

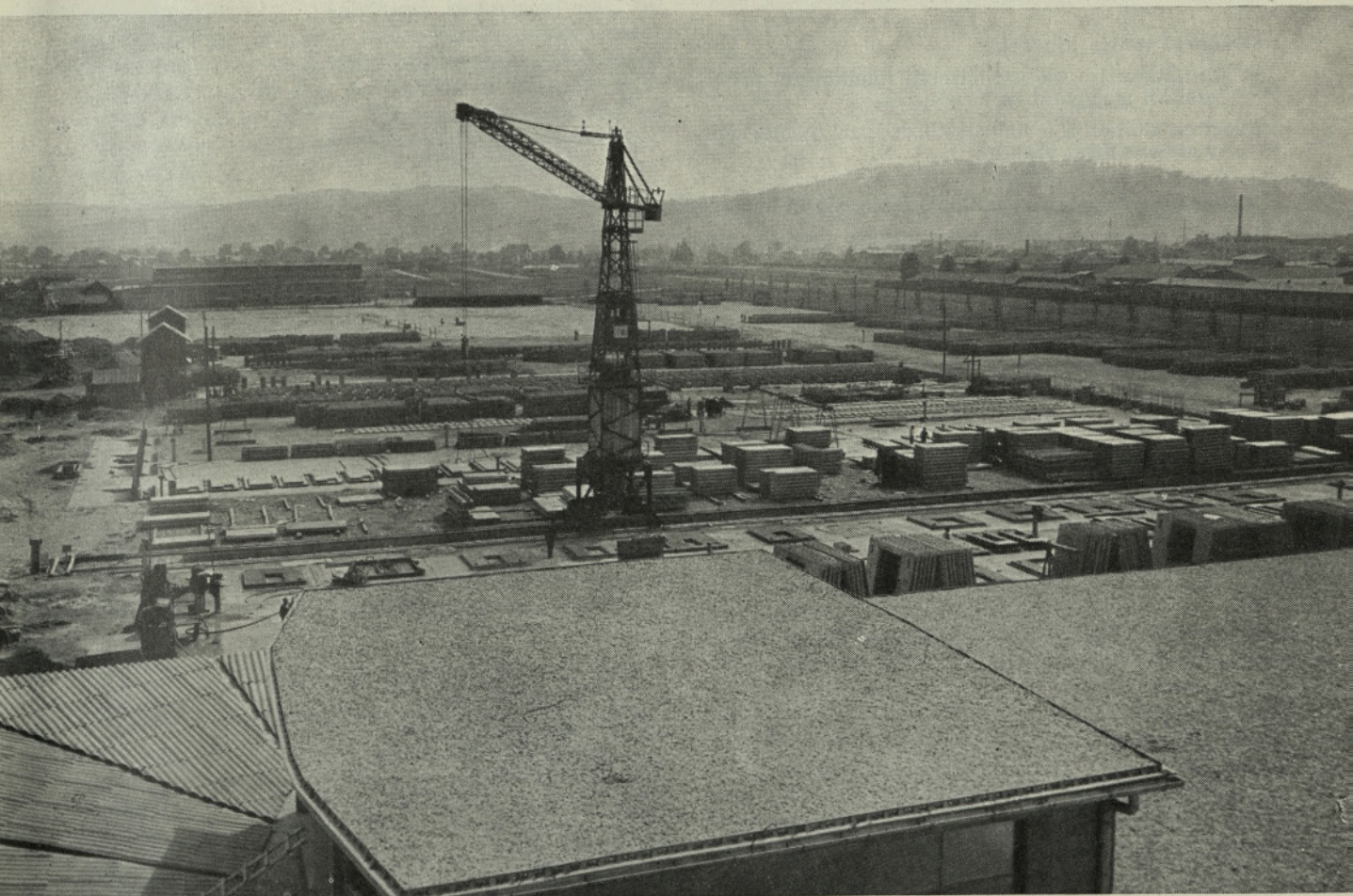
Poštnina plačana v gotovini

GRADBENI VESTNIK

LETO XIV

APRIL 1965

ŠTEVILKA 4



GIP GRADIS: OBRAT GRADBENIH POLIZDELKOV V LJUBLJANI

VSEBINA

Jacques Heyman, Ph. D.: Plastostatika jeklenih konstrukcij	73	J. Heyman: Plastostatics of steel structures
Dušan Legiša, dipl. inž.: Modelna preiskava kopališča Slatina v Opatiji	82	D. Legiša: Model test of the bathing-establishment Slatina in Opatija.
Velimir Vardjan: Praktični primer mikrolokacijske študije za tovarno siporeksa	85	V. Vardjan: Practical example of micro-location study for Siporex factory.
Vesti iz ZGIT in njenih organizacij		
M. V.: Na ekskurziji v Sovjetski zvezi	89	
B. F.: In memoriam inž. Ljudevit Skaberne	90	
Gradbeni center Slovenije		
F. R.: Simpozij o industrializaciji finalnih del pri gradnji stanovanj in naselij	91	
Program simpozija o industrializaciji zaključnih del v stanovanjski graditvi	92	
Informacije Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij		
Dušan Vendramin, dipl. inž.: Akustična ureditev studiov Radia Koper	93	

Odgovorni urednik: Sergej Bubnov, dipl. inž.

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

Revijo izdaja Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov za Slovenijo, Ljubljana, Erjavčeva 15, telefon 23-158. Tek. račun pri Narodni banki 600-14-608-109. Tiska tiskarna »Toneta Tomšiča« v Ljubljani. Revija izhaja mesečno. Letna naročnina za nečlane 15.000 dinarjev. Uredništvo in uprava Ljubljana, Erjavčeva 15.

Plastostatika jeklenih konstrukcij**

DK 531.2 : 624.94

JACQUES HEYMAN, Ph. D.*

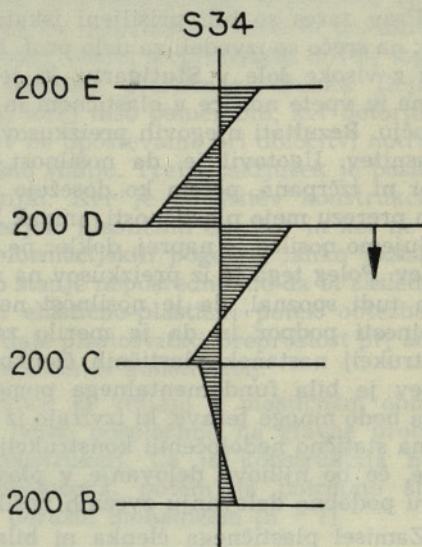
I. Razvoj plastostatike

Slika 1 prikazuje Morrisonovo zaklonišče, kamor je padla 250 kg težka nemška bomba. Zaklonišče je bilo porušeno prav tako, kot je bilo napovedano z računom: nastal je plastičen členek v sredini nosilca. Energija, ki jo lahko konstrukcija absorbira s plastičnimi deformacijami, je ogromna v primerjavi z nakopičeno elastično energijo. Med vojno je postalo Morrisonovo zaklonišče v Angliji standardno zaklonišče za domačo uporabo; izdelali so nad en milijon takih zaklonišč za ljudi. Fotografija brezdvomno dokazuje obstoj plastičnih členkov.

Oglejmo si najprvo vse razloge, zakaj se je plastostatika uveljavila pri jeklenih konstrukcijah, in nato, kako in zakaj se je vedno bolj širila!

Pred tridesetimi leti je Svet za raziskovanje jeklenih konstrukcij (Steel Structural Research Committee) na zahtevo in ob podpori britanske jeklarske industrije prevzel nalogo, da bo izdelal izboljšane metode za račun jeklenih konstrukcij. Ob spoznanju, da so »ortodoksne« računske metode, ki so pravzaprav še vedno v veljavi po vsem svetu, zelo neracionalne, je Svet začel s prav uspešnimi preiskavami na resničnih konstrukcijah, kot npr.: na Cumberland Hotelu v Londonu, uradih London Midland in Scottish Railway Company v Eustonu in značilnih stanovanjskih blokih. Te preiskave so bile pravo odkritje. Pokazale so, da je

običajni računski privzetek o členkastem priključku nosilca na steber, bodisi v kovičeni ali zvijačeni izvedbi, daleč od resničnosti. Nasprotno, delovanje konstrukcij je mnogo prej ustrezalo togim priključkom. Ta ugotovitev je omogočila prihranek pri zasnovi nosilcev, vendar pa je izpodbila običajne metode za račun stebrov, ki se opi-

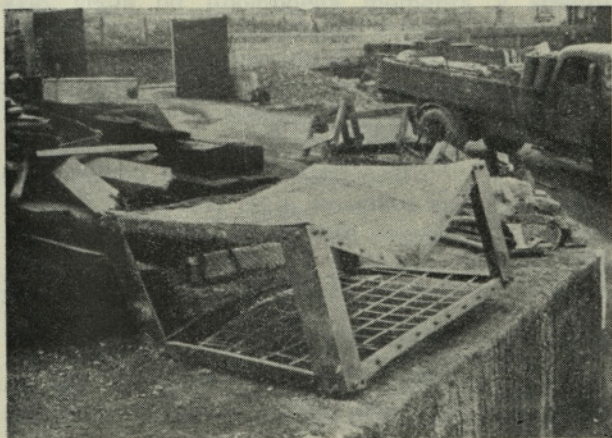


Sl. 2

rajo na nosilnost posameznih stebrov s členki na obeh koncih. Slika 2, ki prikazuje značilen diagram upogibnih momentov, zapažen na Cumberland Hotelu, prav tako ponazarja, kakšne reakcije naj bi upoštevali pri racionalni računski metodi. »Ortodoksni« statik bi privzel, da so na koncih nosilcev členki (prostoležeči nosilci), vendar pa dejanski veliki upogibni momenti v stebrih ustrezajo znatnim vpetostnim momentom na koncih nosilcev.

* Dr. J. HEYMAN, profesor na Engineering Department univerze v Cambridgeu, Velika Britanija.

** Prevod predavanj, ki jih je na povabilo katedre za metalne konstrukcije oddelka za gradbeništvo FAGG imel dr. Heyman v Ljubljani, 1. in 2. aprila 1963. Predavanja posredujemo širšemu krogu zaradi velike važnosti tega področja jeklenih konstrukcij, ki je pomembno tudi za varno gradnjo v potresnih področjih. Iz angleščine prevedla Carmen Jež-Gala, docent FAGG.



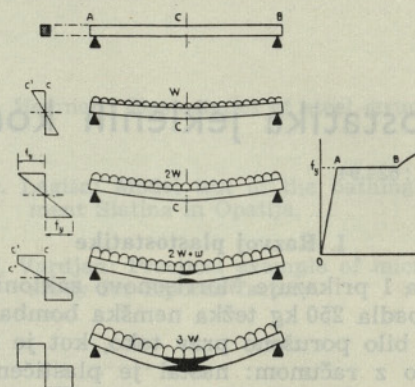
Sl. 1

Steel Structures Research Committee je leta 1936 izdelal in objavil končno poročilo o racionalni računski metodi, ki upošteva resnični vpliv priključkov nosilcev in stebrov. Kljub temu, da je jeklarska industrija plačala za to delo, te metode v industriji niso praktično uporabljali, ker je bila sorazmerno zamotana. Leta 1936 je prišlo do zastoja. Racionalna računski metoda je bila prezamotana za prakso, »ortodoksna« metoda pa tako neresnična, da ni bila ekonomična in je niso mogli prilagoditi novim oblikam konstrukcij. Raziskovalci, ki so delali za SSRC, niso hoteli verjeti, da je račun jeklenih konstrukcij dosegel popolnost v l. 1936, ampak so odločno zastopali mnenje, da je elastično delovanje statično nedoločenih konstrukcij prekomplikirano in preveč spremenljivo, upoštevajoč neizbežne imperfektnosti, da bi bilo lahko osnova za ekonomično, preprosto in vendar racionalno računsko metodo. Spričo tega so obrnili pozornost na plastično delovanje konstrukcij, vendar pa so prej naredili vse, da bi se tedanje računski metode oziroma njihove izboljšave le obdržale.

Prav zares so bili prisiljeni iskati drugo rešitev; na srečo so izvedeli za delo prof. Maier-Leibnita z visoke šole v Stuttgartu, ki je raziskoval zvezne in vpete nosilce v elastičnem in plastičnem območju. Rezultati njegovih preizkusov so prinesli razjasnitev. Ugotovil je, da nosilnost nosilca nikakor ni izrpana, potem ko dosežejo napetosti v enem prerezu mejo plastičnosti, ampak lahko obremenjujemo nosilce še naprej, dokler ne nastopi porušitev. Poleg tega je iz preizkusov na zveznih nosilcih tudi spoznal, da je nosilnost neodvisna od podajnosti podpor in da je merilo za porušitev konstrukcij nastanek plastičnih členkov. Ta ugotovitev je bila fundamentalnega pomena. Menili so, da bodo mnoge težave, ki izvirajo iz elastičnega računa statično nedoločenih konstrukcij, morda izginile, če bo njihovo delovanje v plastičnem območju podobno delovanju zveznih nosilcev.

Zamisel plastičnega členka ni bila nova, čeprav je bilo malo eksperimentalnih dokazov na voljo. Že leta 1899 je Ewing obravnaval plastični upogib grede pravokotnega prereza. Pokazal je, da postane porazdelitev napetosti po prerezu nelinearna, ko naraste upogibni moment na takšno velikost, da so raztezki oziroma skrčki v zunanjih vlaknih večji od tistih, ki ustrezajo meji elastičnosti. Plastična področja se začnejo širiti. Mejni primer je dosežen, ko je celoten prerez plastificiran in se je izoblikoval plastičen členek. Ewing sicer ni uvedel pojma plastičnega členka in morda je prav to vzrok, da se plastostatika ni hitreje razvila. Zamisel členka, bodisi da je resničen ali plastičen, ki mu ustreza konstantni upogibni moment, vodi nujno do zamisli mehanizma.* Danes je to očito, toda takrat niso uvideli, da je zamisel me-

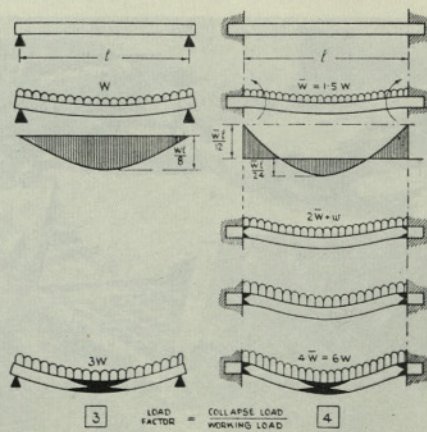
hanizma potrebna za racionalno računsko metodo okvirnih konstrukcij. Mehanizem je namreč način, kako se konstrukcija poruši.* Razmišljajoč o mehanizmu, je naša pozornost osredotočena na glavna merila za zasnovano konstrukcij.



Sl. 3

Opazujemo npr. prostoležečo gredo (sl. 3)! Upoštevajoč varnostni količnik 2 glede na mejo elastičnosti, bi elastično dimenzioniran nosilec nosil obtežbo W . To obtežbo moramo podvojiti na $2W$, da bo skrajna napetost v prerezu v sredini nosilca dosegla mejo elastičnosti. Pri nadaljnjem povečevanju obtežbe se bo širilo plastično področje; toda šele pri obtežbi $3W$ je ves srednji prerez plastificiran. Pri tem se je izoblikoval plastičen členek v sredini nosilca in konstrukcija se je spremenila v mehanizem, enkrat statično predoločen. Konstrukcija se še deformira, ne da bi povečali obtežbe. Slika 4 prikazuje na levi strani to prostoležečo gredo. Obtežni faktor, ki je določen tako, da je porušna obtežba deljena z delovno obtežbo, je 3.

Opazujemo sedaj popolnoma vpeti nosilec! Po teoriji elastičnosti lahko nosi takšen nosilec 50% več kot ustrezni prostoležeči nosilec, tj. $\bar{W} = 1,5W$. Vpetostna momenta na koncih nosilca sta dvakrat večja od upogibnega momenta v sredini in pri naraščanju obtežbe bosta plastična členka nastala



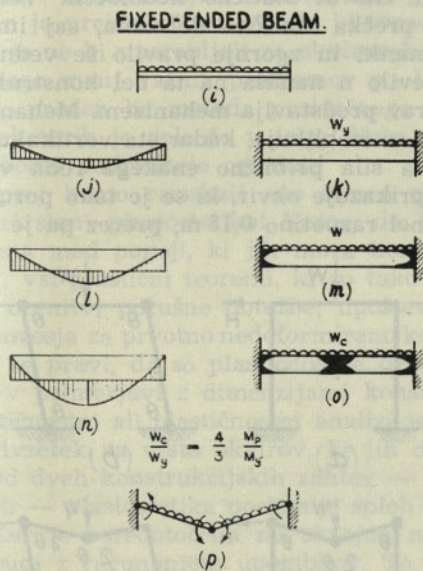
Sl. 4

$$\text{Obtežni faktor} = \frac{\text{porušna obtežba}}{\text{delovna obtežba}}$$

* Pripomba prevajalke: Porušni mehanizem je stanje, ko se je v konstrukciji izoblikovalo zadostno število plastičnih členkov, da je nastala kinematična veriga. V vseh teh izvajanjih je porušitev definirana z nastankom kinematične verige.

najprej na koncih, vendar pa moramo povečati obtežbo na $4\bar{W}$, da bo nastal plastičen členek tudi v sredini. Pri tem se zopet izoblikuje mehanizem in nosilec se poruši. Obtežni faktor je v tem primeru 4, medtem ko je bil 3 za prostoležeči nosilec.

Osvetlili smo torej nesmotrnost metode za računanja konstrukcij po teoriji elastičnosti: dva nosilca, ki sta dimenzionirana, upoštevajoč isti varnostni količnik glede na robne napetosti, lahko imata zelo različna obtežna faktorja glede na porušitev. Še mnogo važnejša težava pa se pokaže v praksi, ker ne moremo uresničiti privzetkov teorije elastičnosti. Povrnimo se za hip k vpetemu nosilcu! Razporeditev upogibnih momentov pri elastičnem delovanju nosilca dobimo tako, da upoštevamo zasuka na koncih nosilca kot nespremenljiva. Matematično gledano je nosilec dvakrat statično nedoločen, torej moramo imeti dva deformacijska pogoja, da lahko rešimo problem. To vodi do rešitve (slika 5 j), pri kateri sta vpetostna momenta dva-



Sl. 5
Vpeti nosilec: razporeditev momentov

krat večja od upogibnega momenta v sredini. Vsakdo pa, ki je preizkušal »vpeti« nosilec, ve, kako težko preprečimo, da se nastop plastičnosti ne pojavi v sredini nosilca prej, preden se pojavi na koncih. Torej je dejanska porazdelitev napetosti v resnični konstrukciji zelo različna od tiste, ki jo privzamemo po teoriji elastičnosti.

Naj ponovimo, da so upogibni momenti v sliki 5 j določeni iz deformacijskih pogojev! Ravno črto upogibnih momentov od statičnih neznank smo prišteli diagramu upogibnih momentov prostoležečega nosilca, to je paraboli s puščico $\frac{Wl}{8}$, tako da sta zasuka na koncih nična. Če pa zdaj povečamo obtežbo in se izoblikujeta plastična členka na koncih nosilca (slika 5 m), porušimo deformacijske pogoje, ker se ta lahko vrtita

pri konstantnem momentu. Pač pa je porušitev deformacijskega pogoja nadomeščena z ravnovesnim pogojem: dasi ne poznamo več zasuka na koncu nosilca, vemo, da je vpetostni moment enak skrajnemu plastičnemu momentu. Diagram upogibnih momentov je tako določen za ta posebni primer vpetega nosilca. Za nastanek mehanizma pa je potreben še en členek in ta pogoj določa vrednost obtežbe, ki povzroči porušitev.

Diagram upogibnih momentov v sl. 5 n prikazuje porazdelitev upogibnih momentov ob poružitvi, ko so moment v sredini in momenta na koncih nosilca enaki. Tri zelo važne zaključke lahko izvedemo iz tega preprostega primera. Prvi je ta: reakcijska črta je v sl. 5 n določena s porušnim stanjem nosilca in upoštevajoč, da mora biti skrajni plastični moment dosežen v zadostnem številu prereзов, da se bo izoblikoval mehanizem. Drugi zaključek potrjuje Maier-Leibnitzove ugotovitve pri prvih preizkusih: porušna obtežba je neodvisna od podajnosti podpor ali drugih praktičnih imperfections. Za naš preprosti primer nepopolna vpetost na koncih ne bo vplivala na velikost porušne obtežbe vse dotlej, tokler so priključki dovolj togi, da dopuščajo nastanek plastičnega členka. Dejanski robni pogoji torej niso pomembni, ker deformacijskih pogojev ne upoštevamo pri določitvi notranjih sil za porušno stanje. Tretji zaključek je posledica obeh prejšnjih. Ker je porušitev konstrukcije v zvezi z vrtenjem plastičnih členkov in ker ne upoštevamo deformacijskih pogojev, lahko raziskujemo porušno stanje neposredno, ne da bi zasledovali elastični in elastično-plastični potek obtežbe. Ta ugotovitev daje plastostatiki preprostost pri analizi statično nedoločenih konstrukcij.

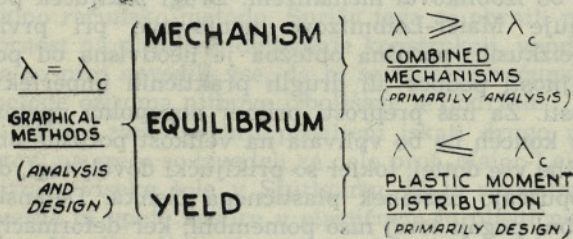
Ugotovitve, ki veljajo v plastičnem območju za nosilce, lahko splošimo na glavne probleme okvirnih konstrukcij. Če je konstrukcija n -krat statično nedoločena, potem je potrebno število členkov za porušni mehanizem $(n + 1)$.

Rešitev po teoriji elastičnosti se opira na n deformacijskih pogojev. Rešitev po teoriji plastičnosti pa zahteva, da moramo črto reakcijskih momentov tako prišteti k črti upogibnih momentov statično določenega osnovnega sistema, da se bo izoblikovalo $(n + 1)$ plastičnih členkov. Z n členki postane konstrukcija statično določena, dodatni členek pa jo spremeni v mehanizem in omogoči račun porušne obtežbe.

Sedaj lahko formuliramo glavni teorem plastostatike. Ob poružitvi konstrukcije morajo biti izpolnjeni trije pogoji: pogoj mehanizma, ravnovesja in plastičnosti (sl. 6). Pogoj mehanizma, ki pravi, da se mora izoblikovati zadostno število plastičnih členkov za nastop mehanizma, smo že obravnavali. Ravnovesni pogoj je znan: razporeditev upogibnih momentov mora biti v ravnovesju z zunanjo obtežbo. Pogoj plastičnosti pa zahteva, da morajo biti upogibni momenti, čeprav dosežejo vrednost skrajnega plastičnega momenta v plastičnih členkih, v vseh drugih prerezech manjši od

skrajnega plastičnega momenta. Lahko dokažemo, da je obtežni faktor, ki ustreza diagramu upogibnih momentov, ki izpolnjuje zgornje tri pogoje, pravi porušni obtežni faktor λ_c . Najbolj običajna metoda za istočasno uresničenje teh treh pogojev je grafična. Narišemo diagram upogibnih momentov statično določenega osnovnega sistema, ki smo si ga izbrali tako, da smo n neznanek izločili. S tem smo zadovoljili tudi pogoj ravnovesja. Reakcijsko

REQUIREMENTS OF BENDING MOMENT DISTRIBUTION REPRESENTING STATE OF COLLAPSE



Sl. 6

Pogoji razporeditve upogibnih momentov ob porušitvi konstrukcije

črto narišemo s poizkušanjem tako, da upoštevamo pogoj mehanizma in plastičnosti. Ta metoda je zamudna in težavna za komplicirano konstrukcijo z visoko stopnjo statične nedoločenosti, zato često upoštevamo te tri pogoje po dva in dva skupaj.

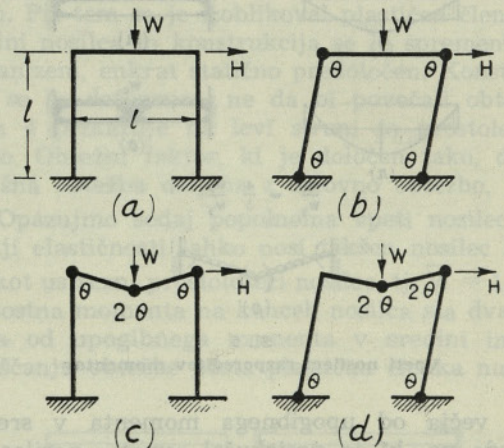
Ne bomo obravnavali različnih metod za ponostavitev računa po načelih plastostatike. Moramo pa omeniti, da dobimo, upoštevajoč samo prva dva pogoja, tj. pogoj mehanizma in pogoj ravnovesja, vrednost obtežnega faktorja, ki je večja ali ravno enaka pravi vrednosti λ_c . Ta teorem uporabimo preprosto tako, da narišemo poljuben mehanizem z $(n + 1)$ členki in nato napišemo za primer tega mehanizma enačbe, ki povezujejo delo zunanjih sil in delo v plastičnih členkih. Tako je pogoj ravnovesja izpolnjen, vendar pa lahko upogibni moment v kakšnem prerezu izven plastičnih členkov prekorači vrednost skrajnega plastičnega momenta. Pogoja plastičnosti torej nismo zajeli in dobljeni obtežni faktor ni na varni strani. To preprosto mehanično približevanje lahko izpopolnimo in preoblikujemo tako, da je ocena obtežnega faktorja ob porušitvi vedno bolj in bolj natančna.

Poleg tega so razvili metodo, ki upošteva istočasno pogoj ravnovesja in pogoj plastičnosti, ne upošteva pa pogoja mehanizma. Na ta način izračunan obtežni faktor λ je manjši od λ_c .

To so osnove plastostatike. Doslej smo govorili o analizi konstrukcij, toda te principe lahko prav tako uporabimo za znano obtežbo. Namesto da bi delali z varnostnim količnikom glede na napetosti, se moramo odločiti za obtežni faktor, npr. 2, in

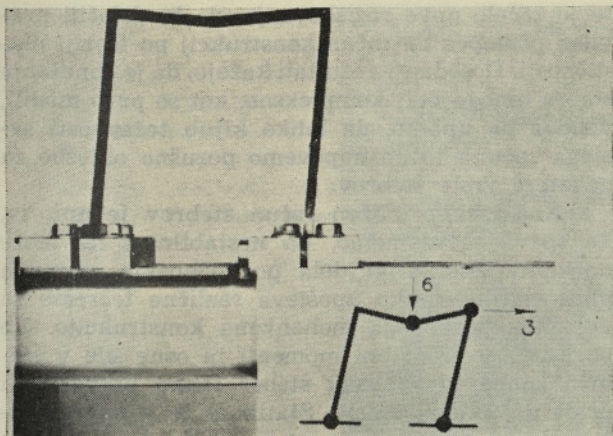
tako dimenzionirati konstrukcijo, da bo porušna obtežba s tem faktorjem pomnožena delovna obtežba. Teoretično lahko rešimo še tako kompliciran okvir. Teorija je napredovala korak za korakom od zveznih gred do polnostenskih nosilcev, od okvirov prek enega polja do večnadstropnih polnoma zvarjenih konstrukcij.

Ob vsakem koraku so eksperimenti potrdili privzetke teorije. Npr. ena izmed prvih konstrukcij, ki so jo raziskovali, je bil pravokoten okvir. Teoretični postopek je obsegal različne možne obtežbe in rezultati so bili potrjeni s serijo modelnih preizkusov, upoštevajoč obtežbe, kot to prikazuje diagram v sl. 7. Trije osnovni načini porušitve so prav tako narisani. Če je stranska sila velika, nastopi porušitev, tako da se izoblikujejo 4 členki po sl. 7b. Ker je okvir trikrat statično nedoločen, so seveda potrebni 4 členki. Slika 7c prikazuje porušni mehanizem za primer, kadar je vertikalna sila velika. Zdi se, da ta ni v soglasju s pravilom $(n + 1)$ plastičnih členkov, in zares je okvir ob porušitvi enkrat statično nedoločen. Vendar pa postane prečka statično določena, saj ima samo dve neznaniki in zgornje pravilo še vedno velja, če se število n nanaša na ta del konstrukcije, ki pravzaprav predstavlja mehanizem. Mehanizem na sl. 7d pa se izoblikuje, kadar sta vertikalna in horizontalna sila približno enakega reda velikosti. Slika 8 prikazuje okvir, ki se je tako porušil. Model je imel razpetino 0,15 m, prerez pa je bil prav-



Sl. 7

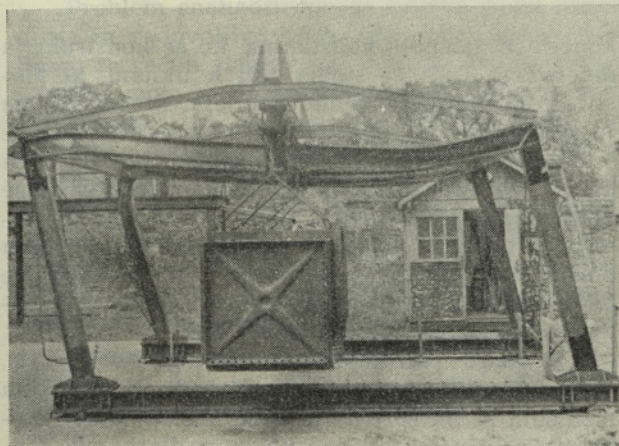
vokoten 6,3 mm × 6,3 mm. Seveda je bilo treba preizkusiti tudi konstrukcije v naravni velikosti. Izvršili smo številne preiskave s podobno obtežbo in ena izmed njih je prikazana na sl. 9. Ob porušitvi se morajo pojaviti 4 plastični členki, vendar pa se je za izbrano razmerje vertikalne in horizontalne obtežbe izoblikoval še peti členek; pravzaprav so upogibni momenti na polovici dolžine prečke dosegli skrajni plastični moment. Lahko opazimo, da sta vrh stebra in del prečke zvita; te pojave nestabilnosti bomo kasneje podrobneje obravnavali. Porušna obtežba okvira je dobro ustrezala teoretično napovedani obtežbi, kljub pojavu nestabilnosti, ki v računu ni bil upoštevan.



sl. 8

Takšno je bilo stanje v Angliji leta 1948, ko je bila uporaba plastostatike uradno dovoljena z določilom v britanskem standardu BS: 449 »Uporaba jekla v konstrukcijah«. Razvili smo preprosto teorijo in jo preizkusili in ni bilo bistvenega razloga, da je ne bi uporabljali za okvirne konstrukcije. Mnogo manj važnih problemov pa bo treba še rešiti, preden bo metoda praktičnega pomena in na nekaterih je delo že v teku. Nekaj problemov si bomo podrobneje ogledali!

Najprej bomo raziskali eno izmed supozicij, na kateri sloni plastostatika! Vemo, da je pogoj ravnovesja med pogoji, ki jih mora konstrukcija izpolniti. Vsi plastični teoremi, ki so tako učinkoviti pri ocenitvi porušne obtežbe, upoštevajo pogoj ravnovesja za prvotno nedeformirano konstrukcijo. To se pravi, da so plastične deformacije majhne v primerjavi z dimenzijami konstrukcije. Pri elastičnih ali plastičnih analizi je to običajni privzetek za vrsto okvirov, ki jih obravnavamo. Od dveh konstrukcijskih zahtev — trdnosti in togosti — plastostatika poslednje sploh ne upošteva. Ker je osredotočena na skrajno nosilnost, se ne trudi z računanjem upogibkov. To pomeni, da s preprosto plastostatiko ne moremo direktno obravnavati problema, pri katerem so upogibki



sl. 9

važni. Problem te vrste je na primer račun lokov. Pri pravilno zasnovanem loku bo ležala opornica zelo blizu težiščne osi, kar pomeni, da bo vsak majhen upogib loka znatno spremenil razpored upogibnih momentov. Moramo pa seveda omeniti, da plastične deformacije ne bodo mnogo večje od elastičnih. Deformacije postanejo zelo velike samo kadar je dosežena porušna obtežba. V tem primeru se zasnova loka po teoriji plastičnosti ne razlikuje od zasnove po teoriji elastičnosti, kajti v obeh primerih moramo upoštevati upogibke. Vsekakor moramo pri aplikaciji plastostatike paziti, da so privzetki osnovnih teoremov veljavni. Plastična zasnova lokov je še vedno zamotana, čeprav je bila razvita delovna metoda.

Problem stebrov, ki je bil sprva videti zelo težaven, se končno, kot vse kaže, bliža rešitvi. Pri tem je vprašanje deformacij pereče in ni verjetno, da bi lahko uporabili modificirano preprosto plastičnostno analizo.

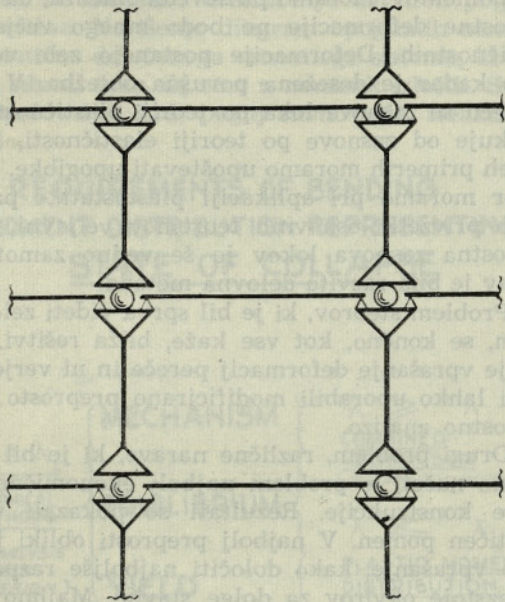
Drugi problem, različne narave, ki je bil teoretično načet, je problem najbolj ekonomične zasnove konstrukcije. Rezultati so pokazali velik praktičen pomen. V najbolj preprosti obliki je to samo vprašanje, kako določiti najboljše razpetine in razstoje okvirov za dolge stavbe. Majhno število okvirov bo običajno prihranilo material za same okvire, vendar bo za pomožne jeklene dele (npr. lege) treba več materiala za večjo razpetino. Je pa neka optimalna razvrstitev, pri kateri je poraba materiala najmanjša.

Bolj zapleten ekonomski problem o razdelitvi materiala po okviru je že zelo lepo obdelan. Na primer: za enonadstropen okvir čez eno polje lahko zmanjšamo prerez prečke in povečamo prereza stebrov. Dognano je, da je zasnova okvira najboljša takrat, ko bi lahko porušitev okvira nastopila z nastankom več mehanizmov. To pomeni, da bo okvir s tremi neznankami, ki praviloma zahteva nastanek štirih členkov pri izoblikovanju porušnega mehanizma, najlažji, če so prerezi takšni, da se bodo pojavili pri porušitvi več kot štirje členki. Takšna izraba materiala do njegovih največjih prednosti je morda očitna, toda formulacija in dokaz teorema pomenita korak naprej v razumevanju plastičnega delovanja konstrukcij. Ta teorem ima zelo važen zaključek.

Opazujmo zopet navedeni okvir! Empirično so že čisto zapazili, da dobijo najboljšo zasnovo z uporabo enakega prereza za prečko in stebre. To lahko razložimo z zgornjim teoremom. Če se pri porušitvi izoblikuje plastičen členek na mestu, na katerem se stikata prečka in stebel, in če sta oba enakega prereza, bo nastal členek v prečki in v stebri, kar pomeni, da imamo več kot štiri potrebne členke za porušitev.

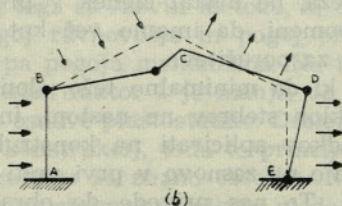
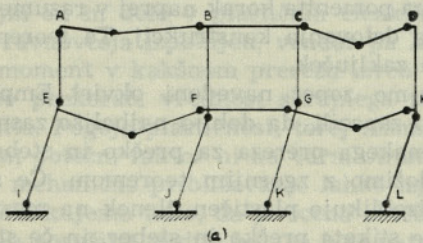
Zasnova, ki da minimalno težo, sloni na privzetku, da uklon stebrov ne nastopi, in zato ne moremo izsledkov aplicirati na konstrukcije, pri katerih vplivajo na zasnovo v prvi vrsti nestabilnostni pojavi. To nas privede do obravnavanja zasnove stebrov.

Diagram v sl. 10 prikazuje okvirno konstrukcijo, kot si jo je svoj čas predstavljal »ortodoksni« konstrukter. Vsaka greda je računana kot prosto-ležeča, stebri imajo členke na obeh koncih in so



Sl. 10

centrično obteženi. Taka konstrukcija je seveda mehanizem, ki ima več stopenj prostosti. Resnični priključki v konstrukciji pa poskrbijo za potrebno stabilnost okvira kot celote, vendar pa tudi osmešijo »ortodoksne« računske privzetke. V resničnem okviru so stebri neprekinjeni skozi več nadstropij. Steel Structures Research Committee je posvetil mnogo časa razvijanju racionalne računske metode teh elementov. Metoda, ki so jo končno predlagali, je bila nedvomno bolj racionalna kot »ortodoksni« račun s členkastimi stebri, ki ga še danes uporabljajo, toda bila je zamudna in je našla le malo naklonjenosti pri statikih. Pravzaprav pa nobena izmed teh dveh metod ne razloži zadovoljivo skrajne nosilnosti stebra. Tako

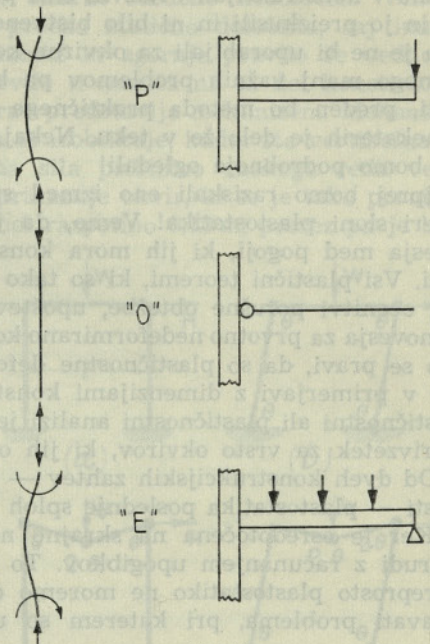


Sl. 11

se je začelo novo raziskovanje, da bi določili pravi postopek za račun konstrukcij po teoriji plastičnosti. Dosedanji rezultati kažejo, da je obnašanje stebra mnogo bolj kompleksno, kot so prvo mislili, vendar pa upamo, da lahko kljub težavnosti samega računa točno napovemo porušno obtežbo za nekatere vrste stebrov.

Način za približen račun stebrov je npr. ta, ko sprva privzamemo, da nestabilnost ne more nastopiti. Statik, ki dela po računskih metodah plastostatike, lahko upošteva različne teoreme za določitev porušnega mehanizma konstrukcije. Ob poružitvi so upogibni momenti in osne sile v stebrih znane in za vsak steber lahko preveri, ali pride do uklona ali ne. Statik se že v naprej odloči, da bo poskrbel, da ne bo prišlo do uklona in da se bo porušni mehanizem lahko izoblikoval tako, kot je privzel pri analizi.

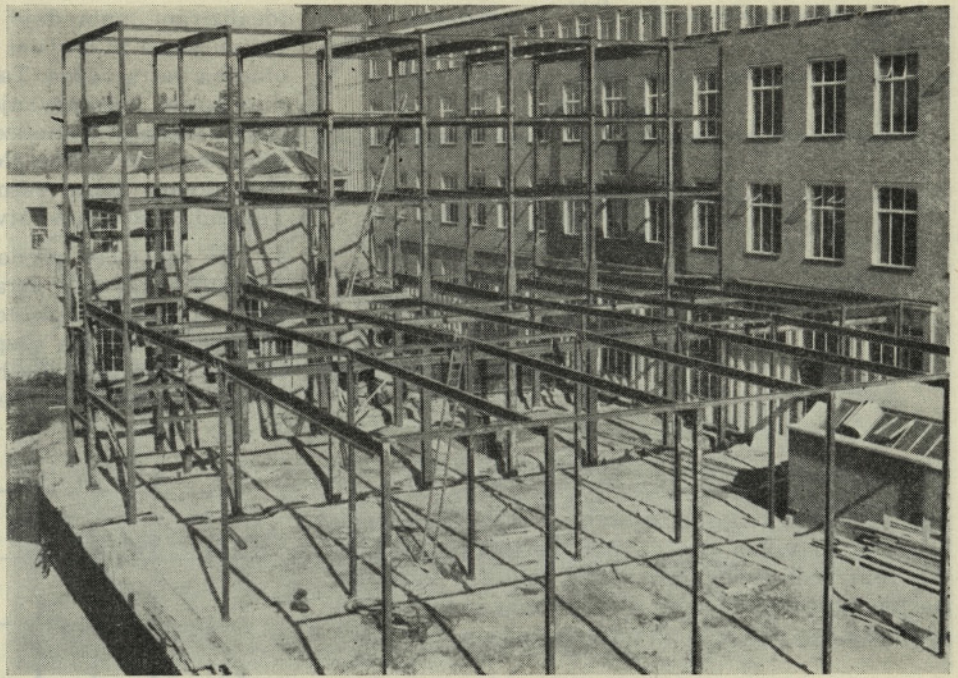
Iz slike 11, ki prikazuje dva okvira ob poružitvi, je razvidno, da so mogoči različni primeri. Pri stebri AE nastopita plastična momenta na



Sl. 12

koncih in ostaneta konstantna, ko se konstrukcija deformira. Tudi če steber teži k uklonu, ta plastična momenta še vedno delujeta. Steber BF pa je priključen na elastične dele konstrukcije. Če se ta steber ukloni, skrbijo elastični deli na obeh koncih za vpetost. Spodnja slika prikazuje, da je konstrukcija ob poružitvi statično določena in moment v točki A se ne bo spreminjal pri premiku mehanizma. Čeprav je moment v A elastičen, ne more nuditi dodatne opore stebri; steber AB spada v isto kategorijo kot steber DE.

V celoti razlikujemo tri kategorije (sl. 12). Prvo lahko imenujemo »plastičnost«: vpetostna momenta se ne spreminjata, če nastopi uklon stebrov. To ugotovitev ponazarja v diagramu konzola. Druga kategorija obsega členkaste stebre. Pri



Sl. 13

tretji kategoriji, ki jo imenujemo »elastičnostno«, skrbijo elastični elementi ob glavi in vznožju stebrov za vpetost v primeru uklona.

Upoštevajoč upogibne momente okoli obeh glavnih osi, privedejo te tri kategorije do devetih zelo različnih pogojev za zasnovo. Nekaj primerov ima malo praktičnega pomena, vendar so tisti, ki ostanejo, še vedno dovolj zamotani.

Ko je raziskava stebrov napredovala, je postalo jasno, da ni upanja, da bi lahko izpeljali preprosto enačbo, ki bi povezovala dopustno uklonsko napetost in vitkost okoli šibkejše osi. Tak postopek je bil sicer osvojen v britanskem predpisu, ki ga je izdelal SSRC. Sedaj vemo, da vplivajo na uklon stebra ne samo vitkost glede na minimalno, ampak tudi glede na maksimalno vztrajnostno os in, kar je zelo važno, torzijske karakteristike profila stebra. Poleg tega moramo upoštevati upogib okoli obeh osi.

Problem enonadstropnega okvira je bil popolnoma in zadovoljivo rešen. Na razpolago so grafikonj za račun stebrov, pri katerih deluje skrajni plastični moment na enem koncu okoli maksimalne vztrajnostne osi, moment na drugem koncu pa ima lahko poljubno vrednost. Vsak grafikon ustreza določenim torzijskim karakteristikam. To torzijsko odvisnost lahko izračunamo za poljuben prerez. Potem ko smo pri zasnovi upoštevali preprosto plastostatiko, lahko tako preverimo vsak steber na uklon, da poiščemo v ustreznem grafikonu razmerje končnih momentov.

Takšna je zasnova stebrov po teoriji plastičnosti in to delo so potrdili preizkusi stebrov do porušitve ob različnih pogojih obtežbe.

Če se od enonadstropnega okvira obrnemo k večnadstropnemu, se nam zdi, da je za sedaj najpri-

merneje računati stebre teh okvirov, kot da se obnašajo popolnoma elastično.

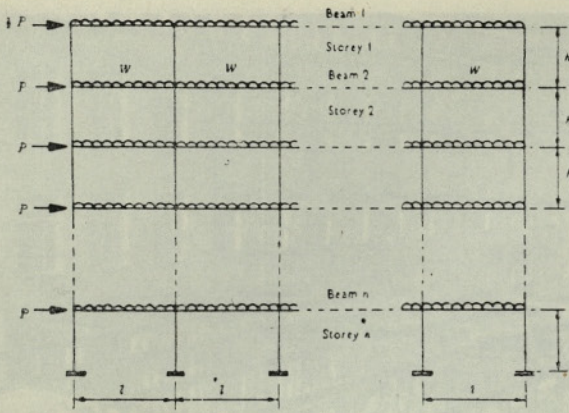
Pri zasnovi stebrov sta bistveni dve vprašanji. Prvo vprašanje je določitev obnašanja posameznega stebra za poljubno kombinacijo osne sile in končnih momentov okoli obeh glavnih osi. Ta problem lahko imenujemo »laboratorijski problem«. Drugo vprašanje je, kako določimo za resnično konstrukcijo najhujše pogoje za račun stebra. To lahko imenujemo »konstrukcijski problem«.

Laboratorijski problem je rešen za nekatere primere obtežbe, vendar je pri tem še nekaj vrzeli v našem znanju. Konstrukcijski problem je še hujši. V konstrukciji težko določimo razmere ob glavi in vznožju stebra, čeprav poznamo obtežbo okvira. Težava je tudi, kako določiti najhujšo razporeditev obtežbe. Če odstranimo nekatere sile na stropu, so lahko pogoji za steber hujši kot pri polni obtežbi.

Problem stebrov je eden izmed glavnih problemov, ki se z njimi sreča plastostatika. Dasi še nikakor ni popolnoma rešen, so vendar že poizkusili z aplikacijo plastostatike na visoke zgradbe, pri katerih je pereč problem stebrov. Konstrukcija razširitve (sl. 13) zgradbe Engineering Laboratories v Cambridgeu je najvišja večnadstropna konstrukcija, računana po teoriji plastičnosti. Študije pa so izdelane tudi za 30-nadstropne zgradbe.

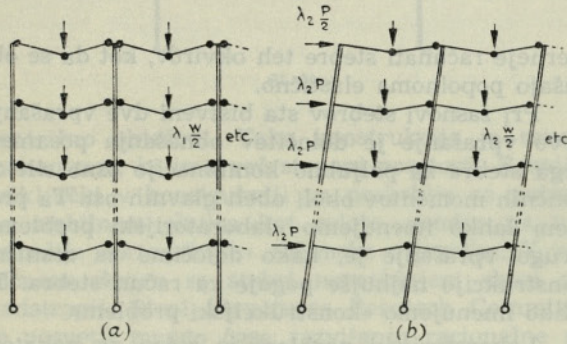
Zasnova visokih zgradb je zelo težavna, pa tudi njihova analiza, čeprav upoštevamo samo elastično področje. Zelo mikavno je poizkusiti plastostatično metodo, čeprav je bila plastostatika prvotno namenjena le preprostim konstrukcijam.

Na sl. 14 je shema visokega okvira. Pri poenostavljeni analizi lahko za začetek privzamemo enake razpetine in enake višine nadstropij. Nadalj-



Sl. 14
Shema visokega okvira

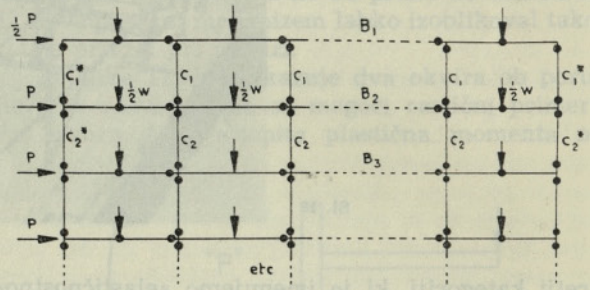
nje poenostavitve so: stebri so brezpogojno togi, tako da se vsaka prečka pod vertikalno obtežbo (sl. 15a) neodvisno poruši. Pod vplivom vetra bo nastopila porušitev tega idealiziranega okvira, kot to prikazuje sl. 15b. Čeprav so načini porušitve



Sl. 15

idealizirani, nam dajo računi zelo dobro sliko o vplivu vetra in o višini zgradbe, pri kateri postane obtežba vetra važna. Taki nadomestni okviri vzbudijo boljše razumevanje za delovanje okvira kot celote. Nadaljnje analize (sl. 16) pripeljejo do komplicirane razvrstitve členkov, ki na splošno omogoča dovolj dobro zasnovo resnične konstrukcije. Te študije so res še stvar bodočnosti.

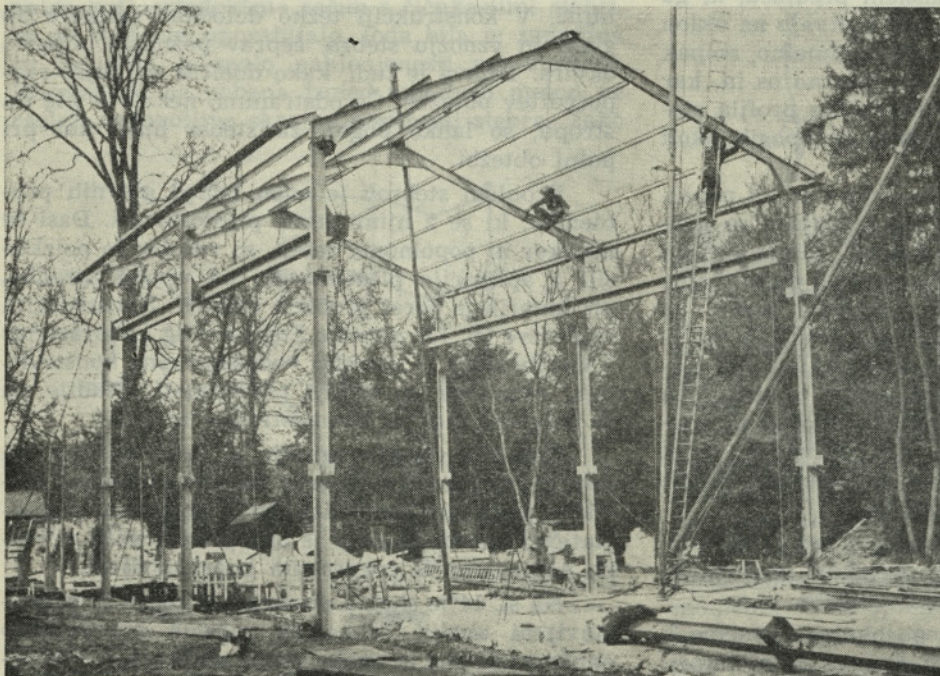
Za zaključek predavanja je profesor Heyman pokazal nekaj slik zgradb, ki so bile dimenzionirane po metodah plastostatike. Nobena izmed teh konstrukcij ni bila eksperimentalna, ampak je bil izbran račun po načelih plastostatike zato, ker da cenejšo in boljšo rešitev. Znano je, da je v zad-



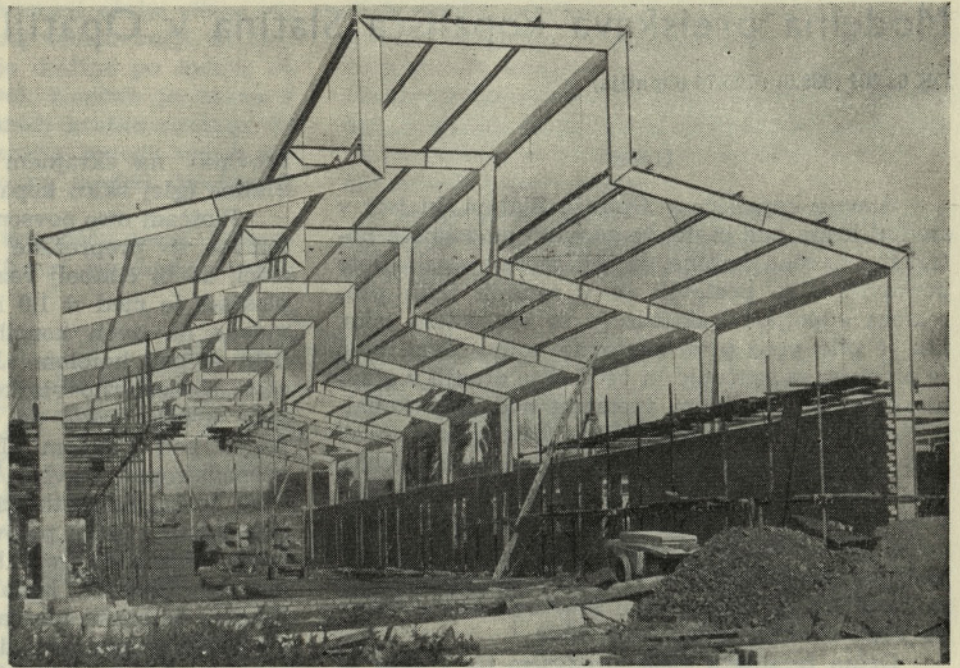
Sl. 16

njem času v Angliji približno polovica zgrajenih preprostih jeklenih industrijskih zgradb dimenzionirana po metodah plastostatike.

Prikazali bomo le dve sliki, ki sta posebno značilni. Slika 17 prikazuje razliko med zasnovo, upoštevajoč trdnost in togost. To je laboratorij za utrujanje British Welding Research Association, ki je med prvimi zgradbami v Angliji računana po



Sl. 17



Sl. 18

načelih plastostatike. Diagram upogibnih momentov ob porušitvi ima ostri konici ob napuščih okvira. Pri izvedbi preprečujejo ojačitve na teh mestih izoblikovanje plastičnih členkov na ustrezni dolžini in tako povečajo nosilnost konstrukcije. Pač pa je upogibni moment ob slemenu okvira približno konstanten in ojačitev na tem mestu ne učinkuje tako, kot tiste ob napuščih, vendar pa zmanjšuje upogibke, tj. povečuje togost.

Najplodnejše področje za aplikacijo plastostatike bo verjetno v razvoju novih konstrukcijskih oblik. Slika 18 prikazuje okvir z vgrajenim svetlarnikom. Upošteva jo plastostatiko pri zasnovi te

konstrukcije, so ugotovili, da vključitev svetlarnika v okvir ne oslabi okvira. Pravzaprav je lahko svetlarnik dvakrat tako visok, kot so stebri okvira, ne da bi se nosilnost okvira spremenila. Moramo pa se zavedati, da upošteva plastostatika samo nosilnost, visok svetlarnik bo seveda povečal upogibke.

Ko je profesor Heyman zaključil predavanje, je izrazil prepričanje, da je vsaj nakazal plastostatično analizo za mnogo preprostejšo kot elastičnostno, zato jo že uporabljajo in si prizadevajo, da bi prišla v poštev tudi za bolj komplicirane konstrukcije.

J. HEYMAN

PLASTOSTATICS OF STEEL STRUCTURES

Synopsis

It is known that nearly a half of simple steel industrial buildings have been dimensioned according to the methods of plastostatics in England recently. This way of calculation has been chosen due to its cheaper and better solution. The problem of columns is one of the main problems that plastostatics has to meet with. Although it is not yet completely solved, the use of plastostatical method in high buildings, where exists a burning problem of columns, has already been tried.

The application of plastostatics was officially permitted in England in 1948 by the specification in British Standard BS : 449 »The use of structural steel in building«. The simple theory for dimensioning was developed and tested in England by plastostatics. Plastostatical analysis has proved to be several times simpler than elastic analysis. It is already in use and endeavours are made for its application in more complicated structures.

Modelna preiskava kopališča Slatina v Opatiji

DK 62.001 (086.5) : 725.74 (Opatija)

DUŠAN LEGIŠA, DIPL. INŽ.

Uvod

Glavno kopališče v Opatiji, Slatina, ki leži v sredini kraja pod cesto, že zdavnaj ne zadošča potrebam. Lesene kabine, ki jih morajo vsako leto popravljati, so postavili še v zadnjih letih preteklega stoletja. Praktično je še vse ostalo tako, kot je bilo pred prvo svetovno vojno. Zelo malo je prostora za sončenje in vendar se drenja v glavni sezoni ob ugodnem vremenu nad 1500 kopalcev na dan. Peska skoraj ni za poležavanje, prav tako pa tudi ni primernih plitvin za neplavalce in majhne otroke. Sodobna kopališča, predvsem tako poznanih turističnih krajev kot je Opatija, pa morajo imeti poleg najnujnejših primerno urejenih garderob tudi primerne ploščadi za sončenje in možnosti za vsakovrstno športno udejstvovanje na vodi. Opatija vsega tega nima.

Delno že v letu 1963, predvsem pa v 1964 so pristopili k izdelavi projekta za korenito ureditev glavnega opatijskega kopališča. Podjetju »Parkovi i plaže« v Opatiji, ki ima v oskrbi med drugim tudi opatijska kopališča, je uspelo pridobiti prva sredstva, da so lahko resno začeli z delom. Građevno-projektni zavod z Reke je izdelal projekt za novo kopališče, ki pa obsega dve ali celo tri faze izgradnje.

Projekt

Današnji zaliv, kjer je kopališče Slatina, je segal včasih globlje v celino. Zelo verjetno je bila plaža podobna kot v Medveji, Moščenički dragi, Tomaševcu itd., na dnu pa je bil droban pesek. Ko so zgradili cesto in napravili vertikalni podporni zid proti morju, so se veliki valovi prelivali prek močno skrajšane plaže. Udarjali so ob zid, ob katerem so sčasoma plažo povsem raznesli. Sondaže, ki so jih izvedli v kopališču zaradi novih gradenj, so pokazale, da je sloj finega peska (debeline 0,2 do 1 mm) debel 7—9 m, pod njim je prodec, podoben onemu v Medveji (5—45 mm) in ta šele leži na skalnatih tleh.

Projekt predvsem predvideva ureditev večjih površin, kjer se bo lahko sončilo do okrog 3500 kopalcev. V ta namen je bilo potrebno predvideti velike ploščadi, ki so v glavnem betonske. Te ploščadi se končajo v obalnem zidu, ki je stopničasto izveden. Zunanja linija je s tem pomaknjena bistveno proti morju, vendar ne seže ven iz zaliva. Najgloblja voda, do kamor seže zid, je okrog — 2,40 m. Linija zida je razgibana tako, da imamo tri zaprte zalive in enega na južnem delu, ki je bolj odprt.

Urejeno kopališče bo tako segalo od današnjega »portića«, male lučice za čolne blizu kipa žene z galebom pod hotelom »Jadran« do hotela »Du-

brovnik« na skrajnem južnem zaključku zaliva Slatine (glej skico kopališča).

Ploščadi niso povsem vodoravne in na isti koti, temveč so preprežene z manjšimi stopnjami in zidci, da bi čimbolj razgibali tudi površino. Kota ploščadi je med + 1,0 in 1,50 m. Kabine so predvidene na dveh koncih kopališča. Na severnem delu so pod hotelom »Jadran«. Ker je tu obalna cesta sorazmerno visoko nad morjem, jih je mogoče urediti tako, da so pod cesto. Na južnem koncu pod hotelom »Dubrovnik« je predvidena večnadstropna stavba, kjer so v pritličju garderobe, zgoraj pa gostinski objekt. Pod cestnim opornim zidom v južni polovici kopališča izvira sladka voda, ki ima ob velikih nalivih tudi nad 10 m³/s pretoka. Poseben kanal jo vodi do južnega zaključka betonske ploščadi, kjer se izliva v morje. Ob južnem delu je v daljnji fazi izgradnje predvidena luka, kjer bi bili čolni na vesla, motorni čolni, jadrnice, z zunanje strani lukobrana pa bi pristajale lahko tudi jahte.

V teku leta 1964 je tekla izgradnja 1. faze, ki obsega dela na južnem delu kopališča: veliko ploščad, ki je še izven današnjega kopališča, in pa spodnji del večnadstropne stavbe z garderobami. Kolikor bodo sredstva na razpolago, se bo takoj nadaljevala druga faza, tj. izgradnja ostalega dela novega kopališča v letu 1965, sicer pa bo moralo staro kopališče delovati v dosedanji obliki še krajši čas.

Model

Projektantska organizacija je želela preizkusiti zamišljeni projekt tudi na hidravličnem modelu v Vodogradbenem laboratoriju v Ljubljani.

Iz ekonomskih razlogov na eni strani in hidravličnih zahtev na drugi strani smo izbrali modelno merilo 1 : 75. V modelu smo morali prikazati nekoliko več opatijske obale kot pa pripada neposredno kopališču Slatina. Bazen, ki je predstavljal morje, je bil mnogo večji, saj je obsegal v celoti nad 150 m². Taka velikost je bila potrebna, da smo lahko poljubno premeščali valovni stroj in dosegali zadostno število valov, preden ti udarjajo ob obalo.

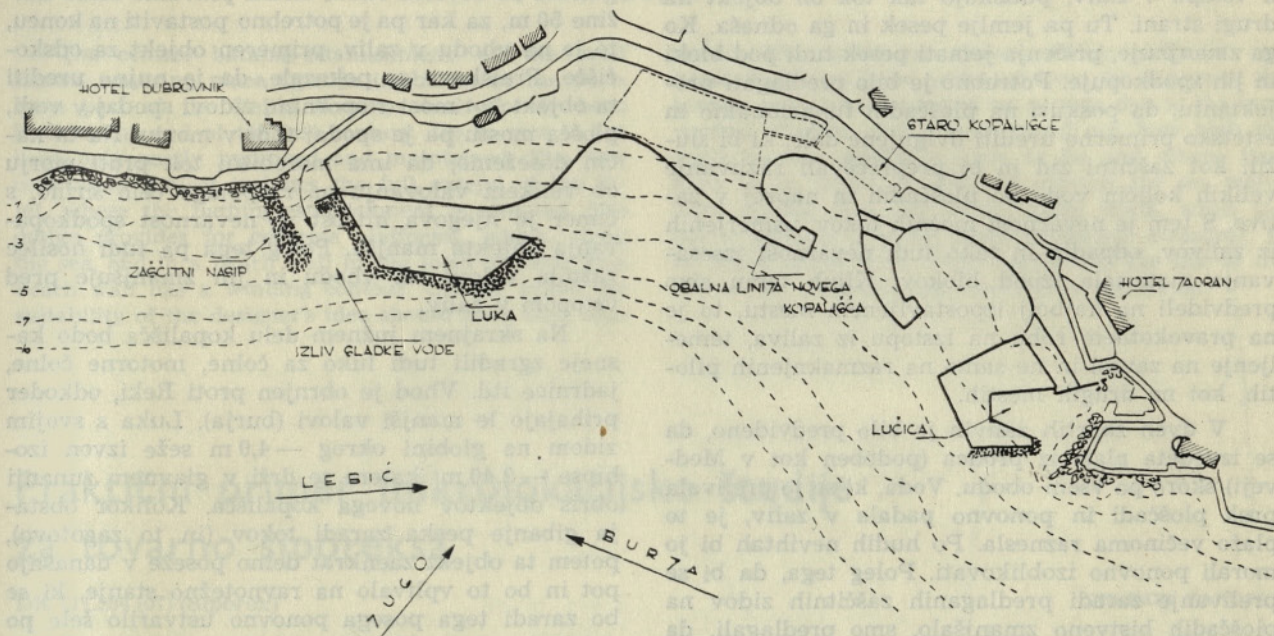
Meritev valov in pa morskih struj na področju Kvarnera doslej ni bilo. Tako nismo imeli na voljo objektivno ugotovljenih karakteristik valov. Projektant je zbiral podatke pri domačinih, ki so opazovali valove v Opatiji tudi ob najslabšem vremenu. Na osnovi teh podatkov je dobil laboratorij nalogo, da upošteva na modelu valove do višine $H = 2,20$ m, in to pri srednjem morskem nivoju ± 0 in pa plimi + 0,80 m, ki navadno spremlja v jeseni največje valovanje. Takšni valovi prihajajo tako iz smeri med otokoma Krk in Cres (jugo), kot tudi ob istrski obali (lebič). Čeprav smo na

modelu preiskovali iz obeh smeri enake višine valov, je znano, da so valovi lebiča večji in zato nevarnejši (lebič ima večjo dolžino po morju, da lahko razvije večje valove). Končno je znana v Opatiji še burja, ki pa zaradi kratke razdalje do reške strani ne more povzročiti mnogo večjih valov od 1,0 m. Vendar smo na modelu upoštevali tudi višine do 1,50 m.

V naravi je na dnu v kopališču pesek. Dimenzije peska so med 0,1 in 1,0 mm. Na modelu nismo

obale zavita, se spreminja tudi naklon valov nasproti objektom in s tem hitrost in jakost tokov. To povzroča na posameznih mestih lahko močnejše odnašanje kot drugod, ali večje ali manjše nanašanje. Z ozirom na to, da so valovi, ki jih povzroča burja, manjši, je računati, da prevladuje smer tokov zaradi juga in lebiča.

Če postavimo objekt na mesto, kjer je prej obstajala neka naravna pot peska, povzroči to spremembo v obstoječem naravnem ravnotežju.



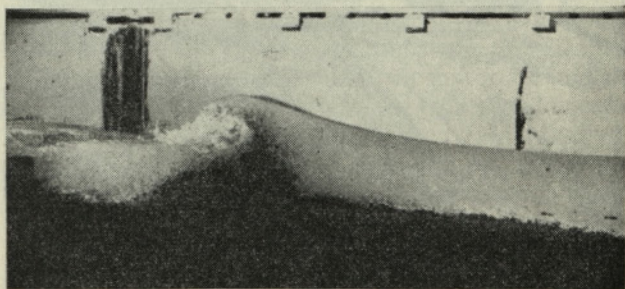
Skica novega kopališča s črtkano označenimi dosedanjimi objekti

mogli uporabiti modelnemu merilu (1:75) ustrežajočega materiala podobne specifične teže. Dobil bi blato, ki v nobenem primeru ne bi moglo ponazarjati gibanja peska v naravi. Poskusiti smo morali z lažjim materialom. Izbrali smo bakelitni pesek in sicer večjih dimenzij. Ugotovili smo, da je ta material izredno gibljiv ter da se giblje v sorazmerno debelem sloju. Pri jemanju vzorcev peska v naravi smo videli, da je pesek izredno močno zbit. Zelo verjetno se giblje med valovanjem sorazmerno tanka plast peska. Tako smo smatrali, da je bil uporabljen bakelitni pesek dovolj gibljiv, da nam odkrije vse tendence dogajanja v naravi med valovanjem (nanašanje, odnašanje, izsesavanje). Seveda vsi rezultati meritev s peskom veljajo le kvalitativno in ne kvantitativno. Nedvomno je, da so si vsi pojavi kvalitativno podobni na modelu in v naravi.

Rezultati modelnih preiskav

Valovi, ki udarjajo ob obalni zid, dosega zid vedno več ali manj poševno. To ustvarja tok vode ob obali. Smer toka je odvisna od smeri valovanja. Ta tok pa je predvsem ob večjem valovanju tako močan, da nosi s seboj tudi pesek. Ker je linija

Zaradi tega bo moral preteči nek čas, da se bo ponovno ustvarila kontinuiteta in s tem ravnotežje. Kolikor je bil tok, ki je nosil pesek, kontinuirno ob objektu, ni računati, da bi odnašalo material izpod objekta. Čim pa se kontinuiteta v donajanju prekine zaradi neke zapreke, pa tok, ki vendarle obstaja, odnaša material. Pojavlja se spodkopavanje. Koliko časa to traja, zaradi pomanjkanja meritev in opazovanj v naravi in pa le kvalitativne vrednosti rezultatov v zvezi z gibanjem materiala, ni mogoče definirati. Projektant je prvotno predvidel, da se postavijo oziroma betonirajo bloki za obalni stopničasti zid neposredno



Udarjanje valov ob obalni zid (preiskave v steklenem modelu)

na zravnano peskasto dno. Iz zgornjih vzrokov je laboratorij predlagal, da se ves obalni zid postavi na pilote, ki bi zavrli posedanje blokov ob morebitnem začasnem spodkopavanju.

Ob visokih valovih in visokem morju udarjajo valovi prek obalnih stopnic in se razlivajo po ploščadih. Tako prelita voda se zliva ponovno v zaprtih zalivih v morje. S tem se tu zviša gladina, zaradi česar se nujno razvije tok vode iz zaliva proti morju. Valovi, ki prihajajo poševno k vstopu v zaliv, potiskajo tak tok ob objekt na drugi strani. Tu pa jemlje pesek in ga odnaša. Ko ga zmanjkuje, pričenja jemati pesek tudi pod bloki in jih spodkopuje. Potrebno je bilo predlagati projektantu, da poskusi na ploščadih funkcionalno in estetsko primerno urediti dvignjene dele, ki bi služili kot zaščitni zid in bi preprečevali razlivanje velikih količin vode po ploščadih in naprej v zalive. S tem je nevarnost močnih tokov, usmerjenih iz zalivov, odpadla in tako tudi nevarnost izsesavanja materiala izpod blokov. Kljub temu smo predvideli na najbolj izpostavljenem mestu, to je na pravokotnem robu na izstopu iz zaliva, temeljenje na zavesi in ne samo na razmaknjenih pilotih, kot na drugih mestih.

V dveh zaprtih zalivih je bilo predvideno, da se izvedeta plaži iz prodca (podoben kot v Medveji) skoro po vsem obodu. Voda, ki se je prelivala prek ploščadi in ponovno padala v zaliv, je to plažo večinoma raznesla. Po hudih nevihtah bi jo morali ponovno izoblikovati. Poleg tega, da bi se prelivanje zaradi predlaganih zaščitnih zidov na ploščadih bistveno zmanjšalo, smo predlagali, da bi se plaža iz prodca omejila v glavnem le na notranji del obeh zalivov, to je pod cestnim opornim zidom, medtem ko bi se drugi del izvedel tudi kot stopnice k morju.

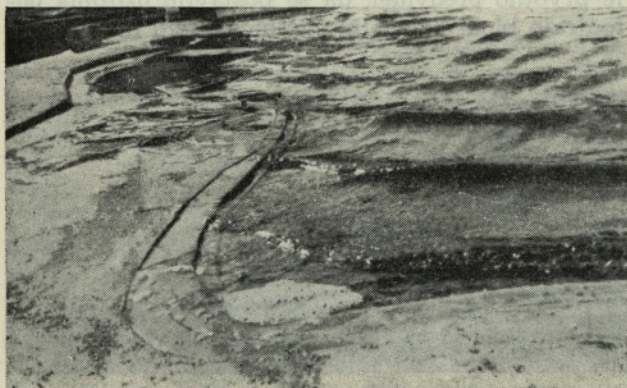
Meritve višine valovanja v zalivih so pokazale, da ne presežejo, tudi pri največjih valovih na morju (do 3,0 m), valovi v zalivih 80 cm. Za te valove, kot največje, smo ugotavljali v laboratorijskem steklenem kanalu, na dvodimenzionalnem modelu, koliko je predvideni naklon plaže 1 : 5 ugoden. Pokazalo se je, da je ugoden, čeprav je odvisen naklon od višine in dolžine valov. Po-

trebno pa je bilo opozoriti, da pri visoki plimi mečejo valovi na le nekoliko deset cm višji nivo ploščadi (kota + 1,0 m) material in ga tam nalagajo, s čimer potiskajo pravzaprav obalno linijo nazaj. To torej zahteva, da mora biti začetni sloj materiala debel nad 1 m, sicer bodo valovi plažo kmalu »odkrili« do kamnitega nameta, na katerega je nanesen prodec.

Srednji zaprti zaliv je zaradi svoje primerne velikosti predviden tako, da bi lahko uredili po potrebi ob severni ravni strani plavalno stezo dolžine 50 m, za kar pa je potrebno postaviti na koncu, to je na vhodu v zaliv, primeren objekt za odsokčišče. Preiskave so pokazale, da je nujno urediti ta objekt kot most z opornimi zidovi spodaj v vodi, plošča mostu pa je spodaj tudi v morju. Na ta način dosežemo, da ima morebitni tok proti morju ob velikem valovanju na razpologo celo širino, s čimer je njegova hitrost in nevarnost spodkopavanja objekta manjša. Poleg tega pa tudi nosilec razbija valove na vhodu in jih zmanjšuje pred vstopom v zaliv.

Na skrajnem južnem delu kopališča bodo kasneje zgradili tudi luko za čolne, motorne čolne, jadrnice itd. Vhod je obrnjen proti Reki, odkoder prihajajo le manjši valovi (burja). Luka s svojim zidom na globini okrog — 4,0 m seže izven izohipse — 2,40 m, katere se drži v glavnem zunanji obris objektov novega kopališča. Kolikor obstaja gibanje peska zaradi tokov (in to zagotovo), potem ta objekt zaenkrat delno poseže v današnjo pot in bo to vplivalo na ravnotežno stanje, ki se bo zaradi tega posega ponovno ustvarilo šele po določenem času. Modelne preiskave so pokazale, da je na zunanji strani obrambnega zida nujen nasip iz blokov teže okrog 2 tone. Valovi, ki udarjajo ob vertikalni zid, imajo dvojno višino in ga tako velik del odkrivajo. Ob dnu imajo valovi še veliko moč in vrtinci odkrivajo temelj. Blokji bodo temelj zavarovali, vendar zunanji bloki nasipa lahko tonejo v pesek. Malj vrtinci ob pokončnih stenah blokov kopljejo in povzročajo usedanje teh blokov in s tem celotnega nasipa, dokler ne dosežejo ravnotežnega stanja. Seveda pa s tem vseeno ščitijo temelje zida.

Ustje kanala sladke vode, ki gre pod opornim zidom ceste in se izliva na skrajnem južnem delu kopališča, je odprto valovom juga in lebiča. Valovi, ki bi vstopali v kanal, bi prišli pod spodnjo ploščo kabin v pritličju večnadstropne stavbe in jo močno obremenjevali. Zaradi tega je bil predviden močan nasip iz blokov, ki ščiti vstop v kanal. Tu so preiskave prav tako pokazale, da so potrebni bloki za nasip teže okrog 2 tone. Manjše bloke (nad 1 tono) so valovi premikali in jih zvrčali. Tudi tu zunanji bloki počasi tonejo, zaradi česar se nasip delno useda. Močnejše zavarovanje je potrebno, če je postavljen tudi zid za luko. Valovi zaradi zoževanja z dvema pokončnima zidovoma postajajo proti kanalu vedno večji. Prestreči jih mora močan nasip. Valovi, ki zadevajo ob obrambni zid luke, pa potujejo ob zidu proti kanalu. Te mora



Novo kopališče med burjo z visokimi valovi

zavreti manjši prečni zid z nasipom, ki je postavljen pravokotno na smer drugega zida. Le tako je kanal zaščiten pred večjim valovanjem.

Modelne preiskave, ki so trajale nekaj mesecev, so pokazale nekatera slabša mesta v projektu,

ki pa jih ni bilo mogoče vnaprej predvideti. Iz rezultatov so sledila navodila oziroma predlogi projektantom, kako dopolniti projekt, da bi bilo kopališče varnejše in bi bolje služilo svojemu namenu.

D. LEGIŠA

MODEL TEST OF THE BATHING-ESTABLISHMENT SLATINA IN OPATIJA

Synopsis

The central bathing-establishment of the well known watering place Opatija (Abbazia) in the northern part of the Veliki Kvarner had already been built at the end of the last century. Up to now it has been only partly improved and maintained. The new renovation project includes the full extend of the inlet, where the bathing-establishment is situated. The design provides for concrete platforms, which, along the sea, end in a beach wall in the form of steps. This beach wall has a winding contour. On the model the suitability of the designer's idea should have been exa-

mined. The model has shown, which parts of the beach wall have to be protected from the danger of the bottom sand being removed by suction due to the high waving. Further, it has been found out, how high the walls on the platforms have to be and where they have to be placed in order to prevent the sea water from spilling into the small, inner inlets, when the sea is agitated. Finally, some protective measures, to be taken at the fresh water outlet into the sea, at the end of the bathing-place, have been settled on.

Praktični primer mikrolokacijske študije za tovarno siporeksa

DK 711.554 (07) (Siporex)

VELIMIR VARDJAN

1. Uvodno pojasnilo

Študija je mikroekonomskega značaja, ker gre za ugotovitev optimalne lokacije tovarne siporeksa v okviru novomeško-krškega surovinskega področja. V pogledu makrolokacije se niso pojavili nobeni pomisleki, saj leži omenjeni surovinski bazen centralno glede na 5 velikih konsumnih centrov: Ljubljana, Celje, Maribor, Zagreb in Karlovac. V pogledu mikrolokacije pa so bila mnenja zelo deljena in sicer je bilo osnovno vprašanje v tem, kakšen vpliv bi imela na ekonomiko nove tovarne lega ob železniški progi in bližina Zagreba. Odgovor na to vprašanje je skušal dati avtor s to študijo, katero je izdelal ob sodelovanju predstavnika investitorja inž. Antona Žerjala.

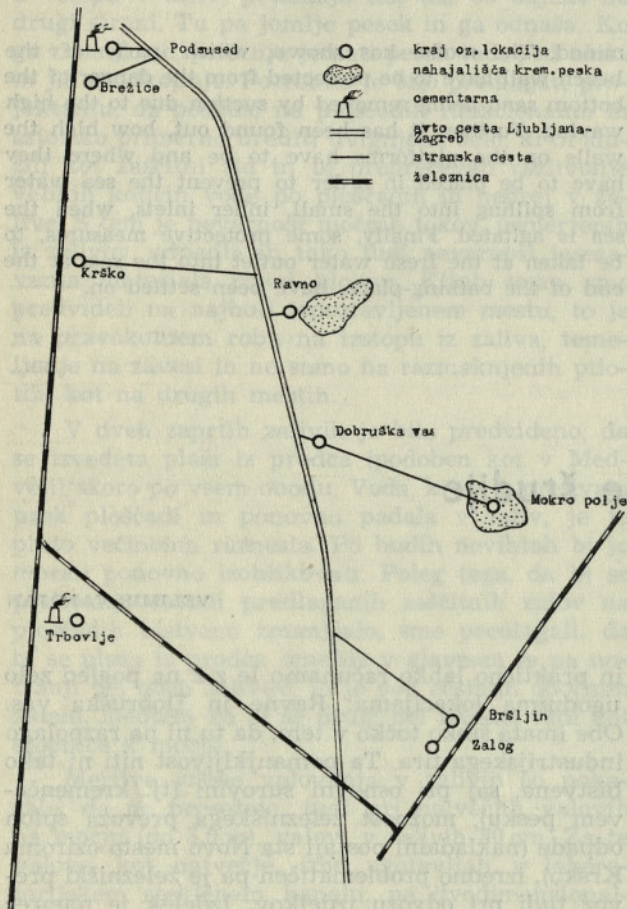
Tovarna siporeksa naj bo praviloma locirana čim bližje surovinske baze, tj. čim bližje nahajališča kremenčevega peska. Glede na to, da bazira tovarna na surovini iz 2 nahajališč, je teoretično mogoče locirati novo tovarno predvsem

- ob peskolomu v Ravnem,
- ob peskolomu v Mokrem polju,
- nekje med obema nahajališčema, ki sta oddaljeni medsebojno po cesti le ca. 17 km, razdalja v ravni črti pa je še znatno manjša.

Glede na terenske razmere postavitve tovarne ob peskolomu v Mokrem polju sploh ni mogoča

in praktično lahko računamo le z 2 na pogled zelo ugodnima lokacijama: Ravne in Dobruška vas. Obe imata šibko točko v tem, da tu ni na razpolago industrijskega tira. Ta pomanjkljivost niti ni tako bistvena, saj pri osnovni surovini (tj. kremenčevem pesku), možnost železniškega prevoza sploh odpade (nakladalni postaji sta Novo mesto oziroma Krško), izredno problematičen pa je železniški prevoz tudi pri odvozu izdelkov. Izdelek je namreč razmeroma krhek in bi se pri količkaj neprevidni manipulaciji pri prevozu poškodoval. Zato je zelo nezaželeno tudi prekladanje. Gradbišča običajno nimajo industrijskega tira, zato je v mnogih primerih pri prevozu izdelkov kamionski transport tudi v pogledu cene konkurenčen stroškom kombiniranega železniškega in kamionskega transporta, ne upoštevajoč pri tem znatno manjši riziko loma pri kamionskem transportu. Za prevoz po železnici preostane torej od pomembnejših materialov edino še cement, pa celo pri tem se pojavijo določene težave v zvezi s prevozom cementa v razsutem stanju. Železnica namreč nima in ne namerava vključiti v svoj prevozni park specialnih vagonskih cistern za prevoz cementa, ker smatra, da to zanjo ekonomsko ni interesantno. Zato je prevoz cementa rinfuso po železnici možen le v primeru, če podjetje samo preskrbi potrebni vozni park, kar pa predstavlja precejšnjo investicijo. Podobna situ-

acija kot pri cementu je tudi pri mazutu, kjer pa nastopa še dodatna komplikacija v tem, da se pri prevozu z vagono cisterno mazut strdi, medtem ko je prevoz z avto cisterno tako hiter, da do tega pojava ne pride. Vagonsko cisterno je treba nato segreti s paro, kar zahteva določene investicije za prečrpalno napravo, poleg tega pa tudi stroške za potrebno energijo. To se izplača za velikega potrošnika kot je npr. Železarna Jesenice, zelo problematična pa je taka organizacija prevoza pri



manjših potrošnikih, ki se zato večinoma raje odločijo za sicer nekoliko dražji, vendar znatno enostavnejši prevoz z avto cisterno.

Kot omenjeno, v neposredni bližini Raven oziroma Mokrega polja ni lokacije, ki bi imela možnost priključka na železnico. Najbližje take lokacije so Novo mesto, Krško in Brežice in smatramo, da jih je treba kot potencialno možne vzeti v poštev ne glede na to, da industrijski tir za tovarno siporeksa nima tolikšnega pomena kot npr. za železarno.

Na ta način smo prišli do petih na pogled ugodnih lokacij:

a) brez možnosti industrijskega tira:

- Ravne,
- Dobruška vas;

b) z možnostjo industrijskega tira:

- Novo mesto,
- Krško,
- Brežice.

Lokacija Ravne bi bila sama po sebi zelo interesantna, vendar smo se odločili, da pride namesto nje v poštev za ožji izbor lokacija Dobruška vas, ki ima urejen priključek na avtomobilsko cesto (česar v Ravnem še ni) in ki nudi neomejene možnosti za razvoj tako same tovarne siporeksa (v perspektivi lahko računamo s povečanjem kapacitete in dograditvijo tovarne prefabriciranih montažnih elementov) kot tudi druge predelovalne industrije na bazi kremenčevega peska (npr. tovarna kremenčevih zidakov).

Od lokacij, kjer obstaja možnost za industrijski tir, smo takoj izločili Brežice, ker so precej neugodnejše od Krškega v pogledu transportnih stroškov za pesek, v pogledu drugih pogojev pa med njima ni bistvenih razlik. V Novem mestu samem smo nato izbirali med dvema lokacijama: Bršljin in Zalog. Ugotovili smo, da med njima ni bistvenih razlik in smo se nato zaradi bližine steklarne odločili, da vzamemo v ožji izbor lokacijo Bršljin (Bršljin zahteva visoke investicije v zemeljska dela, Zalog pa v most prek Krke in v dovozno cesto, transportna razdalja za pesek je manjša pri Bršljinu za ca. 6 km).

V ožji izbor smo torej privzeli lokacije Dobruška vas, Krško in Novo mesto-Bršljin.

2. Analiza transportnih stroškov

	Količina ton	Prevozni stroški v 000 din		
		Dobruška vas	Novo mesto	Krško
krem. pesek				
Ravne	24.000	10.930	36.000	23.850
krem. pesek				
Mokro polje	8.000	5.120	6.550	15.850
cem. Podused				
oz. Trbovlje	19.700	56.750	55.041	40.554
betonsko železo				
Jesenice	2.364	13.250	6.420	7.360
mazut	4.000	30.700	20.300	15.184
skupaj	58.064	116.750	124.311	102.798
izdelki	52.000	238.850	221.657	241.777
skupaj	110.064	355.600	345.968	344.575

Komentar v zvezi z izračunom transportnih stroškov:

2.1 Transportni stroški za kamionski prevoz kremenčevega peska so obračunani po ceni 60 do 65 din za tonski kilometer.

2.2 Dozov cementa rinfuso iz Poduseda na lokacijo Dobruška vas predvidevamo z lastnimi 25-tonskimi avtocisternami. Razdalja znaša ca. 48 km, obračanje 600 krat na leto. Potrebujemo:

$$\frac{19.700}{600 \times 25} = 1,3 \text{ oziroma zaokroženo } 2 \text{ cisterni,}$$

potrebna investicija znaša $2 \times 28.000 = 56.000$ din. Ceno tonskega kilometra računamo 60 din.

Dovoz cementa iz Trbovelj ne pride v poštev, ker je treba voziti v Novo mesto prek Trojan in Ljubljane.

2.3 Za železniški dovoz cementa potrebujemo lastne vagonске cisterne. Obračanje računamo za Novo mesto 73 krat, za Krško pa 91 krat na leto.

Potrebno število 25-tonskih vagonских cistern:

a) za lokacijo Novo mesto

$$\frac{19.700}{73 \times 25} = 10,8 \text{ oz. zaokroženo } 11 \text{ vagon. cistern}$$

b) za lokacijo Krško

$$\frac{19.700}{91 \times 25} = 7,2 \text{ oz. zaokroženo } 8 \text{ vagonских cistern.}$$

Potrebne investicije za nabavo vagonских cistern:

	000 din
a) Novo mesto: 11 × 20.000	220.000
b) Krško 8 × 20.000	160.000

Za lokacijo Novo mesto je ugodnejša nabava cementa v Trbovljah (razdalja Novo mesto—Trbovlje 79 km, razdalja Novo mesto—Podsused pa 101 kilometer).

Za lokacijo Krško je ugodnejša nabava cementa v Podsusedu (Krško—Podsused 31 km, Krško—Trbovlje 47 km).

V obeh primerih kalkuliramo ugodnejši primer, ker smatramo, da je zaradi velikega in enakomernega odvzema tovarna siporeksa zelo interesantna za obe cementarni, ki bosta obe perspektivno povečali svojo proizvodnjo.

Prevozni stroški za cement znašajo za lokacijo Novo mesto:

prevozna tarifa (5 c, 79 km)	000 din
19.700 × 360	26.800
vrnitev cisterne 790 × 11 × 73	636
dostavnina na ind. tir	
1500 × 11 × 73	1.205
amortizacija, obresti in vzdrž. cistern	
220.000 × 0,12	26.400
	55.041

Za lokacijo Krško so prevozni stroški izračunani analogno.

2.4 Pri železniškem prevozu mazuta računamo 52-kratno obračanje vagonских cistern. Vsebine cisterne računamo 20 ton. Potrebno število cistern

$$\frac{4000}{20 \times 52} = 3,85 \text{ oziroma zaokroženo } 4.$$

Potrebna investicija za vagonске cisterne:

	000 din
4 × 18.000	72.000

2.5 Pri prevozu mazuta z avto cisternami računamo 300-kratno obračanje na leto. Zadostuje torej

$$\frac{4000}{20 \times 300} = 0,67 \text{ oz. zaokroženo } 1 \text{ avto cisterna.}$$

000 din

Potrebna investicija za avtocisterno 30.000

Razdalja Sisak—Dobruška vas znaša približno 128 km, cana 60/tkm din

$$4000 \times 128 \times 60 30.000$$

2.6 Za izdelke popolnoma orientacijsko računamo, da se ca. 40 % odpremi v smer Ljubljana, ca. 20 % v smer Zagreb. Pri lokacijah Novo mesto in Krško upoštevamo, da se 10 % celotne količine pripelje z železnico. Pri kamionskem transportu računamo s ceno 45/tkm.

3. Primerjalni pregled investicij, ki so odvisne od lokacije

	Dobruška	Novo mesto	Krško
planiranje terena		150.000	10.000
gramoz	13.000	21.500	7.800
prispevek za most			25.000
dovozna cesta	20.000	40.000	60.000
industrijski tir		50.000	35.000
odškodnine	2.000	10.000	2.000
skupaj	35.000	271.500	139.800
diferenc. investicije		+ 236.500	+ 104.800

Komentar:

a) Dobruška vas: teren je ravna ploščad, ki ne zahteva posebnih zemeljskih del. Lokacija je tik ob obstoječi cesti oziroma tik ob priključku na avtomobilsko cesto, zato pride v poštev le delna rekonstrukcija tega dela ceste v dolžini ca. 500 m (površinska obdelava cestišča). Zemljišče je najnižje bonitete (vaška gmajna), zato strošek za odkup zemljišča minimalen. Gramoz stane na tej lokaciji ca. din 2600/m³.

(Edini vir gramoz za vse 3 obravnavane lokacije je Drnovo, zato oddaljenost posameznih lokacij od Drnovega precej vpliva na ceno gramoz).

b) Novo mesto (Bršljin): teren je zelo razgiban in zahteva obsežna zemeljska dela v V. kategoriji (za steklaro, ki leži v neposredni bližini, vendar na nekoliko ugodnejšem terenu, znašajo zemeljska dela ca. 90 milijonov dinarjev). Gramoz je v Novem mestu po 4300/m³ din. Dovozno cesto je treba na novo zgraditi v dolžini ca. 500 m in to v težkem terenu. Industrijski tir bi bil dolg ca. 600 m in to prav tako v težkem terenu. Odškodnina za zemljišče bi bila večja, ker gre za kmetijske površine (kraški svet s plastjo humusa).

V informacijo navajamo komparativno tudi investicijo Novo mesto—Zalag:

	000 din
planiranje terena	—
most preko Krke	100.000
gramoz	21.500
dovozna cesta (1,5 km)	70.000
industrijski tir (0,7 km)	60.000
odškodnine	2.000
	253.500

Diferencialna investicija je sicer nekoliko manjša kot v Bršljinu, zato pa se podaljša transportna pot za kremenčev pesek iz Raven za ca. 5 km, za krem. pesek iz Mokrega polja pa za ca. 3,5 km.

Analizirali smo tudi možnost, da se pri lokaciji Zalog izognemo gradnji mostu, vendar se nam v tem primeru podaljša dovozna cesta na ca. 4,5 km. Zaradi tega na investicijah ni nobenega bistvenega prihranka, transportna razdalja za pesek iz Ravnega pa se podaljša za nadaljnjih 4 km.

c) Krško: teren je sicer razgiban, vendar višinske razlike niso velike in ga je mogoče splanirati brez odvoza odvišnega materiala (teren večinoma III. kategorije, le majhen del IV. kategorije), vendar je neugodno, ker je teren precej zaraščen. Krško leži najbližje Drnovemu, zato je cena gramoza $1600/m^3$ din. Obtoječi most prek Save je nespособen za težji promet. Predvidena je gradnja novega mostu, za katerega pa zahteva občinska skupščina participacijo glavnih uporabnikov, med katere bi spadala tudi tovarna siporeksa. Na novo je treba zgraditi dovožno cesto v dolžini ca. 1 km. Industrijski tir bi bil dolg ca. 0,5 km, odcepil bi se od obstoječega industrijskega tira tovarne celuloze in roto papirja. Boniteta zemljišča je podobna kot v Dobruški vasi.

4. Drugi pogoji, ki še odločajo pri izbiri lokacije

V pogledu možnosti oskrbe z električno energijo in vodo ter čiščenja odpadnih vod so si vse 3 lokacije precej enakovredne.

V pogledu delovne sile je najugodnejša lokacija Dobruška vas, ki ima naravno zaledje v okoliških vaseh, medtem ko bi bilo treba v Novo mesto in Krško voziti skoraj vso potrebno delovno silo razen strokovnih kadrov z avtobusi (pri Dobruški vasi je obratno treba voziti z avtobusi predvsem strokovne kadre, ki pa jih ni mnogo, ker bo direkcija za rudnike kremenčevega peska, tovarno stekla in tovarno siporeksa pač v Novem mestu).

Orientacijsko lahko predvidimo, da bi bilo treba voziti v Dobruško vas ca. 40 oseb, v Novo mesto in Krško pa ca. 120 oseb. V zvezi s tem bi znašali letni stroški za prevoz delovne sile:

	000 din
Dobruška vas: $40 \times 3500 \times 12$	1680
Novo mesto: $120 \times 5000 \times 12$	7200
Krško: $120 \times 5000 \times 12$	7200

V pogledu investicij za družbeni standard med obravnavanimi lokacijami ni bistvenih razlik.

5. Zaključek

Če ocenjujemo posamezne lokacije z vidika diferencialnih proizvodnih stroškov, dobimo naslednjo sliko:

	Dobruška vas	Novo mesto	000 din Krško
transportni stroški			
za surovine in pod.	116.750	124.311	102.798
prevoz delovne sile	1.680	7.200	7.200
stroški diferencialnih investicij		23.650	10.480
skupaj	118.430	155.161	120.478
diferencialni proizvodni stroški		+ 36.731	+ 2.048

Pripomba:

Kot stroške diferencialnih investicij obračunavamo amortizacijo, obresti od poslovnega sklada, investicijsko in redno vzdrževanje in zavarovanje, kar vse skupaj cenimo na 10 %:

	000 din
Novo mesto: $236.500 \times 0,10$	23.650
Krško: $104.800 \times 0,10$	10.480

Diferencialni stroški prevoza izdelkov znašajo:

	Dobruška vas	Novo mesto	000 din Krško
transportni stroški			
za izdelke	238.850	221.657	241.777
diferencialni stroški		— 17.193	— 2.927

Izgradnja tovarne na obravnavanih lokacijah zahteva naslednja diferencialna finančna sredstva:

	Dobruška vas	Novo mesto	000 din Krško
investicije, ki so odvisne od lokacije	35.000	271.500	139.800
vagonske cisterne za cement		220.000	160.000
avto cisterne za cement	56.000		
vagonske cisterne za mazut		72.000	72.000
avtocisterne za mazut	30.000		
skupaj	121.000	563.500	371.800
diferencialno potrebna finančna sredstva		+ 442.500	+ 250.800

Iz gornjega sledijo naslednje ugotovitve:

lokacija Dobruška vas je najugodnejša v pogledu diferencialnih proizvodnih stroškov (transportni stroški za surovine, stroški prevoza, delovne sile in stroški diferencialnih investicij), pri čemer pa ji je lokacija Krško skoraj enakovredna.

V pogledu transportnih stroškov za izdelke je lokacija Novo mesto precej ugodnejša od obeh ostalih lokacij. Pripomniti pa je treba, da je izračun teh stroškov najmanj eksakten, ker nimamo zanj nobenih čvrstih osnov, zato ga je treba tudi jemati z določeno rezervo. Če bi predvideli, da bo

Hrvaška odkupila več kot 40 % proizvodnje, bi se slika ustrezno spremenila v korist lokacij Krško in Dobruška vas.

Lokacija Dobruška vas zahteva bistveno manjše investicije kot lokaciji Novo mesto in Krško. Tudi ta moment je važen za končno odločitev, saj bo morala tovarna del anuitet odplačevati iz ostanka dohodka in v primeru Dobruške

vasi je ta obremenitev vsekakor najmanjša. Ni pa zanemariti tudi dejstvo, da se v primeru Dobruške vasi bistveno olajša tudi problem financiranja investicij.

Na osnovi gornjih ugotovitev lahko sklepamo, da je od obravnavanih 3 lokacij Dobruška vas najugodnejša, da pa lokacija Krško za njo bistveno ne zaostaja.

V. VARDJAN

PRACTICAL EXAMPLE OF MICRO-LOCATION STUDY FOR SIPOREX FACTORY

Synopsis

For the location of Siporex factory in the raw materials basin Novo mesto three apparently very favourable locations can be considered: Dobruška vas, Novo mesto and Krško. The author has analysed transport expences, investments, and other conditions decisive for the final choice of location and found out

that Novo mesto is the most favourable location with regard to the transport expences. The lowest production as well as investment expences are supposed at Dobruška vas. Therefore, the author has come to the conclusion that Dobruška vas is the most favourable of the three considered locations.

vesti iz ZGIT in njenih organizacij

Na ekskurziji v Sovjetski zvezi

Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov za Slovenijo je letos prvič organizirala strokovno ekskurzijo v Sovjetsko zvezo. Da bi se udeleženci izognili dolgemu potovanju, je bila ekskurzija izvedena z avionom AA prometa, z letalom DC-6 in to od Ljubljane do Ljubljane. Avion je preletel skupno 4640 km v desetih urah in 53 minutah. Prvi let je bil od Brnika do Moskve in je trajal dobrih pet ur. Tako je 75 udeležencev te ekskurzije zajtrkovalo v letalu in kosilo že v Moskvi. Tehnično organizacijo je izvedel turistično podjetje Kompas v povezavi s sovjetskim turističnim birojem Inturistom. Prepričan sem, da lahko v imenu prav vseh ekskurzistov potrdim, da je bila celotna organizacija odlična. Avtobusi in vodiči so bili neprestano na razpolago. V treh dneh bivanja v Moskvi so morali naši gradbeniki absorbirati nešteto vtisov, od kulturnih spomenikov, galerij, gledališč in ogledov mesta do gradbenih zanimivosti. Bili smo v stalni gradbeni razstavi, na ogromnem gradbenem kompleksu na periferiji Moskve in mimogrede smo videli gradbišče novega hotela »Rusija« za 6000 gostov in s 5000 tujskih sob ter s tremi restavracijami.

Morda je bil za naše gradbenike še zanimivejši Kijev, ki je štel pred vojno 880.000 prebivalcev, ob koncu vojne pa jih je ostalo komaj 230.000. Danes je Kijev že milijonsko mesto, saj ima kar 1.330.000 prebivalcev na 730 kvadratnih kilometrih. Morda je zanimiv podatek, da je bilo v Moskvi do revolucije 1917 80 % lesenih hiš in brez instalacij, vozil je 1 tramvaj in so imeli 3000 izvoščkov. Kijev je bil že prej modernejše grajeno mesto, vendar je bilo 42 % porušenega med drugo svetovno vojno.

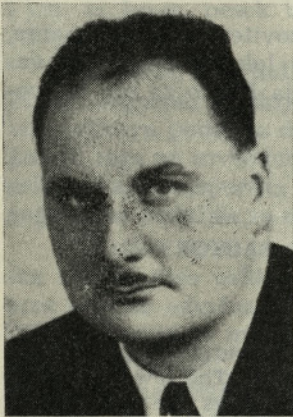
V Kijevu smo si med drugim ogledali tovarno montažnih elementov in tovarno sanitarnih baterij. Obe

tovarni sta združeni v trustu in je njun proizvodni program popolnoma vsklajen. V tovarni sta nas sprejela generalni direktor in glavni inženir trusta. Bili smo prvi tujci v tovarni in smo se na prošnjo vpisati v spominsko knjigo. Vsa proizvodnja teče na tekočem traku, kapaciteta je 60 stanovanj dnevno. Akcijski radij ekonomičnosti tovarne je do 200 km, vendar gre vsa proizvodnja sedaj na ogromni gradbeni kompleks Darnica onkraj Dnjepra, 12 km od tovarne. Tu je teren izredno slab, zato stojijo bloki na pilotih. Agregat za elemente ni iz gramoza, temveč iz žgane gline v obliki oreščkov. Doseženi faktor toplotne prevodnosti je 1,53, zahtevan pa je 1,4. Problemov s kondenzom nimajo. Stike zalivajo, fasada pa je obdelana na samem tekočem traku v tovarni in je obložena s ploščicami 5 × 12. To je le nekaj bežnih podatkov iz proizvodnje. Splošni vtis je ta, da je organizacija proizvodnje in montaže izredno dobra, kvaliteta pa pod našim povprečjem. Njihov cilj je spraviti čim več ljudi v čim krajšem času pod streho. Kvantiteta pa na žalost ne dovoli potrebne kvalitete. Industrijska montažna gradnja seveda tudi ne prenese spreminjanja projektov, kar je hitrosti le v prid. Najemnine se gibljejo povprečno v višini 10 % mesečnih prejemkov. Vzorno je vključeno v gradnjo urejanje komunalnih naprav, nikjer ni nobenega prehitevanja, vsa dela gredo skladno in zato ekonomično naprej.

Kijev je zelo simpatično mesto z velikimi zelenimi površinami. Ukrajinci so dostopnejši in radi odgovarjajo na vprašanja radovednih tujcev. Udeleženci ekskurzije so iz obeh mest — iz Moskve in Kijeva — odnesli veliko število filmskih posnetkov. Upamo, da jih ne bodo arhivirali v domačem krogu in da bodo seznanili z vsem, kar so videli, tudi druge člane kolektivov, ki niso mogli na pot.

M. V.

In memoriam inž. Ljudevit Skaberne



V prvih dneh meseca junija 1965 je slovensko javnost, zlasti pa slovenske gradbenike pretresla bridka vest, da je po dolgi bolezni, vendar pa nenadoma in dosti prerano prenehalo biti plemenito srce inženirja Ljudevita Skaberneta. Umrl je človek, ki mu dolgujemo veliko hvalo za njegovo neumorno življenjsko delo, za nesebično tovarištvo, za vedno pripravljeno pomoč — za njegovo toplotno, aktivno, svetlo človečnost. Zdaj ga je iz naše sredine sredi polnega delovnega zanosa iztrgala neizprosna smrt.

Rodil se je v Klosterneuburgu pri Dunaju leta 1915. Osnovno in srednjo šolo je obiskoval v Zagrebu in v Ljubljani. Za gradbenega inženirja je diplomiral na fakulteti v Ljubljani leta 1941. Kmalu zatem ga je zgrabila okrutna bolezen na pljučih in je več let preležal v bolniški postelji. Po zdravstveni rehabilitaciji pa se je neutrudno, z vsem elanom mladega graditelja vrgel in delo, ki je od njega dostikrat terjalo prevelikih fizičnih moči, a ga je zmagoval z neizčrpno ustvarjalno energijo. Še za časa študij na gradbeni fakulteti je bil aktiven pri gradnji gorenjske betonske ceste. Leta 1938 je nekaj časa delal na Češkoslovaškem na gradbišču hidrocentrale blizu Brna. Takoj po vojni ga najdemo med prvimi graditelji našega ključnega objekta Litostroja, kjer je bil za svoje požrtvovalno delo nagrajen z odlikovanjem prezidija FLRJ. V letih 1945—1949 je delal kot projektant v Projektivnem zavodu ministrstva za gradnje LRS. V času 1951—1952 pa se je že vključil v raziskovalno delo na takratnem Gradbenem inštitutu, iskal je novih poti gradbeništva, uvajal nove gradbene elemente, proučeval nove konstrukcije in nove postopke. Priznanje tega dela je bila novatorska diploma FLRJ, ki jo je prejel leta 1951. V razdobju 1952—1955 je delal kot projektant za industrijske gradnje in statik pri Sloveniji projektu, od leta 1955 pa do prezgodnje smrti je bil med kolektivom Gradisa, kjer je kot vodja biroja za projektiranje in kasneje kot strokovni svetovalec razširjal strokovne horizonte svojemu podjetju in vsemu našemu gradbeništvu, ustvaril množico pomembnih projektov in uvedel vrsto novih konstrukcij in gradbenih postopkov. S svojim velikim strokovnim znanjem, širokimi izkušnjami in izostrenim tehničnim čutom je požrtvovalno pomagal mlajšim sodelavcem, jim odpiral vrata v širši strokovni svet in jim utiral pot v kvaliteto gradbeniškega dela. Kot analitik, teoretik in dinamičen mislec je tvorno sodeloval pri vrsti raziskovalnih projektov, nalog in tém, jih vodil in oblikoval.

Naj med objekti in gradnjami, pri katerih je inž. Ljudevit Skaberne sodeloval bodisi kot projektant bodisi kot statik, navedemo samo najvažnejše: stavba Nama v Celju, tovarna Intex v Kranju (predilnica in barvarna), klub ljudskih poslancev v Ljubljani, zimski vrt in razgledni stolp vile »Bled«, Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij v Ljubljani, Radio dom (trakt v Tavčarjevi ulici), industrijski objekt v Kidričevem, hotel »Palace« v Ohridu, tekstilna tovarna v Tirani (Albanija), skladišče in glavna hala tovarne roto pa-

pirja v Krškem, silosi tovarne papirja v Maglaju, visokonapetostni laboratorij v Ljubljani, opekarne v Radgoni, Brežicah, Bukovžlaku, Ljubljanske opekarne in »Indop« v Ljubljani, dimnik v železarni Jesenice, tovarna stekla v Slov. Bistrici, montažna gradnja PBM v Ljubljani, tovarna kemičnih izdelkov Hrastnik (elektroliza), tovarna usnja Šoštanj (obrat za kromovo usnje) in še vrsta drugih industrijskih in stanovanjskih objektov. Pripravil je tudi tehnološki in ekonomski del investicijskih programov za tovarno gradbenih polizdelkov in tovarno umetnega in naravnega kamna »Mineral«, obe v Ljubljani.

Pokojni inž. Skaberne pa se je zelo aktivno udeleževal tudi na nekaterih področjih, ki ne spadajo v neposredno gradbeno operativno, a so za razvoj in napredek stroke enako važna. Že leta 1951 je bil imenovan za inšpektorja na gradbenem tehnikumu za vse strokovne predmete na oddelku za industrijo gradbenega materiala. V zimskem in poletnem semestru 1960 do 1961 je predaval na katedri za stanovanjsko in industrijsko gradnjo FAGG predmet »Konstrukcija in material montažnih stavb« za postdiplomski študij. Posebno pomembno pa je delo pok. inž. Skaberneta na strokovnem publicističnem polju, tu se bo najbolj čutila bridka izguba njegovega razgledanega, mnogostranskega, v znanju in izkušnjah globoko zasidranega duha. Že od l. 1949 je bil urednik strokovnega lista Novotar, ki se je pozneje preimenoval v Gradbeni vestnik, osrednje glasilo slovenskega gradbeništva. Temu našemu glasilu je bil potem dolga leta glavni urednik, sodelavec, član uredniškega odbora in zvest spremljevalec vse do smrti. V analih našega strokovnega revialnega tiska bo ostalo zapisano, da se je GV pod njegovim vodstvom dvignil na visoko strokovno raven.

Kot samostojen pisec je pok. inž. Skaberne zapustil bogato stvaritev v obliki strokovnih študij, člankov in razprav. Naj tudi na tem področju navedemo samo najpomembnejšo bibliografijo:

- Montaža strešne plošče, Novotar 1948,
- Montažni strop Monta 8, Novotar 1948,
- Nove gradbene konstrukcije v Litostroju, Novotar 1949,
- Hitra gradnja, Novotar 1949,
- O lahkih betonih in njih uporabi, GV 1951,
- Zračna drča za transport sipkega materiala, GV 1952,
- Strop »SAT«, GV 1958,
- Izkušnje GIP Gradis pri industrializaciji grajenja stanovanjskih stavb v Ljubljani, GV 1964,
- Montažna gradnja PBM (poseben elaborat),
- Toplotna zaščita stanovanjskih zgradb (elaborat za SBK),
- Norme za zidake (elaborat v okviru Biroja gradbeništva),
- Razprava o dimenzioniranju konstrukcij z ozirom na toplotno, zvočno in vlačnostno izolacijo (elaborat v okviru Ljub. inv. zavoda).

Pokojni inženir Ljudevit Skaberne je kljub hudi bolezni delal neumorno, zavzeto, dosledno in načrtno, v delu se je razdal brez varčevanja svojih moči. Gorel je za stroko, ki jo je ljubil in veroval v njeno veliko poslanstvo, vedno je v njej videl izpolnjevanje nalog v dobro ljudi, naroda in človeštva. Temu izpolnjevanju je bilo posvečeno vse njegovo življenje. Slava njegovemu svetlemu spominu, ki nam bo vselej gledel in kažipot!

B. F.



Simpozij o industrializaciji finalnih del pri gradnji stanovanj in naselij

Sistematični študij industrijske gradnje stanovanj in naselij v okviru Gradbenega centra Slovenije je dovedel do enodušne ugotovitve, da leži dejansko težišče tega problema na finalizaciji.

Naj navedem samo nekatera dejstva:

— poprečen čas, ki ga terjajo na objektu faze zaključnih del, je 2 do 2,5-krat večji kot za groba gradbena dela;

— vrednost del finalizacije, upošteva vse večjo stopnjo opremljenosti (standarda) stanovanj, se vedno večja. Pri nas znaša ta vrednost navadno nad 50% skupne cene objekta, v deželah pa, kjer se grade stanovanja zelo visokega standarda, pa že nad 65%;

— kapacitete zaključnih del predstavljajo pogosto ozko grlo, posebno v stanovanjski izgradnji;

— to dejavnost smo tako formalno kot tudi v praksi še vedno obravnavali kot izrazito obrt, čeprav nudi vse bolj rastoči obseg stanovanjske gradnje vse možnosti za industrializacijo.

Z zadoščenjem lahko gradbeniki končno ugotovimo, da postaja proces industrializacije stanovanjske graditve pri nas vendarle vse intenzivnejši. Pri tem pa vsekakor drži kritična ugotovitev, da lahko sisteme, ki se pri nas razvijajo, označimo šele kot polindustrijske, predvsem zato, ker je vprašanje finalizacije še v celoti ali pa v veliki meri zanemarjeno. Vse navedeno kaže, da moramo začeti s sistematičnimi, organiziranimi in vztrajnimi proučevanji problematike razvoja te dejavnosti v težnji:

— da bomo industrializacijo stanovanjske graditve kanalizirali v pravo smer in jo obravnavali kompleksno,

— da bomo tudi celotno proizvodnjo finalizacije obravnavali dosledno iz racionalnih tj. industrijskih izhodišč.

Simpozij ima tudi posredno važno nalogo, da dokončno stre oportunitizem in konservativnost strokovnjakov — in teh je žal v naših vrstah še vedno precej — da je področje finalnih del strokovno povsem nezahtevno in da ne terja angažmaja višjih strokovnih kadrov.

Z drugimi besedami, naša težnja je, da prenesemo celotno obravnavo te problematike na strokovni nivo, ki ga terjajo sicer vsi procesi industrializacije.

Področje finalizacije visokih zgradb in posebej stanovanj, je vsekakor zelo razčlenjeno, če upoštevamo številne vrste zaključnih del, vse večji razvoj instalacij v objektu ter vse bolj intenzivno opremljanje stanovanj. Zaradi tega smo si bili organizatorji I. jugoslovanskega simpozija o finalnih delih že začetkoma na čistem o tem, da bi stvari samo škodovalo, če bi si kot cilje simpozija postavili prezahtevne naloge. Zaradi tega smo se že od samega začetka zedinili v tem, da bo lahko prispevek prvega simpozija lahko le dober, soliden uvod v vrsto posebnih ločenih strokovnih posvetov, na katerih bomo podrobneje in zelo konkretno obravnavali vso problematiko racionalizacije po posameznih vrstah ali grupah finalnih del. Namen tega

simpozija pa je, da dá solidne, široko prediskutirane osnove za nadaljna proučevanja.

Gledano iz tega zornega kota bi naj simpozij predvsem čim konkretnije nakazal pravo smer bodočega razvoja finalizacije seveda upošteva pri tem industrializacijo stanovanjske graditve nasploh; posebej pa industrializacijo in racionalizacijo finalnih del.

V naših jugoslovanskih, posebno pa še slovenskih razmerah — ko je tržišče stanovanj vendarle relativno majhno in razčlenjeno — je izredno važno — kakšen je odnos finalizacije pri razvoju raznih industrijskih sistemov. Posebno je pri tem važno vprašanje, v kakšni meri je — gledano tehnološko in ekonomsko — možno tako imenovano sožitje raznih industrijskih sistemov prav glede uporabe elementov finalizacije. Organizirani napori v to smer lahko seveda bistveno prispevajo k racionalizaciji.

Že naše prejšnje študije so dovedle do soglasnega zaključka, da obstajajo pri nas pogoji predvsem za razvoj odprtih in polzaprtih sistemov industrializacije. Zaradi tega bomo na simpoziju obravnavali predvsem probleme, ki se nanašajo na te industrijske sisteme, upošteva, da bo še vedno daljšo dobo seveda zelo pomembna tudi visoko racionalizirana tradicionalna gradnja.

Brezdvomno je dalje izredno važno proučiti vprašanje, kateri obstajajoči in eventualni novi gradbeni materiali bodo predvidoma nosilci finalizacije? Res je, da bodo ti problemi detailneje proučeni pri študiji posameznih vrst finalnih del. Naša težnja je, da bi že naš I. simpozij opredelil določena stališča glede razvoja materialov, ki so ključnega pomena za finalizacijo.

Problemi, ki jih bodo obravnavali referenti in koreferenti na simpoziju, bi naj dali odgovor prvenstveno na naslednja važna splošna vprašanja:

— kakšno je stanje produktivnosti in ekonomičnosti finalizacije pri nas v primerjavi z nekaterimi mednarodnimi dosežki?

— Ali se bomo odločili za radikalno ali postopno industrializacijo finalizacije in kakšne so prednosti in pomanjkljivosti ene ali druge poti?

— Kakšne ekonomske učinke lahko pričakujemo pri uspešni **industrializaciji finalnih del**?

— Kakšni so osnovni splošni (zunanji) pogoji, da bomo lahko razvili uspešno industrializacijo finalizacije?

— Kateri so osnovni problemi tipizacije in prefabrikacije? Kaj ovira pri nas ta razvoj in kako se bomo organizirano in sistematično lotili tega dela?

— Kateri predpisi in kakšna tehnična regulativa je nujno potrebna, da bomo zagotovili kvaliteto in racionalnost industrijskega razvoja?

— Kako uporabiti koristne izkušnje industrijskega oblikovanja na področju finalizacije?

— Kateri so osnovni problemi opremljanja kapacitet finalizacije? Kaj moramo predvsem upoštevati pri razvoju in nabavih »male mehanizacije«?

— Kakšna naj bo bodoča organizacija kapacitet za finalna dela?

— V katerih primerih ima prednost organizacija obratov v sklopu kombinata?

— Kakšne so izkušnje z »managersko« organizacijo finalizacije, tj. s kooperanti?

— Kakšni so osnovni principi racionalizacije finalnih del pri organizaciji gradnje večjega naselja?

— Kakšni so osnovni problemi vzgoje kadrov za industrijsko finalizacijo? Kakšni profili kadrov nam bodo v bodoče potrebni?

Nekateri referenti pa so pripravili za obravnavo na simpoziju tudi že konkretne predloge z namenom, da se na simpoziju temeljito prediskutirajo in nato predlože pristojnim organom. Gre predvsem za:

— predloge nekaterih dimenzionalnih standardov,

— predloge za usklajevanje projektnega modula in modula finalizacije,

— predlog programa za izdelavo predpisov o minimalni kvaliteti finalnih del.

Organizatorji simpozija smo naleteli pri pripravah na izredne težave, ker smo morali pričeti z delom takorekoč iz nič. Vendar smo prepričani, da nam je ob sodelovanju priznanih strokovnjakov, naših najnaprednejših podjetij in institucij uspelo pripraviti za

simpozij kvaliteten material, ki bo objektivno prezentiral našo sedanjo problematiko in dal vsaj dovolj izhodiščnih osnov za proučevanje nadaljnega razvoja tega področja.

Ker se organizatorji dobro zavedamo zapletenosti te materije in naših zelo skromnih izkušenj, je zato tembolj pomemben prispevek ostalih udeležencev simpozija k popolnejši osvetlitvi teh problemov. Potrudili smo se, da bodo materiali dostavljeni prijavljenim udeležencem predhodno, tako da bo razmeroma dovolj časa za njihovo proučitev. Naša iskrena želja je, da bodo udeleženci kritično ocenili prikazana stališča in predloge, opozorili na nove momente in možnosti in dali predvsem tudi sugestije za nadaljno organizirano študijsko razvojno delo.

Gradbeni center Slovenije pa obenem pričakuje, da bo simpozij tudi nudil priložnost, da pridobimo potrebne sodelavce-specialiste, ki bodo lahko uspešni nosilci naših nadaljnjih raziskovalnih nalog na področju financije.

Pričakujemo, da bo simpozij zaradi svoje aktualnosti vsekakor vzbudil interes vseh strokovnjakov in organizacij in da bo dejansko dal pomemben prispevek za napredek in industrializacijo finalizacije pri gradnji stanovanj in naselij.

F. R.

Program Simpozija o industrializaciji zaključnih del v stanovanjski graditvi od 23. do 25. junija 1965 v Ljubljani, Trg revolucije 1

Sreda 23. 6. 1965

Dopoldne:

ob 10.00: Otvoritev simpozija

10.30—11.30: Igor Blumenau, dipl. inž. arh.
Osnovni problemi industrializacije zaključnih del v stanovanjski gradnji

11.30—12.30: Prof. dr. inž. Wolfgang Triebel
Dosežki pri zaključnih delih v stanovanjski graditvi Zvezne republike Nemčije

12.30—13.00: Odmor

13.00—14.00: Diskusija

Popoldne:

16.00—17.00: Miroslav Helebrant, dipl. inž. gradb.
Dimenzionalni standardi finalizacije

17.00—17.30: Francé Ivanšek, dipl. inž. arh.
Uskladitev projektnega modula z modulom finalizacije

17.30—18.00: Marjan Gnamuš, dipl. inž. arh.
Industrijsko oblikovanje in industrializacija zaključnih del v stanovanjski gradnji

18.00—18.30: Odmor

18.30—19.30: Diskusija

Četrtek 24. 6. 1965

8.00—9.00: Branko Vasle, dipl. inž.
Tehniško-ekonomski pogoji razvoja in industrializacije zaključnih del

9.00—9.45: Vladimir Šilhard, dipl. inž.
Vprašanja produktivnejše tehnologije industrijskega načina graditve stanovanj z vidika zaključnih del

9.45—10.30: Momčilo Kojadinović, dipl. inž. arh.
Organizacija obrata za zaključna dela v gradbenem podjetju mešanega tipa

10.30—11.00: Odmor

11.00—11.45: Igor Blumenau, dipl. inž. arh.
Organizacija zaključnih del pri gradnji naselja

11.45—13.00: Diskusija

16.00—17.00: Dušan Djurdjić in Miodrag Jovanović, dipl. ekon.
Problemi instalacij v industrializirani stanovanjski graditvi

17.00—17.30: Marjan Gaspari, dipl. inž. gradb.
Pogoji za minimalno kvaliteto zaključnih del

17.30—18.30: Diskusija

Petek 25. 6. 1965

8.00—9.30: Sprejem sklepov simpozija

9.30—14.00: Obisk industrijskega obrata KLI v Logatcu
Obisk obrata za pode v podjetju »Slikoplesk« v Ljubljani

Poleg gornjih referatov je pripravljeno tudi večje število koreferatov o aktualnih problemih finalizacije.

Akustična ureditev studiov Radia Koper

1. Pregled akustičnih zahtev in zasnova zgradbe

V zgradbi, ki služi potrebam radia, ločimo v funkcionalnem pogledu dve vrsti prostorov: upravne prostore z redakcijami in tehnične prostore s studii in ojačevalnicami. Zraven teh prostorov so potrebni še razni prostori kot na primer strojnica klimatizacijske naprave, prostor za dieslov agregat in kurilnica, ki so zaradi nevarnosti, da se ne bi hrup naprav prenašal v druge prostore, akustično precej problematični.

Funkcionalnost prostorov narekuje tudi zahteve po zvočnih izolacijah. V upravnih prostorih in redakcijah, kjer je delo mirno, niso potrebne posebno dobre zvočne izolacije. Prostori morajo biti medsebojno in proti zunanjem hrupu le toliko izolirani, da je delo novinarjev in urednikov neovirano. Mnogo bolj pereče pa je vprašanje izolacij v studiih. Ker je pri prenosu radijskega programa odločilen predvsem slušni vtis, je potrebno, da je zvočna slika prenosa čim bolj jasna in plastična. Motnje zaradi hrupa, ki bi od koderkoli prihajal v studio, so toliko bolj neprijetne, ker moramo pri monofonskem prenosu zvoka prenašati zvočno sliko z jasnimi dinamičnimi odtiski. Iz razumljivih razlogov moramo tudi paziti, da ne bo hrup, ki nastaja v samem studiu, presegel maksimalnega dopustnega nivoja. Zaradi tega se pri določanju potrebne zvočne izolacije med studii ne moremo držati splošnih norm, temveč moramo vzeti za osnovo maksimalni dopustni nivo hrupa oz. šuma v prostoru. V ojačevalnicah, kjer program kontrolirajo, bi sicer smeli vzeti drug kriterij, česar pa pri izolacijah med studii in ojačevalnicami zaradi prehajanja zvoka skozi mejno steno v obeh smereh praktično ne moremo upoštevati.

Maksimalni dovoljeni nivo hrupa v radijskih studiih sme znašati po priporočilih Knudsena in Harrisa (1950) največ 25–30 DIN phonov. Po Beraneku pa ne sme presegati nivoja NC 15 (Noise Criterion Curves). W. Kuhl je pozneje predložil za govorne studie kriterij, ki je izražen s krivuljo dovoljenega hrupa, merjenega po oktavah, ki pa leži približno 10 dB pod NC 15 krivuljo. Pri tem smejo kratkotrajni sunki zunanega hrupa presegati ta kriterij za 3 dB. Predlagane vrednosti dovoljenega hrupa znašajo, če jih preračunamo v DIN phone, približno 28 DIN phonov (NC 15 krivulja) oziroma 18 DIN phonov (ARD krivulja).

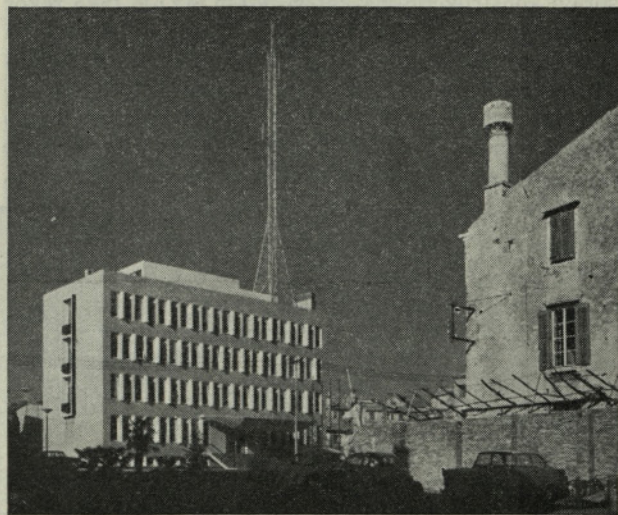
Pri določanju akustičnih izolacij za radijske studie v Kopru smo se opirali na lastne izkušnje. Te se v glavnem skladajo s priporočili Knudsena in Harrisa,

vedar smo pri dimenzioniranju akustičnih izolacij stremeli za tem, da ne bi hrup v studiih presegal meje 25 DIN phonov. Tej napravi mora ustrezati tudi klimatizacijska naprava.

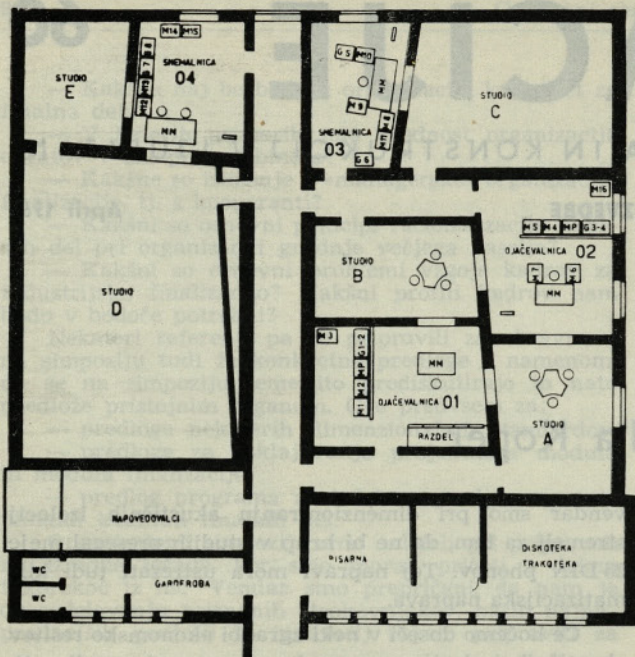
Če hočemo doseči v neki zgradbi ekonomsko rešitev akustičnih izolacij, moramo že pri zasnovi zgradbe, tj. že pri razporedu prostorov poskrbeti, da ne leže zraven hrupnih prostorov prostori, ki so za hrup občutljivi. Če lahko postavimo med dva taka prostora kak miren stranski prostor, ni več potrebno graditi debelih izolacijskih zidov, kar seveda poceni gradnjo. To smo upoštevali tudi pri zasnovi zgradbe Radia Koper.

Zgradbo smo razdelili na dva trakta: trakt studiov in upravni trakt. V upravnem traktu smo namestili zvočno manj občutljive upravne prostore z redakcijami ter bolj hrupne tehnične prostore kot npr. strojnico klimatizacijske naprave ter dieselovega agregata. Ker smo upravne prostore in redakcije namestili v višjih etažah, strojnico pa v kleti, smo lahko izkoristili pritličje z vhodno vežo in stranskimi prostori kot izolacijsko etažo. Ker smo stroje postavili na posebne temelje, smo dosegli tudi dobro izolacijo proti prenosu zvoka po konstrukciji.

Za potrebe programa je bilo potrebno predvideti v traktu studiov dve napovedovalnici in dve ojačevalnici za dnevni program, manjši studio z ojačevalnico



Zunanost zgradbe Radia Koper



Tloris studiov

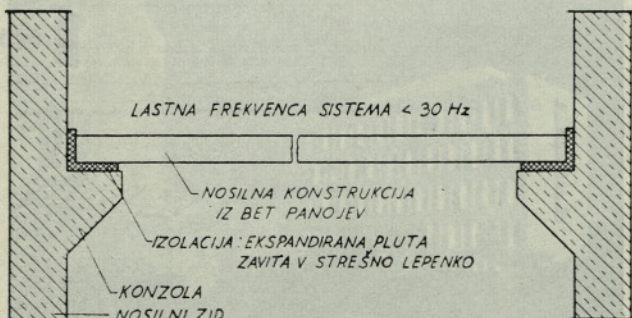
za snemanje zahtevnejših govornih oddaj ter večji studio za snemanje manjših ansamblov ter zahtevnejših radijskih iger.

Iz tlorisa je razvidno, da je trakt studiov razdeljen na dva dela. V levem delu je veliki studio z ojačevalnico in gluho sobo, v desnem pa sta srednji govorni studio in grupa za dnevno oddajo. Med obema deloma leži glavni hodnik, ki tako rekoč dopolnjuje zvočno izolacijo. Pred vhodi v posamezne govorne studije so še manjši hodniki, ki služijo kot zvočni ventili. V tem traktu so še prostori za diskoteko, soba za spikerje ter potrebne garderobe in sanitarije.

Izvedba zvočnih izolacij

a) Zvočna izolacija proti prenosu zvoka po konstrukciji

Značilen zvok, ki se prenaša po konstrukciji, je hoja in zvok instrumentov, ki se pri igranju dotikajo tal kot npr. klavir, kontrabas, čelo itd. Tak vir zvoka spravi konstrukcijo, na kateri leži in je z njo tako rekoč mehansko togo zvezan, v nihanje, ki se po njej prenaša dalje. Najbolje prenašajo zvok konstrukcije iz homogenega materiala, katerega mehanske lastnosti dobro ustrezajo pogojem za širjenje zvočnih nihajev. To so železobetonske, jeklene konstrukcije itd. Če hočemo doseči, da se bo zvok po konstrukciji slabo razširjal,



Princip izvedbe zvočne izolacije proti prenosu hrupa hoje

mora biti konstrukcija sestavljena iz materialov, po katerih se zvok širi z različno hitrostjo. Čim več različnih materialov uporabimo in čim večja je razlika hitrosti razširjanja zvoka, tem boljša je izolacija.

Navadno uporabljamo za to t.i. plavajoče konstrukcije, pri katerih leži na plasti mineralnega filca ali drugega elastičnega materiala betonski estrih. Taka konstrukcija zelo dobro izolira in moremo z njo učinkovito zmanjšati hrup, ki se prenaša v spodaj ležeče prostore po konstrukciji in po zraku.

Trakt studiov Radia Koper je pritičen. Pod studijskimi prostori so le nizki kletni prostori za razvod instalacij, ki niso občutljivi za hrup. Ker je v tem primeru vprašanje zvočnih izolacij proti prenosu zvoka po zraku manj kritično, smo izvedli zvočno izolacijo proti prenosu zvoka po konstrukciji brez plavajočih estrihov. Pri tem smo izolirali samo nosilno ploščo poda, ki leži kar na betonski konzoli nosilnih zidov. Vmesna izolacijska plast je iz plutovine in je tako dimenzionirana, da leži specifična obremenitev v optimalnem elastičnem območju tega materiala. Rezonančna frekvenca mehanskega sistema je v tem primeru okrog 20 Hz tako, da se pojavi slabljenje prenosa tresljajev že pri 30 Hz in doseže pri 100 Hz že nad 20 dB. Ko prehaja zvok iz studia v studio, mora kar prek dveh takih filtrov, pri čemer tako oslabi, da je minimalen. Prednosti te izvedbe izolacije so: suha montaža in zelo majhna poraba izolacijskega materiala. Ker nimamo plavajočih estrihov, tudi lažje izvedemo kabelske kanale, ki leže kar v izravnalnem betonu.

Ker se zvok prenaša tudi prek sten in stropov, smo predvideli opečne izolacijske zidove, betonsko stropno konstrukcijo pa ustrezno dilatirali. Praktični preizkusi in dosedanje obratovanje studiov so pokazali, da izolacije proti prenosu zvoka po konstrukciji ustrezajo.

b) Zvočna izolacija proti prenosu zvoka po zraku

Osnovni kriterij za določanje zvočne izolacije med studii je najvišji dopustni nivo hrupa v studiu. Če hočemo, da ne bo zvok iz nekega studia v sosednjem studiu presegal te meje, mora biti izolacija stene, ki loči oba studia, tolikšna, da pade nivo izvornega zvoka pri prehodu skozi steno pod prej omenjeno mejo. Ker je jakost zvoka raznih ansamblov, ki nastopajo v studiih, različna, je seveda tudi potrebna izolacija med studii različna. Če bi jo hoteli izračunati, bi morali upoštevati razliko med nivojem zvoka oz. dovoljenega hrupa v obeh prostorih, velikost ločilnih sten ter absorpcijo v studiu, ki ga hočemo izolirati. Izračun bi lahko izvedli po obrazcu:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \lg \frac{S}{A_2}$$

pri čemer pomeni:

L_1 maksimalni nivo izvornega zvoka (dB)

L_2 maksimalni dopustni nivo hrupa (dB)

S površina ločilne stene (m^2)

A_2 absorpcija v izoliranem prostoru (m^2).

Pri praktičnem projektiranju moramo pri določanju zvočne izolacije vzeti za osnovo namembnost studia in pri tem upoštevati maksimalno jakost zvoka, ki bi v studiu utegnila nastati. V studiu, ki je namenjen izključno govornim oddajam, ne bo jakost zvoka nikoli presegla 80 fonov. V manjšem glasbenem studiu, kjer nastopajo manjši ansambli, je pričakovati glasnost zvoka do 90 fonov, v večjih studiih pa bi pri igranju ve-

likega orkestra mogli izmeriti tudi do 100 phonov. Izolacija sten med govornimi studii bi po teh predpostavkah in po kriteriju ARD morala doseči 65 dB, po ameriških kriterijih, tj. po NC 15 krivulji pa bi zadostovalo okrog 53 dB. Pri glasbenih studiih so potrebne boljše izolacije, katerih vrednost se giblje med 70 in 80 dB.

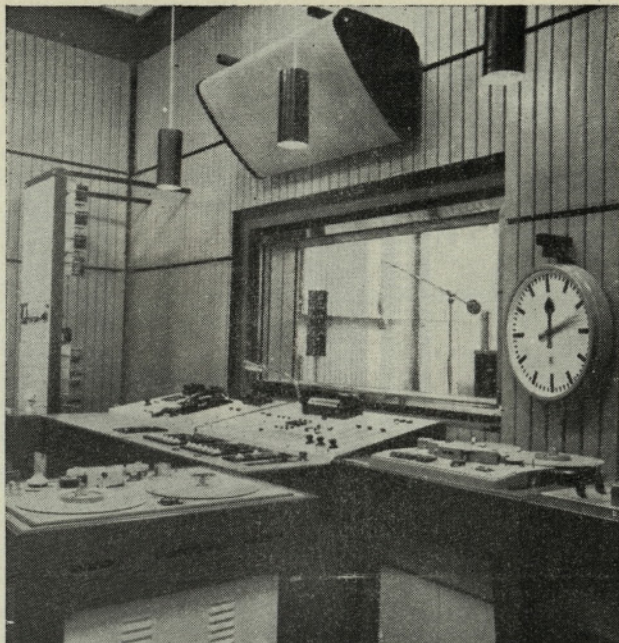
V praksi pa ni lahko doseči tako dobre izolacije. Enojna stena, ki bi dosegla izolacijo 65 dB, bi morala tehtati 2000 kg/m², kar je za prakso nesprejemljivo. Zato moramo v teh primerih uporabljati izključno dvojne stene, pri katerih prihranimo skoraj polovico teže.

V tej zvezi naj navedemo kriterij, po katerem je mogoče prej omenjene zahteve po zvočnih izolacijah nekoliko omiliti. V radijski zgradbi je pri vsakem studiu ojačevalnica. V njej kontrolirajo izvajanje v studiu s kontrolnim zvočnikom, katerega zvok ima istočasno dinamične vzpone ali upade kot izvorni zvok v studiu. Zaradi tega so motnje, ki nastajajo zaradi prehajanja zvoka skozi ločilno steno, manj občutne. V tem primeru, ko nimamo tako velikih dinamičnih razlik med izvornim zvokom in dopustnim hrupom (sem spada seveda tudi zvok, ki pride skozi steno), ni nujno potrebno, da je izolacija tako močna, kot bi jo dobili, če bi upoštevali vse prej omenjene kriterije. Studijsko kontrolno okno v ločilni steni tudi ne more tako dobro izolirati kot stena. Kljub razlikam v površinah prehaja skozi okno večji del zvočne energije, tako da je del, ki prehaja skozi steno, vedno manj pomemben. Če povečujemo izolacijo same stene, vidimo, da skupna izolacija stene z oknom vred le neznatno narašča, tako da postane konstrukcija kmalu neekonomična. Ker dosežemo pri praktični izvedbi in najboljših konstrukcijah studijskih oken največ 45 dB, ni smotno povečevati izolacijo stene nad 60 dB. Pri normalnih razmerjih površin stene in okna dosežemo tako učinkovito nekaj nad 55 dB, kar za govorne studije na splošno zadošča.

Pri glasbenih studiih velja navedeno le za stene s kontrolnim oknom, druge stene pa morajo seveda imeti vsaj za 10 do 15 dB boljšo izolacijo.

Zaradi smotrne porazdelitve studiov v zgradbi Radia Koper ni bilo potrebno predvideti sten z izredno dobro izolacijo. Veliki studio izolira od drugih že vzdolžni hodnik, srednji govorni studio pa le delno meji na ojačevalnico grupe za dnevno oddajo. Predvideni ločilni steni sta nosilni, debeli 38 cm ter zidani s cementno malto. Izolacija znaša, če upoštevamo omet in obloge na stenah, nad 55 dB, teža pa 695 kg/m². Pri velikem studiu je stena proti hodniku dvojna in sestoji iz že omenjene nosilne stene ter tanjše notranje stene. Vmesni prostor je precej velik in je izkoriščen za namestitev kanalov klimatizacijske naprave. Izolacija pa znaša v tem primeru nad 75 dB.

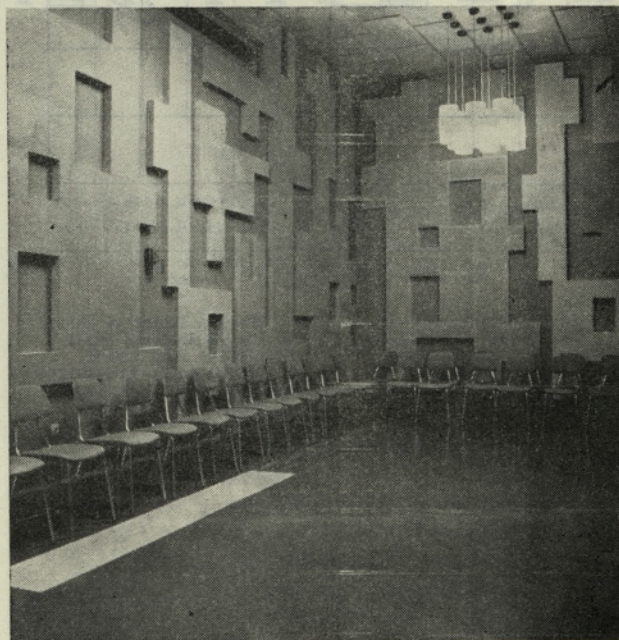
Stene med studii skupine za dnevno oddajo niso nosilne. Da bi dosegli dobro izolacijo pri sorazmerno majhni debelini in teži, smo uporabili dvojne stene, pri katerih je ena polovica betonska, druga pa opečna. Debelina betonske stene znaša 18 cm, debelina opečne stene pa 12 cm. Izolacija tako sestavljene stene znaša 65 do 70 dB, vgrajeno studijsko kontrolno okno z izolacijo 42 do 44 dB pa jo zmanjšuje tako, da smo dosegli učinkovitih 54 do 56 dB. Ta vrednost sicer ni visoka, vendar dosedaj pri obratovanju studiov ni prišlo do motenj oziroma pritožb.



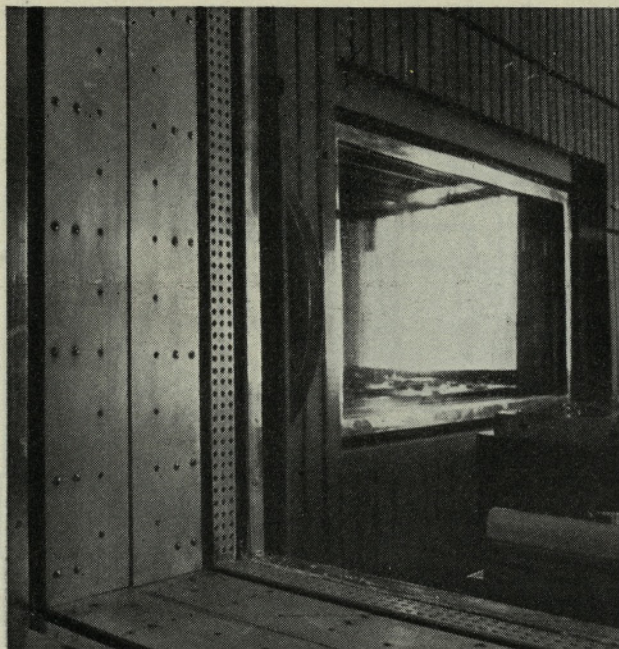
Pogled v notranjost ojačevalnice za dnevno oddajo

c) Izvedba specialnih oken in vrat

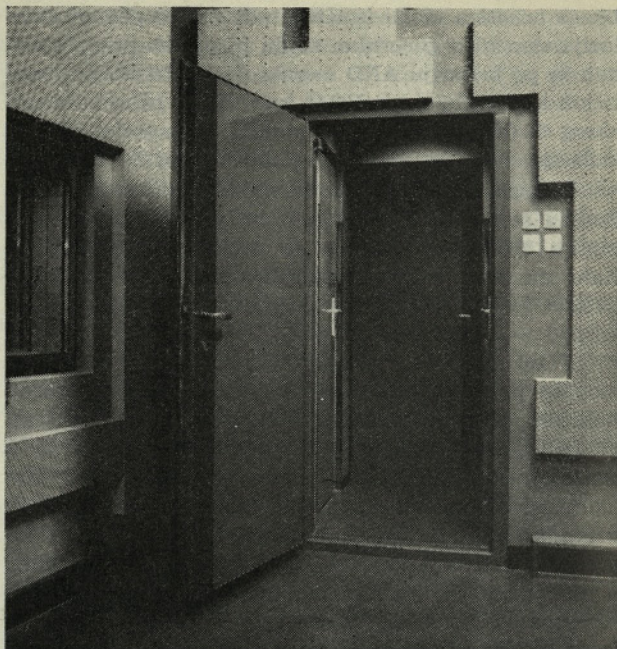
Studijsko kontrolno okno zmanjšuje zvočno izolacijo med ojačevalnico in studiom. Da bi dosegli potrebno izolacijo med obema prostoroma, moramo poskrbeti, da bo okno take sestave in konstrukcije, da bo izolacija samega okna čim boljša. Pri studiih Radia Koper smo se na podlagi izkušenj odločili za izvedbo s trojno zasteklitvijo in kovinskim okvirom, s katero je mogoče doseči izolacijo 40 do 44 dB. Konstrukcija okna sestoji iz dveh ločenih kovinskih okvirov, od katerih nosi eden eno, drugi pa dve šipi. Da bi zmanjšali rezonančne efekte, smo oba prostora med šipami dušili z rezonančnimi dušilci. Okvira sta ločeno vzdignana v oba



Pogled v notranjost velikega studia



oblika ena Studijsko kontrolno okno



Studijska vrata

zidova dvojne stene. Z opisano konstrukcijo smo dosegli zvočno izolacijo 42 dB, kar je celo nekaj boljše od rezultatov, ki jih navaja za sorodne konstrukcije strokovna literatura. Po teh podatkih bi namreč mogla taka konstrukcija doseči izolacijo le 40 dB.

Studijska vrata so eden najbolj zahtevnih elementov pri gradnji studiov. Pri studijskih vratih zahtevamo, da se lahko zapirajo in da je krilo vrat tanko in čim lažje. Majhna teža in majhna debelina pa ne moreta dati dobre zvočne izolacije. Če bi bilo vratno krilo iz homogenega materiala in bi tehtalo 175 kg/m^2 ,

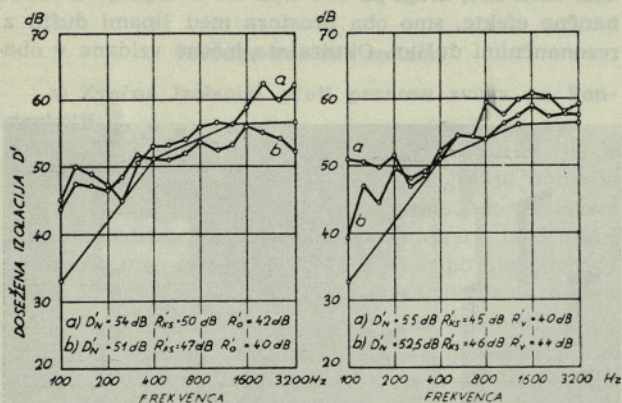
tj. nekaj nad 300 kg , bi mogli teoretično doseči zvočno izolacijo 42–43 dB. Ker bi bila tako težka vrata praktično neuporabljiva, je bilo treba uporabiti konstrukcijo z dvojno steno. V našem primeru smo se odločili za železno konstrukcijo, kjer sta obe steni vratnega krila iz jeklene pločevine. Vmesni prostor je polnjen z mineralnim filcem in po sredini predeljen z lesenim. Zvočna izolacija take konstrukcije lahko doseže pri teži $40\text{--}45 \text{ kg/m}^2$ okrog 44 dB.

Zelo važen faktor pri izvedbi vrat je dobra zatesnitev reg. Znano je, da ne more izolacija stene teoretično preseči vrednosti 20 dB, če znaša površina fug oziroma odprtin 1‰ celotne površine. Če predpostavljamo, da nastanejo pri zaprtih vratih normalne velikosti v priprah fuge širine le $0,1 \text{ mm}$, bi znašala površina fug 6 cm^2 ali $0,3 \%$ površine vrat, to pomeni, da bi samo zaradi tako majhne fuge izolacija ne mogla biti večja od 34 dB. Iz primera je jasno razvidno, kako natančno morajo biti vrata izdelana, da lahko dosežemo 10 dB večjo izolacijo. Zraven tega je treba poskrbeti, da teče vratno krilo čim lažje.

V sodelovanju z ZRMK so v delavnicah Gradisovih centralnih obratov uspeli izdelati konstrukcijo vrat, ki povsem ustreza zahtevam. Izolacija znaša v poprečju na zgradbi 42 dB, v laboratoriju pa je prototip pokazal vrednost 43,7 dB, kar ustreza podatkom za normirana specialna studijska vrata v ZRN. Vratno krilo teče na krogličnih ležajih, posebna ključavnica z zapahom pa omogoča, da se vratno krilo tesno prileže.

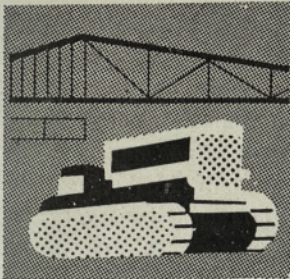
(Se nadaljuje)

Dušan Vendramin, dipl. inž.



Zvočna izolacija stene s studijskim oknom
a) stena s stud. oknom (gluha soba - ojač. 03);
b) stena s stud. oknom (studio D - ojač. 03)

Zvočna izolacija stene s studijskimi vrati
a) stena s stud. vrati (gluha soba - studio D);
b) stena s stud. vrati (napov. A - hodnik)



agroobnova

LJUBLJANA

Črtomirova ulica 4

tel. 31 31 26, 31 34 93

P. p. 337-I, telegram: Agroobnova

Gradnja kmetijskih objektov, objektov živilsko-predelovalne industrije in objektov družbenega standarda

Hidro in agromelioracije

Vodovodi

Nizke gradnje za kmetijstvo in živilsko-predelovalno industrijo

EMONA PROJEKT

PROJEKTIVNO PODJETJE

LJUBLJANA, TRŽAŠKA C. 4/II

prej:

PROJEKTIVNO PODJETJE

NOVO MESTO

Telefon: 2 08 14

izdeluje:

Urbanistične projekte — regionalne, krajevne in zazidalne; projekte za stanovanjske in industrijske zgradbe, za poslovne trgovske zgradbe, šole, kulturne domove, zdravstvene domove in gasilske domove;

statiko za vse vrste konstrukcij in nizkih gradenj; projekte vseh vrst instalacij — vodovod, elektrika — jaki in šibki tok, centralna kurjava, prezračevanje itd.

PROJEKTIVNI ATELJE

URBANISTIČNI ZAVOD

LJUBLJANA, KERSNIKOVA 9

izdeluje:

kompletne urbanistične elaborate programe in projekte (regionalne, za vplivna območja, ureditvene, zazidalne in situacijske)

ter projekte:

družbenega standarda industrijskih zgradb za cestna omrežja (v krajih in izven njih) za kanalizacije in čistilne naprave za naselja in industrijo za vodovode za centralno ogrevanje in prezračevanje statiko za vse vrste konstrukcij visokih in nizkih gradenj in se priporoča za naročila!

PA

Sedež podjetja je:

LJUBLJANA, KERSNIKOVA 9

Telefon: 31 08 88



Investitorji!

Kadar se odločate za gradnjo svojih obratnih ali poslovnih prostorov, pisarn, delavnic, skladišč, garaž, za gradnjo ali za nakup stanovanj, za različne gradbene adaptacije v sedanjih objektih, za ureditve komunalnih priključkov in omrežij, sploh kadar vam bo potreben kakršenkoli nasvet glede gradbenih investicij, se obrnite na

LJUBLJANSKI INVESTICIJSKI ZAVOD

ki vam bo svetoval in pomagal pri sestavi gradbenega programa, pri izposlovanju lokacije, pri oskrbi investicijsko tehnične dokumentacije, pri oddaji gradbenih in drugih del, pri urejanju vseh pravniških, ekonomskih in finančnih poslov v zvezi z gradnjo. Vodil bo za vas vsa pripadajoča opravila, nadzoroval strokovno pravilno izvedbo ter količinsko in finančno obračunal z izvajalci izvršeno delo. V lastnem projektivnem biroju vam izdela tudi vse projekte, ki so potrebni za pridobitev gradbenega dovoljenja in vse detajle za gradnjo. Skratka, vsa strokovna opravila, ki jih zajema pojem 'inženiring', opravi v vaše popolno zadovoljstvo

LJUBLJANSKI INVESTICIJSKI ZAVOD

LJUBLJANA, BEETHOVNOVA ULICA 11/VI

Telefoni 23-260, 23-261, 23-263 — Poštni predal 310/VI

PROJEKT NIZKE

ZGRADBE

LJUBLJANA, PARMOVA 33

Telefon 31 20 20



Izvršuje projektne naloge za:

ceste, mostove, vodovode, kanalizacije,
hidrocentrale, melioracije, regulacije,
pristaniške zgradbe in visoke zgradbe

