



GRADBENI VESTNIK

VSEBINA

Ing. Dušan Sodnik: PRODUKTIVNOST V GRADBENIŠTVU —
Ing. Svetko Lapajne: DIAGRAMI ZA STATIČNO RAČUNANJE OKROGLIH
REZERVOARJEV — RECENZIJE

Št. 60

LETO IX.

1957/58

UREJA UREDNIŠKI ODBOR. — ODGOVORNI UREDNIK ING. LJUDEVIT SKABERNE. — TISKA
TISKARNA ČASOPISNEGA PODJETJA DELO. — REVIJA IZHAJA V DESETH ŠTEVILKAH NA
LETO. — LETNA NAROČNINA ZA NEČLANE 10.000 DINARJEV. — UREDNIŠTVO IN UPRAVA:
LJUBLJANA, ERJAVČEVA 15, TEL. 23-158

Inž. Dušan Sodnik

Produktivnost v gradbeništvu

SUMMARY

The annual capacity of construction contractors in the People's Republic of Slovenia amounted to 14—34 milliards of dinars in the years 1952—1958. A relatively low productivity is the reason why the capacity of lodging construction with reference to the needs is still unsatisfactory although the percent of housing work rose from 29 to 47 %. In this period an increase of productivity was not reached because construction capacities were utilized forcedly without sufficient investment into restoration, maintenance and reconstruction. Twice as much working hours as in more developed countries were spent for the construction of a three-room flat covering 95 sq. m.

In Great Britain the increase of productivity was reached by social organisation of the production process and by an intense 15-years study. Still better results were obtained by new constructional methods. A decrease of bricklayer's working hours from 600 to 300 for the construction of one flat resulted by the application of more voluminous hollow blocks.

The task of the members of the Society of civil engineers is to follow consequently the directives of the five-year perspective plan aiming to increase the productivity to a maximum, to help with their technical knowledge all government offices in improving the social organization of the production process, in coordinating the work on modular building unit method and on standards valid in the whole country.

In order to increase the productivity in housing work a close collaboration between investors, designers, industry, contractors, and government organisations must be reached. Scientific research, promotion of underdeveloped construction branches, investment into fixed assets, improvement of the system of salaries and better organization of work are required as well.

RÉSUMÉ

Dans les années 1952—1958 les entrepreneurs de construction ont eu une capacité de construction annuelle de 14—34 milliards de dinars. Malgré l'augmentation du pour-cent de la construction de logements de 29 jusqu'à 47 % cette capacité ne suffit pas pour les besoins parce que la productivité est relativement basse. Pendant cette période l'augmentation de la productivité n'a pas été atteinte parce que les capacités de construction ont été utilisées forcement sans investissements suffisants pour la restauration, manutention et reconstruction. Deux fois autant d'heures de travail que dans les pays plus développés ont été consommées pour la construction d'un logement de 3 pièces avec une surface de 95 m².

L'accroissement de la productivité en Grande Bretagne a été obtenu par l'organisation sociale du procédé de production et avec une étude intensive de plusieurs années. Des résultats encore meilleurs ont été atteints par des méthodes nouvelles de construction. En utilisant des briques creuses de dimensions plus grandes une diminution des heures de travail de 600 à 300 pour la construction d'un logement est obtenue.

La tâche des membres de la Société des ingénieurs et techniciens civils consiste en réalisation des directives du plan quinquennal perspectif poursuivant l'accroissement de la productivité jusqu'au maximum, en assistance aux corps d'état dans l'amélioration de l'organisation sociale du procédé de production, dans la coordination des travaux, dans l'emploi du système modulaire et des normes pour l'état entier.

Pour l'accroissement de la productivité en construction des logements il faut assurer une étroite collaboration entre les investisseurs, les auteurs des projets, l'industrie, les entrepreneurs et les corps d'état. En outre il fallait intensifier la recherche scientifique, développer les branches de construction sous-développées, investir dans les moyens de travail, améliorer le système de rémunération et l'organisation du travail.

AUSZUG

Die Bauunternehmungen in der VR Slovenien hatten in den Jahren 1952—1958 eine Baukapazität von 14 bis 34 Milliarden Dinar. Obwohl der Prozentsatz des gemeinschaftlichen Baustandards von 29 auf 47 % angewachsen ist, genügt die Kapazität des Wohnungsbaues noch nicht, da die Produktivität noch verhältnismässig gering ist.

In dieser Zeitperiode konnte eine Steigerung der Produktivität nicht erreicht werden, da die Baukapazitäten forciert ausgenutzt wurden, ohne dabei auch für die Rekonstruktionen, Erhaltung und Erneuerung genügend gesorgt zu haben.

Für den Bau einer 3 Zimmerwohnung im Bruttoausmasse von 95 m² wurde im Vergleich mit entwickelten Staaten die doppelte Zahl von Arbeitsstunden angewendet. In England erreichte man eine Erhöhung der Produktivität auf Grund eines 15-jährigen Studiums.

Mit neuen Baukonstruktionsmethoden wurden noch bessere Resultate erreicht. Bei Verwendung grösserer Hohlziegel konnten die notwendigen Bau-

stunden beim Wohnbau von 600 auf 300 Stunden reduziert werden.

Der Verein der Bauingenieure und Techniker hat nun die Aufgabe, die Durchführung der Richtlinien des 5-jährigen Wirtschaftsplanes unablässig zu verfolgen, um das Maximum der Produktivitätserhöhung zu erreichen, mit dem Fachwissen seiner Mitglieder die Organe der Behörde bei der Verbesserung der gemeinschaftlichen Organisation des Produktionsprozesses betreffend die Arbeitsordnung sowie bei der Ausarbeitung des Modularsystems und der Standarde im gemeinschaftlichen Ausmasse, zu unterstützen.

Um die Produktivität beim Wohnbau zu erhöhen, muss eine Zusammenarbeit zwischen den Investoren, Projektanten, der Industrie sowie den Bauunternehmungen und der behördlichen Organen erreicht werden. Weiters müssen wissenschaftliche Untersuchungen angestellt, unentwickelte Bauzweige gefördert, Investitionen vermehrt, Verbesserungen des Entsorgungssystems und der Arbeitsorganisation vorgenommen werden.

ATELJE
ZA ARHITEKTURO

TELEFON 22-274-DO 22-276

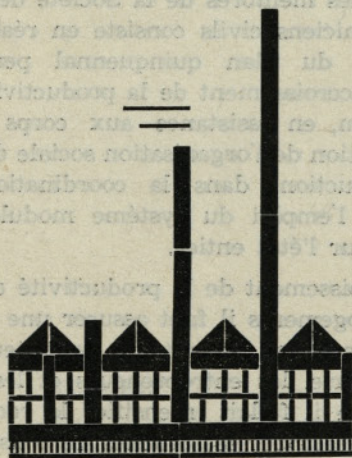
A Z A

LJUBLJANA

CANKARJEVA CESTA 5/III

IZDELUJE NAČRTE ZA ŠOLE,
STANOVANJSKE ZGRADBE,
INDUSTRIJSKE ZGRADBE,
ZDRAVSTVENE DOMOVE,
KULTURNE DOMOVE ITD.,
KAKOR TUDI NAČRTE
ZA VZIDANO.

IN OSTALO OPREMO



Produktivnost v gradbeništvu

Tovariši in tovarišice! Po svojih močeh bom skušal nakazati problematiko, ki imamo zdaj opraviti z njo v gradbeništvu glede produktivnosti. Kar se splošnih pojmov tiče, je proizvodnost oziroma **stabilnost** izražena v kvocientu, in sicer količine proizvoda in delovnih ur, potrošenih za proizvodnjo te količine, **produktivnost** pa v kvocientu količine proizvoda in vsote delovnih ur, potrošenih za proizvodnjo vseh materialov, polproizvodov, surovin, energije in sredstev za proizvodnjo, ki pridejo v poštev pri produkciji te količine proizvoda.

V finančnem pokazatelju se izraža produktivnost posredno v višini (vsoti) narodnega dohodka na enega prebivalca. Že Karl Marx je v »Kapitalu« dooločil pet osnovnih skupin, ki vplivajo na produktivnost, in to v posameznem podjetju ali deželi. Prva je povprečna stopnja sposobnosti delavca, in to njegovo strokovno znanje, sposobnost vodenja oziroma učenja vodenja in spretnost pri delu.

Druga je stopnja razvoja znanosti in možnosti tehnološke uporabe oziroma izraabe. Vemo, da se nam kljub številnim inštitutom ni posrečilo, da bi s propagando izsledkov slehernega gradbinca seznanili z vsemi najnovejšimi izsledki. Gradbena podjetja povečini nimajo organiziranih birojev za povečanje produktivnosti dela oziroma organizacije.

Tretja stopnja je družbena organizacija procesa proizvodnje.

Četrta stopnja zajema obseg in kapacitete sredstev za proizvodnjo.

Peta stopnja pa zajema prirodne pogoje.

Ko smo pred devetimi leti, na podlagi zgodovinskega sklepa narodne skupščine, šli od administrativnega upravljanja v gospodarstvu na upravljanje podjetij po delavskih svetih, so delavski sveti prevzeli upravljanje, planiranje in gospodarjenje v podjetjih v svoje roke. Dosedanje delo in izkušnje delavskih svetov lahko koristijo vsem socialističnim državam, da bodo lažje premagovale in odpravljale težave pri prehodu od kapitalističnega k socialističnemu redu.

Ker pa gospodarske osnove, ki bi vzpodbujale delavce-proizvajalce k napredku proizvodnih osnov, niso bile dovolj stimulativne, je bilo v pretežni meri od posameznikov v podjetjih odvisno, kako je kje napredovalo delavsko samoupravljanje. Kakršen je bil vpliv političnih sil ter pravilna presoja in izvedba posameznih ukrepov, tako in toliko je pač posamezno podjetje na podlagi sklepov delavskih svetov gospodarsko napredovalo.

Poglavitne mobilizacijske postavke — dvig produktivnosti dela — v posameznih podjetjih, ki lahko spremeni našo gospodarsko zaostalo državo v gospodarsko bolj razvito in tako hitreje okrepi socialistične pozicije našega gospodarstva, produktivnosti, nismo dovolj vzpodbudili z gospodarskimi ukrepi, z uredbami, pač pa le deklarativno, razen sprememb v letu 1957 v sistemu nagrajevanja; tako

je tudi v gradbeništvu ostala produktivnost na zelo nizki stopnji ter se je celo od leta 1952 zmanjševala od 1,00 do 0,80 oz. 0,95.

Isti učinek kot striženje norm je imela lani progresivna obdavčitev, ki ni stimulirala delavcev, da bi iskali večjih zaslužkov tam, kjer so zaposleni, temveč v popoldanski zaposlitvi izven podjetja.

Šele letošnja široko organizirana akcija za bolj stimulatивно sestavo tarifnih pravilnikov bo pripomogla, da se bodo delavci bolj zanimali za višje zaslužke. Naloga članov našega društva je, da v tem prizadevanju pomagamo s strokovnim znanjem; za bolj načrtno organiziran razvoj gradbeništvu so naznačene te smernice v perspektivnem planu:

- a) uvajanje modularnega sistema v proizvodnjo in projektiranje,
- b) standardizacija gradbenih elementov in materiala — tipizacija,
- c) mehanizacija gradbene industrije in gradbenih podjetij in obrti,
- d) industrializacija gradbeništvu,
- e) uvajanje montažne gradnje,
- f) izboljšanje organizacije dela v podjetjih v pogledu ustroja, kapacitet delovnih metod, priprave dela, vzgoje kadrov itd.

Pred meseci je bilo v Beogradu posvetovanje o uvedbi modularnega sistema v proizvodnjo in projektiranje. Na tem posvetovanju so ugotovili tole: če hočemo izvajati uredbo v posebnih pogojih pri gradnji stanovanjskih zgradb — moramo vpeljati modularni sistem, osvojen »Modul 10 cm«, ki je tudi v skladu s priporočili Mednarodnega kongresa arhitektov in odločbo Mednarodne organizacije za standardizacijo. Ugotovljeno je bilo, da je sistem enotne modularne koordinacije v gradbeništvu nujni pogoj za industrializacijo gradbeništvu ter omogoča pravilno tipizacijo in standardizacijo, masovno industrijsko proizvodnjo gradbenih elementov in gradbenega materiala, racionalno uporabo teh elementov pri projektiranju in modularnem sistemu in vgrajevanju brez težav, ker jih je mogoče s koordiniranimi dimenzijami med seboj povezovati in dobro spajati. Inozemske izkušnje, ki so že preverjene v praksi, pa kažejo, da se bistveno poveča produktivnost dela tako v gradbeni industriji kakor na gradbiščih, da porabimo tako manj delovnih ur in skrajšamo termine gradnje, bistveno prihranimo na materialu in precej pri ceni objektov, celo do 25 %.

Pri normiranju stanovanjskih površin smo že prišli tako daleč, da nadaljnjih prihrankov ne iščemo več v zmanjšanju površin, temveč v industrializaciji gradbeništvu; to pa bomo dosegli le z uvedbo modularne koordinacije, standardizacije, tipizacije elementov in stanovanj, z razvojem industrije gradbenih elementov v masovni proizvodnji in z uporabo sodobnih metod pri organizaciji gradbišč ter z racionalizacijo dela. Z izdelavo in uvajanjem modularnega sistema in standardov se trenutno ukvar-

jajo v več mestih in republiških središčih, vendar je treba delo sistematično koordinirati in organizirati v splošnem državnem merilu; tako bomo lahko vsklajali posamezne akcije in se izognili dvojnemu ali desetornemu istemu delu.

S temi vprašanji naj bi se po mojem mnenju ukvarjali le republiški organi, ki pa naj bi bili povezani z zveznimi. Zdaj še vedno vsaka občina uvaja neke svoje predpise.

Za koordinacijo akcij in usmerjanje stanovanjske gradnje bi moral delovati republiški organ — izvršni operativni štab — ki bi usmerjal delo pri standardizaciji gradbenih elementov in materialov ter koordiniral delo med zavodi za stanovanjsko izgradnjo, zavodi za raziskavo materialov, gradbenimi podjetji, industrijo gradbenih materialov ter oblastnimi organi okrajev in občin.

Delo zavodov za stanovanjsko izgradnjo bi morali razširiti z ustreznimi biroji za: standardizacijo, uvajanje modularnega sistema, projektivo tipskih projektov in elementov, ter z gradbeno operativnim oddelkom za poizkusno gradnjo.

Poročilo komiteja za notranjo ureditev stanovanj iz leta 1953 — Anglija, ugotavlja tole:

Zavoljo standardizacije materialov in elementov se je zboljšala kvaliteta, zdaj tudi boljše izrabijo stroje, materiale, tovarne gradbenih materialov in delovno silo. Zelo pomembno je to, da vsak material, ki naj dobi standardno oznako, poprej obvezno natančno in dolgo raziskavajo v laboratorijih in na gradbišču.

Produktivnost pri gradnji stanovanj je odvisna od dobre organizacije, uporabe novih materialov, upoštevanja obstoječih alternativnih materialov, ki jih priporoča Zavod za standardizacijo, še posebej pa od čim manjšega števila variant tipskih stanovanj in variant notranje opreme. Standardi morajo biti obvezni za vsa podjetja, tovarne gradbenih materialov, zavode za stanovanjsko izgradnjo, veljati morajo za vse komune kakor tudi za vse investitorje.

Glede obsega in kapacitete sredstev za proizvodnjo pa bi pripomnil, da smo v povojnem razdobju vse gradbene kapacitete čez mero izkoriščali, zraven pa minimalno vlagali za rekonstrukcijo, vzdrževanje in obnovo. Kapacitete gradbenih podjetij so se morale prilagoditi višini letnih družbenih planov, to pa je bilo ekonomiki zelo v škodo oziroma je povzročalo, da so bile gradbene storitve bolj in bolj drage, vzporedno s tem pa je seveda upadala produktivnost. Vse neenakomernosti v proizvodnji so morala gradbena podjetja kriti tako, da so najemala oziroma odpuščala nekvalificirane delavce. Število zaposlenih v gradbeništvu (v gradbenih podjetjih) se je v Ljudski republiki Sloveniji gibalo v razdobju od leta 1952 do leta 1958 od 21.500 do 26.500 delavcev.

Proizvodnja se je gibala po vrednosti od leta 1952, ko je znašala 14.580 milijonov, v letu 1954 26.540 milijonov, leta 1956 19.915 milijonov in 1958 34.000 milijonov dinarjev (ocena). Odstotek družbenega standarda pa je narastel od leta 1952, ko je znašal 29 % na 47 % v letu 1958.

Po statističnih podatkih lahko globalno ocenimo, da je bila storilnost v gradbeništvu leta 1958 za 5 % manjša od storilnosti v letu 1952, oziroma če eliminiramo vpliv večjega odstotka družbenega standarda, ki je od 29 % poskočil na 47 %, t. j. v letih 1952 do 1958 sorazmerno z višjim porastom cen obrtniških del, se je zmanjšala storilnost za 8 %. Od leta 1956 na 1958 pa je narasla za okoli 8 odstotkov.

Če analiziramo porast storilnosti po okrajih, vidimo, da je bilo najbolj kritično stanje prav v največjih industrijskih mestih, kjer je iskala delovna sila v industrijskih središčih popoldansko zaposlitev izven podjetij. Če analiziramo končno proizvodnjo, se pravi, kar je naredil en sam delavec v eni uri, in če upoštevamo faktor cene (1938 = 1, 1952 = 22, 1958 = 34), bi prišli do tega rezultata, ki ga je treba jemati s pridržkom, da je bil faktor v preteklem letu 0,92. Poudarjam, da je tu obravnavanje povišanja cen problematično in da ta izračun ne more biti absolutno točen. Po globalni metodi se je gibal storilnost v gradbeništvu pač v teh mejah. Če analiziramo lansko proizvodnjo v naši republiki po okrajih, vidimo, da je bila v Ljubljani 33 %, Mariboru 20,2 %, Novem mestu 7,3 %, Celju 14,7 %, Kranju 9,8 %, Kopru 8,4 %, Gorici 4,2 % in Murski Soboti 1,2 %. Vrednost ene produktivne ure se je dvignila od leta 1957 do leta 1958 najbolj v Novem mestu, kar pa ni povsem realno, ker izračun o vplivu dela in o prispevku mladinskih delovnih brigad po izvršenih urah ni točen, nato v Kranju, kjer znaša 1,28 v finančnem pokazatelju, v Ljubljani 1,02; v povprečju je vrednostni porast 1,10, če ne upoštevamo gradenj v Novem mestu. Če upoštevamo, da se je cena povišala od 4 do 6 %, bi torej bilo razvidno, da se je dvignila produktivnost za 50 % leta 1957/58.

Še vedno pa je tu problem, kako obdržati kvalificirane delavce v gradbeništvu, ko imamo v industriji boljše pogoje. V naši republiki znašajo prejemki delavca na uro v industriji: leta 1956 58,7, v letu 1957 70,4 in v letu 1958 71, medtem ko znašajo prejemki v gradbeništvu leta 1956 47,4, leta 1957 54,1 in leta 1958 57,8. Nekoliko nižja je razlika v plačah uslužbencev v industriji in uslužbencev v gradbeništvu. Bruto dobiček v podjetjih se je v razmerju na bruto produkt gibal v okraju Ljubljana od leta 1954, ko je znašal 15,2 %, v letu 1955 8,9 %, leta 1956 1,5 %, v letu 1957 cca 4 %, za leto 1958 pa še nimamo točnih podatkov, medtem ko se je v republiškem merilu gibal od 16,1 v letu 1954, 8,2 % v letu 1955, 4,2 % v letu 1956, 6,7 % v letu 1957, za leto 1958 pa še nimamo podatkov. Vse to nam priča o zelo nizki stopnji akumulativnosti gradbeništvu.

Glede mehanske opremljenosti podjetij bi pripomnili, da je v letih 1945 do 1952 odpadlo na gradbeništvu kot eno izmed panog gospodarstva povprečno le 0,5 % tedanjih investicij, ki so se povečale v razdobju od leta 1955 do 1957 oz. 1958 na 3 %. Odnosi razmerja med cenami osnovnih sredstev za delo in nizkimi plačami nekvalificiranih delavcev, ki jih v glavnem zamenjuje mehanizacija, je ena izmed ovir za kar se da naglo mehanizacijo

del, saj so bile plače gradbenih delavcev po višini doslej na predzadnjem mestu med različnimi panogami v gospodarstvu, prav nasprotno (kakor v industrijsko bolj razvitih državah). Mehanična opremljenost maših podjetij, t. j. razmerje vrednosti mehanizacije nasproti bruto produktu enega leta znaša v posameznih podjetjih LRS od 0,05 do 0,21, medtem ko znaša ta odstotek v državah z višjo produktivnostjo od 0,8 do 1,5. Tudi po kazatelju vrednosti osnovnih sredstev, ki odpade na enega zaposlenega v gradbenih podjetjih in znaša le 175.000.—dinarjev, je gradbeništvo na predzadnjem mestu v državi.

Stopnja ekonomske zastarelosti opreme znaša 0,54 glede na sedanjo vrednost strojev. Stopnja izkoriščanja mehanizacije pa je spričo osnovnega dela le v eni izmeni, kar velja za večino primerov, tudi nizka.

Vse te značilnosti dajejo sedanji gradbeni operativni značaj nerazvitih proizvodnih sil; zato znaša vrednost gradbenih del brez obrtniških le 750.000.—din letno na enega zaposlenega. Mehanična opremljenost oziroma koeficient opremljenosti je znašal v letu 1957 v LRS le 0,09. Komisija, ki je zbrala podatke o razvoju, stanju in perspektivah gradbeništva v naši državi, predlaga, naj bi na račun zaostalosti v to panogo gospodarstva investirali na leto 15 milijard dinarjev; tako bi se mehanična opremljenost gradbeništva toliko izboljšala, da bi bila le 2 do 3-krat manjša (kakor v tehnično razvitih državah v petih letih).

Po perspektivnem planu Ljudske republike Slovenije za čas od 1957 do 1961 bo v gradbeništvo investiranih 8,5 milijard, od tega 5,9 milijard za mehanizacijo — brez amortizacije in 2,6 milijard za druge investicije. V letu 1957 je že bilo investiranih 550 milijonov neto investicij, tako da ostane za leto 1958 do 1961 po 2 milijardi dinarjev na leto; s temi investicijami bi se koeficient opremljenosti povzpela na 0,20 do 0,25. Pri 25 %-ni lastni udeležbi in plačevanju 3 % obresti pri 10-letnem odplačevanju posojila bi morala podjetja ustvariti za to 4-krat 2 milijardno investicijo v letih 1958, 1959, 1960 in 1961, na leto od 500 do 900 milijonov lastnih sredstev, od 1959 do 1971, ki jih podjetja nimajo. Da bi gradbena podjetja izboljšala svojo tehnično opremljenost, jim bo morala pomagati skupnost. Gradbena podjetja lahko dobijo zadostna sredstva, ki jih potrebujejo za svoje investicije, le po enem izmed naslednjih predlogov:

Lahko jih oprostim plačevanja prispevka od dohodka za dobo 10 let — decembrska uredba št. 817 Uradnega lista 48/58 odobrava že 50 % te vsote za vlaganje v sklad osnovnih in obratnih sredstev; ali naj povišajo cene za ca. 10 %, upoštevajoč povečanje produktivnosti; ali pa je treba omiliti sedanje pogoje za najem investicijskih posojil. Prav iz razlogov, ki sem jih navedel zgoraj, so bila večja posojila nepopularna v letih 1956 in 1957.

Po republiškem planu stanovanjske gradnje bomo vlagali za gradnjo stanovanj v razdobju 1957 do 1961 na leto od 8,1 do 9 milijard v družbenem gospodarskem sektorju in 7,0 do 7,4 milijard na

leto v zasebnem gospodarskem sektorju; pri tem upoštevamo, da živi v tem razdobju od 462.000 do 511.000 prebivalcev v 37 mestih in industrijskih krajih ter 1,093.000 do 1,135.000 prebivalcev na podeželju. Na leto bomo torej vlagali do leta 1961 v gradnjo stanovanj od 15,6 milijarde do 16,4 milijarde. Samo v okraju Ljubljana je po planu predvideno, da bodo zgradili na leto povprečno 2.200 stanovanj.

Glede storilnosti pri stanovanjski gradnji pa opazimo, da porabimo za eno stanovanje 3.000 do 6.000 ur, v številni obrtniška dela, medtem ko potrebujejo industrijsko razvitejše države le 2.000 do 3.000 ur. Lani sem v okviru angleške tehnične pomoči imel možnost spoznati probleme in načine, ki so jih uporabili v Angliji, da so povečali produktivnost pri gradnji stanovanj. Ta problem so začeli tamkaj študijsko, znanstveno obravnavati in pospešeno reševati že pred 15 leti. Takoj po vojni so porabili za gradnjo enega stanovanja bruto površine 94,76 m² povprečno 3.500 delovnih ur, v letu 1948 pa 3.080 delovnih ur, medtem ko so v letu 1950 porabili 2.665 delovnih ur, danes pa s posameznimi načini že znižujejo potrebne delovne ure pod 2.000.

Pri analizi in študiju storilnosti dela na samih gradbiščih so ravnali po direktni metodi. Odelek zavoda za raziskavo materiala, za študij in povečanje produktivnosti v Angliji je izvedel z ekipami podrobno študijo o posameznih podjetjih oz. gradbiščih, hkrati pa so zajeli analitično produktivnost gradbišč, kjer je bilo v letu 1948 v gradnji skupaj 6.663 stanovanj in z drugo akcijo v letu 1950 pri gradnji 5.000 stanovanj. V prvem in drugem primeru so analizirali gradnjo stanovanj z bruto površino 94,76 m² v številni stopnišča. Pri izračunu produktivnosti so upoštevali pripravljalna dela, vsa gradbena in vsa obrtniška dela; na obrtniška dela je odpadlo ca. 25 % delovnih ur od vseh porabljenih. Povprečno je bilo v gradnji na istem gradbišču v prvi akciji 20 stanovanj, v drugi pa 26. Faktor storilnost je bil pri individualnem normiranju 1,10, pri kolektivni normi na 20 % gradenj 1,05 in brez normiranega dela na 50 % gradenj 0,85. Pri analizi in študiju na samih gradbiščih so ugotovili tele kriterije — statistične, ki vplivajo na storilnost:

1. število stanovanj v gradnji na istem gradbišču — obsežnost pogodbe;
2. stimulatивно plačevanje delavcev;
3. kvaliteta nadzora;
4. organizacija dela na gradbišču.

Na gradbišču z do 80 stanovanji je bila storilnost večja približno za vsakih 10 stanovanj več za 2,5 %. Odstotek povečanja storilnosti pri gradnji desetih ali dvajsetih stanovanj je bil večji kot pri gradnji 70 ali 80 stanovanj. Če je 10 stanovanj več v gradnji, je potrebno za eno 2,5 % manj delovnih ur, prodajna cena je nižja za 1 % (če so plačni stroški 32 % od prodajne cene). Vsako izplačilo presežka norme v vsoti 2 % od celotnih plačnih stroškov je privarčevalo 60 delovnih ur in prineslo 1,6 % čistega dobička. Norma in akordno delo sta znižali potrebne delovne ure za 15 %, posebno na večjih gradbiščih, kjer je tudi nadziranje težje.

Glede kvalitete nadzora ni bilo opaziti kakve vzročne zveze med številom nadzornih organov, uslužbencev, delovodij ter porabo delovnih ur delavcev. Normirano delo ni vplivalo na kvaliteto. Ko so na poskusnem gradbišču napravili podroben in natančen plan oziroma program dela, da bi lahko žerjav maksimalno izkoristili, so ugotovili, da so tudi pri zaključnih delih porabili manj delovnih ur, čeprav tedaj niso delali z žerjavom. Produktivnost se je dvignila prav zaradi natančnega programa, projekta in organizacije, predvsem pa so zmanjšali število potrebnih delovnih ur pri končnih delih.

Pri uporabi novih gradbeno konstrukcijskih metod gradnje so dosegli tele rezultate:

- a) za stanovanje 95 m² bruto površine potrebujejo pri hiši iz enozrnatega betona 2.120 delovnih ur ali 26 tednov;
- b) ko so za isto stanovanje uporabljali gipsaste plošče so potrebovali 1200 delovnih ur ali 4 tedne;
- c) z Reema-montažnimi ploščami etažne višine pa od 190 do 405 delovnih ur na gradbišču in 405 do 1090 delovnih ur v delavnici gradbenih elementov, torej skupaj 595 do 1400 delovnih ur v odvisnosti od velikosti stanovanja, za primerjalno velikost 95 m² pa 1200 delovnih ur.
- d) Pri gradnji z večjimi zidaki se zmanjšuje število delovnih ur, ki jih potrebujejo zidarji za svoje delo, proporcionalno od 600 na 300 delovnih ur, če se zidak poveča na 10-kratni volumen normalnega. Če je torej zidak volumensko 10-krat večji, je storilnost zidarjev 2-krat večja.

Glede izboljšanja organizacije dela v podjetjih pa bi pojasnili, da so že na beograjskem kongresu Društva inženirjev in tehnikov poudarili, kakšnega pomena so biroji za organizacijo dela ali za produktivnost ali za pripravo dela, naj jih že imenujemo kakor koli. Važno je, da imamo v gospodarskih podjetjih ljudi, ki se ne ukvarjajo neposredno z operativno, ampak se posvečajo izključno študiju za izboljšanje organizacije, dajejo nasvete pri uvajanju ukrepov, ki naj bi z njimi povečali proizvodnost. Važno je tudi, da so to svetovalci in ne kritiki oz. sodniki, ker bi se sicer utegnili zaostri notranji odnosi v podjetjih. Prav takega pomena so različni biroji na okrajih, na združenjih ali na republiških zavodih. Mislim, da ni naloga tega poročila govoriti o vsebini njihovega dela. Domače in tuje izkušnje kjer podobni biroji že delajo, nam kažejo presežne rezultate. Predlagam današnji skupščini, da poudari, kolikšnega pomena je dosledno študijsko, znanstveno obravnavanje problema, ki se tiče povečanja produktivnosti. Najbolj neugoden je po navadi položaj v manjših gradbenih podjetjih, v skrajnih vseh obratnih podjetjih in industriji gradbenega materiala, kjer je tudi najmanj tehničnega kadra; včasih je opaziti tudi odpor proti nameščanju novih ljudi, zadovoljive ekonomske uspehe pa povečini dosegajo s cenami.

Dejstvo je, da predvidenega plana stanovanjske izgradnje še ne dosegamo. To je ozko grlo našega gradbeništva in tudi našega standarda.

Zdaj pa bi podal nekaj misli iz referata tovariša Rupreta in članov celjske sekcije o tem, kaj naj še spremenimo oziroma uvedeno v organizaciji gradbenih podjetij za povečanje produktivnosti pri gradnji stanovanj:

1. podjetja naj imajo letni bruto produkt vsaj 2 do 3 milijarde, ker le takšno podjetje lahko izvede interno organizacijo z maksimumom porasta produktivnosti.
2. nujna je groba specializacija podjetij, boljša izraba mehanizacije;
3. podjetja za visoke gradnje naj imajo vse obrate, ki so potrebni za dokončno izdelavo stavbe za primere, ko zunanji pogodbeniki ne izpolnjujejo obveznosti;
4. specializirani obrati s specialno opremo v podjetju so:
 - a) gradbeni, in sicer za zemeljska dela, za betoniranje in betonske elemente, za tatarska dela, za odre in omete, prevoz materiala in za popravila strojev.
 - b) obrtniški, in to mizarski in parketarški, soboslikarski, kleparski, ključavničarski, steklarski, cementni izdelki terazo, pečarski itd.;
 - c) instalacijski, in to vodovodni, elektroinstalacijski in centralna kurjava;
 - d) proizvodnja materiala, in to gramoznica, betonarna, kamnolom in izdelovanje blokov.
5. Za sodobno opremo vseh obratov je važna lahka mehanizacija, t. j. ročni skreperji, prevozni odri, stroji za strojno ometanje, strojni gladilci betona itd.
6. Pri sodobni metodi organizacije je poleg specializacije potreben še sodoben sistem proizvodnje, tehnična priprava dela, planiranje, sodobno urejanje kadrovskih vprašanj ter vzgoja kadrov.

Za sistem proizvodnje v ritmu oziroma taktu je značilen enakomeren ritmični potek, stalen sestav ljudi v delovni skupini, uporaba enake opreme in inventarja, enake proizvedene količine v časovnem intervalu in enak obseg in enakomerno delo v časovnih intervalih.

S pokretnimi specialno opremljenimi delovnimi skupinami pa dosežemo industrijsko metodo organizacije gradbene proizvodnje. Tehnična priprava dela in planiranje zajemata obseg dela, delovne metode glede na razpoložljiva sredstva in inventar, velikost in število delovnih odsekov, število delavcev, sestavo skupin, tempo gradnje, načrte za organiziranje delovnih mest, izračun, koliko strojev, opreme in materiala je potrebno po dinamiki, sestavo delovnih nalogov, proučitev organizacije celotnega gradbišča in proučitev pripravljavnih del.

Pri kadrovskem vprašanju je treba gledati na razvoj specialistov, v smislu analitične ocene delovnih mest, t. j. da je čim manj poklicnih delavcev in čim več delavcev na konkretnih spe-

cializiranih delovnih mestih. Pri grobih delih naj bi se menjavali samo dve skupini, t. j. zidarji in betonerci.

Ker je kadrovski problem v gradbeništvu bolj težaven kakor v katerikoli drugi panogi, saj imamo tu največ opravka s fluktuacijo, ker je treba v gradbeništvu bolj kot kjerkoli menjavati delovna mesta in kraje, ker so delovni pogoji najbolj neugodni in podobno, je s stališča produktivnosti izredno pomembno, da sodobna gradbena podjetja organizirajo dobre kadrovske oddelke ter proučujejo ta vprašanja na znanstveni podlagi. Za usposobitev specializiranih skupin je prikladna belgijska metoda priučevanja, ki pomeni racionalizacijo vzgoje kadrov.

Za ustalitev kadrov v gradbeništvu je važen način nagrajevanja. Ko razpravljamo o sestavi tarifnih pravilnikov, moramo predlagati, naj delavcem plačajo poleg dela v normi in akordu tudi vsak mesec premije za finančni uspeh enote v kateri delajo, t. j. za objekt ali sektor. Kakor kažejo dosežanje izkušnje, je težavno ustvariti tako imenovane leteče brigade, kajti čutiti je bilo, da so delavci proti teritorialnemu menjavanju delovnega mesta; imamo pa tudi slabe izkušnje glede točnosti izplačil in podobno. Sistem proizvodnje v taktu potemtakem zahteva, da določimo delavcem teh skupin posebne dodatke. Zanimanje za takšno organizacijo bomo dosegli z ustanovitvijo poskusnih gradbišč s statusom poskusne proizvodnje.

Pri vzgoji tehničnih kadrov je treba zlasti posvečati pozornost delovnim metodam, organizaciji poslovanja, delu v podjetju, metodam vodenja; s temi predmeti moramo ustrezno dopolniti tudi šolske programe. Šola nikakor ne sme zaostajati za prakso.

Velikega pomena je seveda tudi kooperacija z industrijo gradbenih materialov. Urediti je treba sistem transporta opeke, posode, embalažne trakove, kot je to v Angliji, transport cementa, silose, doseči, da bodo naši inštituti in ustanove sodelovali pri vseh vprašanjih, ki zadevajo povečanje produktivnosti.

Spričo tega bi predlagal te-le sklepe:

1. Organizacija DGIT mora v komunah ter svojih oblastnih organih delati na tem, da bodo načela racionalizacije omogočili in podprli.

Inž. Ivan Marek:

ITERACIJSKA METODA ZA RAČUN OKVIRNIH KONSTRUKCIJ Z ETAŽNIM POMIKOM

V založbi Elektroprojekta Ljubljana je izšla publikacija pod zgoraj navedenim naslovom. Broširana publikacija obsega 67 strani in 5 tabel v ciklostilski tehniki. Izdelava je provrstna s tiskano naslovno stranjo in knjigoveško obdelavo, kar je skoro enakovredno tiskani knjigi.

2. Organizacije DGIT se morajo zavzemati za napredno gledanje še posebej zato, ker še mnogi gradbinci menijo, da v gradbeništvu ni moč ničesar spremeniti, da je proizvodnja lahko še naprej obrtniška.

3. Društvo in člani naj kolikor se da pomagajo inštitutom in združenju pri organizaciji študijskega dela za izboljšanje organizacije dela in dajejo predloge za standardizacijo, za uvajanje novih sistemov gradnje in podobno.

4. Ker je tempo stanovanjske izgradnje zelo pomemben za izboljšanje družbenega standarda, najbolj zaostali pa so v gradbeništvu obrtniški obrati, morajo prispevati okoli 50 % vrednosti del pri gradnji stanovanj oziroma preko 25 % vseh gradenj, saj moramo kar se da pomagati pri proučevanju, kako bi povečali produktivnost teh obratov, ki so trenutno povečini brez tehničnih kadrov.

5. Še posebej se moramo truditi, da pritegnemo v sodobno gospodarsko problematiko mlade gradbince, in bolj upoštevati njihove predloge in mnenja. Zato naj bi se društva v prihodnje s tem vprašanjem še zlasti ukvarjala in kar se da pomagala klubom mladih proizvajalcev.

6. Stanovanjska izgradnja zahteva določene skupne investicije ter najtesnejše sodelovanje med investitorji, projektanti, industrijo, gradbenimi podjetji ter vsemi oblastnimi organi. Zatreji moramo individualistične tendence; za to pa ne zadostuje samo kooperacija, t. j. sodelovanje, temveč tudi trdni okvirni zakoni ter ekspeditivno delovanje zveznih in republiških ustanov za ustvaritev nujnih pogojev za industrializacijo gradbene proizvodnje. Industrijsko bolj razvite države so že dosegle povprečno za 100 % višjo produktivnost pri gradnji stanovanj. Če bomo uvajali tuje izkušnje, znanstveno proučevali naše pogoje, odpravili značaj ekonomsko nerazvite panoge gradbenišтва, investirali v osnovna sredstva, izboljšali plačilni sistem ter uvedli sodobno organizacijo dela v podjetjih in ustanovah bomo lahko postopoma dosegli in presegli tuje uspehe v povečanju produktivnosti.

Članek je povzet po referatu, ki ga je imel avtor na letnem občnem zboru Društva gradbenih inženirjev in tehnikov LR Slovenije 1959.

Vsebina knjige obravnava način statičnega računanja skeletnih konstrukcij z istočasnim upoštevanjem vpliva etažnih pomikov. To vprašanje je nam statikom, dolgo delalo v praksi težave. Pročblem ni bil v teoretski rešitvi, ki je dana z Ostensfeldovo deformacijsko metodo in Gaussovim elimi-

niranjem, ali iteriranjem po Takabei, temveč v načinu, ki bi nudil praktično in hitro postopno aproksimacijo. Osebnost sem vložil mnogo truda v vprašanje, pa se zdi, da moja rešitev, ki temelji na Grinterjevi zamisli povečavanja horizontalnih sil ter je objavljena v knjigi »Crossova metoda« v letu 1948 ni izpolnila pričakovanj. Leta 1952 je objavil prof. Csonka iz Budimpešte v reviji La technique moderne — Construction št. 3 svojo rešitev problema: On superponira na dano konstrukcijo še dodatne specialne pomike posameznih dvojnih etaž (imenovano distorsion), s čemer se postopek zelo poenostavi. Ti specialni pomiki se postopno aproksimirajo po analogiji Crossovega postopka. O tem vprašanju je napravil svojo doktorsko tezo tudi prof. Baziljević v Beogradu: njegova rešitev temelji na zamenjavi zaporedja konvergirajočih členov z ustreznim multiplikatorjem. Do sličnih rešitev kot prof. Csonka v Budimpešti so prišli tudi prof. Naylor v Angliji, ing. Zayzeff v Franciji, in ing. Werner v Zagrebu, ki pa je objavo nekoliko zamudil. Vsem navedenim postopkom in načinom se z izdajo publikacije kolege Mareka pridružuje nov postopek, kalkršnega doslej še nisem zasledil v literaturi in čigar bistvo je sledeče:

Vsak pomik etaže, ki ga povzroči zasuk posameznega vozlišča, se računsko izvede istočasno z zasukom vozlišča. Če se na primer vozlišče z oznako 0 zasuje za kot 1 pri nepomičnih etažah, bomo takoj

dobili v stranskih podporah etaž dodatne horizontalne reakcije. Če te stranske podpore sprostimo (relaksiramo), se bo izvršil pomik z dodatnimi momenti v vertikalnih stičnih palicah opaževanega vozlišča in tudi v vseh njih vzporednih palicah etaže. Te momente zaradi pomika prištejemo k momentom zaradi zasuka opazovanega vozlišča. Skupni momenti nam tedaj določajo osnovne konstante Marekovega postopka:

reducirano togost palice vozlišča ... t_{red}

prenos reduciranega momenta na drugi kraj palice ... β

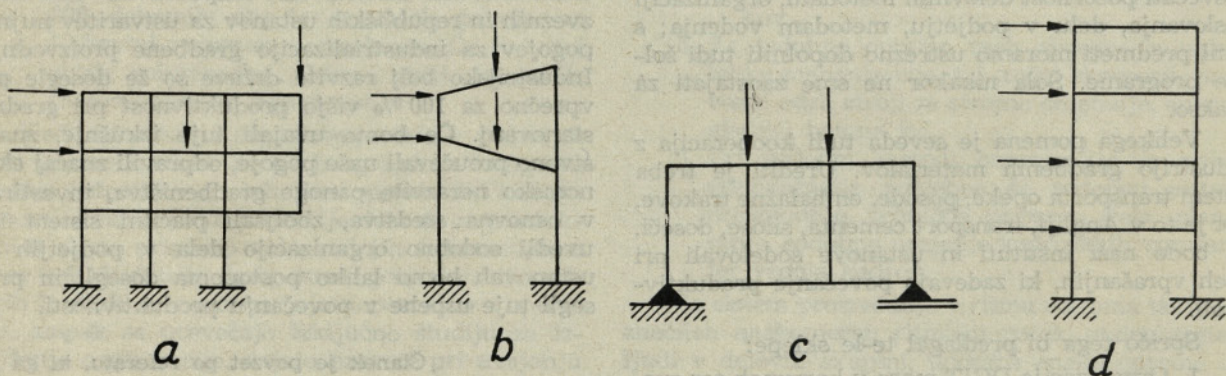
(β ni enak 1/2)

prenos reduciranega momenta na vzporedne palice etaže ... γ)

(γ predstavlja vpliv pomika etaže)

S to osnovo se izvaja postopek postopne aproksimacije, tako kot smo ga vajeni iz metode Crossa, Csonke ali Kani-ja. Konvergiranje je sorazmerno hitro, po dveh, kvečjemu treh relaksacijah smo že na meji željene natančnosti. Končna kontrola vsote vseh vozliščnih momentov in vsote etažnih momentov odnosno etažnih prečnih sil je seveda potrebna.

Marekov postopek se da brez posebnih težav uporabiti tudi za ogradja z vertikalno pomičnostjo, ali za skelete z obojestransko pomičnostjo. Upoštevati se dajo tudi poševne lege posameznih palic.



Za najenostavnejši primer simetričnega dvostebnega ogradja (d) vodijo izvajanja Mareka do rezultatov, ki so identični s Csonkovim postopkom in z rezultati prof. Pozzatti-ja (v knjigi Nuovi metodi di Calcolo della Scienza delle Costruzioni).

Vsi glavni principi postopka so obrazloženi v brošuri že na prvi strani. Na nadaljnjih straneh slede teoretska izvajanja ter nastavitve enačb. Na straneh 22 do 25 je pojasnjen vrstni red računskega postopka, ki je dobro mehaniziran. Na nadaljnjih straneh slede posebni slučajji in primeri. Na kraju je dodanih 5 tabel, ki vsebujejo vse potrebne koeficiente za nepravilne palice: za ojačenja s trikotnimi

in parabolničnimi vutami, bodisi enostranskimi ali simetričnimi, ter za enostransko vzporedno ojačenje.

Publikacija predstavlja za našo znanost v konstruiranju napredek, ter bi bilo prav, če bi izšla tudi v drugih jezikih, da bi bil postopek dostopen tudi inženirjem izven naših ožjih meja. Vsem kolegom statikom priporočam knjigo, ki jim bo koristila v praksi.

Ing. Svetko Lapajne, univ. prof.

Publikacija se dobi pri Elektroprojektu v Ljubljani za ceno 400 dinarjev.

(Opomba uredništva)

ING. SVETKO LAPAJNE
PROFESOR UNIVERZE V LJUBLJANI

DIAGRAMI

ZA STATIČNO RAČUNANJE OKROGLIH REZERVOARJEV

Diagrammes pour le calcul statique de réservoirs cylindriques

La tableau I contient des diagrammes où on peut trouver toutes les données concernant les forces internes (forces axiales, moments de flexion, forces transversales) pour un paroi circulaire encastré au radier du réservoir chargé d'un liquide jusqu'au bord supérieur. Le tableau II contient des diagrammes donnant les grandeurs des forces internes dans le même paroi pour le cas d'une rotation du noeud au radier par quoi la rigidité du voile mince est donnée. Toutes les forces internes sont portées en fonction du terme

$$\frac{H^2}{Rd} \text{ ce qui est le rapport } \frac{(\text{Hauteur du réservoir})^2}{\text{Rayon} \times \text{épaisseur du paroi}}$$

Dans le cas des réservoirs peu profonds tous les diagrammes se ramifient en deux branches: l'une est valable pour les réservoirs avec le bord supérieur libre et l'autre pour ceux avec le bord supérieur appuyé latéralement.

Aux diagrammes un article est ajouté dont le contenu est le suivant:

Les bases théorétiques de calcul des réservoirs cylindriques avec dérivation mathématiques.

Explication détaillée des diagrammes.

Considération sur un encastrément élastique du paroi dans le radier.

Considération de l'influence de la dilatation transversale.

Application des diagrammes aux réservoirs rectangulaires.

Les formules pour la répartition des forces internes dans une plaque circulaire encastrée.

Trois exemples pratiques sont ajoutés.

Le but des diagrammes et de l'article est de permettre un calcul relativement vite et simple des réservoirs cylindriques. La méthode devrait offrir des résultats qui seraient au plus près d'une répartition probablement réelle des forces internes.

Diagrams for cylindrical tank analysis

Sheet I contains diagrams yielding all data on internal forces (axial forces, bending moments and shear stresses) for a circular wall fixed on the bottom and loaded to the top with liquid. Sheet II contains diagrams for internal stress values in the same wall for the case of a bottom joint rotation by which the shell stiffness is determined. All internal stresses are plotted against the ratio

$$\frac{H^2}{Rd} \text{ i. e. } \frac{(\text{Height of tank})^2}{\text{Radius} \times \text{thickness of wall}}$$

In the case of shallow tanks all diagrams ramificate in two branches: the first is valid for tanks having at the top of the wall a free edge and the second for such having a side supported top edge.

Diagramme für statische berechnung von zylindrischen behältern

Blatt I enthält Diagramme, die alle Angaben über innere Kräfte (Axialkräfte, Biegemomente und Querkkräfte) für eine runde, volleingespannte Behälterwand bei einer Flüssigkeitsbelastung bis zum oberen Rande, bieten. Blatt II enthält Diagramme für dieselbe Wand für den Fall einer Drehung des Knotenpunktes ab Boden, womit die Steifigkeit der Schale gegeben ist. Die Grössen der inneren Kräfte sind in der Abhängigkeit vom Ausdruck

$$\frac{H^2}{Rd} \text{ das ist vom Verhältnis } \frac{(\text{Höhe des Behälters})^2}{\text{Radius} \times \text{Wanddicke}} \text{ aufgetragen.}$$

Bei niedrigen Behältern spalten sich die Diagramme in zwei Zweige: der eine gilt für Behälter mit freiem oberem Rande, der andere für solche mit seitlicher Stützung am oberen Rande.

Den Diagrammen ist ein Artikel beigefügt, dessen Inhalt ist folgender:

Theoretische Grundlagen der statischen Berechnung von zylindrischen Behältern samt mathematischen Ableitungen.

Detaillierklärung der Diagramme.

Betrachtung einer elastischen Einspannung der Behälterwand im Boden.

Betrachtung des Einflusses der Querdehnung.

Anwendung der Diagramme an rechteckigen Behältern.

Formeln für die Verteilung innerer Kräfte in einer volleingespannten kreisrunden ebenen Platte.

Dem Artikel sind drei praktische Beispiele beigefügt.

Der Zweck der Diagramme und des Artikels ist eine verhältnismässig schnelle und einfache statische Berechnung der zylindrischen Behälter zu ermöglichen. Diese Methode soll Resultate, welche möglichst nahe einer wahrscheinlich tatsächlichen Verteilung der inneren Kräfte wären, ergeben.

To the diagrams a paper is added with the following contents:

Theoretical basis of cylindrical tank analysis with mathematical differentiation.

Detailed explication of diagrams.

Consideration on elastic fixify of the wall on the bottom.

Consideration on influence of transverse strain.

Application of diagrams to rectangular tanks.

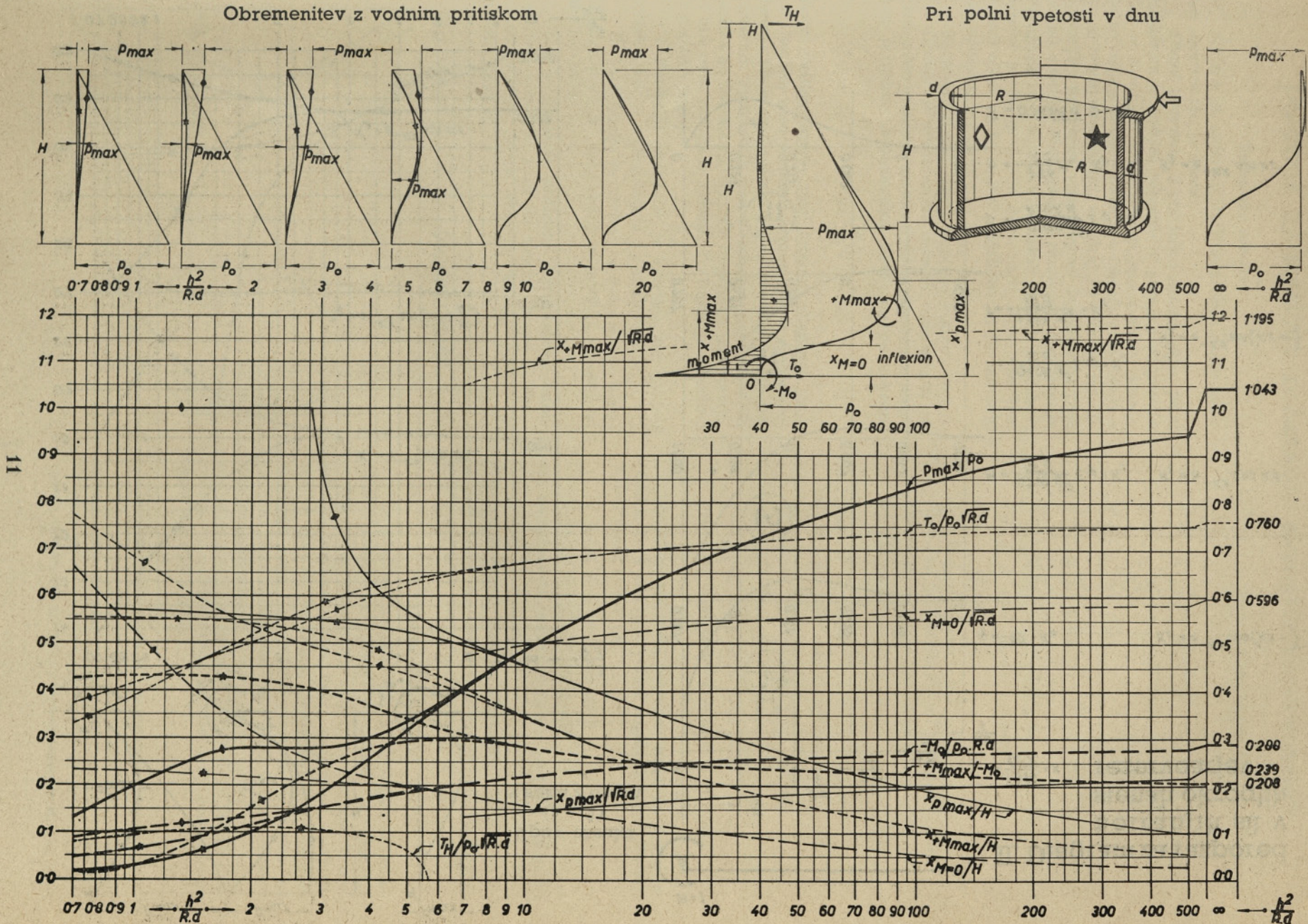
Formulae for the distributon of internal stresses in a fixed circular slab.

Three illustrative problems are attached.

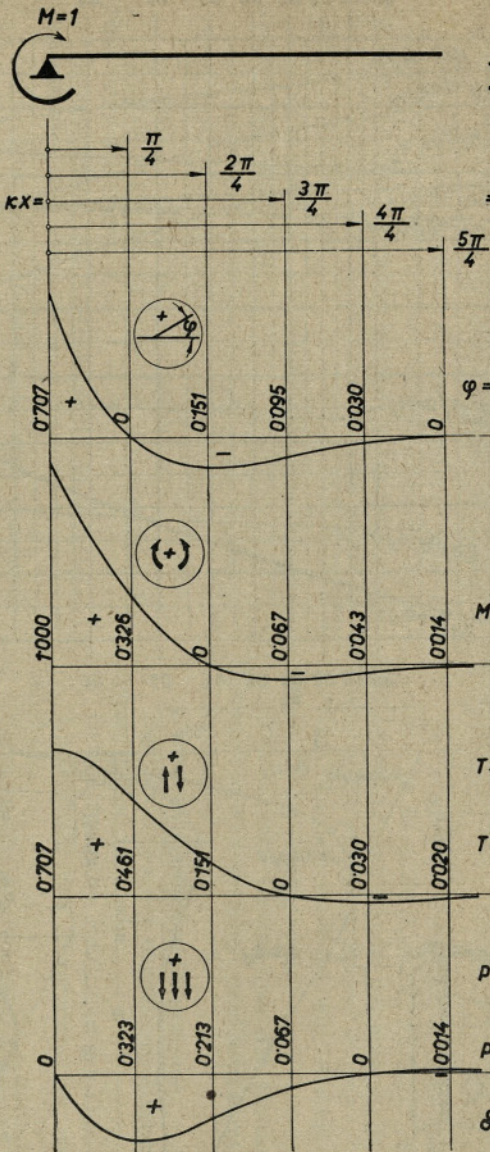
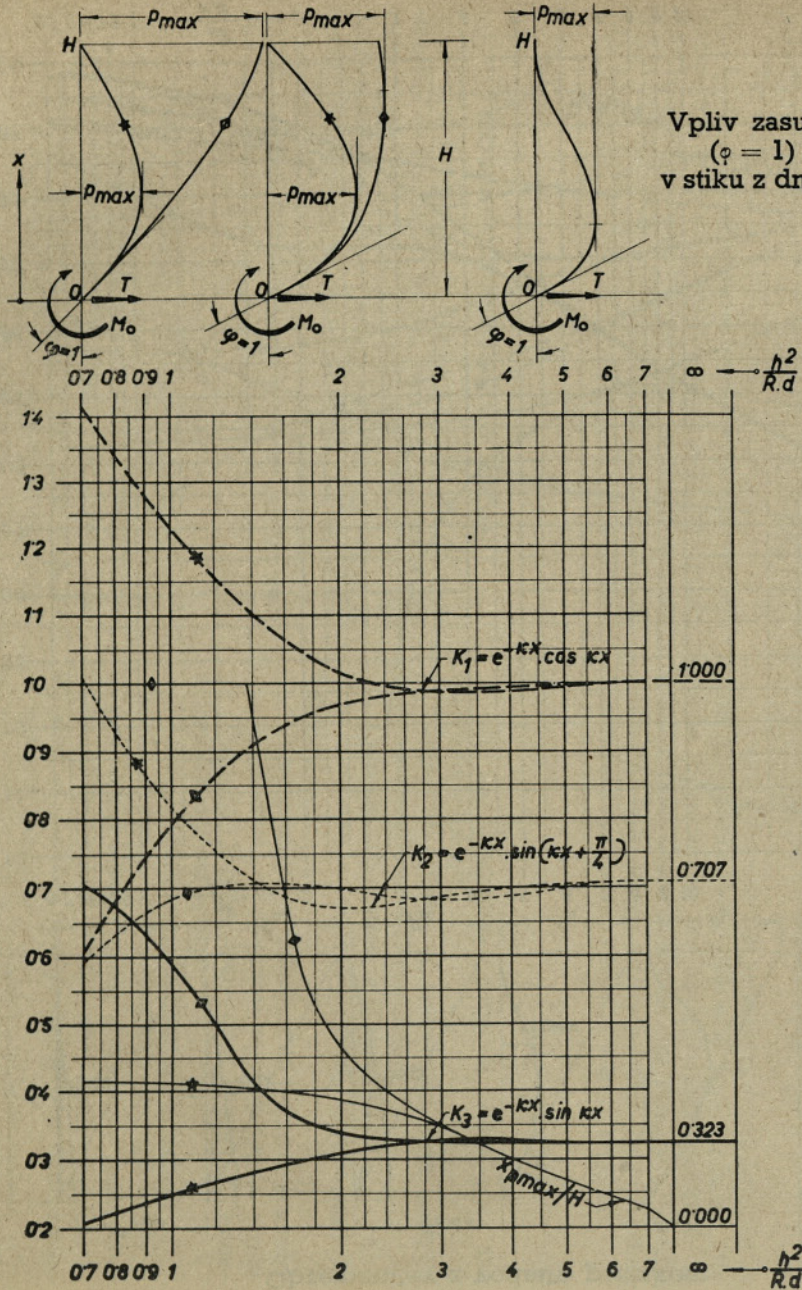
The purpose of the diagrams and the paper is to permit a relatively quick and simple analysis of tanks. This method should give results which lie as near as possible to a probably real distribution of internal stresses.

Obremenitev z vodnim pritiskom

Pri polni vpetosti v dnu



I. Diagrami za razpored notranjih sil v stenah okroglih rezervoarjev



II. Diagram za razpored notranjih sil v stenah okroglih rezervoarjev

$= \frac{1.316}{1R.d} \cdot x$
 $\varphi = -\sqrt{2} \cdot K_0 \dots K_0 = e^{-\kappa x} \cos(\kappa x + \frac{\pi}{4})$

$M = \frac{0.219 d^3}{1R.d} E \cdot \varphi = K_1 \dots K_1 = e^{-\kappa x} \cos \kappa x$

$T = -\frac{0.408 d^3}{R.d} E \cdot \varphi = K_2 \dots K_2 = e^{-\kappa x} \sin(\kappa x + \frac{\pi}{4})$
 $T = -\frac{1.865 M_0}{1R.d} = K_2$

$p = -\frac{0.760 d^3}{R.d \cdot 1R.d} E \cdot \varphi = K_3 \dots K_3 = e^{-\kappa x} \sin \kappa x$

$p = -\frac{3.46}{R.d} M_0 = K_3 \dots K_3 = e^{-\kappa x} \sin \kappa x$

$\delta = 0.76 \sqrt{1R.d} \cdot \varphi = K_3$

Diagram za statično računanje okroglih rezervoarjev

Teoretske osnove

Načelo, po katerem statično preračunamo okrogle rezervoarje, je znano:

Obroč prevzema z obodnimi silami odpor proti radialnim pritiskom tekočine v notranjosti posode. Ker so stene pri dnu trdno spojene z dnom posode, se pojavljajo »robne motnje«. Obroči v bližini dna se ne morejo raztegniti, se torej ne morejo upirati notranjim pritiskom vode, čeprav je pri dnu vodni pritisk največji. Nasprotno, v zgornjem robu nizkega okroglega rezervoarja ni nikakih vodnih pritiskov; vendar pa bo prišlo do deformacij stene navzven, vrhnji obroč se bo upiral pritiskom, ki jih zunanje sile sploh ne izvajajo!

Fizikalno si razlagamo ta pojav takole:

Obroči v posameznih višinah rezervoarja se raztegnejo premo sorazmerno nekim fiktivnim idealnim pritiskom horizontalne smeri p_h , po zakonu:

$$\delta = p_h \frac{R^2}{dE}$$

Vodni pritiski imajo znan trikotni diagram, (p_w).

Razlika med vodnimi pritiski p_w in prej navedenimi fiktivnimi pritiski p_h , se prenaša preko posameznih vertikalnih pasov rezervoarjevih sten. Ta razlika bo znašala $p_0 \cdot f(x)$. Če bi poznali to funkcijo, bi bila naša naloga že rešena. To funkcijo določimo iz sledečih pogojev:

I. Funkcija pritiskov je odvisna od jakosti obročev, ker je v sorazmerju z njih deformacijo.

II. Ta funkcija je odvisna od deformacije vertikalnega pasu, ki nanj delujejo pritiski, odvisni od iste funkcije.

Ker je funkcija pritiskov četrti odvod deformacijske funkcije, nam da zgornji pogoj diferencialno enačbo četrte stopnje, katere rešitev je dušeno nihanje.

Matematska izvajanja

$$p_w = p_h + p_0 f(x) \tag{1}$$

$$\sigma = -p_0 \frac{R^2}{dE} \left[-1 + \frac{x}{H} + f(x) \right] \tag{a}$$

$$\varphi = -p_0 \frac{R^2}{dE} \left[\frac{1}{H} + f'(x) \right] \tag{b}$$

$$M = -p_0 \frac{R^2 J}{d} f''(x) \tag{c}$$

$$T = -p_0 \frac{R^2 J}{d} f'''(x) \tag{d}$$

$$p = -p_0 \frac{R^2 J}{d} f^{(4)}(x) = p_0 f(x) \tag{e}$$

Ker je p enak $p_0 f(x)$ dobimo:

$$f^{(4)}(x) = -\frac{d}{R^2 J} f(x)$$

če je $f(x) = Ae^{kx} \sin(\alpha + kx) + Be^{-kx} \sin(\beta + kx)$ in

$$f^{(4)}(x) = -4k^4 [Ae^{kx} \sin(\alpha + kx) + Be^{-kx} \sin(\beta + kx)] \tag{3}$$

$$f^{(4)}(x) = -4k^4 f(x)$$

$$k = \frac{\sqrt[4]{3}}{\sqrt{Rd}} = \frac{1.316}{\sqrt{Rd}} \tag{4}$$

Sledi:

$$\sigma = -p_0 \frac{R^2}{dE} \left[-1 + \frac{x}{H} + Ae^{kx} \sin(\alpha + kx) + Be^{-kx} \sin(\beta + kx) \right] \tag{a}$$

$$\varphi = -p_0 \frac{R^2}{dE} \left[\frac{1}{H} + f' \right] = -p_0 \frac{R^2}{dE} \left[\frac{1}{H} + kAe^{kx} \sin(\alpha + kx) + kBe^{-kx} \sin(\beta + kx) \right] \tag{b}$$

$$M = -p_0 \frac{R^2 J}{d} \left[k^2 Ae^{kx} \cos(\alpha + kx) - k^2 Be^{-kx} \cos(\beta + kx) \right] \tag{c}$$

$$T = -p_0 \frac{R^2 J}{d} \left[k^3 Ae^{kx} \cos(\alpha + kx) + k^3 Be^{-kx} \cos(\beta + kx) \right] \tag{d}$$

$$p_0 f(x) = p_0 [Ae^{kx} \sin(\alpha + kx) + Be^{-kx} \sin(\beta + kx)] \tag{e}$$

Praktični računski postopek terja, da v enačbe (4 od a do e) vstavimo robne pogoje, ki so za povsem v dno vpeto steno tile:

V točki 0 $\delta = 0$ in $\varphi = 0$

V točki H $M = 0$ in $\varphi = 0$

pri nepodprtem rezervoarju, ali $\delta = 0$ pri okrepitvi z obročem.

Z robnimi pogoji dobimo konstante: A, B, α in β ; tako dobimo vse elemente, ki so potrebni, da izračunamo notranje sile v ostenju rezervoarja.

Grafični postopek

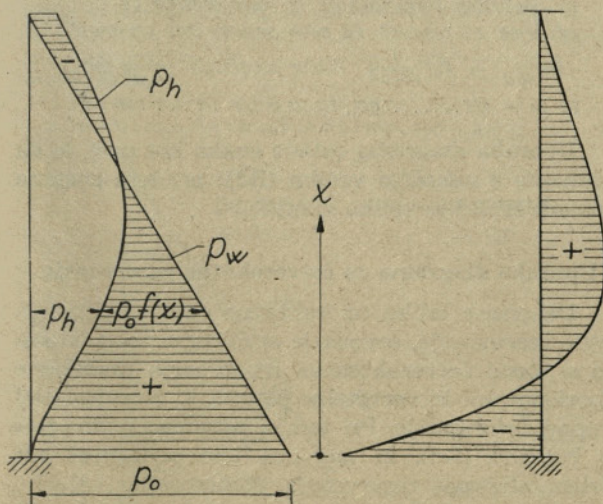
Za gradbenega inženirja, ki ni vajen matematičnih postopkov, pride v poštev še grafična metoda poizkušanja: try and error method. V diagramu predpostavimo neko razdelilno funkcijo $f(x)$, k njej konstruiramo momentno črto in deformacijsko črto. To večkrat poskušamo, dokler ne dobimo take razdelilne črte $f(x)$, ki je podobna dobljeni deformaciji vertikalnega pasu, pri čemer so horizontalne deformacije posameznih obročev zaradi p_h po velikosti enake deformaciji vertikalnega pasu zaradi $p = p_0 f(x)$.

Diagram notranjih sil okroglega rezervoarja

Da se izognemo precej napornemu delu pri prvem matematičnem postopku kakor tudi pri drugem grafično-iteracijskem, je avtor članka pripravljen diagrame za razdelitev notranjih sil okroglih

Diagram p

Diagram M



rezervoarjev, polno vpetih v dno. Ordinate so za enake iznose H^2/Rd enake ter dajejo v odvisnosti količnika H^2/Rd te podatke:

A. Obliko razdelilne funkcije $f(x)$, ki je na- nešana v podobni obliki nad pripadajoče zneske H^2/Rd .

B. Jakost maksimalnega horizontalnega pri- tiska p_h , ki je odločilen za dimenzioniranje obročne armature stene. Označen je tudi položaj, v katerem je ta maksimum. Odvisen je od višine rezervoarja, pri visokih rezervoarjih tudi od izraza \sqrt{Rd} :

$$x_{p \max}/H \quad \text{in} \quad x_{p \max}/\sqrt{Rd}$$

C. Velikost momentov polne vpetosti vertikal- nega pasa v dnu, v odvisnosti od izraza

$$p_0 Rd \quad \text{torej} \quad -M_{\max}/p_0 Rd$$

Položaj v katerem je infleksijska točka ($M=0$) je prav tako odvisen od višine H , pri visokih rezer- voarjih tudi od izraza \sqrt{Rd} :

$$x_{M=0}/H \quad \text{in} \quad x_{M=0}/\sqrt{Rd}$$

D. Velikost največjega pozitivnega upogibnega momenta kot del največjega negativnega upetost- nega momenta: $+M_{\max}/-M_{\max}$ ter točka, ki se v njej pojavlja ta maksimum:

$$x_{+M_{\max}}/H \quad \text{ozioroma} \quad x_{+M_{\max}}/\sqrt{Rd}$$

E. Velikost reakcije v dnu, ki je enaka prečni sili T_0 stene v stiku z dnom.

Pripravljajoč diagram, je avtor preračunal 15 značilnih primerov na računalu, dobljene rezul- tate pa nanese v crtež po logaritmičnih abscisah.

Upoštevanje elastične vpetosti stene v dno

Konstrukcija rezervoarja ne nudi vedno po- gojev za polno vpetost stene v dnu, temveč se v vozlišču pojavljajo zasuki, ki lahko zmanjšajo ali tudi zvečajo stopnjo vpetosti. Vpliv zasuka v vozliš- ču bomo preračunavali po Crossovem postopku. Zato moramo poznati togost rezervoarjeve lupine, ki je določena z velikostjo momenta, potrebnega za zasuk velikosti 1. (Za navadne nosilce ali plošče znaša ta togost: $4 EJ/L$ pri polno vpetem kraju, $4 EJ/L$ pri tečajnem nasprotnem ležišču, $2 EJ/L$ pri simetričnem zasuku nasprotnega ležišča in $6 EJ/L$ pri istosmernem zasuku nasprotnega ležišča.) Mate- matični izrazi, ki smo jih dobili pri spredaj navedeni diferencialni enačbi, so tile:

$$\left. \begin{aligned} \delta &= -p_0 \frac{R^2}{dE} \left[A e^{kx} \sin(\alpha+kx) + B e^{-kx} \sin(\beta+kx) \right] = p_0 \frac{R^2}{dE} K_3 \\ \varphi &= -p_0 \frac{R^2}{dE} \sqrt{1-\mu^2} \left[A e^{kx} \sin(\alpha+\frac{\pi}{4}+kx) - B e^{-kx} \sin(\beta-\frac{\pi}{4}+kx) \right] & 1 \\ M &= -p_0 \frac{1}{2k^2} \left[A e^{kx} \cos(\alpha+kx) - B e^{-kx} \cos(\beta+kx) \right] = -p_0 \frac{1}{2k^2} K_1 \\ T &= -p_0 \frac{1}{\sqrt{2}k} \left[A e^{kx} \cos(\alpha+\frac{\pi}{4}+kx) + B e^{-kx} \cos(\beta+\frac{\pi}{4}+kx) \right] = p_0 \frac{1}{\sqrt{2}k} K_2 \\ p &= -p_0 \left[A e^{kx} \sin(\alpha+kx) + B e^{-kx} \sin(\beta+kx) \right] = p_0 K_3 \end{aligned} \right\} \textcircled{6}$$

Ko vstavimo robne pogoje: na spodnjem kraju: $\delta=0$ in $\varphi=1$, ter na zgornjem robu: $M=0$ in $T=0$, oziroma $M=0$ in $\delta=0$, če je kraj podprt,

dobimo izraze za A in B ter konkretne enačbe za vsa razmerja H^2/Rd . Pri vseh visokih rezervoarjih od $H^2/Rd=\infty$ do $H^2/Rd=5.7$ so vsi rezultati skoraj popolnoma enaki. V teh primerih znaša:

$$\begin{aligned} M &= 2kEJ\varphi K_1 = \frac{2.63}{\sqrt{Rd}} EJ\varphi K_1 = \frac{0.219d^3}{\sqrt{Rd}} E\varphi K_1 \quad \text{in} \quad K_1 = 1.00 \quad \text{za} \quad x=0 \\ T &= 2\sqrt{2}k^2 EJ\varphi K_2 = \frac{4.90}{Rd} EJ\varphi K_2 = \frac{0.408d^3}{Rd} E\varphi K_2 \quad \text{in} \quad K_2 = 0.707 \quad \text{za} \quad x=0 \\ p_{\max} &= 4k^3 EJ\varphi K_3 = \frac{9.12}{Rd\sqrt{Rd}} EJ\varphi K_3 = \frac{0.760d^3}{Rd\sqrt{Rd}} E\varphi K_3 \quad \text{in} \quad K_3 = 0.323 \quad \text{za} \quad x=\frac{\pi}{4} \end{aligned}$$

p_{\max} se pojavlja v točki, ki je oddaljena od vozlišča $0.598 \sqrt{Rd}$.

Diagrami za M , T , p_{\max} in δ ter φ v odvisnosti od x so v priloženi skici narisani na desni strani, za primere visokih vrednosti H^2/Rd . (V teh primerih je konstanta $A=0$ ter predstavljajo krivulje eno- smerno dušeno nihanje).

Diagrami na levi strani kažejo za nižja raz- merja H^2/Rd velikosti togosti (K_1 za $x=0$),

reakcijo v dnu (K_2 za $x=0$) in

največji pritisk p_{\max} (K_3 za $x=x_{p\max}$)

Nad pripadajočimi izrazi H^2/Rd so narisane tudi skice deformacijske linije.

Ko statično preračunavamo rezervoar z elastič- no vpetostjo, moramo upoštevati tudi vpliv zasuka na obodne sile v vodoravnih obročih rezervoarja.

Upoštevanje vpliva prečne kontrakcije

V diagramih nismo upoštevali vpliva prečne kontrakcije. Prečna kontrakcija prav nič ne vpliva na razteznost obročev, ker se lahko stena rezer- voarja v vertikalni smeri poljubno dviga in v deformacijah ni omejena. Pač pa vpliva prečna kontrakcija na upogibnost vertikalnih pasov. Ker je zaključni obroč vezan okrog in okrog na enotni kot, se pojavljajo upogibni momenti tudi v obroču; zaradi le-teh se upogibnost vertikalnega pasu zmanjša v razmerju: $1/1 - \mu^2$. V enačbah (4) dobimo večji J .

$$4k^4 = \frac{d(1-\mu^2)}{R^2 J} \quad \text{in} \quad k = \frac{1.316}{\sqrt{Rd}} \times \sqrt{1-\mu^2}$$

za praktično obravnavanje bo najpreprosteje, če izberemo za produkt Rd neko nadomestno vrednost:

$$(Rd)_{\text{nad}} = Rd \frac{1}{\sqrt{1-\mu^2}} \quad \text{Faktor povečanja} \quad \frac{1}{\sqrt{1-\mu^2}} \quad \text{znaša} \\ \text{za } \mu = 1/5, \dots, 1.02; \quad \text{za } \mu = 1/3, \dots, 1.06$$

Uporaba diagrama ostane enaka kot prej, le da računamo z nekoliko večjim (Rd) ; pri tem postane količnik H^2/Rd nekoliko manjši.

Uporaba diagrama za četverkotne rezervoarje

Diagrame lahko uporabljamo tudi za četvero- kotne rezervoarje, seveda le aproksimativno. Misli- mo si stenó četverkotnega rezervoarja razdeljeno v horizontalne in vertikalne pasove, ki morajo imeti skupne deformacije. Pri tem si poiščimo nadomest- no količino (Rd) , ki naj ima isto podajnost kot horizontalni pas rezervoarja. Nadomestno količino (Rd_{nad}) izračunamo po zakonu enake podajnosti:

R_{nad} za popolnoma vpeto steno znaša:

$$R_{nad} = \frac{1}{\sqrt{32}} L^2 \quad (L \text{ horiz razpon})$$

Za steno, ki ni povsem vpeto, temveč manj ali več,

$$\text{znaša: } R_{nad} = \frac{1}{\sqrt{32}} L^2 \sqrt{5 - 4\alpha}$$

pri tem je α stopnja vpetosti v %.

Če stopnje vpetosti še ne poznamo, poskusimo večkrat, dokler nam rezultati ne dajo tiste stopnje vpetosti, ki smo si jo zamislili. Če je ena stranica rezervoarja daljša, bo imela nekaj manjšo vpetost od 100%, krajša stranica pa bo imela večjo vpetost od 100%. Po navadi ne gre za velike razlike od polne vpetosti.

Ta računski postopek je le približen, ker računamo s tem, da nudi plošča odpornost le v dveh pravokotnih smereh (kot to predpostavlja Marcus) ne nudi pa torzijske odpornosti. Torzijska odpornost nam znatno zmanjšuje glavne upogibne momente, terja pa, da še posebej diagonalno armiramo vogale. Pri rezervoarjih bo pogosto iz operativno tehničnih vidikov ugodnejše, če vogalov še posebej ne armiramo ter se zadovoljimo z nekoliko obilnejšo armaturo po navedeni aproksimaciji,

Formule za razpored notranjih sil v polno vpeti krožni plošči

Iz knjige: Kurt Beyer: Die Statik im Eisenbetonbau so posnete s strani 652 in 653 te formule:

Up. Moment krožne plošče s prostim robom:

$$+M_{\text{v sredi}} = \frac{q L^2}{64} (3 + \mu)$$

1. primer:

Okrogli rezervoar s premerom 5.10 m ter višino 3.60 m ima debelino stene 12 cm. Dno je debelo 20 cm, sega nekoliko navzven ter leži v solidnih tleh (gramoz). Večja debelina dna ter presežek navzven nam dopuščata, da računamo s popolno vpetostjo na stiku stene z dnom. Koefficienti so odčitani v prvem diagramu.

$$R = 2.55 \text{ m}; H = 3.60 \text{ m}; d = 0.12 \text{ m}; R_d = 0.305 \text{ m}^2; \sqrt{R_d} = 0.55 \text{ m};$$

$$\text{Karakteristika: } H^2/R_d = \frac{3.60^2}{0.305} = 42.4$$

$$\text{Največji horizontalni pritisk: } p_{\text{max}} = 0.73 p_0 = 0.73 \times 3600 = 2630 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Največja obodna sila: } S = p_{\text{max}} R = 2630 \times 2.55 = 6700 \text{ kg}$$

$$\text{Položaj obeh maksimumov: } x_{p \text{ max}} = 0.275 H = 0.275 \times 3.60 = 0.99 \text{ m}$$

$$\text{Največji negativni (vpetostni) moment vertikalnega pasu:}$$

$$-M_0 = -0.26 p_0 R d = -0.26 \times 3600 \times 0.305 = -285 \text{ kgm}$$

$$\text{Položaj infleksijske točke: } x_{M=0} = 0.085 H = 0.085 \times 3.60 = 0.306 \text{ m}$$

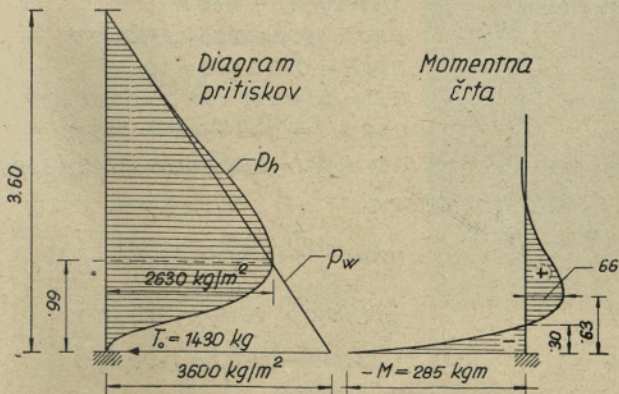
$$\text{Največji pozitivni upogibni moment: } M_{\text{max}} = 0.23 (-M_0) = 0.23 \times 285 = 66 \text{ kgm}$$

$$\text{Položaj tega momenta: } +M_{\text{max}}: x_{+M_{\text{max}}} = 0.175 H = 0.175 \times 3.60 = 0.63 \text{ m}$$

Reakcije na dno:

$$1) \text{ Vpetostni moment } M_0: M_0 = -285 \text{ kgm}$$

$$2) \text{ Osnna sila v dnu: } T_0 = 0.72 p_0 \sqrt{R_d} = 0.72 \times 3600 \times 0.55 = 1430 \text{ kg}$$



Moment polne vpetosti krožne plošče na robu:

$$-M_{\text{na robu}} = \frac{q L^2}{32}$$

Moment, ki je potreben za zasuk φ na robu:

$$M = \frac{d^3}{6L} E \psi \frac{1 + \mu}{(1 - \mu^2)}$$

Maksimalni pozitivni upogibni moment dobimo kot razliko momenta v sredini plošče s prostim robom in dejanskega vpetostnega momenta.

2. primer:

Okrogli rezervoar s premerom 3.34 m med osmi sten ter z višino 2.40 m. Dno je ravno ter podprto le na obodu skupno s steno. Debelina stene rezervoarja je 14 cm, prav toliko tudi debelina dna. Zgornji rob rezervoarja ni podprt.

Račun okrogle stene rezervoarja za popolno vpetost v dnu:

$$R = 1.67 \text{ m}; H = 2.40 \text{ m}; d = 0.14 \text{ m}; R_d = 0.234 \text{ m}^2; \sqrt{R_d} = 0.484 \text{ m},$$

$$\text{Karakteristika: } H^2/R_d = \frac{2.40^2}{0.234} = 24.6$$

$$\text{Največji horizontalni pritisk } p_{\text{max}} = 0.655 \times 2400 = 1570 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Položaj za } p_{\text{max}}: x_{p \text{ max}} = 0.335 H = 0.335 \times 2.40 = 0.805 \text{ m}$$

$$\text{Moment popolne vpetosti v dnu: } M_0 = -0.245 p_0 R d = -0.245 \times 2400 \times 0.234 = -138 \text{ kgm}$$

$$\text{Položaj infleksijske točke: } x_{M=0} = 0.115 H = 0.115 \times 2.40 = 0.275 \text{ m}$$

$$\text{Največji pozitivni moment: } +M_{\text{max}} = 0.245 (-M_0) = 0.245 \times 138 = 34 \text{ kgm}$$

$$\text{Prečna sila ob dnu: } T_0 = 0.705 p_0 \sqrt{R_d} = 0.705 \times 2400 \times 0.484 = 820 \text{ kg}$$

Togost krožne lupine izračunamo po drugem diagramu.

$$M = \frac{0.219}{\sqrt{R_d}} E \psi d^3 K_1 = \frac{0.219}{0.484} (E \psi d^3) = 0.452 (E \psi d^3)$$

Račun ravnega dna rezervoarja za popolno vpetost v steni:

$$\text{Prosti upogibni moment v sredini: } \frac{3}{64} q L^2 = \frac{3}{64} \times 2400 \times 3.34^2 = 1250 \text{ kgm}$$

$$\text{Moment popolne vpetosti na robu: } \frac{2}{64} q L^2 = \frac{2}{64} \times 2400 \times 3.34^2 = 835 \text{ kgm}$$

$$\text{Togost dna pri simetričnem zasuku: } \frac{1}{6L} (E \psi d^3) = \frac{1}{6 \times 3.34} (E \psi d^3) = 0.050 (E \psi d^3)$$

Račun vperosnega momenta na stiku stene z dnom.

$$\text{Togost stene: } 0.452 (E \psi d^3) \text{ v } \% \dots \dots \dots 90\%$$

$$\text{Togost dna: } 0.050 (E \psi d^3) \text{ v } \% \dots \dots \dots 10\%$$

$$M_{\text{stene}} = 138 + (835 - 138) 90\% = 138 + 627 = 765 \text{ kgm}$$

$$M_{\text{dna}} = 835 - (835 - 138) 10\% = 835 - 70 = 765 \text{ kgm}$$

Vpliv zasuka na upogibne momente v dnu:

$$\text{Največji pozitivni moment v dnu: } 1250 - 765 = 485 \text{ kgm}$$

$$\text{Največje osne sile v dnu: } 820 + 1710 = 2530 \text{ kg}$$

Vpliv zasuka na notranje sile v steni rezervoarja:

Ta vpliv je analiziran po drugi tabeli (desna polovica):

$$\text{Dodatni pritisk v steni: } p_{\text{max}} = \frac{0.346}{R_d} M_0 K_3 = \frac{0.346}{0.234} \times 627 \times 0.323 = 3000 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Položaj za } p_{\text{max}}: x_{p \text{ max}} = \frac{\pi \sqrt{R_d}}{4 \times 1.316} = \frac{\pi \times 0.484}{4 \times 1.316} = 0.289 = 0.29 \text{ m}$$

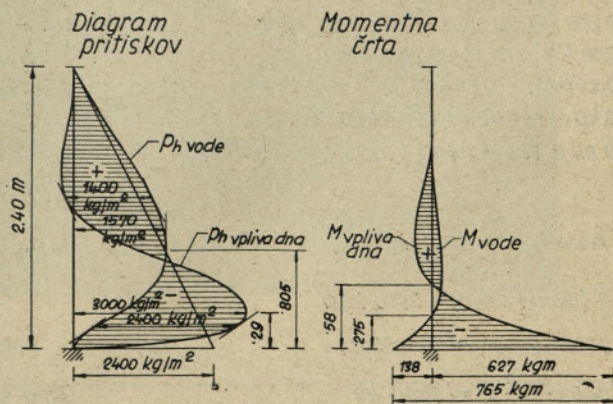
p izgine na štirikratno dolžino: 1.16 m

Infleksijska točka M=0 se nahaja na dvojni dolžini: 0.58 m

$$\text{Prečna sila ob dnu: } T = \frac{1.865}{\sqrt{R_d}} M_0 K_2 = \frac{1.865}{0.484} \times 627 \times 0.707 = 1710 \text{ kg}$$

$$\text{Obodna sila: v spodnjem delu: } S = pR = -2400 \times 1.67 = -4000 \text{ kg}$$

$$\text{v zgornjem delu: } S = pR = +1400 \times 1.67 = +2330 \text{ kg}$$



3. primer:

Četverkotni rezervoar: dolžina stranic med osmi znaša 4,20 m in 5,40 m, višina 4,00 m. Dno je debelejšje, tako da lahko računamo s popolno vpetostjo v stiku sten z dnom. Če bi imeli na obe stranici enak pritisk na horizontalne pasove, bi vpetost v vogalih četverkotnika računali po zakonu zaključenega okvira:

$$\text{Vpetostni moment: } q \frac{L_1^3 + L_2^3}{L_1 + L_2} = q \frac{4,20^3 + 5,40^3}{4,20 + 5,40} = 2,00 q$$

Stopnja vpetosti krajše stranice: $\alpha_1 = \frac{2,00 q}{q L_1^2 / 12} = \frac{2,0 \times 12}{4,20^2} = 1,36$; Stopnja vpetosti daljše stranice: $\alpha_2 = \frac{2,00 q}{q L_2^2 / 12} = \frac{2,00 \times 12}{5,40^2} = 0,826$

Po večkratnih poskusih si izberemo manjše faktorje in sicer, za krajšo stranico: $\alpha_1 = 1,11$

Račun krajše stranice:

$$\frac{4,00^2}{2,34} = 6,8$$

$$\frac{1}{\sqrt{32}} L_1^2 \sqrt{5-4\alpha} = \frac{4,20^2}{5,66} \times \sqrt{5-4,44} = 2,34 \text{ m}^2$$

$$0,4 p_0 = 0,4 \times 4000 = 1600 \text{ kg/m}^2$$

$$0,51 \times 4,00 = 2,04 \text{ m}$$

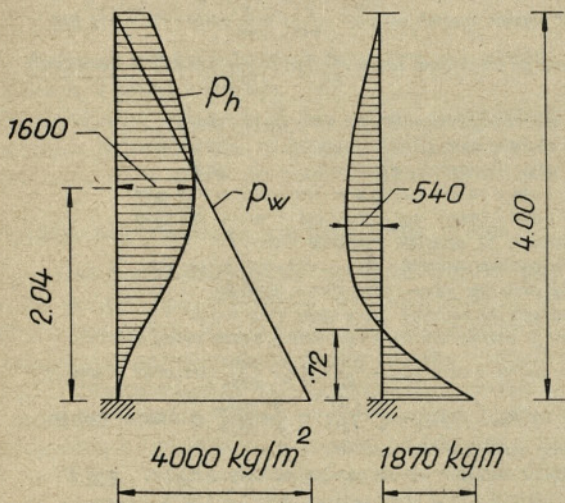
$$1600 \times \frac{4,20^2}{12} \times 1,11 = 2610 \text{ kgm}$$

Ker sta oba vpetostna momenta približno enaka, čeprav v raznih višinah se lahko odločimo za predvideno razdelitev.

Izračun vertikalnih pasov:

Krajša stranica:

Diagram pritiskov Momentna črta



$$\begin{aligned} 6,80 & - 2,34 \text{ m}^2 \\ 1600 \text{ kg/m}^2 & - 2,04 \text{ m} \\ 0,200 \times 4000 \times 2,34 & = 1870 \text{ kgm} \\ 0,18 H & = 0,18 \times 4,00 = 0,72 \text{ m} \\ 0,29 (-M_0) & = 0,29 \times 1870 = 540 \text{ kgm} \\ 0,40 H & = 0,40 \times 4,00 = 1,60 \text{ m} \\ 0,64 p_0 \sqrt{Rd} & = 0,64 \times 4000 \times 1,53 = 3920 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$1600 \times \frac{4,20^2}{8} = 3510 \text{ kgm}$$

$$\frac{1}{2} (2610 + 2540) = 2570 \text{ kgm}$$

$$3510 - 2570 = 940 \text{ kgm}$$

$$1600 \times \frac{4,20}{2} = 3360 \text{ kg}$$

za daljšo stranico: $\alpha_2 = 0,93$

Račun daljše stranice:

$$\frac{4,00^2}{5,85} = 2,73$$

$$\frac{1}{\sqrt{32}} L_2^2 \sqrt{5-4\alpha} = \frac{5,40^2}{5,66} \times \sqrt{5-3,72} = 5,85 \text{ m}^2$$

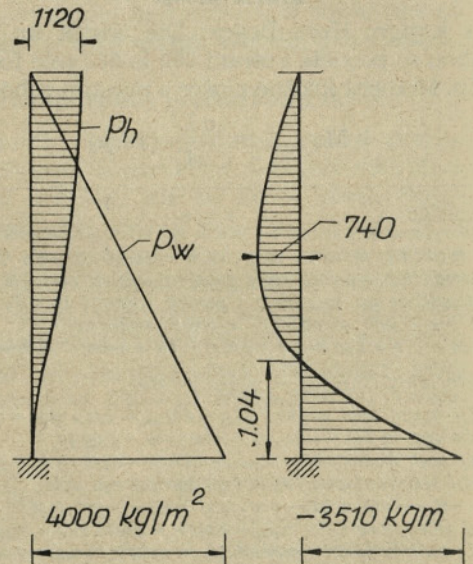
$$0,28 p_0 = 0,28 \times 4000 = 1120 \text{ kg/m}^2$$

$$1,0 \times 4,00 = 4,00 \text{ m}$$

$$1120 \times \frac{5,40^2}{12} \times 0,93 = 2540 \text{ kgm}$$

daljša stranica:

Diagram pritiskov Momentna črta



$$\begin{aligned} H^2/Rd & - Rd & 2,73 & - 5,85 \text{ m}^2 \\ p_{max} & - x_{pmax} & 1120 \text{ kg/m}^2 & - 4,00 \text{ m} \\ & - M_0 & 0,150 \times 4000 \times 5,85 & = 3510 \text{ kgm} \\ x_{M=0} & & 0,26 H & = 0,26 \times 4,00 = 1,04 \text{ m} \\ + M_{max} & & 0,21 (-M_0) & = 0,21 \times 3510 = 740 \text{ kgm} \\ x_{+Mmax} & & 0,49 H & = 0,49 \times 4,00 = 1,96 \text{ m} \\ T_0 & & 0,54 p_0 \sqrt{Rd} & = 0,54 \times 4000 \times 2,42 = 5220 \text{ kg} \end{aligned}$$

Izračun horizontalnih pasov:

$$p_{max} \frac{L^2}{8}$$

$$-M$$

$$+M_{max}$$

Oсна sila S

$$1120 \times \frac{5,40^2}{8} = 4060 \text{ kgm}$$

$$\frac{1}{2} (2610 + 2540) = 2570 \text{ kgm}$$

$$4060 - 2570 = 1490 \text{ kgm}$$

$$1120 \times \frac{5,40}{2} = 3020 \text{ kg}$$

PROJEKT - NIZKE ZGRADBE

LJUBLJANA

PARMOVA 33/III

TELEFON 32-029

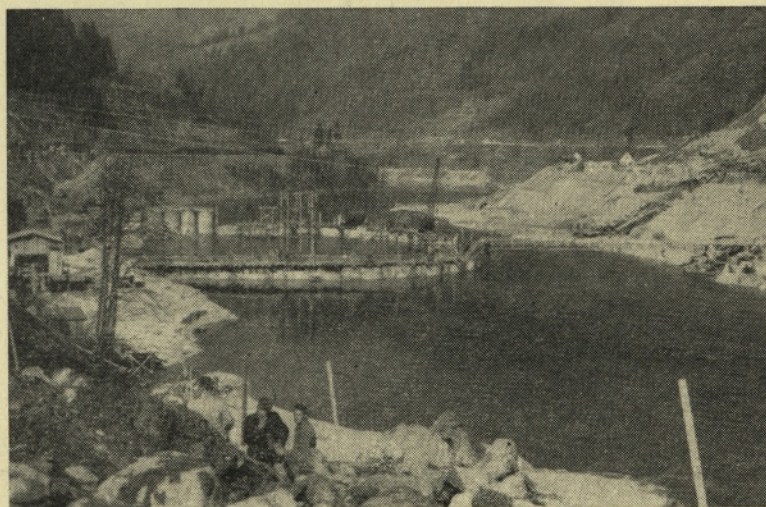
izvršuje projektne naloge za:
ceste, mostove, vodovode, kanalizacije,
hidrocentrale, melioracije, regulacije,
pristaniške zgradbe, visoke in nizke
zgradbe, vodnogospodarske osnove.

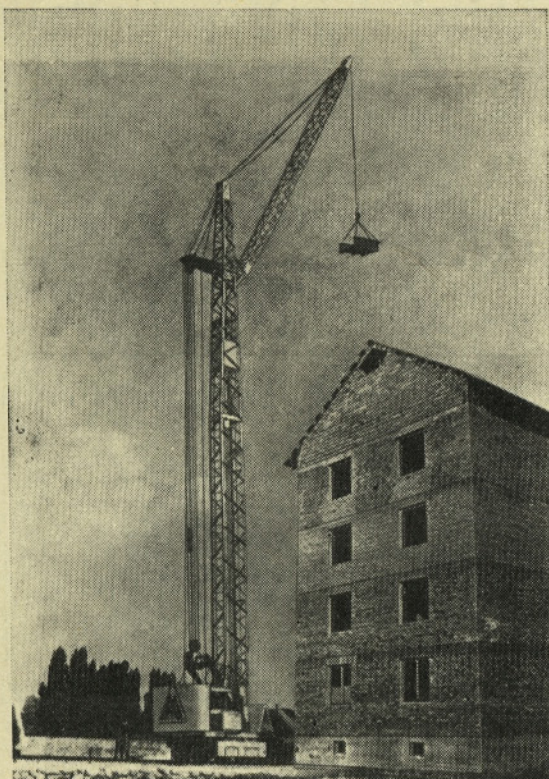
PODJETJE ZA
INŽENIRSKO-
TEHNIČNE
GRADNJE

Tehnogradnje

VUZENICA

Z GRADBIŠČI
HE OŽBALT,
HE VUHRED in
MARIBOR-CENTER
STROKOVNIH ŠOL,
PROJEKTIRA in
IZVAJA VSA
V INŽENIRSKO-
TEHNIČNO
STROKO
SPADAJOČA
GRADBENA DELA





*Ne z desetimi -
Samo z enim!*

Z našim vrtljivim gradbenim
stolpnim žerjavom

„**POHORC**“

14 tm

boste gradili
hitro in z lahkoto

Posebne prednosti...

Vožnja v krivinah...

Transport

v nerazstavljenem stanju...

Moderna konstrukcija, največja zmogljivost
in lepa oblika so odlike izdelka podjetja

• **METALNA** •

TOVARNA KONSTRUKCIJ, STROJNIH NAPRAV,
POLJEDELSKIH STROJEV IN LIVARNA

MARIBOR

ZAŠČITNI
ZNAK

