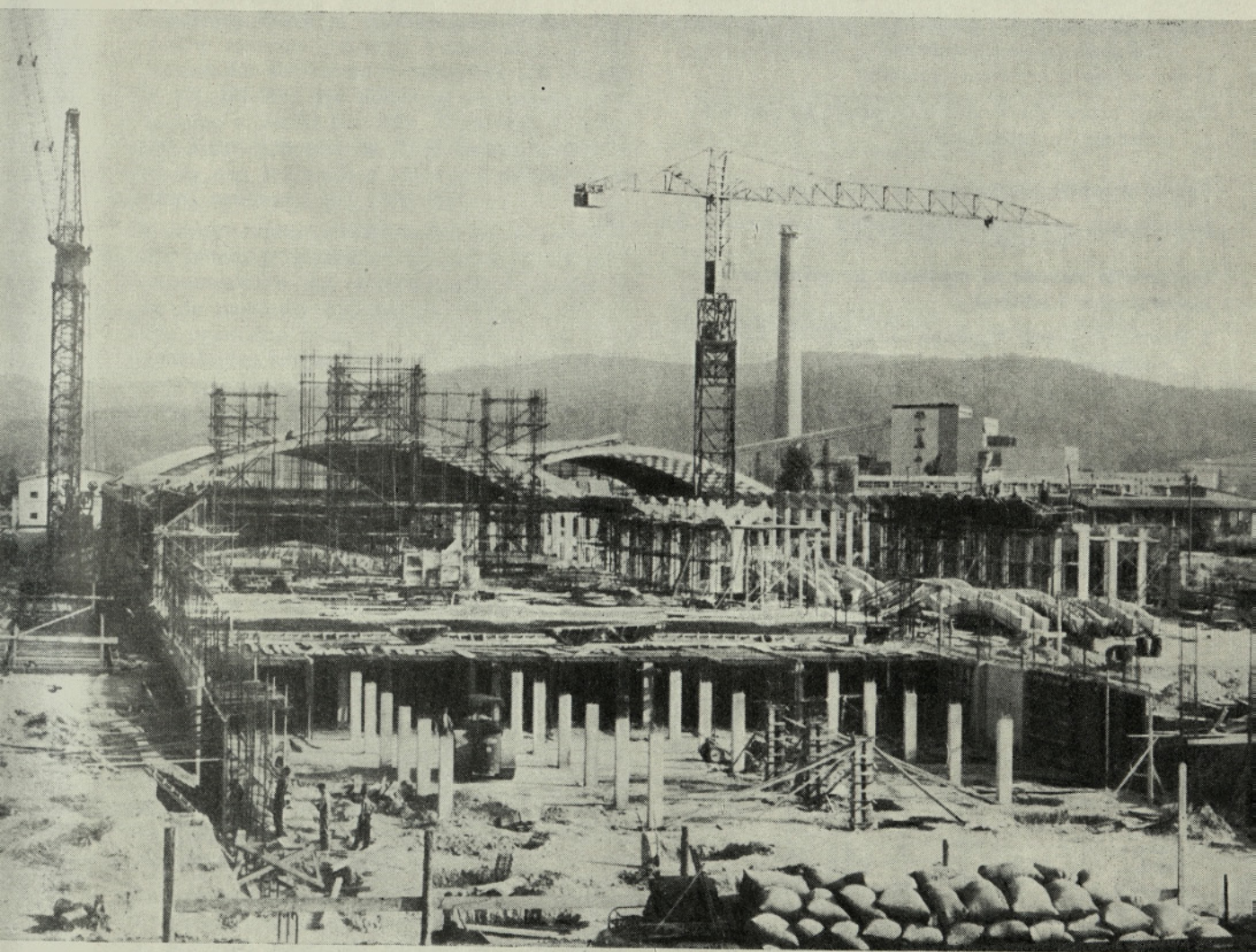


GRADBENI VESTNIK

LETO XV

AVGUST-SEPTEMBER 1966

ŠTEVILKA **8-9**



GRADNJA SKLADIŠČNE HALE "A" V JAVNIH SKLADIŠČIH V LJUBLJANI. DOLŽINA OBJEKTA 308 m, RAZPON 2×30 m — IZVAJALEC SGP "SLOVENIJA CESTE" LJUBLJANA

VSEBINA

† Carmen Jež-Gala, dipl. inž. in Franjo Sliber, dipl. inž.:
Plastostatična analiza in dimenzioniranje jeklenih
okvirov 153

† C. Jež-Gala in F. Sliber: Plastic analysis and
design of steel frames

Ervin Prelog, dr. inž.: Horizontalna obremenitev stena-
stih objektov z odprtinami (nadaljevanje in konec) 162

E. Prelog: Horizontal loading of wall structures
with openings

Vesti

Ustanovna skupščina jugoslovanskega društva za meha-
niko skale in podzemna dela 161

Posvetovanje o gradbeni regulativi 174

Simpozij o uporabi sodobnih dosežkov na področju
materiala in konstrukcij

Gradbeni center Slovenije

Koordinacija pri industrijski gradnji stanovanj v SRS 175

Informacije Zaveda za raziskavo materiala in konstrukcij v Ljubljani

J. Repinc, dipl. inž.: Uporaba radioaktivnih izotopov pri
meritvah na nasipih 177

Odgovorni urednik: Sergej Bubnov, dipl. inž.

Uredniški odbor: Janko Bleiweis, dipl. inž., Lojze Blenkuš, dipl. inž., Lojze Cepuder, Vladimir Cadež, dipl. inž., prof.
Bogo Fatur, Marjan Ferjan, dipl. inž., Vekoslav Jakopič, dipl. inž. arh., Hugo Keržan, dipl. inž., Maks Megušar, dipl.
inž., Bogdan Melihar, Mirko Mežnar, dipl. inž., Bogo Pečan, Boris Pipan, dipl. inž., Marjan Prezelj, dipl. inž., Dragan
Raič, Franc Rupret, Vlado Sramel, dipl. inž.

Revijo izdaja Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov za Slovenijo, Ljubljana, Erjavčeva 15, telefon 23-158. Tek. račun pri
Narodni banki 503-608-109. Tiska tiskarna »Toneta Tomšiča« v Ljubljani. Revija izhaja mesečno. Letna naročnina za
nečlane 15.000 dinarjev. Uredništvo in uprava Ljubljana, Erjavčeva 15.

Plastostatična analiza in dimenzioniranje jeklenih okvirov

DK 624.046:624.014.2

I. Uvod

V zadnjih časih si plastostatika vedno bolj utira pot v zasnovo jeklenih konstrukcij. O tem priča inozemsko strokovno slovstvo [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8] itd., živ dokaz pa so mnoge izvedene zgradbe v Veliki Britaniji, Združenih državah Amerike, Južni Ameriki itd. Tudi domači strokovni časopisi so nas seznanili z razvojem plastostatike in njenimi osnovami [9], [10], [11].

Če obravnavamo jekleno konstrukcijo iz vidika varnosti, potem je plastostatičen račun »pravičnejši« do konstrukcije, saj zajema nosilnost konstrukcije vse do nastanka kinematične verige, ko konstrukcija praktično odpove. V primerjavi s prvim pa plastostatičen račun določa varnost glede na nastop meje elastičnosti materiala v kritični točki enega samega prereza konstrukcije. Vendar v obeh primerih govorimo le o globalni varnosti statično obremenjenih konstrukcij. Presoja varnosti glede na utrujanje, krhki lom, nestabilnostne pojave, zahteva posebne raziskave.

Prav tako nismo upoštevali drugega važnega vidika — funkcionalnosti konstrukcije. Zavedati se moramo, da so lahko deformacije pri konstrukciji, ki je bila dimenzionirana po načelih plastostatike, čeprav so pri delovni obtežbi običajno še v elastičnem območju, mnogo večje kot pri konstrukciji, ki je bila dimenzionirana po načelih elasto-statike. Vprašanje deformacij je lahko včasih odločilno in zato naletimo v zadnjih letih na vedno več poskusov, da bi že pri zasnovi konstrukcije izhajali iz omejitve ekstremnih vrednosti deformacij [12], [13], nato pa preverili varnost konstrukcije, upoštevajoč plastostatiko.

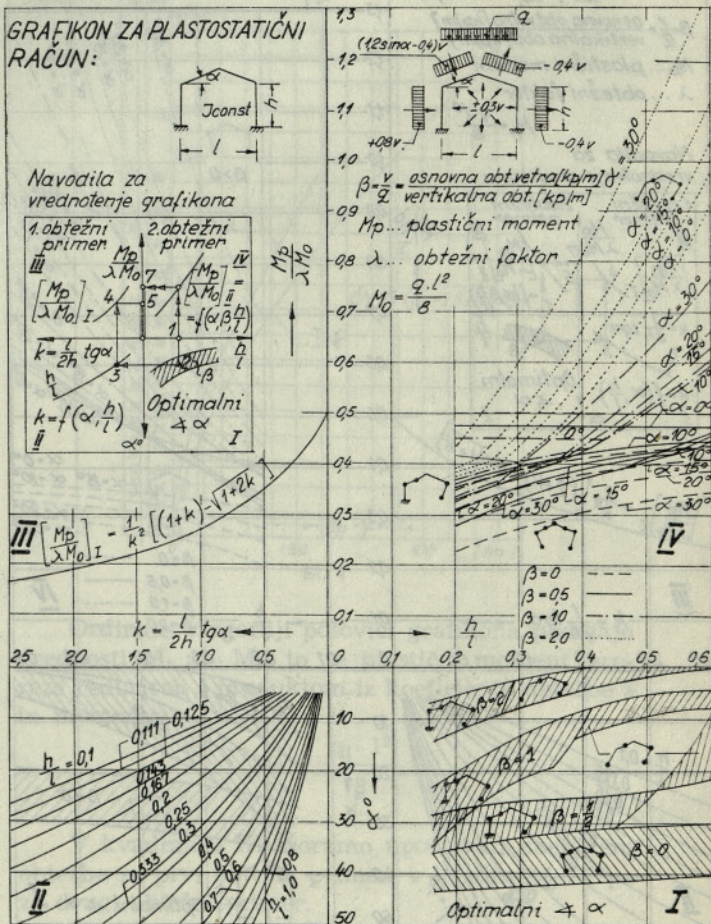
Pri plastostatičnem računu izraža koeficient obtežbe (koeficient varnosti) razmerje med obtežbo, ki povzroči nastanek kinematične verige — maksimalna kritična obtežba — in delovno obtež-

Uredništvo objavlja to študijo, katere glavni avtor je pokojna docentka dipl. inž. Carmen Jež-Gala. Študija, ki je na visoki znanstveni ravni, bo zanimala morda le ožji del bralcev Gradbenega vestnika. Vendarle je uredništvo smatralo za potrebno, da v celoti objavi to delo prezgodaj umrle znanstvenice, katere ga je namenila za objavo prav Gradbenemu vestniku.

† CARMEN JEŽ-GALA, dipl. inž. - FRANJO ŠLIBER, dipl. inž.:

bo. Velikost predpisanega koeficienta obtežbe ni enoveljavna. Tako je na primer zanimiv predlog [14], naj bi za različne kombinacije obtežb upoštevali različne koeficiente obtežbe, in sicer:

- a) maksimalna kritična obtežba =
= 2-krat stalna teža +
+ 2-krat koristna obtežba,
- b) maksimalna kritična obtežba =
= 1,5-krat stalna teža +
+ 2,5-krat koristna obtežba,



- c) maksimalna kritična obtežba =
 = 1,5-krat stalna teža +
 + 1,5-krat koristna obtežba +
 + 1,5-krat veter.

Amerikanski predpisi [8] navajajo za prvi obtežni primer (stalna + koristna obtežba) koeficient obtežbe $\lambda_I = 1,85$, a za drugi obtežni primer (stalna + koristna obtežba + veter) $\lambda_{II} = 1,4$. Podobno predpisujejo tudi britanski predpisi [15] koeficiente $\lambda_I = 1,74$ in $\lambda_{II} = 1,4$.

Če bi izhajali iz enakih vidikov kot v gornjih predpisih, bi za naše INP in JI profile, ki imajo poprečno vrednost za koeficient adaptacije $\psi \approx 1,17$, ugotovili koeficienta obtežbe

$$\lambda_I = \frac{\sigma_e}{\sigma_{dop I}} \cdot \psi = 1,76, \quad \lambda_{II} = \frac{\sigma_e}{\sigma_{dop II}} \cdot \psi = 1,56,$$

upoštevajoč pri prvem obtežnem primeru koeficient varnosti glede na mejo elastičnosti 1,5, pri drugem pa 1,33 [16].

II. Grafikoni za plastostatično analizo in dimenzioniranje okvirov

1. Splošno

Čeprav se odlikuje plastostatičen račun konstrukcij po jasnosti in preprostosti, saj s pravilno inženirsko presojo o obnašanju konstrukcije vse do nastanka kinematične verige ter z malo vaje, ni težko zadeti odločilni »porušni mehanizem«, vendar lahko postane delo zamudno, če moramo upoštevati veliko obtežnih primerov. Pri plastostatičnem računu žal ne veljajo več zakoni superpozicije, ki jih upoštevamo pri elastičnem delovanju konstrukcije.

Izdelani grafikoni (slika 1 in 2) pa omogočajo hiter račun okvirov, ki imajo vpete ali členkaste noge, za poljubno razmerje višine nog proti razpetini okvira (h/l), za poljuben nagib strešine (α^0) in za poljubno razmerje osnovne obtežbe vetra proti vertikalni obtežbi ($\beta = \frac{v}{q}$), ki pridejo v praksi v poštev.

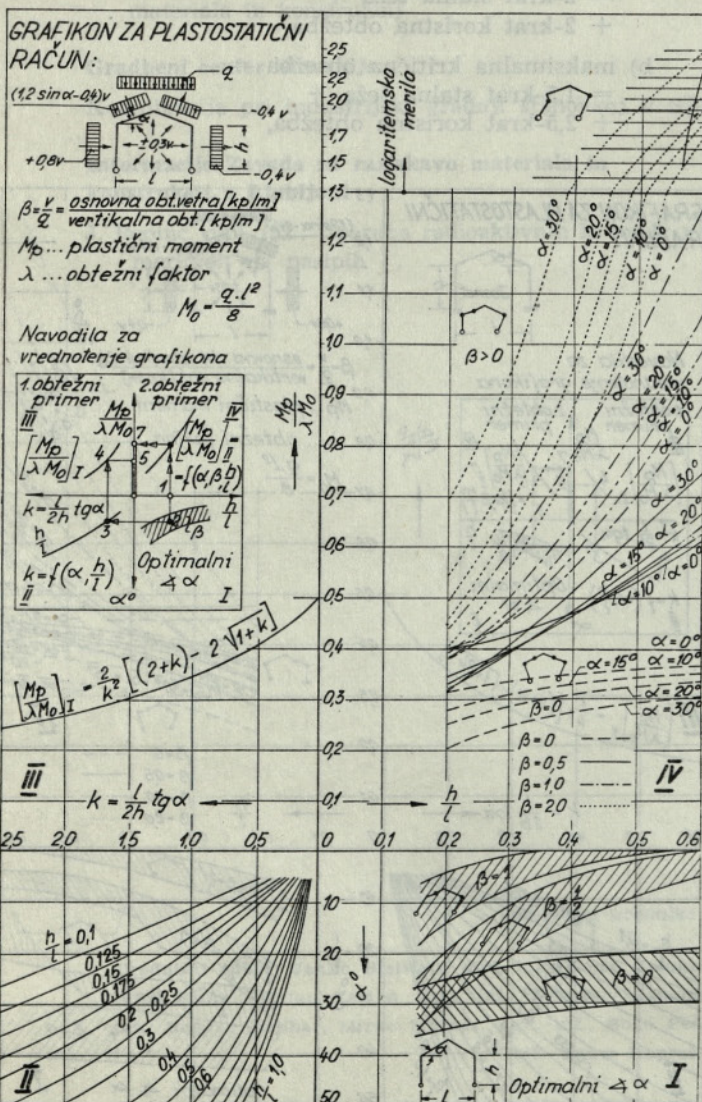
Plastostatičen račun okvirov smo izvedli po Bakerjevi metodi [1]. Z razrešitvijo sistema linearnih enačb, ki izražajo pogoj, da mora biti na mestih plastičnih členkov upogibni moment zaradi obtežbe na statično določenem osnovnem sistemu in statičnih nedoločenk enak plastičnemu momentu prereza, dobimo iskano vrednost plastičnega momenta M_p . Dasi pri zvezni obtežbi mesta plastičnega momenta pod zvezno obtežbo ne poznamo, lahko nastavimo pogoj, tako da je M_p še vedno funkcija od x ali y (tj. mesta plastičnega členka) in končno upoštevajoč, da je M_p največji upogibni moment, ki lahko v določenem prerezu nastopi, določimo s pomočjo

$$\frac{dM_{p(x)}}{dx} = 0 \quad \text{ali} \quad \frac{dM_{p(y)}}{dy} = 0$$

mesto plastičnega členka pod zvezno obtežbo in nato velikost M_p . Raziskali smo vse porušne mehanizme, ki bi lahko prišli v poštev za različne kombinacije obtežbe. Pri tem smo upoštevali konstanten prerez za cel okvir ($J_{st} = J_{pr}$). Prav tako smo izpeljali enačbe za okvir z vutami (glej dodatek).

Pri analizi okvira je odločilen tisti mehanizem, za katerega smo ugotovili najmanjšo vrednost koeficienta obtežbe λ (koeficienta varnosti).

Za dimenzioniranje okvira pa je odločilen tisti mehanizem, ki da največjo vrednost plastičnega momenta M_p . Ker je plastični moment pri idealno elastičnem — idealno plastičnem materialu karakteristika prereza, ki je odvisna samo od meje elastičnosti,

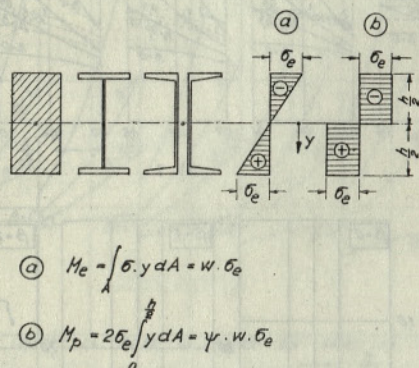


stičnosti materiala, lahko določimo potrebni odpor-
nostni moment prereza iz pogoja

$$M_p = \psi \cdot W \cdot \sigma_e$$

Pri tem je ψ znani koeficient plastične adap-
tacije prereza (sl. 3).

Med delom smo naleteli na članek [18], ki
podaja diagrame za sovisnost med L/h in M_p za
okvir z nagibom strešine 15° in $22,5^\circ$ samo za eno



Sl. 3

vrednost osnovne obtežbe vetra ($\sim 70 \text{ kp/m}^2$) in za
vertikalno obtežbo 30 do 80 kp/m^2 .

2. Opis grafikonov

Grafikona za plastostatični račun obojestransko
vpetega in členkastega okvira (sl. 1 in 2) pri-
kazujeta sovisnost med značilnim razmerjem okvira
 $h/1$ in plastičnim momentom M_p ter optimalnim
nagibom strešine α^0 okvira za različna razmerja
med osnovno obtežbo vetra in vertikalno obtežbo
 q . Pri obtežbi vetra so upoštevani koeficienti oblike
za okvir, kot jih predpisujejo naši novi predpisi
[16], in poleg vpliva vetra z zunanje strani je
upoštevani tudi pritisk oziroma sesanje z notranje
strani (shema na sl. 1 in 2).

Odnos $\beta = 0$ ponazarja primer, ko imamo samo
vertikalno obtežbo. Za ta primer je bila podrobneje
raziskana sovisnost med lastno težo okvira in na-
gibom strešine oziroma med lastno težo okvira in
leg ter nagibom strešine, upoštevajoč različna raz-
merja $h/1$, različne obtežbe q in različne razstoj-
e med okvirji. Izkazalo se je, da dobimo dovolj dobro
aproximacijo, če upoštevamo kot parameter samo
razmerje $h/1$. Iz slike 4, ki prikazuje težo INP in
[[v odvisnosti od plastičnega momenta M_p teh
profilov, razvidimo, da lahko to sovisnost poeno-
stavimo z linearnim zakonom, če se ne oziramo na
najmanjše profile, ki praktično itak ne pridejo v
poštev. Pri raziskavi optimalnega nagiba strešine
smo zato izhajali iz pogoja minimuma za plastični
moment

$$\frac{dM_p}{da} = 0$$

V prvem kvadrantu grafikona (sl. 1 in 2) je
za različne vrednosti β prikazano področje naj-
ustrežnejših kotov α . Če izbiramo nagib strešine
(α^0) v ustreznem šrafitiranem področju, se vrednost
za plastični moment M_p le zelo neznatno spreminja
(manj kot 3 %). Vrisane so tudi sheme odločilnih
porušnih mehanizmov za določena področja.

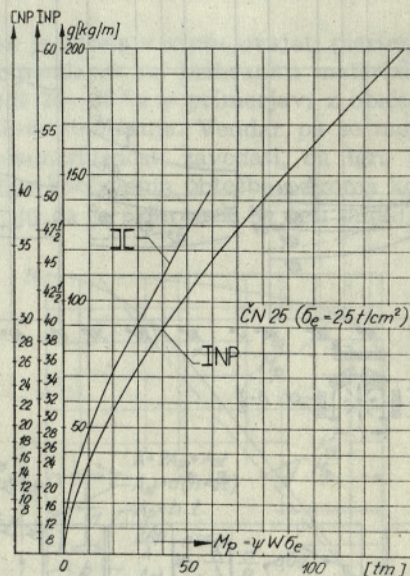
Grafikona za plastostatičen račun obojestransko
vpetega in členkastega okvira služita za analizo
in dimenzioniranje, pri tem pa podajata vse sovis-
nosti v brezdimenzionalnem koordinatnem sistemu.

Pri analizi okvira ugotavljamo za znane podat-
ke $h/1$, in $\beta = \frac{v}{q}$, ali je koeficient obtežbe λ_I za prvi

obtežni primer ($\beta = 0$) in λ_{II} za drugi obtežni pri-
mer ($\beta = 0$) večji ali vsaj enak predpisani varnosti.

Pri dimenzioniranju okvira pa iščemo potrebni
profil (oziroma M_p prereza), da bo okvir nosil obe-
težbo s predpisano varnostjo. Za prvi obtežni pri-
mer ($\beta = 0$) preidemo iz kvadranta I, upoštevajoč
karakteristike okvira $h/1$ in α^0 , preko kvadranta II
v kvadrant III (kakor to prikazujejo puščice na
shemi grafikona) in odčitamo ustrezno ordinato
krivulje.

Za drugi obtežni primer ($\beta = 0$) pa ugotovimo
ordinato za ustrezni $h/1$, α^0 in β v kvadrantu IV.



Sl. 4

Ordinate v zgornji polovici grafikona podajajo
vrednosti $M_p : \lambda \cdot M_0$, to je plastični moment pre-
reza reduciran s produktom iz koeficienta obtežbe λ
in momenta

$$M_0 = \frac{q \cdot l^2}{8}$$

V kvadrantu III moramo upoštevati koeficient
obtežbe za prvi obtežni primer, v kvadrantu IV pa
za drugi obtežni primer.

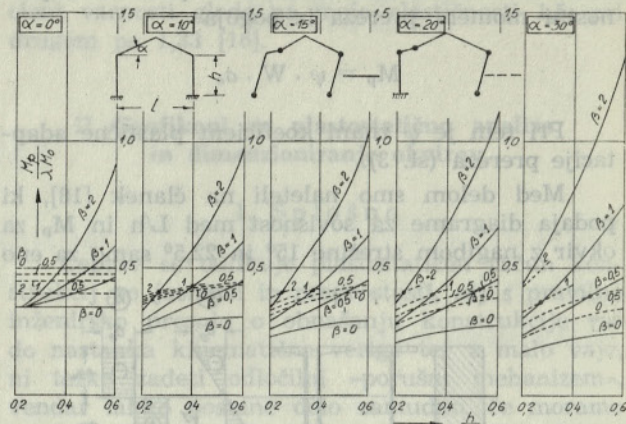
V sliki 1 in 2 so vrisane v območju za $h/1$
od 0,2 do 0,6 krivulje za vrednosti

$\beta = \frac{v}{q}$	0	0,5	1,0	2,0
α^0	0	10°	15°	20° 30°

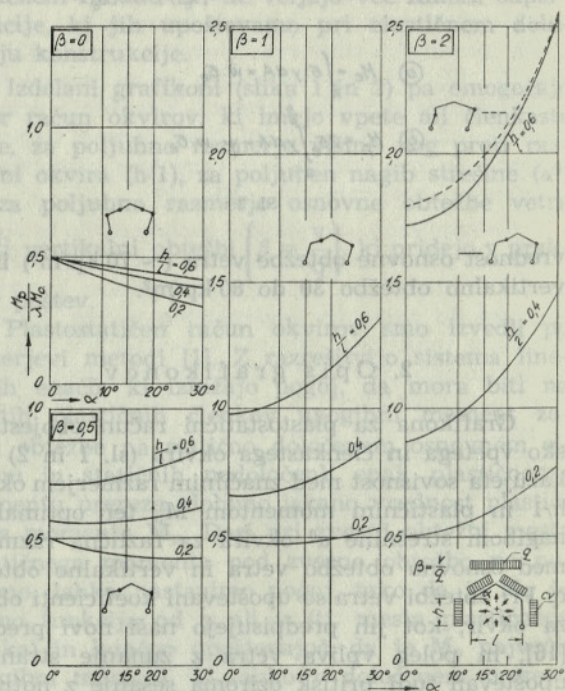
Raziskali smo sovisnosti med plastičnim momentom M_p in posameznimi parametri (α , h/l in β) za vpeti okvir (sl. 5, 6, 7) in za členkasti okvir (sl. 8, 9, 10). Iz teh slik so razvidni odločilni porušni mehanizmi; za drugi obtežni primer je bila kritična obtežba z vetrom od zunaj in istočasnim sesanjem vetra od znotraj.

Sovisnost med M_p in β (sl. 7 in 10) je približno linearna in zato lahko v grafikonih (sl. 1 in 2) izvršimo v kvadrantu IV linearno interpolacijo za krivulje β . Napaka se veča z velikimi vrednostmi za β in α^0 . Prav tako prikazujeta sliki 5 in 8, da lahko upoštevamo tudi za krivulje α linearno interpolacijo med posameznimi izračunanimi vrednostmi ($\alpha = 0^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 30^\circ$).

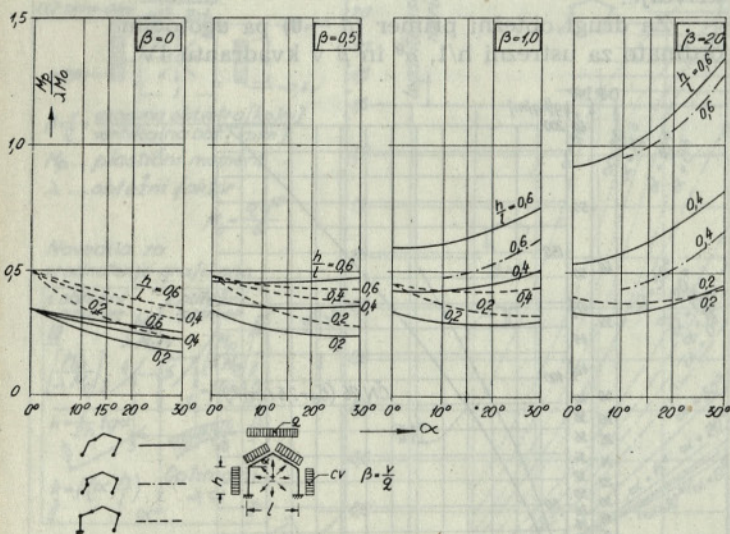
S predloženima grafikonima lahko hitro ugotovimo dejanski koeficient obtežbe λ (pri analizi okvira) ali pa potrebni plastični moment M_p (pri dimenzioniranju okvira) za različne kombinacije vertikalne in horizontalne obtežbe (različne β) in



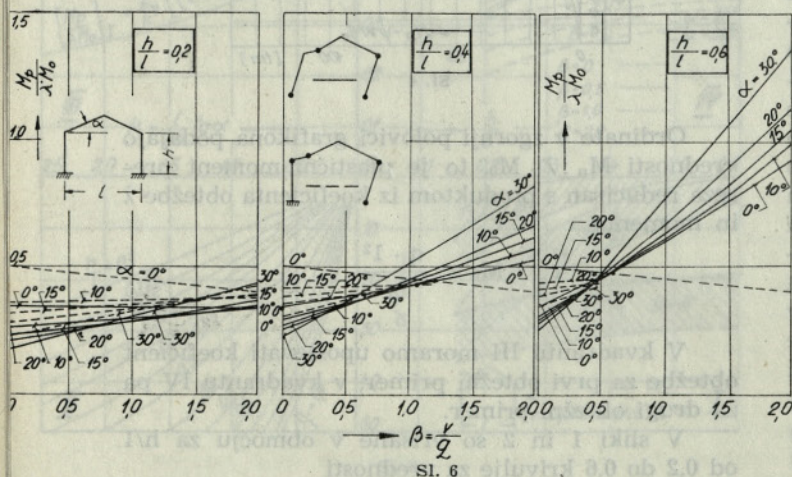
Sl. 7



Sl. 8



Sl. 5

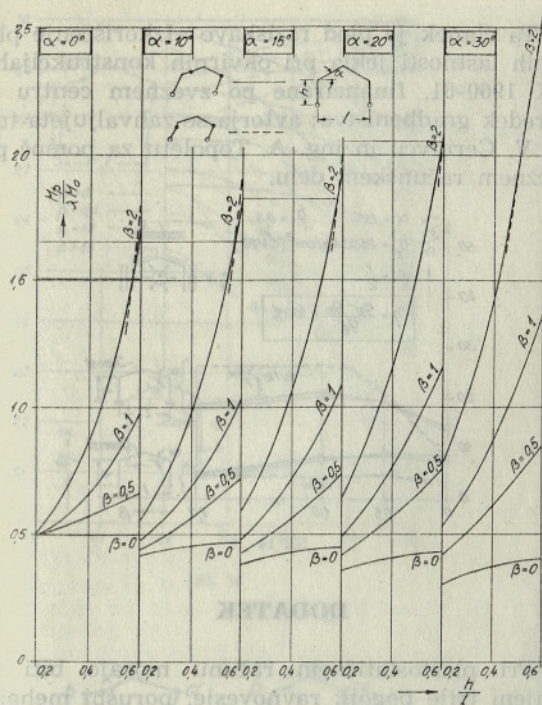


Sl. 6

nato odločilni primer. Pri tem pa vidimo, da ustrezno različnim vrednostim β različna vrednost za optimalni kot α^0 (kvadrant I v sl. 1 ali 2). S primerjavo velikosti M_p , ki ustrezajo posameznim obtežnim primerom, upoštevajoč zapovrstjo optimalne kote α^0 , lahko presodimo, kateri nagib starešine je najprimernejši, da je okvir čim enakomerneje izkoriščen za različne obtežne primere.

3. Privzetki in omejitve

Pri plastostatičnem računu smo upoštevali idealni diagram $\sigma - \varepsilon$ jekla (idealno elastičen — idealno plastičen material). Raziskava plastičnih lastnosti domačih jekel je pokazala, da imajo valjani profili iz ČN 22 in ČN 25 izrazit plastični plato in



Sl. 9

da so specifični raztezki ob začetku utrditve materiala ca. 19 do 24-krat večji od raztezka na meji elastičnosti, torej lahko na dovolj dolgem odseku računamo z idealno elastičnim — idealno plastičnim materialom.

Oglejmo si še vpliv nekaterih privzetkov plastostatike! Vpliv osne sile in prečne sile na nastajanje

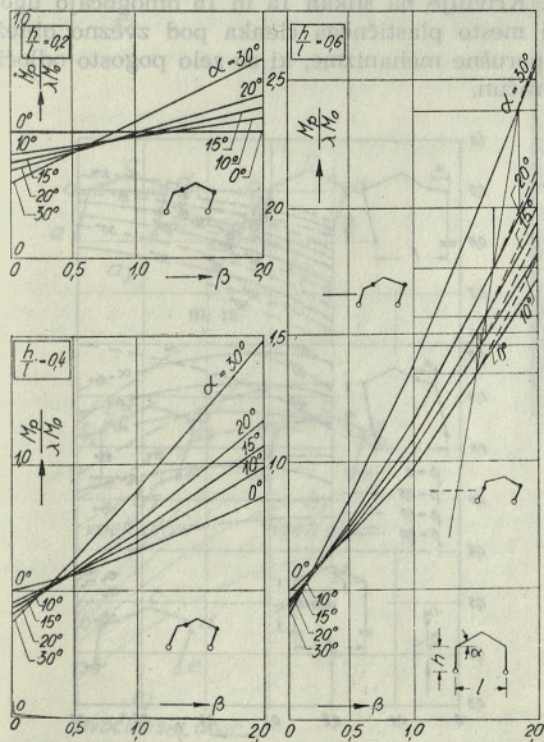
nek plastičnega členka in s tem na velikost plastičnega momenta prereza je pri računu zanemarljiv. Teoretične in eksperimentalne raziskave (glej npr. [2], [3], [6]) so pokazale, da ni treba upoštevati zmanjšanja plastičnega momenta, če je osna sila manjša od $0,15 N_p$, oziroma če je prečna sila manjša od $0,4 Q_p$. Slika 11 prikazuje v strokovni literaturi [2] predloženo linearno zakonitost za redukcijo velikosti plastičnega momenta zaradi vpliva osne sile. Poleg tega sta vrisani tudi teoretični krivulji M_p , N — N in M_p , Q — Q za I-profil.

Posebno pozornost moramo posvetiti konstrukcijskim detajlom, da bi res lahko nastala kinematična veriga, kot smo jo računsko predvidevali. O tem je že nekaj napotkov v literaturi, tako o izoblikovanju in računu vogalov okvirov (npr. [2], [7], [19]), o lokalnem izbočenju stojine in pasov [2], [7], o temeljih za vpete stebre [20] itd.

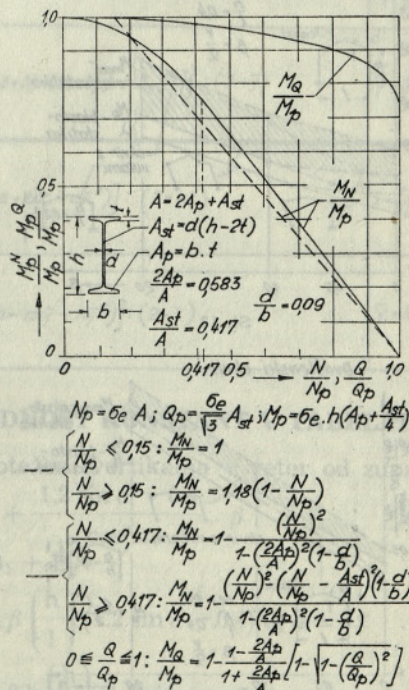
Uporaba plastostatike je torej za sedaj omejena na preproste okvire iz mehkega jekla, ki so pretežno statično obremenjeni, in za zgornja nadstropja večnadstropnih okvirov, ker tam še ni velikih osnih sil v stebrih.

III. Vprašanje prihranka jekla pri aplikaciji plastostatike

Ko se je začela v svetu uvajati plastostatika, je bil velik poudarek na prihranku materiala, ki naj bi bil tudi 20—30 % v primerjavi z običajnim načinom dimenzioniranja. Vendar pa se moramo pri presoji ekonomičnosti zavedati, da igra tu važno vlogo izbor koeficienta obtežbe oziroma koeficienta varnosti, in da je prihranek na teži lahko zelo raz-



Sl. 10



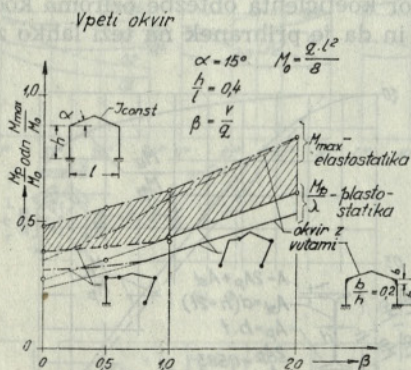
Sl. 11

ličen za različne vrste konstrukcij in za različne načine obtežbe. Vsekakor pa omogoča plastostatika mnogo bolj »uravnovešeno« dimenzioniranje konstrukcij.

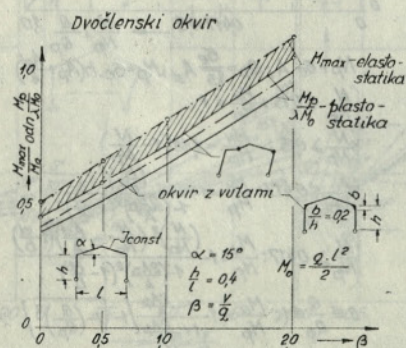
Prikazali bomo primerjavo teže okvira, ki smo ga dimenzionirali po načelih elastostatike oziroma plastostatike. Račun smo izvedli za obojestransko vpeti okvir in za členkasti okvir, upoštevajoč podatke na okvir $h/l = 0,4$ in $\alpha = 15^\circ$ ter material ČN 25 ($\sigma_e = 2500 \text{ kp/cm}^2$). Razmerje β med horizontalno obtežbo (veter) in vertikalno obtežbo pa smo spreminjali. Treba je opozoriti, da smo dimenzionirali stebre in prečko okvira na enak profil, upoštevajoč samo napetosti od upogibnih momentov.

Sliki 12 in 13 prikazujeta sovisnost med upogibnim momentom $M_{\max}$, ki je odločilen za elastostatičen račun, in razmerjem β , in sovisnost med plastičnim momentom M_p , ki je odločilen za plastostatičen račun, in β . Vrisane so tudi krivulje za okvir z vutami. Iz raziskave je sledil zaključek, da je prihranek na teži neodvisen od velikosti $M_0 = \frac{q l^2}{8}$, pač pa je odvisen od razmerja β . Razumljivo

je, da so možni pri okviru z vpetimi stebri mnogo večji prihranki (npr. sl. 14 — največ 21 %) kot pa pri okviru s členkastimi stebri (npr. sl. 14 — največ 9 %). Če je okvir ojačen z vutami, dosežemo pri vpetem okviru za vrednosti $\beta > 0,4$ 26 % prihranek na teži, pri členkastem okviru pa je na splošno prihranek manjši kot pri okviru brez vut (le za $\beta = 2$ dobimo enak prihranek).

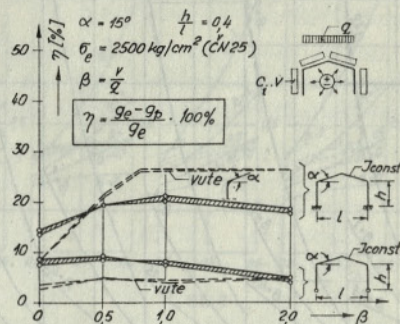


Sl. 12



Sl. 13

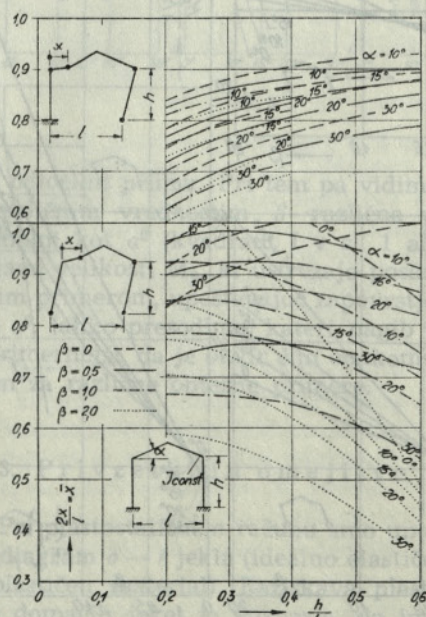
Ta članek je plod raziskave »Izkoriščenje plastičnih lastnosti jekla pri okvirnih konstrukcijah«, IMK 1960-61, financirane po zveznem centru za napredek gradbeništva; avtorja se zahvalujeta tov. ing. V. Černivcu in ing. A. Topoletu za pomoč pri obsežnem računskem delu.



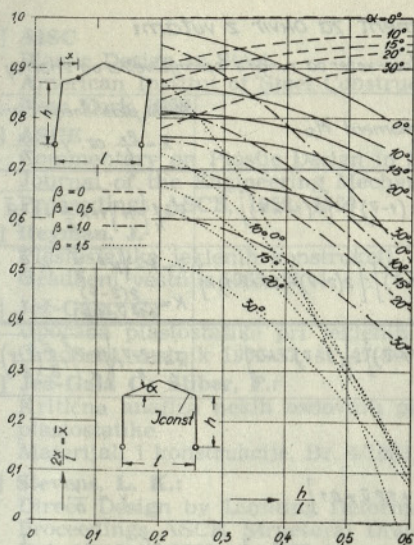
Sl. 14

DODATEK

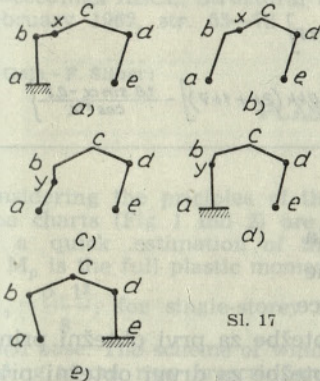
Pri plastostatičnem računu morajo biti izpolnjeni trije pogoji: ravnovesje, porušni mehanizem in pogoj plastičnosti. V tabeli I, II, III so zbrane vrednosti za plastični moment M_p , ki smo jih izračunali za različne porušne mehanizme in različne kombinacijske obtežbe. Če poznamo M_p za določeni mehanizem, lahko upoštevajoč običajne ravnovesne pogoje ugotovimo diagram upogibnih momentov za celoten okvir in se prepričamo, ali je izpolnjen tudi pogoj plastičnosti, ki zahteva, da so upogibni momenti povsod manjši od M_p , razen na mestih plastičnih členkov, kjer dosežejo vrednosti M_p . Krivulje na slikah 15 in 16 omogočajo ugotoviti mesto plastičnega členka pod zvezno obtežbo za porušne mehanizme, ki so zelo pogosto odločilni za račun.



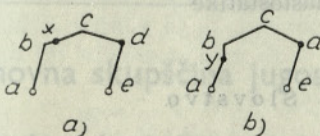
Sl. 15



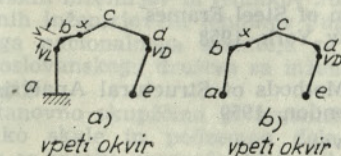
Sl. 16



Sl. 17

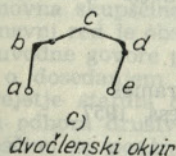


Sl. 18



vpeti okvir

vpeti okvir



Sl. 19

Tabela I: *Plastični moment M_p za različne kinematične verige (porušne mehanizme) vpetega okvirja ($J = \text{konst}$)*

Obtežba	Kinematična veriga po sliki	Plastični moment M_p	Mesto plastičnega členka $\bar{x} = \frac{2x}{l}$ oz $\bar{y} = \frac{y}{h}$
Vertikalna obtežba + veter od zunaj	1 17a	$\{2(M_a - M_b) + [M_a - M_d - 2k(M_d - M_e)]\} \cdot [4(1 + k\bar{x})]$ $[M_o(F\bar{x} - A\bar{x}^2)] : [2(1 + k\bar{x})]$	$\bar{x} = \frac{2}{k} \left[1 + \sqrt{1 + \frac{F}{A}k} \right]$
	2 17b	$\{2[M_a - M_b + M_d + M_e] - \bar{x}[M_a + M_b + 2k(M_d - M_e)]\} \cdot [2(4 - \bar{x}(1 - 2k))]$ $\{M_o[(B + D) + E\bar{x} - A\bar{x}^2]\} : [4 - (1 - 2k)\bar{x}]$	$\bar{x} = K \cdot \sqrt{K^2 - K \frac{E}{A} - \frac{B + D}{A}}$ $K = \frac{4}{1 - 2k}$
	3 17c	$[M_y - M_a - (M_d - M_e)(1 - \bar{y})] : [2(2 - \bar{y})]$ $\{M_o[(B + D) - (B_1 + D_1)\bar{y} - B_2\bar{y}^2]\} : [2(2 - \bar{y})]$	$\bar{y} = 2 - \sqrt{2 + \frac{B + D}{B_2}}$
	4 17d	$[-2M_y - M_d - M_e - (M_d - M_e)(1 + k + 2\bar{y})] : [4(2 + 2k + \bar{y})]$ $\{M_o[A + C + 2kD + (B_1 + D_1)\bar{y} + B_2\bar{y}^2]\} : [2(2 + 2k + \bar{y})]$	$\bar{y} = -2(1 + k) + \sqrt{4(1 + k)^2 + \frac{A + C + 2D + 2k(B + D)}{B_2}}$
	5 17e	$[M_b + M_d - 2k(M_a - M_b)] : [4(1 + k)]$ $[M_o(-A - C + 2kB)] : [4(1 + k)]$	—
Vertikalna obtežba + veter od znotraj + vpeti ali pritisni veter od znotraj	6 17a	$[M_o(d\bar{x} - c\bar{x}^2)] : [2(1 + k\bar{x})]$	$\bar{x} = \frac{1}{k} \left[1 + \sqrt{1 + \frac{d}{c}k} \right]$
	7 17b	$[M_o(a + b\bar{x} - c\bar{x}^2)] : [4 - (1 - 2k)\bar{x}]$	$\bar{x} = K \cdot \sqrt{K^2 - K \frac{b}{c} - \frac{a}{c}}$ $K = \frac{4}{1 - 2k}$
	8 17c	$[M_o(a - m\bar{y} - n\bar{y}^2)] : [2(2 - \bar{y})]$	$\bar{y} = 2 - \sqrt{4 + \frac{2m - a}{n}}$

Tabela II: *Plastični moment M_p za različne kinematične verige (porušne mehanizme) okvirja s členki na obeh koncih ($J = \text{konst}$)*

Obtežba	Kinematična veriga po sliki	Plastični moment M_p	Mesto plastičnega členka $\bar{x} = \frac{2x}{l}$ oz $\bar{y} = \frac{y}{h}$
Vertikalna obtežba + veter od zunaj	1 18a	$\{M_o[(B + D) + E\bar{x} - A\bar{x}^2]\} : (2 + k\bar{x})$	$\bar{x} = \frac{2}{k} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{k}{2A} \left(E - \frac{B + D}{2} \right)} \right]$
	2 18b	$\{M_o[(B + D) - (B_1 + D_1)\bar{y} - B_2\bar{y}^2]\} : (2 - \bar{y})$	$\bar{y} = 2 - \sqrt{2 + \frac{B + D}{B_2}}$
Vertikalna obtežba + veter od znotraj + vpeti ali pritisni veter od znotraj	3 18a	$[M_o(a + b\bar{x} - c\bar{x}^2)] : (2 + k\bar{x})$	$\bar{x} = \frac{2}{k} \left[1 + \sqrt{1 + \frac{k}{2c} \left(b - \frac{a}{2} \right)} \right]$
	4 18b	$[M_o(a - m\bar{y} - n\bar{y}^2)] : (2 - \bar{y})$	$\bar{y} = 2 - \sqrt{4 + \frac{2m - a}{n}}$

VREDNOST KONSTANT V TABELAH I IN II:

Obtežba: vertikalna + veter od zunaj

$$A = 1 + \frac{1,2 \sin \alpha - 0,4}{\cos^2 \alpha} \cdot \beta \quad k = \frac{1}{2h} \tan \alpha$$

$$B = B_1 + B_2$$

$$B_1 = 4\beta \left(\frac{h}{1} \right) (1,2 \sin \alpha - 0,4) \tan \alpha =$$

$$= 8\beta k \left(\frac{h}{1} \right) (1,2 \sin \alpha - 0,4)$$

$$B_2 = 3,2 \beta \left(\frac{h}{l} \right)^2 \quad B_3 = 1,6 \beta \left(\frac{h}{l} \right) \operatorname{tg} \alpha$$

$$C = 1 - 0,4 \frac{\beta}{\cos^2 \alpha}$$

$$D = 1,6 \beta \left(\frac{h}{l} \right) \left(\frac{h}{l} + \operatorname{tg} \alpha \right) =$$

$$= 1,6 \beta \left(\frac{h}{l} \right)^2 (1 + 2k)$$

$$E = 1,5 A - 0,5 (B - C + D) + kD =$$

$$= F - \frac{1}{2} (B + D)$$

$$F = 1,5 A + 0,5 C + kD$$

Obtežba: vertikalna + veter od zunaj + veter od znotraj

$$a = B + D$$

$$b = E \pm [1,5 (1 - C) - 0,75 kD]$$

$$c = A \pm 0,75 (1 - C)$$

$$d = F \pm [1,5 (1 - C) + 0,75 kD] = b + \frac{a}{2}$$

$$m = (B_1 + D) \pm 0,75 (k B_2 - D)$$

$$n = (1 \pm 0,375) B_2$$

Pri konstantah b, c, d, m in n velja predznak + za sesanje predznak — pa za pritisk vetra v notranjosti okvira.

Tabela III: Plastični moment za okvir z vutami

Obtežba: vertikalna + veter od zunaj + sesanje vetra od znotraj

Kinematična veriga po sliki	Plastični moment M_p	Mesto plastičnega členka $\bar{x} = \frac{2x}{l}$ oz. $\bar{y} = \frac{y}{h}$
1 19a	$[M_0 (\bar{a} + \bar{b} \bar{x} - \bar{c} \bar{x}^2) \cdot (1 - \bar{v})] : [2(1 + k \bar{x})]$	$\bar{x} = \frac{1}{k} \left[1 + \sqrt{1 + k \frac{\bar{b}}{\bar{c}} + k^2 \frac{\bar{a}}{\bar{c}}} \right]$
2 19b	$[M_0 (\bar{d} + \bar{e} \bar{x} - \bar{c} \bar{x}^2) (1 - \bar{v})] : [2(2 - \bar{v}) + (2k + \bar{v} - 1) \bar{x}]$	$\bar{x} = K - \sqrt{K^2 - \frac{\bar{d}}{\bar{c}} - K \frac{\bar{e}}{\bar{c}}}$ $K = \frac{2(2 - \bar{v})}{(1 - \bar{v} - 2k)}$
3 19c	$[M_0 (\bar{d} + \bar{e} \bar{x} - \bar{c} \bar{x}^2) (1 - \bar{v})] : [(2 - \bar{v}) + k \bar{x}]$	$\bar{x} = \frac{2 - \bar{v}}{k} + \sqrt{\left(\frac{2 - \bar{v}}{k} \right)^2 + \frac{\bar{d}}{\bar{c}} \left(\frac{2 - \bar{v}}{k} \right) - \frac{\bar{e}}{\bar{c}}}$

Konstante v tabeli III:

$$\bar{a} = 4 \beta \left(\frac{h}{l} \right)^2 \bar{v} \left[2,4 k \sin \alpha + 1,2 \bar{v} + 0,1 \right]$$

$$\bar{v} = \frac{v}{h}$$

$$\bar{b} = 2(1 - 0,1 \beta) + 0,6 \beta \sin \alpha \left[3 + 12 \left(\frac{h}{l} k \right)^2 - 8 \left(\frac{h}{l} \right)^2 k \bar{v} \right] + 0,4 \beta \left(\frac{h}{l} \right)^2 \left[k(1 + \bar{v}) - 6 \bar{v}^2 \right]$$

$$\bar{c} = 1 + \beta \frac{1,2 \sin \alpha - 0,1}{\cos^2 \alpha} = A$$

$$\bar{d} = 4 \beta \left(\frac{h}{l} \right)^2 \left[1,2 (1 + 2k \sin \alpha) + 0,1 \bar{v} \right]$$

$$\bar{e} = 2 - \beta \left\{ \left(\frac{h}{l} \right)^2 \left[2,4 (1 + 2k \sin \alpha) - 0,4 k (2k + 1 + \bar{v}) \right] - \frac{1,8 \sin \alpha - 0,2}{\cos^2 \alpha} \right\}$$

OZNAKE:

σ_e meja elastičnosti jekla

σ_{dop} dopustna napetost

h višina stebrov okvira

l razpetina okvira

α^0 nagib strešine

v osnovna obtežba vetra

q enakomerna vertikalna obtežba

$$\beta = \frac{v}{q}$$

$M_0 = \frac{q \cdot l^2}{8}$ maksimalni upogibni moment prosto-ležečega nosilca razpetine l zaradi vertikalne obtežbe q

$M_e = W \cdot \sigma_e$ skrajni elastični upogibni moment

$M_p = \psi \cdot W \cdot \sigma_e$ plastični moment

ψ koeficient plastične adaptacije

W odpornostni moment prereza

$M_{p,N}$ reducirani plastični moment zaradi osne sile

$M_{p,Q}$ reducirani plastični moment zaradi prečne sile

N osna sila

$N_p = \sigma_e \cdot A$ osna sila, ki povzroči popolno plastifikacijo prereza

Q prečna sila

$Q_p = \sigma_e \cdot A_{st}$ prečna sila, ki povzroči popolno plastifikacijo stojine prereza

A prerez profila

A_{st} prerez stojine

A_p prerez pasnice

λ_I koeficient obtežbe za prvi obtežni primer

λ_{II} koeficient obtežbe za drugi obtežni primer

g_e lastna teža okvira, dimenzioniranega po načelih elastostatike

g_p lastna teža okvira, dimenzioniranega po načelih plastostatike

Slovstvo

- [1] **Baker, Heyman, Horne:**
Steel Skeleton II
Cambridge 1956
- [2] **Beedle, L:**
Plastic Design of Steel Frames
J. Wiley, New York, 1958
- [3] **Neal, B. G.:**
The Plastic Methods of Structural Analysis
Chapman, London, 1959
- [4] **Massonet, Save:**
Calcul plastique des constructions
Centre Belgo-Luxembourgeois d'Information de l'Acier
Bruxelles, 1961
- [5] **Heyman, J:**
Plastic Design of Portal Frames
Cambridge University Press, 1957
- [6] **Rjanitsyn, A. R.:**
Calcul à la rupture et plasticité des constructions,
Editions Eyrolles, Paris, 1959

- [7] **AISC**
Plastic Design in Steel
American Institut of Steel Construction
New York 1959
- [8] **ASCE**
Commentary on Plastic Design in Steel
Journal of the Engineering Mechanics Division
Proceedings ASCE, 1959, 1960
- [9] **Heyman, J.**
Plastostatika jeklenih konstrukcij
Gradbeni vestnik 1965. št. 4
- [10] **Jež-Gala, C.:**
Uporaba plastostatike pri jeklenih konstrukcijah
Gradbeni vestnik 1956-57, št. 47-50
- [11] **Jež-Gala C., Šliber, F.:**
Kritična analiza nekih osnovnih predpostavki
plastostatike
Materijali i konstrukcije, Br. 4/1963, str. 5
- [12] **Stevens, L. K.:**
Direct Design by Limiting Deformations
Proceedings ASCE, Structural Division
Vol. 16, July 1960, str. 235
- [13] **Stevens, L. K.:**
Design of Frames with Deformation the Prime
Criterion
Proceedings ASCE, Structural Division, Vol 88
February 1962, str. 55—73
- [14] **Bressler, L.:**
Design of Steel Structures
Wiley, New York 1960
- [15] **British Standard 449—1959:**
The Use of Structural Steel in Building
British Standard Institution, 1959
- [16] Tehnički propisi o dejstvu vetra na noseče čelične
konstrukcije
Službeni list SFRJ, oktober 1964, št. 41 — Dodatek
k služb. listu
- [17] **Vučajnik, J.:**
Ekonomične dimenzije jeklenih okvirov iz valjanih
I-profilov, ki so dimenzionirani po plastostatiki.
Diplomska naloga FAGG štev. 297/60, Univerza v
Ljubljani. Diplomsko delo na katedri za metalne
konstrukcije FAGG, Ljubljana, 1960
- [18] **Harrison, H. B.:**
The Preparation of Charts for the Plastic Design
of Mild Steel Portal Frames
Civil Engineering Transactions, I. E. Australia
March 1960
- [19] **Fischer J. W., Driscoll G. C., Beedle L. S.:**
Plastic Analysis and Design of Square Rigid
Frames Knees
Welding Research Council Bulletin Series, No 39
New York, April 1958
- [20] **Horne, Heyman:**
Design Problems
British Welding Journal 1956, Vol. 3, No 8, str. 372

† C. Jež-Gala - F. Šliber:

PLASTIC ANALYSIS AND DESIGN OF STEEL FRAMES

Synopsis

Considering the principles of the theory of plasticity, the charts (Fig 1 and 2) are established, which enable a quick estimation of the value $M_p : \lambda \cdot M_0$ (where M_p is the full plastic moment, λ the load factor and $M_0 = \frac{p \cdot l^2}{8}$, for single-storey frames, with fixed or pinned base. The scheme of wind loading (Fig 1 and 2) according to our new prescriptions [16] and different relations

$$\beta = \frac{\text{wind load}}{\text{vertical load}}$$

were taking into account for the frames with the characteristic h/l from 0,2 to 0,6 and the angles $\alpha = 0^\circ, 10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 30^\circ$. The curves in quadrant I of Fig. 1 and 2 determine the values of the optimal angle α to which a minimum of the full plastic moment M_p belongs. The charts have a general validity, since all values are nondimensional.

Finally a comparison of the steel weight for a frame designed elastically or plastically is given (Fig 14).

Ustanovna skupščina jugoslovanskega društva za mehaniko skale in podzemna dela

Jugoslovansko društvo za mehaniko skale in podzemna dela je bilo ustanovljena s privoljenjem izvršnega odbora Društva inženirjev in tehnikov Jugoslavije, izvršnega odbora zveze rudarskih, geoloških in metalurških inženirjev in tehnikov Jugoslavije, društva gradbenih inženirjev in tehnikov Jugoslavije, jugoslovanskega nacionalnega komiteja za visoke pregrade ter jugoslovanskega društva za inženirsko geologijo in hidrologijo.

Ustanovno skupščino je organiziral podkomitej za mehaniko skale in podzemna dela jugoslovanskega društva za visoke pregrade, ki je bil tudi pobudnik za ustanovitev novega društva.

Ustanovna skupščina je bila 19. XII. 1965 v Beogradu. Dnevni red je obsegal izvolitev delovnega predsedstva, uvodne govore predsednikov sorodnih društev, poročilo o dosedanjem delu ter smernice za bodoče delo, sprejetje statuta društva ter volitve odbora in izvršnega odbora društva.

Skupščino so pozdravili predsednik društva inženirjev in tehnikov Jugoslavije ing. Djuro Matić ter predstavniki jugoslovanskega komiteja za visoke pre-

grade, združenja jugoslovanskih laboratorijev za preiskavo materiala in konstrukcij, združenja rudarskih, geoloških in metalurških inženirjev in tehnikov, jugoslovanskega nacionalnega komiteja za inženirsko geologijo in hidrologijo ter jugoslovanskega društva za mehaniko tal in temeljenje.

O dosedanjem delu na področju mehanike skale in podzemnih del v Jugoslaviji je poročal prof. Branislav Kujundžić, predsednik jugoslovanskega podkomiteja za mehaniko skale in podzemna dela. Po razpravi o poročilu in po sprejetju statuta društva je skupščina izvolila 16 članski izvršni odbor društva s predsednikom prof. Branislavom Kujundžićem. Skupščina je prevzela predvsem področje naslednjih nalog: stimuliranje znanstveno raziskovalnega dela s področja hribinske mehanike in podzemnih del, preiskave fizikalno mehanskih lastnosti kamnin, izvajanje in kritična presoja računskih osnov za proračune objektov in del v skali, tolmačenje tektonskih fenomenov, proučevanje teoretičnih osnov mehanike hribin, uvajanje novih metod eksperimentalnih raziskav, prikaz uporabnosti teorij mehanike hribin v gradbeništvu in v rudarstvu.

Horizontalna obremenitev stenastih objektov z odprtinami (Nadaljevanje)

DK 624.04:624.042

E. PRELOG, DR. INŽ.

Slednjič je še deformacijsko delo preklade

$$A_p = \frac{1}{2} \int \tau \gamma \, dV$$

oziroma z vstavljanjem

$$A_p = \frac{1}{2} \int_0^H \frac{T'}{\gamma} \frac{T' h b^3}{12 E_p I_p b} b \, dx$$

ter po ureditvi

$$A_p = \frac{1}{2} \int_0^H \frac{T'^2 h b^3}{12 E_p I_p} dx \quad \dots (15)$$

2.4. Osnovna diferencialna enačba.

Celotno deformacijsko delo se na podlagi enačb (12), (13) in (15) glasi

$$A = \frac{1}{2} \int_0^H \left[\frac{(M^{et} - T L)^2}{E_s (I_1 + I_2)} + \frac{T^2}{G_s} \left(\frac{\alpha_1}{F_1} + \frac{\alpha_2}{F_2} \right) + \frac{T'^2 h b^3}{12 E_p I_p} \right] dx \quad \dots (16)$$

V enačbi (16) so vse veličine, razen b , L in E_p lahko spremenljivke funkcije x , tj. višine objekta. V enačbi (16) se tudi pojavi kot edina neznanka funkcija T in njeni odvodi. Zato smemo enačbo (16) še pisati

$$A = \int_0^H K(x, T, T') \, dx \quad \dots (17)$$

kjer je funkcija K integrand enačbe (16). Če sedaj uporabimo variacijski princip, mora biti

$$\delta A = 0. \quad \dots (18)$$

Enačba (18) pa je izpolnjena le tedaj, če zadošča funkcija K Eulerjevi parcialni diferencialni enačbi

$$\frac{\partial K}{\partial T} - \frac{d}{dx} \left(\frac{\partial K}{\partial T'} \right) = 0 \quad \dots (19)$$

Ob upoštevanju vseh spremenljivk znašajo posamezne sestavine diferencialne enačbe (19):

$$\begin{aligned} \frac{\partial K}{\partial T} &= 2 \frac{M^{et} - T L}{E_s (I_1 + I_2)} (-L) + \frac{2 T}{G_s} \left(\frac{\alpha_1}{F_1} + \frac{\alpha_2}{F_2} \right) \\ \frac{\partial K}{\partial T'} &= 2 \frac{T' h b^3}{12 E_p I_p} \quad \dots (20 \text{ a, b, c}) \end{aligned}$$

Končno je še

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{\partial K}{\partial T'} \right) = \frac{2 b^3}{12 E_p} \left(T'' \frac{h}{I_p} + T' \frac{h' I_p - h I_p'}{I_p^2} \right)$$

Z vstavljanjem enačb (20 a, b in c) v enačbo (19) dobimo naslednjo diferencialno enačbo

$$\begin{aligned} & \frac{(M^{et} - T L) (-L)}{E_s (I_1 + I_2)} + \frac{T}{G_s} \left(\frac{\alpha_1}{F_1} + \frac{\alpha_2}{F_2} \right) - \\ & - \frac{b^2}{12 E_p} \left(T'' \frac{h}{I_p} + T' \frac{h' I_p - h I_p'}{I_p^2} \right) = 0 \end{aligned}$$

ali po ureditvi

$$T'' + T' \alpha - T \beta + \gamma M^{et} = 0 \quad \dots (21)$$

kjer je

$$\alpha = \frac{h'}{h} - \frac{I_p'}{I_p} \quad \dots (22)$$

$$\beta = \left[\frac{L^2}{I_1 + I_2} + \frac{E_s}{G_s} \left(\frac{\alpha_1}{F_1} + \frac{\alpha_2}{F_2} \right) \right] \frac{12 E_p I_p}{E_s h b^3} \quad \dots (23)$$

$$\gamma = \frac{L}{I_1 + I_2} \frac{12 E_p I_p}{E_s h b^3} \quad \dots (24)$$

Enačba (21) predstavlja osnovno diferencialno enačbo našega problema. Iz te enačbe dobimo sumarno prečno silo T in nato iz enačbe (8) upogibni moment sten.

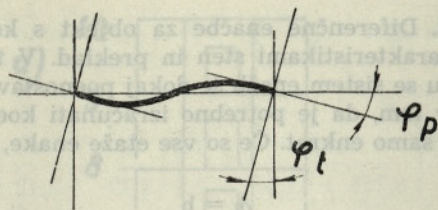
2.5. Robni pogoji. Diferencialna enačba (21) da dve integracijski konstanti, ki ju dobimo iz robnih pogojev. Tu moramo ločiti dva načelno različna primera, in sicer primer ko imata steni ločeni temelj in primer s skupnim temeljem.

Kadar niso prečke sten preveč obremenjene, se izplača oblikovati ločene temelje, saj je v tem primeru potrebna znatno manjša armatura temeljnega sistema.

Robni pogoji za ločene temelje zahtevajo, da je zasuk prečke pri temelju enak zasuku temelja (sl. 5). Torej

$$\varphi_p = \varphi_t \quad \dots (25)$$

Če označimo moment stene pri temelju z M_0 , in sumarno prečno silo s T_0 , potem je zasuk temelja zaradi upogiba in striga



Sl. 5

Iz poznane enačbe mehanike je

$$\varphi_u = \frac{M_0}{C_\varphi (I_{1t} + I_{2t})} = \frac{M_0^{et} - T_0 L}{C_\varphi (I_{1t} + I_{2t})} \quad \dots (26)$$

kjer sta I_{1t} in I_{2t} vztrajnostna momenta temelja. Zasuk zaradi strižne obremenitve na temelju pa je

$$\varphi_{st} = \frac{\Delta r}{L} = - \frac{T_0}{C_x L} \left(\frac{1}{F_{1t}} + \frac{1}{F_{2t}} \right) \quad \dots (27)$$

kjer sta F_{1t} in F_{2t} preseka temeljnih tlorisov.

Ker je še deformacija prečke φ_p podana z enačbo

$$\varphi_p = \frac{\Delta r}{L} = \frac{T_0' h b^3}{12 E_p I_p L} \quad \dots (28)$$

dobi enačba (25) naslednjo obliko

$$\frac{T_0' h b^3}{12 E_p I_p L} = \frac{M_0^{et} - T_0 L}{C_\varphi (I_{1t} + I_{2t})} - \frac{T_0}{C_x L} \left(\frac{1}{F_{1t}} + \frac{1}{F_{2t}} \right)$$

Po ureditvi dobimo prvi robni pogoj

$$T_0' + T_0 \beta_0 - \gamma_0 M_0^{et} = 0 \quad \dots (29)$$

kjer je

$$\beta_0 = \left[\frac{L^2}{C_\varphi (I_{1t} + I_{2t})} + \frac{1}{C_x} \left(\frac{1}{F_{1t}} + \frac{1}{F_{2t}} \right) \right] \frac{12 I_p E_p}{h b^3} \quad \dots (30)$$

$$\gamma_0 = \frac{L}{C_\varphi (I_{1t} + I_{2t})} \frac{12 I_p E_p}{h b^3} \quad \dots (31)$$

Koeficienta C_φ in C_x izračunamo po enačbah

$$C_\varphi = 2 C_z, \quad C_x = 0,7 C_z. \quad \dots (32)$$

Sam koeficient C_z pa je v skladu s priporočili v sovjetski literaturi podan v naslednji tabeli (33) v odvisnosti od računske obremenitve tal

σ_{dp} (kp/cm ²)	C_z (t/m ³)	
1	2000	... (33)
2	4000	
3	5000	
4	6000	
5	7000	

Vmesne vrednosti linearno interpoliramo. Drugi robni pogoj pa velja pri $x = 0$, tj. na vrhu objekta, kjer je očitno

$$T_n = 0 \quad \dots (34)$$

Robna pogoja (29) in (34) dobiva pri skupnem temelju znatno enostavnejši obliki, tam je namreč $\beta_0 = 0$, $\gamma_0 = 0$, pa se glasi pogoj (29)

$$T_0' = 0 \quad \dots (35)$$

medtem ko ostane pogoj (34) enak.

Enačba (21) skupaj z enačbama (29) in (34) za ločene temelje, oziroma z enačbama (35) in (24) za skupni temelj, omogoča enolično določitev funkcije T in s tem vseh ostalih statičnih veličin objekta (M in V), ki so potrebne za dimenzioniranje objekta na seizmično obremenitev. Vendar, že sama oblika diferencialnih enačb, kjer so med drugim parametri α , β in γ tudi funkcije višine x , kažejo na dokaj zapleteni sistem diferencialnih enačb. Avtor se je zato odločil za približni postopek reševanja zgornjih diferencialnih enačb, tj. za **diferenčno metodo**. Ta metoda bo znatno dostopnejša za vsakdanjo prakso.

3. Diferenčna metoda

3.1. Splošni primer. Diferenčno metodo zasnujemo na znanih enačbah, kjer diferencialne izraze nadomestimo z diferenčnimi, npr.

$$\left(\frac{dy}{dx} \right)_i \approx \frac{y_{i+1} - y_{i-1}}{2 \delta_i}$$

in

$$\left(\frac{d^2y}{dx^2} \right)_i \approx \frac{y_{i+1} - 2y_i + y_{i-1}}{\delta_i^2}$$

Če volimo v našem primeru za interval difference etažno višino, potem je (sl. 6)

$$\delta_i = \frac{h_{i+1} + h_i}{2} \quad \dots (36)$$

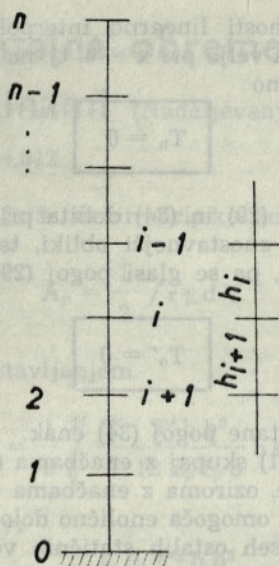
pa dobi enačba (29) naslednjo obliko

$$\frac{T_{i+1} - 2T_i + T_{i-1}}{\delta_i^2} + \frac{T_{i+1} - T_{i-1}}{2\delta_i} \alpha_i -$$

$$- T_i \bar{\beta}_i + \gamma_i M_i^{et} = 0$$

ali po ureditvi

$$T_{i+1} (1 + \alpha_i) - T_i (2 + \beta_i) + T_{i-1} (1 - \alpha_i) + \gamma_i M_i^{et} = 0 \quad \dots (37)$$



sl. 6

za $i = n, n-1, n-2 \dots 1$.

Parametri $\alpha_i, \beta_i, \gamma_i$ pa so

$$\alpha_i = \left(\frac{h_{i+1} - h_{i-1}}{4 h_i} - \frac{I_{p+1} - I_{p-1}}{4 I_{pi}} \right) \dots (38)$$

$$\beta_i = \left[\frac{L^2}{I_{1i} + I_{2i}} + \frac{E_{si}}{G_{si}} \left(\frac{\kappa_{1i}}{F_{1i}} + \frac{\kappa_{2i}}{F_{2i}} \right) \right] \frac{12 E_p I_{pi} \delta_i^2}{E_{si} h_i b^3} \dots (39)$$

$$\gamma_i = \frac{L}{I_{1i} + I_{2i}} \frac{12 E_p I_{pi} \delta_i^2}{E_{si} h_i b^3} \dots (40)$$

Enačbi (29) in (34) za ločene temelje pa sta v diferenčni obliki

$$T_{00} + T_0 \cdot 2 \delta_0 \beta_0 - T_1 - 2 \delta_0 \gamma_0 M_0^{\text{et}} = 0$$

$$T_n = 0$$

... (41)

Pri skupnem temelju pa dobimo namesto enačb (41) preprostejša izraza

$$T_{00} - T_1 = 0$$

$$T_n = 0$$

... (42)

Dobljene enačbe, ki jih je $n+2$, dajo neznanke $T_n, T_{n-1} \dots T_1, T_0, T_{00}$, kar pove, da je število enačb zadostno. Ker ima neznanke T_{00} samo fiktivni pomen, jo iz sistema enačb eliminiramo že v začetku računa, enako tudi neznanke T_n , ki je že poznana. Tako preostane za reševanje problema le n enačb, ki so dosti enostavno zgrajene, zato ne dela njihovo reševanje nobenih računskih težav.

3.2. Diferenčne enačbe za objekt s konstantnimi karakteristikami sten in preklad. V takšnem primeru se sistem enačb še dokaj poenostavi; predvsem v tem, da je potrebno izračunati koeficienta β_i in γ_i samo enkrat. Če so vse etaže enake, je torej

$$\delta_i = h$$

$$\alpha_i = 0 \dots (43)$$

$$\beta_i = \beta = \left[\frac{L^2}{I_1 + I_2} + \frac{E_s}{G_s} \left(\frac{\kappa_1}{F_1} + \frac{\kappa_2}{F_2} \right) \right] \frac{12 E_p I_p h}{E_s b^3}$$

$$\gamma_i = \gamma = \frac{L}{I_1 + I_2} \frac{12 E_p I_p h}{E_s b^3}$$

Diferenčna enačba (39) pa dobi sedaj obliko

$$T_{i+1} - T_i (2 + \beta) + T_{i-1} + \gamma M_i^{\text{et}} = 0$$

... (44)

Robna pogoja sta

$$T_{00} + T_0 \cdot 2 h \beta_0 - T_1 - 2 h \gamma_0 M_0^{\text{et}} = 0$$

$$T_n = 0$$

... (45)

... (46)

Parametra β_0 in γ_0 določimo zopet iz enačb (30) in (31). Za objekt s skupnim temeljem pa se glasi enačba (45) zopet

$$T_{00} - T_1 = 0$$

... (45 a)

3.3. Primer za stenasti 10-etažni objekt s konstantnimi statičnimi karakteristikami.

3.3.1. Osnovni podatki:

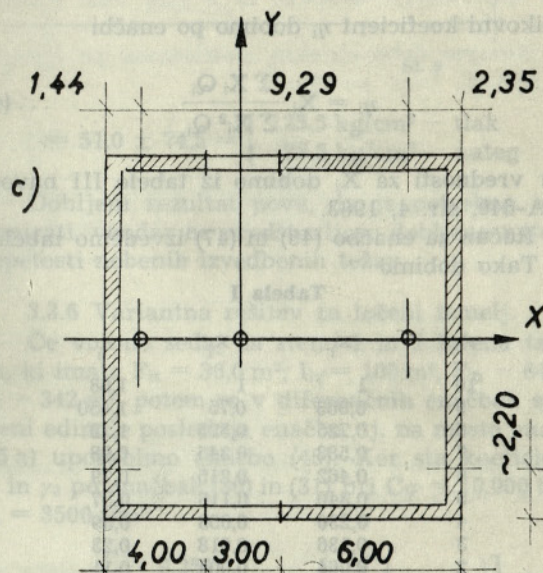
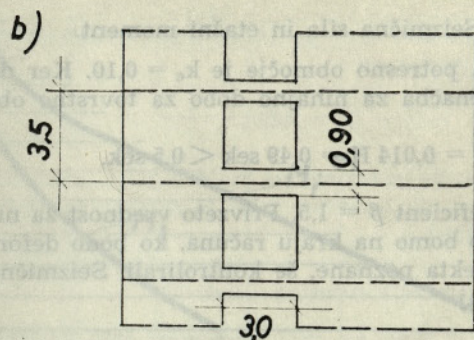
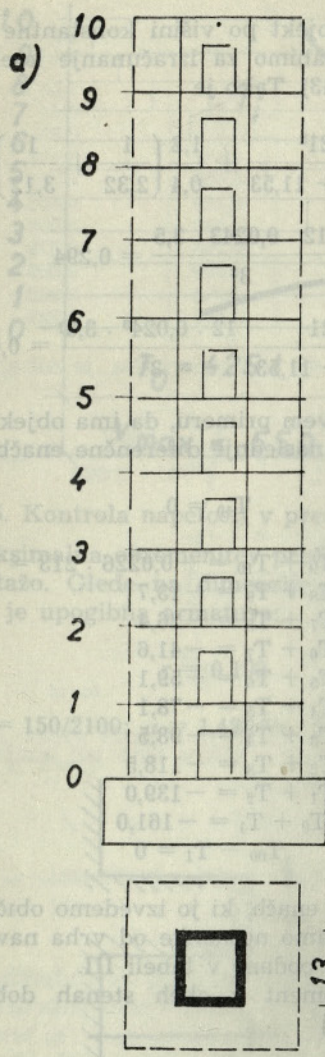
Na sl. 7 a je podan 10-etažni objekt tlorisnega preseka $20/20 \text{ m}^2$. Jedro ima izmere $13,0/13,0 \text{ m}^2$ in ima v x smeri odprtine $3,00 \cdot 2,40$ (sl. 7 c). Seizmično kontrolo bomo izvedli za kritično smer tj. za x smer pri upoštevanju IX. potresne stopnje (normalna tla). Teža objekta na etažo je 480 t .

3.3.2. Statične vrednosti presekov:

Steni 1 in 2 računamo kot pravokotni presek z rebrom (sl. 8 a in b), s tem da vzamemo v obzir sodelujočo širino

$$b' = \frac{1}{3} (0,40 + 16 \cdot 0,40) \approx 2,2 \text{ m}$$

Takšen privzetelek je približen, vendar smo na varni strani.



Sl. 7

Težiščni razdalji in vztrajnostna momenta za obe jedri sta (sl. 8)

$$x_{10} = \frac{1,8 \cdot 0,4 \cdot 0,2 + 4,0 \cdot 0,4 \cdot 2}{1,8 \cdot 0,4 + 4,0 \cdot 0,4} = 1,44 \text{ m}$$

$$I_1 = \frac{0,4 \cdot 4^3}{12} + 1,6 \cdot 0,56^2 + \frac{1,8 \cdot 0,4^3}{12} +$$

$$+ 0,72 \cdot 1,24^2 = 3,755 \text{ m}^4$$

$$x_{20} = \frac{6 \cdot 0,4 \cdot 3 + 1,8 \cdot 0,4 \cdot 0,2}{6 \cdot 0,4 + 1,8 \cdot 0,4} = 2,35 \text{ m}$$

$$I_2 = \frac{0,4 \cdot 6^3}{12} + 2,4 \cdot 0,65^2 + \frac{1,8 \cdot 0,4^3}{12} +$$

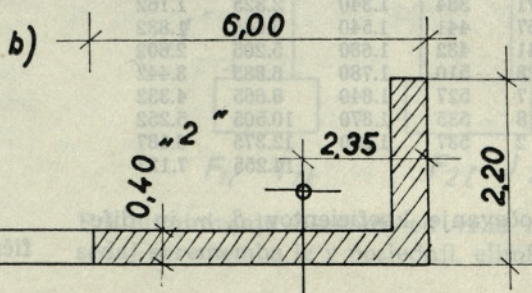
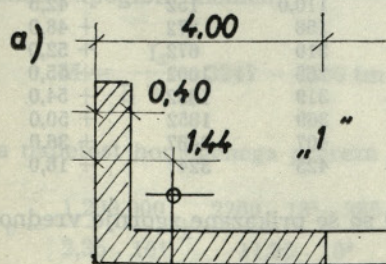
$$+ 0,72 \cdot 2,15^2 = 11,53 \text{ m}^4$$

Dalje sta še preseka

$$F_1 = 2,32 \text{ m}^2 \text{ in } F_2 = 3,12 \text{ m}^2.$$

Prečka pa ima vztrajnostni moment

$$I_p = \frac{0,4 \cdot 0,9^3}{12} = 0,0243 \text{ m}^4$$



Sl. 8

3.3.3. Seizmična sila in etažni moment.

Za IX. potresno območje je $k_c = 0,10$. Ker da približna enačba za nihajno dobo za tovrstne objekte

$$T = 0,014 H = 0,49 \text{ sek} < 0,5 \text{ sek},$$

zato je koeficient $\beta = 1,5$. Privzeto vrednost za nihajno dobo bomo na kraju računa, ko bodo deformacije objekta poznane, še kontrolirali. Seizmična sila je sedaj

$$S_i = 0,10 \cdot 1,5 \cdot \eta_i \cdot 480 = 72 \eta_i. \quad \dots (47)$$

Oblikovni koeficient η_i dobimo po enačbi

$$\eta_i = X_i \frac{\sum X_i Q_i}{\sum X_i^2 Q_i} \quad \dots (48)$$

kjer vrednosti za X_i dobimo iz tabele III navodil DGA-640, str. 4, 1963.

Račun za enačbo (48) in (47) izvedemo tabelarno. Tako dobimo

Tabela I

et	X_i	X_i^2	η_i
10	1	1	1,68
9	0,863	0,75	1,450
8	0,725	0,525	1,22
7	0,588	0,345	0,98
6	0,462	0,215	0,79
5	0,340	0,116	0,57
4	0,230	0,053	0,39
3	0,136	0,018	0,23
2	0,064	0,004	0,11
1	0,017	0,003	0,03
Σ	3,425	2,029	

ker so vsi Q_i enaki

$$\eta_i = X_i \frac{\sum X_i}{\sum X_i^2} = X_i \frac{3,425}{2,029} = 1,68 X_i$$

Dobljeno vrednost vstavimo v enačbo (47) pa že dobimo seizmično silo S_i . V tabeli II si še določimo prečno silo H_i po enačbi (2) in etažni moment M_i^{et} po enačbi (3).

Tabela II

et	S_i (t)	H_i	$H_i h_i$	M_i^{et}	$1/2 M_i^{\text{et}}$
10	121	121	425	—	—
9	104	225	790	425	213
8	88	313	1.110	1.215	607
7	71	384	1.340	2.325	1.162
6	57	441	1.540	3.665	1.832
5	41	482	1.680	5.205	2.602
4	28	510	1.780	6.885	3.442
3	17	527	1.840	8.665	4.332
2	8	535	1.870	10.505	5.252
1	2	537	1.880	12.375	6.187
0				14.255	7.127

3.3.4. Določevanje koeficientov β , γ in diferenčnih enačb.

Ker ima objekt po višini konstantne statične vrednosti, uporabimo za izračunanje koeficientov β in γ enačbe (43). Tako je

$$\beta = \left[\frac{9,21^2}{3,755 + 11,53} + \frac{1,2}{0,4} \left(\frac{1}{2,32} + \frac{1}{3,12} \right) \right] \times \frac{12 \cdot 0,0243 \cdot 3,5}{3^3} = 0,294$$

$$\gamma = \frac{9,21}{3,755 + 11,53} \frac{12 \cdot 0,024^3 \cdot 3,5}{3^3} = 0,0226$$

Če volimo v prvem primeru, da ima objekt skupni temelj, dobimo naslednje diferenčne enačbe (enačbe 44, 45 a, 46).

$$T_{10} = 0$$

$$T_8 - 2,294 T_9 + T_{10} = -0,0226 \cdot 213 = -4,8$$

$$T_7 - 2,294 T_8 + T_9 = -13,7$$

$$T_6 - 2,294 T_7 + T_8 = -26,4$$

$$T_5 - 2,294 T_6 + T_7 = -41,6$$

$$T_4 - 2,294 T_5 + T_6 = -59,1$$

$$T_3 - 2,294 T_4 + T_5 = -78,1$$

$$T_2 - 2,294 T_3 + T_4 = -98,5$$

$$T_1 - 2,294 T_2 + T_3 = -118,5$$

$$T_0 - 2,294 T_1 + T_2 = -139,0$$

$$T_{00} - 2,294 T_0 + T_1 = -161,0$$

$$T_{00} - T_1 = 0$$

Rešitev teh enačb, ki jo izvedemo običajno tako, da eliminiramo neznanke od vrha navzdol, da vrednosti, ki so podane v tabeli III.

Skupni moment v obeh stenah dobimo po enačbi (8), torej

$$M_i = M_i^{\text{et}} - T_i \cdot L$$

Vrednosti za posamezne etaže so tudi zbrane v tabeli III. Končno še določimo prečno silo V_i v prečkah. Ta je

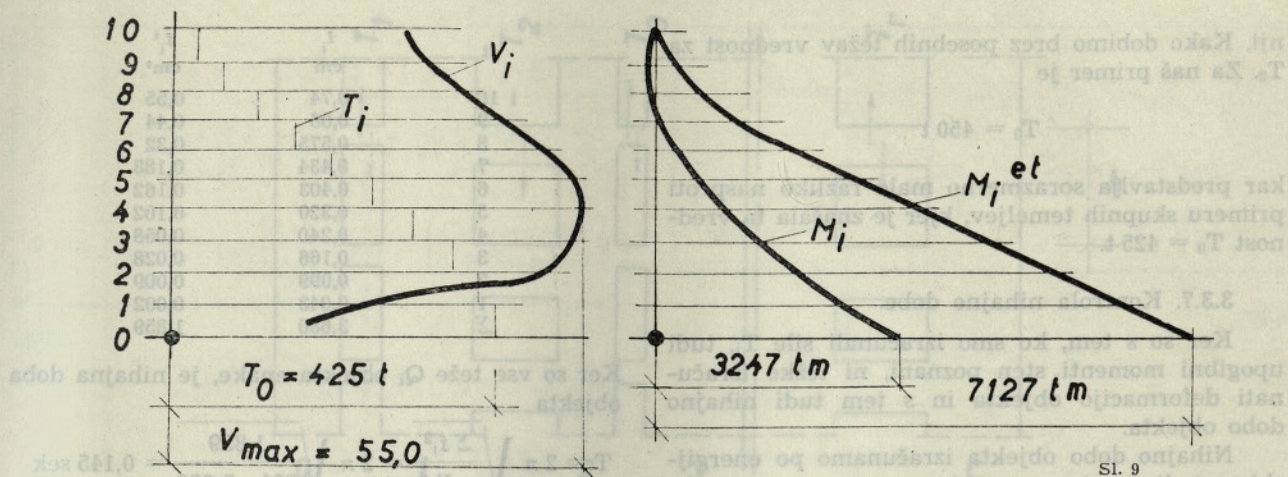
$$V_i = T_{i+1} - T_i$$

Vrednosti za vse etaže so zopet razvidne iz tabele III.

Tabela III

et	T_i t	M_i tm	V_i t
10	0	0	
9	31,5	-77	31,5
8	67,5	-18	36,0
7	110,0	152	42,5
6	158	372	+48,0
5	210	672	+52,0
4	265	1002	+55,0
3	319	1392	+54,0
2	369	1852	+50,0
1	407	2487	+36,0
0	425	3247	+18,0

Na sl. 9 so še prikazane zgornje vrednosti grafično.

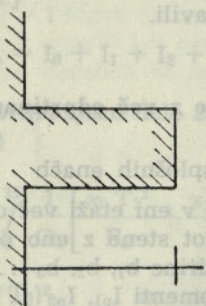


3.35. Kontrola napetosti v prečki in jedru.

Maksimalna obremenitev prečk je 55 t, med 4. in 5. etažo. Glede na dimenzije prečke 40/90 in MB 300 je upogibna armatura:

$$r = 0,192$$

$$\sigma_b/\sigma_z = 150/2100; \mu = 1,488 \text{ ‰}, \pm f_z = 50,5 \text{ cm}^2.$$



Sl. 10

Strižna napetost pa je

$$\tau = \frac{55.000}{40 \cdot 85 \cdot 0,861} = 18,7 \text{ kg/cm}^2$$

torej je strižna armatura

$$f_z = 37,5 \text{ cm}^2.$$

Stena 2 je bolj obremenjena. Če ocenimo tlačno obremenitev pri temelju (1/4 celotne obtežbe) na

$$Q = 1200 \text{ t}$$

in ker znaša upogibni moment

$$M = \frac{I_2}{I_1 + I_2} \cdot 3247 = 2200 \text{ tm}$$

je robna napetost homogenega prereza stene 2

$$\sigma = \frac{1.200.000}{2,35 \cdot 10^4} \pm \frac{2200 \cdot 10^5 \cdot 365}{11,35 \cdot 10^8} =$$

$$= 51,0 \pm 74,5 = \begin{cases} 125,5 \text{ kg/cm}^2 - \text{tlak} \\ -23,5 \text{ kg/cm}^2 - \text{nateg} \end{cases}$$

Dobljeni rezultat pove, da je potrebno jedro armirati, vendar ne predstavljajo dobljene natezne napetosti nobenih izvedbenih težav.

3.3.6 Variantna rešitev za ločeni temelj.

Če volimo sedaj za steno 1 in 2 ločena temelja, ki imata $F_{it} = 36,0 \text{ m}^2$, $I_{it} = 108 \text{ m}^4$, $F_{2t} = 64 \text{ m}^2$, $I_{2t} = 342 \text{ m}^4$, potem se v diferenčnih enačbah spremeni edino poslednja enačba, tj. na mesto enačbe (45 a) uporabimo enačbo (45). Ker sta koeficienta β_0 in γ_0 po enačbah (30) in (31) pri $C\varphi = 10.000 \text{ t/m}^3$, $C_z = 3500 \text{ t/m}^3$

$$\beta_0 = \left[\frac{9,25^2}{10.000 \cdot 450} + \frac{1}{3500} \left(\frac{1}{36} + \frac{1}{64} \right) \right] \times \frac{12 \cdot 0,0243 \cdot 2,1 \cdot 10^6}{3,5 \cdot 3^3} = 0,202$$

$$\gamma_0 = \frac{9,25}{1000 \cdot 450} \cdot \frac{12 \cdot 0,0243 \cdot 2,1 \cdot 10^6}{3,5 \cdot 3^3} = 0,0133$$

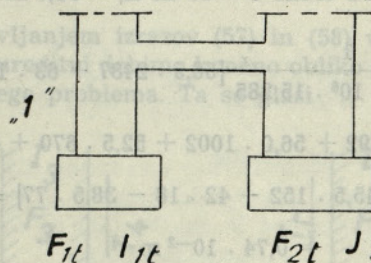
se glasi enačba (45)

$$T_{00} + 2 \cdot 3,5 \cdot 0,202 T_0 - T_1 - 2 \cdot 3,5 \cdot 0,0133 \cdot$$

$$\cdot 7127 = 0$$

oziroma

$$T_{00} + 1,24 T_0 - T_1 = 665.$$



Sl. 11

Pri eliminiranju neznank od vrha navzdol pride sedaj sprememba le v poslednji, eliminacijski stop-

nji. Kako dobimo brez posebnih težav vrednost za T_0 . Za naš primer je

$$T_0 = 450 \text{ t}$$

kar predstavlja sorazmerno malo razliko nasproti primeru skupnih temeljev, kjer je znašala ta vrednost $T_0 = 425 \text{ t}$.

3.3.7. Kontrola nihajne dobe.

Ker so s tem, ko smo izračunali sile T_i , tudi upogibni momenti sten poznani, ni težko izračunati deformacijo objekta in s tem tudi nihajno dobo objekta.

Nihajno dobo objekta izračunamo po energijski metodi, torej po enačbi

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum m_i X_i^2}{\sum P_i X_i}} \quad (a)$$

Če še postavimo, da je amplituda nihanja za osnovni ton enaka deformaciji objekta, torej

$$X_i = f_i$$

in sila

$$P_i = f_i Q_i$$

potem se glasi enačba (a)

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum Q_i f_i^2}{g \sum Q_i f_i}} \quad (b)$$

Deformacijo objekta f_i dobimo zaradi poznanih upogibnih momentov M_i v stenah po enačbi (sl. 12).

$$f_i = \frac{1}{2EI} \left[\sum_{i=1}^{i-1} (2L_i - L_j) M_j + \sum_{j=1}^n L_i M_j \right] \quad (c)$$

Tako je npr. za točko $i = 10$ in $L_i = 35,0 \text{ m}$:

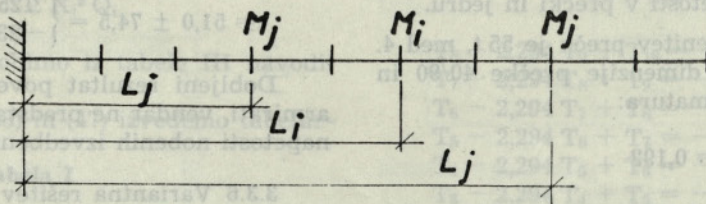
$$\begin{aligned} f_{10} &= \frac{1}{2 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 15,285} [66,5 \cdot 2487 + 63 \cdot 1852 + \\ &+ 59,5 \cdot 1392 + 56,0 \cdot 1002 + 52,5 \cdot 670 + 49 \cdot \\ &\cdot 372 + 45,5 \cdot 152 - 42 \cdot 18 - 38,5 \cdot 77] = \\ &= 0,74 \cdot 10^{-2} \text{ m} \end{aligned}$$

Vrednosti za deformacije ostalih točk so razvidne iz naslednje tabele.

z	f_i cm	f_i^2 cm ²
10	0,74	0,55
9	0,66	0,44
8	0,575	0,32
7	0,434	0,188
6	0,403	0,162
5	0,320	0,102
4	0,240	0,058
3	0,166	0,028
2	0,099	0,009
1	0,043	0,002
Σ	3,680	1,859

Ker so vse teže Q_i objekta enake, je nihajna doba objekta

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\sum f_i^2}{g \sum f_i}} = 2\pi \sqrt{\frac{1,859}{981 \cdot 3,680}} = 0,145 \text{ sek}$$



Sl. 12

torej je $T < 0,5 \text{ sek.}$, kakor smo pri računu seizmičnih sil predpostavili.

4. Stene z več odprtinami

4.1. Izvajanje splošnih enačb

Stene, ki imajo v eni etaži več odprtin, obravnavamo podobno kot stene z eno odprtino. Stena naj ima r odprtin širine $b_1, b_2, b_3 \dots b_r$ ter r prečk z vztrajnostnimi momenti $I_{p1}, I_{p2} \dots I_{pj}, \dots I_{pr}$. Preseki sten ob odprtinah pa $F_0, F_1, \dots F_r$.

Posamezne elemente, ki so potrebni za izračunavanje osnovnih enačb, dobimo na podobni način kot za steno z eno odprtino. Tako znaša celokupen moment v stenah v poljubni višini objekta

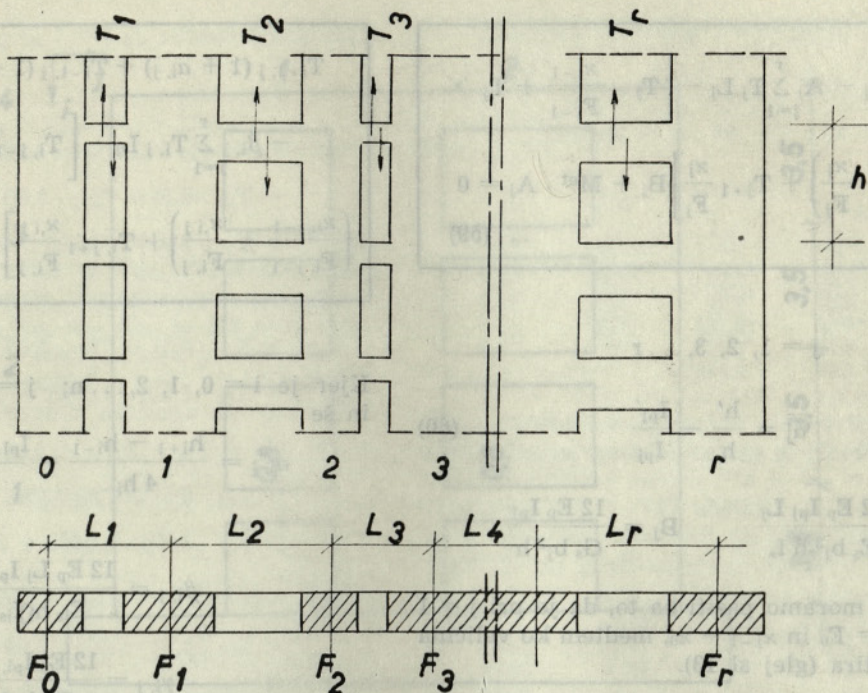
$$M = M^{et} - T_1 L_1 - T_2 L_2 \dots - T_j L_j \dots T_r L_r \quad (49)$$

Deformacijsko delo vsek prečk je

$$\begin{aligned} A_p &= \frac{1}{2} \int_0^H \frac{h}{12 E_p} \left[\frac{T_1'^2 b_1^3}{I_{p1}} + \frac{T_r'^2 b_r^3}{I_{pr}} + \dots + \right. \\ &\quad \left. + \frac{T_j'^2 b_j^3}{I_{pj}} + \dots + \frac{T_r'^2 b_r^3}{I_{pr}} \right] dx \quad (50) \end{aligned}$$

Deformacijsko delo sten pa je zaradi upogibnega momenta M

$$\begin{aligned} A_M &= \frac{1}{2} \int_0^H \frac{1}{E_s I_s} (M^{et} - T_1 L_1 - T_2 L_2 - \\ &\quad - \dots T_j L_j - \dots T_r L_r)^2 dx \quad (51) \end{aligned}$$



Sl. 13

kjer je I_s vsota vztrajnostnih momentov vseh sten v višini x , torej

$$I_s = I_0 + I_1 + I_2 + \dots + I_r. \quad \dots (52)$$

Končno je deformacijsko delo zaradi strižnih obremenitev (sl. 14)

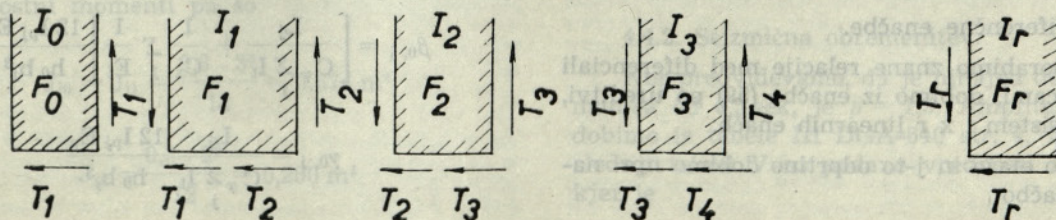
$$A_{st} = \frac{1}{2} \int_0^H \frac{1}{G_s} \left[\frac{\kappa_0 T_1^2}{F_0} + \frac{\kappa_1 (T_1 + T_2)^2}{F_1} + \frac{\kappa_2 (T_2 + T_3)^2}{F_3} + \dots + \frac{\kappa_j (T_j + T_{j+1})^2}{F_j} + \dots + \frac{\kappa_r T_r^2}{F_r} \right] dx \quad \dots (53)$$

Sedaj je celokupno deformacijsko delo

$$A = A_p + A_M + A_{st} \quad \dots (54)$$

Tudi pri stenah z več odprtinami je integrand enačbe (54) funkcija spremenljivke x , ter vseh skupnih prečnih sil T_j in njihovih odvodov T_j' , torej dobimo analogno enačbo, kot je enačba (17), namreč

$$A = \int_0^H K(x, T_1, T_1', T_2, T_2', \dots, T_r, T_r') dx \quad \dots (55)$$



Sl. 14

Variacijski račun da sedaj sistem r diferencialnih enačb oblike

$$\frac{\partial K}{\partial T_j} - \frac{d}{dx} \left(\frac{\partial K}{\partial T_j'} \right) = 0 \quad \dots (56)$$

kjer je

$$j = 1, 2, 3, \dots, r$$

Elementi enačbe (56) pa so

$$\frac{\partial K}{\partial T_j} = \frac{1}{E_s I_s} (M^{et} - T_1 L_1 - T_2 L_2 - \dots - T_r L_r) \times \times (-L_j) + \frac{1}{G_s} \left[\frac{\kappa_{j-1}}{F_{j-1}} (T_{j-1} + T_j) + \frac{\kappa_j}{F_j} (T_j + T_{j+1}) \right] \quad \dots (57)$$

ter

$$\frac{\partial K}{\partial T_j'} = \frac{b_j^3}{12 E_p} \frac{h}{I_{pj}} T_j'$$

in končno

$$\frac{d}{dx} \left(\frac{\partial K}{\partial T_j'} \right) = \frac{b_j^3}{12 E_p} \left[\frac{h' I_{pj} - h J_{pj}'}{I_{pj}^2} T_j' + \frac{h}{I_{pj}} T_j'' \right] \quad \dots (58)$$

Z vstavljanjem izrazov (57) in (58) v enačbo (56) ter po ureditvi dobimo končno obliko splošne enačbe našega problema. Ta se glasi

$$T_j'' + T_j' \bar{a}_j - A_j \sum_{j=1}^r T_j L_j - \left[T_{j-1} \frac{\kappa_{j-1}}{F_{j-1}} + T_j \times \left(\frac{\kappa_{j-1}}{F_{j-1}} + \frac{\kappa_j}{F_j} \right) + T_{j+1} \frac{\kappa_j}{F_j} \right] B_j + M^{et} \cdot A_j = 0 \quad \dots (59)$$

Kjer je

$$j = 1, 2, 3, \dots, r$$

ter

$$\bar{a}_j = \frac{h'}{h} - \frac{I_{pj}'}{I_{pj}} \quad \dots (60)$$

$$A_j = \frac{12 E_p I_{pj} L_j}{E_s b_j^3 h I_s} \quad B_j = \frac{12 E_p I_{pj}}{G_s b_j^3 h}$$

V enačbi (59) moramo paziti na to, da je pri $j = 1$ veličina $F_{j-1} = F_0$ in $\kappa_{j-1} = \kappa_0$, medtem ko veličina T_{j-1} ne eksistira (glej sl. 13).

4.2. Posebna rešitev za steno z dvema odprtinama v eni etaži.

Za lažjo orientacijo v zvezi z uporabo enačbe (59) si še zapišimo enačbi za $j = 1, 2$, torej za steno z dvema odprtinama

$$T_1'' + T_1' \bar{a}_1 - A_1 (T_1 L_1 + T_2 L_2) - \left[T_1 \left(\frac{\kappa_0}{F_0} + \frac{\kappa_1}{F_1} \right) + T_2 \frac{\kappa_1}{F_1} \right] B_1 + M^{et} A_1 = 0 \quad \dots (61)$$

$$T_2'' + T_2' \bar{a}_2 - A_2 (T_1 L_1 + T_2 L_2) - \left[T_1 \frac{\kappa_1}{F_1} + T_2 \left(\frac{\kappa_1}{F_1} + \frac{\kappa_2}{F_2} \right) \right] B_2 + M^{et} A_2 = 0 \quad \dots (62)$$

kjer je še

$$\bar{a}_1 = \frac{h'}{h} - \frac{I'_{p1}}{I_{p1}} \quad \bar{a}_2 = \frac{h'}{h} - \frac{I'_{p2}}{I_{p2}} \quad \dots (63)$$

$$A_1 = \frac{12 E_p I_{p1} L_1}{E_s b_1^3 h I_s} \quad A_2 = \frac{12 E_p I_{p2} L_2}{E_s b_2^3 h I_s} \quad \dots (64)$$

$$B_1 = \frac{12 E_p I_{p1}}{G_s b_1^3 h} \quad B_2 = \frac{12 E_p I_{p2}}{G_s b_2^3 h} \quad \dots (65)$$

4.3. Diferenčne enačbe.

Če uporabimo znane relacije med diferenciali in diferenciali, dobimo iz enačbe (59) po ureditvi, naslednji sistem i x r linearnih enačb.

Za i -to etažo in j -to odprtino dobimo npr. naslednjo enačbo

$$T_{i+1,j} (1 + \alpha_{i,j}) + T_{i-1,j} (1 - \alpha_{i,j}) - 2 T_{i,j} - \beta_{i,j} \sum_{j=1}^r T_{i,j} L_j - \left[T_{i,j-1} \frac{\kappa_{i,j-1}}{F_{i,j-1}} + T_{i,j} \left(\frac{\kappa_{i,j-1}}{F_{i,j-1}} + \frac{\kappa_{i,j}}{F_{i,j}} \right) + T_{i,j+1} \frac{\kappa_{i,j}}{F_{i,j}} \right] \gamma_{i,j} + M_i^{et} \beta_{i,j} = 0 \quad \dots (66)$$

Kjer je $i = 0, 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, 3, \dots, r$ in še

$$\alpha_{i,j} = \frac{h_{i+1} - h_{i-1}}{4 h_i} - \frac{I_{pi+1,j} - I_{pi-1,j}}{4 I_{pi,j}} \quad \dots (67)$$

$$\beta_{i,j} = \frac{12 E_p L_j I_{pi,j} \delta_i^2}{E_{is} h_i I_{is} b_j^3} \quad \dots (68)$$

$$\gamma_{i,j} = \frac{12 E_p I_{pi,j} \delta_i^2}{G_{is} h_i b_j^3} \quad \dots (69)$$

Enačbe (66) napišemo po vrsti za $j = 1$ in $i = 0$ do $n - 1$ ter nato za $j = 2$ in zopet $i = 0$ do $n - 1$ itd. do $j = r$ in $i = 0$ do $n - i$. Vsega torej dobimo $n r$ enačb. Tem enačbam še dodamo robne pogoje za $x = 0$

$$T_{n,j} = 0$$

$$j = 1, 2, 3, \dots, r \quad \dots (70)$$

teh enačb je j ter končno še j enačb pri $x = H$, t. j. pri temelju

$$T_{00,j} - T_{i,j} = 0$$

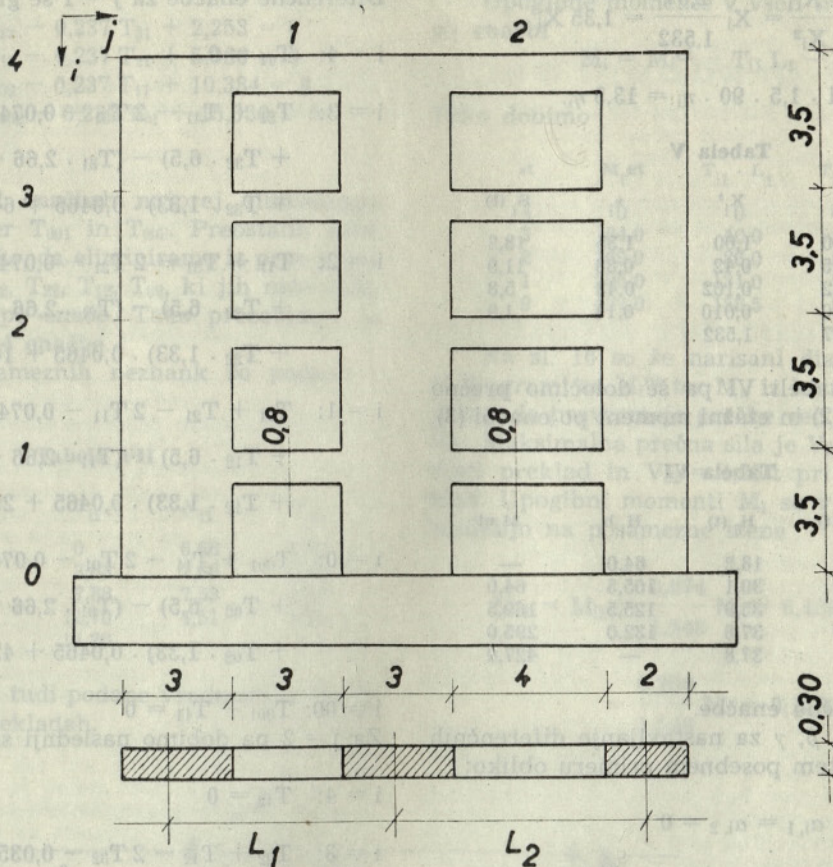
$$j = 1, 2, 3, \dots, r \quad \dots (71)$$

kadar so temelji skupni oziroma

$$T_{00,j} + T_{0,j} \cdot 2 \delta_0 \beta_{0,j} - T_{i,j} - 2 \delta_0 \times \gamma_{0,j} M_0^{et} = 0 \quad \dots (72)$$

kadar so temelji posameznih delov sten ločeni. Pri tem so koeficienti

$$\beta_{0,j} = \left[\frac{L_j}{C_\varphi \sum_j I_t} + \frac{1}{C_x \sum_j F_t} \right] \frac{12 I_{pj} E_p}{h_0 b_j^3} \quad \gamma_{0,j} = \frac{L_j}{C_\varphi \sum_j I_t} \frac{12 I_{pj} E_p}{h_0 b_j^3} \quad \dots (74)$$



Sl. 15

in je

$$\sum_j I_t = I_{t1} + I_{t2} + \dots + I_{tr}, \quad \dots (75)$$

$$\sum_j \frac{1}{F_t} = \frac{1}{F_{t1}} + \frac{1}{F_{t2}} + \dots + \frac{1}{F_{tr}} \quad \dots (76)$$

torej vsota vztrajnostnih momentov vseh temeljev (enačba 75) in vsota recipročnih vrednosti vseh presekov temeljev (enačba 76).

4.4. Primer za štirietazno steno z dvema odprtinama.

4.4.1. Podatki in statične vrednosti.

Na sl. 15 je prikazana stena, ki je obremenjena z 90 t na etažo. Ugotoviti je treba sile v prečkah in v stenah pri IX. potresni stopnji. Stena je po višini konstantnih karakteristik, pa je: $j = 1, 2$, $i = 0, 1, 2, 3, 4$.

Preseki sten so:

$$F_{i0} = 3,0 \times 0,3 = 0,9 \text{ m}^2, \quad \kappa_{i0} = 1,2 \text{ (pravokotnik)}$$

$$F_{i1} = 3,0 \times 0,3 = 0,9 \text{ m}^2, \quad \kappa_{i1} = 1,2 \text{ (} j = 1 \text{)}$$

$$F_{i2} = 2,0 \times 0,3 = 0,6 \text{ m}^2, \quad \kappa_{i2} = 1,2 \text{ (} j = 2 \text{)}$$

Vztrajnostni momenti pa so

$$J_{i0} = J_{i1} = \frac{0,3 \cdot 3^3}{12} = 0,674 \text{ m}^4$$

$$J_{i2} = \frac{0,3 \cdot 2^2}{12} = 0,200 \text{ m}^4$$

Vztrajnostni moment prečke je

$$J_{pi,1} = J_{pi,2} = \frac{0,3 \cdot 0,8^3}{12} = 0,0128 \text{ m}^4$$

Dalje je še po enačbi (52)

$$J_{is} = J_{i0} + J_{i1} + J_{i2} = 1,548 \text{ m}^4$$

Nadaljne konstante so še

$$h_i = h = 3,5 \text{ m}; \quad \delta_i = h_i = 3,5 \text{ m},$$

$$L_1 = 6,0 \text{ m}, \quad L_2 = 6,5 \text{ m}; \quad b_1 = 3 \text{ m}, \quad b_2 = 4,0 \text{ m}.$$

Končno še volimo

$$E_s = E_p = 2,1 \cdot 10^6 \text{ t/m}^2;$$

$$\nu = 1/6$$

$$G_s = \frac{1}{2(1 + \nu)} E_s = 0,43 E_s$$

4.4.2. Seizmična obremenitev.

Ker predvidevamo, da je nihajna doba objekta manjša od 0,5 sek, je $\beta = 1,5$. Amplitude nihanja dobimo iz tabele III DGA-640 str. 4, 1963. V naslednji tabeli V so podane vrednosti za η_i in S_i , kjer je

$$\eta_i = X_i \frac{\sum X_i}{\sum X_i^2} = X_i \frac{2,07}{1,532} = 1,35 X_i$$

in

$$S_i = 0,1 \cdot 1,5 \cdot 90 \cdot \eta_i = 13,5 \eta_i.$$

Tabela V

Et	X_i	X_i^2	η_i	S_i (t)
4	1,00	1,00	1,35	18,2
3	0,65	0,42	0,88	11,9
2	0,32	0,102	0,43	5,8
1	0,10	0,010	0,14	1,9
Σ	2,07	1,532		

V nadaljnji tabeli VI pa še določimo prečno silo H_i po enačbi (2) in etažni moment po enačbi (3).

Tabela VI

Et	S_i (t)	H_i (t)	$H_i h_i$	M_i et
4	18,2	18,2	64,0	—
3	11,9	30,1	105,5	64,0
2	5,8	35,9	125,5	169,5
1	1,9	37,8	132,0	295,0
0	—	37,8	—	427,0

4.4.3. Diferenčne enačbe.

Koeficienti α , β , γ za nastavljanje diferenčnih enačb dobijo pri tem posebnem primeru obliko:

$$\alpha_{i,1} = \alpha_{i,2} = 0$$

$$\beta_{0,1} = \beta_{1,1} = \beta_{2,1} = \beta_{3,1} = \frac{12 \cdot 6,0 \cdot 0,0128 \cdot 3,5^2}{3,5 \cdot 1,548 \cdot 3^3} = 7,46 \cdot 10^{-2} \text{ m}^{-1}$$

$$\beta_{0,2} = \beta_{1,2} = \beta_{2,2} = \beta_{3,2} = \frac{12 \cdot 6,0 \cdot 0,0128 \cdot 3,5^2}{3,5 \cdot 1,548 \cdot 4^3} = 3,52 \cdot 10^{-2} \text{ m}^{-1}$$

$$\gamma_{0,1} = \gamma_{1,1} = \gamma_{2,1} = \gamma_{3,1} = \frac{12 \cdot 0,0128 \cdot 3,5^2}{0,43 \cdot 3,5 \cdot 3^3} = 4,65 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$\gamma_{0,2} = \gamma_{1,2} = \gamma_{2,2} = \gamma_{3,2} = \frac{12 \cdot 0,0128 \cdot 3,5^2}{0,43 \cdot 3,5 \cdot 4^3} = 1,95 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$$

Dalje je še

$$\frac{\alpha_{i,0}}{F_{i,0}} = \frac{1,2}{0,9} = 1,33 \text{ m}^{-2}$$

$$\frac{\alpha_{i,1}}{F_{i,1}} = \frac{1,2}{0,9} = 1,33 \text{ n}^{-2}$$

$$\frac{\alpha_{i,2}}{F_{i,2}} = \frac{1,2}{0,6} = 2,00 \text{ m}^{-2}$$

Diferenčne enačbe za $j = 1$ se glasijo

$$i = 4: T_{41} = 0$$

$$i = 3: T_{21} + T_{41} - 2 T_{31} - 0,0746 (T_{31} \cdot 6,0 + T_{32} \cdot 6,5) - (T_{31} \cdot 2,66 + T_{32} \cdot 1,33) \cdot 0,0465 + 64,0 \cdot 0,0746 = 0$$

$$i = 2: T_{11} + T_{31} - 2 T_{21} - 0,0746 (T_{21} \cdot 6,0 + T_{22} \cdot 6,5) - (T_{21} \cdot 2,66 + T_{22} \cdot 1,33) \cdot 0,0465 + 169,5 \cdot 0,0746 = 0$$

$$i = 1: T_{01} + T_{21} - 2 T_{11} - 0,0746 (T_{11} \cdot 6,0 + T_{12} \cdot 6,5) - (T_{11} \cdot 2,66 + T_{12} \cdot 1,33) \cdot 0,0465 + 295,0 \cdot 0,0746 = 0$$

$$i = 0: T_{001} + T_{11} - 2 T_{01} - 0,0746 (T_{01} \cdot 6,0 + T_{02} \cdot 6,5) - (T_{01} \cdot 2,66 + T_{02} \cdot 1,33) \cdot 0,0465 + 427,0 \cdot 0,0746 = 0$$

$$i = 00: T_{001} - T_{11} = 0$$

Za $j = 2$ pa dobimo naslednji sistem enačb

$$i = 4: T_{42} = 0$$

$$i = 3: T_{22} + T_{42} - 2 T_{32} - 0,0352 (T_{31} \cdot 6,0 + T_{32} \cdot 6,5) - T_{31} \cdot 1,33 + T_{32} (1,33 + 2,00) \cdot 0,0192 + 64,0 \cdot 0,0352 = 0$$

$$i = 2: T_{12} + T_{32} - 2 T_{22} - 0,0352 (T_{21} \cdot 6,0 + T_{22} \cdot 6,5) - (T_{21} \cdot 1,33 + T_{22} \cdot 3,33) \cdot 0,0192 + 169,5 \cdot 0,0352 = 0$$

$$i = 1: T_{02} + T_{22} - 2 T_{12} - 0,0352 (T_{11} \cdot 6,0 + T_{12} \cdot 6,5) - (T_{11} \cdot 1,33 + T_{12} \cdot 3,33) \cdot 0,0192 + 295,0 \cdot 0,0352 = 0$$

$$i = 0: T_{002} + T_{12} - 2 T_{02} - 0,0352 (T_{01} \cdot 6,0 + T_{02} \cdot 6,5) - (T_{01} \cdot 1,33 + T_{02} \cdot 3,33) \cdot 0,0192 + 427,0 \cdot 0,0352 = 0$$

$$i = 00: T_{002} - T_{12} = 0$$

Po ureditvi dobimo

$$T_{41} = 0$$

$$T_{41} - 2,571 T_{31} + T_{21} - 0,547 T_{32} + 4,774 = 0$$

$$T_{31} - 2,571 T_{21} + T_{11} - 0,547 T_{22} + 12,645 = 0$$

$$T_{21} - 2,571 T_{11} + T_{01} - 0,547 T_{12} + 22,007 = 0$$

$$T_{11} - 2,571 T_{01} + T_{001} - 0,547 T_{02} + 31,854 = 0$$

$$T_{001} - T_{11} = 0$$

$$\begin{aligned} T_{42} &= 0 \\ T_{42} - 2,293 T_{32} + T_{22} - 0,237 T_{31} + 2,253 &= 0 \\ T_{32} - 2,293 T_{22} + T_{12} - 0,237 T_{21} + 5,966 &= 0 \\ T_{22} - 2,293 T_{12} + T_{02} - 0,237 T_{11} + 10,384 &= 0 \\ T_{12} - 2,293 T_{02} + T_{002} - 0,237 T_{01} + 15,030 &= 0 \\ T_{002} - T_{12} &= 0 \end{aligned}$$

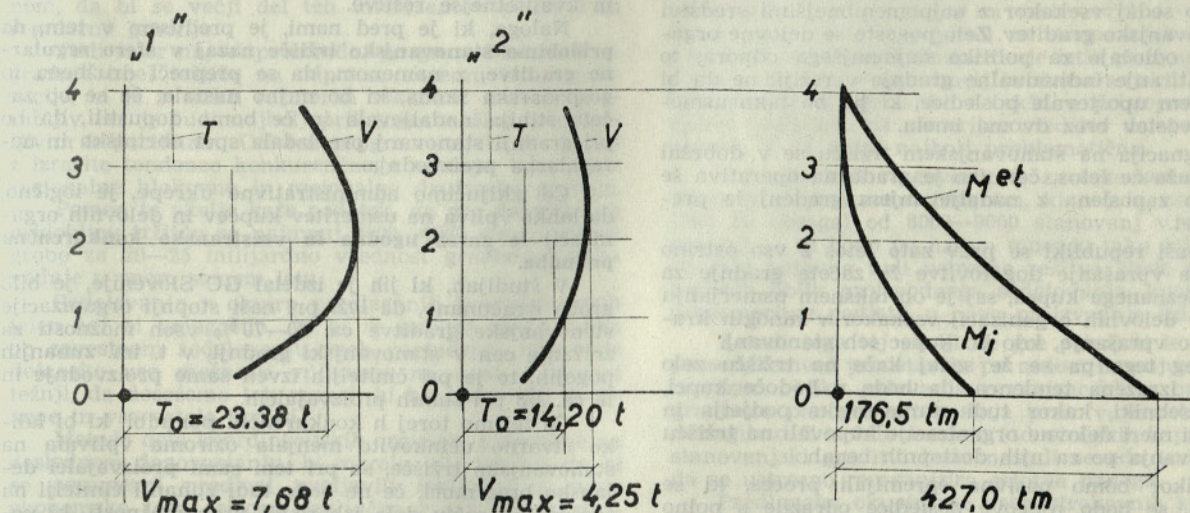
V zgornjih 12 enačbah najprej eliminiramo $T_{41} = 0$, $T_{42} = 0$ ter T_{001} in T_{002} . Preostalih osem enačb pa rešimo tako, da eliminiramo iz prve grupe enačb neznanke T_{32} , T_{22} , T_{12} , T_{02} , ki jih nato vstavimo v drugo grupo enačb. Tako preostanejo za reševanje še samo 4 enačbe.

Vrednosti posameznih neznank so podane v tabeli VII.

Tabela VII

et	T_{i1}	T_{i2}	V_{i1}	V_{i2}
4	0	0	6,66	3,63
3	6,66	3,63	7,68	4,25
2	14,34	7,88	7,53	3,82
1	21,87	11,70	4,51	2,50
0	26,38	14,20	—	—

V tabeli VII so tudi podane vrednosti za V_i , tj. za prečne sile v prekladah.



Sl. 16

E. PRELOG

HORIZONTAL LOADING OF WALL STRUCTURES WITH OPENINGS

Synopsis

The walls in multistory buildings of a wall construction type are rather weakened due to the window and door openings. When designing such structures with view to horizontal loadings it is not allowed to neglect the influence of openings. On the other hand it is not economical if the bearing capacity of the window and door beams is not taken into account. The author has made a special differential method that makes possible for practical use enough accurate calculation of the required factors for wall dimensioning, the openings being taken into account. The method is based on the energy principle. Considering the deforming action of walls and cross-beams consumed in the

Upogibne momente v vseh treh stenah dobimo po enačbi

$$M_i = M_i^{et} - T_{i1} L_1 - T_{i2} L_2$$

Tako dobimo

et	M_i^{et}	$T_{i1} \cdot L_1$	$T_{i2} L_2$	M_i
4	0	0	0	0
3	64,0	40,0	23,6	0,4
2	169,0	86,0	51,1	31,9
1	295,0	131,0	76,0	88,0
0	427,0	158,5	92,0	176,5

Na sl. 16 so še narisani diagrami za T_{ij} , V_{ij} in diagrami za M_i^{et} ter M_i , iz katerih je dobro razvidno, da prevzamejo prečke več kot 59 % momentov. Maksimalna prečna sila je $V_{31} = 7,68$ t pri prvi vrsti preklad in $V_{32} = 4,25$ t pri drugi vrsti preklad. Upogibni momenti M_i se v razmerju togosti razdelijo na posamezne stene

$$\begin{aligned} M_{i1} = M_{i2} &= \frac{0,674}{1,548} M_i = 0,436 M_i, \quad M_{i3} = \\ &= \frac{0,200}{1,548} M_i = 0,128 M_i \end{aligned}$$

object during the deforming process due to the horizontal loadings, and using the variability calculation, a system of differential equations is got, solving the above mentioned problem. Differential equations for commonly shaped walls and changeable loadings in separate stories are rather complicated for the everyday practice. Therefore the author suggests a differential method, that gives a system $n \times r$ of differential equations for the building with n stories and r openings in each story. The special value of this method is in the possibility of changing the separate parameters during the design of the structure. Such adjusting to the ideal solution presents not much additional work.



I. Koordinacija pri industrijski gradnji stanovanj v SRS

V prvem letu izvajanja stanovanjske reforme se je pojavila vrsta težav, ki so že sedaj v znatni meri vplivale na stanovanjsko tržišče. Zaradi decentralizacije sredstev stanovanjskega prispevka je letos resno ogroženo nadaljevanje dela. Banke, ki so prevzele dosedanje stanovanjske sklade, so v pretežni meri sedaj finančno okupirane celo za več let s starimi prevzetimi angažmaji, zaradi česar niso v stanju, da bi lahko uspešno zastavile aktivnost v smer mobilizacije sredstev za novogradnje.

Interesenti za stanovanja so zaradi zelo neenotnih kreditnih pogojev bank v precejšnji meri dezorientirani, kar seveda še povečuje tendenco individualnega reševanja stanovanjskih problemov.

Posebno te okoliščnosti so vplivale tudi na politiko samoupravnih organov delovnih organizacij, ki razpolagajo sedaj vsekakor z najpomembnejšimi sredstvi za stanovanjsko graditev. Zelo pogosto se delovne organizacije odločajo za politiko najmanjšega odpora, to je kreditiranje individualne gradnje v reži, ne da bi se pri tem upoštevale posledice, ki jih bo taka usmeritev sredstev brez dvoma imela.

Stagnacija na stanovanjskem tržišču se v dobršni meri opaža že letos, čeravno je gradbena operativa še pretežno zaposlena z nadaljevanjem gradenj iz preteklih let.

V naši republiki se prav zato letos z vso ostrino postavlja vprašanje dogotovitve že začete gradnje za trg za neznanega kupca, saj je ob takšnem usmerjanju sredstev delovnih organizacij vsekakor v mnogih krajih resno vprašanje, kdo bo kupec teh stanovanj.

Poleg tega pa se že sedaj kaže na tržišču zelo striktno izražena tendenca, da bodo v bodoče kupci, tako zasebniki, kakor tudi stanovanjska podjetja in v manjši meri delovne organizacije kupovali na tržišču le stanovanja po za njih dostopnih cenah.

Kolikor bomo pasivno spremljali proces, ki se je začel, se bodo njegove posledice odrazile s polno ostrino šele v letu 1967. Prav nič ni pretirano, če trdimo, da bo v tem primeru gradbena panoga izgubila 50 do 60% dosedanjega stanovanjskega tržišča. Ob splošnem zoževanju gospodarskih in drugih investicij, bi imel seveda tak razvoj za gradbeno panogo usodne posledice.

Če analiziramo vzroke, ki vodijo v tako nezaželeno smer, lahko ugotovimo, da gre po eni strani za neusklajenost prehoda na nov sistem financiranja, prilagojenost urbanističnih projektov, da proizvodnja stanovanj še ni prilagojena na novo orientacijo kupcev, da je dejstvo, da gradbena operativa ni v večji meri usposobljena za družinsko gradnjo itd.

Z vidika racionalizacije gradnje obstaja še poleg tega vrsta drugih nerešenih zelo pomembnih problemov kot npr. financiranje komunalnega urejanja zemljišč, pomanjkanje regulative, neenotni pogledi na vlogo stanovanjskih podjetij v razširjeni reprodukciji, neurejeni materialni odnosi med temi podjetji in delovnimi organizacijami itd.

Iz vsega navedenega sledi, da delujejo trenutno na stanovanjskem tržišču izredno močni stihijski elementi, ki kažejo, da je predvsem stopnja naše družbene organizacije na tem področju izredno nizka in nezadostna. Logično je, da je razvoj, kot ga trenutno opažamo, že postal največja zavora razvoja procesa industrializacije, ki smo ga v naši republiki v letu 1965 šele dejansko intenzivno pričeli.

Povsem razumljivo je, da na sedanji stopnji našega družbenega in ekonomskega razvoja ne moremo računati pri urejanju teh vprašanj na administrativne ukrepe, če izvajamo seveda nujno potrebno urbanistično disciplino in izdelavo osnovne regulative, ki je brezpogojno potrebna za uspešno industrializacijo stanovanjske graditve.

Zaradi tega je potrebno iskati boljše, ustreznejše in kvalitetnejše rešitve.

Naloga, ki je pred nami, je predvsem v tem, da pridobimo stanovanjsko tržišče nazaj v sfero regularne graditve, z namenom, da se prepreči družbena in gospodarska škoda, ki bo nujno nastala, če se bo začeta stihija nadaljevala in če bomo dopustili, da bo pri gradnji stanovanj prevladala spet obrtniška in ne regularna proizvodnja.

Če izključimo administrativne ukrepe, je logično, da lahko vpliva na usmeritev kupcev in delovnih organizacij le zares ugodna in vsestranska konkurenčna ponudba.

V študijah, ki jih je izdelal GC Slovenije, je bilo grobo izračunano, da leži pri naši stopnji organizacije stanovanjske graditve ca. 60–70% vseh možnosti za znižanje cen v stanovanjski gradnji, v t. im. zunanjih pogojih, to je pri činiteljih izven same proizvodnje in le ca. 1/3 pri samih proizvajalcih.

Če težimo torej h konkurenčni ponudbi, ki bi lahko stvarno učinkovito menjala oziroma vplivala na stanovanjsko tržišče, so pri tem sami proizvajalci dejansko brez moči, če ne bodo tudi zunanji činitelji na svojem področju dela izkoristili vseh možnosti, ki vodijo k ustrezni racionalni ceni stanovanj.

Če upoštevamo navedene momente, je logičen zaključek, da vodi pot do ustreznih rešitev le preko sistematično koordiniranega dela vseh činiteljev, ki v enem ali drugem smislu sodelujejo pri stanovanjski gradnji, tako na nivoju republike, kakor tudi v posameznih važnejših gospodarskih bazenih.

Pri reševanju tega problema je torej nujno potrebno zagotoviti poleg naporov proizvajalcev, gradbene industrije, industrije prefabrikatov, montažerjev, Gospodarske zbornice, stanovanjskih podjetij, kreditnih bank, raziskovalnih institucij prav tako tudi sodelovanje resornih sekretariatov, občinskih skupščin, mestnih svetov, urbanistov, komunalcev, planerjev in prav tako tudi naših družbeno političnih organizacij.

Prelom, ki ga moramo doseči, terja radikalne spremembe v:

- tehnologiji in organizaciji graditve,
- planiranju in pripravi gradnje in končno tudi
- spremembi gledanja na ta problem na sploh.

Iz tako nakazane potrebe je bil izdelan konkreten predlog, da se formirajo ustrezni legitimni **koordinacijski organi**, tako na nivoju republike, kot v posameznih pomembnejših bazenih.

Že iz samega imena je razvidno, da je karakter dela teh organov izključno le dogovarjanje za sprovedbo enotne programske postavljene akcije industrializacije in racionalizacije stanovanjske graditve v SRS.

Nujen program dela teh organov obsega v glavnem:

- ukrepe za izboljšanje financiranja stanovanjske graditve v letu 1966,

- izdelavo operativnega proizvodnega programa za organizirano gradnjo stanovanj za leto 1957—1968,

- ureditev trajnega sistema kreditiranja kupcev in proizvajalcev stanovanj ter financiranje komunalnega urejanja zemljišč,

- skupno intenzivno razvojno delo na optimalni racionalizaciji blokovne gradnje,

- skupno intenzivno razvojno delo na optimalni racionalizaciji družinske gradnje,

- v uveljavitvi organizacijsko-tehničnega minimuma in ostalih najnujnejših regulativnih ukrepov za razvoj industrializacije gradnje.

Ostale točke iz predlaganega programa pomenijo v glavnem le dopolnitev k reševanju teh glavnih nalog (razvoj prefabrikacije, razvoj gradbenih materialov, študij organizacijskih oblik itd.).

V pogledu izdelave **proizvodnega programa organizirane gradnje** za prihodnje obdobje so se v dosedanjih razpravah izkristalizirala stališča, da naj bi gradbena operativa skupno z montažerji in v skladu s podrobnejšo analizo tržišča zastavila tudi široko akcijo za osvojitvev tržišča družinske gradnje, z namenom, da bi se večji del teh interesentov pridobil za regularno gradnjo.

Tudi sicer naj bi proizvodni program blokovne izgradnje imel težišče na odprtem sistemu industrializacije, ki je v naših razmerah vsekakor najbolj uporabljiv ter je tudi najbolj prilagojen našim razpoložljivim kapacitetam. Celoten program naj bi se izdelal z izrazito tendenco konkurenčnega nastopa tako glede racionalne blokovne in racionalne družinske gradnje.

Pomen te akcije kaže podatek, da gre dejansko za pridobitev tržišča za najmanj 3000—4000 stanovanj ali grobo za 20—25 milijardno vrednost gradbene proizvodnje v enem samem letu.

Sodelovanje v okviru predlaganih koordinacijskih teles naj bi omogočilo, da bi se pri tej akciji lahko ob zavestnem sodelovanju vseh partnerjev izkoristile dejansko vse možnosti vplivanja na ceno v skupni težnji, da dosežemo tak razvoj, ki bo zadovoljil družbene in vse ostale koristi.

Metode dela koordinacijskih organov, zasnovane na doslednem dogovarjanju, bi morale biti takšne, da bi se posamezni predlogi uveljavili izključno s svojo ekonomsko težo oziroma izključno zaradi svoje strokovnosti.

Deloma bi strokovne materiale za republiški koordinacijski organ pripravljali Gradbeni center Slovenije in druge strokovne institucije, problemi, ki so širšega značaja, pa bi se reševali v strokovnih komisijah, skupno s predstavniki bank, industrijskih grupacij, zbornice, resorjev itd.

Po predlogu naj bi republiški koordinacijski organ sestavljali legitimni predstavniki naslednjih institucij:

- Odbor za urbanizem, komunalno in stanovanjsko politiko Skupščine SR Slovenije,

- Republiški sekretariat za urbanizem,

- Republiški sekretariat za gospodarstvo — Sektor za gradbeništvo,

- Gospodarska zbornica SRS,

- Predsedstvo Socialistične zveze delovnega ljudstva,

- Zveza sindikatov — Republiški odbor za Slovenijo,

- Združenje kreditnih bank,
- Biro gradbeništva Slovenije,
- Združenje stanovanjskih podjetij,
- organizirane industrijske grupacije proizvajalcev,

- predstavnik komunalnih podjetij Ljubljana,

- Gradbeni center Slovenije,

- Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij,

- Urbanistični institut SRS,

- Studio za stanovanje in opremo,

- Centralni zavod za napredek gospodinjstva.

Analogna, morda nekoliko ožja, bi bila sestava koordinacijskih organov po posameznih bazenih.

Poleg nekaterih nujnih in pomembnih nalog, ki lahko še vplivajo na izboljšanje situacije na stanovanjskem tržišču, bo ležalo v letošnjem letu **težišče dela koordinacijskih organov na izdelavi že omenjenega proizvodnega programa organizirane stanovanjske graditve za prihodnji dve leti.**

Postavljena je zahteva, da se proizvodni program povsem konkretno izdela in v vseh elementih:

- lokacije,

- finančna bilanca,

- komunalno urejanje,

- kapacitete,

- prefabrikacija,

- struktura gradnje,

- standard stanovanj,

- cena.

V dosedanjih razgovorih so banke izrazile velik interes, da se angažirajo kot poslovni partner na sofinanciranju tega programa na vseh večjih kompleksih, ki se bodo na novo odpirali za stanovanjsko gradnjo s tem, da se doseže sofinanciranje istih programov tudi s strani delovnih organizacij in stanovanjskih podjetij. Očividno je, da se lahko s takšnim pristopom močno vpliva predvsem na usmeritev sredstev delovnih organizacij, ki je sedaj najbolj problematična.

V konkretnih razgovorih — za tako zasnovan velikopotezni proizvodni program, ki naj bi vsaj v letu 1968 že obsegal od 8000—9000 stanovanj v regularni gradnji — se bodo po našem mnenju tako rekoč same ob sebi pojavile tudi ustrezne rešitve glede ustreznih logičnih oblik proizvodnega sodelovanja, koordinacije, preusmeritve podjetij v novo proizvodnjo itd.

Zaradi tega tej akciji ne gre prisojati le trenutni pomen, temveč predstavlja po našem mnenju tudi zelo ustrezno obliko reševanja organizacijskih problemov gradbene panoge, kar postaja prav v tem času tako neizogibno. Z izoblikovanjem industrijskih kapacitet pri stanovanjski graditvi bodo nastali seveda tudi pogoji, da se ustrezno reorganizira celotna panoga.

Predlagano okupiranje vseh strokovnih sil v naši republiki na konkreten proizvodni program stanovanjske graditve bo istočasno seveda tudi najučinkovitejši ukrep za intenziviranje gradbene proizvodnje.

Pri tem je za izoblikovanje konkurenčne industrijske ponudbe odločilnega pomena **vprašanje cene**. Predlaga se, da se pri tej akciji uporabi sodobna metoda projektiranja cene, ki ima kot izhodišče po eni strani kupno moč interesentov (pri tem so izredno važni kreditni pogoji) ter po drugi strani seveda realne racionalne proizvodne možnosti. Sistem projektiranja cene zagotavlja, da se delovanje vseh činiteljev v celotni zunanji in notranji proizvodni verigi usmeri k racionalizaciji.

Optimalna racionalizacija stanovanjske graditve pa je seveda tesno povezana s sistematičnim razvojnim delom, ki ga je potrebno smatrati kot sestavni organski del te akcije, ter je zato program razvojnega dela Gradbenega centra Slovenije za leti 1966 in 1967 usmerjen neposredno predvsem v razreševanje teh vprašanj.

(Dalje)

vesti

Posvetovanje o gradbeni regulativi

Jugoslovansko društvo gradbenih konstruktorjev je v zvezi z Društvom konstruktorjev SR Hrvatske meseca junija 1966 organiziralo v Zagrebu dvodnevno posvetovanje o gradbeni regulativi.

Razen po vsebini, ki je zelo pomembna za nadaljnji razvoj gradbenega konstruktorstva, je bilo to posvetovanje zanimivo zato, ker je bilo prvi poskus, da se namesto običajnih referatov na posvetovanjih ali kongresih spletajo nevezani razgovori med strokovnjaki glede na posamezne teme. Na ta način se je posvetovanje izognilo podajanju specialnih podatkov z ozkih področij v dolgih in mučnih referatih, zato pa se je ustvaril bližnji kontakt med vsemi prisotnimi.

Objavljamo program dela, ki so ga organizatorji za to posvetovanje postavili na dnevni red.

PRVA TEMA

Splošno o gradbeni regulativi

1. Sedanje stanje gradbene regulative pri nas. Predpisi, ki so v veljavi. Predpisi, ki nam manjkajo. Zastareli predpisi. Standardi za področje gradbeništva Primerjava z inozemstvom.

2. Značaj predpisov (kakšni naj bodo). Kaj od njih pričakujemo: stalnost ali začasnost. Enotnost za vso državo. Širina predpisov. Dovoljena odstopanja od predpisov. Novi pogledi in izmenjava izkušenj.

3. Sistematizacija in kategorizacija regulative. Predpisi za projektiranje. Predpisi za izvajanje. Predpisi za materiale (kontrola in testiranje). Predpisi za preiskavo in pregled objekta. Predpisi za revizijo projektov. Predpisi za vzdrževanje in eksploatacijo. Predpisi za zaščito konstrukcij. Razmerje med predpisi: priporočilo, navodilo za standard. Regulativa v gradbeništvo in sorodnih področjih.

4. Način sprejemanja gradbene regulative. Pristojni organi za sprejemanje (društva, gospodarstvo). Kdo naj sestavlja predpise (strokovne skupine, ustrezni organi, široki strokovni forumi). Financiranje (gospodarstvo, skupnost). Zakonska veljavnost predpisov. Sankcije.

DRUGA TEMA

Obremenjevanje inženirskih konstrukcij

1. Kaj želimo. Doseganje nosilnih konstrukcij splošno poznane varnosti. Kaj je varnost.

2. Veličine, sheme in sedanji način obravnavanja posameznih delovanj in obremenitev. Razna delovanja, merna in statična. Poenostavljenje shem obremenitev (npr. cestnih mostov). Obremenitev ograj na mostovih. Grupacija obremenitev v temeljne, dodatne in specialne. Razmerje grupacij in dopustnih napetosti.

3. Statični ali dinamični način preverjanja. Možnosti. Ekonomičnost.

4. Natančnost: predpostavljane obremenitev, statičnih preračunavanj, izkoriščanje materiala, točnost izvajanja. Kombinacije istočasnih obremenitev, verjetnost. Objekti v izrednih okoliščinah (npr. mostovi v vojni, stavbe v požarih itd.).

5. Obremenitve pomožnih in začasnih konstrukcij.

6. Proračuni po teoriji prostorskih sistemov v predpisih. Proračun mostov po teoriji plošč. Način in zahteve preiskave izvršenih konstrukcij, poskusne obremenitve, vpliv kvalitete materiala in izvedbe.

7. Izenačenje oznak in dimenzij, vsebina proračuna.

TRETJA TEMA

Predpisi za armirani beton

1. Načela in priporočila »Evropskega komiteja za beton« (EKB), objavljena v izdaji dokumentacije za

gradbeništvo in arhitekturo pod naslovom »Praktična priporočila Evropskega komiteja za beton za proračun in izvajanje konstrukcij in armiranega betona« (DGA — 742/1966).

2. Novi jugoslovanski tehnični predpisi za beton in armirani beton. Sestava in izdelava predpisov, možnost uporabe obstoječih predpisov raznih evropskih držav, z ozirom na specifičnosti pri nas.

3. Modernizacija obstoječih jugoslovanskih tehničnih predpisov za beton in armirani beton za prehodno obdobje.

ČETRTA TEMA

Ostali predpisi

Informativni pregled vseh predpisov (ne glede na to, ali obstoje pri nas):

- predpisi za obremenitev zgradb,
- predpisi za obremenitev industrijskih objektov,
- predpisi za obremenitev mostov,
- predpisi za lesene konstrukcije,
- predpisi za lesene mostove,
- predpisi za odre in druge pomožne konstrukcije,
- predpisi za opečne zidove v zgradbah,
- predpisi za armirano betonske konstrukcije,
- predpisi za konstrukcije iz prednapetega betona,
- predpisi za elemente iz votle opeke,
- predpisi za elemente iz masivnih blokov,
- predpisi za montažne masivne konstrukcije,
- predpisi za cestne masivne mostove,
- predpisi za kovinske cestne mostove,
- predpisi za železniške masivne mostove,
- predpisi za specialne konstrukcije,
- predpisi za hidroizolacije,
- predpisi za toplotne in zvočne izolacije,
- predpisi za zavarovanje proti učinkovanju potresa,
- predpisi o izvajanju masivnih konstrukcij,
- predpisi o poskusnem obremenjevanju mostov,
- predpisi o poskusnem obremenjevanju zgradb,
- predpisi za pomorske gradnje,
- predpisi za hidromehanično opremo,
- predpisi za sintetične materiale.

Ugotovitve

Na posvetovanju je bilo ugotovljeno, da je za izdelavo in sprejem predpisov na področju gradbenega konstruktorstva v sedanjih družbenih in splošnih razmerah v prvi vrsti pristojno Društvo konstruktorjev, ki ima v svojih vrstah: strokovnjake za teoretične študije, konstruktorje projektante specialnih objektov, konstruktorje za nosilne konstrukcije v visokogradnji, strokovnjake za laboratorijska dela in preiskave, strokovnjake za izvajanje in strokovnjake za vzdrževanje ter nadzorstvo nad inženirskimi gradbenimi konstrukcijami in sicer za objekte vseh vrst materiala in vseh načinov izvedbe. Pri tem je treba poudariti, da je izdelava in sprejem predpisov komplicirano in kompleksno delo, v katerem bodo vidno mesto zavzemali napori naše Zveze jugoslovanskih laboratorijev, ki je že dosedaj kazala veliko razumevanje za vključevanje v to dejavnost.

Na posvetovanju o gradbeni regulativi v Zagrebu je ZGIT SRS zastopal univ. prof. dr. ing. Srđan Turk.

Prev. B. F.

Opomba: Vabimo vse, ki bi mogli prispevati konstruktivne misli k reševanju problematike naših gradbenih predpisov, da pošljejo svoje prispevke na naslov: Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov, Ljubljana, Erjavčeva 15.

Uporaba radiaktivnih izotopov pri meritvah na nasipih

Uvod

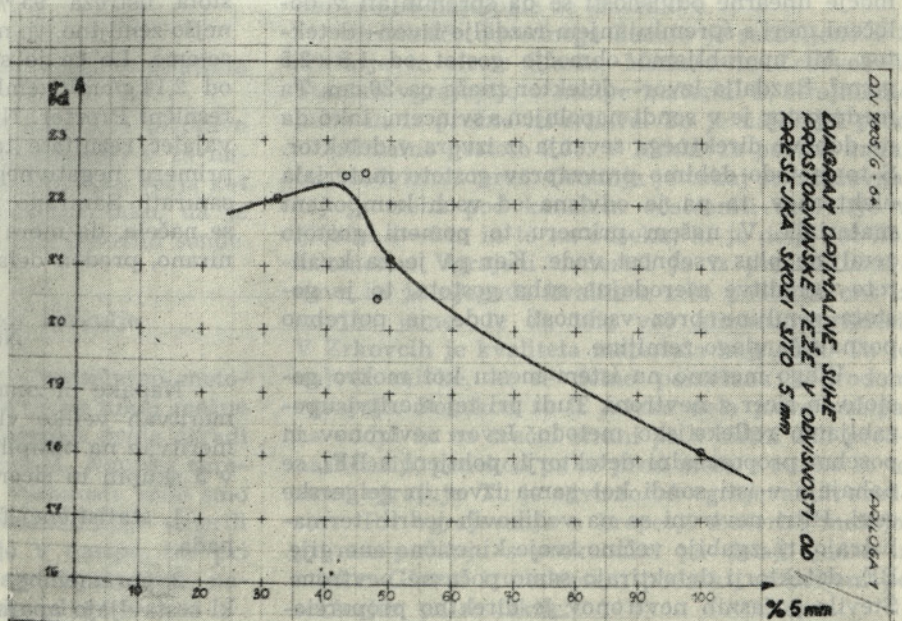
Pri Mariboru na Dravskem polju gradi podjetje za inženirsko-tehnične gradnje »Tehnogradnje« iz Maribora rečno derivacijsko hidrocentralsko krajšo zaježitvijo v strugi Drave in z daljšim dovodnim in odvodnim kanalom. Dovodni kanal je dolg 17,2 km, odvodni pa 6 km. Dovodni kanal je v odvisnosti od konfiguracije terena delno nasipan, delno pa vkopan. Na dnu je širok 20 m, višina vode pa bo dosegla 8 m. Nasipi so trapezaste oblike, na vodni strani z nagibom 1:2, na zračni pa z nagibom 1:1,5. Na vrhu je nasip širok 4 m. Gradnja hidrocentrale bo trajala predvidoma 3 leta. Pogon je predviden za september 1967.

Poleg drugih del na objektu hidrocentrale je bila našemu Zavodu zaupana tudi naloga, da med gradnjo nasipov kontrolira kvaliteto materiala, kvaliteto vgraditve ter da določi glede na obstoječo mehanizacijo najprimernejši način vgrajevanja. Zaradi obsežnosti gradbišča in hitrosti vgrajevanja je bilo potrebno izbrati tako metodo merjenja kvalitete, ki bi bila dovolj učinkovita in zanesljiva, predvsem pa dovolj hitra. Tem zahtevam se najbolj približuje metoda merjenja gostote z

izotopi. Da bi lahko prešli na izotopne meritve, je bilo potrebno dopolniti tehnične pogoje, oziroma določiti nove kriterije ocenjevanja kvalitete vgraditve, ki bi bili enakovredni starim kriterijem. Dosedanji tehnični pogoji predvidevajo ocenjevanje kvalitete vgraditve s podajnostnim modulom po nemški metodi. Izkušnje s teh področij smo imeli zelo malo in tudi literatura o ocenjevanju vgraditve v odvisnosti od gostote je nepopolna ali celo nezanesljiva. V glavnem smo se naslonili na ameriško literaturo.

Tehnični pogoji

Vgradljivost prodnatih zemljin smo ugotovili z modificiranim Proctorjevim preizkusom po metodi Bureau of Reclamation, vgradljivost peščenih zemljin pa z normalnim Proctorjevim preizkusom. Preizkuse smo izvršili na sedmih različnih vzorcih zemljin. Določili smo optimalne suhe gostote (suhe prostorninske teže), ter optimalne vlage, pri katerih se te gostote dosežejo. Maksimalne suhe prostorninske teže se gibljejo od 1,82 g/cm³ za mivko, do 2,25 g/cm³ za prod. Postavili smo naslednje tehnične pogoje:



a) v notranjem delu nasipa globlje od 2 m pod krono nasipa ter v raščeni tleh moramo doseči 95 % Proctorjeve suhe prostorninske teže;

b) v nasipih do 2 m pod koto nasipa ter v raščeni tleh 2 m pod koto nasipa moramo doseči 100 % Proctorjeve suhe prostorninske teže.

Za določevanje Proctorjeve gostote na terenu smo izdelali diagram presejka skozi 5 mm sito in 100 % suhe gostote (sl. 1). Na osnovi tega diagrama ugotavljamo na terenu potrebne gostote.

Osnove merjenja gostote in vlage z radioaktivnimi izotopi

Ta metoda se v industriji uporablja že kakih 25 let. Zelo širok razmah pa je metoda doživela zadnjih 10 let in to skoro v vseh vejah industrije. Naš Zavod je opravil prve meritve vlage in gostote z radioaktivnimi izotopi že leta 1959 na dovodnem tunelu za HE Peručica z aparturo, ki je bila izdelana v laboratorijih Instituta »Jožef Štefan« iz Ljubljane.

Zaradi pripravnosti za meritve na terenu se uporablja za merjenje gostote in vlage refleksijska metoda. Pri tej metodi se namreč nahajata izvor in detektor sevanja na enem mestu.

Za merjenje gostote se uporablja interakcija gama žarkov z materijo. Prvenstveno zaradi Comptonovega efekta na zunanjih elektronih atomov, ki sestavljajo merjeni material, se del žarkov reflektira na vir sevanja. Te povratne žarke detektiramo z Geigerjevimi cevmi. Izvor sevanja in detektor se nahajata v posebni sondi. Sonda je s kablom, ki dopušča določen manevrski prostor, povezana s števcem. Za števec in sondo skupaj se je udomačilo ime hidrodenzimeter. V števcu se nahajajo že ojačevalniki, enokanalni analizator, ratemeter ter baterijski izvor napetosti. Krivulja odvisnosti povratnega sevanja od gostote je komplicirana, zato uporabljamo za meritve le tisto področje krivulje, v katerem je gostota obratno sorazmerna intenziteti povratnega sevanja. To območje linearne odvisnosti se da spreminjati v določeni meri s spreminjanjem razdalje izvor—detektor. Mi uporabljamo območje gostot od 1,5—2,5 g/cm³. Razdalja izvor—detektor znaša ca. 20 cm. Ta medprostor je v sondi napolnjen s svincem, tako da ne dobimo direktnega sevanja iz izvora v detektor. S to metodo dobimo pravzaprav gostoto materiala elektronov, ta pa je odvisna od vseh komponent materiala. V našem primeru to pomeni gostoto zemljine plus vsebnost vode. Ker pa je za kvaliteto vgraditve merodajna suha gostota, to je gostota zemljine brez vsebnosti vode, je potrebno poznati še vlago zemljine.

Vlago merimo na istem mestu kot mokro gostoto in sicer z nevtroni. Tudi pri tej meritvi uporabljamo refleksijsko metodo. Izvor nevtronov in posebni proporcionalni detektorji, polnjeni s BF₃, se nahajajo v isti sondi kot gama izvor in geigerske cevi. Hitri nevtroni se na vodikovih jedrih termalizirajo, tj. zgubijo večino svoje kinetične energije. BF₃ detektorji detektirajo samo počasne nevtrone. Število počasnih nevtronov je direktno proporcio-

nalno številu vodikovih jeder v zemljini. Ostale komponente zemljine zelo malo prispevajo k upošasnjenju nevtronov.

S preklapljanjem pošiljamo na števec enkrat impulze iz geigerskih cevi, drugič pa iz BF₃ detektorjev. Aparatura je izdelek ameriške firme Nuclear Chicago Co.

Potek meritev na nasipih

Zaradi narave meritve, napak meritve ter globinskega dosega hidrodenzimetra smo izdelali posebno metodologijo dela in vrednotenje rezultatov. Pogostost meritev smo prevzeli po izkušnjah iz cestogradenj. Tam namreč zadostuje po 1 meritev na vsakih 50 dolžinskih metrov. Morali pa smo določiti še višino nasipne plasti. Pri meritvah gostote zajamemo le določen volumen, ki je odvisen od dosega hidrodenzimetra. Pri našem hidrodenzimetru se giblje doseg do nekako 25 cm globine. Ta višina pa je seveda za nasipavanje neekonomična. Zato smo morali predhodno ugotoviti globinski učinek valjarja. Tudi te meritve smo izvršili z izotopi. Na gradbišču se uporablja za komprimacijo v glavnem ena sama vrsta valjarja in sicer 5 tonski enoosni vibracijski valjar, le za manjša dela se uporablja tudi dvoosni 5 tonski in dvoosni 3,5 tonski valjar. Posneli smo diagrame spremembe gostote z globino v odvisnosti od zrnivosti materiala, vlage ter od števila prehodov valjarja. Iz teh diagramov smo določili nasipno višino pri upoštevanju varnostnega faktorja. Nasipne višine se gibljejo od 1 m za najkvalitetnejšo zemljino s Proctorjevo gostoto 2,25 g/cm³, pa do 0,6 m za mivko. Pri optimalni vlagi sega globinski učinek tudi do 1,40 metra globoko, vendar s padanjem vlage pada in pri 3 % vlagi sega le do 1 m. Ker se nasip ne moči in je po navadi vlaga vedno nižja od optimalne, dovoljujemo nasipanje le do 1 m višine, za ostale manj kvalitetne zemljine pa ustrezno manj. Nasipne višine nam podaja izvajalec pred merjenjem. Ekipa izmeri gostoto in vlago. Kolikor suha gostota ustreza 95 % Proctorjeve za najkvalitetnejšo zemljino, tj. nad 2,149 g/cm³, zemljine ne presejemo. Le če je suha prostorninska teža manjša od 2,14 g/cm³ zemljino presejemo, da ugotovimo resnični Proctor. Neposredno po meritvah dobi izvajalec rezultate tako, da lahko takoj ukrepa. V primeru negativnega rezultata mora seveda plast sanirati. Sanirano plast ponovno merimo. Držimo se načela, da mora biti vsako negativno mesto sanirano, preden dela lahko napredujejo.

Napake meritve

Napake in zmanjševanje napak igra pri naših meritvah veliko vlogo. Napake, ki nastanejo pri meritvah na nasipih, razdelimo po njihovem izvoru v 5 skupin in sicer:

1. statistične fluktuacije radioaktivnega razpada,
2. spremembe električnih karakteristik-serij, ki sestavljajo aparaturo,

3. neravnosti stične površine med sondo in zemljino,

4. natančnost umeritvene krivulje,

5. napake zaradi nehomogenosti zemljine.

Napake pd 1—4 zmanjšamo na zanemarljiv minimum, medtem ko se napaki pod 5 ne moremo izogniti.

1. Statistična fluktuacija radioaktivnosti

Nenatančnost v merjenju gostote je odvisna od statističnih fluktuacij radioaktivnega razpada. Naj bo $\Delta \rho$ dvakratna standardna derivacija merjenje gostote. Napaka se v tem primeru glasi:

$$\Delta \rho = \pm \frac{2}{m \sqrt{n_0}} \sqrt{\frac{n/n_0}{t}} [\text{g/cm}^3]$$

kjer znaki pomenijo:

m = nagib umeritvene krivulje (g/cm^3)⁻¹

n = število impulzov na mernem mestu (št/min)

n_0 = število impulzov na standardu (št/min)

t = števeni čas (min)

To napako brez težav zmanjšamo s tem, da povečamo števeni čas. Pri našem hidrodenzimetru je ta napaka za 2 minutno štetje manjša od 0,012 g/cm³.

2. Sprememba električnih karakteristik vezja

»Odgovor« hidrodenzimeta je večkrat odvisen od sprememb električnih karakteristik vezij, kot na primer: zmanjšanje števila impulzov detektorja zaradi dviga temperature, slabe izolacije zaradi povečanja vlage v vezju, slabi kontakti, sprememba diskriminacijskega nivoja zaradi temperaturnega vpliva na transistorska vezja, padec visoke napetosti zaradi zmanjšanja napajalne napetosti itd. Vse te napake eliminiramo tako, da pred in po meritvah sondo umerimo na posebnih vedno istih in nespremenljivih standardih.

3. Neravnost stične površine sonda — zemljina

To napako eliminiramo z natančno pripravo mernega mesta. Na terenu uporabljamo v ta namen ravno železno ploščo (ki je nekoliko večja kot sonda), s katero »zlikamo« zemljino tako, da je stik med sondo in zemljino po celi površini sonde.

4. Nenatančnost umeritvene krivulje

Hidrodenzimeter umerimo s klasičnimi metodami merjenja gostote in vlage in so tukaj možne še dodatne napake. Največja napaka pride zaradi nehomogenosti vzorčnega materiala. Napako zaradi kemijske sestave in zaradi vsebnosti vode smo odpravili s tem, da smo hidrodenzimeter umerili na zemljinah, ki se vgrajujejo v nasipe, ter pri širokem razponu gostot in vlag. Kljub temu natančnost krivulje ni dosti boljša od 1%.

5. Napaka zaradi nehomogenosti zemljine

Pravilno vrednotenje te napake je praktično in tudi teoretično zelo komplicirano in bi zahtevala razčlenitev te napake posebno poglavje. Tej napaki se skušamo izogniti tako, da pri dvakratni meritvi na istem mestu sondo drugič premaknemo nasproti prvotnemu položaju za 90° in iz obeh meritev upoštevamo srednjo vrednost.

Meritve na terenu potekajo tako, da omenjene napake zmanjšamo na minimum. Gostoto merimo 2 × po 1 minuto, vlago pa 1 × po 1 minuto, kajti napaka v vlagi le zelo malo vpliva na suho prostorninsko težo. Na enem mernem mestu traja torej meritev suhe gostote ca. 5 minut, če je treba zemljino presejati pa 10 minut. Iz teh števil se vidi prihranek na času, saj traja meritev podajnostnega modula 60 minut. Uporaba delovne sile je pri obeh meritvah ista.

Nekaj statičnih podatkov za leto 1965

S hidrodenzimetrom smo začeli meriti v aprilu 1965. V aprilu in maju smo atestirali valjarje, določili tehnične pogoje in si pridobili neobhodno potrebne izkušnje. V juniju smo prevzeli v celoti merjenje s hidrodenzimetrom. S hidrodenzimetrom smo premerili 1,431.000 m³ vgrajenega materiala, za kar smo naredili 2497 meritev, od katerih je 2125 pozitivnih.

Mesečno frekvenco meritev in procent negativnih meritev prikazuje tabela:

mesec	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.
Število mer.	62	51	332	394	304	364	457	308	211
% negat. mer.	51,5	21,6	13,5	3,6	0,33	12,6	21,2	16,5	35,5

Iz procenta negativnih meritev se da razbrati težavnost vgrajevanja. Poleg tega je ta procent v direktivni zvezi s padavinami. Čimveč je bilo padavin na mesec, tem manj je negativnih rezultatov. Seveda velja to le za poletne mesece, kajti v decembru so nastopale že zmrznitve.

Gradbišče dovodnega kanala je razdeljeno v 3 sektorje in sicer: Starše, Miklavž in Zrkovci. V Staršah vgrajujejo v nasipe material iz strojničine jame in iz prečne izravnavne. To je najboljši prod z optimalno gostoto 2,25. V Miklavžu poteka kanal čez močvirnat teren. Gradnja je tukaj zelo težavna, saj je treba pod kanalom odstraniti močvirje v globini 4—6 m in to na odseku, ki je dolg več kot kilometer. Vgrajeni material je iz prečne izravnavne in je njegova kvaliteta zelo podobna oni iz strojne jame, le da ima več glinastih primesi. V Zrkovcih je kvaliteta materiala najslabša. Tu je največ mivke, ki se delno pomešana s prodrom vgrajuje. Ponekod se iz mivke dela jedro nasipa, na vodni in na zračni strani pa v širini 2 m prodnati nasip, ponekod pa se prod meša z mivko in to zmes vgrajuje. Tu je odvisno od vgrajevalnih sredstev. Pri vgrajevanju s kreperji material mešajo, pri nasipavanju s prekucniki pa delajo jedro iz mivke. Glavni izvrednoteni podatki, razdeljeni po sektorjih, pa so takile:

Sektor	Starše	Miklavž	Zrkovci
Štev. pozitivnih meritev . .	952	997	542
% negativnih meritev . .	15,2	16,9	10,7
Kubatura vgrajenega materiala (m ³)	884.116	198.997	347.852
Štev. kubikov na 1 meritev	930	330	640
Aritmetična sredina (g/m ³)	2,22	2,19	2,22
Standardna deviacija (g/m ³)	0,078	00,9	0,0565

V poprečju smo v letu 1965 naredili po 2 meritvi na uro. Vendar pa je bilo dnevno poprečje zelo različno. Mnogo dni nismo merili, največ pa smo naredili v enem dnevu 60 meritev. Za vsako meritev je bilo treba v poprečju prevoziti 4,7 km. Ta podatek kaže na obširnost gradbišča.

Nekaj specifičnih ugotovitev

Pri nasipavanju prve plasti na raščen teren smo opustili po odstranitvi gornje humusne plasti valjanje raščenega terena do zahtevane gostote (ki jo je bilo zelo težko doseči), ampak smo na raščen teren takoj nasuli 40 cm plast. Pri vsebnosti vode nad 150 l/m³ smo tako plast 2 × valjali vibracijsko, nakar je doseglo zahtevano gostoto. Pri nižjih vlagah ni bilo mogoče doseči pozitivnih rezultatov. S tem je odpadla priprava in valjanje raščenega terena.

Kot že omenjeno, se nasip ne moči. Zato nastopajo težave z valjanjem zaradi premajhne vsebnosti vode. Nasip je še posebno presušen nekaj metrov iznad kote terena. Pri nizkih vsebnostih vode se dosežejo namreč redno nižji rezultati kot pri visokih. Zato je bilo potrebno mnogokrat počakati z valjanjem na deževno vreme in valjati

v dežju, kajti že par ur po nalivu je bil nasip ponovno osušen. Na tako obsežnem gradbišču, kjer je odprto istočasno mnogo delovišč, čakanje na dež v splošnem ni zaviralo normalnega poteka del. Kolikor bi bilo gradbišče manj obsežno in bi delo potekalo kontinuirno na istem mestu, bi bilo treba misliti tudi na umetno namakanje nasipov. Ker so na Dravskem polju padavine približno celo leto enakomerno porazdeljene, je upravičena gradnja brez umetnega namakanja.

V zimskem času je možno graditi nasipe vse dotlej, dokler zmrznitve ne segajo globlje od 5 m. Pri večjih globinah zmrznitve, ni možno več valjati in je potrebno gradnjo nasipov ustaviti.

Sklepi

Splošno lahko ugotovimo, da je kontrola nasipov s hidrodenzimetrom zelo smotrna za merjenje kvalitete nasipov, ker je hitra in zanesljiva. Poleg tega je možno po potrebi zgostiti število meritev, tj. preiskati bolj na gosto določene odseke, kjer obstaja sum o kvaliteti. S tehničnega stališča ima torej ta metoda precejšno prednost pred ostalimi metodami. Ekonomsko utemeljenost še ni bilo mogoče v celoti ugotoviti, ker je 8 mesecev prekratko obdobje, da bi ugotovili potrebne vzdrževalne stroške in amortizacijo aparature. Vendar pa je že občuten prihranek na potrebni delovni sili in v hitrosti meritve same. Torej pride merjenje s hidrodenzimetrom v poštev predvsem tam, kjer je aparatura polno zasedena, tj. kjer je potrebno veliko število meritev izvršiti v čim krajšem času.

Jože Repinc, dipl. inž.

Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij v Ljubljani izdaja že sedmo leto svoje »Informacije«, s katerimi obvešča našo gradbeno operativo in vso tehniško javnost o novih materialih, postopkih in rezultatih preiskav. Interesenti lahko dobijo posamezne letnike ali posamezne številke »Informacij« v oddelku za tehniško dokumentacijo ZRMK.

Simpozij o uporabi sodobnih dosežkov v našem gradbeništvu na področju materiala in konstrukcij

V okviru skupščine Zveze jugoslovanskih laboratorijev za raziskavo materiala in konstrukcij bo v začetku novembra 1966 strokovno posvetovanje oziroma simpozij o najaktualnejši problematiki. Na programu bodo sodobni raziskovalni dosežki v naših znanstvenih in raziskovalnih institucijah, kakor so se pokazali v delu poslednjih let.

Tematika simpozija obravnava raziskovanje materiala in konstrukcij z vidika sodobnih spoznanj:

I. Preiskave

— eksperimentalno delo kot prispevek k napredku materialov in konstrukcij v gradbeništvu,

— novi prispevki k teoretičnemu in analitičnemu obravnavanju konstrukcij,

— vpliv dinamičnih sil na konstrukcije, zlasti v v zvezi s protipotresnim grajenjem. Preračuni in testiranja,

— novi teoretični prispevki v definiranju karakteristik materialov in njihovega obnašanja pod obremenitvijo,

— sodobne eksperimentalne metode v preiskavi materialov in konstrukcij,

— novi in izpopolnjeni stroji, oprema in instrumenti, uporabljeni v preiskavah materialov in konstrukcij,

— patologija gradbenih objektov in analiza patoloških pojavov.

II. Gradbeni materiali — proizvodnja in uporaba

— tehnološki postopki za izpopolnjevanje tradicionalnih gradbenih materialov (veziv, kamna, betona, opečnih proizvodov, bitumena in asfalta itd.),

— lastnosti tradicionalnih materialov,

— tehnologija izdelave lahkih betonov in lastnosti tega materiala,

— o novih proizvodih lesne industrije in njihovih lastnostih,

— sintetični materiali v gradbeništvu; karakteristike in načini preiskav,

— reološke lastnosti gradbenih materialov,

— nove metode preiskovanja gradbenih materialov, — izkušnje v uporabi gradbenih materialov (veziva, agregati, proizvodi iz žgane gline itd.),

— izkušnje v uporabi sodobnih tehnoloških metod pri izdelavi betona,

— izkušnje v uporabi izolacijskih sredstev,

— izkušnje z ogljikovodikovimi vezivi.

III. Nove ali izpopolnjene gradbene konstrukcije

— prostorski in površinski konstrukcijski sistemi,

— novejša izkušnja v uporabi prednapetega betona, posebno v montažnem načinu grajenja,

— izkušnje v uporabi specialnih jekel v armiranem betonu (rebrasto jeklo itd.),

— dosežki v uporabi varjenih jeklenih konstrukcij,

— uporaba lahkih kovin v gradbeništvu,

— izkušnje v uporabi lepljenih lesenih konstrukcij,

— konstrukcije iz lahkega betona, keramike itd.

IV. Tehnična regulativa v gradbeništvu z vidika sodobnih potreb

— napredek proizvodnje s pomočjo regulative: smernice, navodila, predpisi o kakovosti materiala, in del,

— analiza sedanjega stanja, ugotovitev pomanjkljivosti, zastarelosti, tehnični in ekonomski vidiki,

— predlogi za program nadaljnjega dela na tem področju; izdelava novih in spremembe ali dopolnitve obstoječih pravnih in tehničnih predpisov, standardov, navodil itd.

B. F.



LESNI KOMBINAT LJUBLJANA

LJUBLJANA, LANGUSOVA 8

nudi: stanovanjsko mizarske proizvode vseh vrst; tesarske proizvode vseh vrst; montažne stanovanjske hiše; weekend hišice; rolete, lesene-naravne in barvane z avtomati iz švedskega jekla; zavese v več barvah in kakovostih na navojnicah med prozornimi krili ali na okovje; vzdano opremo v vseh variantah - VSE Z MONTAŽO ALI BREZ MONTAŽE

Nadalje nudimo: garniture ali posamezne kose opreme v vseh variantah; embalažne zabojčke vseh vrst; ladijski pod; rezan les iglavcev in listavcev vseh vrst; lesna galanterija