeva storilnost se lahko poveča, kot smo videli že pri skreperjih, če ga uporabljamo po strmini navzdol; dalje je treba, da se traktor giblje v normalnem režimu in da



Ravnalec dela škarpo

se držimo hitrosti, ki so predpisane za upravljanje našega dela in da so predvsem transportne razdalje primerne.

Kot smo že poudarili v začetku, imamo še mnogo drugih tipov strojev, ki so namenjeni za zemeljska dela. Mnogi od njih imajo v splošnem bolj omejeno področje dela od



Ravnalec med gradnjo nasipa

teh, ki smo jih našeli, ker služijo samo za posebna dela. Vendar jih je treba omeniti predvsem zato, ker jih v splošni organizaciji gradbišča lahko koristno predvidimo ali kot pomožne stroje ali pa za izvedbo posebnih del, za katera so grajeni.

Že ko smo govorili o skreperjih, smo videli, kako zelo je v nekaterih primerih ugodno, v drugih pa potrebno, uporabljati rahljače za olajšanje dela; videli smo tudi, kakšno važnost ima vzdrževanje poti, po katerih prevažamo material.

Za vzdrževanje teh poti lahko v primeru, če nimamo za to grajenih strojev, uporabljamo skreperje, za gradbišča večje važnosti bo pa patrno predvideti uporabo ravnalca, s katerim lahko vzdržujemo poti boljje in z večjim uspehom, ne da bi morali odvračati drugih strojev od njihovega dela.

Ravnalce v glavnem uporabljamo za vzdrževanje cest in potov v splošnem, kot smo že videli, za izgotavljanje brezin do višine ca 3 m, izkop cestnih jarkov in podobna dela.

Moderni ravnalci so stroji z lastnim pogonom, sestavljeni v glavnem iz močnega pluga in robustne priprave, ki le-temu omogoča zavzetje različne položaje napram šasiji. Če poteka delo v težjih terenih, je možna uporaba rahljača, ki ga montiramo namesto pluga, da z njim zrahljamo teren in olajšamo delo plugu.

Moč teh strojev variira pri raznih tipih od 30 do 100 KM, širina pluga pa od dveh do štirih metrov.

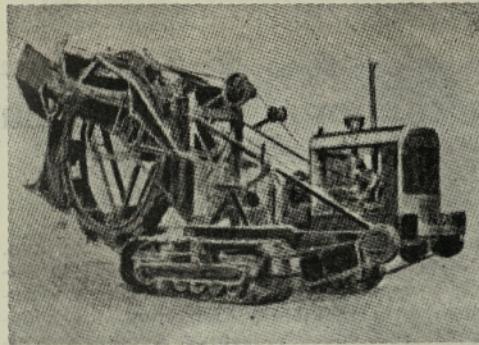
Siroke pluge uporabljamo seveda za lažja dela, ožje pa za trdnejše terene.

Izmed mnogih obstoječih naj omenimo končno še rotacijske kopače, ki delajo na principu vedričastih eks-

kavatorjev, ki pa se od le-teh razlikujejo v tem, da imajo vedra pritrjena na obodu kolesa ali pa na dvojni neskončni Gallovi verigi.

Kabelski žerjavi za izkop

Predno končamo ta kratki pregled najvažnejših tipov strojev za zemelj-



Rotacijski ekskavator za jarke

ska dela, bo dobro omeniti tudi kabelske žerjave za izkop.

Teh navadno pri delih, ki zahtevajo velike premike zemlje, ne uporabljamo, obnesejo se pa kot smo že omenili v začetku, za izkorisčanje gramoznic večjih dimenzijs. Uporabljamo jih torej bolj za pripravo materiala kot za izkope pri gradnji nasipov, kanalov za melioracije in druge tipe del, o katerih smo govorili poprej.

Račun enotnih cen

Po tem, ko smo si ogledali glavne podatke raznih strojev, njihovo uporabnost in storilnost, bo koristno navesti elemente, s katerimi lahko določimo enotne stroške del, ki jih izvajamo s stroji. Ti elementi so:

1. stalni stroški,
2. obratovalni stroški,
3. storilnost.

1. Stalni stroški

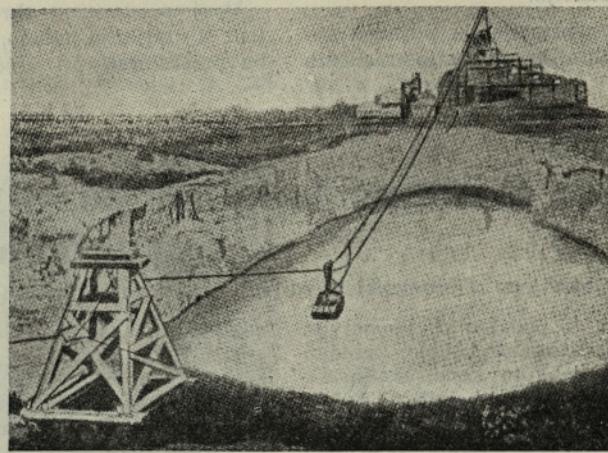
Ti vsebujejo:

a) **Amortizacijo.** Amortizacije stroja ne moremo določiti samo iz njegove verjetne življenske dobe, temveč moramo upoštevati tudi tip stroja, vrsto dela, ki naj ga izvaja, bolj ali manj intenzivno izkorisčanje in še druge elemente. V mnogih primerih se mora stroj amortizirati že v času, ko končuje neko delo, kot se to dogaja na primer pri specialno preštudiranih in za to delo konstruiranih opremah, ki jih drugod ne moremo več uporabljati. Amortizacijo računamo navadno na osnovi nespremenljive letne kvote, čeprav ta kriterij ni najbolj pravičen; če namreč upoštevamo prodajno ceno stroja, bi bilo treba kvoto povišati vsaj za prvo leto glede na dejstvo, da stroju vrednost zelo pada že s tem, da ga uporabimo.

Iz navedenega je razvidno, da ni tako preprosto določiti amortizacijsko

kvoto za določeni tip stroja in sicer zato ne, ker vplivajo na določanje te kvote različni faktorji. V splošnem se zatečemo k pravilom, ki nam jih narekuje izkušnja. Sindikat fran-

Na določanje teh stroškov vplivajo razen tega še razni faktorji, kot tip stroja, njegova večja ali manjša obraba, okolje, v katerem dela, marljivost zaposlenega osebja in še drugi.



Naprava za izkop z nosilno vrvjo

coskih konstrukterjev določa na primer pri strojih za zemeljska dela amortizacijske kvote od 10 do 60%. V splošnem ne določamo amortizacijske kvote samo glede na navedene elemente, temveč tudi po kriterijih vsakega posameznega podjetja.

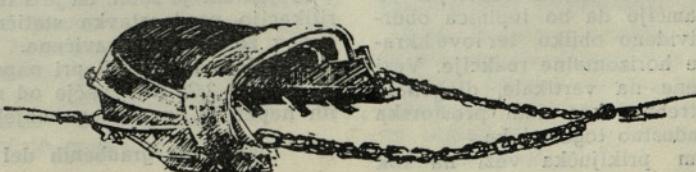
b) **Obresti,** ki jih moramo plačati investiranemu kapitalu za nakup stroja; te se spremenijo z vrednostjo denarja na tržišču.

c) **Splošni stroški.** Kvote splošnih stroškov, ki jo računamo v breme nekega stroja, ni lahko določiti zato, ker zavisi predvsem od osvojenega merila za presojo. Izkušnja pa kaže, da je pravilno računati za splošne stroške letno kvoto 2–3% nabavne cene.

2. Obratovalni stroški

Stroški za obratovanje vsebujejo stroške za gorivo ali električno energijo, maziva in strojnika, torej stroške, ki jih lahko določimo, in stroške za vzdrževanje, popravila in nameščanje.

Stroški za navadno vzdrževanje, kot so čiščenje in mazanje stroja, zamenjava obrabljenih delov (n. pr. jeklene vrvij) so skoraj stalni v času, ko stroj dela. Stroški za popravila pa naraščajo s časom službe. Najmanjši so v prvem letu, naraščajo pa tekom let z naravnim obrabo raznih delov stroja.



Skreperska žlica

V praksi navadno računamo za izdatke vzdrževanja in popravil srednji letni znesek od 3–5%, ki ga je pa treba nekoliko zvišati, če ima stroj nekaj let dela že za seboj.

3. Storilnost

Ta element smo že obravnavali za vsak posamezen stroj.

Navedene stroške (amortizacija, obresti, splošni stroški in obratovalni stroški) lahko torej izrazimo z letno kvoto v procentih vrednosti stroja in jim tako določimo celoten znesek.

Če vrednost, določeno na ta način, preračunamo na delovno uro in potem delimo z enotno storilnostjo, nam da dobjeni kvocient enotno ceno dela, ki ga izvedemo z določenim tipom stroja.

Zaključek

Ko smo določili osnovne podatke, ki so važni za izbiro najbolj prikladnih tipov strojev za izvedbo določenega izkopa, je treba, kot smo že poudarili, vskladiti vse te stroje tako, da je produkcija vsakega v zvezi s produkcijo drugih, ki delajo z njim v seriji.

Tako morajo biti transportna sredstva, ki jih uporabljamo pri ekskavatorju, ne samo dovolj številna, da lahko odpeljejo izkopani material, temveč morajo imeti tudi ekskavatorjevi žlici primerno kapaciteto.

V splošnem je pri mehanični opremi gradbišča vedno eden ali več strojev večje važnosti, ki določajo ritem vsega delovanja. Število in zmogljivost drugih strojev zavisa od njihove produkcije.

Samo organizacija, ki poskuša dosegiti popolno koordinacijo različnih

strojev, bo lahko uresničila dva ne-posredna smotra mehanizacije gradbišča: povečati storilnost in znižati čas dela, rezultat bo znižanje stroškov, kar je zadnji cilj vsakega dela.

Upajmo, da smo skromno prispevali k olajšanju naloge, ki jo je treba preštudirati pri ureditvi gradbišč

za zemeljska dela, s tem, da smo po-globili poznavanje opisanih strojev. Tako jih bomo lahko uporabljali v vedno večjem številu in z večjimi dobički ne samo v korist podjetja, ki jih uporablja, temveč vseh ljudi, ker je znižanje stroškov osnovni pogoj za izboljšanje gospodarstva vsakega naroda.

M. N. Esquillan

DK 725.39.002

Hangar z dvema ladjama po 101,50 m razponu na letališču Marignane

(Objavljeno s posebnim dovoljenjem zavoda »L'institut technique du bâtiment et des travaux publics«)

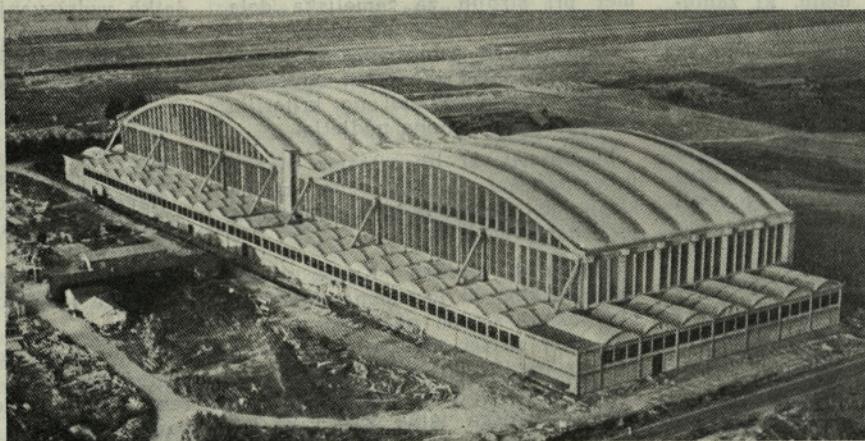
U uvodu je podal g. J. Fougerelle bistvo obravnawanega dela: izredno drznost in lakkoto konstrukcije ter način izvedbe, ki obstoji v gradbi lupin na tleh ter dviganju dovršenega krova na končno višino 19 m nad tlemi. Po splošnem uvodu, ki obravnavata situacijski položaj objekta ter njegov historiat, je predavatelj g. N.

sekundarni lok proti ležišču počasi sploščuje in prehaja v premo na ležišču. Ta sploščitev je izvedena tako, da potekajo težišča vseh zaporednih prerezov natančno po opornici celega loka.

Statično je bil objekt preizkušen računsko in z modelom. Računski postopek se ni poslužil najstrožje teo-

no mehanizacijo: dvigala, žerjave, naprave za prevažanje betona in naprave za prenos prefabriciranih (vnaprej zgrajenih) elementov. Predvidena kvaliteta gradiva je bila naslednja:

beton mark 300 in 350 za temelje in stebre, 400 za lupine, 500 za ležišča in delikatne detajle;



Slika 1

Esquillan obdelal snov v dveh delih: prvi del obsega zasnovo in karakterizacije objekta, drugi del graditev po posameznih fazah.

Zasnova in karakteristika objekta

Tu navaja več variant konstrukcije za premostitev velikih razponov. Obravnava teh variant utemeljuje izbrani tip konstrukcije: dvočlenski loki z vezjo na razpon 100,0 m, pri čemer je presek loka oblikovan kot sekundarni lupinski svod z razponom 10,0 m. Debelina lupine znaša samo 6 cm. Tanki oblikovniki iz ojačenega betona v medsebojnih razstojih po 10,0 m jamčijo da bo lupinica obdržala predvideno obliko, ter love hkrati prečne horizontalne reakcije. Vezi so obešene na vertikale, diagonale niso potrebne, ker nudi prostorska lupina zadostno togost loka.

Problem priključka vezi na lok konstrukcije v točkah žlebov med sekundarnimi loki je rešen tako, da se

rije lupin. Lok sam je računan s polnim vztrajnostnim momentom zakriviljene lupine po Navierovi predpostavki linearne deformacije. Sama premočtna razdelitev napetosti je dala že vse pogoje za račun upogibnih momentov v lupini. Poleg tega računskega postopka je bil pripravljen model iz ojačenega betona v merilu 1 : 5. Ta model je bil obremenjevan večkratno ter končno porušen. Opazovanja deformacij so dokazala veliko skladnost dejanskega zadržanja konstrukcije s predhodno izračunanimi rezultati.

Projektant je sodil, da je s tako verifikacijo predpostavka statičnih računov že dovolj upravičena.

Model se je porušil pri napetostih, ki so bile 2,25 krat večje od največjih napetosti izvedenega objekta.

Izvajanje gradbenih del

Gradbišče so predhodno temeljito preštudirali in upoštevali vso sodob-

jejka za normalno armiranje trdnosti 55 do 64 kg/mm², za vezi jeklene žice trdnosti 140 kg/mm².

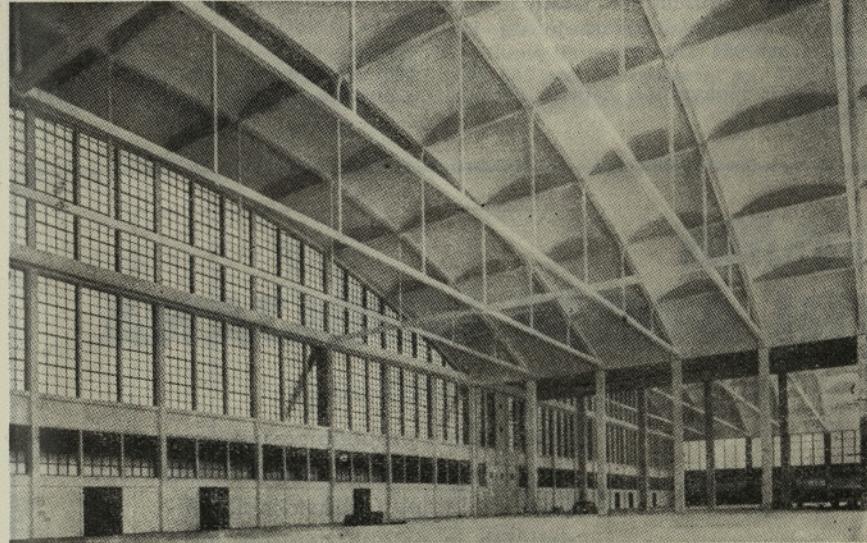
Lupina je bila armirana z razvito jekleno mrežo (Streckmetal). Prečni oblikovniki so bili vnaprej izgotovljeni (prefabricirani) ter govovi montirani, lupina pa je bila betonirana na kraju samem na montažnih opažih, zaporedno v posameznih valovih lokov. Razodranje se je izvajalo s pomočjo naprav za natezanje vrvi.

Vse skupaj pa niso gradili na definitivni višini, temveč na tleh. Odri za višino samega loka so bili cevni. Šele potem, ko je bila celotna površina posamezne ladje hangarja izdelana v izmeri 60×100 m, so pristopili k dviganju celotnega krova, težkega 4200 t. S posebnimi kontrolnimi in varnostnimi ukrepi med dviganjem je uspelo zajamčiti konstrukciji isto dokončno predvideno varnost tudi za katerikoli vmesni položaj. Stebre so

pri tem sproti podzidavali na montažni način.

Podana je tudi analiza ekonomičnosti grajenja konstrukcij na tleh z naknadnim dviganjem. V diagramu je pokazano, da je v konkretnem primeru dviganje že ekonomsko, ker višina dviganja presega 15 m. Ekonomičnost je bistveno odvisna od števila enakih elementov, ki jih je potrebno dvigati.

Poleg glavnih dveh hangarskih ladij so zgradili še stranske prostore na vseh treh obodenih straneh in med obema ladnjama. Tudi ti prostori so kriti z lupinicami manjših razponov. Na objektih ni predvidena posebna kritina, ker je beton tako kvaliteten in tako močno armiran, da bo predvidoma ista konstrukcija lahko služila kot nosilni element in kot kritina.



Slika 2

Obvestilo Jugoslovanske sekcije za dolinske pregrade

III. posvetovanje jugoslovenskih strokovnjakov za dolinske pregrade na Bledu 1954.

Posvetovanje bo v dneh od 7. do 10. oktobra 1954. na Bledu. Na dnevem redu bodo vsa vprašanja, ki se nanášajo na izgradnjo pregrad, predvsem pa naslednja:

1. problemi akumulacijskih bazenov,
2. visoke vode in njih evakuacija,
3. hidravlične preiskave na modelih in v naravi,
4. projektiranje in preiskave pregrad vseh vrst,
5. beton in cement za dolinske pregrade,
6. injiciranje in konsolidacija tal,
7. gradnja in organizacija stavbišča.

Prosimo vse zainteresirane, da obdelajo probleme iz izgradnje naših pregrad. Referati za to posvetovanje bodo natisnjeni v posebni številki »Našega gradjevinarstva«, ki bo izšla še pred posvetovanjem. Zaradi tega prosimo, da dostavite vse referate, opremljene po predpisih za objavo v časopisu v 4 izvodih sekrete.

tarju sekcije* najkasneje do 1. maja 1954. Referati, ki bi bili poslani po tem roku, ne bodo objavljeni; uvrščeni bodo sicer mogli biti kljub temu v program posvetovanja, vendar le izjemno, če bo to odbor sekcije odobril.

V. mednarodni kongres za dolinske pregrade v Parizu 1955.

V. mednarodni kongres za dolinske pregrade se bo vršil v Parizu, pričenši 31. V. 1955.

Na dnevem redu kongresa so naslednja vprašanja:

Vprašanje 16: Projektiranje in gradnja pregrad na propustnih tleh in metode tretiranja fundiranja.

Vprašanje 17: Ekonomika in varnost različnih tipov betonskih pregrad.

Vprašanje 18: Posedanje pregrad zaradi stisljivosti njenega gradiva, oziroma temeljev in problemi, ki izhajajo iz potresov.

Vprašanje 19: Vpliv dodajanja cementa pri praktičnih izkustvih na
a) težnostnih pregradah
b) ločnih pregradah

* Ing. E. Nonveiller, Zagreb — Gregorjančeva 28.

Zaključek poročila navaja še nekaj zanimivosti. To svetovno nedvomno vrhunsko delo je bilo mogoče izvesti le zato, ker je bilo celotno delo do najmanjše podrobnosti v operativni izvedbi skrbno pripravljeno vnaprej. Samo projektiranje je trajalo od prvih razpisov do dovršenega projekta celih 8 let, grajenje objekta pa samo 22 mesecev. Res je, da so zunanjé okolnosti (vojna pri projektiranju, juridična vprašanja pri izvajjanju) ovirale celotni potek, toda prav v dejstvu, da so imeli inženirji dovolj časa na razpolago, tiči važen pogoj za temeljito rešitev vseh malih važnih detajlov izvedbe.

Zašluga za to vrhunsko inženirske delo gre predvsem avtorju mojstru konstrukcij g. M. Esquillau ter njegovemu prvemu sodelavcu g. M. Françoisu. Priznati moramo tudi podjetju Boussiron z gen. dir. Fougerolleom držnost, da se je avtorjevim zamislim upalo dati realne oblike. Arhitektonsko sinfonijo objekta je rešil slavni A. Perret, ki je harmoniziral vse priključne objekte z glavnimi halami, katerih oblike je diktirala konstruktivna zasnova sama.

Poročilo obsegajo 66 strani ter 117 slik.

(Iz revije Annales de l'Institut technique du bâtiment et des travaux publics, 1952. Sestavil ing. S. L.)

Obvestila

c) razčlenjenih pregradah in vpliv dodajanja na propustnost in odpornost proti mrazu.

K posameznim vprašanjem so podana še naslednja pojasnila:

k 16: Izločena so vprašanja, ki jih je zajemal III. kongres v Stockholmumu (1948), zato je obdelati:

razne sisteme zaves v propustnih tleh, problemi nepropustnosti pregrad in bazenov.

k 17: »Ekonomika« se nanaša na primerjavo med raznimi tehničnimi rešitvami kot:

ravnotežje med ekonomiko delovne sile in ekonomiko materiala, cena, čas za izdelavo navadnega, armiranega in prednapetega betona,

odražanje ekonomskih ukrepov pri ponašanju objektov in njih varnosti, vključno z vprašanji dimenzioniranja evakuacijskih organov z ozirom na možnost njih preobremenitve.

k 18: Premiki elastičnih ali polelastičnih temeljev zaradi teže pregrade in vode, oziroma obratno zaradi razbremenitve vsled izkopov za odvodne organe, nizvodne kanale in podobne objekte.

Vpliv posedanja ne več ali manj trde dele konstrukcije.

Varnostni ukrepi v bližini tesnilnih naprav.

Za potrese je definirati pričakovane karakteristike: razširjanje, perioda in trajanje.

Za obdelavo prejetih referatov bodo imenovani kasneje glavni referenti.

Vprašanja se obdelavajo v referatih, ki se dostavljajo sekretariatu mednarodne komisije za dolinske pregrade v Parizu, najkasneje do 1. 9. 1954; referati se morajo prijaviti najkasneje do 1. 7. 1954. z dostavo kratkega izvlečka. Službeni jezik je francoski ali angleški.

Vsi prejeti referati bodo natisnjeni pred kongresom, ne smejo pa biti pred tem še nikjer objavljeni.

Naša sekcija ima možnost, da dostači za vsako vprašanje po enega ali več referatov v skupnem obsegu 20 strani po 3000 tiskarskih znakov, število slik je omejeno na 4 za vsak referat.

Prosimo vse tovariše, ki žele objaviti referate za kakšno od zgoraj navedenih vprašanj, da javijo to sekretarju sekcije* najkasneje do 15. februarja 1954.

* Ing. E. Nonveiller, Zagreb, Gregorijančeva 28.

Zadnji rok za predajo referatov sekciji je 1. 6. 1954., a izvleček z do 400 besed se mora dostaviti že do 15. 4. 1954. Interesentom za obdelavo referatov bo dostavil sekretar navodila za grafično opremo in druge detajle.

Po sklepu odbora sekcije bo določena posebna komisija, ki bo pregledala prejete referate in jih predala recenziji. (Za vsak referat sta dva recenzenta, od katerih izbere enega avtor). Odbor bo na podlagi mnenja komisije in recenzentov izbral referate za kongres.

Jugoslovanska sekcija za dolinske pregrade

PROJEKTANTSKO PODJETJE

PROJEKTIVNI ATELJE LJUBLJANA

IZDELUJE

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

LJUBLJANA, Titova 1a - III

Telefon 21-316 in 23-062

GRADBENO PODJETJE

T E H N I K A

LJUBLJANA, Vošnjakova 8a

gradnja in projektiranje
vseh vrst inženirskih zgradb

RAVNE PLOŠČE

(SALONITNI IZDELKI)



Tehnični podatki:

Dimenzijs v mm:	1000×1000	1200×1200	1200×2500	Debel. v mm
Teža v kg	7,00	10,60	21,00	4
	8,75	12,60	25,25	5
	10,50	15,15	31,50	6
	17,50	25,20	52,50	10

Uporaba: Za oblage zunanjih in notranjih zidov, za strope, za razvodne table pri električnih instalacijah, za delovne mize, klopi. Izdelujejo se stiskane in nestiskane. Stiskane imajo maks. dimenzijs $1200 \times 1200 \times 35$ mm, nestiskane pa $1200 \times 2500 \times 15$ mm. Gornji podatki se tičajo nestiskanih plošč, za stiskane plošče se pa teža poveča za 25%.

Proizvod izdeluje:

»15. SEPTEMBER«
tovarna cementa in
salonita
ANHOVO - SLOVENIJA

LOK 45° (Fazonski komad)

(SALONITNI IZDELKI)



Tehnični podatki:

ϕ	50	80	100	125	150	175	200	250	300	350
kg	0,53	1,05	1,49	1,84	2,28	3,42	4,90	8,58	10,92	13,18

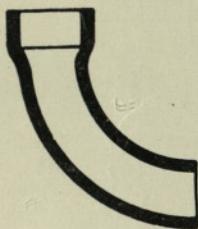
Uporaba: Za kanalizacijske in odtočne cevi.

Proizvod izdeluje:

»15. SEPTEMBER«
tovarna cementa in
salonita
ANHOVO - SLOVENIJA

LOK 90° (Fazonski komad)

(SALONITNI IZDELKI)



Tehnični podatki:

ϕ	50	80	100	125	150	175	200	250	300	350
kg	0,61	1,75	2,45	3,06	3,94	5,25	7,00	13,10	16,60	20,55

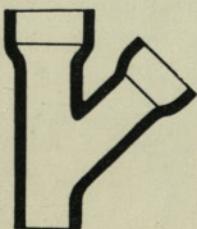
Uporaba: Za kanalizacijske in odtočne cevi.

Proizvod izdeluje:

»15. SEPTEMBER«
tovarna cementa in
salonita
ANHOVO - SLOVENIJA

ENOSTAVNI ODCEPEK (Fazonski komad)

(SALONITNI IZDELKI)



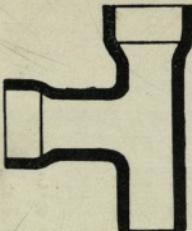
Tehnični podatki:

ϕ	50	80	100	125	150	175	200	250	300	350
kg	1,22	2,71	3,94	4,91	7,00	11,80	15,75	21,85	27,55	32,80

Uporaba: Za kanalizacijske in odtočne cevi.

Proizvod izdeluje:

»15. SEPTEMBER«
tovarna cementa in
salonita
ANHOVO - SLOVENIJA



T - ODCEPEK (Fazonski komad)

(SALONITNI IZDELKI)

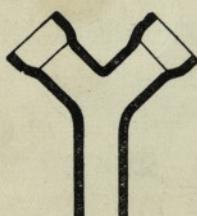
Tehnični podatki:

ϕ	50	80	100	125	150	175	200	250	300	350
kg	1,22	2,19	3,42	4,38	5,69	7,43	9,62	14,90	24,50	28,85

Uporaba: Za kanalizacijske in odtočne cevi.

Proizvod izdeluje:

»15. SEPTEMBER«
tovarna cementa in
salonita
ANHOVO - SLOVENIJA



VILIČASTI ODCEPEK (Fazonski komad)

(SALONITNI IZDELKI)

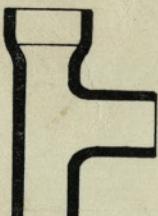
Tehnični podatki:

ϕ	50	80	100	125	150	175	200	250	300	350
kg	1,14	2,54	3,42	4,63	5,95	7,00	8,85	12,80	21,75	—

Uporaba: Za kanalizacijske in odtočne cevi.

Proizvod izdeluje:

»15. SEPTEMBER«
tovarna cementa in
salonita
ANHOVO - SLOVENIJA



T - ODCEPEK (Fazonski komad)

(SALONITNI IZDELKI)

Tehnični podatki:

ϕ	50	80	100	125	150	175	200	250	300	350
kg	—	1,40	1,75	2,35	3,00	—	5,25	8,75	11,40	16,60

Uporaba: Za dimnovodne cevi.

Proizvod izdeluje:

»15. SEPTEMBER«
tovarna cementa in
salonita
ANHOVO - SLOVENIJA



PREZRAČEVALNIK (Fazonski komad)

(SALONITNI IZDELKI)

Tehnični podatki:

	ϕ	50	80	100	125
kompletен	kg	2,05	3,95	5,48	7,81
kapa	kg	0,15	0,35	0,60	0,85
vijaki in železo	kg	0,15	0,20	0,23	0,31

Uporaba: Za prezračevanje sanitarnih prostorov.

Proizvod izdeluje:

»15. SEPTEMBER«
tovarna cementa in
salonita
ANHOVO - SLOVENIJA