

39-40



GRADBENI VESTNIK

1955-56

VSEBINA

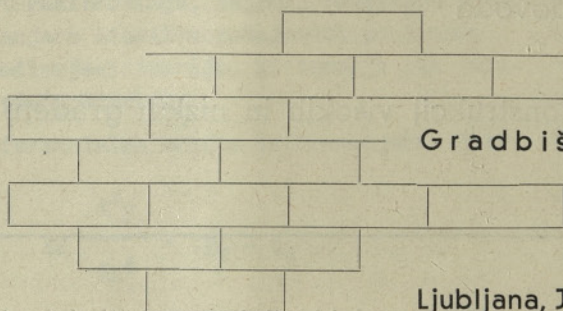
Ing. Carmen Jež-Gala: PRISPEVEK K RACUNANJU NOSILCEV NA ELASTIČNI PODLAGI — Ing. Svetko Lapajne: METODE STATIČNEGA RAČUNANJA DVOSTRANSKO PODPRTIH PLOŠČ IN MREŽ PRI KONCENTRIRANI OBREMENITVI — Ing. Jože Brus: KOLIČINE SUSPENDIRANEGA MATERIALA, PLAVAJOČEGA V SAVI MIMO RADEČ V LETU 1954 — Ing. Branko Ozvald: PRAKTICNE DOPOLNITVE K DIMENZIONIRANJU OPEČNIH TOVARNISKIH DIMNIKOV — Ing. Albin Jerin: AVTOMOBILSKI PROMET V ZDA — Ing. Svetko Lapajne: POROČILO S KONGRESA AVSTRIJSKEGA »BETON-VEREINA« NA DUNAJU 1956

Gradbeno industrijsko podjetje

GRADIS

Ljubljana, Bohoričeva ulica 24

Telefon 39-241 • Poštni predal 65



Gradbišča:

Ljubljana, Jesenice, Grosuplje

Krško, Šoštanj, Ravne na Koroškem, Maribor

Kidričevo, Koper

Obrati: Uprava centralnih obratov v Ljubljani

Šmartinska cesta 32

Mehanične delavnice Maribor-Studenci

Lesni obrat v Škofji Loki

Obrat gradbenih polizdelkov in novih
gradbenih materialov v Ljubljani

Šmartinska 101a, in v Brežicah

Projektivni biro v Ljubljani, Bohoričeva ul. 24

*Izvajanje gradbenih del vseh vrst: visoke, nizke in industrijske
gradnje, termoelektrarne, stanovanjski objekti*

Projektantsko podjetje

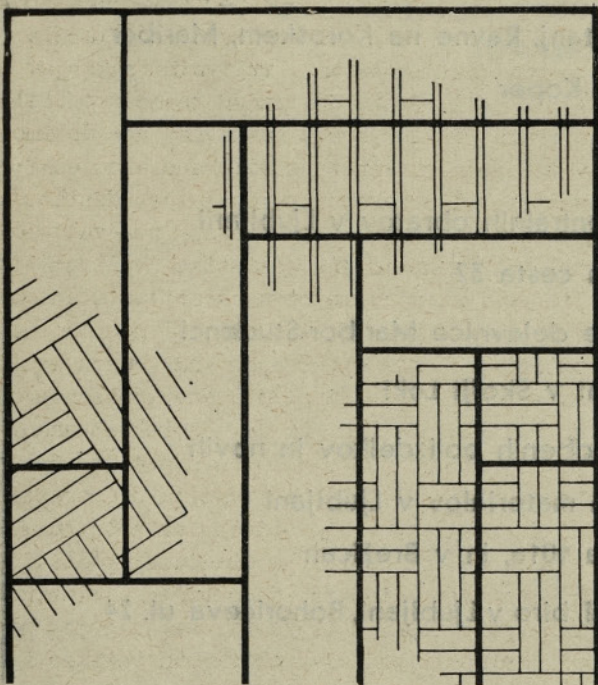
PROJEKTIVNI ATELJE

Sedež podjetja je v **Ljubljani**, Cankarjeva 18/IV

Izdeluje: projekte splošne arhitekture
urbanistične projekte (regionalne
krajevne in zazidalne ter dajanje lokacij)
specialne projekte za mlekarne
projekte za kanalizacijo
in vodovode

Telefon 21-316, 20-309
20-320, 20-234, 23-062
20-388, 20-348

Izvršuje statiko za vse vrste konstrukcij visokih in nizkih gradenj



Obrtno-produktivna zadruga parketarjev

LJUBLJANA, Kolodvorska 35 • Telefon 30-969

Dobavlja parket, izvršuje vsa parketarska dela

Tovarna jeklenih konstrukcij, dvigal in rolet

Radnik ZAGREB
Mandićeve ul. 2

Telefon 24-685, 24-340, 36-372 • Telegram: Radnik — Zagreb

Proizvaja jeklene konstrukcije: strešne konstrukcije
vrata, okna, razne rešetke, stopniščne ograje
in vse ostalo stavbeno ključavničarstvo

Dvigala: vse vrste osebnih kakor tudi tovornih in
bolničnih dvigal po licenci svetovno znane
firme »WERTHEIM-WERKE A. G. — WIEN«

Rolete: jeklene varnostne rolete, eslinger rolete
iz črnega bosanskega bora, aluminijaste ža-
luzije in platnene samozavijače (flos rolete)

Ostali proizvodi: oljni samozapirači in ventusi ter
razno okovje

Zastopstvo in montaža dvigal za LRS:

Liftservice

Telefon 23-290

Dipl. ing. Čebular Ludvik

montažno-tehnično podjetje
za električna osebna in tovarna dvigala

LJUBLJANA, CANKARJEVA ULICA 4

Ing. Carmen Jež-Gala

IK 624.072.233.5.043

PRISPEVEK K RAČUNANJU NOSILCEV NA ELASTIČNI PODLAGI

I. Splošno o računanju nosilcev na elastični podlagi

Nosilec na elastični podlagi je zaradi svoje ga velikega pomena v tehnični praksi že dolgo časa predmet raziskovanja. Najbolj razširjen je način računanja s številom podajnosti po Zimmermann-Schwedlerjevi teoriji, ki temelji na dveh predpostavkah:

(1) diferencialna enačba deformacijske črte

$$EJ \frac{d^4 y}{dx^4} = P_x - q_x,$$

(2) Winklerjev nastavek $P_x = cby_x$.

V nastavku (2) pomeni P_x ... pritisk na podlago, y_x ... deformacijo podlage na istem mestu, b ... širino nosilca, c ... število podajnosti.

Zimmermann predpostavlja v svoji teoriji, da ostane nosilec ves čas v dotiku s podlago, da med nosilcem in podlago ni nobenih tangencialnih napetosti, da so pritiski na mestu x sorazmerni z deformacijami na istem mestu in da deluje obtežba v glavni ravnini prereza nosilca. Zelo obširno je način računanja s številom podajnosti obdelal Hayashi [1]. O Zimmermannovi teoriji in o njeni uporabi v praksi so bile v zadnjih tridesetih letih objavljene mnoge razprave. Poleg Hayashija je treba omeniti še Schleicherja, Föpppla, Bleicha, Sandena, Fritza, Bjezeno-Grannela itd. Prednost te metode je, da matematično ni preveč zamotana, gibki točki pa sta osnovni predpostavki (1) in (2). Diferencialna enačba uporablja namreč, kot je znano, ni točna, predpostavka $P_x = cby_x$ pa zahteva, da je usedek y na mestu x odvisen le od obtežbe p_x , ki deluje na istem mestu, ne upošteva pa vpliva ostalih pritiskov. To pomanjkljivost je skušal odpraviti že Wiegardt [2], ki je objavil za usedek nastavek

$$(3) \dots y_x = \int K(x-\xi) \cdot P_\xi d\xi,$$

kjer je vzel za vplivno funkcijo $K = Ce^{-\lambda r}$. Vendar s tem nastavkom in diferencialno enačbo deformacijske črte, dano pod (1), ni prišel do rešitve. Krivdo za to je iskal v priložnosti diferencialne enačbe (1) in jo nadomestil s točnejšim nastavkom, ki upošteva zvezo med obtežbo in deformacijami podlage z Airyjevo napetostno funkcijo. Tako je dobil zvezno deformacijsko črto. Tudi Pflanz [3] je podal v svoji razpravi rešitve z različnimi nastavki za vplivno funkcijo, pri katerih pa mora obtežba zadostiti določenim pogojem.

Pomanjkljivost Zimmermannove teorije je tudi v tem, da predpostavlja enakomerno porazdelitev obtežbe v prečni smeri, ki pa je v tehnični praksi redka. Kljub temu je ta teorija postala splošno uporabna, ker so izdelane tabele integracijskih konstant, vplivnih faktorjev itd. ([1], [4]). Praktični račun pa je omogočila le uporaba Winklerjevega nastavka, ker dobimo samo v tem primeru linearne diferencialne enačbe, za katere velja zakon superpozicije. Nosilec na elastični podlagi lahko torej obravnavamo po splošnih zakonih energostatike (vplivni faktorji, vplivnice, simetrične elastične enačbe itd.). Pasternak [4] je obdelal nosilec na elastični podlagi, obremenjen na koncu s silo in momentom ter izračunal obsežne tabele, prav tako tudi za nosilec, ki je na obeh straneh simetrično obremenjen s silo in momentom. Njegove tabele lahko s primerno izpeljavo uporabimo tudi za nosilec, ki je obtežen na poljubnem mestu. Ves račun nosilca na elastični podlagi po Zimmermannovi teoriji je odvisen od izbire števila podajnosti c (kg/cm^3), ki je zopet odvisno od lastnosti podlage, oblike in velikosti obtežene ploskve in časa trajanja obtežbe. S poskusni ne moremo ugotoviti njegove pravilne velikosti, ker podlaga dejansko nikoli nima tistih lastnosti, katere ji Zimmermannova teorija pripisuje. S sistematskimi meritvami bi lahko dobili za število podajnosti take vrednosti, da bi

bile izračunane napetosti v čim boljšem soglasju z resničnimi razmerami.

Da bi se izognili dvomom glede izbire števila podajnosti, so v zadnjem času uporabili za pomi-ke Boussinesqove enačbe za elastično izotropni polprostor ([5], [6]), ali pa so skušali rešiti problem z diferencialno enačbo deformacijske črte in Airyjevo napetostno funkcijo za polprostor ([7], [8]). Zanimiva je Habelova rešitev, v kateri diferencialne enačbe nadomestimo z diferenčnim računom in dobimo sistem linearnih enačb. Porazdelitev pritiskov v prečni smeri pa smatramo še vedno za konstanto. Vendar je račun za tehnično prakso zaradi velikega števila neznanck zelo zamuden. Podobna je rešitev Ohdeja, ki je prav tako kot Habel privzel za pritiske Boussinesqove nastavke, namesto diferencialne enačbe deformacijske črte pa je uporabil trimomentne enačbe za kontinuirni nosilec s podajnimi podporami. V vseh teh računih se pojavi namesto števila podajnosti elastični modul podlage. Praktični primer, ki ga je izračunal Ohde za nosilec na elastični podlagi, obremenjen s silo v sredini, ne kaže velikega odstopanja od rezultatov, dobljenih po Zimmermannovi teoriji (maksimalni moment diferira le za 1%). Za nosilec, ki je na obeh koncih obremenjen z enako silo, pa znaša razlika že 26%. Vendar teh izsledkov nikakor ne smemo posplošiti.

II. Problem nosilca tirnice na elastični podlagi

Vse do sedaj omenjene načine za računanje nosilca na elastični podlagi lahko uporabimo za

Tabela I.

Načini računanja	1		2		3
	M_{max}	%	p_{max}	%	%
Elastična podlaga (polravnina)	$0,485 P \sqrt[3]{\frac{E_j \cdot J}{E \cdot b}}$	100	$0,3055 P \sqrt[3]{\frac{E \cdot b}{E_j \cdot J}}$	100	100
Podajna podlaga (Zimmermann-Schwedlerjeva t.)	$0,25 P \sqrt[4]{\frac{E_j \cdot J}{C \cdot b}}$	-	$0,5 P \sqrt[4]{\frac{C \cdot b}{4E_j \cdot J}}$	-	84,2
Andrée-Müllerjeve enačbe	$0,875 P \sqrt[3]{\frac{E_j \cdot J}{E \cdot b}}$	180,5	$0,1599 P \sqrt[3]{\frac{E \cdot b}{E_j \cdot J}}$	52,4	94
Andréejeve popravljene enačbe	$0,6298 P \sqrt[3]{\frac{E_j \cdot J}{E \cdot b}}$	129,8	$0,2233 P \sqrt[3]{\frac{E \cdot b}{E_j \cdot J}}$	73,2	95

reševanje problema dimenzioniranja jeklene tirnice kot nosilca na elastični podlagi (beton), kar pride v poštev pri žerjavnih progah, progah za zatvornice in podobno. V praksi so najbolj priljubljene Andréeejeve enačbe [9], ki določajo upogibne napetosti v tirnici in pritiske na podlago in sicer na osnovi tega, da je porazdelitev pritiskov pod tirnico pri obtežbi z eno samo silo v sredini zelo dolgega nosilca parabolna. Ti obrazci so navedeni v najnovejši literaturi [10], [11], [12], kljub temu, da je v njih huda računska napaka, ki jo je že Fricke [13] popravil in znaša ca. 40 %. Popravljene enačbe dajo manjše upogibne napetosti v tirnici in večje pritiske na podlago ter se bolj približujejo rezultatom, dobljenim po računu s polravnino. Primerjava različnih računskih metod (Andréejevih enačb, Andréeejevih popavljenih enačb, računa s polravnino, računa s številom podajnosti) je bila izvedena za tirnico na ozkem betonskem nosilcu in je prikazana v spodnji tabeli I.

Rezultatov računa s številom podajnosti ne moremo primerjati z rezultati, ki jih dobimo pri ostalih načinih računanja. Zato so glede na rezultate računa s polravnino v 3. stolpcu tabele I. podani v % pritiski na tekoči cm podlage, oziroma maksimalni moment pod silo, s tem pridržkom, da smo po vseh računskih metodah dobili enak maksimalni moment v tirnici oziroma enake pritiske na podlago.

Za tirnico, ki ima za podlago razsežni betonski temelj, priporoča Dobrovolny [14] enačbe:

$$M_{max} = 0,5 P \sqrt[3]{\frac{E_j \cdot J}{E \cdot b}}$$

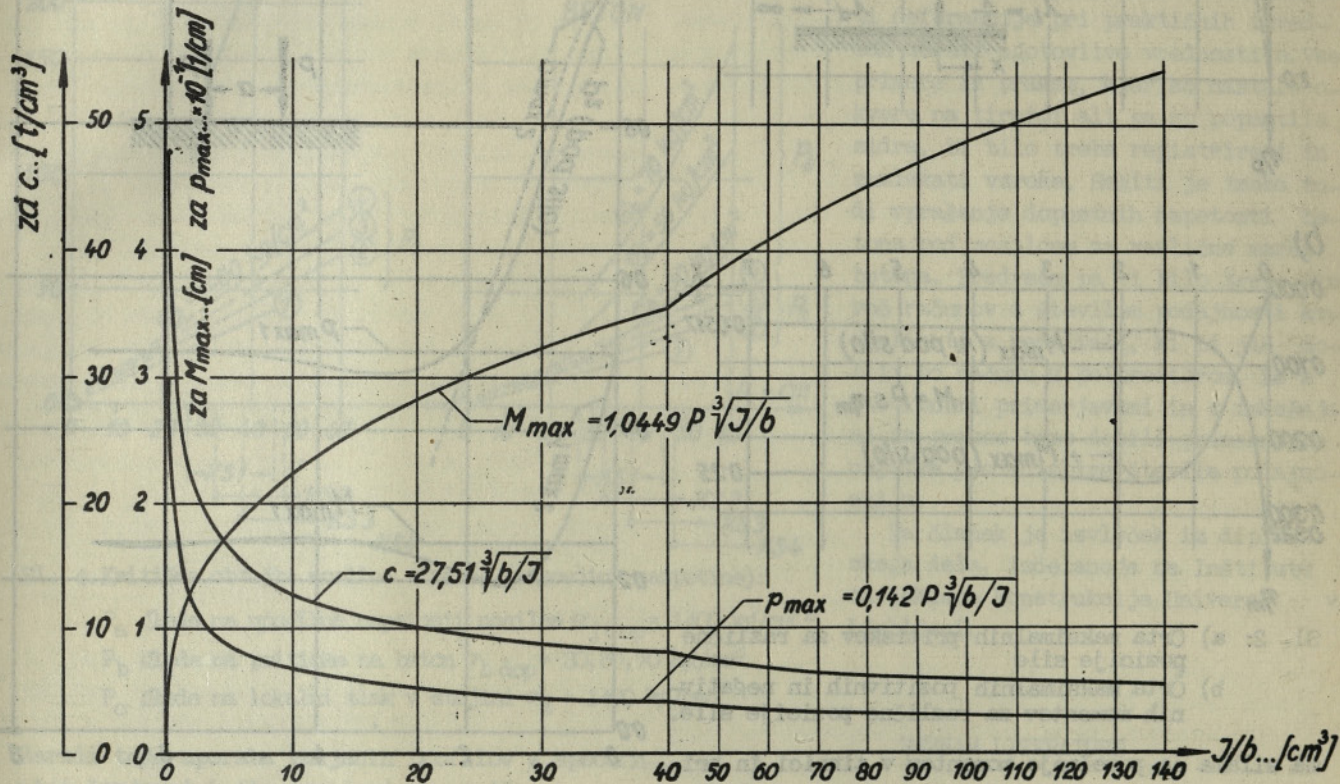
E_j ... elastični modul jekla J ... vztrajnostni moment tirnice E ... elastični modul betona
 b ... širina nože C ... število podajnosti

$$p_{\max} = 0,2813 P \sqrt{\frac{E_s \cdot b}{E_s^3 \cdot J}}$$

$$s = \sqrt[4]{\frac{4 E_j \cdot J}{bc}}$$

Način praktičnega dimenzioniranja neposredno na ozek betonski nosilec položene tirnice je podan v diagramu (slika 1), kjer dobimo za obtežbo z enoto v sredini nosilca že upogibni moment v tirnici M_{\max} in pritisk na podlago p_{\max} v odvisnosti od razmerja med vztrajnostnim momentom tirnice in širino noge.

Ta pogoj je navadno izpolnjen še pri normalnih dolžinah za same tirnice ali profile, kombinirane z žerjavnimi tirnicami ali pravokotnim železom. Pri neskončno dolgem nosilcu na elastični podlagi dobimo namreč zelo preproste enačbe za račun upogibnih napetosti in pritiskov na podlago, za obtežbo s silo v sredini ali na koncu nosilca in



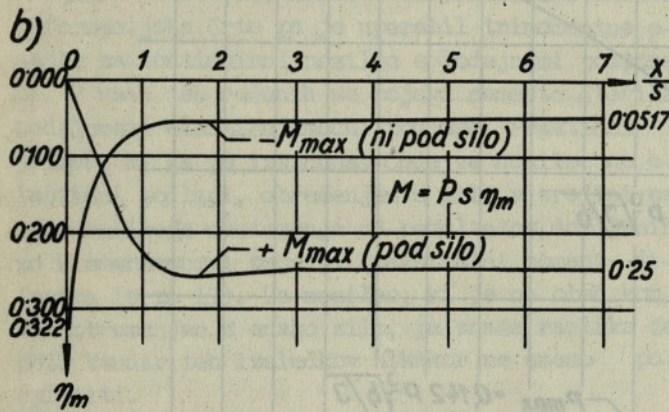
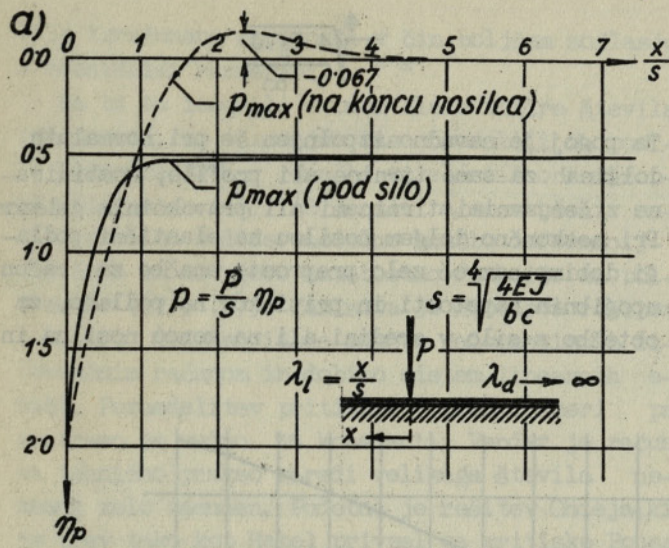
Sl. 1: Maksimalni moment M_{\max} in pritisk p_{\max} za tirnico na elastični podlagi za $P = 1$ (po računu s polravnino). Število podajnosti c kot funkcija $\frac{J}{b}$ (ob predpostavki enakih upogibnih napetosti v tirnici po računu s polravnino in s številom podajnosti).

Pri računanju tirnice na elastični podlagi po Zimmermann-Schwedlerjevi teoriji je izbira števila podajnosti problematična. Po podatkih iz literature so vrednosti za c od 800 do 60.000 kg/cm³ za jeklo na beton. K sreči je ta vrednost pri računanju pod četrtim korenem. Če vzamemo za c namesto zgornje spodnjo mejo, dobimo ca. 3-krat večje upogibne napetosti v tirnici in ca. 3-krat manjše pritiske na podlago.

Račun s številom podajnosti v obliki, sprejemljivi za prakso, dobimo, če na podlagi Pasternakovih rešitev izpeljemo enačbe za obtežbo na poljubnem mestu. Pri tem je važno vprašanje, kdaj lahko smatramo tirnico na elastični podlagi za neskončno dolg nosilec. Pogoj je $a : s \gg \pi$, kjer je a razdalja od prijemališča sile do konca nosilca, s pa karakteristika nosilca in sicer:

za vplivnice pri obtežbi z več silami. Poudariti je treba, da so pritiski na podlago pod silo, če je obtežba na koncu nosilca, 4-krat večji kot pri obtežbi s silo v sredini. Največji negativni moment, ki nastopi v oddaljenosti $x = \frac{\pi}{4} s$ od konca nosilca, pri obtežbi s silo na koncu, je 1,3-krat večji od maksimalnega pozitivnega momenta, ki nastopi pri obtežbi s silo v sredini. V diagramu (slika 2) je prikazan potek maksimalnih momentov na podlago, če potuje sila vzdolž nosilca. Ekonomično je, da dimenzioniramo tirnico za obtežbo v sredini in jo na koncu primerno okrepiamo. Izdelan je tudi grafikon, ki služi za praktičen račun okrepitve. Računski primeri pa so pokazali, da je območje, na katerem bi bile potrebne okrepitve, zelo kratko.

Raziskan je bil tudi vpliv razdalje med dve-



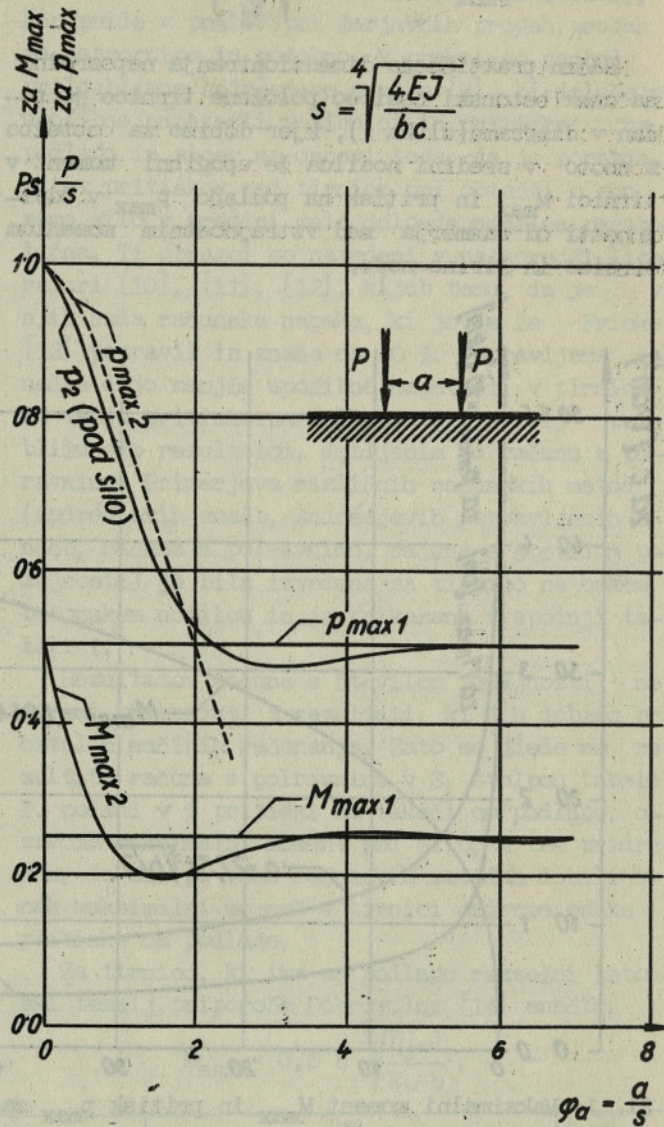
Sl. 2: a) Črta maksimalnih pritiskov za različne pozicije sile
b) Črta maksimalnih pozitivnih in negativnih momentov za različne pozicije sile.

ma silama na povečanje momentov v tirnici in pritisk na betonsko podlago. Pri obtežbi v sredini oziroma zadostni razdalji do konca nosilca, ne pride do povečanja maksimalnega pozitivnega momenta $M_{max} = 0,25 P \cdot s$, ki je izračunan za obtežbo z eno samo silo, če je razdalja med silama večja od $a = \frac{\pi}{4} \cdot s$. Za pristiske na podlago pa je maksimalna razdalja $a = \frac{\pi}{4} \cdot s$, ki še ne povzroči povečanja maksimalnega pritiska pod obtežbo z eno silo. V sliki 3 je prikazana sprememba maksimalnega pozitivnega momenta in pritiska v odvisnosti od razdalje a med silama.

Pri praktičnem dimenzioniranju tirnice na elastični podlagi moramo upoštevati te kriterije:

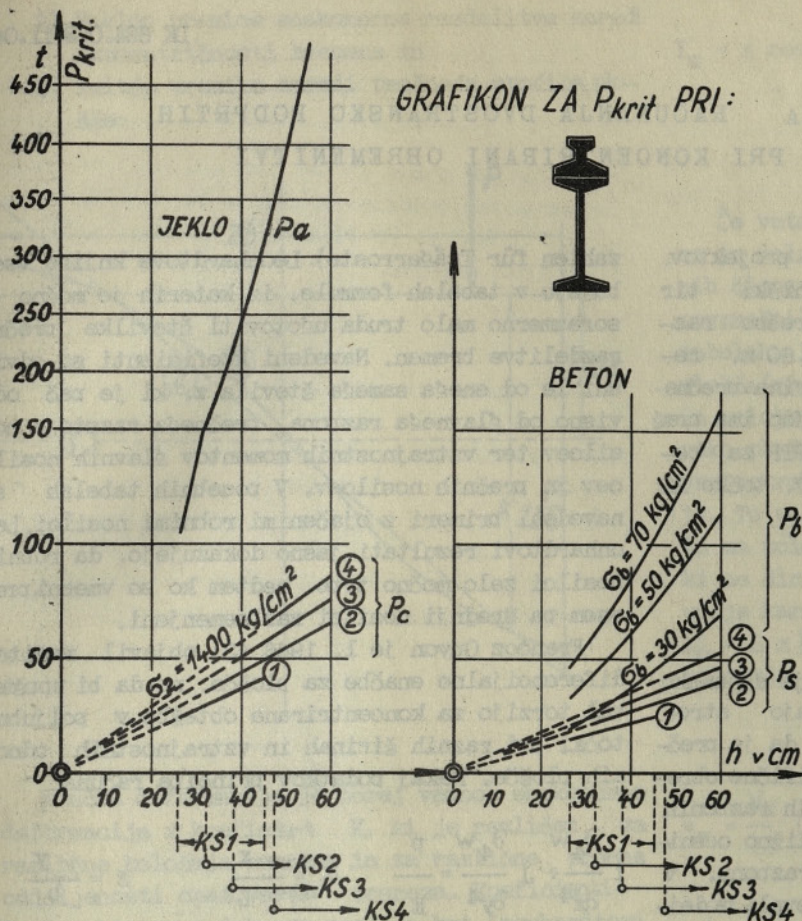
- da niso prekoračene dopustne upogibne napetosti v tirnici;
- da niso prekoračeni dopustni pritiski na beton;
- da niso prekoračeni lokalni pritiski v stojini valjanih profilov (oziroma primerjalna

napetost na zgornjem robu stojine).



Sl. 3: Potek M_{max} in p_{max} pri obtežbi z 2 enakimi silami na ∞ dolgem nosilcu (v sredini) kot funkcija razdalje a .

Glede na to je bila izračunana kritična sila za I, IP in I profile s pripadajočimi žerjavnimi tirnicami in za I profile brez sodelovanja tirnice. (Glej sliko 4!). Pokazalo se je, da za dimenzioniranje niso odločilne upogibne napetosti v jeklenem nosilcu, ampak napetosti betona ali pa lokalni tlaki v stojini. Z vbetoniranjem nosilca dosežemo, da se zmanjšajo lokalni tlaki v stojini in napetosti v betonu. Kakšno je sodelovanje betona pri nosilnem prerezu, kako se prenašajo pritiski in kakšna je njihova porazdelitev prečni smeri, je težko presoditi, ker je mnogo odvisno od same izvedbe. Poleg že omenjenih kriterijev za dimenzioniranje tirnice na elastični podlagi, je treba upoštevati, da je obtežba odvisna tudi od dopustnih specifičnih kolesnih pritiskov.



Sl. 4: Kritična obtežba nosilca tirnice (v sredini razpetine):

- P_a glede na upogibne napetosti nosilca $\sigma_{jdop} = 1400 \text{ kg/cm}^2$
- P_b glede na pritisk na beton $\sigma_{bdop} = 30, 50, 70 \text{ kg/cm}^2$
- P_c glede na lokalni tlak v stojini $\sigma_z = 1400 \text{ kg/cm}^2$

Zaradi tega uporaba valjanih profilov s specifičnimi žerjavnimi tirnicami ni ekonomična.

Sidranje tirnice v betonski temelj računamo s pomočjo predpostavke, da prevzame sila v sidrih celotne natege, ki bi nastopili pri obtežbi s silo v sredini ali na koncu neskončno dolgega nosilca. Razdalja med sidri naj bi bila približno „s“, kar je že omenjena značilnost nosilca. Na ta način je zagotovljeno, da se za vsako pozicijo sile, ki potuje po neskončno dolgem nosilcu, nahajajo sidra na področju, kjer bi se nosilec skušal dvigniti od podlage.

Nadalje je dognano, da so dodatne napetosti v tirnici in v betonu zaradi upogibnih deformacij samega betonskega temelja, ki je prav tako nosilec na elastični podlagi, neznatne.

III. Zaključki

Ta članek podaja le kratek pregled dosedanjih načinov računanja nosilca na elastični podlagi

in primerjave med njimi ter izsledke o praktični uporabi teh metod za dimenzioniranje tirnic na elastični betonski podlagi. V bodoče bi bilo koristno ugotoviti predvsem, kakšni profili so za tirnice na elastični podlagi najbolj ekonomični. Že izdelane tabele in grafikone bi bilo treba razširiti tudi za valjane ali zvarjene profile s pravokotnim jeklom kot tirnico. Predvsem pa bi bilo treba meriti deformacije pri praktičnih izvedbah zaradi ugotovitve vrednosti c . Vse primere iz prakse, kjer so nastale okvare na tirnici ali pa so popustila sidra, bi bilo treba registrirati in raziskati vzroke. Rešiti je treba tudi vprašanje dopustnih napetosti betona pod nosilcem za različne marke betona. Predvsem pa bi bilo treba čim več računov s številom podajnosti kontrolirati z rezultati, ki bi jih dobili po računu s polprostorom. Le s številnimi primerjavami in z izkušnjami iz prakse bomo dobili primernejše napotke glede izbire števila podajnosti c .

Ta članek je izveček iz diplomskega dela, izdelanega na Inštitutu za jeklene konstrukcije Univerze v Ljubljani.

SEZNAM LITERATURE

- [1] Hayashi: Theorie des Trägers auf elastischer Unterlage, Berlin 1921;
- [2] Wiegardt: Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik, 1922, str. 165;
- [3] Pflanz: Ingenieur Archiv, 1941, str. 201;
- [4] Pasternak: Beton und Eisen, 1926, str. 166;
- [5] Habel: Bauingenieur, 1938, str. 76;
- [6] Ohde: Bauingenieur, 1942, str. 99;
- [7] Marguerre: Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik, 1937, str. 244;
- [8] Biot: Journal of Applied Mechanics 4, 1937;
- [9] Andrée: Die Statik des Kranbaues, Berlin 1925, str. 48;
- [10] Taschenbuch für Bauingenieure: Hütte I. 1949;
- [11] Stahl im Hochbau 1949;
- [12] Ernst: Hebezeuge I. Berlin 1950;
- [13] Fricke: Bautechnik 1944;
- [14] Dobrowolny: Pruznost a pevnost III. Praha 1947, str. 1326.

METODE STATIČNEGA RAČUNANJA DVOSTRANSKO PODPRTIH
PLOŠČ IN MREŽ PRI KONCENTRIRANI OBREMITVI

Pobudo za moj članek je dala revizija projektov pri naslednjem primeru: Most za železniški tir 6.0 m razpona: projektant predvideva prečno razširjenje koncentrirane teže bremena 3.60 m. revizor zahteva okrenitev, ker znaša širina prečnega razširjenja po predpisu le 3.20 m. Kdo ima prav? Povsem juridično tolmačenje predvisa PTP za beton in armirani beton od 29. maja 1947, točke 22

$$b_3 = b_2 + \frac{f_2}{f_1}$$

Toda kaj pravi k temu narava, kakšno je dejansko prečno razširjenje bremena, kako gledajo strokovnjaki na to vračanje? Deistvo je, da je prečno razširjenje neurimerno večje, specifične obremenitve torej manjše. Pri prostoležečih razponih na neskončno široki plošči lahko približno ocenimo nadomestno širino plošče za enako razponu, v konkretnem primeru 6.0 m. Če bi upoštevali tadeistva, bi pač lahko marsikje prihranili marsikako železo. V tem članku bom navedel vrsto metod in avtorjev, ki obravnavajo omenjeno problematiko, ter izvedel tudi primerjavo med rezultati. V programu članka so upošteevane metode tehle avtorjev: Olsen-Reinitzhuberja, Guyona, Guyon-Massonetta in Leonhardta ter metoda nosilca na elastični podlagi (à la Marcus). Pri tem gre tudi za razne variante metod, bodisi da upošteevajo torzijo ali pa ne, ter za variante računa z mrežami namesto s ploščami. Ni bistveno, ali jemliemo za osnovo ploščo ali pa mrežo: videli bomo, da se da razlika upošteevati z zneskom torzijske odpornosti.

Ena prvih literatur so Leonhardtova dela iz l. 1939 in l. 1940 (1.2). Ta dela obravnavajo mrežaste mostove, pri čemer prečna rebra jamčijo za prečno sodelovanje vseh nosilcev. Metoda upošteevanja različne togosti glavnih in prečnih reber, ne upošteva pa torzije. Osnovni princip je ta, da se dana koncentrirana obtežba razdeli v dva dela, en del obtežbe povzroča na nosilcu iste notranje sile, kot če bi bil nosilec prosto ležeč, drugi del obtežbe pa iste notranje sile, kot če bi bil nosilec kontinuiran na nepodajnem prečnem rebri. Prvi del obtežbe je natančno tisti znesek, kolikor znaša pripadajoča obtežba opazovanega rebra. Drugi del pa ves ostali del teže. Za račun so torej odločilna števila razdelitve koncentriranega bremena na posamezna rebra (Querverteilungs-

zahlen für Trägerroste). Leonhardtove knjige vsebujejo v tabelah formule, iz katerih je možno s sorazmerno malo truda ugotoviti številke prečne razdelitve bremen. Navedeni koeficienti so odvisni le od enega samega števila z , ki je pač odvisno od glavnega razpona, prečnega razstoja nosilcev ter vztrajnostnih momentov glavnih nosilcev in prečnih nosilcev. V posebnih tabelah so navedeni primeri z ojačenimi robnimi nosilci. Leonhardtovi rezultati jasno dokazujejo, da robni nosilci zelo močno trpe, medtem ko so vmesni, predvsem pa srednji nosilci razbremenjeni.

Francoz Guyon je l. 1946 (3) objavil rešitev diferencialne enačbe za plošče, ne da bi upošteval torzijo za koncentrirane obtežbe v poljubni točki pri raznih širinah in vztrajnostnih odnosih plošče. Neka j podatkov principa računa:

$$I \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + J \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{p}{E} \quad \alpha = \frac{\pi x}{L} \quad \beta = \frac{\pi y}{b}$$

Rešitev: $w = \sum_{m=1}^m \sum_{n=1}^n X_m Y_n$

$$X_m = \frac{A_m}{E} \sin mx$$

$$Y_n = B_n \left[\cos n\beta + \frac{\pi^2}{2} \left(1 - \frac{\beta^2}{\pi^2}\right) (-1)^{n+1} n^2 \right] + C_n \left[\sin n\beta + \frac{\pi^3}{4} \left(\frac{1}{3} \frac{\beta^3}{\pi^3} - \frac{1}{10} \frac{\beta^5}{\pi^5}\right) (-1)^{n+1} n^3 \right]$$

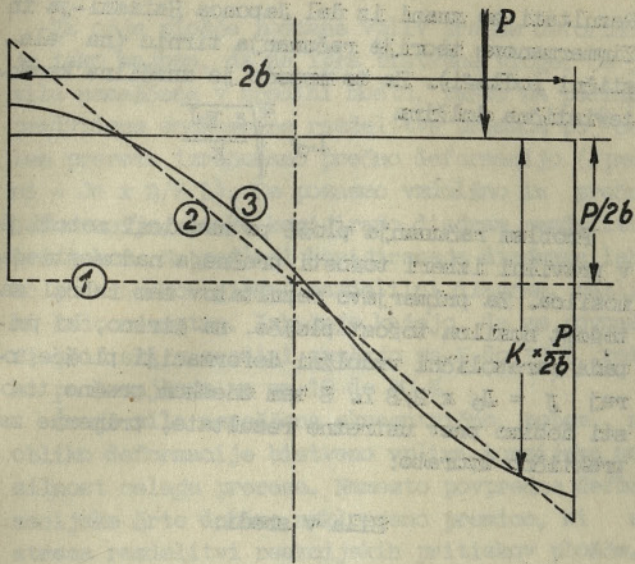
Pri odvajanju funkcij izpade izraz $\theta = \frac{b}{L} \sqrt[4]{\frac{I}{J}}$

S tem izrazom je določena upogibnost prečnikov,

Robni pogoji so: na ležiščnih straneh: posek $\delta = 0$ in upogibni moment $M = 0$, na prostih straneh: prečne sile $T = 0$ in upogibni moment $M = 0$. Vsklajenje robnih pogojev zahteva izredno komplicirane funkcije z velikim številom členov Fourrierovih vrst. Posamezni sestavni deli končne deformacije so sledeči:

- 1) Enakomerna razdelitev teže bremena na celo širino.

- 2) Naklon premice enakomerne razdelitve zaradi ekscentričnosti bremena in
- 3) Zvitje premice zaradi prečnega upogiba plošče:



Končna deformacija je torej vedno: enakomerna deformacija x koeficient K, ki je različen za različne položaje bremena in za različne prečne oddaljenosti opazovanega prereza. Koeficienti K so v bistvu podobnega značaja kot Leonhardtovi razdelilni koeficienti. Vrednosti K so nanesene v tabele in diagrame, in to za različne odnose $\frac{h}{b}$, različne položaje bremen in različne opazovane prereze. Po Maxwellu velja tu reciproknost, da dobimo v prerezu A zaradi bremena v B isti K kot za obratni primer: namestitev bremena v A, v prerezu B.

Uporaba tabel in diagramov je preprosta, manjka pa rešitev za neskončno široko ploščo.

Isti avtor, L.M. Guyon je l. 1950 objavil kot nadaljevanje navedenega dela študijo za torzijsko odporne plošče v članku: Calcul des pontsdalles (4).

Če upoštevamo torzijski vpliv, dobi diferencialna enačba sledečo obliko:

$$I \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2\sqrt{IJ} \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + J \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = \frac{p}{E}$$

Rešitev: $w = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} X_m Y_n \quad \alpha = \frac{\pi x}{L} \quad \beta = \frac{\pi y}{b}$

$$X_m = \frac{1-\gamma^2}{E I} \frac{H_m}{b} \frac{b^4}{\pi^4} \sin m \alpha \quad \gamma = \frac{\pi}{L} \sqrt{\frac{4 I}{J}} \cdot y = \theta \cdot \beta$$

$$\theta = \frac{b}{L} \sqrt{\frac{4 I}{J}}$$

$$Y_n = A \cosh \gamma + B \sin h \gamma + C y \cos h \gamma + D y \sin h y + \sum \frac{\cos n(\beta - \psi)}{(\theta^2 - n^2)^2}$$

Če vstavimo robne pogoje, dobimo silno zamotane in dolge izraze, sestavljene iz vrst posameznih členov. Rezultati za K (deformacija = K x w povprečni) so nanešeni v diagramih in navedeni v tabelah. Izrazi K so odvisni od karakteristike plošče (mreže), to je θ , dalje od položaja sile in položaja opazovanega prereza. Za neskončno široko ploščo so narisani diagrami (in formule) za vse potrebne notranje sile: M_x, M_y, M_{xy}, t_x in t_y . To velja za položaj bremena v sredini plošče in za položaj bremena na enem zaključku plošče, ki se širi na drugo stran v neskončnost. Zanimiva je karakteristika prečne razširitve, v znesku $L_0 = L \times \frac{4}{\pi}$. Formule za upogibne momente, pri položaju bremena v sredi so sledeče:

$$\mu_x = \frac{M_x}{L_0} \left[1 + \frac{\pi/y/}{2a} \right] e^{-\frac{\pi y}{2a}} = \frac{M_x \pi}{L \cdot 4} \cdot [1 + \gamma] e^{-\gamma}$$

$$L_0 = L \cdot \frac{4}{\pi}$$

$$\gamma = \frac{\pi y}{2a}$$

$$\mu_y = \frac{M_x \pi}{L \cdot 4} (1 - \gamma) e^{-\gamma}$$

pri položaju bremena na robu so formule sledeče:

$$\mu_x = \frac{M_x \pi}{L} \frac{\pi}{3} (2 + \gamma) e^{-\gamma}$$

$$\mu_y = \frac{M_x \pi}{L} \frac{\pi}{3} \gamma \cdot e^{-\gamma}$$

Diagrami za K predstavljajo razmerje med povprečno deformacijo in dejansko deformacijo. Guyon uporablja isti izraz K tudi za razmerje med dejanskimi upogibnimi momenti in povprečnimi upogibnimi momenti.

Popolnoma iste diagrame in iste tabele, kot jih navaja prof. Guyon v Annales des Pots et Chaussées, je objavil avtor Massonnet v Memoarih AIPC l. 1950 (5). Toda Massonnet dodaja svoje dopolnitve spreminjajoč stopnjo torzijske odpornosti plošče oziroma mreže. Ker lahko s pomočjo tabel Guyona izračunamo take primere brez tor-

zijske odpornosti in primere s stoddstotno torzijsko odpornostjo polne plošče, lahko tudi interpoliramo vse vmesne primere delne torzijske odpornosti posameznih reber mreže. Interpolacija se ne izvaja linearno, temveč po posebni formuli. Izvajanje te formule dokazuje Massonnet zelo pregledno.

Vsi rezultati avtorjev Guyona in Massonneta so posneti tudi v Bauingenieurju 1955, v članku avtorja Sattlerja (7). Članek dopolnjuje opis rezultatov modelnih poskusov. Poskusi se dobro skladajo s spredaj navedenimi Guyon-Massonnetovimi diagrami.

Knjiga Olsen-Reinitzhuber (6) rešuje dano nalogo načelno na isti način kot Guyon-Massonnet. Rezultati imajo obliko vrst, sestavljenih iz hiperboličnih funkcij. Če vstavimo robne pogoje, postanejo členi strahovito zamotani ter zavzamejo velike komplekse. Rezultati obsegajo ločeno vplivnice za deformacijo, ločeno vplivnice za M_x in ločeno vplivnice za M_y . Vplivnice za M_x dobimo točno z razvrstitvijo kot drugi odvod deformacije po $x-u$. Sam avtor opisuje, da razvrstitve za momente mnogo težje konvergirajo kot razvrstitve za deformacije ter navaaja posebne težave okrog prijemališča sile, kjer nastopajo singularitete. Singularitete okrog prijemališča sile rešuje Olsen-Reinitzhuber z rešitvijo dif. enačbe plošče v sistemu polarnih koordinat. Za različne širine obremenilne sile navaaja knjiga različne velikosti maksimalnih upogibnih momentov. Te osti pa se pojavljajo prostorsko v eni sami točki. V delu je obdelan tudi poseben primer, ki upošteva prečno kontrakcijo gradiva z $\nu = 1/6$. (Guyon-Massonnet prečne kontrakcije ne upošteva).

Metoda z nosilcem na elastični podlagi.

Pisec članka že dlje časa uporablja aproksimacijo, ki temelji na Marcusovem načinu računanja križno armiranih plošč. Predvidevamo, da je plošča sestavljena iz zaporedja vzporednih tramov, položenih z enega ležišča na drugo. V prečni smeri je položen „točostni“ nosilec, ki povezuje tramove med seboj. Ta točostni nosilec je nosilec na elastični podlagi. Reakcije podlage proti nosilcu so premosorazmerne deformaciji nosilca, torej $p = k \cdot \delta$ ker je po zakonu deformacije:

$$p/EJ = -\frac{d_4 \delta}{dx^4} \text{ dobimo diferencialno enačbo:}$$

$$\delta = -\frac{EJ d_4 \delta}{k dx^4} \text{ Rešitev: dušena nihanja}$$

$$A e^{\xi} \sin \xi + B e^{\xi} \cos \xi + C e^{-\xi} \sin \xi + D e^{-\xi} \cos \xi$$

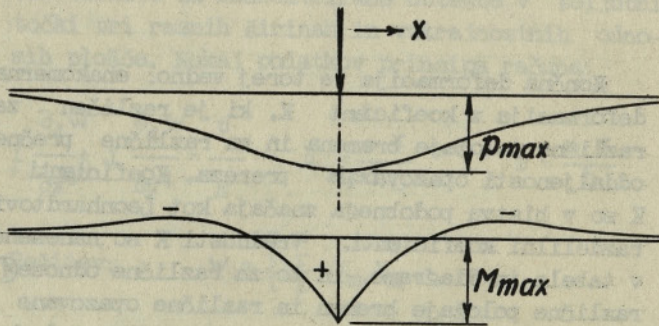
$$\xi = \frac{x}{L_0} \quad L_0 = \sqrt[4]{\frac{4 EJ}{k}}$$

Rezultati so znani iz del Japonca Haiashi-ja in Zimmermanove teorije računanja tirnic (na elastični podlagi). Za to metodo je značilna karakteristična dolžina

$$L_0 = \sqrt[4]{\frac{4 EJ}{k}}$$

Problem računanja plošč po navedeni metodi je v pravilni izberi togosti prečnega nadomestnega nosilca. Za primerjavo rezultatov sem izbral za togost nosilca togost plošče, na širino, ki pripada parabolični vzdolžni deformaciji plošče; torej $J = J_0 \times 2/3 L$. S tem zneskom prečne togosti dobimo prav ustrezne rezultate, primerne za praktično uporabo:

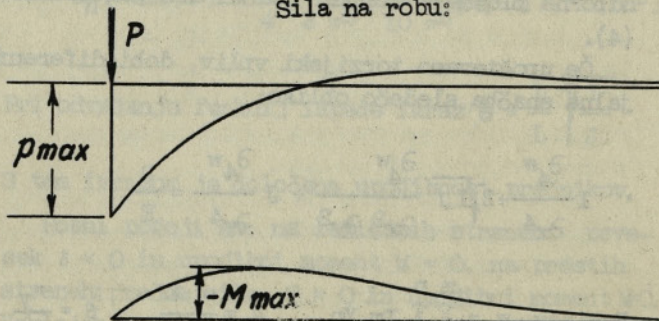
Sila v sredi:



$$p_{max} = \frac{P}{2 L_0} \quad p = p_{max} \cdot \sqrt{2} e^{-\xi} \sin \left(\xi + \frac{\pi}{4} \right)$$

$$M_{max} = \frac{P L_0}{4} \quad M = M_{max} \cdot \sqrt{2} e^{-\xi} \cos \left(\xi + \frac{\pi}{4} \right)$$

Sila na robu:



$$p_{max} = \frac{2 P}{L_0} \quad p = p_{max} e^{-\xi} \cos \xi$$

$$-M_{max} = 0.323 PL \quad M = PL_0 e^{-\xi} \sin \xi$$

Navedena metoda ne upošteva torzije; če hočemo upoštevati ugodnosti torzijske nosilnosti, je torej treba rezultate reducirati s primernimi faktorji. (Za silo v sredi $k = 0,76$ za silo na robu $k = 0,51$).

Za ožje plošče postane vpliv prečne deformacije tako majhen, da ne igra bistvene vloge. Če je sila nameščena v sredini mostu, lahko na podlagi predvidene enakomerne razdelitve bremena po cellem prerezu izračunamo prečno deformacijo ($J_{prečni} = J_o \times 2/3 L$). Če poznamo vzdolžno in prečno deformacijo, lahko korigiramo diagram razdelitve pritiskov. Na podlagi korigiranega diagrama lahko ponovno korigiramo razdelilni diagram, razlike bodo neznatne. Izkušnje kažejo, da se povprečni pritiski v sredini zvečajo za 5 do 15 %, robni pa zmanjšajo za ca. 10 do 30 %.

Če je sila nameščena ekscentrično, potem na obliko deformacije bistveno vpliva torzijska nosilnost celega prereza. Namesto povprečne deformacijske črte dobimo naklonjeno premico, ki ustreza razdelitvi reakcijskih pritiskov plošče. Ta razdelitev pritiskov ustreza momentu ekscentričnosti M_{upog} . Dejanski moment ekscentričnosti pa je veliko večji, pri sorazmerno dolgih rasponih celo mnogokrat večji od momenta reakcijskih pritiskov. Razliko med dejanskim momentom ekscentričnosti bremena in momentom reakcijskih pritiskov prevzema konstrukcija s svojo torzijsko odpornostjo: M_{torz} .

$$M \text{ celokupni} = M_{upog} + M_{torz}$$

Razmerje momenta reakcijskih pritiskov in torzijskega celega momenta izračunamo (s pogojem, da je deformacija enaka).

$$M_{upog} = p \times \frac{b}{2} \times \frac{4b}{3} = \frac{2}{3} p b^2 \quad p = \frac{3}{2} \frac{M_{upog}}{b^2}$$

$$\text{Iz pogoja: } \frac{M_{torz}}{h^3 E} L = \frac{3 L^3 M_{upog}}{8 E h^3 b^2} \quad \text{dobimo:}$$

$$\frac{M_{torz}}{M_{upog}} = \frac{3 L^2}{8 b^2}$$

Korekcijo zaradi prečne deformacije bi lahko upoštevali prav tako kot pri primeru obremenitve v sredini prereza, pa to po navadi ni važno.

Če imamo dano razmerje torzijskega momenta in momenta reakcijskih pritiskov, je s tem tudi dano sorazmerje med ekscentričnostjo bremena, ki povzroča torzijske napetosti, in ekscentričnostjo, ki povzroča neenakomernost reakcijskih pritiskov.

PRIMERJAVA REZULTATOV

Da bi si lahko ustvaril podobo o tem, kakšne razlike nam dajejo različne metode in različni avtorji, sem si narisal diagrame rezultatov za nekaj primerov:

A. primer: Neskončno široka plošča, obremenjena s koncentrirano težo v sredini.

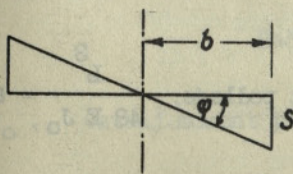
B. primer: V eno smer segajoča neskončna plošča, obremenjena s koncentrirano obremenitvijo na robu.

Iz danih podatkov nisem mogel pripraviti popolne primerjave, na primer: za ploščo brez torzije Guyon nima podatkov za neskončno široke plošče. Vzel sem torej podatke za ploščo z zelo veliko širino: $\Theta = 1,495$ in $\Theta = 3,162$. Tudi Massonnet ima podatke le za $\Theta = 1,500$. Za primerjavo z Leonhardtom sem moral vzeti najširši primer, osmih vzporednih nosilcev, ter si za beležiti rezultate njegovih enačb za križišča glavnih nosilcev s prečnikom. Rezultate sem računal za dva primera: $z = 2$ in $z = 10$. Vendar nam bo tudi ta aproksimativna primerjava nudila prav koristne podatke za primerjavo med posameznimi rešitvami.

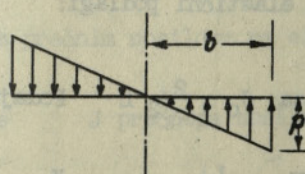
Ugotovitve so sledeče:

1. Deformacijska linija Guyona se z neznatno razliko pod obremenitvijo popolnoma sklada z deformacijsko linijo Olsena. To je tudi dokaz za popolno pravilnost rezultatov (v eni točki 3 % razlike, sicer 0)
2. Upogibni moment M_x in M_y je popolnoma neodvi-

Deformacija zaradi M_{torz} .



Deformacija zaradi M_{upog} .



Torzijski moment prereza na vsako polovico mostu:

$$\frac{M_{torz}}{2}$$

$$\frac{\Delta \varphi}{\Delta x} = \frac{3 M_{torz}}{2 \cdot 2 b h^3 G} = \frac{2 M_{torz}}{b h^3 E} \quad G = 0,375 E$$

$$\delta = \varphi \cdot b = \frac{\Delta \varphi}{\Delta x} \cdot \frac{L}{2} b = \frac{M_{torz}}{h^3 E} L \cdot \text{od torzije}$$

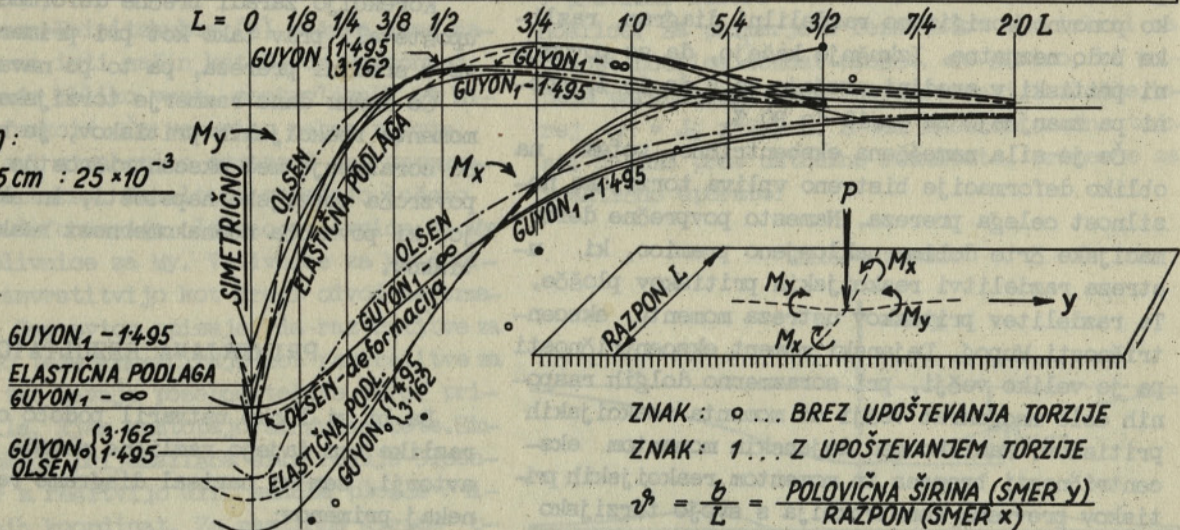
$$\delta = \frac{p L^3}{48 E h^3} \cdot \frac{12}{4 E h^3} = \frac{p L^3}{8 E h^3} = \frac{3 L^3 M_{upog}}{8 E h^3 b^2} \cdot \text{od deformacije od upogiba}$$

Upogibni momenti na neskončno široki plošči
s koncentrirano silo v sredini

$M_x \times 10^{-3}$

GUYON ₀ $\beta = 1.495$		+279	+173	+50	-10	+39						
GUYON ₀ $\beta = 3.162$		+278		+40		-11				-7		
GUYON ₁ - MASSONNET $\beta = 1.500$		+197	+133	+65	+30	+16						
GUYON ₁ - MASSONNET $\beta = \infty$		+197	+184	+159	+132	+105	+62	+35		+3		
OLSEN - MOMENT		+245	+194	+146	+112	+87	+51	+29	+15	+8	+4	+2
OLSEN ₍₁₎ - DEFORMACIJA		+204	+187	+160	+131	+105	+61	+35		+10		+2
ELASTIČNA PODLAGA (e)		+258	+242	+211	+127		+13			-11		-6
LEONHARDT Z=10 \circ 1.51			+270	+203	+96		-14					
LEONHARDT Z=2 \circ 2.25			+257		+144		+28			-18		

MERILLO:
ORDINATE : 0.5 cm : 25×10^{-3}



$M_y \times 10^{-3}$

GUYON ₀ $\beta = 1.495$		+226	-8	-42	-15	0						
GUYON ₀ $\beta = 3.162$		+218		-43		-5				+1		
GUYON ₁ $\beta = 1.495$		+159	-4	-21	-12	0						
GUYON ₁ $\beta = \infty$		+197	+81	+19	-11	-23	-25	-18		-2		
OLSEN (1)		+245	+53	+6	-13	-21	-21	-15	-9	-5	-3	-2
ELASTIČNA PODLAGA (e)		+182	+100	+41	-22		-31					-8

Račun s prečnim nosilcem na elastični podlagi:

J_0 .. vztraj.moment plošče J prečnega nosilca: $J_0 \times \frac{2}{3} L$ Podajnost podlage: $\frac{L^3}{48 E J_0} = \delta$

Zimmermannov $L_0 = \frac{4}{\sqrt{4 E J_p}} \delta = \frac{L}{2.06} \quad \xi = \frac{y}{a}$

$p_{max} = \frac{P}{2a} p(y) = p_{max} \times \sqrt{2} \times e^{-\xi} \sin(\xi + \frac{\pi}{2})$; $M_x = p(y) \times \frac{L}{4}$; $M_y_{max} = \frac{P a}{4}$; $M_y = M_y_{max} \times \sqrt{2} \times e^{-\xi} \cos(\xi + \frac{\pi}{2})$

sen od razpona plošče, kajti z večanjem razpona narašča hkrati tudi razdelilna širina (a)

3. Oba: Olsen in Guyon izkazujeta v maksimalni ostri pod bremenom popolnoma enak pozitivni M_x in M_y !

4. Motnje, ki izvirajo iz dejstva, da nekateri

rezultati niso določeni z neskončno široko ploščo, temveč le delno širino, so majhne, skoraj neznatne.

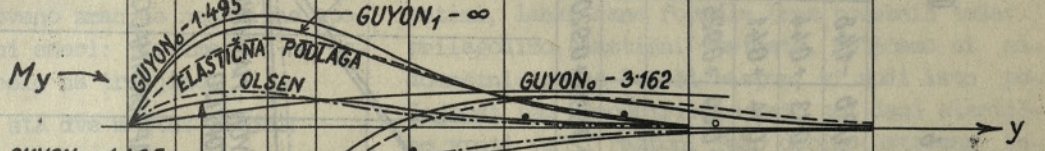
5. Ker Olsen natančno izračuna upogibne momente kot drugi odvod deformacijske linije, je z njegovo razliko med momentno črto in deformacijsko črto podana napaka Guyonove aproksimacije.

Upogibni momenti na neskončno široki plošči s koncentrirano silo na robu

$$M_x \cdot 10^{-3}$$

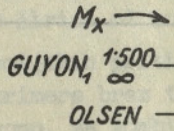
GUYON ₀ $\beta = 1.495$	1110	325	-18	-74	-39	-9	-2
GUYON ₀ $\beta = 3.162$	1110		-45		-34		+4
GUYON ₁ $\beta = 1.500$	523	256	108	+42	+16	+5	+2
GUYON ₁ $\beta = \infty$	523	422	332	257	194	107	+57
OLSEN - MOMENT	652	426	298	216	159	87	+48
OLSEN - DEFORMACIJA	542	428	332	253	192	107	58
ELASTIČNA PODLAGA (o)	1030	768	539	190		-62	
LEONHARDT Z=10		+596	+268	+64	-22	-31	
LEONHARDT Z=2		+468	+132	-11	-26		

L = 0 1/8 1/4 3/8 1/2 3/4 1.0 3/2 2.0 L



MERILO:

ORDINATE: 0,5 cm : 10⁻¹



ZNAK : o BREZ UPOŠTEVANJA TORZIJE
 ZNAK : 1 Z UPOŠTEVANJEM TORZIJE
 $\beta = \frac{b}{L} = \frac{\text{POLOVIČNA ŠIRINA (SMER Y)}}{\text{RAZPON (SMER X)}}$

$$M_y \cdot 10^{-3}$$

GUYON ₀ $\beta = 1.495$			-291	-168	-45	+5	+13	+4
GUYON ₀ $\beta = 3.162$	o			-74		-116		+80
GUYON ₁ $\beta = 1.495$	o		-77	-47	-22	-9	-4	-1
GUYON ₁ $\beta = \infty$	o	-188	-254	-256	-231	-156	-95	-8
OLSEN (1)	o		-92	-71		-29		
ELASTIČNA PODLAGA (o)	o	-143	-215	-223		-82		+10

Račun s prečnim nosilcem na elastični podlagi:

J_o .. vztraj moment plošče J prečnega nosilca $J_o \times \frac{2}{3} L$ Podajnost podlage: $\frac{L^3}{48 E J_o} = \delta$

$$\text{Zimmermannov } L_o = \sqrt{\frac{4}{4 E J_p \delta}} = \frac{L}{2.06} \quad \xi = \frac{y}{a}$$

$$p_{\max} = \frac{2 P}{a} \quad p(y) = p_{\max} \times e^{-\xi} \cos \xi \quad M_x = p(y) \times \frac{L}{4} \quad M_y = \frac{3}{2} P \times \frac{1}{2.06} \times e^{-\xi} \sin \xi$$

Guyon namreč privzema za razdelitev upogibnih momentov isti diagram, ki velja za deformacije. Konkretno znaša ta napaka v osti 20 % pre-malo za M_x v oddaljenosti pol razpona pa 20 % preveč. Ta napaka pa za prakso ni nevar-na, saj se armatura v betonskih konstrukci-jah medsebojno izpopolnjuje.

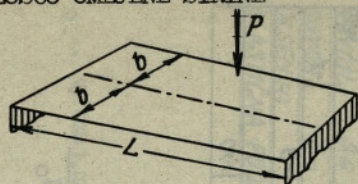
6. Vpliv torzije bistveno zmanjšuje veli-kost deformacij in upogibnih momentov M_x in to:

pri primeru A za 29 %
 pri primeru B za 53 %

RAZDELILNI FAKTORJI K ZA PLOŠČO OMEJENE ŠIRINE

$$\frac{\text{RAZPON}}{\text{ŠIRINA}} = \frac{L}{2b} = 1.00$$

OBREMNITEV V 3/4 b

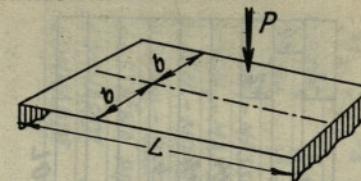


PREREZ	-b	-3/4b	-1/2b	-1/4b	± 0	+1/4b	+1/2b	+3/4b	+b
PO HOOKU	-1.25	-0.69	-0.13	+0.44	+1.00	+1.56	+2.13	+2.69	+3.25
GUYON BREZ TORZIJE	-0.96	-0.54	-0.18	+0.30	+0.80	+1.40	+2.08	+2.84	+3.60
GUYON-MASSONNET S TORZIJO	+0.454	+0.534	+0.633	+0.762	+0.928	+1.129	+1.350	+1.570	+1.741
OLSEN-REI=NITZH. M _x	+0.370				+0.780				+1.740
OLSEN-REI=NITZH. S	+0.445				+0.920				+1.76
APROKSIMACIJA	+0.100	+0.325	+0.55	+0.775	+1.000	+1.225	+1.450	+1.675	+1.90

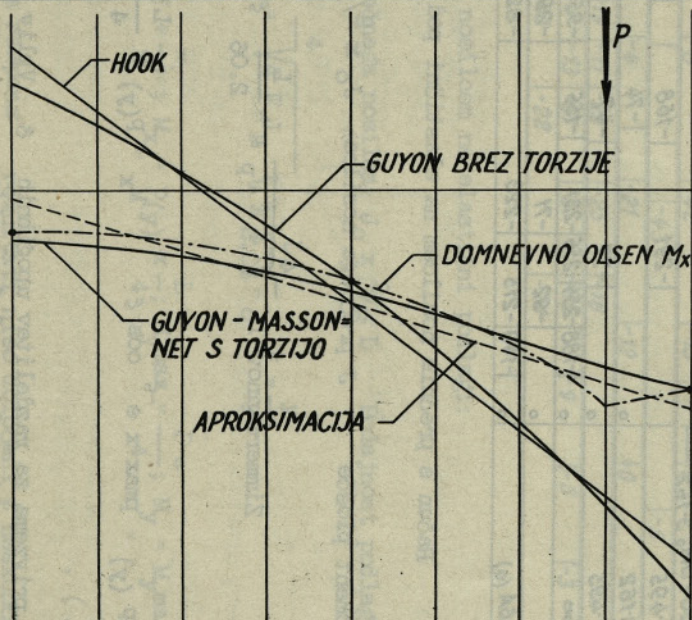
RAZDELILNI FAKTORJI K ZA PLOŠČO OMEJENE ŠIRINE

$$\frac{\text{RAZPON}}{\text{ŠIRINA}} = \frac{L}{2b} = 2.00$$

OBREMNITEV V 3/4 b



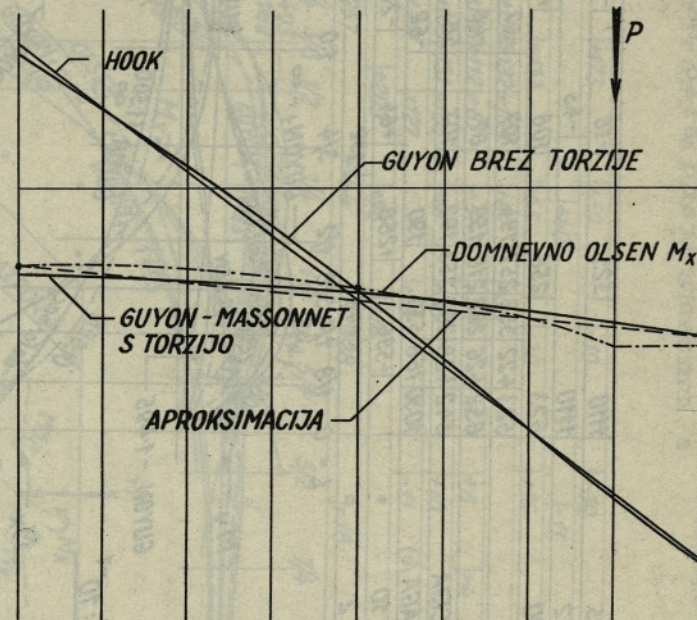
PREREZ	-b	-3/4b	-1/2b	-1/4b	± 0	+1/4b	+1/2b	+3/4b	+b
PO HOOKU	-1.25	-0.69	-0.13	+0.44	+1.00	+1.56	+2.13	+2.69	+3.25
GUYON BREZ TORZIJE	-1.19	-0.65	-0.14	+0.41	+0.96	+1.55	+2.10	+2.71	+3.25
GUYON-MASSONNET S TORZIJO	+0.74	+0.86	+0.89	+0.925	+0.960	+1.04	+1.12	+1.20	+1.30
OLSEN-REI=NITZH. M _x	+0.67				+0.895				+1.37
OLSEN-REI=NITZH. S	+0.79				+0.990				+1.24
APROKSIMACIJA	+0.678	+0.758	+0.839	+0.920	+1.000	+1.080	+1.161	+1.242	+1.322



Po Hooku . $K = 1 + \frac{-e}{j} = 1 + \frac{-3/4 b}{b/3} = 1 + 2.25 = + 3.25, - 1.25$

Aproksimacija: $e_{up} = e = \frac{1}{1 + 3/8 (L/b)^2} = e \cdot \frac{1}{1 + 3/8 \cdot 2^2} = 0.4e = 0.4 \cdot 75b = 0.3b$

$$K = 1 + \frac{-e_{up}}{j} = 1 + \frac{-0.3b}{b/3} = 1 + 0.9 = + 1.90, + 0.10$$



Po Hooku . $K = 1 + \frac{-e}{j} = 1 + \frac{-3/4 b}{b/3} = 1 + 2.25 = 3.25, - 1.25$

Aproksimacija: $e_{up} = e = \frac{1}{1 + 3/8 (L/b)^2} = e \cdot \frac{1}{1 + 3/8 \cdot 4^2} = 0.143e = 0.143 \cdot 75b = 0.1075b$

$$K = 1 + \frac{-e_{up}}{j} = 1 + \frac{-0.1075b}{b/3} = 1 + 0.322 = 1.322, 0.678$$

7. Diagram deformacij in upogibnih momentov po metodi elastične podlage se zelo dobro prilega Guyonovim diagramom, ki ne upoštevajo torzije, toda s 7 odstotkov nižjim maksimumom diagrama deformacij (in momentov M_x).

V diagramih prečnih upogibnih momentov za primere A in B sem našel nekaj neskladnosti pri velikosti negativnih momentov po Guyonu-Massonnetu. Nisem mogel ugotoviti vzrokov. Jasno je, da bistim deformacijskim linijam morali ustrezati vsaj približno isti diagrami upogibnih momentov. To pa v primeru B. ni naključje, razlika je bistvena, trikratna. Vendar pa je popolnoma jasno, da torzijska odpornost bistveno zmanjša negativne upogibne momente v prečni smeri: V primeru A na polovico, v primeru B celo na tretjino.

Nadaljnja primera sta dve mostni plošči:

- C. Plošča širine, ki je enaka razponu z obtežbo v $1/8$ širine od roba znotraj.
- D. Plošča širine, ki je enaka polovici razpona z obtežbo v $1/8$ širine od roba znotraj.

Diagrami reakcijskih pritiskov so izračunani in narisani za primere brez torzije po Hookovem zakonu in po Guyonu, za kombinacije, ki upoštevajo torzijo: po Guyonu-Massonnetu, po Olsenu za robne točke in sredino, in to za deformacijo in upogibni moment M_x , nadalje še za aproksimativni račun in upoštevajo torzijo.

PRIMERJAVA REZULTATOV

1. Zaradi zelo majhne prečne deformacije sta si razdelilni liniji po Hookovem zakonu in po Guyonovih diagramih brez torzije zelo blizu.
2. Guyonov-Massonnetov diagram razdelitve pritiskov, ki upoštevajo torzijo, se skoraj popolnoma krije z diagramom deformacij po Olsenu-Reinitzhuberja.
3. Upogibni momenti po Olsenu nekoliko odstopajo od razdelitve po deformacijski liniji. Ocenjena linija kaže na približno razliko do 20% in to tako, da je ost momentov pod bremenom za 20% večja od deformacijskega zneska, v sredini polja pa okrog 20% manjša.
4. Upoštevanje torzijskih momentov bistveno zmanjša velikosti upogibnih momentov, v konkretnih primerih za polovico in celo na dve petini zneska, izračunanega brez torzijskih odpornosti.
5. Linija naklona deformacije, izračunana po aproksimativni oceni za ekscentričnost v znesku:

$$e_{def} = \frac{1}{1 + \frac{3}{8} \frac{L^2}{b^2}} \quad \begin{array}{l} L \dots \text{razpon} \\ b \dots 1/2 \text{ širine} \end{array}$$

se tesno prilega rezultatom Guyona-Massonnetu in in Olsena. Prečne deformacije so neznatne.

Prilagodljivost danih metod je velika. Predvsem imam v mislih Guyon-Massonnetove diagrame, ki jih lahko spreminjajoč torzijsko odpornost prilagodimo na mreže različnih profilov in tudi na polne plošče, kakor na vmesne primere votlih plošč. Vse metode so preračunane na prosto ležeče plošče. Če imamo opravka z vpetimi ali elastično vpetimi, lahko dane formule brez posebnih težav prilagodimo elastični vpetosti. Poiščemo si namreč prosto ležeči razpon, ki nudi isto podajnost pod koncentrirano težo kot dani elastično vpeti večji razpon. Tako dobimo ustrezno karakteristično število Θ pri Guyonu, „z“ pri Leonhardtju. Na tej podlagi določimo razdelilne črte pritiskov, oziroma razdelilne koeficiente. S tem pa je naloga že rešena. Če uporabimo metodo nosilca na elastični podlagi, je rešitev še preprostejša, ker upoštevamo vpetost pri računu podajnostne odpornosti K . Torzije pa ta aproksimativna metoda ne upošteva.

Glede torzijske nosilnosti so mnenja različna. Na eni strani imamo trditve, da torzija povzroča izključno tangencialne napetosti, glavnih v smeri osi pa nobenih. To velja stodstotno za okrogli, cevni profil. Za kvadratni polni profil bi se tega ne upal več trditi: robovi se pri deformaciji morajo stegniti, sredina pa ostane krajša. Še manj bi pa mogli to trditi za ploščo, ki se zaradi torzijskega vpliva znatno zvije.

Tabele in diagrami Olsen-Reinitzhuberja dokazujejo obratno: Razdelilna linija deformacij ne ustreza točno razdelilni liniji upogibnih momentov. Upogibni momenti so pod sanimi prijemališči obremenitev celo za ca. 20% večji od upogibnih momentov, bolj oddaljenih od bremena. Torzijski vplivi so v konkretnem primeru torej zmanjšali tako deformacije kot upogibne momente, toda to zmanjšanje je pri deformacijah večje kot pri upogibnih momentih.

Moje mišljenje glede tega, ali naj upoštevamo ugodne vplive torzijskih momentov v konstrukcijah iz ojačenega betona, je takole: Najvzorno imamo pravico upoštevati vse redukcije, do katerih pridemo na ta način, če so izpolnjeni določeni pogoji:

- a) Torzijske napetosti ne smejo prekoračiti dopustnih napetosti.
- b) V primeru, da prekoračijo dopustne meje, je treba predvideti diagonalno torzijsko armaturo. Tudi pravokotno mrežo, ki nima smeri glav-

nih torzijskih sil, lahko priznamo kot zadostno armiranje, vendar ne smemo v polni meri izkoristiti dopustnih napetosti zaradi deformabilnosti.

c) Torzijski momenti nastopajo samo zaradi obtežbe, ki ni stalno nameščena (na mostovih).

V takih primerih, ko je plošča obremenjena stalno z istimi torzijskimi momenti, moramo po določenem času vsekakor pričakovati torzijsko popuščanje zaradi lezenja betona. Prerezi, ki so armirani po glavnih linijah napetosti bodo takoj prevzemali večje momente, torzijske obremenitve se bodo zmanjševale. V takih primerih bi pač priporočal, da bi upoštevali neki kompromis, ki naj vzame za podlago le delno torzijsko togost konstrukcije (recimo 50%). Iz priloženih primerov je jasno razvidna pot, po kateri lahko zanesljivo ocenimo srednjo mero deformacij oziroma reakcijskih pritiskov.

Vse naše teorije temeljijo na poskusih. Praksa in izkušnje so najmanj toliko važne kot sama teorija. Vse navedene teorije so danes tudi že dokazane. Članek ing. Sattlerja v Bauingenieurju in poskusi Leonhardta navajajo vrsto modelnih poskusov, katerih rezultati se skladajo z teoretskimi grafikoni. Tudi pri nas smo že napravili dva poskusa z mostovi v naravni velikosti: oba ploščasta mosta, v Kaplji v Savinjski dolini in v Domžalah, so poskusno obtežili z obremenitvami na robu hodnika. Pri tej obtežbi so opazovali deformacijo po celi širini. Meritve so nam dale pomembne dokaze za veliko torzijsko nosilnost takih objektov.

Glede literature in glede metode, ki naj ju projektant uporablja, mu pustimo svobodo. Če ne bo imel na razpolago literature, kot je bilo n. pr. z menoj l. 1947 pri statičnem preračunavanju H.E. Vuzenice, si bo pač pomagal z navedenimi metodami nosilca na elastični podlagi pri čemer bo eventualno upošteval torzijo. Če bo projektant imel pri roki literaturo, jo bo pač uporabil. Vsekakor pa je prav, da se zanima, s kakšnimi predpostavkami dela, kakšne so možne napake pri uporabi ene ali druge metode. Mislim, da je veliko bolj sodobna približna rešitev z deformacijskimi metodami, kot pa precizen račun po predpisu, ki je lahko zelo daleč od realnosti, še manj pa racionalen.

DOKAZI V OBTEŽILNIH PREISKUŠNJAH, PRAKTIČNI PRIMERI

1. Prej napeti most v Polhovem Gradcu: ploščasti most razpona 20,0 m, širine 6,0 m. Ekscentričnost obremenitve: 1,36 m

Po formuli:
$$\frac{M_{torz}}{M_{upog}} = \frac{3 \cdot L^2}{8 \cdot b^2} = \frac{3 \cdot 20^2}{8 \cdot 3^2} = 16,7$$

Ekscentričnosti: za upogib: $1,36 \frac{1}{1+16,7} = 7,7 \text{ cm}$

$$\frac{e}{j} = \frac{7,7}{100} = 0,077$$

Meritve: na eni strani: na drugi strani:

prvič:	1,60 mm	1,30 mm	
drugič:	1,55 mm	1,30 mm	$1 + \frac{e}{j} = \frac{1,57}{1,435} = 1,095$
povprečje	1,57 mm	1,30 mm	

$$\frac{e}{j} = 0,095$$

V konkretnem primeru je bila torzija nekaj manjša, ker je plošča deloma votla.

2. Most čez Bolsko v Kaplji: Ploščasti most iz ojačenega betona, kontinuirni čez tri polja: 8,0 + 10,0 + 8,0 m. Ker je srednji del elastično vpet v sosedna polja, se nam merodajna podajnost zmanjša na 46% podajnosti prosto položene plošče, kar nam da nadomestni razpon 7,70 m. Širina mostu 9,10 m. Ekscentričnost obremenitve: 3,20 m.

Po formuli:
$$\frac{M_{torz}}{M_{upog}} = \frac{3 \cdot L^2}{8 \cdot b^2} k = \frac{3 \cdot 7,7^2 \cdot 0,77}{8 \cdot 4,55^2} = 1,07$$

Ekscentričnost za upogib: $3,20 \times \frac{1}{1+1,07} = 1,55 \text{ m}$

$$\frac{e}{j} = \frac{1,55}{1,52} = 1,02$$

Meritve: na eni strani: na drugi:

prvič:	0,59	0,04	
drugič:	0,55	-0,02	$1 + \frac{e}{j} = \frac{0,57}{0,29} = 1,97; \frac{e}{j} = 0,97$
povprečje	0,57	+0,01	

Torzijski vpliv je dejansko malenkostno večji, kot kaže račun.

LITERATURA

1. Dr. ing. F. Leonhardt: Die vereinfachte Berechnung zweiseitig gelagerter Trägerroste. Berlin 1939 - Ernst & Sohn.
2. Dr. ing. F. Leonhardt: Anleitung für die vereinfachte Trägerrost-berechnung. Berlin 1940 - Ernst & Sohn.
3. M. Guyon: Calcul des ponts larges à poutres multiples solidarisiertes par des entretoises. - Annales des ponts et chaussées. 1946.

4. M.Y. Guyon: Calcul des ponts-dalles. Annales des ponts et chaussées 1949.
5. Ch. Massonnet: Méthode de calcul des ponts à poutres multiples tenant compte de leur résistance à la torsion. Mémoires AIPC - 1950.
6. H. Olsen-F.Reinitzhuber: Die zweiseitig gela-

gerte Platte. Berlin 1950 - Ernst & Sohn.

7. K. Sattler: Betrachtungen zum Berechnungsverfahren von Guyon-Massonnet für freiaufliegende Trägerroste und Erweiterung dieses Verfahrens auf beliebige Systeme. Der Bauingenieur 1955 (H. 3).

Ing. Jože Brus

DK 551.482.212.3 (282.243.743)

KOLIČINE SUSPENDIRANEGA MATERIALA, PLAGVAJOČEGA V SAVI MIMO RADEČ V LETU 1954

Suspendirani material imenujemo tisti del trdnih snovi, ki se premika v tekoči vodni masi, nihajoč med dnem korita in vodno površino. Ko so dani pogoji, da se ta plavajoča trdna masa seseda in začne premikati po dnu vodnega korita, govorimo o produ, ki ga tvori delno prej omenjeni suspendirani material, delno pa material, ki se zaradi hidravličnih pogojev v obravnavanem profilu premika dosledno po dnu korita. To poročilo obravnava, kot je razvidno iz naslova, samo določitev količin suspendiranega materiala v Savi, dočim bomo določitev količin produ premikajočega se po dnu korita obdelali posebej. Da bomo naše poročilo še izpopolnili, bo treba opraviti še kemično in petrografsko analizo ter določiti granulacijo suspendiranega materiala; to pa bo izdelano in objavljeno v posebnem poročilu.

Vzroke za suspendirano stanje trdnih delčkov v vodi tolmačimo na različne načine. Poglavitni pogoj za tako stanje je vsekakor izenačenje hidravličnega vzgona s težo trdnih delčkov, na katere ta vzgon deluje. Sila hidravličnega vzgona pa razjasni samo velikost vzgona premikajočega se materiala v vodi; ne daje pa nobenega pojasnila glede suspenzije same. V novejšem času nam skuša tolmačiti obstoj suspenzije v vodi turbulentna mešalna teorija s trditvijo, da prinašajo vrtinci, ki se dvigajo iz con velikih koncentracij (ob dnu), več materiala, kot ga pada navzdol iz vodne površine, kjer je koncentracija suspendiranega materiala majhna. Dimenzije, gostota in oblika delcev, ki tvorijo suspendirani material, prav tako pa tudi temperaturne razlike v posameznih plasteh toka močno vplivajo na razporeditev zrnavosti, kakor tudi koncentracije suspendiranega materiala po opazovanem vodotoku. Standardne oblike koncentracijskih krivulj v posameznih merskih vertikalah le redko srečavamo; prav tako le redko naletimo na pričakovani potek črt enakih koncentracij v prečnem profilu toka. Dotok raznih

termalnih vod z višjimi temperaturami, pritok odpadnega materiala premočgovnikov z različnimi stopnjami čiščenja premoča, nezadržano spuščanje pepela iz termoelektren in druge industrije, neurejene struge hudournikov, ki se iztekajo v Savo z močnim erozijskim vplivom na pretakajoče ozemlje, kakor tudi sam hudourniški značaj Save v opazovalni postaji - vse to nam nudi vsaj primernih pretokih podatke, ki jih za zdaj še ne moremo zajeti v matematičnih izrazih, kot je to storil Dr. Techn. I. Bogardi za opazovanja na veliki madžarski ravnici in vodotokih v njih nižinskem toku. Mislím, da bi podatki o suspendiranem materialu naše Save v njenem teku po slavonski nižini lahko potrdili gornji sklep vsaj kar se tiče porazdelitve koncentracij suspendiranega materiala v profilu, tako v njegovi globini kot širini. Dosedanje meritve na slovenskem delu Save so pokazale, da nam lahko le pogoste in dobro opravljene meritve suspendiranega materiala prikazujejo obseg premika suspendiranega materiala po tej reki. Sklepanje glede količine iz opazovanj na drugih vodotokih ne da zadovoljivih rezultatov zato so vsi podatki tega poročila rezultati direktnih merjenj in bomo njih vrednosti preverili z meritvami v letu 1955. Iz dolgotrajnejših meritev v istih profilih bomo poskušali izvesti primerjave z obstoječimi ugotovitvami v svetu, oziroma postaviti nove sklepe glede zakonitosti premika suspendiranega materiala tudi v naših rekah, upoštevajoč vse zgoraj imenovane vplive.

ODVZEMANJE VZORCEV V VODOMERSKEM PROFILU V RADEČAH

Za mesto dnevnega odvzema vzorcev smo izbrali 6. vertikalno cestnega mostu čez Savo v Radečah, šteto od levega rečnega brega, na nizvodni strani mostu, za to stran mostu smo se odločili za-

radi tega, ker je v tej legi tudi vodomerski profil Save z limnigrafom v desnem krajišču profila, in pa zaradi lažjega ravnanja z zajemalno posodo ki jo spuščamo z mostu v vodo. Za redno zajemanje vzorcev uporabljamo v tem profilu 1 l steklenico za mleko, ki jo pred spuščanjem v globino obdamo s pleteno žično mrežo, ki ima na dnu utež. Mrežo s steklenico spusti opazovalec v vodo na vrvi in jo po tem, ko zajame vzorec tik pod vodno gladino, dvigne na most. Steklenico zapre z zamaškom, jo odnese v shrambo, kjer jo pozneje skupaj z drugimi steklenicami analizirajo in določijo količino suspendiranega materiala v enoti vodne mase, pretakajoč se skozi prerez profila, v katerem smo vzeli poskusni vzorec. Za zajemalno količino 1 l smo se odločili zato, ker sodimo, da je primerno za koncentracijo suspendiranega materiala, ugotovljenega v tem odseku Save. Za večje koncentracije uporabljamo zajemalne posode manjše vsebine kot v našem primeru (0.5 - 0.57).

Zajemalnega mesta v tej mostni vertikali nismo spremenili ves čas opazovanj, spremenili smo le čas rednih dnevnih odvzemov vzorcev. Do 2. aprila smo zajemali vzorce ob 8^h, od tega dne dalje pa ob 13^h. Za to smo se odločili potem, ko smo ocenili čas, ki je potreben, da pride suspendirani material iz svojih glavnih nenaravnih virov do opazovalnega mesta v Radečah. Gre tu predvsem za odvzeme pri nizki in srednji vodi, dočim smo pri izrednih vodostajih tudi povečali število odvzetih vzorcev. V tem drugem primeru prevladuje suspendirani material iz naravnih virov; razlika v pretokih suspendiranega materiala med obratovanjem in neobratovanjem dobaviteljev nenaravnega suspendiranega materiala je tedaj manj pomembna. Ko določamo čas za odvzeme, moramo predvsem paziti na pravočasni pričetek opazovanj, saj je iz vseh izrednih opazovanj razvidno, da koncentracije hitreje rastejo kot pretoki - maksimalna koncentracija nastopa časovno dosledno pred maksimalnim pretokom oziroma maksimalnim vodostajem. Vzrok temu je nedvomno nenadni povečani padeč gladine in s tem povečani vodni sunek, ki dvigne iz tal začasno deponirani suspendirani material naravnega in nenaravnega izvora, za katerega dvig prejšnji padeč gladine ni bil zadosten. Jasno je, da močnejše vplivajo na povečanje koncentracij v pričetku naraščanja tudi stranske porušitve hribskega materiala in delovanje erozije na bližnje komplekse, kot pa dotok suspendiranega materiala iz celotnega padavinskega področja v maksimalnem pretoku vode skozi dani profil.

Za zajemanje vzorcev v celotnem profilu (polne meritve) t.j. za določitev srednje profilne koncentracije uporabljamo batometer vsebine ca. 1 l. Uporabljeni batometer je italijanske izdelave in običajne oblike, kot so v načelu vsi batomet-

ri, znani iz raznih strokovnih publikacij. Na vertikalnem drogu pritrjena posoda s horizontalnim valjem ima na obeh straneh dve zaklopki, ki sta v normalni legi zaprti z jeklenimi peresi. Ko pripravimo batometer za odvzem vzorca, napnemo peresi, dvignemo obe zaklopki, tako da voda nemoteno teče skozi valjasto posodo. Ko smo dosegli z batometrom globino, kjer želimo vzeti vzorec, sprostimo oviro, ki je zadrževala peresi, in zaklopki se pokrijeta ter zajameta vsebino vode s suspendiranim materialom. Vsebino batometra nato prelijemo v steklenico, ki jo oddamo v analizo. Ta zelo pogosto uporabljeni batometer ima to slabo lastnost, da zajema trenutno pretekajoči vzorec suspendiranega materiala, kar daje lahko pri kalkulaciji srednjih profilnih koncentracij popolnoma napačno podobo. Boljši način zajemanja je integracijski, za katerega uporabljamo tako imenovani integrator, ki ga po svetu že zelo uporabljajo.

Princip integratorja je takle: Voda doteka v steklenico, ki je zaprta v integratorju. Za vtok služijo ustniki, ki se lahko menjajo in regulirajo hitrost vtoka v steklenico, tako da je ta enaka hitrosti, s katero se giblje voda v strugi na mestu, kjer je potopljen integrator. Ko potopimo integrator do zaželene globine, je zaprt dotok skozi ustnik v steklenico za vzorec. Nato izravnamo pritisk v steklenici s pritiskom, ki je okoli integratorja. Odpremo ustnik, voda vteka v steklenico, iz nje skozi oddušnik pa zrak. Ko je steklenica napolnjena, se avtomatično zapre vtok v steklenico. Ko integrator dvignemo, odpremo glavo in zamenjamo steklenico z drugo, za novi odvzem vzorca. Vzorec je s tem pripravljen za analizo. Popis, kako zajemamo vzorec z batometrom in integratorjem, nam kaže še drugo prednost slednjega namreč, da nam odpade pri tem prelivanju vzorca s suspendiranim materialom iz zajemalne posode v posodo, ki gre v analizo. Tako prelivanje iz batometra v steklenico zahteva še poseben lijak, kar povzroča, da nekaj suspendiranega materiala obleži na stenah batometra in lijaka, kar ima za posledico napačno določeno koncentracijo. To še zlasti opažamo pri zajemanju vzorcev s suspendiranim materialom večje specifične teže. Pri analiziranju vzorcev iz batometra je vidna razlika med prvo in drugo polovico vzorca, če razdelimo vsebino, zajeto z batometrom v dva dela.

Za zajemanje z batometrom potrebujemo tako kot za hidrometrične meritve brzin čoln, ki se premika ob napeti vrvi preko reke in to v merskem profilu. Mesta odvzema vzorcev razdelimo po širini in globini profila tako, da dobimo sliko o porazdelitvi koncentracij v profilu. V našem merskem profilu na Savi v Radečah merimo stalno v 5

vertikalah, ki se krijejo z mostnimi vertikalami V_3, V_6, V_9, V_{12} in V_{16} . V vsaki vertikali vzamemo po 3-5 vzorcev v raznih globinah, običajno na mestih merjenih hitrosti v profilu. Ker je mostna vertikala V_6 tudi mesto, kjer vsak dan redno in izredno jemljemo vzorce suspendiranega materiala, zajamemo pri vsakih polnih meritvah tudi vzorec na mestu, kjer ga dnevno zajemamo. Relacija med koncentracijo v V_6 , ki jo označujemo s c_0 , in srednjo koncentracijo v profilu c_m nam daje neko vrednost, ki ni konstantna za isti vodostaj, vendar pa upoštevamo, da se pri naravnem povečanju pretoka Q poveča tudi srednja koncentracija in v odvisnosti od tega tudi koncentracija v točki dnevnega odvzema vzorca. S tem priznavamo tudi neko odvisnost med vodostajem in razmerjem $\frac{c_m}{c_0}$, ki pa smo jo v našem primeru mo-

rali rešiti na drugih osnovah glede na velik del odpadnih vod, zlasti pri nizkih in srednjih vodah.

DOLOČANJE KOLIČINE SUSPENDIRANEGA MATERIALA

(DOLOČITEV KONCENTRACIJE) V SAVI

Zaradi velikega števila vzorcev (844) smo za določitev količine suspendiranega materiala v količinski enoti vode uporabljali razmeroma hitro in namenu dovolj ustrezno metodo, t.j. metodo filtriranja skozi filterni papir. Po preizkušnjah filternega papirja določene kakovosti smo ugotovili, da pri analiziranju vsebine 1 litra pri razmeroma veliki koncentraciji suspendiranega materiala (do 500 g/m³) zadošča, če sušimo filter 1 1/2 ure v termostatu pri 100° C. Sprememba filterne teže pri nadaljnjem sušenju ni znatna in ne vpliva na rezultirajočo težo suspendiranega materiala, niti pri vzorcih z majhnimi koncentracijami. Opaznejše so razlike, če sušimo manj kot 1 1/2 ure, kar posebno vpliva na vzorce malih koncentracij. Kot najprimernejši način dela pri filtriranju glede na obseg termostata in eksikatorja smo izbrali hkrati filtriranje 15 vzorcev in temu primerno tudi priredili delo v laboratoriju. Jasno je, da bi se pri obsežnejših analizah lahko lotili tudi neprekinjenega analiziranja, za kar pa bi potrebovali še drug termostat, da bi onemogočili prenos vlage iz mokrih filtrov na že delno suhe filtre.

Ker je bilo treba steklenice za zajemanje novih vzorcev čimprej izprazniti, smo prav pri analiziranju vzorcev iz Radeč morali razdeliti delo na filtriranje, ki smo ga opravljali na terenu, in tehtanje, ki smo ga opravljali v laboratoriju v Ljubljani. Pri analiziranju vzorcev

iz drugih opazovališč ne delamo tako; tam izvedemo celotno analizo v Ljubljani, kamor pripeljemo vzorce v zajemalnih oziroma transportnih posodah. Popolnoma opremljeni terenski postaji s kompletnim laboratorijem, ki bi bila zmogla opraviti celotno analizo zajetih vzorcev, bi seveda dali prednost pred našim načinom dela, toda oprema terenskih laboratorijev je predraga glede na to, da naloge, ki jih imajo te postaje, niso trajne.

Način dela pri določanju koncentracije je naslednji: Laboratorij v Ljubljani osuši 70 filtrov, jim odtegne vlago in jih stehta. Nato vloži te filtre, ki imajo na robu s svinčnikom vpisano številko, v kartonasto škatlo s 70 prekati. Te številke „vpišejo tudi na poseben seznam“ analiza vzorcev kalnosti, ki ga položijo v škatlo. V ta seznam vpišejo v laboratoriju poleg številke filtra še težo prazne epruvete in težo epruvete s posušenim filtrom, kateremu smo odtegnili tudi vlago v eksikatorju. Kot sem že prej omenil, sušimo filter v termostatu 1 1/2 ure in ravno toliko časa smo pustili filter v eksikatorju, iz katerega smo ga nato dali v epruveto z že določeno težo, epruveto zaprli in jo ponovno stehali. Če odbijemo težo epruvete, dobimo težo praznega filtra.

Opremljeno škatlo s pripravljenimi 70 filtri dostavimo opazovalcu, ki opravi delno analizo vzorcev, ki jih je zajemal v določeni dobi kot dnevne oziroma izredne vzorce na stalnem mestu v vertikali V_6 . Od časa do časa opazovalec filtrira zbrane vzorce skozi filtre, ki jih je prejel v škatli. V podatkih o določenem filtru navede podatke o zajetem vzorcu, ki ga filtrira skozi ta filter. To so podatki o legi in času zajetelega vzorca ter o njegovi natančni vsebini, ki jo določimo, če prelijemo vzorec v menzuro prav pred filtriranjem. Po izvedeni filtraciji opazovalec grobo osuši filtre s sedimentom in jih zloži v kartonasto škatlo. Po opravljeni filtraciji 70 filtrov pošlje škatlo s priloženim popisom v laboratorij v Ljubljano. V laboratoriju dokončamo analizo. Filtre najprej sušimo 1 1/2 ure v termostatu in jim odvezamo vlago v eksikatorju, ko smo jih tja vložili za 1 1/2 ure. Iz eksikatorja pridejo filtri v epruvete, ki smo jim prej določili težo, in nato jih skupaj z epruvetami stehamo. Ko odštejemo težo epruvete, dobimo težo filtra s suspendiranim materialom. Ko sedaj odštejemo od tega težo samega filtra, nam je znana neto teža suspendiranega materiala. Ta neto teža, reducirana s količino analizirane vode, nam da težo suspendiranega materiala v 1 litru vode, pomnožena s 1000 pa koncentracijo vode v gramih na 1 m³.

Pri analiziranju vzorcev polnih meritev opra-

vimo celotno analizo v laboratoriju v Ljubljani. Postopek pri delu v laboratoriju je v načelu isti, vendar šodimo, da je ta način dela boljši od zgoraj opisanega. Zgoraj opisani način deljenega analiziranja na terenu in v laboratoriju ima mnoge pomanjkljivosti v primeri z analizo, opravljeno v laboratoriju. Velika pomanjkljivost takega dela je znaten časovni presledek med tehtanjem filtra, samim filtriranjem in ponovnim tehtanjem filtra skupaj s suspendiranim materialom. Prenašanje in zadrževanje filtrov na mestih z različno stopnjo nasičenosti z vlago povzroča spreminjanje volumna filternega papirja in s tem trganje ter odpadanje papirnih vlaken. Izguba teže filtra daje nepravilne vrednosti za težo suspendiranega materiala, kar opazimo predvsem pri čistih vodah. V primeru Radeč s srednjo profilno koncentracijo 161.8 g/m³, vpliv spremembe teže filtra, ki znaša 3-5 μg (pri ca. 29 težkem filtru) ne učinkuje bistveno na težo suspendiranega materiala. Pri analiziranju vzorcev v laboratoriju ne opažamo takih doslednih izgub v teži filtra. Ker pa potrebujemo pri tem načinu dela veliko število steklenic in ker je pomen, ki ga ima izguba v teži filtra pri obstoječi koncentraciji Save v Radečah razmeroma majhen, smo bili vendar prisiljeni uporabiti v Radečah ta način analiziranja.

Z analizo vzorcev kalnosti smo določili vsebino suspendiranega materiala v m³ vode. Če zajamemo vzorce v eni točki profila, poznamo koncentracijo v tej točki. Če zajamemo vzorce po cellem profilu in sicer v čim krajšem časovnem razdobju, dobimo podatek o razdelitvi koncentracij po cellem profilu enako, pa tudi srednjo profilno koncentracijo.

Iz srednje profilne koncentracije in pretoka dobimo pretok suspendiranega materiala:

$$S = Q \cdot c_m$$

Če bi hoteli določiti srednji dnevni pretok suspendiranega materiala, bi morali ugotoviti profilne pretoke suspendiranega materiala za vse dnevne intervale, ker so spremembe koncentracij med dnevom celo pri enakih vodostajih velike. Ker so že enkratna dnevna merjenja v cellem profilu neizvedljiva, smo iskali zvezo med srednjo profilno koncentracijo in koncentracijo v točki dnevnega odvzema vzorcev, to je v vertikali V₆. Pri meritvah na Savi v Radečah smo ugotovili, da se pri naraščanju vode koeficient c_m/c₀ približuje 1.0 in da je njegova srednja vrednost 1.1. Pri upadanju vode se dvigne vrednost koeficienta $\frac{c_m}{c_0}$ na 1.40. Očitno je, da povečani padec

gladine pri naraščanju povzroča dvig sesedlega suspendiranega materiala proti gladini, pri če-

mer je koncentracija po celi globini skoraj ista. Pri upadanju vode povzročajo zmanjšani padec gladine hitrejše sesedanje suspendiranega materiala in večanje koncentracije proti dnu, tako da je mesto srednje koncentracije bližje dnu kot tedaj, ko voda narašča. Zgoraj označena koeficienta predstavljata stanje kalnosti, ko so glavni viri suspendiranega materiala posledica erozije (v nadaljnjem označujemo ta material kot material iz naravnih virov.). Drugi odnosi med c_m in c₀ nastopijo pri nizkih in srednjih vodah pri časovno razmaknjenih spremembah vodostajev. Pri tem stanju izhaja suspendirani material izključno iz odpadnega materiala industrije in rudnikov. (V popisu označujemo ta material kot material iz nenaravnih virov.) Iz večjega števila meritev pri nizkem in srednjem vodostaju smo ugotovili koeficient $\frac{c_m}{c_0} = 1.70$ in sicer za čas, ko separacije ne obratujejo.

$$S_0 = c_0 Q_m \quad S_m = c_m Q_m$$

$$\frac{c_m}{c_0} = 1.70 \quad S_m = 1.70 \cdot c_0 \cdot Q_m$$

V gornjih izrazih pomeni:

c₀ = koncentracijo v V₆ v dobi, ko suspendirani material iz separacij še ni dosegel merskega profila.

c_m = srednja profilna koncentracija v času zajetja vzorca.

Q_m = srednji dnevni pretok vode.

S₀ = pretok suspendiranega materiala v V₆.

S_m = srednji pretok suspendiranega materiala v merskem profilu.

Iz primerjave pretokov suspendiranega materiala v času, ko suspendirani material iz separacij še ni dosegel merskega profila, in pa pretokov suspendiranega materiala, ki je zajel tudi odpadni material iz separacij premogovnikov, smo dobili razmerje $\frac{1}{1.33}$. Za izračun pretoka suspendiranega materiala, ki vsebuje tudi odpadni material iz separacij, dobimo sedaj izraz:

$$S_m = 1.33 \cdot 1.70 \cdot c_0 Q_m$$

Da bi dobili o pretoku suspendiranega materiala najverjetnejšo podobo, smo izvedli račun tudi v obratni smeri, t. j. iz določene koncentracije c₀ v V₆ in v dobi, ko je separacijska odpadna voda že dosegla merski profil, smo ugotovili vrednost

$$S_m = c_m Q_m = 1.10 \cdot c_0 Q_m$$

ki predstavlja srednji pretok suspendiranega materiala v času ko pretaka merski profil v Rade-

čah ves suspendirani material, ki ga lahko pričakujemo iz nenaravnih virov. Analogno kot prej dobimo za srednji dnevni pretok suspendiranega materiala in čas, ko separacijski odpadki še niso dosegli merskega profila

$$S_m = \frac{1}{1.33} \cdot 1.10 \cdot c_o \cdot Q_m$$

pri čemer pa c_o sedaj predstavlja merjeno koncentracijo vzorca v V_o v trenutku, ko skozi profil teče tudi suspendirani odpadni material iz separacij.

Iz tako določenih srednjih dnevnih pretokov suspendiranega materiala smo določili povprečni dnevni pretok suspendiranega materiala, upoštevajoč čas obratovanja separacij. Pri 13 urnem obratovanju separacije in znani koncentraciji c_o v V_o merskega profila, določeni iz zajetega vzorca ob 8^h zjutraj (ko suspendirani material iz separacije še ni došel do merskega profila),

$$S_m = 2.07 S_o = 2.07 \cdot c_o \cdot Q_m$$

kar nam da povprečni dnevni pretok suspendiranega materiala pri srednjem vodostaju in 13 urnem obratovanju separacije v primerih ko zajemamo vzorce ob 13^h (od 2. aprila dalje), dobimo analogno gornjemu povprečni dnevni pretok suspendiranega materiala pri 13 urnem obratovanju separacije

$$S_m = 1.01 S_o = 1.01 \cdot c_o \cdot Q_m$$

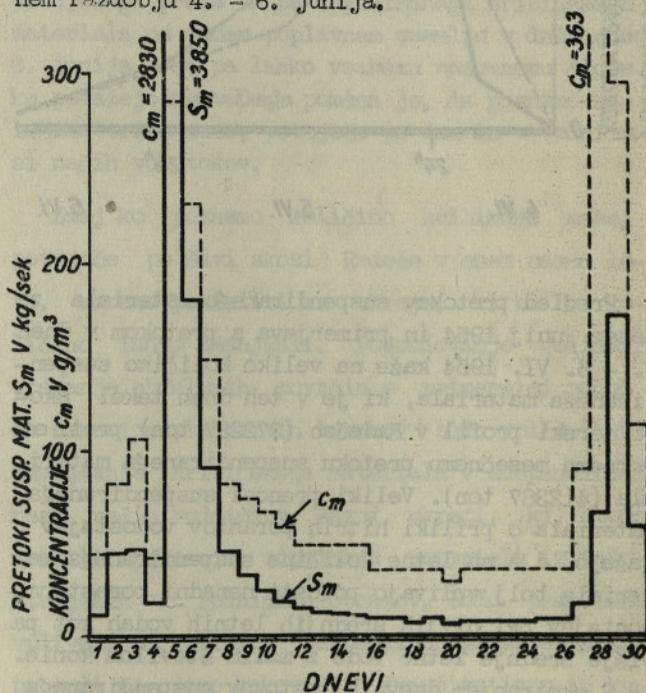
Upoštevajoč prejšnje ugotovitve, da je pri naglem naraščanju $\frac{c_m}{c_o} = 1.10$ in pri naglem upadanju

$\frac{c_m}{c_o} = 1.40$, smo določili povprečne dnevne pretoke suspendiranega materiala skozi merski profil v Radečah za celo leto 1954.

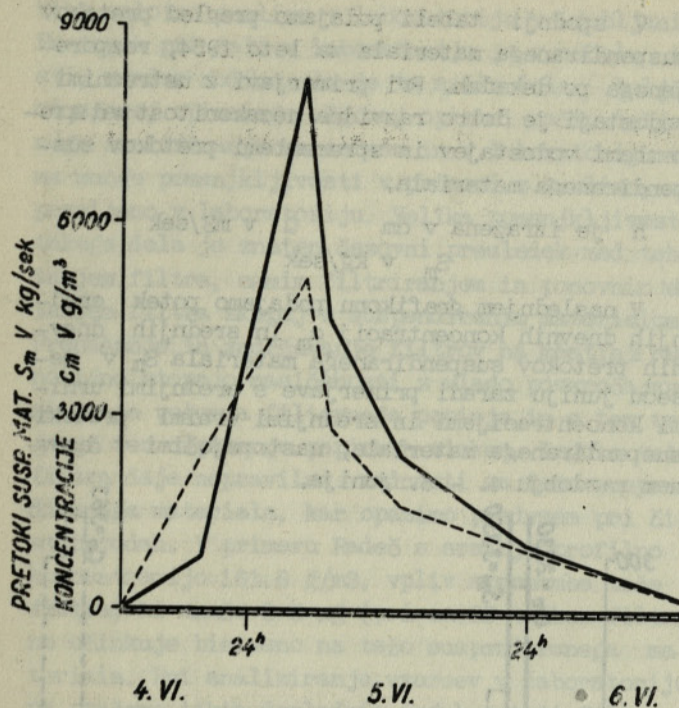
V spodnji tabeli podajamo pregled pretokov suspendiranega materiala za leto 1954, razporejenega po dekadah. Pri primerjavi z ustreznimi vodostaji je dobro razvidna nezakolitost med spremembami vodostajev in spremembami pretokov suspendiranega materiala.

h je izražena v cm Q v m³/sek
 S_m v kg/sek

V naslednjem grafikonu podajamo potek srednjih dnevnih koncentracij c_m in srednjih dnevnih pretokov suspendiranega materiala S_m v mesecu juniju zaradi primerjave s srednjimi urnimi koncentracijami in srednjimi urnimi pretoki suspendiranega materiala, nastopajočimi v časovnem razdobju 4. - 6. junija.



	I. dekada			II. dekada			III. dekada		
	h	Q	S _m	h	Q	S _m	h	Q	S _m
Januar	2	70.0	10.0	9	81.6	13.0	10	83.8	14.5
Februar	- 9	57.0	8.0	0	37.3	12.3	12	98.7	24.9
Marec	138	459.4	98.1	66	221.6	25.5	84	278.1	41.8
April	68	223.3	10.8	34	135.3	3.2	34	140.2	18.0
Maj	184	612.3	171.0	121	396.6	33.4	77	254.4	8.9
Junij	167	560.3	429.9	80	234.5	12.6	71	240.8	30.0
Julij	94	309.9	29.1	81	237.8	25.5	74	249.2	24.7
Avgust	32	128.9	6.1	38	145.3	15.9	23	108.9	11.5
September	13	89.2	6.3	10	81.6	3.4	61	225.8	54.5
Oktober	77	260.5	44.6	42	155.9	7.3	40	162.2	30.2
November	44	162.8	7.6	128	444.5	187.6	57	196.3	9.8
December	46	165.4	6.3	153	517.8	153.5	75	250.5	12.7



Pregled pretokov suspendiranega materiala za mesec junij 1954 in primerjava s pretokom v dneh 4. - 6. VI. 1954 kaže na veliko količino suspendiranega materiala, ki je v teh dneh tekel skozi merski profil v Radečah (372287 ton) proti celotnemu mesečnemu pretoku suspendiranega materiala (412387 ton). Veliki prenos suspendiranega materiala o priliki hitrih porastov vodostajev kažejo, da na letne količine suspendiranega materiala bolj vplivajo pogosti nenadni porasti vodostajev pri nižjih srednjih letnih vodah kot pa višje srednje letne vode z malim številom konic.

S sumiranjem dnevnih pretokov suspendiranega materiala smo ugotovili njegov letni pretok, ki je znašal v letu 1954

1,394.886 ton.

Na podlagi precejšnjega števila izrednih vodostajev, ki so nastopili v letu 1954, lahko trdimo, da moramo imeti ta letni transport za nadpovprečen, povprečno leto bi ocenil v Radečah na 1,000,000 do 1,200,000 ton suspendiranega materiala, pri čemer pa bi bil spremenljiv prispevek iz nenaravnih virov (industrije in rudnikov), ki je odvisen od eksploatacijskih postopkov in kapacitete naprav.

Nadaljnji značilni podatki o premiku suspendiranega materiala skozi merski profil v Radečah za leto 1954 so:

Srednji letni pretok susp.mat.	$S_S = 44.23 \text{ kg/S}$
Najmanjši pretok 9.XI. ob 13 ⁰⁰	$S_N = 0.20 \text{ ''}$
Največji pretok 5.VI. ob 5 ⁰⁰	$S_V = 8236.0 \text{ ''}$
Srednji mali pretok	$S_{sn} = 4.17 \text{ ''}$
Srednje veliki pretok	$S_{sv} = 1072.9 \text{ ''}$
Trimesečni pretok	$S_3 = 24.0 \text{ ''}$

Šestmesečni pretok	$S_6 = 11.5 \text{ kg/S}$
Devetmesečni pretok	$S_9 = 7.0 \text{ ''}$
Srednja letna koncentracija v točki V_3	$S^{C_0} = 131.8 \text{ g/m}^3$
Najmanjša koncentracija leta v točki V_3	$N^{C_0} = 0.9 \text{ ''}$
Največja koncentracija leta v točki V_3	$V^{C_0} = 5008.0 \text{ ''}$
Povprečna letna koncentracija merskega profila	$C_m = 195.8 \text{ ''}$

$$\frac{C_m}{S^{C_0}} = 1.209$$

Vrednost tega koeficijenta kaže, da je manjši kot se na splošno navaja v literaturi, t.j. 1.30 četudi pri tem izbirajo točko dnevnih zajemov v matici struge, kjer je praviloma površinska koncentracija največja. Seveda je naša vrednost rezultat stanja v letu 1954, pričakujemo pa v normalnem letu kvečjemu zmanjšanje tega koeficijenta.

Da bi določili prispevke posameznih industrijskih in rudniških obratov, smo merili v l. 1954 kalnost Medije v Zagorju in Savinje nad Zidanim mostom ter spomladi 1955 izvedli še simultane meritve na vseh pretokih iz trboveljskih obratov.

MEDIJA V VODOMERSKEM PROFILU ZAGORJE

Srednja profilna koncentracija pri srednjih vodostajih znaša v času obratovanja separacije $c_m = 1620 \text{ g/m}^3$, dočim pade v času, ko separacija ne obratuje na $c_m = 800 \text{ g/m}^3$. Razmeroma močna koncentracija pri obratovanju separacije povzroča nasičenost vode s suspendiranim materialom in s tem njegovo sedimentacijo, ki ga pa razmeroma čista voda tedaj, ko separacija ne deluje, zopet dvigne in transportira v obliki suspenzije. Pretok suspendiranega materiala znaša pri srednjem pretoku vode $S = 2.38 \text{ kg/S}$; to količino smo tudi upoštevali za ugotovitev letnega pretoka suspendiranega materiala. Ker meritve pri visokih vodostajih v tem profilu nismo opravljali, nimamo količine suspendiranega materiala, izhajajočega iz naravnih virov, kar pa tudi na tem mestu ni bil naš namen. Celotna količina tega materiala pa je izkazana v celotnem transportu suspendiranega materiala skozi merski profil v Radečah.

Trboveljski obrati

Na podlagi meritev iztokov iz posameznih o-

bratov smo ugotovili, da je bila ob dnevu merjenja koncentracija vode, tekoče iz jame $c_m = 428$ g/m³, iz separacije $c_m = 15466$ g/m³ iz termoelektrarne 1437 g/m³. Tako smo dobili naslednje pretoke suspendiranega materiala:

iz jame	S = 0.086 kg/S
iz separacije	S = 5.022 "
iz termoelektrarne	S = 2.10 "

dočim daje pepel iz cementarne pretok S=0.53kg/S.

Ostala industrija in rudarstvo ob Savinji in ob Savi nad Zagorjem prispeva k letnemu pretoku suspendiranega materiala 200.000 ton, ki jih pa do sedaj še nismo mogli razdeliti po obratih, verjetno bomo to storili v letu 1955. Zato tudi navajamo zaokroženo vrednost.

LETNE KOLIČINE PRETOKOV SUSPENDIRANEGA MATERIALA IZ NENARAVNIH VIROV

Iz zagorskega premogovnika	69.580 ton
Iz Trbovelj:	
jama	2.712 ton
separacija	88.279 "
TE	66.225 "
cementarna	16.714 " 173.930 ton
Iz drugih industrijskih virov	200.000 ton
Skupaj	443.510 ton

Če primerjamo to količino s celotno količino suspendiranega materiala 1,394.886 ton, vidimo, da je bilo v letu 1954 68 % suspendiranega materiala iz naravnih virov, t.j. posledica erozije, plazov in usadov. Če tudi cenimo količino suspendiranega materiala v letu 1954 kot izreden primer kombinacije vodnega stanja, ki je povzročil tako velike Transporte, moremo reči, da bi pri pričakovani normalni letni količini suspendiranega materiala 1,200.000 ton še vedno bil v premoči naravni suspendirani material. Seveda pa bo to razmerje močno spremenila nova TE Šoštanj, ko bo spuščala pepel v Peko in s tem v Savinjo.

Ugotovitev, da je v letu 1954 951.376 ton materiala izšlo iz naravnih virov, pa kaže na velikanski vpliv erozije na zemsko skorjo. Če smo upravičeni ceniti, da je bilo to odnašanje enakomerno porazdeljeno po celotnem padavinskem področju, potem je v suspendiranem stanju voda odnesla 130.5 t/km² ali 52 m³/km². Celotna površina povodja se je znižala za 0.052 mm.

Če računamo, da izhaja 372.587 ton suspendiranega materiala od 4. - 6. junija pretežno samo iz povodja Savinje, potem lahko ocenimo, da je samo v teh dveh dneh odplavalo v suspendiranem stanju mimo Radeč 200 ton hribinskega materiala iz 1 km² povodja Savinje. Neugotovljive količine potujočega proda in pa deponiranega hribinskega materiala na samem poplavnem ozemlju v dneh 4. do 6. junija 1954 pa lahko vsakemu razumnemu človeku pokažejo, kako velikega pomena je, da poznamo količine trdne mase, potujoče po dnu in v vodni masi naših vodotokov.

Zdaj ko poznamo količino hribinske mase, potujoče po Savi skozi Radeče v enem samem letu, moramo pomisliti na ukrepe, ki bi to količino lahko zmanjšali. Pogozdovanje goličav, urejanje obdelanih površin s primernimi padci in sanacija plazovitih terenov bodo vplivali na zmanjšanje hribinskega materiala v suspendirani masi naših vodotokov. Razni ukrepi, ki bodo uredili spuščanje odpadnega materiala iz industrijskih in rudniških obratov, bodo prav tako vplivali na količino suspendiranega materiala, pa tudi na njeno kakovost. Kvantitativno in kvalitativno analizo suspendiranega materiala v naših rekah moramo sistematično izvajati, ker bo to koristilo projektantom že pred zasnovo načrtov za hidrocentrale, regulacije vodotokov in melioracije. Če odkrito priznamo, so bila raziskovalna dela v tej smeri doslej zelo pomanjkljiva, upamo pa, da bo to poročilo o meritvah kalnosti Save v Radečah dovolj jasno pokazalo obseg pojave samega.

PRAKTIČNE DOPOLNITVE K DIMENZIONIRANJU
 OPEČNIH TOVARNIŠKIH DIMNIKOV

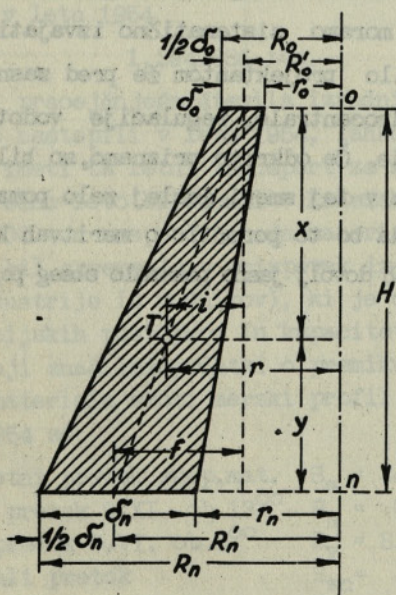
V „Gradbenem vestniku“ 1954, št. 33-34, je bil priobčen avtorjev članek „Skrajšan postopek tabularičnega dimenzioniranja opečnih tovarniških dimnikov“. Ker je vzbudilo vprašanje med interesi precejšnje zanimanje, dopolnujem omenjeni članek v 3 točkah, ki na njegova vsebino ne vplivajo, so pa važnega praktičnega pomena ter nadaljnji prispevek k poenostavitvi tega področja statike.

1. Neposredna določitev teže dimnika:

Obrazec, ki je naveden v omenjenem članku za neposredno določitev teže dimnika

$$G = \pi \gamma H (\delta_n + \delta_o) (R'_n - f b),$$

ima poleg ostalega tudi to prednost, da so od 5 faktorjev, ki v njem nastopajo, pri istem dimniku prvi štiri oz. njih produkt konstantni, vendar pa sta v petem $(R'_n - f b)$ oba sumanda spremenljiva, drugi celo z negativnim predznakom. Izraz pa se da urediti tudi tako, da je spremenljiv v petem faktorju le drugi sumand in še ta s pozitivnim predznakom, kar je v primeri z navedeno obliko vsekakor ugodneje. Vendar pa v tem drugem primeru vrednosti ustreznega koeficienta v pripadajoči tabeli z naraščanjem vrednosti $a = \delta_o / \delta_n$ padajo, kar je nekoliko neugodneje pri interpolaciji.



Slika 1

Ker torej nastopata pri kritični presoji obeh oblik zadevnega obrazca po dva nasprotujoča si činitelja, ki pri tem samo menjata svoj smisel, za ta primer ni mogoče postaviti objektivnega kriterija. Slednji je odvisen le od individualnega stališča osebe, ki obrazec uporablja ter izvajam zato še njegovo drugo obliko s pripadajočo tabelo.

Če dopolnimo sl. 3 omenjenega članka z oznakami po sl. 1, dobimo, če upoštevamo že podano izvajanje

$$r = R'_o + i$$

$$\frac{i}{x} = \frac{f}{H}$$

$$i = \frac{f x}{H}$$

Ker je dalje

$$x = H - y = H - H b = H (1 - b),$$

uvvedemo izraz

$$c = 1 - b = 1 - \frac{1 + 2a}{3(1+a)} = \frac{2+a}{3(1+a)}$$

Ustrezne vrednosti koeficienta c so podane v navedeni tabeli. Tako je

$$\begin{aligned} x &= H c, \\ \text{iz česar sledi} \quad i &= f c \end{aligned}$$

in tako je polmer poti težišča T

$$r = R'_o + f c.$$

Teža dimnika oz. njegovega odseka je torej

$$G = \pi \gamma H (\delta_n + \delta_o) (R'_n + f c)$$

$$R'_n = R_n - \delta_n / 2, \quad R'_o = R_o - \delta_o / 2$$

$$f = R'_n - R'_o$$

TABELA ZA KOEFICIENT "c"
(Direktna določitev teže dimnika)

$a = \frac{\delta_0}{\delta_n}$	$c = \frac{2 + a}{3(1 + a)}$									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0,667	0,663	0,660	0,657	0,654	0,651	0,648	0,645	0,642	0,639
0,1	0,636	0,634	0,631	0,628	0,626	0,623	0,621	0,618	0,616	0,613
0,2	0,611	0,609	0,607	0,604	0,602	0,600	0,598	0,596	0,594	0,592
0,3	0,590	0,588	0,586	0,584	0,582	0,580	0,578	0,577	0,575	0,573
0,4	0,571	0,570	0,568	0,566	0,565	0,563	0,562	0,560	0,559	0,557
0,5	0,556	0,554	0,553	0,551	0,550	0,548	0,547	0,546	0,544	0,543
0,6	0,542	0,540	0,539	0,538	0,537	0,535	0,534	0,533	0,532	0,531
0,7	0,529	0,528	0,527	0,526	0,525	0,524	0,523	0,522	0,521	0,520
0,8	0,519	0,517	0,516	0,515	0,514	0,514	0,513	0,512	0,511	0,510
0,9	0,509	0,508	0,507	0,506	0,505	0,504	0,503	0,503	0,502	0,501
1,0	0,500	-	-	-	-	-	-	-	-	-

2. Izvrednotenje obrazca za vrednost „c“:

Ko že imamo dvoje obrazcev oz. tabel za neposredno določitev teže dimnika, bo vsekakor prav če podamo glede na načela, postavljena v uvodu prejšnjega članka, še praktični postopek za najhitrejšo izvrednotenje zadevnih izrazov. Tudi v tem primeru je najprimernejši tabelarni način. Ustrezno tabelo nam kaže sl. 2 ter se nanaša na praktični primer dimnika iz prejšnjega članka ($H = 50,00$ m, $R_0 = 1,00$ m). Jasno je, da te tabele oz. računa v definitivnem statičnem računu dimnika ni treba navajati, pa tudi pri tem, predhodnem računu nam služi le kot shema razdelitve in sistematike pripadajočega postopka, ne da bi jo bilo treba pri uporabi prerinovati.

POSKUS	R_n	$K = \frac{1}{H} \sqrt{H(c_1 - c_2)}$	R'_0	a	$b(c)$	R'_n	f	$f_b(f_c)$	$\Delta = R'_n - R'_0 + f_c$	$G = K \Delta$
1	180	246000	090	0298	0410	147	057	0234	1236	304000
2	270	"	"	"	"	177	087	0357	1413	347500
3	200	"	"	"	"	167	077	0316	1354	333500

Slika 2

Če ob tej priliki primerjamo ta način še z osnovno tabelo, vidimo, da bi morali tam izračunati v ta namen za en sam poskus vse vrste kolon

5 - 9 (6. je dvojna), to je 6 kolon, kar znaša n pr. pri dimniku z 10 lamelami $6 \times 10 = 60$ računskih členov. Pri navedenem postopku pa zračunamo pri prvem poskusu 9, pri vsakem nadaljnjem pa le po 5 členov ne glede na višino dimnika. Prednost uporabe navedenih obrazcev in tabel je torej očitna.

3. Monograma za koeficienta a in β :

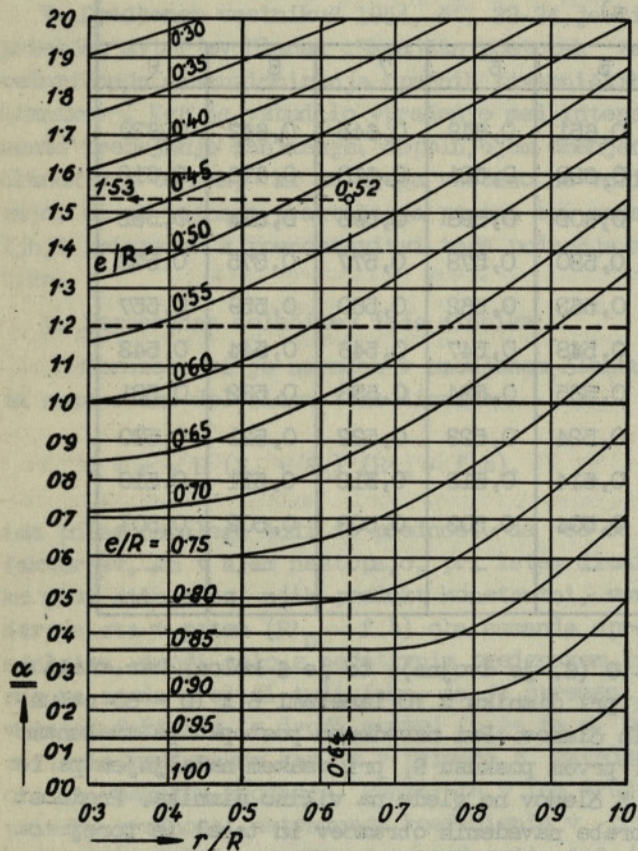
Tabele za koeficienta a in β (izključitev nategov, glej sl. 1 in toč. 6 v uvodu omenjenega članka) najdemo sicer v mnogih tehničnih priročnikih, vendar pa običajno le v takem obsegu, da je potrebna zaradi velikih obojesmernih intervalov diagonalna, to je trikratna interpolacija (2 vodoravni in 1 navpična ali obratno). Ker so potrebni za vsako smer interpolacije 2 členov 4 računi, moramo torej v tem primeru izvesti že za en sam primer $3 \times 4 = 12$ posameznih računov. Medtem ko zadostuje pri koeficientu a , razen v mejnih območjih (bližina vrednosti $a = 1,2$), bolj ali manj približna interpolacija, pa jo moramo izvesti pri koeficientu β vselej natančno. Vsekakor je to računanje precej zamudno ne glede na to, da je zaradi linearnosti interpolacije tudi natančnost rezultatov problematična. Zato sem sestavil po omenjenih tabelah pripadajoča nomograma, ki nam z grafičnim prikazom zelo hitro podata zaželeno vrednosti in to z natančnostjo, ki povsem ustreza kontroli rezultatov z diagrami v

osnovni tabeli. Na vsakem nomogramu je prikazan tudi praktični primer oz. način odčitavanja

($r/R = 0,64$, $e/R = 0,52$; $a = 1,53$, $\beta = 2,64$).

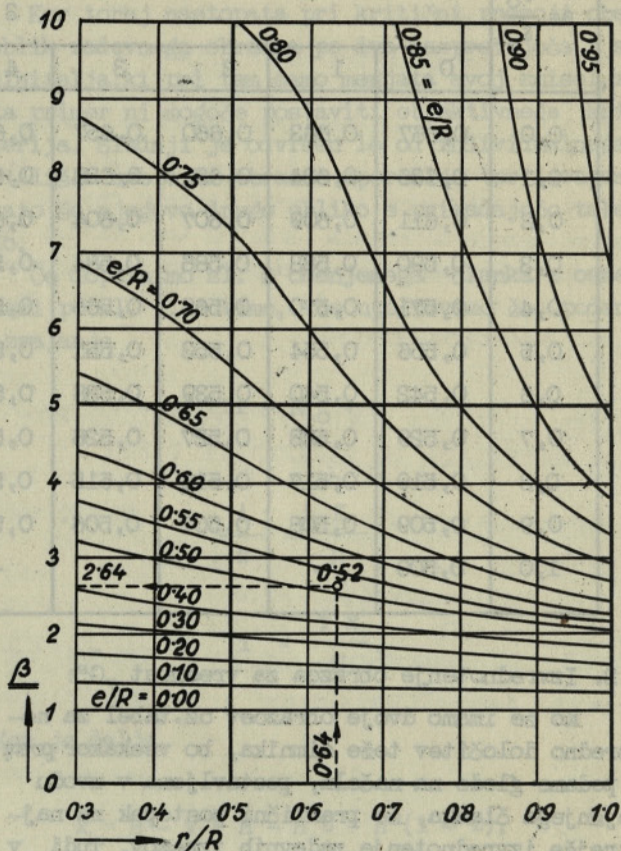
NOMOGRAM ZA KOEFICIENT $\alpha = z/R$

(Lega nevtralne osi pri izključitvi nategov)



NOMOGRAM ZA KOEFICIENT $\beta = \sigma_1/\sigma_0$

(Določitev robne napetosti pri izključitvi nategov)



Navedena nomograma sta z avtorjevim privoljenjem sprejeta tudi za objavo v priročniku „Beton-Kalender“, Berlin, pričenši z l. 1958.

Ing. Albin Jerin

DK 656.13 (73)

AVTOMOBILSKI PROMET V ZDA

I. Vloga avtomobila v gospodarstvu in privatnem življenju v ZDA

Zaradi izrednega gospodarskega razvoja, razsežnosti ozemlja in posebnega načina življenja je cestni promet v ZDA dosegel fanta-stične meje.

Če opazujemo New York in njegovo okolico ali druga ameriška vele mesta iz ptičje perspektive, so obrisi cestne mreže mnogo bolj izraziti kot ogromne zazidane površine med posameznimi cestami. Že z velike višine je možno videti veliko množico avtomobilov, ki drse v skoraj neprekinjenih kolonah po cestah ali so zasedli vse, tudi najmanjše prostorčke, na katerih je možno parkiranje.

Pri vožnji po ameriških cestah, ko se je treba vključiti v ameriški tempo življenja in ko doživiš ameriški promet popolnoma neposredno, je vtis intenzitete prometa nepopisen.

Razvoj in potek gospodarskega procesa in sploh vsi življenjski pojavi so v ZDA močno odvisni od neoviranega poteka prometa.

Industrija in trgovina sta koncentrirani v velikih gospodarskih centrih, kjer je prostor predragocen, da bi ga uporabili za stanovanja in tudi bivanje v takšnih predelih bi bilo nezdravo, in neudobno. Amerikanski delavci in nameščenci

stanujejo zato izven velikih mest in se vozijo vsako jutro največ z lastnimi avtomobili na delo. Tudi večina delavcev, ki delajo pri sezonskih delih, se vsak dan vrača na svoj dom. Le razmeroma majhen del sezonskih delavcev živi z družino v bližini sezonskih gradbišč v „trailerjih“. To so priklopni vozovi, ki so lahko dokaj udobni; prostori v njih so sicer majhni, so pa večkrat opremljeni z vsem potrebnim udobjem. Takšne trailerje uporabljajo tudi za bivanje v času oddiha. Nekatera podjetja opremijo prostore za bivanje v trailerjih v naravno lepih krajih; tak prostor ima vse za življenje potrebne instalacije. Trailer, katerega pripeljejo na tako opremljen prostor, priključijo h kanalizaciji, vodovodu, električni napeljavi in uredijo vse potrebno za sprejemanje radijskih oz. televizijskih oddaj.

Zelo važno vlogo ima avtomobil v šolstvu.

Zaradi razsežnosti farm ni mogoče postaviti šol tako na gosto, da bi bile učencem dostopne brez hitrih transportnih sredstev. Mnogo učencev se vozi z avtomobili v šolo, 28 % učencev pa prevažajo šolski avtobusi. To so prometna sredstva, ki prevažajo le učence. 37 % učiteljev se vozi v šolo z avtomobili.

Te številke pa bi bile mnogo večje, če bi ne bilo ameriško prebivalstvo v veliki večini koncentrirano ob robovih velikih gospodarskih centrov, od koder so šole lažje dostopne.

Avtomobile močno uporabljajo tudi v poštni službi. 33 milijonom prebivalcem dovažajo pošto z avtomobili. V redko naseljenih krajih uradujejo premične pošte na avtomobilih. 1,6 milijona milj cest je bilo zgrajenih posebej za dostavljanje pošte. Po administrativni kategorizaciji se te ceste imenujejo „postways“.

V ZDA tudi življenjske potrebščine v veliki meri dovažajo z avtomobili. Tudi v te namene so zgradili precej cest, ki jih imenujejo „safeways“.

Razvedrilo in oddih sta v ZDA tesno povezana z avtomobilom. V l. 1951 je 81 % kratkih izletniških počitniških potovanj odpadlo na avtomobile. Na teh potovanjih je potovalo 33 milijonov izletnikov v 22 milijonih voz. Povprečno je vsak avto prepotoval 1.200 milj. Skupno je bilo na teh potovanih potrošenih 9.240.000.000 dolarjev; od vsakega izdanega dolarja je odpadlo 21 centov na transportne stroške.

Tudi kinopredstave obiskujejo Amerikanci poleti največ z avtomobili in jih tudi gledajo iz avtomobilov. Za te namene imajo posebej grajene prostore, ki jih imenujejo „autodrome“.

Zaradi velikih oddaljenosti farm od gospodarskih in industrijskih središč in zaradi velike razsežnosti svojih posestev so tudi fermerji zelo odvisni od avtomobilskega prometa.

22 % farm ima osebne in tovarne avtomobile

41 % farm ima samo osebne avtomobile.
12 % farm ima samo tovarne avtomobile, le
25 % farm nima avtomobila.

V ZDA je 67 milijonov vozačev motornih vozil; 29 % od teh so ženske.

31 milijonov družin ima avtomobil; 11 % lastnikov avtomobilov ima po dva avtomobila.

V 50 največjih mestih v ZDA je 47.500 taksijev. Trgovcev z avtomobili je 48.155.

Avtomobilska in transportna industrija stasami po sebi močni gospodarski panogi, saj zaposlujeta preko 9,5 milijonov ljudi. Vsak šestnajsti prebivalec v ZDA je zaposlen v avtomobilski ali prometni industriji.

II. Prevožena dolžina

Pri ugotavljanju naraščanja prometa vzamejo Amerikanci v zadnjih časih večkrat za primerjalno osnovo promet iz l. 1941, ki je znašal ca. 332 bilijonov prevoženih milj ali 531 bilijonov prevoženih kilometrov. Med l. 1941 in 1943 je promet zaradi vojne padel; najnižjo vrednost je dosegel ob koncu l. 1943, ko je znašal ca. 208 bilijonov prevoženih milj oz. 333 bilijonov prevoženih kilometrov. To vrednost je obdržal nekako do srede l. 1945, v l. 1945 je pa že dosegel vrednost iz l. 1941. Od l. 1945 se je promet, izražen v prevoženih milijah, skoraj premo sorazmerno večal in dosegel v l. 1953 538 bilijonov prevoženih milj oz. 910 bilijonov prevoženih kilometrov.

Za primerjavo navajam nekaj podatkov o velikosti javnega osebnega prometa v naši državi. V l. 1946 so javna avtoprometna sredstva prevozila 338 milijonov kilometrov; do l. 1951 je javni promet narastel na 370 milijonov kilometrov, to je ca. 0,145 % celotnega ameriškega avtoprometa.

V ZDA močno prevladuje osebni avtopromet. V l. 1952 je bilo registriranih 54.745.000 motornih vozil in sicer 45.285.000 osebnih avtomobilov in avtobusov ali 82,7 % in 9.460.000 tovarnih avtomobilov ali 17,3 %.

Osebni avtomobilski promet je od l. 1900 stalno naraščal in je v l. 1921 dosegel višino železniškega osebnega prometa 43 bilijonov prevoženih potniških milj. Med l. 1929 in 1953 je osebni promet zaradi gospodarske krize obstal na 80 bilijonih prevoženih milj. Tudi železniški osebni promet je v teh letih močno padel, v l. 1934 je dosegel svojo najnižjo vrednost 17 bilijonov prevoženih milj. Do l. 1941 se je osebni avtomobilski promet dvignil na 332 bilijonov prevoženih milj, železniški osebni promet pa le na 29 bilijonov prevoženih milj, kar je le 8,7 % avtomobilskega osebnega prometa.

V tovornem prometu pa železnice zdaleč prevladujejo. L. 1941 je znašal železniški tovorni promet 290 bilijonov prevoženih ton/milj, do l. 1923 je z manjšimi nihanji narastel na vrednost 450 bilijonov prevoženih ton/milj. Med l. 1923 in 1941 je železniški promet zlasti v času gospodarske krize, med l. 1929 in 1953 močno nihal, l. 1941 je pa spet dosegel višino 450 bilijonov prevoženih ton/milj, medtem ko se je avtomobilski tovorni promet v tem času dvignil od 24 na 49 milijard milj.

Od l. 1941 dalje nimam podatkov o razmerjih prevoženih milj osebnih in tovornih avtomobilov. Iz razmerja med registriranimi tovornimi in osebnimi avtomobili v l. 1952 lahko sklepamo, da se razmerje prevoženih milj ni mnogo spremenilo.

V Jugoslaviji so l. 1946 ugotovili, da znaša javni tovorni promet ca. 40 milijonov prevoženih t/km. Do l. 1950 je promet narastel na ca. 139 milijonov prevoženih ton/km. V štirih letih je torej javni tovorni promet narastel za 228 %.

III. Porabljeno gorivo

V l. 1952 so v ZDA porabili 40,6 bilijonov galon oz. 153 bilijonov litrov goriva za avtomobilski transport, to je povprečno 762 galon ali 2830 l na vsako registrirano vozilo.

Za gorivo so avtomobilisti plačali v l. 1952 ca. 10 bilijonov dolarjev ali povprečno 190 dolarjev na vozilo.

IV. Vozna hitrost

O tem, kako se ameriški hitri tempo življenja zrcali v prometu, ima verjetno večina ljudi, ki ameriških razmer ne poznajo, dokaj napačne pojme. Zdi se jim, da mora biti zaradi visoke stopnje tehničnega razvoja in ogromne industrijske proizvodnje, hitrost prometa fantastična.

Ta predstava je le deloma realna. Amerikancem ni le do tega, da bi čim hitreje prišli na cilj, predvsem jim je do tega, da sigurno pridejo na cilj; za to pa je pri veliki intenzivnosti ameriškega prometa potrebna precejšnja spretnost v vožnji.

Pri določanju in dejanski potovalni hitrosti se tudi v veliki meri ozirajo na ekonomijo v gradnji cest.

Veliko hitrost imajo v ZDA ekspresni vlaki, podzemne železnice in letala, na cestah so pa hitrosti zmerne.

Povprečna potovalna hitrost motornih vozil med l. 1941 in 1953 se je gibala v sledečih mejah:

v l. 1941

za osebne avtomobile 47,8 MPH ali 76,9 km/uro

za tovarne avtomobile 40,4 MPH ali 65,0 km/uro
za avtobuse 50,8 " " 81,7 "

v l. 1952

za osebne avtomobile 50,9 MPH ali 81,8 km/uro
za tovarne " 44,9 " " 72,0 "
za avtobuse 52,2 " " 83,9 "

Večja povprečna hitrost pa je mnogo bolj posledica izboljševanja cestne mreže kot posledica pospešene vožnje na že obstoječih cestah.

Zanimivo je dejstvo, da je povprečna vozna hitrost avtobusov večja od hitrosti osebnih avtomobilov.

Prometno varnostni predpisi predvidevajo na posameznih vrstah cest sledeče vozne hitrosti:

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

zunanje ceste, s križanji v nivojih:

za osebne avtomobile	50-30 MPH=80,3-93,4 km/uro
za tovarne	35-45 " =56,2-72 "

avtoceste s križanji izven nivoja:

70 MPH=112 km/uro

Iz navedenih podatkov je razvidno, da se dejanske povprečne hitrosti ne razlikujejo bistveno od hitrosti, ki so predvidene s prometno varnostnimi predpisi.

Discipliniranosti vozačev je deloma vzrok visoko razvit čut odgovornosti, ostrina prometno varnostnih predpisov in njih brezkomprimisno izvajanje.

Ameriška prometna policija je za nadzorovanje prometnih varnostnih predpisov izvrstno opremljena. V naprednejših državah nadzirajo vozne hitrosti z radarji.

V. Gostota prometa

Gostoto prometa na ameriških cestah si je težko predstavljati, ker že v normalnih primerih daleč presega tozadevne našete številke.

Mnogo preobširno bi bilo, če bi navajal gostoto prometa na vseh najvažnejših ameriških cestah, zato se bom omejil na nekaj splošnih pojmov.

Prvi je opazoval propustnost raznih vrst cest, „Bureau of Public Roads“ že v l. 1930 in 1931. Ob tej priliki so dognali sledeče povprečne praktične propustnosti cest, pri vozni hitrosti 25 do 40 MPH ali 40 do 64 km/uro:

za dvopasovne ceste	1.000 vozil/uro
za tripasovne ceste	2.000 "
za štiripasovne "	3.000 "

Zaradi lažje presoje navajam še običajne širine navedenih vrst cest:

dvopasovne ceste, širina do 20 ft = 6,09 m
tripasovne ceste, širina do 36 ft = 10,98 m
štiripasovne " , širina do 48 ft = 14,64 m

Od l. 1931 do danes so se vozne hitrosti povečale, v zvezi s tem so se povečale tudi propustnosti cest.

Največjo gostoto prometa so opazili na največjih mostovih na izpadnicah največjih mest. Rekord ima nedvomno „George Washington Bridge“ čez „Hudson River“ v New Yorku, na katerem so l. 1953 ugotovili povprečen promet ca. 133.845 vozil na dan. V l. 1954 so se baje te številke še povečale. Konice prometne gostote so seveda še mnogo večje od povprečnih vrednosti. Ob času, ko si je naša skupina ogledovala most, smo ugotovili gostoto ca. 8 vozil na sekundo. Most pa lahko propuščja še znatno večje število avtomobilov, saj je vozišče na njem široko 90 ft ali 29,5 m.

Na velikih mostovih na obodih velemest se seveda promet koncentrira. Vpadne ceste brez mostov imajo manjši promet, navadno 20.000 do 50.000 vozil na dan. Te številke doseže promet tudi na mestnih cestah v trgovskih mestnih predelih in na pomembnejših zunanjih cestah.

Manj važne ceste imajo manjši promet, ki je pa za naše razmere še vedno precejšen; številko 1000 vozil na dan za dnevno število vozov le redko slišimo.

Gornje številke veljajo za severovzhodne države, kjer je gospodarski proces najintenzivnejši; je pa tudi cestna mreža mnogo gostejša kot v gospodarsko manj razgibanih državah.

Tako visoko propustnost na cestah dosežejo v ZDA na razmeroma ozkih voziščih. Prometni pasovi ameriških cest imajo navadno le 10 ft ali 3,048 m.

Bankine so na ameriških cestah sicer široke od 5 do 10 ft t. j. od 1,54 do 3,05 m; to daje vozaču sicer neko sigurnost, ne prispeva pa mnogo k propustnosti cest, ker ameriškega vozača ne vodi rob vozišča, ki v večini primerov niti ni ostro omejen. Amerikanski vozači se orientirajo pri vožnji na ločilno linijo med prometnima pasovoma, ki je vedno ostro in precizno markirana. Pri orientaciji na srednjo črto se sicer varnostna razdalja prisrečanju dveh vozil in s tem tudi hitrost nekoliko zmanjšata, vendar to zmanjšanje ni bistveno, ker je za ameriškega vozača srednja črta meja, katero prekorači le pri prehitevanju in zavijanju ceste, kjer mu to dovoljujejo prometno varnostni predpisi.

Na ameriških cestah dosežene propustnosti so za nas pri sedanjih razmerah še nedosegljive in sicer, zaradi mnogovrstnosti prometa, različnih hitrosti posameznih vrst vozil in zaradi pomanjkljive discipline vozačev.

Iz gornjih navedb sledi, da disciplina pri vožnji ni potrebna le iz prometno varnostnih ozirov,

temveč vpliva tudi na ekonomijo gradnje.

VI. Proizvodnja avtomobilov v ZDA

Od l. 1900 do l. 1953 je avtomobilska industrija ZDA izdelala 129 milijonov avtomobilov.

Do l. 1921 so večino avtomobilov prodali na domačem trgu, l. 1921 so izvozili 4,1 %, do l. 1952 se je izvoz povečal le na ca. 6,55 %. Avtomobilska industrija ZDA zadovoljuje torej v glavnem le domače potrebe, ki niso majhne. V enem izmed prejšnjih poglavij sem omenil, da je bilo v l. 1953 v ZDA registriranih skupaj 54.745.000 avtomobilov, število prebivalcev znaša po štetju iz l. 1950 150.697.000. V l. 1953 je torej odpadel na vsake 2,75 prebivalcev 1 avto in na vsakih 3,3 prebivalca 1 osebni avto.

Življenjska doba avtomobilov v ZDA je kratka, temu pa niso vzrok izdelava, material ali nepravilna vožnja.

Eden izmed glavnih vzrokov za kratko življenjsko dobo avtomobilov je dejstvo, da je v ZDA vsako ročno delo zelo drago in se zato večja popravila avtomobilov ne izplačajo. Avtomobil, ki bi šel v Evropi v prvo generalno popravilo ali ki je močno poškodovan, gre v ZDA navadno na avtomobilsko pokopališče. Teh je ob cestah videti precej. Ko smo nekatere pregledovali, smo ugotovili, da bi se dalo še marsikaj uporabiti.

Avtomobili v ZDA pogosto menjajo lastnike, to predvsem zaradi tega, ker se premoženjske razmere znatnega števila ljudi, pogosto prav v kratkih razdobjih, občutno spreminjajo. K temu pripomore še modna oblika karoserije, ki se pri ameriških avtomobilih skoraj vsako leto občutno spremeni, Amerikanci so pa za menjavo linije karoserije znatno bolj občutljivi kot Evropejci.

Avto z zastarelo karoserijo zapelje premožnejši lastnik na prostor, ki ima na vidnem mestu napis „used cars“; tam čaka potem avto na kupca, ki ima manj smisla za modno linijo karoserije in najbrž tudi manj denarja. Prodaja rabljenih avtomobilov je v ZDA precej razvita, za naše pojme je večina teh rabljenih voz še skoraj nova.

VII. Cestna mreža v ZDA

„Better highways save lives, time and money“, je priljubljen izrek, ki ga v ZDA pogosto uporabljajo v zvezi s propagando za zgraditev oz. modernizacijo cestne mreže.

Vkljub ogromnim tehničnim možnostim in volji za čim hitrejšo in čim boljšo rešitev svojih prometnih problemov, pa gospodarski in tehnični strokovnjaki v ZDA avtomobilskega prometa s tehničnimi in policijsko varnostnimi predpisi še

ne morejo tako obvladati, da bi bil njegov namen v gospodarstvu in ljudskem standardu stoodstotno dosežen in da bi bile njegove škodljive posledice omejene na minimum.

V ZDA imajo zelo gosto cestno mrežo. Gostota cestne mreže v posameznih predelih se ravna po intenziteti gospodarskega procesa v teh predelih. Iz karte cestne mreže je razvidno, da je cestna mreža najbolj razvita na severovzhodnem delu in ob zahodni obali ozemlja ZDA.

Prvi pričetki graditve cestne mreže v ZDA segajo še v dobo naseljevanja, grajene pa so bile v tej dobi le manjvažne krajše ceste.

Šele ob koncu 18. stoletja so bile zgrajene pomembnejše ceste iz obrežnih mest ob Atlantskem oceanu čez Apalaško pogorje v takrat novo naseljena območja ob rekah Ohio in Mississippi. Najpomembnejša od teh cest je bila „Cumberlandway“, ki je spajala pet držav: Maryland, Pennsylvanijo, Ohio, Indiano in Illinois. Zaradi svojega gospodarskega in strateškega pomena je bila ta cesta zgrajena iz zveznih sredstev. Denar za gradnjo je dobila zveza od prodaje zemlje kolonistom.

Razen teh cest je bilo v tem času zgrajenih še nekaj cest, katerih gradnjo so finansirale privatne družbe, ki so za uporabo teh cest pobirale cestnino. Takšne ceste so dobile naziv „toll-roads“ oz. „turnpikes“.

Okoli l. 1828 so nadaljnji razvoj cestne mreže močno zavrle železnice, ki so se hitro razširile. Med l. 1829 in 1837 je bilo samo v novih angleških državah v ZDA zgrajenih okoli 40 novih železniških linij. L. 1869 je prva železniška proga dosegla Pacifik.

V tem času so skoraj ves promet prevzele železnice, zato je zvezna vlada prepustila gradnjo in vzdrževanje vseh cest posameznim državam, te pa spet naprej svojim podrejenim enotam.

Okoli l. 1880 se je močno razširilo novo prevozno sredstvo – bicikel. V zvezi s tem je nastala spet težnja po dobrih cestah.

L. 1893 je zvezni kongres odobril ustanovitev prve ustanove za upravljanje cest, to je bila „Office of Road Inquiry“. 13 let kasneje je iz tega urada nastal „Office of Public Roads“, ki se je pečal s tehničnimi problemi, raziskovanjem in statistiko v zvezi z gradnjo cest.

Posamezne države se v tem času za cestno problematiko niso mnogo zanimale, zato je zvezna vlada dajala pomoč za izboljšanje in gradnjo cestne mreže le tistim državam, ki so pokazale za to potrebno zanimanje. Do l. 1917 so že vse države sodelovale pri gradnji in upravljanju cestne mreže.

V tem času je prodril avtomobil kot prometno sredstvo in postal v razmeroma kratkem času v ZDA važen faktor v gospodarstvu in življenju. S

tem je cestno vprašanje stopilo močno v ospredje. Javno mnenje je zahtevalo, da se ustanovi zvezna organizacija, ki naj da predloge in smernice za gradnjo oz. izboljšanje potrebne cestne mreže med posameznimi državami ter vpliva na upravljanje meddržavne cestne mreže. L. 1913 je kongres imenoval posebno komisijo, ki naj bi preučila takratno prometno problematiko. Na podlagi zaključkov dela komisije je zveza izdala več zakonov za zvezno finančno pomoč „Federal Aid“ za gradnjo meddržavne cestne mreže.

Za ceste, ki so bile grajene z državno pomočjo, si je zveza zagotovila pravico revizije projektov in izvajanja nadzorstva. Prvotno osnovani Office of Public Roads se je l. 1919 razširil in preimenoval v „Bureau of Public Roads“, ki obstoja še sedaj; njegova delavnost pa sega sedaj še na druga področja.

Razen državnih ustanov se v ZDA pečajo s prometno problematiko tudi strokovna in privatna društva.

Izredno pomembno vlogo v cestnih vprašanjih ima v ZDA „American Association of Highway Officials“, to je društvo cestnih strokovnjakov in nameščencev, ki je bilo osnovano l. 1914 v Washingtonu. Društvo zbira izkušnje glede vseh vprašanj cestne stroke in jih študijsko raziskuje. Z izboljševalnimi predlogi skuša društvo vplivati na cestno zakonodajo zveze in posameznih držav; zlasti se trudi za vpeljavo enotnosti v cestni zakonodaji posameznih držav. Poročila o svojem delovanju objavlja društvo v svoji strokovni publikaciji „American Highways“.

Pomembna cestna ustanova, ki ima močno znanstveni značaj, je „Highway Research Board“, ki je bila osnovana l. 1920 v Washingtonu kot odelok akademije znanosti. V tej ustanovi so zastopniki zveznih oblasti, oblasti posameznih držav, tehničnih društev in univerz. Glavna naloga te ustanove je, da določa plan za cestno raziskovalne študije v najširšem smislu in ta plan realizira. Ustanova obravnava različna vprašanja po posameznih komisijah. Rezultati del Highway Research Boarda so važna podlaga za podrobne študije in raziskovanja v vseh aktualnih vprašanjih cestne problematike.

Najstarejše cestno strokovno društvo je „American Road Builders Association“, ki je največja organizacija te vrste na svetu. Tudi to društvo sodeluje pri reševanju raznih cestnih problemov.

Razen omenjenih se s problematiko cest pečajo še razna društva, ki so jih osnovale posamezne industrije, ki na kakršen koli način sodelujejo pri gradnji cest. Njih glavni namen je seveda v glavnem zaščita njihovih interesov in reklama za njihove proizvode.

S tem da so prišle pomembnejše ceste spet pod državno upravo, sta izboljšanje in gradnja cestne mreže hitro napredovala.

Od l. 1904 do 1951 je dolžina zunanjih cest narasla od 2,150.000 milj oz. 3,460.000 km na 3,061.000 milj oz. 4,920.000 km.

Bistveno drugačno je bilo naraščanje dolžine cest z moderno utrditvijo. Od l. 1904 do 1921 je dolžina cest z moderno utrditvijo narasla od 154.000 na 387.000 milj, do 1945 se je pa dolžina moderniziranih cest povečala na 1,495.000 milj ter do l. 1951 še narasla na 1,723.000 milj. V l. 1951 so imele ZDA 56,3 % zunanjih cest z moderno utrditvijo in 43,7 % z gramozno utrditvijo.

Iz diagramov, ki kažejo naraščanje celotne cestne dolžine in dolžine modernih cest s časom, je razvidno, da je prirastek celotne dolžine cestne mreže mnogo manjši kot prirastek dolžine modernih cest.

Pri gradnjah cest v ZDA se že od l. 1925 predvsem trudijo za rekonstrukcijo in modernizacijo obstoječe cestne mreže ter za večjo propustnost sedanjih cest z moderno utrditvijo.

V ZDA navadno ne grade cest z elementi za daljšo perspektivo. Dobro organizirana prometno opazovalna služba jim omogoča, da z veliko natančnostjo ugotove, kakšna cesta jim je na opazovanem sektorju potrebna. Ko prometni volumen preseže praktično propustnost obstoječe ceste, povečajo običajno njeno propustnost, tako da razširijo vozišče in le, če je to nujno potrebno, še povečajo računsko vozno hitrost.

Zaradi takšnih ukrepov je v ZDA še sedaj veliko število cest s trojnim in petornim prometnim pasom, skupne širine ca. 27 do 36 ft ali 8,2 do 10,98 m, oz. 45 ft do 54 ft ali 13,60 do 16,46m. V l. 1943 je znašal odstotek tri in petpasovnih cest 56,8 od celotne dolžine cest, ki imajo več kot 2 prometna pasova.

Tro in petpasovne ceste so za promet nevarne, ker je pri tropasovnih srednji, pri peteropasovnih pa drugi in četrti pas namenjen za obojestransko prehitevanje; zato ameriški cestni strokovnjaki gradnje tro oz. peteropasovnih cest ne odobravajo, jo pa iz ekonomskih razlogov tolerirajo.

Pri tro ali peteropasovnih cestah je potrebna popolna disciplina glede prometnih predpisov, zlasti pa se morajo vozači držati navodil za prehitevanje. Vse pomembnejše prometno varnostne prepovedi in opozorila so v ZDA s prometnimi znaki dovršeno signalizirane, kar pa seveda za preprečanje prometnih nesreč ne bi zadostovalo. Za sigurnost vožnje je potrebna še dobro organizirana kontrola nad izvajanjem prometnih predpisov in visoko razvit čut odgovornosti vozačev; oboje je v ZDA na zelo visoki stopnji.

Po zatrjevanju ameriških cestnih strokovnjakov obstaja tendenca za ukinitvev tro oz. peteropasovnih cest, kaže pa, da jih še ne bodo kaj kmalu opustili.

Perspektivna gradnja cestne mreže v ZDA je v glavnem odvisna od intenzivnosti bodočega gospodarskega razvoja v državi. Proizvodnja avtomobilov razvoja prometa ne bo zadrževala. Pričakovati je nasprotno, to je, da bo ogromna in hitro rastoča avtomobilska proizvodnja promet povečala, dasi je povečanje prometa v znatno večji meri odvisno od intenzivnosti gospodarskega procesa kot od napredovanja avtomobilske proizvodnje.

Perspektivni razvoj gradnje cestne mreže v ZDA bo v glavnem odvisen od bodočih prometnih potreb, ker se gradnjo cestne mreže predvsem finansirajo iz davkov, ki so naloženi na neposredne in posredne ugodnosti, ki jih imajo državljani od prometa.

Najbolj donosen je davek na nakup goriva „gasoline tax“. Ta davek je bil vpeljan l. 1919 v državi Oregon in sicer v višini 1 cent na galono goriva, t. j. na 3,785 l. Tudi druge države so kmalu vpeljale davek na nakup goriva. V l. 1932 je ta davek vpeljala tudi federalna vlada. Posamezne države so se temu uprle in tudi sedaj nasprotujejo, vendar še sedaj del davka na nakup goriva pripada federalni vladi.

V l. 1954 je znašal davek na nakup goriva 4,75 c na galono.

Zaradi naglega večanja prevoženih milj so se dohodki iz tega davka naglo večali:

1. 1921 gasoline tax	5,380.000,-
1. 1928 " "	305,230.000,-
1. 1931 " "	537,590.000,-
1. 1953 " "	3.180.000.000,-

Davek na nakup goriva skoraj v celoti porabijo za gradnjo cestne mreže.

Za uporabo motornega vozila plačujejo koristniki v ZDA več taks, katere označujejo s skupnim nazivom „motor vehicle fees“. Najdonosnejša od teh je taksa, katero je treba plačevati ob registraciji motornih vozil „registration fee“; kot potrdilo za vplačano takso prejme plačnik novo tablico za motorno vozilo. Tudi za izstavitev oz. podaljšanje vozniške izkaznice „operator license“ je treba plačati davek, ki ga imenujejo „operator license fee“.

Za vozila, ki jih uporabljajo neposredno v pridobitne namene, je treba plačati še posebne dodatne takse, ki jih nazivajo „special taxes on for - hire carriers“.

Višine taks so v različnih državah različne, odvisne so običajno od moči ali teže avtomobila. Višino taks, ki jih plačajo za vozila, ka-

tera uporabljajo v pridobitvene namene, določajo po premoženjskem stanju davčnega obvezanca, prevoženi dolžini in višini letnih dohodkov. V državi Illinois n. pr. plača koristnik za uporabljavanje osebnega avtomobila 8 - 25 \$, za tovorni avtomobil znaša taksa 10 do 250 \$. Za privatna vozila, ki jih uporabljajo za javni promet, plača lastnik za avtobus dodatek 1 dolar za 100 funtov bruto teže, za tovorni avto pa 1,5 dolarjev za 100 funtov bruto teže.

Posestniki nepremičnin plačujejo poseben davek „real - property tax for highway purposes“, ki je namenjen predvsem za gradnjo in vzdrževanje okrajnih in lokalnih cest.

Dokaj pomemben finančni vir za gradnjo cestne mreže v ZDA je cestnina, ki jo pobirajo na nekaterih vrstah cest. To so predvsem ceste, ki so jih zgradile delniške družbe. Dovoljenje za ustanovitev delniške družbe da država na podlagi določenega števila podpisov delničarjev, ki se s podpisom obvežejo za odkup delnic. Ko zbere družba dovolj kapitala, organizira svoj urad, ki opravlja vse, kar je bilo sklenjeno v zvezi z gradnjo nameravane ceste. Na začetek in konec zgrajene ceste postavijo pregrade in blagajne, mimo katerih mora vsako vozilo, ki hoče na cesto. Država dovoljuje pobiranje cestnine toliko časa, dokler niso kriti stroški za vse investicije, ki so v zvezi z novo zgrajeno cesto, in ni dosežen predvideni dobiček, ki pripada vsem delničarjem, nato pa navadno prevzame cesto v svojo upravo.

Kot vir za gradnjo cest služijo še razni manjši dohodki, ki so v zvezi z avtomobilskim prometom. V tej zvezi omenimo kot najpomembnejšo takso za parkiranje, ki jo pobirajo predvsem v mestih. Ob mestnih cestah, kjer je parkiranje dovoljeno, so na robnih pločnikih postavljeni avtomatski števcji, ki registrirajo čas parkiranja s premikanjem kazalca, pričnejo pa delovati, ko pade vanje novček ustrezne vrednosti. Če uslužbenec, ki avtomate nadzira, ugotovi, da stoji avto ob avtomatu, katerega kazalec se ne pomika, napiše na listek višino kazni, ki jo mora lastnik avtomobila nakazati na pristojni urad, in za takne listek na vidno mesto na avtomobilu. Če lastnik avtomobila kazni v roku ne poravnava, se ta navadno podvoji.

Razen dohodkov, ki so v neposredni zvezi z avtomobilskim prometom, pritekajo krediti za gradnjo državne cestne mreže tudi iz splošnih sredstev posameznih držav, okrajev in občin. Ti dohodki pa navadno niso visoki v primerih z dohodki iz davkov.

Pomemben prispevek k gradnji cestne mreže v ZDA so denarne pomoči nadrejenih podrejenim teritorialnim enotam. To so zvezna pomoč posameznim državam „Federal - Aid“, državna pomoč svo-

jim okrajem „County - Aid“ itd. Višja teritorialna enota daje pomoč svojim podrejenim teritorialnim enotam, za tiste ceste, za katerih gradnja je zainteresirana. Navadno znaša ta pomoč 50 %, nižja teritorialna enota pa jo lahko realizira, če prispeva ostalih 50 %. V takšnih primerih si pridržijo višja teritorialna enota pravico revizije projekta in nadzora.

Iz vseh navedenih virov se stekajo ogromne vsote v sklade, namenjene za gradnjo cestne mreže.

Višina teh skladov je znašala l. 1952 5,014 milijonov \$, od katerih je odpadlo v odstotkih na posamezne vire:

Pomoč nadrejenih terit. enot	12,1 %
Takse v zvezi z avtomobilskim prometom	59,4 %
Takse na nepremičnine	22,0 %
Cestnina	4,0 %
Razni dohodki	2,5 %

Vse to je bilo l. 1954 porabljeno za gradnjo in vzdrževanje cestne mreže.

V desetletnem planu, ki se že izvaja, je za gradnjo cestne mreže predvidenih 101 bilijon dolarjev. To je tudi za ameriške pojme visoka številka, ki jo pa Amerikanci zagovarjajo z izrekom „več bi plačali za ceste, če bi jih ne imeli, kot plačujemo za njihovo gradnjo“.

Aktualni prometni problemi v ZDA

Vkljub visoki stopnji tehničnega razvoja ZDA so ameriški prometni strokovnjaki vedno pred težko nalogo, kako z ustreznimi ukrepi obvladati aktualne prometne probleme, ki se zaradi močnega naraščanja prometa vedno pojavljajo.

1. Najbolj pereč prometni problem je vedno bil in bo zmanjšanje prometnih nesreč na minimum.

Od prvih početkov razvoja motornega prometa do sedaj število prometnih nesreč v ZDA narašča, pade le v časovnih presledkih, ko pade tudi promet.

Od l. 1915 do 1930 je število smrtnih žrtev prometnih nesreč narastlo od 5.000 na 34.000 letno. V dobi gospodarske krize med l. 1930 in 1934 je število smrtnih primerov padlo na 30.000, do l. 1934 je pa spet narastlo na 36.000; med leti 1936 in 1940 je spet padlo na 33.000, med vojnimi leti na 24.000. Po vojni število smrtnih primerov spet narašča, vendar najvišje številke iz l. 1940, t. j. 40.000, še ni doseglo.

To so absolutne številke, iz katerih ne moremo sklepati o uspehih ukrepov, ki so bili izvedli v ZDA za zmanjšanje prometnih nesreč. Dokaj realnejšo sliko dobimo iz števil, katere navaja v svojem poročilu o študijskem potovanju v

ZDA ing. Heller iz Zahodne Nemčije. Po njegovih navedbah znaša število smrtnih žrtev prometnih nesreč v l. 1952 v Zahodni Nemčiji 3,1 na vsakih 100 km ceste, v ZDA pa le 0,7; pred 30 leti pa je bilo v ZDA na 100 km cest isto število smrtnih žrtev, kot jih je sedaj v Zahodni Nemčiji. Nadalje v svojem poročilu poudarja, da so tak uspeh v ZDA dosegli predvsem s tehničnimi ukrepi.

2. V zadnjem času posvečajo Amerikanci mnogo pozornosti urejanju velemestnih vpadnic.

Na velemestnih ulicah je avtomobilski promet tako narastel, da predolga vožnja s periferije mesta v mesto ali obratno ogroža redni potek poslovnega življenja. Gospodarski in trgovski obrati imajo svoje sedeže v središču velemest, njih uslužbenci pa stanujejo v glavnem izven mesta in izgubljaajo vsak dan vse preveč časa za prihod v službo in povratek domov. Konice prometne jakosti dosežajo v velemestih v urah od 8^h do 9^h in 17^h do 18^h številke do 10.000 vozil na uro. Ta promet je treba na vsakem drugem ali tretjem križišču ustaviti in spustiti preko vpadne ceste promet iz stranskih ulic. Razen tega se promet na vpadnici sami iz kakršnih koli vzrokov večkrat temeljito zagozdi. Te razmere so v vseh ameriških velemestih postale tako nevdržne, da so bili nujno potrebni proti temu ustrezni ukrepi. Skoraj v vseh velemestih grade sedaj nove vpadne ceste, ki jih imenujejo „expressways“. To so večpasovne mestne ceste brez križanja v nivoju, ki vodijo po možnosti po najkrajši poti v poslovna središča mest. Grajene so v pretežni večini na stebrastih konstrukcijah, tako da pod njimi neovirano poteka lokalni mestni promet. Odcepi in priključki so urejeni z betonskimi rampami.

V Detroitu, Los Angelesu, Houstonu in še nekaj drugih velemestih so „expressways“ že zgrajene, v mnogih velemestih pa jih prav sedaj gradijo.

Ko smo bili v ZDA smo imeli priliko ogledati si gradnjo sistema vpadnih cest v Chicagu.

Za sistem ekspresnih cest v Chicagu je predvidena oblika križa, čigar kraka se raztezata od vzhoda proti zahodu oz. od severa proti jugu.

Zdaj gradijo daljši krak križa, ki poteka od vzhoda proti zahodu in se imenuje „Congress Street expressway“. Da so dobili potreben pro-

stor za zgradbo, so porušili skoraj po vsej dolžini ceste ca. 100 m širok pas poslovnih in stanovanjskih zgradb; stroški za to so znašali ca. 50 milijonov dolarjev.

Nekako v sredini mesta je predvideno križanje obeh ekspresnih cest in sicer v štirih nivojih.

3. Velike preglavice dela ameriškim prometnim strokovnjakom tudi problem parkiranja.

V vseh večjih mestih v ZDA so vsi razpoložljivi prostori zasedeni z avtomobili, ki parkirajo prostora pa je še vedno premalo in ga bo vedno manj.

Problem parkiranja v središčih starih mest bi bil sploh nerešljiv, če bi vsi vozači, ki so v mestu zaposleni ali ki imajo v mestu opravke, prihajali z vozili v središče. Odstotek vozil, ki prihaja v središče, je odvisen od velikosti in pomembnosti mesta; čim večje in pomembnejše je mesto, tem manjši je ta odstotek. V Manhattan, ki je poslovno središče New Yorka, prihaja vsak dan 3,5 milijona ljudi, od teh pa uporablja 80% javna prometna sredstva.

Veliko število uslužbencev, ki so zaposleni v središčih, že zaradi visoke takse za parkiranje pušča svoje avtomobile na predmestnih parkingih.

Oblast si prizadeva, da bi zgradila velike garaže oz. parkinge na robovih poslovnih središč in tako preprečila avtomobilom dohod v središča.

Sedaj grade na obodih vseh večjih mest velike garaže v več nadstropjih za parkiranje avtomobilov.

Največje od že zgrajenih so: „The Port Authority Bus terminal“, ki ima tlorisno ploskev 160.000 ft² t.j. 18.000 m², grajena je v 4. nadstropjih; „The New York Union“ motor truck terminal z isto tlorisno ploskvijo in „The Newark Union motor truck terminal“ s tlorisno ploskvijo 72.000 m².

Največji odprt prostor za parkiranje osebnih avtomobilov, katerega smo imeli priliko videti, je pred „Pentagonom“ v Washingtonu, t.j. vojno ministrstvo ZDA, ki ima razen svoje avtobusne postaje še park prostor za več kot 10.000 avtomobilov.

P O L J O R O Č I L O
S KONGRESA AVSTRIJSKEGA „BETONVEREINA“ NA DUNAJU

v dneh 18. do 22. aprila 1956

Poročilo obsega:

- I. Poročila o predavanjih na kongresu.
- II. Poročila o ogledih hidroelektrarn v dolini Kampe, donavske hidroelektrarne Ybbs-Persenbeug. Priključeno je poročilo o ogledu elektrarnskega sistema Kapruna, ki sem si ga ogledal izven kongresnega programa na povabilo soudeležencev našega gospodarskega sveta LRS (DSZGLRS).
- III. Poročila o splošnem vtisu ob ogledu Dunaja in splošnih vtisov potovanja po Avstriji.

I. Predavanja

Dne 18. aprila 1956. popoldne:

Po otvoritvenih besedah prezidenta ing. Tazola sem v imenu našega DGIT po njegovem posebnem naročilu izročil pozdrave. Ostali pozdravni govori so bili menda zaradi pozabljivosti na sporedu šele naslednji dan.

Dr. Fritsch: Električne preiskave betonskih teles

Predavatelj je na slikah pokazal aparature, s katerimi uvajamo med dve točki betonske površine nihalni tok. S pomočjo električne aparature poiščemo s primerjalnim postopkom stanje rezonance, nakar lahko ugotovimo velikost upora in elastični modul betona. Če ima beton gnezda ali razpoke, se upor poveča. S premikanjem dovodov električnega toka lahko ugotovimo položaje nezveznosti v kvaliteti betona. Isto aparaturo je mogoče uspešno uporabljati tudi pri geomehanskih preiskavah: debelina posameznih slojev, kvaliteta slojev, položaj talne vode, kontroliranje injekcijskih učinkov. Posebno pomembne so take preiskave za cestne in letališčne ploščadi, ker z njimi lahko ugotavljamo votla mesta pod tlakovano površino.

Dr. Haas, prof. v Delftu (Holandija): Betonske gradnje v Nizozemski s posebnim oziranjem na vodne zgradbe in obnovo nasipov

V splošnem uvodu je predavatelj poudaril, da uporabljajo beton v Holandiji za vsa vodna dela: podvodne kleti, podvodne podplataste temelje, za kole in začetne stene. Leseni koli imajo samo še zgodovinski pomen in jih ne uporabljajo prav nikjer več. V slikah je pokazal nekaj primerov raznih vodnih objektov, splavnic za ladje. Naj-

vejši poudarek pa je bil na izdelanih kesonih iz ojačenega betona, ki jih pa ne spuščajo pod pritiskom, temveč s prostim padom in izkopom z bagerjem. Na gradbišče jih dostavljajo tako, da je dno v primerni višini zaprto, ter tak keson plava po morju. Sistem kesonov, prilepljenih eden na drugega, je bil najcenejše in najhitrejše sredstvo za zaporo nasipov, ki jih je predela katastrofalna voda. V nadaljnjih slikah je pokazal še gradnjo podrečnega predora v Rotterdamu v odprti gradbeni jami ter primere velikih okroglih gradbenih jam.

Prof. Jose Soto-Burgos, direktor tvrdke Agroman iz Madrida:

Velika betonska dela v Španiji

V prvem delu so bile na vrsti predvsem dolinske pregrade. Izkazalo se je, da je Španija dežela, ki ima najbolj gosto nasejane dolinske pregrade, če izvzamemo Ameriko. Smoter teh ni samo elektrika, temveč v glavnem namakanje polj zaradi rodovitnosti. Na žalost jim 2/3 akumulirane vode zaradi vročega podnebja izhlapi. Težnostnih pregrad je približno 50 %, ostale so svodaste. V medsebojnem razgovoru z njim sem vendar ugotovil, da tehnika grajenja pregrad ni zavzela tiste prefinjenosti, kot jo imajo Francozi in Italijani ter se ji bližajo drugi narodi (Avstrija), temveč so konstruktivno primitivno obravnavane: ločene z vrsto horizontalnih reč, celo dvočlenski horizontalni lokovi. Precej vsiljujejo masovne betone brez dodatka drobnih frakcij.

V drugem delu je avtor pokazal nekaj zanimivosti iz industrijskih, mostnih in visokih zgradb: v industriji prej napete okrogle silose, pri mostovih most Rio Esla, grajen z betoniranim jeklenim ločnim odrom, pri visokih gradnjah izredno visoke nebotičnike, z zanimivimi rešitvami posameznih delov: razporedom reč za dilatiranje le v spodnjih etažah, zgoraj z enotno konstrukcijo, nadalje razpored oken v šahovskem redu zaradi diagonalnih zavetrovanj. Posebni poudarek je bil na genialno zamišljenem trikotnem montažnem predalčju. Sistem dopušča različne kombinacije za večjo ali manjšo nosilnost za različne namene. Ta predalčja so uspešno uporabili za ločni oder mostu Arvida

(240 m), pa tudi za začasne mostove (vojska). I. mam vtis, da je sistem bolj praktičen in ne manj soliden kot so sistemi Wagner in drugi.

Dne 19. aprila dopoldne:

Najprej so se razvrstili zamudniki s pozdravnimi govori.

Ing. Franz Männl: (Newag) Gradbene izkušnje pri vgradnji cevnih mostov

Predavatelj je precej razvlečeno opisoval silne težave ter nesrečo pri tlačnem cevovodu v obliki mostu preko dveh polj čez cesto in potok Genitzbach. Gre za kritične točke na prehodu iz jeklenega cevnega mostu v betonski horizontalni vod v hribu. Betonski vod v globoki skali ni armiran, ob priključku na jekleni cevovod pa delno. Računali so z zemeljskim reakcijskim pritiskom. Na stiku med betonom in jekleno cevjo je nastala drobna razpoka, kljub dilataciji. Skozi drobno razpoko je pritiskala voda, ki je imela precejšen pritisk. V letnem času je bilo vse v redu, čeprav so beležili majhne izgube vode. V zelo hudi zimi pa je površina zemlje tako močno zamrznila, da voda ni imela odtoka. Kaže, da se je okrog cevovoda na tem priključku nabrala ogromna količina vode, ki je raznesla in odnesla hrib. Trenutno zmanjšanje zemeljskega pritiska je po tem razneslo del betonske cevi, medtem ko je jekleni cevovod ostal nedotaknjen, neznatno deformiran. Izbruh vode je odnesel ca. 10 000 m³ hriba, zatrpal potok, cesto in dolino. Okvaro so popravili bolj solidno in z jačjim armiranjem. Pri eksploziji smo si to mesto ogledali.

Ing. Lapajne Svetko: Iz gradbenega ustvarjanja v Sloveniji

V prvem delu sem obravnaval zanimivosti mostnih zgradb: Nadvoz v Žalcu, uporabo visečih ležišč z viaduktom v Stični, slike mostov v Črnomlju in Tribuši, nekaj ploščastih tipičnih mostov in prve primere prej napetih mostov. V drugem delu so bile na vrsti industrijske zgradbe: dvo-ranske zgradbe (v slikah), montažna predalčja, lupinske strehe. Za zaključek objekti, ki jih uporabljajo v elektroenergetski namene: vrste daljnovodnih drogov v Sloveniji s kombinirano montažo, zatvornice na dinamični pogon ter nekaj slik električnih central na vodni pogon.

Dne 19. aprila popoldne:

Ing. Steinbock: Gradnja pregrade na Velikem Mühlendorferskem jezeru

Konkretno gre za betonsko težnostno pregrado v sklopu energetskega kombinata Kreuzek-Reissek

za bazen pod vrhom Reissecka. Poleg vseh podatkov, ki so nam že znani iz kongresa v Vrbi (granulacija, doza cementa, profil pregrade, dovoz gradiva, sistem Kreuzek Reisseck), je bila najzanimivejša točka sistem opažanja z izgubljenimi betonskimi tablam. Betonske table mere ca. 2,0 x 2,0 m izdelujejo v tovarnah v dolini ter dovajajo izdelane na gradbišče. Za opore imajo posebne betonske armirane tramove, ki jih zapičijo in pritrde na spodnji že vbetonirani analogni kos, tablo pa privežejo na te betonske pokončne tramove. Vse skupaj zabetonirajo. Sama uporaba betonskih opažev je nedvomno gospodarna in je znana s pregrad la Girotte, pri nas so jo uporabili deloma v Medvodah. Posebno podrobno so obravnavali primer izdelave tabel in njih pritrditvev na drogove.

Dr. Machatti (tvrška Rella): Uporaba postopka BEVR za vnaprejšnje napenjanje v Avstriji!

Bistvo švicarskega postopka BEVR je v sidranju jeklenih strun ali tankih jeklenih profilov (\varnothing 5 mm) v zaključne debele jeklene plošče s kovičenjem. Napenjanje opravijo s centrifugalno pumpo, katere sidro je s svornikom pritrjeno v zaključno debelo pločevino. Sistem je nedvomno soliden, čeprav ne najcenejši in tudi ne najpreprostejši. Za primere je avtor navedel zelo drzni okvirni most razpona ca. 90,0 m v Ebemsfeldu. Sledilo je seveda tudi nekaj drugih primerov.

II. Eksurzije

Ogled hidravličnega sejanja gramoza po sistemu Rheax.

Dne 19. aprila nas je v jutranjem času nekaj pred začetkom predavanj zastopnik tvrške Rheax povedel v ca. 45 km oddaljeno gramoznico silikatnega gramoza, da bi si ogledali sejalne naprave hidravličnega sistema Rheax. Drobna zrna se ne sortirajo mehanično, temveč z izpiranjem. Tak postopek je cenejši, saj porabi za 1 m³ gramoza le 1 kilowatno uro. Prednost je v čistoti in zanesljivosti rezultatov. Postopek pride v poštev predvsem tam, kjer odpirajo velike gramoznice v razne namene. V konkretnem primeru uporabljajo drobni material (ca. od pol mm do 2 mm) za livarski pesek, grobeža pa odvažajo za betoniranje. Take naprave imajo tudi sodobne tovarne za betonske izdelke ter velika betonska gradbišča (Ybos-Persenbeug). Ta ogled so napravili prav za nas tri, udeležence iz Ljubljane, ne za ostale.

Ogled vodosilnih naprav reke Kamp:

Dne 20. aprila je bil določen za ogled vodosilnih naprav reke Kamp (severno od Donave). Količina vode je majhna (kot pri nas Kamniška Bistrica, ali celo manjša), padec srednji, pač pa zelo ugodna temeljna tla, (vodonepropustni fliši). V celoti gre za tri stopnje: spodnja, Thurnberg, je zemeljska pregrada, ki ima severni zaključek preko obstoječega korita izdelan v betonu s prelivom, vtokom in zatvornicami. Nabijanje pregrade, grajene v gramozu, so izvedli tako dovršeno, da posedanje 12 m visoke pregrade ni zneslo več kot 9 mm. Vodna stran je obložena z vodonepropustnimi ploščami iz bazena, ker niso dobili primernege ilovnatega gradiva. Stiki med betonskimi površinskimi ploščami so zadelani z IGAS kitom. Stik betonskega dela z zemeljsko pregrado so naredili tako, da so nazobčali beton: to je popolnoma v redu. Sledeča višja stopnja Dobra s centralo v Krumau je zgrajena v obliki ločne pregrade cilindrične oblike z ravnimi notranjimi in zunanji tvornicami. Ing. Petzny (Čeh) nam je razložil sistem injiciranja reg med posameznimi bloki pregrade. Namen tega injiciranja ni le zagostiti rege, temveč predvsem regulirati napetosti. Najprej injicirajo rege z vodo, ko pa dobimo v vseh regah ustrezajoči pritisk, zapolnijo rege s cementnim mlekom. Pod to pregrado je tudi cevovod, na katerem se je zgodila omenjena nesreča, ker se je porušil temeljni hrib ob mostu cevovoda. Tretjo stopnjo Ottenstein še gradijo. Oblika pregrade ima kupolasto (dvojno) krivino, s čimer bo pri manjših kubaturah še zvišana stopnja varnosti. Tudi pri tej pregradi bodo imprimirali rege. Električna centrala bo tik pod to najvišjo pregrado. Betoni vseh pregrad imajo temeljito preštudirano granulacijo z največjim premerom zrn 12 cm. Poraba cementa je okrog 210 kg/m³ za vse tri tipe. Pri drobnejših zrnih je več cementa. Povsod dodajo Frioplast v znesku ca. 4 % cementa. Seveda smo si ogledali naprave za pripravljanje betona: silose za sortimente gramoza, betonarno sistem Voegele (à la Johnson).

Ogled vodosilne naprave Ybbs-Persenbeug v gradnji.

Objekt je v posebnem predavanju razložil ing. Böhrer. Dne 21. aprila 1954. v Ybbsu. Zgodovina pripravljalnih del je pestra. Nad 6 dobro pripravljenih konceptov se je moralo umakniti dokončnemu, da ne govorim o manj pomembnih variantah. Končno osvojena rešitev ima od levega brega proti desnemu: dve splavnici, à 24 m, nato eno strojnico s tremi agregati, nato 5 pretočnih polj po 50-m razpona, nakar sledi ob

desnem bregu še ena strojnica s tremi agregati. Samo za arhitektonsko oblikovanje je pri končno osvojeni dispoziciji tekmovalo 28 arhitektov. Višina objekta ca. 14,0 m, kapaciteta posamezne turbine 350 m³ na sek. celotna kapaciteta 2300 KW.

Objekt gradijo v suhi jami, kot pri nas na Dravskih elektrarnah. Stavbna jama je povsod ograjena z jeklenimi zagatnicami (Larsen, Hoesch), ob obali z enojnim zidom z nasipom, v globini z dvojno zagatno steno z vezni in vmesnim nasipom, v deročem toku s celično pregrado, sestojčo iz okroglih celic. Težav ni bilo, ker je vodstvo imelo že izkušnje z Johnsteina. Gradbišče je opremljeno z enim Kabelkranom, dovoznimi mostovi in cestami za avtotransport v gradbene jame ter velikim številom navadnih žerjavov. Betonska tovarna dobiva že sortirani material z obrežja. Na vsakem bregu je ena taka tovarna z lastnim Voegele strojem kapacitete 1,2 do 1,5 m³ na minuto. Maksimalna zrna 120 mm, doza cementa 210 kg/m³ s Frioplastom, trdnost ca. 300 kg/cm². Pri drobnejših zrnih več cementa. Lastni laboratorij opravlja vse vrste preiskav, zlasti velik pomen polaga na zmrzovalne preiskave.

Ogled vodosilnega sistema Kaprun.

Na povabilo naših udeležencev gospodarskega sveta LRS sem se priključil ogledu Kaprunskih vodosilnih naprav v ponedeljek dne 23. aprila izven programa Betontagung. Vodstvo elektrarn nam je šlo zelo na roke, tako s prevoznimi sredstvi kot osebjem za tolmačenje objekta, vse po priporočilu ljubljanskega ELES. Ogled je trajal ves dan od jutra do večera. Zaradi pomladnega časa in nevarnosti lavin smo mogli potovati do Limberg pregrade le po rovu (1,5 km ravnega rova + ca. 800 m pod 40° naklonjenega dvigala + ca. 700 m ravnega rova v višini 1600m) V Limberg pregradi smo si ogledali: gigantsko pregrado ca. 120 m višine, pol milijona m³ betona, ter strojno-črpalno napravo. Na isti osi so po vrsti nameščeni: turbina, generator ter v podaljšku z novo osjo črpalka. V celem sta dva taka agregata. Vrh pregrade smo dosegli s poševnim dvigalom v predoru. Nadaljnjo pot do gornjih pregrad smo premagali v dolžini 2 km z avtomobilom v predoru, nadalje 1500 m z novo žičnico. Gornji dve pregradi Mosersperre (deloma ločna) ter Drosselsperre (čisto ločna) imata vsaka tudi po pol milijona m³ betona. Pri vsaki stopnji je nastalo jezero, ki vsebuje 86 milijonov m³ vode, kar predstavlja tipičen sezonski akumulacijski bazen. Trenutno sta bila oba bazena zaradi ostre zime izkoriščena do dna ter se bosta polnila do jeseni. Na zgornji stopnji smo si ogledali v skali zgrajeno črpalno postavo

jo, ki leži dejansko do 70 m pod gladino najvišjega stanja bazena v Moserbodnu. Črpalna naprava dopušča sledeče kombinacije:

a) Polnjenje Moserbodna pri nizki vodi z vodo iz Pasterze (Margaritzensperre) brez črpanja po gravitaciji.

b) Isto polnjenje s pomočjo črpalne naprave pri visokem stanju Moserbodna.

c) Izpuščanje vode iz Moserbodna in Margaritze skupaj v spodnji bazen za pridobivanje energije v Limberški elektrarni.

d) Prečrpavanje vode iz Limberške elektrarne od spodnjega Wasserfallbodna v zgornji Moserboden pri viških energije za akumulacijo. Povratek, šli smo po isti komplicirani poti do doline, je nudil še ogled spodnje glavne Kaprunske elektrarne z instaliranimi Peltoni v 4 agregatih s skupnim učinkom 220.000 k2.

Splošni vtisi.

Kongresa so se poleg velikega števila avstrijskih inženirjev udeležili tudi posamezni člani iz drugih držav: 1 Šved, 1 Holanec, 1 Španec, ter nekaj Slovencev in nekaj Čehov. Organizacija vseh predavanj in ogledov je delovala vzorno, pri čemer ni bilo čutiti prisilnega ali pretiranega reda. Lahka pa stvar ni bila, saj je bilo na ogledu Ybbsa na primer preko 300 udeležencev, tako da so nas morali razdeliti v 7 skupin po 40 oseb z različnimi vodniki. Odnosi do nas so bili prijetni, saj večina udeležencev pozna naše kraje, bodisi osebno izpred vojne, bodisi preko znancev ali sorodnikov. Skupna oskrba na potovanjih je bila odlična, tako da tudi ni manjkalo prijetnega razpoloženja.

V času Betontagung na Dunaju sem si v skrajno skromnem času skušal dobiti tudi nekaj vtisov o samem mestu, čeprav le bežnih. Ogledal sem si urbanistično zasnovo mesta, ureditev prometa, ki bo pa v nekaj letih že naletel na težave zaradi prenatrpanosti avtomobilskega prometa. Od zunaj sem si utegnil ogledati tudi nekaj znamenitih stavb ob Ringu (Opera, Parlament, Dvor, Burgtheater, Muzeji, Votivna cerkev) ter v notra-

nosti mesta (slovita Zaherlova hiša, od našega umetnika Plečnika, nadalje Westbahnhof). Nismo zamudili ogleda nekaj mostov čez Kanal ter znanege veseljšča za otroke v Pratru.

Če primerjam način tehniškega dela pri njih in tudi način tamkajšnjega življenja z našim, bi si dovolil poudariti sledeče vtise: Izrednja štednja vseskozi, pri čemer prevladuje pri vseh delih načelo: čim preprostejše, čim varnejše a tem boljše in cenejše. Tudi estetske vtise hočejo doseči s preprostimi, a včasih zelo okusnimi sredstvi. Delo v splošnem jemljejo resno in trdo delajo ves dan, vendar je v splošnem plačilo za naše razmere zelo visoko, standard pa ima rapiden vzpon. Življenjska raven se je od nekaj let nazaj silno dvignila. Počitniška potovanja posamič ali v skupinah, in to z rodbinami, po evropskih deželah že za povprečnega dobrega uslužbenca niso nekaj izrednega. Delavci se hitro motorizirajo, največ z motocikli, specialisti segajo že po avtomobilih. Trda življenjska borba se izraža tudi v izredni ljubeznivosti in naklonjenosti, ki smo je bili deležni tudi kot gostje, od katerih niso mogli pričakovati nobene zasluzka. Nadaljnji dokaz varčnosti je to, da si skoraj nihče ne dovoli daljše večerne zabave, ker se boji, da bi bil drugi dan pri delu utrujen: lokalni se začno ob 10 uri že prazniti, ob 11 uri preneha godba, ob 12 uri je le še tretjina miz zasedenih, o polnoči se lokal zapre in to v soboto. Zato pa kratke urice zabave živahneje izkoristijo. Pristrčno dobro voljo, ter nemoteno živahnost dokazujejo glasni nasmehi pri posameznih omizjih, tudi pri slovesnih banketih, ter petje med plesom. Ti veseli vtisi pa nas ne smejo odvrniti od resne impresije, ki jo je napravila na nas skupina Kaprunskega sistema elektraren, polna ogromnih trudov in tudi znatnih življenjskih žrtev v težavnih alpskih okoliščinah.

KRAMPI IN ROVNICE

Tehnični podatki:

	teža v dkg
kramp nemške oblike; kramp z visokim ovalnim ušesom; kramp z italijanskim ovalnim ušesom	200 do 300
kramp podbijač z visokim ovalnim ušesom	250 do 350
madžarska rovnica, ozka	80 do 140
„ „ polširoka	80 do 180
„ „ široka	120 do 200

Material: Je 60,11.

Proizvode izdeluje

TOVARNA
KOVANEGA ORODJA

Kamnik

TESLE

Tehnični podatki:

	teža v dkg
plošnata tesla	60—100
srbska tesla (št. 0, 1 in 2)	40—60
vinkovška tesla	60—100
plošnata ukrivljena tesla	70—100
hrvatska kesera	70—100

Material: Je C 45,61.

Proizvode izdeluje

TOVARNA
KOVANEGA ORODJA

Kamnik

KLADIVA

Tehnični podatki:

	teža v dkg
zidarsko kladivo (italijanska oblika)	70—100
kovaško kladivo	300—900
ključavničarsko kladivo	100—200

Material: Je OC 80.

Proizvode izdeluje

TOVARNA
KOVANEGA ORODJA

Kamnik

SEKIRE

Tehnični podatki:

	teža v dkg	teža v dkg
kranjska (cepilka in široka sekira); bosanska; slavonska; madžarska; liška sekira, graničarska; srbska sekira	50—250	tesarska sekira 60—140
slavonska klipača	120—250	manarinska sekira 140—200
madžarska (široka) sekira	60—250	širočka slavonska sekira (desna); madžarska bradlja 90—140
istrska; debrecinska; bljelovarska sekira	60—200	širočka bosanska sekira; širočka hrvatska sekira; širočka graničarska sekira 70—120
istrska sekira	180—220	široka kljuka 90—150
šimonska sekira (zagrebška)	40—80	tesarska širočka velika (dolžina lista: 32—44 cm) sekira 250—350
ročna sekira	40—100	dvostranska plankača 120—280

Material: Je C 45,61

Proizvode izdeluje TOVARNA KOVANEGA ORODJA Kamnik

BAKRENA PLOČEVINA

Cu 5, Cu 3

TEHNIČNI PODATKI:

baker: elektrolitni (99,5 Cu); rafinirani (99,75 Cu). — Stanje: mehko žarjeno (V/0); poltrdo vlečeno ali valjano (tudi žarjeno) (V/2); trdo vlečeno ali valjano (V/1); peresno trdo vlečeno ali valjano (P).

Mehanske lastnosti:	Debeline mm	Trdnost kg/mm ²	Raztezek %	Trdota kg/mm ²
V/0	vse	21	32	40
V/2	do 6	25	10	60
V/1	do 2	30	4	80
P	do 1	37	2	90

Maksimalne dimenzije: 1200×2500×0,5—1; 1200×3000×1—4,5; 1200×5000×4,5—6; 3000×5000× nad 6.
Spec. teža: 8,9; trgovski format: 0,5 do 4,5×1000×2000; teža 4,45—178 kg/m²; debeline 0,5—20 mm.

Proizvod izdeluje: »IMPOL«, tovarna metalnih polizdelkov, Slovenska Bistrica

BAKRENA PLOČEVINA

ACu 1

TEHNIČNI PODATKI:

baker: legiran z arzenom (99 % Cu, 0,2 % As)
stanje: stiskano.

Mehanske lastnosti:	Debeline mm	Trdnost kg/mm ²	Raztezek %	Trdota kg/mm ²
	do 50	22	38	40

Sp. teža: 8,9; trg. format: 0,5—4,5×1000×2000; teža 4,45—178 kg/m²; deb.: 0,5—20 mm.

Proizvod izdeluje:

IMPOL

Tovarna metalnih polizdelkov
Slovenska Bistrica

MEDENINASTA PLOČEVINA

Ms 63, Ms 72, Ms 90

TEHNIČNI PODATKI:

Medenina: trgovska (63% Cu); za naboje (72% Cu); rdeča (90% Cu).

Stanje: mehko žarjeno (V/0); poltrdo vlečeno ali valjano (tudi žarjeno) (V/2); trdo vlečeno ali valjano (V/1); peresno trdo vlečeno ali valjano (P).

Mehanske lastnosti:	Debeline mm	Trdnost kg/mm ²	Meja plast. kg/mm ²	Raztezek %	Trdota kg/mm ²
V/0	do 6	24—29	10—11	40—45	50
	72% vse				
V/2	do 4,5	32—35	16—18	25—30	70—75
	90% do 6				
V/1	do 2	40—43	28—30	10—15	90—100
	63% do 4,5				
P	do 2	45—52	—	5—8	125—130
	90% do 1				

Maksimalne dimenzije: 1200×2500×0,5—1; 1200×3000×1—4,5; 1200×5000×4,5—6; 3000×5000× nad 6.
Spec. teža: 8,5; trgovski format: 0,5—4,5×600×2000; teža: 4,25—170 kg/m²; debeline: 0,5—20 mm.

Proizvod izdeluje: »IMPOL«, tovarna metalnih polizdelkov, Slovenska Bistrica

MEDENINASTA PLOČEVINA

Ms 58 in Ms 60

TEHNIČNI PODATKI:

Medenina: rumena (60% Cu); avtomatska (58% Cu).

Stanje: stiskano (S); mehko žarjeno (V/0); poltrdo vlečeno ali valjano (tudi žarjeno) (V/2); trdo vlečeno ali valjano (V/1).

Mehanske lastnosti:	Debeline mm	Trdnost kg/mm ²	Meja plast. kg/mm ²	Raztezek %	Trdota kg/mm ²
S	vse	34—40	11—18	18—30	70—80
V/0	vse	34—37	11—14	25—30	70—80
V/2	do 4,5	41—44	20—21	10—15	95—105
V/1	do 2	48—51	40	5—10	125

Maksimalne dimenzije: 1200×2500×0,5—1; 1200×3000×1—4,5; 1200×5000×4,5—6; 3000×5000× nad 6.
Spec. teža: 8,5; trgovski format: 0,5 do 4,5×600×2000; teža 4,25—170 kg/m²; debeline 0,5—20 mm.

Proizvod izdeluje: »IMPOL«, tovarna metalnih polizdelkov, Slovenska Bistrica