

5-6



**GRADBENI
VESTNIK**

1951

V S E B I N A

Ing. Lojze Kerin: VODNO GOSPODARSTVO OB UVAJANJU NOVIH GOSPODARSKIH UKREPOV — Dr. ing. Herbert Meischeider: PROBLEMI TEMELJENJA NA KOLEH — Ing. Rudolf Jenko: DIMENZIONIRANJE ZGORNJEGA USTROJA PRI SODOBNIH CESTAH — Ing. Ernest Udovč: SPLOŠEN POMEN UMETNIH PLASTIKOV IN NJIH UPORABNE MOZNOSTI V GRADBENISTVU — Rudolf Žerjal: OBNAVLJANJE IN VZDRZEVANJE STARIH FASAD — TEHNIČNE IZPOPOLNITVE — Ing. Bogomir Ranc, Jože Požauko: GRADNJA KANALOV VELIKEGA PROFILA S POMOČJO VRTALNEGA ŠČITA »KRT« — KRITIKA NAŠEGA DELA — Ing. Martin Obran: NEKAJ MISLI O KVALITETI GRADENJ — NOVOSTI IZ DRUGIH REVIJ — S. Walker, L. Bloem: IZBOR RAZMERJA MED BETONSKIMI SESTAVINAMI

Ing. Lojze Kerin:

Vodno gospodarstvo ob uvajanju novih gospodarskih ukrepov

Sleherna gospodarska panoga more pričakovati od novih gospodarskih ukrepov uspešnejšega razvoja le, če pristopa k njim z dovolj poglobljeno analizo predhodnih nedostatkov in z dovolj proučenimi in jasno določenimi smernicami za nadaljnje delo.

V panogi vodnega gospodarstva je treba prikazati, kako ta součinkuje pri ustvarjanju narodnega dohodka, iz česar je razviden pomen panoge za narodno gospodarstvo in kar jo postavlja v strukturi gospodarske proizvodnje na ustrezno mesto. Proučiti moramo zato, kako ji zagotoviti skladen razvoj z ostalimi gospodarskimi panogami, kakšna organizacijska oblika bo v danih pogojih najzanesljivejše jamstvo za uspešno delo, kako skrajšati birokracijo do skrajnih možnih mej in na osnovi take analize pravočasno preskrbeti za vse potrebne zakonite predpise in izvršiti ostale predpriprave, kar bo dalo pogoje in smernice za delo.

I. VODNO GOSPODARSTVO IN NARODNI DOHODEK

V trditvi, ki jo često slišimo od domačih in tujih strokovnjakov, da je iz urejenosti vod na nekem področju razvidna tudi stopnja splošnega gospodarskega razvoja, je zajeta tudi misel, da mora ta dejavnost bistveno učinkovati na narodni dohodek.

Danes nihče več ne dvomi, da je izkoriščanje voda v energetske svrhe pogoj za uspešen razvoj najrazličnejših panog narodnega gospodarstva. Ta zavest je pri nas že prodrla in se na vseh merodajnih mestih poudarja važnost izgradnje energetskih naprav, ker je to v interesu razvoja proizvodnih sil naroda. Industrializacija brez dovoljne pogonske sile je nemogoča. Hidroenergija je nadalje ekonomičnejša od termoenenergije in imamo pogoje za njeno izgradnjo. Zato je treba skrbeti za pravočasno in dovoljno izgradnjo hidroenergije — termoenenergije le kolikor je neobhodno potrebno — da ne pridemo do usodnega nesoglasja v razvoju našega gospodarstva in s tem do nezaželenih motenj v ustvarjanju narodnega dohodka.

Kot drugo vprašanje je vprašanje melioracij. Ta veja vodnega gospodarstva je do danes mnogo manj prodrla v zavest ljudskih množic, vendar pa moramo ugotoviti, da prav ta veja zelo mnogo pomeni za razvoj proizvodnih sil naroda in za ustvarjanje presežne vrednosti.

Če pa primerjamo kmetijsko proizvodnjo Jugoslavije s Holandijo, Dansko, Ameriko, Belgijo itd., moramo ugotoviti, da se pri omenjenih državah giblje posevek v odnosu na pridelek v razmerju 1:16 do 1:20, medtem ko se pri nas često borimo, da dosežemo razmerje 1:7 do 1:10. To pomeni, da moramo zaradi naše zaostalosti v kmetijski proizvodnji dopuščati, da si druge naprednejše države ustvarjajo iz te panoge na naš račun posebne dobičke, kar je predvsem neugodno za našo zunanjo trgovino. Zato moramo nekaj ukreniti, da bomo uspešno dvignili proizvodnjo v kmetijstvu in se čimprej približali drugim razvitejšim deželam.

Mnogo se govori o mehanizaciji kmetijske proizvodnje, kar je vsekakor važen faktor, ki ga ne smemo niti zanemariti niti zapostavljati. Drugi moment, ki se često poudarja, je intenziviranje obdelovanja kmetijskih površin z ustreznimi agrotehničnimi ukrepi. Dosledno pa ali vsaj često se pozablja na tretji moment, na vprašanje hidrotehničnih melioracij in s tem na rešitev tistega pogoja v kmetijski proizvodnji, ki je neizogiben in z nikakimi drugimi sredstvi nadomestljiv. Voda je tisti osnovni element za vegetacijo, ki mora biti pravilno doziran količinsko in časovno, da bodo drugi ukrepi, agrotehnični in mehanizacija, čimbolj uspešni. Tega načela se držijo v kmetijstvu napredne države (Holandija, Belgija, Amerika, Sev. Italija itd.) in zato dosežajo uspehe. Tako pri mehanizaciji, kakor pri agrotehničnih ukrepih so možne razne modifikacije, vprašanje doziranja vode za raznovrstne kmetijske kulture pa je mogoče rešiti le s primernimi hidromelioracijskimi ukrepi, le z obvladanjem vodnega režima. S tem ne trdimo, da se ne bi mogli delno izogniti temu pogoju z raz-

porejanjem odgovarjajočih kultur na tista področja, za katera je vprašanje vode že po narodi do neke mere rešeno, toda s tem problema še nismo odpravili. Le s harmoničnim sodelovanjem med hidromelioracijami in ostalimi ukrepi bomo preprečili plačevanje posebnih dobičkov iz te panoge drugim državam v nedogled, kar je vidnega pomena za ustvarjanje našega narodnega dohodka. S tem pa ni rečeno, da so melioracijska dela v prid samo kmetijstvu, četudi je to glavni interesent, temveč so ta dela pogosto v prid raznim drugim panogam narodnega gospodarstva, kakor prometnim napravam, naseljem, narodnemu zdravju itd. Podrobnejše analize menimo, da zaradi obširnosti na tem mestu niso umestne, treba pa bo o njih razpravljati posebej.

V pogledu urejanja vodnih tokov je stvar na prvi pogled nekoliko bolj komplicirana — predvsem pri večjih rekah. Često je tu težavno prikazati ekonomsko dokumentacijo v tako vidni obliki, kakor pri energetiki in melioracijah. Vendar pa moramo upoštevati, da so predvsem melioracije pa tudi energetika čisto tiste veje hidrotehnične dejavnosti, ki brezpogojno zahtevata rešitev tudi regulacijskih gradenj, ker bi bile sicer i melioracije i energetske naprave neizvedljive ali nesmotrne.

Ti in mnogi drugi faktorji zahtevajo urejanje vodotokov, četudi včasih tu vprašanje ni tako jasno razvidno ali ga ni mogoče tako prepričljivo ekonomsko prikazati. Če regulacije vodotokov ne bi imele svojih opravičil, potem se razvite kapitalistične države s tem vprašanjem ne bi ukvarjale, temveč bi pustile razvoj rečnih tokov prirodni stihiji. Dejstvo pa je, da se vse naprednejše dežele intenzivno ukvarjajo s problemom urejanja vodnih tokov in jih tudi urejajo.

Vedeti moramo, da je ureditev velikih rek do hudourniških področij čisto pogoj za nadaljnjo izgradnjo objektov iz področja vodnega gospodarstva pa tudi iz drugih gospodarskih panog. Dragocene HC z akumulacijskimi prostori niso koristne, če bo te prostore zaradi nezadostnega urejanja vodnih tokov zapolnil kmetijski material ali pa bo neurejena voda poleg kmetijskih površin rušila ceste, železnice, industrijske naprave, naselja itd.

Naloga vodnega gospodarstva je prvenstveno skrbeti za pravilen vodni režim in ga popravljati v smislu zahtev narodnega gospodarstva po količinskem merilu. Je pa še drugo važno vprašanje, ki ga ne smemo zanemariti, to je kakovost vod. Domala vse naše industrijske naprave se s tem ne ukvarjajo v zadostni meri. Vodo spuščajo po uporabi v proizvodnji v rečne toke, ne glede na stopnjo onečiščenja. To vprašanje je zelo pereče že danes, še težje posledice pa bi bile, če se ta odnos pri nadaljnjem razvoju industrije ne bi izboljšal.

Če pogledamo v razne razvite kapitalistične države, vidimo, da se intenzivno bavijo s kakovostjo vod, gradijo čistilne naprave, da odpravijo kvarne posledice nečistih vod in istočasno skušajo izkoristiti odpadne snovi v največji možni meri. Če se one držijo tega načela, potem ga nikakor ne bi smeli zanemarjati pri nas, v izgradnji socializma, ker je to viden izraz upo-

števanja koristi ljudske skupnosti in ker to zahteva skladnost v razvoju narodnega gospodarstva.

Glede vodne preskrbe, ki predstavlja tudi eno izmed vej vodnega gospodarstva, ugotavljamo po podatkih Glavne uprave za komunalne zadeve, da je v LRS preskrbljenih ca 27% prebivalstva z vodovodno vodo.

Vodovod je ena izmed važnih postavk družbenega standarda, posebno če upoštevamo, da imamo v republikki razmeroma obsežna kraška področja, ki jim primanjkuje pitne vode. Da se temu vprašanju ni posvečalo dovolj pažnje, je razvidno iz dejstva, da so bili v okviru LRS, kakor tudi v okviru FLRJ zgrajeni mnogoteri objekti, predvsem ekonomije, a svojemu namenu niso mogli zadovoljivo služiti, ker ni bilo rešeno vprašanje pitne vode. Tako se je dogajalo, da smo morali na novo zgrajenih ekonomijah dovažati za živino vodo s kamioni tudi do 50 km daleč. Tak način prav gotovo ni gospodarski in se je treba lotiti tega pravočasno.

Trenutno je pomanjkanje cevi za gradnjo novih vodovodov prav gotovo resna ovira, vendar je treba pripomniti, da je bilo tudi v tem pogledu v preteklih letih mnogo napak, ker so zaradi hitrejše izpolnitve plana izdelovali cevi prevelikih premerov. V bodočem finančnem sistemu bo sprostitve zakona vrednosti te nedostatke gotovo najhitreje odpravila. Posvetiti pa je treba temu vprašanju mnogo pažnje in angažirati primerna podjetja za izdelavo vodovodnih cevi in drugega materiala v intenzivnejši meri.

Če kritično pretraseemo navedena dejstva, prihajamo do zaključka, da je dejavnost na vodnogospodarskem področju eden od neizogibnih faktorjev za ustvarjanje narodnega dohodka. Podrobnejše analize k tej trditvi pa bo treba narediti posebej.

II. VPRAŠANJE SAMOSTOJNEGA GOSPODARSKEGA RAČUNA

Posebej je treba poudariti, da vodno gospodarstvo ne nastopa kot podjetje ali ustanova v smislu neposrednega proizvajalca blaga. Vodno gospodarstvo je izrazita uslužnostna ustanova, ki izvaja gradbena dela v prid mnogih prizadetih gospodarskih panog. Specifičnost vodnega gospodarstva je v tem, da v svoji proizvodnji ustvarja objekte, ki predstavljajo osnovna sredstva družbene skupnosti in ki izdatno pomnožujejo konstantni del družbenega kapitala in s tem nudijo pogoje za ustvarjanje in povečevanje presežne vrednosti. Zato vodnega gospodarstva ne moremo tretirati tako kot kako industrijsko podjetje ali n. pr. panogo kmetijstva ali panogo gozdarstva, katerih finalni proizvodi gredo lahko direktno na trg. V novem finančnem sistemu je treba upoštevati te kriterije, ki razen elektrogospodarstva in plovnih poti izključujejo možnost samostojnega gospodarskega računa v vodnem gospodarstvu, zahtevajo pa, da se osvojijo

najsmotrnejše organizacijske oblike, ki bi jamčile za uspešen razvoj izgradnje v tej panogi.

V preteklih letih, ko se je industrializaciji, energetiki, rudarstvu in nekaterim drugim panogam posvečalo mnogo pažnje, niso razen energetike dovolj upoštevali izgradnje ostalih vej vodnega gospodarstva. A dejstvo je, da tudi problematika ni bila dovolj prikazana. Da bi bila v novih pogojih v zadovoljivi meri zajamčena izgradnja, pristopa Glavna uprava za vodno gospodarstvo k osnovanju vodnogospodarskega sklada, ki bo zajamčil najnujnejša dela na področju vodnega gospodarstva, tako na vzdrževanju že obstoječih naprav, kakor tudi na gradnji novih objektov v potrebni meri, da ne pridemo v prevelika nesoglasja v splošnem razvoju narodnega gospodarstva. Vodnogospodarski sklad, o katerem bo treba posebej govoriti, se bo formiral iz proizvodnje onih gospodarskih panog, ki jim je največ do urejenega vodnega gospodarstva. Tako bomo v novem finančnem sistemu lahko našli najprimernejšo organizacijsko obliko, ki bo zajamčila skladnost izgradnje v vodnem gospodarstvu z drugimi gospodarskimi panogami.

III. INVESTICIJSKA IZGRADNJA

1. Perspektivne investicije:

Po izvršeni analizi pri Glavni upravi za vodno gospodarstvo bi bilo treba investirati v LRS za novogradnje v poglavitnih panogah vodnega gospodarstva (energetika, regulacije, melioracije, hudourniki, vodovodi in kanalizacije) ca 50—56 milijard din v današnji vrednosti, kar znaša povprečno letno ca:

1,1 milijarde din	planirano	na 50 let
1,4	"	" " 40 "
1,8	"	" " 30 "
2,6	"	" " 20 "

če bi hoteli doseči današnjo stopnjo razvoja nekaterih gospodarsko razvitih držav. Te okolnosti in pa ekonomski učinek teh del, kar bo treba posebej prikazati, so opozorilo, da ne smemo dalje odlašati. Je pa v tem še drugo važno opozorilo, to je vprašanje vzgoje visokokvalificiranih strokovnih kadrov. Že minimalni navedeni program zahteva ca 100 hidrogradbenih inženirjev. Imamo jih pa danes le 35, katerih povprečna starost znaša 45 let. Iz tega je razvidno, da nam manjka predvsem naraščajca, zato bo treba posvečati vzgoji strokovnih kadrov mnogo pažnje.

2. Vzdrževalna dela:

V postavko vzdrževanja hidrotehničnih objektov spadajo prvič vsi že zgrajeni umetni hidroobjekti, drugič pa prirodni toki voda. Če upoštevamo, da je bilo v LR Sloveniji po

podatkih Glavne uprave za vodno gospodarstvo doslej že ugrajenih (za vse panoge vodnega gospodarstva, razen HC) ca 8,8 milijard v današnji vrednosti dinarja, pridemo do zaključka, da bi bilo treba za vzdrževanje samo imenovanih objektov letno porabiti po pripadajočih stopnjah amortizacije 183 milijonov dinarjev.

Pri vzdrževanju je treba upoštevati poseben značaj te dejavnosti, ker imamo opravka s prirodnim dinamičnim elementom — vodo —, ki zahteva posebno organizacijo tudi pri vzdrževalnih delih. Obstoječa organizacijska oblika ustanove vodnega gospodarstva je bila postavljena kot taka že z analizo teh okolnosti. Tudi praksa je pokazala, da podjetniški način za ta dela ni umesten, ker zaradi potrebnih predel (projektov, revizij projektov, pogodb s podjetjem etc.) ni dovolj prožen, temveč bo umestnejše, vzdrževalna dela izvajati v režiji, ki ekonomičneje izrablja delovno silo in jamči za večji efekt v delu.

Pri vzdrževanju vodnih tokov nikakor ne smemo pozabiti na hudourniške gradnje. Dejstvo je namreč, da tudi teh gradenj nihče ne vzdržuje ali jih vzdržuje samo v omejenem obsegu kvečjemu takrat, ko je že nastopila faza porušitve. Sistem stalnega vzdrževanja je treba razširiti tudi na hudourniške objekte, na katerih imajo posebno važno vlogo pravilno gojeni in vzdrževani nasadi ob strugah. Ker je v okviru vodnega gospodarstva organizacija že toliko razvita, da bi jo bilo le z malenkostno pojačitvijo lahko uporabiti tudi na hudourniških področjih, ne bi bilo umestno razvijati posebne organizacije za hudourniška področja, predvsem za regulirane vodotoke.

Hidromelioracijski objekti imajo glavnega interesenta jasno določenega, to je kmetijstvo. Da bo možno v tej panogi doseči uspehe, je Glavna uprava za vodno gospodarstvo pristopila k organizaciji vodnih zadrug. Članom vodnih zadrug bo v prid pravilno delovanje melioracijskih hidrosistemov, zato je umestno njim poveriti nalogo vzdrževanja, potem ko so objekt zgradili. Tudi gradnjo in vzdrževanje manjših vodovodov bi bilo umestno organizirati z vodnimi zadrugami, ki bodo imele važno vlogo v izgradnji.

Vzdrževanje vseh vrst hidrocentral, plovnih poti in raznih industrijskih naprav ob vodah, spada v pristojnost koristnikov. V vsakem slučaju pa je potrebno vzdrževanje izvajati po direktivah in v soglasju z vodnogospodarskimi organi.

3. Gradnja novih objektov:

V tej postavki bomo obravnavali samo tiste veje vodnega gospodarstva, ki doslej niso bile dovolj upoštevane, a imamo pogoje za njih izgradnjo, to je regulacije, melioracije in hudournike, Vodovodov in kanalizacij ne upoštevamo iz razloga, ker za nje še niso dani pogoji zaradi pomanjkanja cevi in ostalega materiala, kar bo treba predhodno oskrbeti.

Če se hočemo približati drugim, razvitejšim deželam in doseči skladnost v razvoju v republiki z drugimi gospodarskimi panogami, je treba investirati po podatkih Glavne uprave za vodno gospodarstvo za regulacije, me-

lioracije in hudournike v današnji vrednosti dinarja povprečno letno:

200 milijonov planirano na dobo 80 let
260 " " " " 60 "
390 " " " " 40 "
520 " " " " 30 "
790 " " " " 20 "

Kakor smo že omenili, je pogoj za dvig kmetijske proizvodnje izgradnja melioracijskih hidrosistemov poleg agrotehničnih in drugih ukrepov. To vprašanje je še posebno važno z ozirom na pričakujoči porast prebivalstva. Razumljivo je, da v prihodnjih letih glede na gospodarsko situacijo še ne bi bilo mogoče postaviti maksimalnega programa, to je zgoraj predvidevane investicijske izgradnje na dobo 20 ali 30 let. Zato bi bilo umestno, pričeti z manjšo kapaciteto, to je s planom izgradnje za dobo 60 ali 80 let ter jo postopoma večjati tako, kakor bodo dani ekonomski pogoji, da bi mogli izgradnjo izvršiti v dobi 20 do 40 let. Predvidoma se bomo v tej dobi gospodarsko že tako dvignili, da bomo mogli izpolniti plan po teh napovedih.

Posebno vprašanje v zvezi z izgradnjo v vodnem gospodarstvu je vprašanje mehanizacije. S primitivnimi sredstvi prav gotovo ne bo mogoče izvršiti obsežnih del glede na razpoložljivo delovno silo pa tudi ekonomsko je nedopustno, da bi se taka obsežna dela posebno pri izkopih pa tudi pri drugih delih izvajala brez mehanizacije. Zato bo treba ustvariti zadostno mehanizacijo in to v čim večji meri z domačo proizvodnjo ter jo izpopolniti iz uvoza s tistimi stroji, ki jih ne bo mogoče izdelati.

S tem smo nakazali problematiko v zvezi investicijske izgradnje, ki jo je treba upoštevati in ki se jo bo moglo v novem finančnem sistemu reševati le z ustanovitvijo vodnogospodarskega sklada.

IV. ORGANIZACIJO ORGANA ZA VODNO GOSPODARSTVO JE TREBA DO KRAJA RAZVITI, A BIROKRACIJO SKRČITI NA MINIMUM

Po obstoječih predpisih je za izgradnjo investicijskih objektov potrebna cela vrsta faz investicijskih predel. Ugotoviti je treba, katere faze predel so v vodnem gospodarstvu neizogibne, vse ostalo naj odpade, da bo organizacija v tem pogledu v novem finančnem sistemu čim enostavnejša in čim bolj prožna.

Nepotrebno in neumestno je v vodnem gospodarstvu govoriti o širši, kakor tudi o ožji lokaciji. Če govorimo o hidrotehničnem objektu, se ta pojem vedno nanaša na nek določen prostor, ki ga ni mogoče drugače locirati, kakor nam diktira priroda sama. Potrebne so zaradi tega le zadostne predstudije, predvsem pri gradnji velikih objektov, kakor so HC, akumulacijski bazeni itd., pri čemer je treba znanstveno raziskati in ugotoviti, katero mesto je najprimernejše. O teh stvareh ne more neka ad hoc sestavljena komisija odločati ali je lokacija pravilna ali ne. Isto tako se pri regulacijah in melioracijah izvajajo dela le tam, kjer in kakor to diktira pri-

roda in kakor je to v skladu z ostalo izgradnjo. Tudi pri vodovodih nima niti širša niti ožja lokacija pomena, ker gre tudi v tem primeru za to, da je objekt najugodnejše situiran glede na pogoje prirode in na potrebe interesentov. Na drugi strani pa je n. pr. pomanjkljivost, da se v sedanjih praksi izvajajo gradbeni objekti brez predhodnega vodopravnega postopka. Tako ostaja cela vrsta vprašanj nerešenih, kar ustvarja zmedo, nezadovoljnost in večkrat upravičeno kritiko.

Nadaljnja občutna ovira je razlastitveni postopek, ki zaradi svoje kompliciranosti preprečuje uspešen potek del. Umestno bi bilo razlastitveni postopek uvesti le v slučaju, če ni mogoče na drug način doseči primerne sporazuma za odstopljena zemljišča, naprave itd. Sporazumi naj bi se reševali po vodopravnem postopku. Za razlastitve pa naj bi se postopek čim bolj poenostavil.

Iz tega sledi, da je nujno potrebno pretrsti vso problematiko investicijskih predel v panogi vodnega gospodarstva in izdati zakonite predpise, ki naj vse faze predel čim bolj poenostavijo. Le tako bomo mogli doseči prožnost organizacije za ta dela in uvesti ustrezno zakonitost v izgradnjo.

Iz vsega navedenega sledi, da se je treba dotakniti tudi organizacijske oblike organa za vodno gospodarstvo, od katerega je odvisna ekonomičnost dela. Po današnji organizacijski obliki ima Glavna uprava za vodno gospodarstvo v republiškem merilu 2 sektorja: študijski in operativni. V študijskem sektorju je treba v sedanji dobi posebno paziti na intenzivnost dela iz razloga, da bomo imeli čimprej rešeno široko problematiko vodnega gospodarstva, ki bo smotrno uravnavala nadaljnjo izgradnjo.

Pri uvajanju sedanje organizacijske oblike je bila analizirana vsa problematika, o kateri smo govorili, na osnovi česar je sledilo, da je treba v republiki organizirati najmanj 5 vodnogospodarskih uprav po vodozbirnih področjih, ki so že osnovane in sicer za sedaj:

- Ptuj, za Dravo in Muro,
- Celje, za Savinjo,
- Ljubljana, za Savo s pritoki od izvira do Zidanega mosta,
- Brežice, za Savo s pritoki od Zidanega mosta do hrvaške meje ter Kolpo,
- Nova Gorica, za Kras in pritoke Jadrana.

Kot nedostatek v sedanji organizacijski obliki se je pojavil, da vodno gospodarstvo pri OLO-jih nima svojega zastopnika. Že sedanja praksa je pokazala, da bo treba uvajati postopoma tudi pri OLO-jih referate za vodno gospodarstvo v svetih za

komunalne zadeve. Razumljivo je, da tega ne bo mogoče izvesti na mah pri vseh OLO-jih, ker tudi ni zato potrebnih kadrov, temveč jih bo treba uvajati postopoma po takem vrstnem redu, kakršnega bo diktirala potreba glede na razpoložljive strokovne kadre.

Ker je urejeno vodno gospodarstvo v prid najrazličnejšim panogam narodnega gospodarstva, so bile v preteklosti težnje, ki se še pojavljajo, da vsaka izmed teh panog rešuje izgradnjo hidroobjektov sama za svoje potrebe in koristi. Tak način izgradnje je pokazal, da so nastale med naravo in izgradnjo velika nesoglasja glede na smotne možnosti urejanja in izkoriščanja vod, za kar imamo nešteto primerov.

Iz navedenih razlogov vodnega gospodarstva ni mogoče odnoso ne bi bilo umestno razbiti po raznih gospodarskih panogah, temveč ga je treba enotno voditi, ker bo le na ta način dano jamstvo za uspešno in pravilno izgradnjo.

Praksa je že pokazala, da bo postavljena organizacijska oblika ustrezala potrebam, ni pa se mogla še do kraja razviti. Zato jo bo treba le izpopolnjevati in pustiti, da se razvije in zaživi, za kar bodo dani pogoji z ustanovitvijo vodnogospodarskega sklada. Nikakor pa ne bi bilo umestno postavljati novih temeljev organizacijske oblike.

V. ZAKLJUČKI:

Da bo ob prehodu na nov finančni sistem jasneje opredeljen pomen vodnega gospodarstva in da bodo tudi naloge v zvezi s tem določene postavljene, izvajamo iz navedene naslednje zaključke:

1. Vodno gospodarstvo je izredno važna in neizogibna gospodarska panoga za ustvarjanje soglasja v razvoju družbenih proizvodnih sil in s tem za povečanje narodnega dohodka.

2. Da bo v smislu smotrne razvoja proizvodnih sil v dovoljni meri zajamčena dejavnost na področju znanstvenih raziskav, vzdrževanja in izgradnje v panogi vodnega gospodarstva, je treba ustanoviti vodnogospodarski sklad in zanj pravočasno izvršiti vsa potrebna preddela ter mu dati zakonito moč.

3. Vodno gospodarstvo s izjemo elektrogospodarstva in plovnih poti ne nastopa kot

neposreden proizvajalec blaga v takem smislu kakor n. pr. razna industrijska podjetja in razne druge gospodarske panoge, temveč je njena dejavnost uslužnostnega značaja, kar zahteva svojevrstno obliko finančnega poslovanja, v čemer mora biti jamstvo za optimalni efekt dela.

4. Vzgoji visokokvalificiranih in srednje-kvalificiranih strokovnih kadrov je treba posvečati vso pažnjo, ker sicer ne bo mogoče izvršiti postavljenih nalog.

5. Za vzdrževanje hidroobjektov in prirodnih vodnih tokov je treba razviti do kraja že obstoječo organizacijsko obliko in vzdrževanje organizirati na najekonomičnejši in najuspešnejši način, to je v režiji. Tak sistem vzdrževanja je treba zaradi enostavnosti in gospodarstvenosti razširiti preko že obstoječih vodnogospodarskih uprav tudi na regulirane hudourniške vodotoke.

6. V interesu povečavanja kmetijske proizvodnje je treba pospešeno nadaljevati z delom na ustanavljanju in pravilnem delovanju vodnih zadrug.

7. Da bo možno razmeroma obsežna dela izvajati, ki so v panogi vodnega gospodarstva potrebna, in da bodo ta dela čim ekonomičnejša, je treba ustvariti ustrezno mehanizacijo v čim večji meri iz domače proizvodnje, le v kolikor to ni mogoče, iz uvoza.

8. Skrb za pravilno izgradnjo v vodnem gospodarstvu mora biti poverjena pristojni republiški ustanovi, ki mora s primerno organizacijo v prid vsem prizadetim gospodarskim panogam smotno razvijati dejavnost svojega področja za realizacijo optimalnih možnosti izgradnje v vodnem gospodarstvu.

9. Že obstoječe organizacijske oblike organa za vodno gospodarstvo nikakor ni umestno v bistvu spreminjati, temveč jo le nadalje razvijati, odnosno izpolnjevati v takem smislu, da se do kraja razvije in zaživi. Uvajati je treba postopoma zastopstva tega organa tudi pri OLO-jih.

10. Za čim smotrnejšo organizacijo pospešene investicijske izgradnje je treba zakoniti postopek investicijskih preddel v vodnem gospodarstvu z odgovarjajočo uredbo, ki naj vsebuje vse bistvene elemente, a nepotrebno naj izloči.

Dr. ing. Herbert Meischeder,
Zavod za geološka istraživanja NRS, Beograd

Problemi temeljenja na koleh

(Predavanje na Tehniški visoki šoli v Ljubljani dne 12. junija 1951)*

1. Določitev nosilnosti posameznih kolov

V zadnjih petnajstih letih je mehanika tal zelo napredovala in mnogi pojavi, opazovani v naravi ali pri gradnjah, so bili matematično

raztolmačeni. Razen tega so bile uvedene nove preizkusne metode, da bi se dobile številčne vrednosti kot osnova za nove metode dimenzioniranja ali računanja.

Uporabljivosti takšnih analitičnih računskih metod ne smemo precenjevati. Bilo pa bi še bolj napačno, če bi zaradi razlik, ki so bile

*) Nemški originalni tekst je prevedel dr. ing. Luj o Šuklje.

počesto ugotovljene med računom in meritvijo, vrgli vse te poizkuse tolmačenja v koš in bi se vrnili na stališče »starega praktika«, ki rešuje vse probleme samo iz izkušnje in po svoji beležnici. Pri tem nikakor nočemo reči, da ne pridejo mnogi izkušeni inženirji z zdravim inženirskim občutkom do pravih zaključkov, ne da bi poznali teoretično mehaniko tal. Saj mehanika tal ni takšna veja tehnike, ki bi jo smeli samo analitično obravnavati, temveč je zmes računa, preizkušanja v laboratoriju in na stavbišču ter opazovanj v naravi. Zato so vse računske metode samo pomagala in ena glavnih nalog inženirja je ta, da spozna, kdaj lahko takšne metode uporabi in kakšne so jim meje. Ker so tla zamotano sestavljena in ker posamezne gradbene izvedbe zelo različno posegajo v strukturo tal, so metode mehanike tal pogosto še nezanesljive in računске metode se uporabljajo samo tako dolgo, dokler jih ne zamenimo s takšnimi, ki meritvam in opazovanjem še bolje ustrezajo. Pri tem pa v mnogih primerih zadostuje, da se zedinimo na enotno definicijo pri enotni izvedbi preizkusa, — kakor n. pr. pri tornem kotu φ , čigar točna ugotovitev je vsekakor sporna. Končno so osnovane tudi betonske konstrukcije na številčnih vrednostih, ki jih določimo s preizkusnimi kockami točno odredene velikosti po točno odmerjenem času.

Mehanika tal je pomožna veda, ki naj da gradbenemu inženirju številčne osnove za preračun temeljev glede na stojnost in glede na nosilnost. Za ploske temelje so bile prav v zadnjem času izvedene zlasti v Franciji, na Holandskem in v Belgiji [1, 2] zelo izčrpne analitične raziskave mejne nosilnosti, ki omogočajo preračun v skladu s teorijo. Za globinsko temeljenje masivne zgradbe se mejna obremenitev še ne da z zadostno varnostjo določiti, pa tudi ni tako važna; zanje je namreč važnejše vprašanje dopustnega usedanja in na to vprašanje more mehanika tal približno odgovoriti.

V naslednjih vrsticah bomo na kratko pokazali, kaj smo do danes o temeljenju na kolen spoznali in kaj nam danes zanje mehanika tal nudi. Izhodno vprašanje je seveda najprej določitev nosilnosti posameznega kola. Ta problem so skušali rešiti po več poteh.

a) Obrazci zabijanja

Že skoro pred petdesetimi leti so bile postavljene prve enačbe, ki naj bi določale nosilnost posameznega kola glede na odpor, ugotovljen pri zabijanju poizkusnega kola. V sliki (preglednici) 1 je zbrana vrsta takšnih obrazcev. Vsi so izvedeni iz osnovne Sternove enačbe tako, da se poenostavijo ali izpremenijo privzetki o stopnji elastičnosti pri trku. Osnovna misel te metode je zelo enostavna. Pri enaki padni višini ovna merimo ugrezek na udar ali na skupino zadnjih deset udarov in pravimo, da more nositi kol toliko več, kolikor teže prodira. Toda teorija in izkustvo sta pokazala, da kolu ne smemo vedno no-

silnosti odrekati, če se je pri skupini zadnjih deset udarov preveč ugreznil. Vsekakor je na primer mogoče, da kol, ki smo ga s hitrim zabijanjem zabili v droben, z vodo nasičen pesek, bistveno presega predpisane pogoje*) o dopustnem ugrezku, da pa pri statični obremenitvi kljub temu nosi velika bremena. Isto lahko ugotovimo pri mnogih glinastih tleh. Značilno je temeljenje mostu preko reke Bosut na avtostradi Beograd—Zagreb. Tu so mogli kole z veliko lahkoto zabijati skozi zgornje glinaste in prašnate plasti v prašnato glino, ki leži v globini 9,50 do 14,15 m pod vodno gladino; tudi v tej glini so se koli še zelo ugrezali. Ker pa je bilo ugotovljeno, da je indeks konsistence te gline približno 1 (glina je torej težko gnetna, skoro poltrdna), in ker je spodaj ležeča plast prašnato peščene ilovice s konsistenčnim indeksom 0,5 zopet mehkejša, so nadaljnje zabijanje opustili. Usedki, ki jih je treba pričakovati zaradi obremenitve te ilovice, so bili zavestno uračunani, da so se mogli uporabiti krajši koli in da se je skrajšal čas gradnje. Kljub neugodnim podatkom zabijanja je pokazala statična preizkušnja nosilnost, ki je za uporabljene lesene kole dovolj velika, in izrabna obremenitev kolov je bila določena na osnovi statične obremenilne preizkušnje.

Ti pojavi nastanejo zato, ker vzbude streslaji pri zabijanju v drobnih peskih — zlasti, če so z vodo prepojeni — nihanja delcev tal. Torna trdnost in z njo odpor zabijanja upadeta zaradi teh nihanj skoro na nič; pa tudi zaradi razmeroma majhne propustnosti tal, ki povzročijo, da se pod udari voda v porah napne. Napeta voda pa pomeni zmanjšanje torne trdnosti in nosilnosti. Pri zabijanju v glini se seštejeta dva vpliva. Prvič povzroči napetost v porni vodi, da odteka odvečna voda med plaščem kola in tlemi [3], kar seveda zmanjša trenje, drugič pa nastopijo tudi tiksotropni pojavi. S tiksotropijo označujemo dejstvo, da nekatere zemljine — tako zlasti gline in prašnate gline — pri stresljajih svojo trdnost izgube in postanejo kašnate, v miru pa se potem spet počasi utrdijo. Vsak inženir, ki se ukvarja s temeljenjem, ve, da kole po premoru med zabijanjem težko spravimo v gibanje in da s časom nekako prirastejo.

Nadalje očitajo dinamičnim obrazcem, da v njih ni upoštevana izguba energije zaradi deformacije tal. Pri novejših delih [4] so tudi poizkusili, da bi odnose med silo trka, zemelnim odporom in energijo preoblikovanja točneje zajeli z diagrami premikanja, ki jih rišejo primerne priprave ob glavi kola in ob ovnu. Dalje se da lahko uvideti, da ni vseeno, če zabijamo kol na zgornjem koncu ali pa — kakor na primer kol sistema Franki —

*) V Nemčiji: 40 mm na 10 udarov za lesene kole, če je oven približno dvakrat tako težak kakor kol in je udarno delo 1,5 mt; 30 mm na 10 udarov za gotove kole iz armiranega betona, če je teža ovna približno enaka teži kola in če je udarno delo 2 mt.

OBRAZCI ZABIJANJA

Slika 1.

	Avtor	Obrazec	Običajni količnik varnosti	Pojasnilo znakov, pripombe
1.	Stern	$Q_{din} = \frac{EF}{L} \left[-s + \sqrt{s^2 + \frac{2RLh(R+m^2G)+2Ls(R+G)^2}{EF(R+G)}} \right]$		
2.	Redtenbacher	$Q_{din} = \frac{EF}{L} \left[-s + \sqrt{s^2 + \frac{2LR^2h}{EF(R+G)}} \right]$	3...4	G = teža kola (t) E = prožnostni modul kola kg/cm ² F = prerez kola (cm ²) L = dolžina kola (cm) R = teža ovna (kg) s = zadnji ugrezek (cm) h = padna višina ovna (cm)
3.	Eytelwein	$Q_{din} = \frac{1}{s} \frac{R^2 h}{R+G} + (R+G)$		m = število trka = 0,0 za neelastični trk 0,5 za polelast. trk 1,0 za elast. trk
4.	Brix	$Q_{din} = \frac{1}{s} \frac{R^2 h G}{(R+G)^2}$	4...5	
5.	Holandski obrazec	$Q_{din} = \frac{1}{s} \frac{R^2 h}{R+G}$	6	
6.	Hiley	$Q_{din} = \frac{R^2}{R+G} \frac{h-h_0}{s}$	3...4	$h_0 = \frac{h_1 s_2 - h_2 s_1}{h_2 - h_1}$ Določi se poizkusno
7.	Engin. News Form.	$Q_{din} = \frac{12 R h}{s+k}$	6	k = 1" pri počasnem udarjanju k = 0,1" pri parnem nabijalu R, W v ameriških funtih h v čevljih, s v palcih
8.	Rausch	$Q_{din} = \frac{R h}{s} \frac{R+m^2 G}{R+G}$		$m = \frac{1}{G} \left[R - (R+G) \sqrt{\frac{h'}{h}} \right]$ h' = višina odskoka
9.	Gersovanov	$Q_{din} = \frac{F_n}{2} \left[\sqrt{1 + \frac{4}{nF} \frac{R h}{s} \frac{R+0,2G}{R+G}} - 1 \right]$	2	$\frac{F}{G} \frac{v}{t} m^2 \quad \frac{h}{n} \frac{v}{m}$ po vrsti kola in podlage

spodaj. V prvem primeru so tla gotovo čisto drugače obremenjena kot v drugem primeru, ko učinkuje udar zlasti na plast, ki leži pod peto kola.

Takšne ugotovitve in omejitve same terjajo, da uporabljamo dinamične obrazce samo za nevezljiva tla [3]; pri tem je treba pri drobnih peskih, ki so z vodo prepojeni, odpor zabijanja prav tako zelo kritično presojati in vsekakor ga smemo meriti šele po daljšem premoru v zabijanju (po jugoslovanskih predpisih najmanj po enem dnevu; nemški predpisi DIN 1054 [5] napačno navajajo, da pred meritvijo ne sme biti nobenega premora). Pri vezljivih tleh naj bi se dinamični obrazci sploh ne uporabljali, ker morejo biti — tudi po premoru v zabijanju — rezultati docela svojevoljni in ker ni nikake zveze med dinamičnim odporom zabijanja in statično nosilnostjo, ki je odvisna od strižne trdnosti tal.

Čeprav ta spoznanja niso nova in se dajo v slovstvu vsepovsod najti, se takšni dinamični obrazci še vedno mnogo uporabljajo. V Ameriki je izredno razširjena zelo enostavno zgrajena »Engineering news formula«, čeprav pravi Terzaghi, da je »cena, ki se plačuje za umetno poenostavitev problema, zelo visoka« [6], kajti temelj je ali predimenzioniran ali pa se vendarle pojavijo naknadno usedanja. V severozapadni Evropi pa je zelo priljubljen »holandski obrazec«. Tudi v Zenici so na primer na zahtevo dobavne tvrdke izvajali temeljenje prvih dveh koksniških baterij po tem obrazcu. V tem posebnem primeru določajo globino zabijanja samo na podlagi odpora pri zabijanju, ne da bi upoštevali slojne profile, ki so bili ugotovljeni z vrtnjem. Tako zabijejo del kolov skozi plast debelega proda v sivico, ki leži pod njim, drugi koli pa obtiče že v produ, čeprav bi se koli potem, ko bi premagali mestoma zelo velik odpor pri zabijanju v produ, verjetno spet nekoliko laže ugrezali.

b) Statični obrazci za nosilnost

Zelo pogosto se uporablja tudi statični obrazec za nosilnost kola, ki ga je postavil Dörr na osnovi Engesserjeve teorije o zemeljnem pritisku. Ta obrazec daje celotno nosilnost kot vsoto trenja ob plašču in odpora na konici:

$$T = M + S = \gamma \varepsilon_1 \frac{t^2}{2} U \rho + \varepsilon_2 t F; \quad (1)$$

v obrazcu pomenijo:

γ = prostorninsko težo,

$\varepsilon_1 = 1 + \operatorname{tg}^2 \varphi$,

φ = ježni kot tal,

t = dolžino kola,

U = obseg kola,

ρ = količnik trenja med tlemi in kolom,

F = prerez kola,

$\varepsilon_2 = \operatorname{tg}^2 (45 + \frac{\varphi}{2})$.

Obrazec je zato tako zapeljiv, ker vsebuje geotehnične vrednote, ki se dajo v laboratoriju razmeroma lahko določiti, in ker more zajeti vpliv različne slojevitosti tal. Razen tega so vrednosti, ki se dobe po tem obrazcu, pri normalnih dolžinah kolov v mejah, kakršne so se po izkušnji pokazale kot možne in verjetne. Vendar pa obstoji zoper uporabo Dörrovega obrazca več očitkov [3, 7]:

1. Ne moremo kar tako privoliti, da se največje trenje ob plašču in največji odpor ob konici enostavno seštejeta; različne so namreč deformacije, pri katerih se moreta mobilizirati.
2. Obrazec izhaja iz privzetka naravnega ježnega kota, ki za vezljive zemljine sploh ne obstoji. Kljub temu se v večini primerov in v katalogih tvrdk vedno molče enači ježni kot s kotom notranjega trenja.
3. Čeprav prispeva navadno po tem obrazcu glavni delež notranje trenje, se stanje konsolidacije tal ob kolu sploh ne upošteva.
4. V mnogih zemljinah ni nujno, da zemeljni pritisk na plašč sploh učinkuje; saj more v vezljivih tleh vrtna prosto obstati tudi brez zaščitne cevi. Razen tega so novejša raziskovanja o zemeljnem pritisku pokazala, da zemeljni pritisk z globino nikakor vedno ne raste. Zato se v Nemčiji celo pri uvrtenih kolih Dörrov obrazec ne sme uporabljati.
5. Faktor za odpor na konici moremo na osnovi najnovjših del Caquot'a izraziti ostreje in bolje.

Nekega drugega statičnega obrazca za nosilnost, ki ga je razvil Maag leta 1947, na tem mestu ne bomo obravnavali; ker zanemarija trenje ob plašču, se more namreč uporabiti le v posebnih primerih; nasproti Dörrovemu obrazcu se odlikuje samo po izboljšanju izraza za odpor na konici.

c) Obrazci, izvedeni iz teorije prožnosti

Za plitve temelje je bilo postavljenih za nosilnost več obrazcev, ki izhajajo iz preudaraka, da se prično tla pod obtežbo izmikati, če je v kateri koli točki strižni odpor premagan. Pri sovisnici med obtežbo in usedki poizkusne obremenitve kola obstoje — vsaj teoretično — tri obtežbena področja. Najprej se deformirajo tla elastično-plastično in črta usedkov je približno prema. Ko preseže breme določeno mejo, se prično tla izmikati, sovisnica usedkov se močneje usloči navzdol. Ko je prekoračena mejna obremenitev, se kol ugrezne; črta usedkov preide v navpičnico. V praksi pa teh treh področij navadno ne moremo razločiti; sovisnica med obtežbo in usedki kaže navadno zvezne prehode brez kolen; kvečjemu ugreznitev je izrazitejša. Kljub temu pa so upravičeni poizkusi, da bi tudi za temelje na koleh začetek plastičnega lezenja in porušno napetost računsko določili. Za brez-krajno dolg pasovni temelj je obrazec za takozvano »kritično robno napetost« (to je za

začetek plastičnega lezenja) pač splošno znan in ga tu ni treba ponovno navajati. Za krožni prerez — ki ga imajo navadno tudi koli — je postavil Ferrandon sledečo enačbo [8]:

$$p = \frac{p_0 + p_k}{\frac{1}{2} \cdot \frac{1 + \sin \varphi}{\sin \varphi} \sqrt{\frac{1 + \sin \varphi}{3 - \sin \varphi}} - 1} \quad (\text{kg/cm}^2); \quad (2)$$

tu je p_0 = teža zemeljnih gmot nad ravnino, ki gre skozi konico kola, = γt ,

γ = prostorninska teža tal nad ravnino konice kola,

t = globina ravnine skozi konico kola

$p_k = k \text{ctg } \varphi$,

k = kohezija,

φ = kot notranjega trenja.

Ta obrazec se da seveda pametno uporabiti samo, če nosi kol le s konico in če trenje ob plašču ne dodaja nobenih opornih sil.

Za porušno napetost kola, ki nosi samo s konico, je Caquot obrazec, ki je izpeljan za brezkrajno dolg pas, prilagodil krožnemu

prerezu tako, da je dodal faktor $e^{\frac{\text{tg } \varphi}{5}}$; piše ga v obliki

$$p = \gamma t \text{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\varphi}{2} \right) e^{\pi \text{tg } \varphi} e^{\frac{\text{tg } \varphi}{5}} \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (3)$$

Izračun deleža, ki ga ima pri nosilnosti trenje ob plašču, je zelo težka naloga. To vprašanje se da raziskovati sploh samo za tla, ki so konsolidirana, pri katerih torej voda v porah med posameznimi trdnimi delci ni niti pod zmanjšanim niti pod zvečanim pritiskom. V prvem primeru se more trenje ob plašču zaradi nabrekanja tal — ob pristopu vode — dokaj povečati, v drugem primeru pa morejo tla, ki se pod lastno težo še konsolidirajo, svojo odvečno poro vodo oddati; zato se njihova prostornina zmanjša, tla se usedejo in lahko v tem ali onem primeru ob kolu obise. Tedaj se pojavi tako zvano »negativno trenje ob plašču«; ne samo, da kol nosilnost od trenja ob plašču deloma ali docela izgubi, marveč je v primernih okolnostih celo dodatno obremenjen.

Tudi na tem področju so se Francozi v zadnjih letih posebno odlikovali. Poizkusili so rešiti problem z vrsto obrazcev, ki bodo v naslednjem navedeni v primerjavi z Dörr-ovim. Vrednost za trenje ob plašču je za snov brez kohezije:

po Dörru:

$$M = \gamma \frac{t^2}{2} U \rho s_1 = \gamma \frac{t^2}{2} U \rho (1 + \text{tg}^2 \varphi), \quad (4)$$

po Lehueronu, Kériselu in Bonneauju:

$$M = \gamma \frac{t^2}{2} U a \text{tg} \varphi$$

z $a = 1,73 \ 2,13 \ 2,86 \ 3,94 \ 5,64 \ 8,44 \ 13,30$
za $\varphi = 10^\circ \ 15^\circ \ 20^\circ \ 25^\circ \ 30^\circ \ 35^\circ \ 40^\circ$

po Caquotu in Kériselu [1]:

$$M = \frac{\gamma t^2}{0,5 d} F s''_3,$$

$$s''_3 = 0,52 \text{tg} \varphi + 0,20 \sin \varphi;$$

ρ = količnik trenja med kolom in tlemi,

φ' = kot notranjega trenja,

d = premer kola.

Primerjajmo obrazce po številkah, ki se dobe za primer, da je kol, ki nosi le s trenjem, dolg 7 m in ima premer 30 cm, tla pa imajo geotehnične vrednosti $\gamma = 1,8 \text{ t/m}^3$, $\varphi' = 25^\circ$ (= φ), $\rho = \text{tg } 25^\circ$.

Po Dörru je:

$$M = 1,8 \cdot \frac{49}{2} \cdot 0,94 \cdot 3,94 \cdot 0,465 (1 + 0,465^2) = 23,4 \text{ t,}$$

Po Lehueronu, Kériselu in Bonneauju:

$$M = 1,8 \cdot \frac{49}{2} \cdot 0,94 \cdot 3,94 \cdot 0,465 = 76 \text{ t,}$$

po Caquotu in Kériselu:

$$M = \frac{1,8 \cdot 49}{0,15} \cdot 0,071 (0,242 + 0,085) = 13,7 \text{ t.}$$

Vidimo, da se rezultat po najnovejši enačbi v velikostni stopnji približuje rezultatu po Dörru.

Vse enačbe za trenje ob plašču veljajo v podani obliki samo za tla brez kohezije. Za vezljiva tla podajata Caquot in Kérisel vpliv kohezije v prostoru nad ravnino skozi konico kola v obliki

$$M_k = k \frac{t}{0,25 d} s''_5 F,$$

$$s''_5 = 1 - 0,20 \sin 1,5 \varphi.$$

Obrazci Caquota in Kérisela, ki so bili izvedeni čisto matematično iz teorije elastičnosti, so bili nekajkrat preizkušeni s poizkusnimi obremenitvami, izvršenimi v Franciji; izmerjene vrednosti za porušno obremenitev se z računskimi prav dobro ujemajo [1]. Kljub temu pa bodo dajali ti obrazci vedno samo približne vrednosti, kajti samo zelo redko so tla tako enakomerno sestavljena, da so izpolnjeni privzetki, s katerimi so bili obrazci izvedeni. Če tiče konice kolov v pesku ali produ, je s sedaj razpoložljivimi sredstvi skoro nemogoče določiti geotehnične značilnosti teh slojev neoporečno; ne dajo se namreč dobiti nepoškodovani vzorci. Vendar bi bilo dobro, da bi se čim več poizkusnih obremenitev v tem smislu izvedlo, da bi se mogla uporabnost takšnih obrazcev še dalje razjasniti.

d) Preizkusne obremenitve

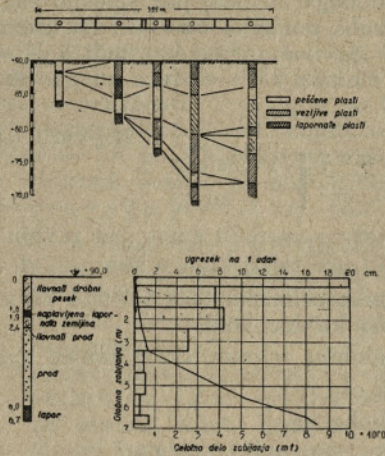
Ker vidimo, da so vse računske metode za določitev nosilnosti posameznih kolov dvomljive, je prav pri temeljenju na koles preiskava tal na mestu posebno važna. Klasični način zanjo je preizkusna obremenitev. Izvedba takšne obremenitve je znana: Zbijemo preizkusni kol, uredimo priprave za neposredno obremenjevanje glave kola ali pa

zabijemo v soseščini kole za prevzem natez-
nih sil ter merimo ugrezanje pri različnih
bremenskih stopnjah z merskimi urami, z
niveilirjem ali z napetimi žicami in lestvico.
Pri tem mora vsaka bremenska stopnja trajati
do konsolidacije, to je tako dolgo, da se glava
kola pri konstantni obremenitvi ne premika
več. — Za izrednotenje preizkušnje je pri-
poročljivo, da se približno pri predvideni iz-
rabni obremenitvi kol razbremeni, nato pa
znova obremenjuje do mejne nosilnosti. Iz-
sledke preizkušnje prikazujemo v sovisnicah
med obtežbo in ugrezanjem, med časom in
ugrezanjem ter med časom in obtežbo.

Takšne obremenitvene preizkušnje so si-
cer dragocene, vendar se njihovi izsledki ne
smejo nekritično prenašati na zgradbo, ki jo
mislimo postaviti. To naj v naslednjem poka-
žemo na nekaterih nevsakdanjih primerih
obremenitvenih preizkušenj, ki so bile izvr-
šene leta 1938 na stavbišču *W a t e n s t e d t*
pri *B r a u n s c h w e i g u* v Nemčiji. Tu je
bilo treba za neko veliko industrijsko napravo
(plavži, koksarna in jeklarna) zabiti več tisoč
kolov. Temeljna tla so bila slaba. Stavbišče
je ležalo v veliki diluvialni dolini, trdni ter-
ciarni lapor sivozelene barve se je nahajal na
mestu največje obremenitve pod 8 plavži po-
nekod šele 28 m globoko, tla nad njim pa so
sostavljale trmo plastične prašnate zemljine
črnosive barve. Na rob te kadunje je bilo tre-
ba postaviti koksarno (4 baterije s stolpom
za premog v skupni dolžini 355 m). Tu so bila
temeljna tla bolj zámotano sestavljena. Polnilo
diluvialne kadunje je sestajalo iz proda, iz
peska in prašnatih zemljin ter iz lečastih vlož-
kov naplavljenega laporaste zemljine.

Posebnost takšnih industrijskih naprav je
ta, da inženirji obrata vedno zahtevajo, da ne
sme priti do nobenega usedanja; pri koksar-
nah obstoji namreč nevarnost, da v ognju od-
porno zidovje počí, da se prične plin potem
izgubljati in da nastane nevarnost eksplozije.
Pri plavžih je treba preprečiti nagnitev, ker
poveznik, ki plavž zgoraj zapira, pri neenako-
mernem usedanju ne bi več gosto zapiral in
bi plavžni plin stalno uhajal. Razen tega veže
plavže odvodna cev za plavžni plin s »praš-
nico«, to je z nabiralnikom za odlaganje pra-
hu; ker pa sta plavž in ta nabiralnik zelo
različno težka, se je bati, da ne bi pri ne-
enakomernih usedkih zvezna cev počíla. To
so pogledi in zahteve obrata.

V načrtu so bili predvideni koli *F r a n k i*
premera 50 cm, ki naj bi povsod segli do ter-
ciarne laporaste zemljine in ki naj bi bili
obremenjeni z največ 100 t. Da bi preizkusili
nosilnost laporaste zemljine, je bil na tistem
mestu prve baterije, kjer je segal lapor naj-
više, zabiti preizkusni kol tvrdke *F r a n k i*;
ta kol je bil 15 dni preizkusno obremenjevan.
Slika 2 zgoraj kaže shematični tloris koksar-
ne in geološki profil na tem mestu. Izbran je
bil čim krajši kol zato, da bi se čim večji
del bremena prenesel na peto kola in s tem
v laporasto plast, a le malo v višje plasti.

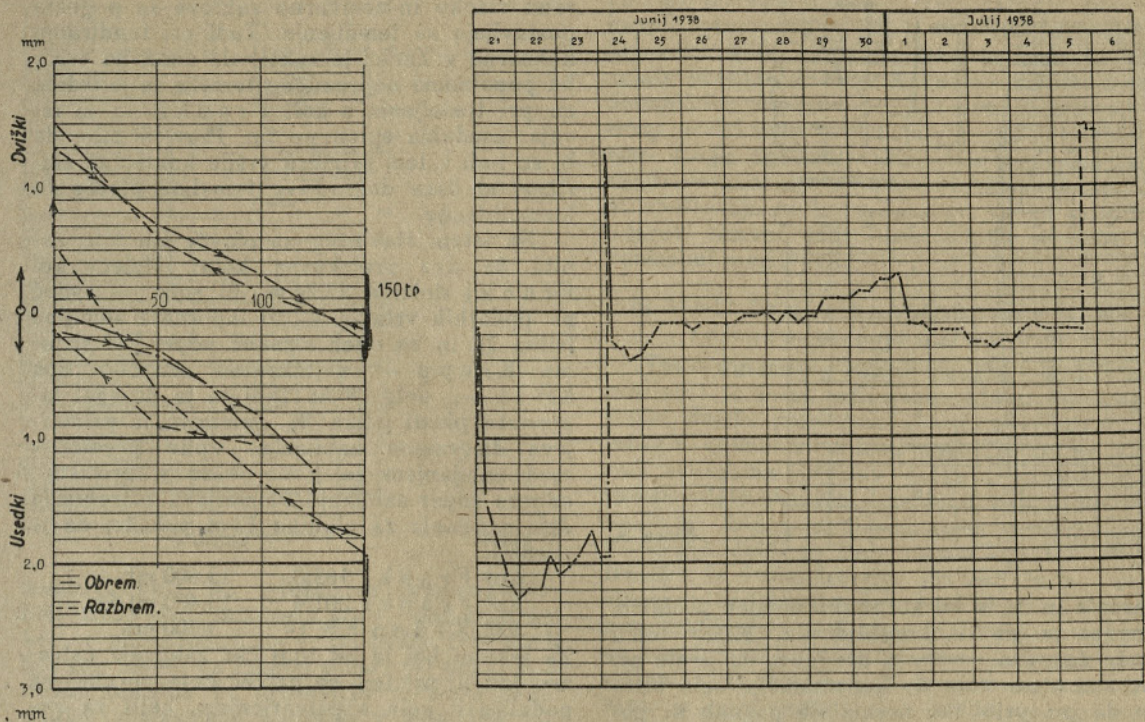


Slika 2.

V sliki 2 levo spodaj je podan točni profil slo-
jev, desno spodaj pa diagram zabijanja pre-
izkusnega kola. Na površini laporaste plasti
odpor zoper prodiranje zopet upade, ker je
lapor nosilec podtalne vode in je na površini
nekoliko razmešan. Toda že po nekaj deci-
metrih je bil lapor zelo trden.

Najprej je bil kol obremenjen do 100 t,
nato je bil — da bi se ugotovil elastični in
plastični delež — docela razbremeni, potem
pa je bilo breme stopnjevano do 150 t in to
breme je ostalo na kolu tri dni. Nato je bil
kol znova razbremeni, pa spet obremenje-
van do 150 t; tokrat je ostalo to breme na
kolu 12 dni. Po vseh 15 dneh je bil kol do-
končno razbremeni. Potek usedanja glave
kola je v odvisnosti od časa in od obreme-
nitve načrtan v sliki 3 in kaže sledeče:

- Stisnjenje laporaste zemljine je izredno
majhno; pri največjem bremenu 150 t
meri samo 2,3 mm.
- Ker je vplivno področje obremenitve,
ki jo prenaša peto kola, premajhno, pri-
de že v 24 urah do zelo hitre konso-
lidacije. Kljub majhni propustnosti snovi
bi lahko preizkusno obremenitev že v
tem času ustavili.
- V nadaljnjem poteku preizkusa je pri-
čela laporasta zemljina zaradi motnje v
področju pete kola nabrekati — očitno
zaradi pristopa vode vzdolž plašča kola
—, tako da se je kol pod bremenom
počasi dvignil in se je po drugi razbre-
menitvi dvignil preko svoje začetne lege.
Pri tretji obremenitvi se je znova
ugreznil, toda za manjšo absolutno mero.
V sledečih 12 dneh se je kol še malo
dvignil, a ne dosti (0,25 mm); nepravil-
nost v časovni sovisnici je treba pripisati
nihanju pritiska zaradi male ne-
gostosti hidravlične stiskalnice in za-
radi nujnosti regulacije pritiska. Pri
končni razbremeni se je kol dvignil
še za 0,2 mm nad mero druge razbre-
menitve, tako da je prišel skupno za
1,5 mm nad izhodno višino.



Slika 3.

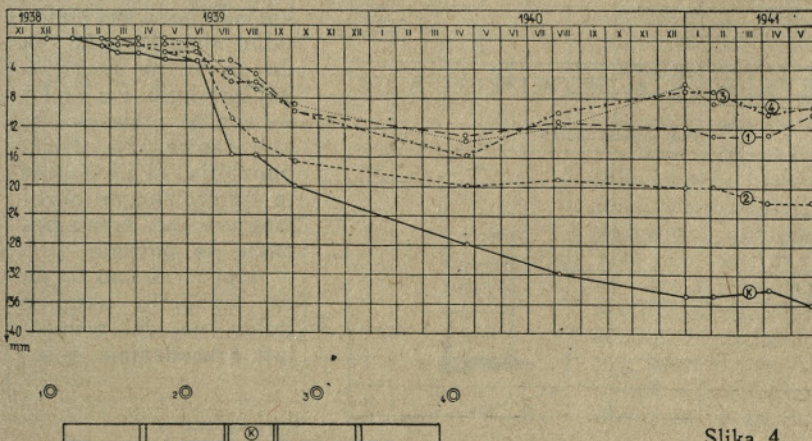
Po dogovoru s Terzaghijem, ki je v svojem laboratoriju preiskal neporušen vzorec lapornate zemljine, je bila nato obremenitev posameznega kola pri nekaterih zgradbah povečana celo na 110 t. Kljub temu zelo ugodnemu izsledku poizkusne obremenitve so se zgradbe koksarne usedle za večkrat bolj, kot bi to ustrezalo preizkusni obremenitvi (slika 4). Usedanje je bilo merjeno pri štirih dimnikih koksnihih baterij in pri najtežji zgradbi, to je pri stolpu za premog. Končni usedek te zgradbe je bil po 29 mesecih opazovanja 36 mm. Krivulje za dimnike 1,3 in 4 so blizu druga drugi, usedanje dimnika 2 pa je nekoliko večje. Te meritve so nadaljnji dokaz, da je treba tudi pri najboljših temeljnih tleh pričakovati neko usedanje in da izsledkov obremenitvene preizkušnje posamičnega kola ne smemo prenesti na skupino kolov. Da-

lje krivulje jasno kažejo, da se ravnao usedki pri približno enakih tleh po celotni teži zgradbe ne glede na to, ali je teža na kol enaka.

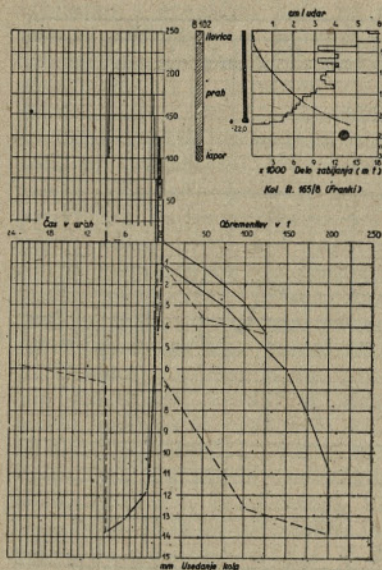
Kmalu se je pokazalo, da na stavbišču visokih peči ni mogoče zabiti vseh kolov Franki do zahtevane globine 28 m pod terensko površino. Poizkusno zabijanje je sicer pokazalo, da se kol Franki z dvema priključenima dodatnima cevema da tako globoko zabiti. Toda pri izvajanju temeljenja so spoznali, da se tla v globljih horizontih zgoste in da zahteva zato zabijanje poznejših kolov (plavž s tremi kavperji in z dimnikom je stal na 335 kolih) tako veliko energijo, da predpisanih gradbenih rokov nikakor ni bilo mogoče držati; nastale so tudi številne motnje zaradi uklenitve in pretrganja cevi ter zaradi trganja žičnih vrvi pri vlečenju cevi. Zato je bilo sklenjeno, da bodo temeljeni koli na

lapornatih slojih samo, kolikor bodo tehnična izvedba in gradbeni roki to dopuščali.

Izsledke poizkusne obremenitve kola, ki je bil pri dolžini 22 m zaradi opisanih razmer teoretično torni kol (kol, ki nosi s trenjem), podaja slika 5. Poizkusna obremenitev tega kola je trajala samo 24 ur in k temu bi mogli kritično reči, da je obremenitev prehitro na-



Slika 4.



Slika 5.

raščala in da je bil kol razbremenjen prehitro, preden so se tla konsolidirala. Kljub temu kaže časovna sovisnica usedkov, da pride pri posameznem kolu do konsolidacije zelo hitro in da pri približno normalnih pogojih ni potrebno, da bi pustili breme na kolu dalje kot 24 ur. Pri bremenu 200 t je bil izmerjen na glavi kola usedeč 13,8 mm; pri dalj časa trajajoči obremenitvi bi morda porastel do 15 mm. Pri izkoriščeni obremenitvi 100 t je bil celotni usedeč samo 2,9 mm. Plavž, ki je bil postavljen na to mesto, pa se je usedel za več kot 5 cm. Diagram usedanja v bližini postavljenega, plitvo fundiranega visokega rezervoarja kaže slika 6. Tlak v tleh je približno 1 kg/cm², celotni usedeč pa je med 6 in 7 cm. Usedanje plavža bi bilo pri morebitnem plitvem temeljenju — ustrezno večji skupni teži — večkrat večje, tako da je bilo usedanje s temeljenjem na koleh bistveno zmanjšano. Pri tem je treba omeniti, da ljudje iz obrata tega usedanja sploh niso opazili. To dokazuje, kako preti-

rano visoke in nestvarne zahteve se pogosto postavljajo za temeljenje. Tudi pri fundiranju koksarne v Zenici je zahtevala dobavna trdka popolnoma nepremične temelje in je trdila, da pri temeljenju s koli Franki, ki se izvaja, usedanja sploh ne bo. Prav bi bilo, da bi se tudi v tem primeru vršile kontrolne meritve od časa dograditve temeljne plošče do konsolidacije.

Na istem stavbišču za plavže sta bila zabita še dva preizkusna kola: »stoječ« kol Franki dolžine 23,24 m, ki seže — sodeč po podatkih vrtanja — do lapornate zemljine (slika 7), in na obeh straneh odprt kol sistema Krupp — s takratno označbo tipa KP 14 —, dolg 28 m; tudi ta je dosegel lapornate plasti (slika 8). Zanimiva je primerjava diagramov zabijanja. Vpliv premerov med zabijanjem se jasno kaže v prirastku odpora zoper zabijanje. Primerjava potrebnega dela zabijanja za globino 22 m pokaže, da je porabil:

kol Franki 165/8	13.600 mt,
kol Franki 201/4	13.400 mt in
kol Krupp KP 14	3.700 mt.

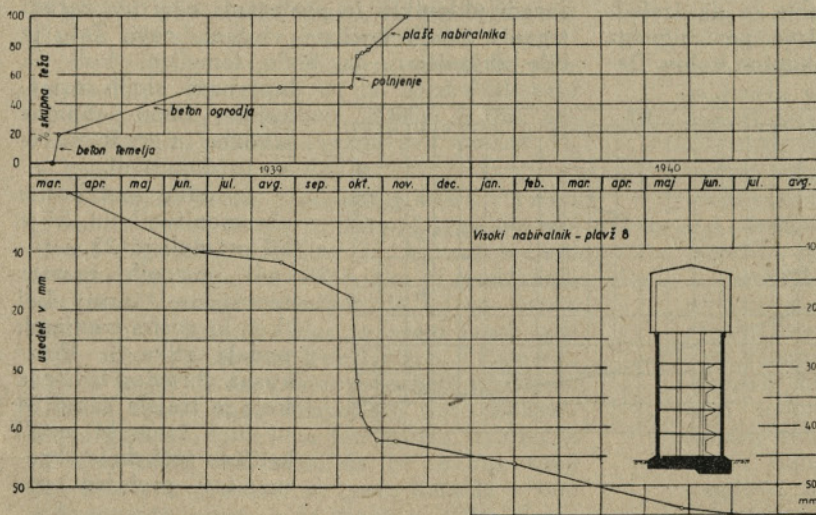
Za jekleni kol je bil tudi čas zabijanja ustrezno krajši; pri tem so največ časa porabili za podaljšavo kola s privarjenjem, kajti za ne navadno dolžino 28 m seveda ni bilo mogoče najti nobenega zabijala. Kljub temu, da je bilo potrebno za zabijanje votlega jeklenega kola za okrog 70% manj dela, se je ponašal pri preizkusni obremenitvi skoro prav tako kakor oba kola sistema Franki; pri tem sistemu se iz večje porabljene energije zabijanja vedno sklepa na povečanje nosilnosti.

V notranjost spodaj odprtega jeklenega kola so se tla za 4,4 m, to je za 16% svoje dolžine stisnila. To se pravi, da je bil del votlinic izpolnjen z zrakom. Če bi bila tla z vodo docela prepोजना, se ne bi mogla tako stisniti; saj komprimiranje trdne snovi in vode praktično skoro ne prihaja v poštev.

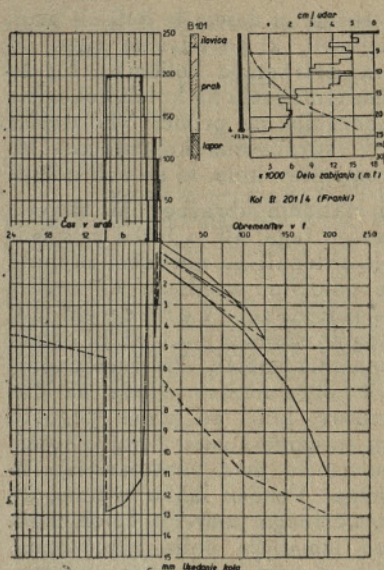
Potrebno delo zabijanja, ki je bilo v primerjavi z delom pri kolu Franki majhno

— prerez kola ni bil mnogo manjši in trenje na površini je pri nepravilnem prerezu še večje —, dokazuje, da kol na spodnjem koncu talne sloje prebija in da se tu ne tvori — kot pri kolu Franki — spodaj zamašek, ki kol zapira. Na druga opozorila, ki jih nudijo te tri preizkusne obremenitve, se bomo pozneje še povrnili.

Opozorili smo že, da se usedanje skupine kolov ne da primerjati z usedanjem posa-



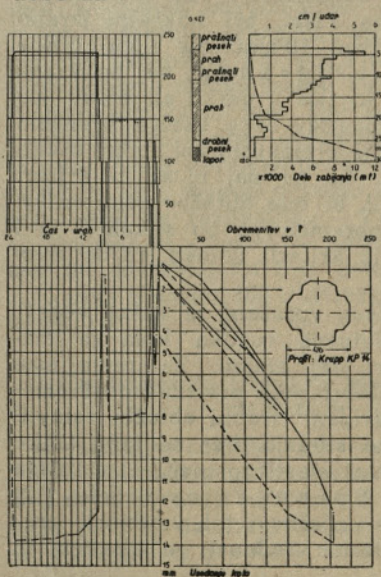
Slika 6.



Slika 7.

meznega kola. Na splošno se skupina kolov bolj useda kot preizkusni kol — podobno, kakor se plitvi temelj na veliki plošči bolj usede kot tak temelj na majhni plošči pri enaki specifični obtežbi. Ta ugotovitev pa velja samo, dokler opazujemo usedanje v elastično plastičnem področju. Če pa preiskujemo pri stoječih kolih nevarnost ugreznitve temeljev, je stvar tudi tu podobna kot pri plitvem temelju; z naraščajočim številom kolov nevarnost ugreznitve upada. Vsak kol učinkuje kot brene na drsnem telesu sosednega kola in povečuje njegovo nosilnost. Obeh pojmov v slovestvu navadno ne ločijo, pa enostavno trdijo, da skupina n kolov ne nosi toliko kot n posameznih kolov. V takšnih primerih torej, ko stoje koli s konico v nevezljivih tleh, ki imajo velik modul stisljivosti, se skupna nosilnost proti vsoti posameznih nosilnosti poveča.

Kakšno pa je razmerje med izsledki preizkusnih obremenitev in vrednostmi, ki se dobe za isti kol z obrazci zabijanja. V Ame-



Slika 8.

riki so iz vrednotili celo vrsto takšnih preizkusnih obremenitev [9] in sicer za lesene in betonske kole, za votle jeklene kole in za zabite profilne nosilce. Kake zakonitosti med dinamičnim odporom pri zabijanju in med statično preizkusno obremenitvijo pri tem sploh niso mogli ugotoviti. Najboljše izsledke so mogli seveda ugotoviti pri takšnih obrazcih, ki upoštevajo ne le ugrezke pri zadnji skupini udarov, temveč tudi vrednosti, ki se dobe z vmesnimi meritvami.

e) Določanje nosilnosti s preizkusnim sondiranjem

Tako dinamični kakor statični obrazci za nosilnost so torej zelo pomanjkljivi. Po drugi strani dajejo poizkusne obremenitve sicer v mnogih primerih odlične napotke, so pa zaradi potrebnih priprav dražje in precej zamudne. Zato skušajo v zadnjem času določiti nosilnost kolov s preizkusnim sondiranjem. Pionirsko delo so tudi v tem opravili spet Belgijci in Holandci [2]. Pri njih je po eni strani v obalnih krajih temeljenje na koleh posebno pogosto potrebno, po drugi strani pa so temeljna tla za preizkusno sondiranje posebno prikladna. Načelo preizkusnega sondiranja je enostavno: S tlačnimi pripravami potiskamo v tla preizkusni kol majhnega premera (n. pr. 36 mm) in začrtujemo v diagram kot funkcijo globine sile, ki jih za to potrebujemo. Namesto na dinamičen način dobimo torej krivuljo prodiranja po statični poti. Posebnost novejših preizkusnih naprav pa je v tem, da se da stožčasta konica preizkusnega kola premikati ločeno od plašča kola; tako se more meriti celotna nosilnost preizkusnega kola kot vsota trenja ob plašču in odpora na konici. Spočetka so bile takšne priprave razvite samo kot pomožna sredstva za preiskavo temeljnih tal in za izpopolnitev vrtanj. Izpremembe odpora pri prodiranju kažejo na izpremembe v sestavi tal. Če smo torej z nekaj vrtinami spoznali osnovno zgradnjo enakomerno slojevitega terena, se dado lahko, poceni in hitro določiti številne vmesne točke. Metoda je odlično uporabljiva, če v temeljnih tleh ni velikih kamnov, debelega proda ali večjih kongregacij, ki bi sliko odpora pri prodiranju takoj izkrivili ali uporabo sploh onemogočili. Prikladna je torej posebno za področja, ki vsebujejo v glavnem različno plastične ilovice in gline nad plastjo peska in proda, kakor se pogosto dogaja v obalnih področjih ali v rečnih dolinah.

Izsledki takšnih sondažnih raziskav pa so bili iz vrednoteni ne le kvalitativno, temveč tudi kvantitativno in so bili izkoriščeni za neposredno določitev dopustne obremenitve kola. Da se določi mejna obtežba, se odpor na konici, merjen v kg/cm^2 , poveča v razmerju prereza kola proti prerezu preizkusne sonde, trenje ob plašču pa se prav tako določi tako, da se izmerjena vrednost (v kg) pomnoži s količnikom med obsegom kola in obsegom preizkusne sonde. Pri tem bodi

omenjeno, da so izsledke preiskav s preizkusnim sondiranjem razširili tudi na določevanje T e r z a g h i j e v e g a števila stisljivosti C nevezljivih tal. Ta pot je posebno važna zato, ker doslej praktično ni bilo mogoče vzeti v vrtnah nepoškodovanih peščenih ali prodnatih vzorcev, da bi na njih določili modul stisljivosti v laboratoriju. Primerjalne preiskave med določitvijo nosilnosti s poizkusno obremenitvijo kola in s preizkusnim sondiranjem še niso bile objavljene. Pač pa smemo trditi, da določitev mejne obremenitve na konici kola na ta način, da se izmerjeni odpor v preizkusni sondi linearno poveča, ni neoporečna; strižna trdnost mora biti namreč premagana v telesu okrog konice kola, odpor na konici narašča torej pri povečanju ploskve gotovo v višji potenci. Kljub temu pa nudi metoda preizkusnega sondiranja dragocene podatke in zasluži, da jo dalje raziskujemo.

* * *

O uporabnosti različnih metod za določanje nosilnosti kolov lahko posnamemo naslednje zaključke:

1. Dinamični obrazci so v osnovi upravičeni samo v nevezljivih tleh z velikimi porami, pri katerih učinek udarjanja ne povzroči napetosti v podtalni vodi. Toda tudi tedaj so podatki samo informativnega značaja; med dinamičnim odporom zoper prodiranje in statično nosilnostjo ni nobene zveze.
2. Obrazci, ki so bili razviti na osnovi teorije o zemelnem pritisku, naj se zamenjajo z novjšimi metodami, ki slone na teoriji prožnosti in ki so bolj utemeljene.
3. Preizkusne obremenitve so in ostanejo preizkusno sredstvo za preiskavo nosilnosti posameznega kola, če izsledke kritično iz vrednotimo. Vsekakor je treba na njih preizkusiti obrazce, ki so osnovani na teoriji elastičnosti, da se zbero izkustvene vrednosti za uporabnost obrazcev. To pa zahteva, da se izvajajo dopolnilne geomehanske laboratorijske preiskave za določitev značilnosti tal.

Pri pretežno glinastih in ilovnatih tleh so preiskave s preizkusnim sondiranjem priložljiva dopolnitev preizkusnih obremenitev.

2. Varnostni količnik pri temeljenju na koleh

Kako slabo je utemeljena uporaba mnogih obrazcev in kako nejasna so nekatere metode, spoznamo, če pogledamo običajne varnostne količnike. V sliki (preglednici) 1 je pri vsakem obrazcu zabijanja naveden varnostni količnik, ki se navadno uporablja. Gibljejo se med 6 in 2 ter so toliko večji, čim bolj je bil osnovni obrazec poenostavljen. To pravzaprav niso nikakoli varnostni količniki v običajnem smislu, temveč količniki, ki se uporabljajo, da se izračunane vrednosti za odpor zoper dinamično prodiranje zmanjšajo na vrednosti, ki so v območju praktičnih izkustvenih števil. S tem pa izgube vsi ti obrazci vso pravico, da bi jih

mogli imeti za točne, in dajejo le bolj ali manj samovoljne vrednosti, ki so odvisne samo od izbora vsakokrat privzetega količnika. Pri že preje omenjenem temeljenju na koleh koksarne v Zenici se uporablja na primer »holandski obrazec« celo z »varnostnim količnikom« 10, da se dobi obremenitev kola, ki se želi dobiti.

Pri uporabi statičnih obrazcev je stopnja varnosti odvisna od tega, ali je treba iz nosilnosti enega kola sklepati na nosilnost skupine kolov in ali je odločilno usedanje ali nevarnost ugreznitve (zdrsnitve). V e r d e y e n [10] priporoča varnostno stopnjo 2—3, da bi ostala usedanja v dopustnih mejah. Pri izvednotenju preizkusnih obremenitev glede na dopustno obremenitev kola so preje pogosto govorili o »meji sorazmernosti«, torej o točki, do katere je sovisnica med obremenitvijo in usedki premočrtna. Vendar lahko trdimo, da ta krivulja premočrtnega področja sploh nima in da je že od izhodišča dalje zakrivljena. Zato nima smisla določati dopustno obremenitev glede na neko »mejo sorazmernosti«, ki je ni, marveč velja kot edini kriterij samo meja porušitve (ugreznitve). Pri dolgih kolih in ob določenih razmerah v tleh pa se kol tudi ne ugrezne sunkovito; v takih primerih velja pač kot merilo dosežena največja obremenitev. V nemških predpisih je določena dopustna obremenitev z dvema petinama ($\frac{2}{5}$) porušne ali največje dosežene obtežbe [5]; temu ustreza torej varnostni količnik 2,5.

V novejšem času priporoča J a k y, da se zniža varnostni količnik celo na 1,75.

O kolih v skupinah smo že omenili, da more biti njihova mejna nosilnost manjša ali pa tudi večja od nosilnosti posameznih kolov; zato je treba izbrati varnostni količnik v takšnih primerih s posebnim preudarkom.

Nekatere druge dežele določajo dopustno obremenitev na osnovi dopustnih usedkov in ne na osnovi mejne obtežbe. Po nekem prospektu belgijske družbe F r a n k i naj bi bil usedeček pri preizkusni obremenitvi pod izkoriščenim bremenom samo 3 mm, pri 1,5kratni izrabni obtežbi pa največ 10 mm. Na slični osnovi priporoča L. C a s a g r a n d e, naj se vzame za stojne kole, ki tiče v pesku ali produ, kot dopustna obremenitev 50% tistega bremena, pod katerim se je preizkusni kol stalno usedel za 10 mm [11]. Če pa naj bi se ta kriterij povsod uporabil, bi bile obtežbe zelo velike; za poizkusne obremenitve po slikah 5 in 7 na primer se ta kriterij gotovo ne da uporabiti.

V zvezi s temi vprašanji je važno vedeti, kateri del celotnega usedka kola je elastičen in kateri del stalen. Že preje smo omenili, da je dobro med preizkusno obremenitvijo pri predvideni izrabni obtežbi vstaviti razbremenitveno stopnjo, ker se tako lahko zanj določi delež elastičnostnega in stalnega usedka. Neko S p r e n g e r j e v o delo [12] omogoča, da se na osnovi teh vrednosti izračunajo tudi vmesne vrednosti za elastični in

stalni usedek. Enačba za skupni skrček se po Sprengerju glasi:

$$z = BP + CP; \quad (8)$$

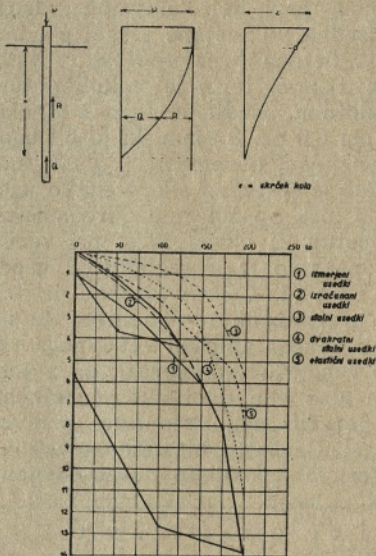
elastični delež je

$$z_1 = BP + 0,63 CP \quad (9)$$

in stalni

$$z_{pl} = z - z_{el} = 0,37 CP; \quad (10)$$

tu je P = obremenitev kola, B in C pa sta količnika, ki sta odvisna od tal, trenja ob plašču in dr. Če torej za neko obremenitev P vrednosti z_{el} in z_{pl} poznamo, se lahko faktorja B in C izračunata ter se lahko narišeta ustrezni krivulji za elastične in stalne usedke. V sliki 9 spodaj so posamezne kri-



Slika 9.

vilje za primer kola Franki 168/8 do obremenitve 125 t izračunane in začrtane. Ker sta za največjo obremenitev 200 t vrednosti elastičnega in stalnega usedka prav tako znani, se lahko začrta tudi nadaljnji potek krivulje. Sprenger pa daje razen tega tudi še kriterij za mejno obremenitev, ki je posebno važen v takšnih primerih, kjer se kol ne ugrezne sunkovito. Po tem kriteriju je stalni skrček vedno mnogo manjši kot polovica elastičnega skrčka in tam, kjer se črti $2z_{pl}$ in z_{el} križata, je mejna obremenitev že preoračena. Mejna obremenitev je tedaj približno za 10 do 20% manjša od tiste obremenitve P , pri kateri je razlika $z_{el} - z_{pl}$ največja. V obravnavanem primeru je potem mejna obremenitev približno 150 t in izvedbi temeljenja z izrabno obtežko 100 t ustreza varnostni količnik 1,5.

3. Razdelitev na trenje ob plašču in odpor ob konici

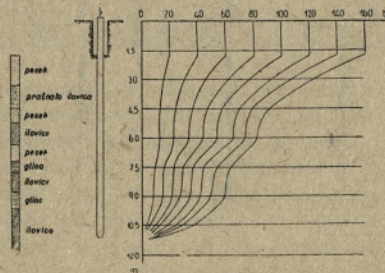
O razdelitvi celotne razbremenitve kola na trenje ob plašču in na odpor ob konici ni bilo do nedavnega nič jasnega in šele v zadnjem času so nekatera dela v laboratoriju in na stavbišču ta problem nekoliko razsvetlila.

Zlasti so izvajalci specialnih kolov goreče branili najrazličnejše trditve. Če je šlo za takšne sisteme kolov, pri katerih se je dala napraviti razširjena peta, so trdili, da prenaša vso obremenitev odpor ob konici; če je šlo n. pr. za konusne kole, so pripisovali nosilnost zlasti obodu plašča in trenju ob plašču in pri kolih, ki so bili izvedeni z vtiskovanjem ali z vpehavanjem betona v tla, naj bi zlasti povečano trenje ob plašču prevzelo glavni del bremen.

Poizkusi, ki so bili izvedeni l. 1936 v Berlinu [13] z modelnimi koli različnih dimenzij in pri katerih so koli v celoti tičali v drobnem pesku, so pokazali, da je v tem posebnem primeru prevzel približno 70% vsega bremena plašč, ostalo pa konica. Istočasno se je pri teh poizkusih pokazalo, da ni prav določati velikost trenja ob plašču z nateznim preizkusom, ker daje tak preizkus prenizke vrednosti. Takšni natezni preizkusi se na stavbiščih v zvezi s preizkusnimi obremenitvami pogosto izvajajo. Izsledke pravkar omenjenih poizkusov o deležu trenja ob plašču pri celotni nosilnosti so v bistvu potrdili novi poizkusi Tchegotarioffa v Ameriki.

Važnejši pa so veliki poizkusi na stavbišču v nehomogenem materialu, pri katerih zabi-jejo votel jeklen kol in merijo v notranjosti kola ob steni s tenzometrom upad napetosti v različnih točkah. Izsledke takšnih poizkusov sta objavila Mayer [8] in Crandall [15]. Slika 10 kaže krivulje, ki jih je izmeril Crandall in ki so načelno slične Mayerjevim. Vidimo, kako se v naraščajoči meri breme od zgoraj navzdol pri vseh bremenskih stopnjah oddaja in kako se trenje ob plašču v posameznih plasteh ustrezno njihovim različnim geotehničnim lastnostim v različni meri uveljavlja. Za izvrednotenje tega diagrama je ugodno, da so tla sestavljena zelo neenakomerno in da električni tenzometri očitno niso bili nameščeni v odvisnosti od geološkega profila; zato se meje plasti ne dajo vskladiti z lomišči krivulj obremenitve. Tudi manjkajo podatki o geotehničnih značilnostih posameznih plasti. Vendar se da jasno odčitati, da nosi v tem primeru konica samo kakih 25 do 40%, plašč pa vse ostalo in sicer pri vseh bremenskih stopnjah.

Delež trenja ob plašču in odpora ob konici se da s poizkusom v velikem meriti tudi na ta način: Zabije se cev Franki, po zabetoniranju pete kola se cev nekoliko izvleče, da se razreši zveza med cevjo in betonom,



Slika 10.

nato pa se postavi v cev gotov kol manjšega prereza in se obremeni. Takšen preizkus je bil predviden ob začetku gradbenih del v Novem Beogradu, toda žal ni bil izveden [16].

Končno moremo meriti razdelitev nosilnosti na trenje ob plašču in odpor ob konici še na podlagi številnih preizkusov s preiskovalnimi sondami. Tako je to de Beer [2] raziskal za kol 0,35 . 0,35 . 10 m, čigar plašč je tičal v malo glinastem pesku, konica pa 2 m globoko v nosilni plasti. Med trenjem ob plašču in odporom ob konici je našel razmerje 0,26.

V sliki 11 zgoraj je vrsta nadaljnjih shematičnih prikazov; polno izvlečene krivulje a predstavljajo na vsakem odpor ob konici v kg/cm², črtkane krivulje b pa trenje ob plašču v kg in sicer za naslednje vrste tal:

Krivulji 1: Gost pesek. Trenje ob plašču in odpor ob konici naraščata enakomerno.

Krivulji 2: Rahel pesek. Trenje ob plašču in odpor ob konici naraščata enakomerno, toda v manjši meri.

Krivulji 3: Glina nad peskom. Odpor ob konici je v glini zelo majhen in ostane skoro konstanten do peščene plasti, kjer skokoma naraste. Trenje ob plašču pa tudi v glini raste in se, ko doseže kol peščeno plast, prav tako, le hitreje veča.

Krivulji 4: Glina nad prodom. Približno enako kot krivulji 3, le da so v produ

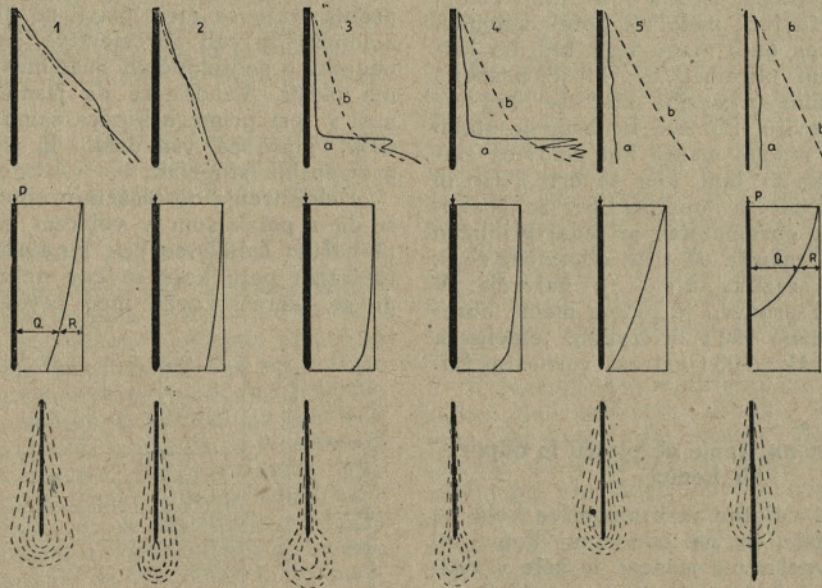
nezveznosti črte odpora na konici ostrejšje; te nezveznosti nastanejo, ker zadeva konica na posamezne debelejšje kamne.

Krivulji 5: Glina. Odpor ob konici je majhen in ostaja približno enak. Trenje ob plašču enakomerno narašča.

V zvezi s tem so izredno zanimive tri preizkusne obremenitve čezmerno dolgih kolov iz Watenstedta, ki so bile prikazane v slikah 5, 7 in 8. V spodnji razpredelnici so usedki, izmerjeni pri posameznih bremenskih stopnjah, vzporejeni.

Skladnost usedkov je pri obeh kolih Franki presenetljivo dobra, čeprav je po klasični definiciji prvi kol »plavajoč«, drugi pa »stoječ«. Usede, ki nastane zaradi elastičnega stisnjenja betona brez vpetosti v fleh, je med 10 in 11 mm, torej je nekoliko pod izmerjenim celotnim usedkom, toda nad elastičnim usedkom 8,0 oz. 8,4 mm, ki je bil ugotovljen pri preizkusni obremenitvi. Toda tudi Kruppov kol se bistveno skoro enako useda; usedki so pri posameznih bremenskih stopnjah v začetku za okrog 30%, pri večjih obremenitvah pa zelo malo različni od usedkov kolov Franki. Čeprav seveda iz teh maloštevilnih preizkusnih obremenitev še ne moremo izvesti nekega splošno veljavnega zakona, smemo vendarle domnevati, da v tem primeru sploh niso bile ugotovljene lastnosti talnih plasti, ležečih pod peto kola, temveč da podajajo izsledki samo elastično plastično ponašanje zgornjih plasti do neke omejene

K o l	U s e d e k v m m p r i o b r e m e n i t v i v t						
	50	75	100	125	150	175	200
Franki 165/8	1,2	2,1	2,9	4,4	6,1	8,2	13,8
Franki 201/4	1,2	2,1	3,2	4,6	6,7	8,7	12,9
Krupp KP 14	1,6	2,8	4,3	5,7	8,1	9,5	13,8



Slika 11.

globine in da so bili vsi trije koli oprti samo s trenjem ob plašču. Če si mislimo votli jekleni kol slike 10 podaljšan, bi krivulje, ki jih je izmeril Crandall, gotovo še dalje stremele proti 0, dokler ne bi bil od določene globine naprej kol tudi tu brez napetosti. Če vzamemo dalje za primerjavo še vrednosti, ki so v prospektu nemške družbe za kole Franki navedene za 13 preizkusnih obremenitev, se pokaže, da dajo z eno samo izjemo vsi koli z dolžinami med 5,0 in 13,4 m manjše elastične usedke, kot bi to ustrezalo teoretično izračunanim vrednostim za kole, ki so podprti samo na konici.

Zdi se, da iz vsega tega sledi, da prenaša v normalnih razmerah bolj ali manj velike dele bremena v tla trenje ob plašču, dokler ni od določene globine dalje kol v spodnjem delu docela brez napetosti. V tem primeru bi bilo torej posebno pri predolgih kolih čisto vseeno, kakšno obliko ima konica kola in če ima kol razširjeno peto ali ne. Posameznih kolov potemtakem ne bi bilo treba zabijati preko določene globine. Toda pri skupinskih kolih se vplivna področja trenja ob plašču prekrivajo, tla med koli so bolj obremenjena in se zato bolj deformirajo, tako da se pri-

tegnejo k prenosu napetosti tudi globlji deli kolov in konice kolov.

Po enakih preudarkih je načrtal Sprenger diagram (slika 9 zgoraj), ki kaže, kako prenaša kol breme v tla. Tudi po tem nazoru so pod določeno globino, ki je seveda odvisna od sestave tal, posamezni koli brez napetosti. V sliki 11 smo poizkusili za že prej omenjene primere 1—5 in v primeru 6 za nek predolg kol shematično prikazati razdelitev med trenjem ob plašču in odporom ob konici in sicer v srednji vrsti; iz tega sledi razdelitev napetosti okrog kola, prikazana v tretji vrsti slike.

Samo s konico nosijo koli samo tedaj, če je razlika med moduli stisljivosti za plast, v kateri stoji kol, in za plasti ob plašču izredno velika, razen tega pa tudi tedaj, če so koli zelo kratki. Po drugi strani so tudi pri tako zvanih »stoječih« kolih možni primeri, kjer prenaša vse breme trenje ob plašču. Med obema skrajnima primeroma si moremo misliti vse kombinacije, tako da se z modelnimi poizkusi ne bo mogel nikoli najti splošno veljaven zakon. Vendar smemo v mnogih praktičnih primerih pripisati trenju ob plašču res precejšen del prenosa bremena.

SLOVSTVO

1. Caquot-Kérisel: *Traité de mécanique des sols*. Paris 1949.
2. E. de Beer: *Quelques exemples d'application des méthodes d'investigation utilisées en Belgique pour la résolution des problèmes de fondation*. Annales de l'Institut du bâtiment et des travaux publics. Paris 1949.
3. Kögler-Scheidig: *Baugrund und Bauwerk*. Berlin 1948.
4. R. Hoffmann: *Beitrag zur Frage der statischen und dynamischen Pfahltragfähigkeit*. Bielefeld 1948.
5. DIN 1054 II, Ausgabe 1950.
6. K. v. Terzaghi: *Theoretical soil mechanics*. New York 1947.
7. L. Bendel: *Ingenieurgeologie II*. Wien 1948.
8. A. Mayer: *Quelques essais récents de charge portante des pieux*. Institut technique du bâtiment et des travaux publics. Paris 1947.
9. R. D. Chellis: *Proc. americ. Soc. Civil Engineers*.
10. J. Verdeyen: *Mécanique du sol et des fondations*. Paris.
11. L. Casagrande: *Erdbaumechanik hilft sparen*. Berlin 1945.
12. Sprenger-Rinssum: *Mantelreibung und Spitzenwiderstand von Pfählen*. Bautechnik 1940/46.
13. R. Müller: *Modellversuche über das Zusammenwirken von Mantelreibung, Spitzenwiderstand und Tragfähigkeit von Pfählen*. Berlin 1940.
14. G. B. Tschebotarioff and L. Palmer: *Some experiments with tests on model piles*. Proc. Intern. Conf. Rotterdam 1948/II.
15. L. Leroy Crandall: *Electrical resistance strain gauges for determining the transfer of load from driven piles to soil*. Proc. Intern. Conf. Rotterdam 1948/IV.
16. Đ. Lazarević: *Osvrt na neke probleme fundiranja na šipovima*. »Naše gradjevinarstvo« 1949/11—12.

Ing. Rudolf Jenko:

Dimenzioniranje zgornjega ustroja pri sodobnih cestah

Temeljna tla v pretežni večini primerov niso sposobna prevzeti tiste obtežbe, ki so na sodobnih cestah običajne. V prvi vrsti seveda velja to za koherentna tla, katerih nosilnost je bistveno odvisna od vlage zemljine.

V novejšem času poznamo sicer metode, s katerimi zboljšamo nosilnost temeljnih tal. To so metode stabiliziranja tal. V splošnem

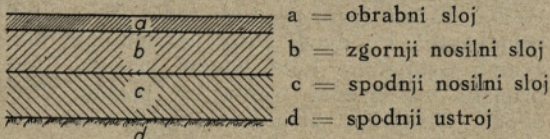
pa izvršujemo vozišča tako, da med prometno obremenitvijo in temeljnimi tlemi zgradimo element, ki naj nudi zadosten odpor proti vertikalnim in tangencialnim prometnim obremenitvam ter proti atmosferskim vplivom, zlasti pa proti vodi. Ta element imenujemo zgornji ustroj ceste. Če že uporabljamo stabiliziranje tal, ga uporabljamo le kot pomoč in

sicer v tem smislu, da zmanjšamo debelino zgornjega ustroja, kjer je v ta namen potreben kamnit material zelo drag.

Glede na dejstvo, da se obtežbe v globino polagoma in bolj ali manj kontinuirno porazgube, ni potrebno, da ves zgornji ustroj zgradimo homogeno, t. j. na vso debelino z enakovrednim materialom, ampak moremo kvaliteto postopoma zmanjšati. Jasno pa je, da iz konstruktivnih razlogov izvedemo to zmanjšanje stopničasto, ne pa kontinuirno v smislu razdelitve pritiskov.

Zgornji ustroj ima naslednje sestavne elemente (glej sl. 1!):

- a) obrabni (površinski) sloj, in
- b) nosilni sloj.



Slika 1.

Obrabni sloj računamo pri gibkih voziščih glede na debelino skupno z nosilnim slojem. Njegova naloga je, da nudi ravno površino, da razvija čim manj prahu in da je kar najbolj mogoče odporen proti učinkovanju prometne obtežbe in atmosferilij. Iz tega razloga mora biti zgrajen iz kvalitetno najboljšega materiala. Pri togih voziščih (betonske plošče) pa je obrabni sloj samo zgornji del nosilnega sloja.

Nosilni sloj ni v neposrednem stiku s prometno obtežbo, je pa vključ v glavni in najvažnejši element zgornjega ustroja. Njegova poglavitna naloga je, da prenaša obtežbo na temeljna tla. Imeti mora zato veliko gostoto, veliko strižno odpornost in biti dovolj elastičen, da sledi eventualnim manjšim deformacijam tal brez občutnejših poškodb.

Nosilni sloj lahko zgradimo v enem ali v dveh slojih. Dvoslojni sistem uporabljamo pri velikih prometnih obtežbah, na slabih nosilnih tleh ter v primeru nevarnosti za mrazotne dvige.

Do novejšega časa so za nosilni sloj uporabljali večinoma kamnito podlago (telford). Poleg raznih drugih evidentnih pomanjkljivosti (glej članek Nekaj načelnih pripomb k uporabi makadamske in telfordske podlage, Novator 1950, št. 1—4), naj v zvezi s statičnim dimenzioniranjem poudarimo še tole:

1. statične razmere so zaradi pomanjkanja vsake kontinuitete v kamniti podlagi popolnoma nepregledne. Zlasti nevarno je to, ker zaradi nezadostnega trenja med posameznimi kamnitimi piramidami zelo lahko pride do točkaste (stebraste) obtežbe, pri čemer seveda potem ni mogoče govoriti o zmanjšanju napetosti v območju zgornjega ustroja.
2. strojne komprimacijske metode za dosego večje kompaktnosti kamnite podlage niso uporabljive, če naj bo planum spodnjega ustroja izpod nje zadostno raven. Kom-

primacije praktično ne moremo kontrolirati s poizkusnimi obremenitvami.

Včasih se sicer navaja v prilog kamniti podlagi dejstvo, da je sposobna prevzemati precejšnje horizontalne strižne napetosti. Toda prelom zgornjega ustroja se ne izvrši po horizontalni, ampak po neki zakrivljeni drsni ploskvi, na kateri je strižna odpornost premagana. Pri točkasti obtežbi se pa ta lom premakne v nižje lege, t. j. v spodnji ustroj, odn. v temeljna tla, kjer vlada navadno le majhna strižna odpornost. S tem torej izgubi nosilni sloj popolnoma svoj pravi pomen (glej sl. 2!).



Slika 2.

Po svoji statični funkciji razločujemo dvoje vrst obrabnih slojev odn. utrditev in sicer:

- a) gibke utrditve in
- β) toge utrditve.

Gibke utrditve (revêtements flexibles, flexible pavements) so tiste, ki praktično nimajo upogibnih odpornosti, ali so pa le neznatne. Prenos obtežbe se izvrši v mejnih ploskvah posameznih slojev s polno kontinuiteto strižnih napetosti. V to vrsto prištevamo z vodo vezana gramozna vozišča, tlak iz kock, asfaltna odn. terova vozišča ipd.

Toge utrditve (revêtements rigides, rigid pavements) so plošče, ki morejo prevzemati znatne upogibne momente. Prenos obtežbe ni kontinuiran, na mejnih ploskvah nastopajo zgolj normalni pritiski, ne pa strižne napetosti.

PROBLEMI STATIČNEGA DIMENZIONIRANJA

S pojmom statičnega dimenzioniranja mislimo na določevanje potrebne debeline zgornjega ustroja glede na obtežbo.

Do novejšega časa so določevali debelino zgornjega ustroja zgolj empirično, mnogokrat čisto šablonsko. Take metode so bile v tehničnem pogledu — ne pa tudi v ekonomskem — zadovoljive tedaj, ko so bile prometne obtežbe in hitrosti vozil relativno majhne in dokler so prevladovala gramozna, z vodo vezana vozišča. Današnje predpisane nosilnosti so pa znatno večje. Zato je potrebno voliti tako debelino zgornjega ustroja, da na eni strani temeljna tla niso preobremenjena, odn. da ne pride do večjih usedkov kakor je to zaželeno, na drugi strani pa — in to je prav tako važno — da zgornjega ustroja po nepotrebnem ne predimenzioniramo, ker bi s tem trpela ekonomičnost. Jasno je seveda, da vselej upoštevamo primeren varnostni koeficient, kakor je to običaj tudi pri drugih inženirskih gradnjah.

Dimenzije zgornjega ustroja so odvisne predvsem od:

1. statičnega (in event. dinamičnega) načina obtežbe,
2. kvalitete materiala za gornji ustroj in od
3. lastnosti temeljnih tal, predvsem od njihove nosilnosti.

I. Vpliv prometne obtežbe

1. Statična prometna obtežba je dana z uradno predpisano maksimalno dopustno obremenitvijo 1 kolesa motornega vozila.

Po predlogu UNO naj bi znašala maksimalna dopustna obremenitev enega kolesa za mednarodno cestno mrežo I. reda 6,5 ton. Variantni predlog se glasi na 5,0 ton za primere, kjer bi prej omenjena obremenitev zahtevala prevelike stroške pri gradnjah ali rekonstrukcijah.

Pri dimenzioniranju so potrebni tudi podatki o inflacijskem pritisku v pnevmatiki. Po predlogih UNO naj bi se računalo s pritiskom maksimalno 4–5 kg/cm².

Nekatere države v ZDA zmanjšujejo dopustno maksimalno obremenitev za tisto dobo, v kateri morajo računati na pojav odjuge. Koherentna temeljna tla namreč imajo pri odjugi bolj ali manj zmanjšano nosilnost (če seveda niso vozišča zaščitena proti mrazu s tamponskim slojem) in to zaradi večje koncentracije vode, ki se je vršila za časa zmrzovanja ob priliki nastajanja in naraščanja ledenih kristalov v zmrzovalni coni. Zato je gotovo upravičeno znižati dopustno obremenitev, dokler se temeljna tla dovolj ne osušijo. Država Michigan n. pr. zmanjšuje dopustno obremenitev v dobi od 1. marca do 31. maja za 25% pri togih (betonskih) voziščih in za 35% pri gibkih voziščih.

2. Dinamična prometna obtežba.

Dinamična obremenitev se predvsem pojavlja pri neravnih, jamastih voziščih. Odvisna pa je od pritiska v pnevmatiki in od hitrosti.

Dinamični vplivi morejo po švicarskih in ameriškanskih preiskavah doseči od 100 do 500% statične obtežbe. Toda posamezni sunki trajajo le kratko časa (ulomki sekunde) in zaradi tega preprečuje vztrajnost mase zgornjega ustroja polni razmah te napetosti. Poleg tega so meritve pokazale, da je masa, ki je pod vplivom dinamičnega učinka, manjša od one pri statični obtežbi. Iz tega razloga priporoča tehniška literatura v ZDA, da se dinamični vplivi pri dimenzioniranju zgornjega ustroja za ceste ne upoštevajo.

3. Oblika obtežilne ploskve.

Kot obremenilno telo upoštevamo danes kolo s pnevmatiko. Oblika obtežilne ploskve je odvisna od teže vozila ozir. od pritiska, ki odpade na eno kolo in od notranjega tlaka pnevmatike.

Na podlagi ameriškanskih preiskav upoštevamo za ceste samo krožno kontaktno (obtežilno) ploskev, ker je razlike od stvarne

oblike, ki je bolj ali manj eliptična, le okrog 3–5%.

Dimenzijo obtežilne ploskve določimo iz relacije

$$P = a^2 \cdot \pi \cdot p \cdot f, \text{ in iz tega}$$

$$a = \sqrt{\frac{P}{\pi \cdot b \cdot f}}; \text{ pri tem pomenijo}$$

P = totalna obremenitev kolesa (kg),

p = notranji tlak v pnevmatiki (v kg/cm²),

a = polmer krožne ploskve (cm),

f = koeficient, ki je praktično enak 1.1–1.2.

Ta koeficient je v računu potreben, ker se je pokazalo, da specifični pritisk na kontaktni ploskvi ni enak notranjemu tlaku pnevmatike, ampak da je zaradi njene večje ali manjše togosti nekoliko večji.

Glede razdelitve pritiskov po kontaktni površini pripominjamo, da jo smemo z zadostno natančnostjo upoštevati kot enakomerno. Pokazalo se je, da je taka aproksimacija boljša od eliptične.

II. Vrste deformacij

V splošnem poznamo 3 vrste deformacij oz. usedkov in sicer elastične, konsolidacijske in plastične.

Elastični usedki so posledice stisnjenja prostornine por. Te deformacije so reverzibilne.

Konsolidacijski usedki se javljajo pri iztisnjenju vode iz zemljskih por. Take deformacije so ireverzibilne. Posedanje pa traja vse dotlej, dokler ne izteče voda do določene mere in dokler se napetosti ne izenačijo. Ti usedki pa niso nevarni, kolikor se javljajo enakomerno po vsem cestišču in dokler je tudi promet razdeljen približno po vsem zemljišču enakomerno. Pri izrazitem prometu po enem in istem tiru pa more priti do nastanka žlebov in do pojava risov, ker je v tem primeru komprimacija na takem tiru intenzivnejša. Ker te deformacije niso posledica prenapetosti, se polagoma umirijo in jih moremo z izravnalnim slojem za vselej odpraviti. Konsolidacijske usedke pa je mogoče s pravilno komprimacijsko metodo praktično sploh preprečiti.

Plastične deformacije so glavni vzrok porušitve utrjenih vozišč. Pojavijo se kot posledica preobremenitve. Značilno je, da so deformacije takega značaja tudi pri velikih hitrostih progresivne. Plastične deformacije se kažejo v risih, ki se javljajo najprej v smeri prometa, nato pravokotno na to smer in končno opazimo vse vprek razpredene rise. Razumljivo je, da so tudi te deformacije ireverzibilne.

Pri vprašanju deformacij se nujno pojavi tudi vprašanje dopustnih usedkov.

Na to se seveda le težko odgovori, ker je treba upoštevati mnogo faktorjev, zlasti pa:

1. gibkost obrabnega sloja (utrditve),
2. vrste deformacije,
3. krivinski polmer deformirane površine,
4. število ponavljajočih se obtežb.

Tehnično in ekonomsko upravičljivo pa je, če za elastične usedke dovoljujemo mero približno do 5 mm.

Plastičnih deformacij seveda z nobenim pogojem ne smemo dopuščati.

III. Metode statičnega dimenzioniranja zgornjega ustroja

Zaradi precejšnje kompliciranosti problema dimenzioniranja zgornjega ustroja je razumljivo, da doslej še nimamo povsem splošnega pravila, s katerim bi bilo mogoče odrediti potrebno debelino zgornjega ustroja za vsak praktični primer. Danes imamo zato mnogo metod, ki skušajo po različnih poteh bolj ali manj točno rešiti ta problem.

Te metode moremo razdeliti po svojem bistvu na več vrst in sicer na:

1. empirične metode,
2. metode klasifikacije tal,
3. preizkusne metode (test methods),
4. polteoretične (kombinirane s preizkusi v laboratoriju) in na
5. teoretične metode.

1. Empirične metode slonijo zgolj na izkušnjah. Glavna njihova pomanjkljivost je ta, da se čestokrat uporabljajo preveč šablonsko. Zato so povzročile predimenzioniranje ali pa hitro propadanje vozišča. Izkušnje je sicer mogoče koristno uporabljati, toda le v primeru, da imamo za izvršeno delo in za vso dobo obstoja ceste sistematično zbrana vsa potrebna opazovanja. Le na taki podlagi je mogoče izkušnje pravilno aplicirati. Zaradi velikega rizika pa danes take metode pri sodobnih cestah odklanjamo.

2. Klasifikacija tal.

Ker je debelina zgornjega ustroja v prvi vrsti odvisna od lastnosti temeljnih tal, so se v praksi pojavile razne klasifikacije, ki grupirajo tla po njihovih najvažnejših in najznačilnejših svojstvih. Vsaki taki grupi pa seveda ustreza neka določena debelina zgornjega ustroja. Naloga torej, ki si jo postavljajo te klasifikacije, ni znanstveno sistematičnega, ampak popolnoma praktičnega značaja. Zveza med takimi skupami in dimenzijo zgornjega ustroja je pa zgolj empirična.

Teh klasifikacij nikakor ne smemo preceňevati. Predvsem je dostikrat zelo težko tla jasno opredeliti v eno samo izmed raznih grup, ker meje nikakor niso ostre in jasne. Če imamo pa za te grupe zbrane izkušnje, potem so pa pravila dimenzioniranja precej enostavna, ker dimenzije odčitamo neposredno v tabeli za vsako ustrezno grupo.

Kriterij za kategorizacije pa so zrnastost, konsistenčne karakteristike in druge fizikalne konstante.

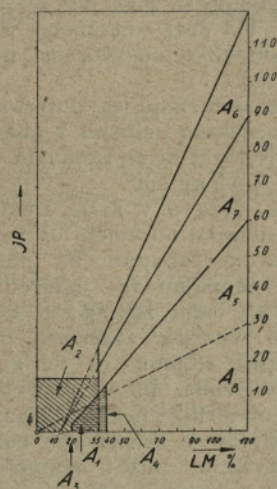
Klasifikacije so se pojavile predvsem v ZDA. Od razmeroma velikega števila naj navedemo samo najznačilnejše in najbolj znane.

a) Klasifikacija »Public Roads Administration« (PRA).

Ta klasifikacija pozna 8 zemljinskih grup, ki jih označuje s črkami A_1 do A_8 . Poleg pregledne tabele je vsaka grupa podrobneje opisana, česar pa zaradi obširnosti ne bomo na tem mestu navajali. (Glej tab. I.)

Na sliki 3 pa je pokazana grafična metoda za klasifikacijo po PRA in sicer za zrnastost $\varphi < 0,42$ mm. Na tem diagramu določimo ustrezno grupo, čim poznamo zgornjo mejo plastičnosti (lezno mejo) LM in indeks plastičnosti I_p .

Na tabeli II. pa na podlagi določene kategorije neposredno odčitamo potrebno dimenzijo zgornjega ustroja, in sicer nastopa v tej tabeli obtežba koles kot parameter.



Slika 3.

Kakor je mogoče videti, se gibljejo dimenzije zgornjega ustroja v precej širokih mejah in zato je potrebna pač daljša praksa, če naj točneje odredimo pravilno debelino. V Evropi se zato ta metoda ni mogla uveljaviti, ampak jo uporabljajo zgolj informativno. Mnogi vplivi (n. pr. odvodnja i. p.) pa sploh niso upoštevani.

b) Klasifikacija »Air Transport Association of America« (ATAA).

Pri tej klasifikaciji poznamo 13 vrst temeljnih tal, ki jih označujemo s črkami E_1 do E_{13} . V tabeli III. je ta klasifikacija pregledno prikazana. Tudi pri tej klasifikaciji imamo podrobnejši popis posameznih grup.

Kakor je razvidno, zahteva ta metoda tri identifikacijske preizkuse in sicer je treba določiti zrnastost ter zgornjo in spodnjo mejo plastičnosti. V tabeli so kot primerjava navedene tudi ustrezne grupe po klasifikaciji PRA.

Za to metodo je značilno, da upošteva tudi vodne razmere in nevarnost za zamrznjenje tal. Navedeni tabeli so priključeni še grafikon za razna gibanja in toga vozišča, na katerih odčitamo s pomočjo tabele III. dimenzije obrabnega in nosilnega sloja, pri čemer veljajo črke R za toga vozišča (betonske plošče), F pa

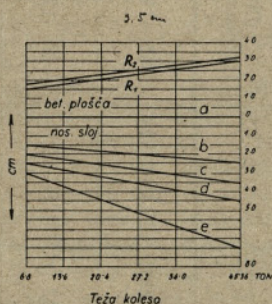
Tabela I.

G r u p a	A ₁	A ₂		A ₃	A ₄	A ₅	A ₆	A ₇	A ₈
		zrnato	plastično						
Fizikalne karakteristike:									
Zgor. meja plastičnosti LL	14—35%	maks 35	maks 35	ni plastičen	20—40	min 35	min 35	min 35	35—400
Indeks plastičnosti I _p	4—9	0—3	3—15	ni plastičen	0—15	0—60	min 18	min 12	0—60
Meja krčenja	14—20%	15—25	maks 25	ni važno	20—30	30—120	6—14	10—30	30—120
Krčenje	0—3%	0—2	0—4	∅	0—4	0—4	min 5	min 5	1—30
Stabilnost	Zelo stabilno ob vsakem času	Stabilno v suhem stanju	Dobro stabilno	Odlično stabilen	V suhem stanju zadovoljivo stabilen — v vlažnem stanju zgubi stabilnost	Različno kompakten, sumljive stabilnosti	Dobro stabilen, če je dobro komprimiran	Kakor A ₆	Nestabilen, nenosilen
Maks. suha prost. teža kg/m ³	min 2080	1920—2080	1920—2080	1920—2080	1760—1920	1280—1600	1280—1760	1280—1760	maks 1440
Optimalna vlaga	9%	9—12	9—12	9—12	12—17	22—30	17—28	17—28	—
Potrebna debelina zavarovalnega sloja proti zamrznjenju (cm)	0—15	0—15	5—20	0—15	23—45	23—60	30—60	30—60	∅

Tabela II.

Kategorija	Obtežba koles			
	4.540 kg	11.350 kg	18.160 kg	36.320 kg
	cm	cm	cm	cm
A ₁	0,0—15,2	7,6—15,2	7,6—22,9	10,2— 30,5
A ₂ (zrnato) . . .	0,0—15,2	7,6—15,2	7,6—22,9	10,2— 30,5
A ₂ (plastično) . .	5,1—20,3	10,2—25,4	15,2—30,5	20,3— 38,1
A ₃	10,2—15,2	12,7—20,3	15,2—22,9	20,3— 30,5
A ₄	22,9—45,7	38,1—63,5	45,7—76,2	61,0— 91,4
A ₅	22,9—61,0	38,1—63,5	45,7—91,4	61,0—121,9
A ₆	30,5—61,0	45,7—76,2	61,0—91,4	76,2—137,2
A ₇	30,5—61,0	45,7—76,2	61,0—91,4	76,2—162,6

za vse vrste gibkih vozišč. Kot primer je prikazan grafikon za betonsko vozišče (sl. 4). Če imamo n. pr. temeljna tla kategorizirana z E₀, če je obtežba enega kolesa P=6,8 ton, če so vodne razmere neugodne (slaba odvodnja) in če obstoji nevarnost za heterogeno zamrznjenje tal, dobimo po tabeli oznako R₂-d.



Slika 4.

Na grafikonu odčitamo za R₂ pri obtežbi kolesa 6,8 ton debelino betonske plošče ca 18 cm, debelino nosilnega sloja za indeks d je pa ca 45 cm.

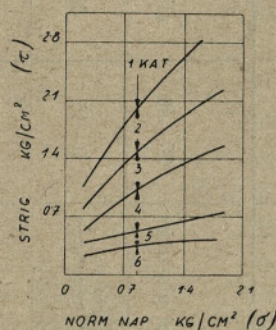
Navedene klasifikacije in ustrezajoče tabele z grafikonu so sestavljene sicer za letališča, uporabljajo se pa tudi za ceste, pri čemer se jemljejo v poštev grafikonu za one dele vzletišč, pri katerih ne upoštevamo dinamičnih vplivov.

Podobnih takih klasifikacij imamo še mnogo vrst (Civil Aeronautics Administration [CAA], US Corps of Engineers [AC] in druge ameriške in angleške civilne ter vojaške uprave).

c) Talnofizikalna klasifikacija po Mc Dowellu.

Pri dosedaj navedenih metodah trdnost tal v splošnem ni upoštevana, ali pa samo posredno. Učinek komprimiranja pa sploh ne pride do izraza. Odnos med debelino zgornjega ustroja in med obtežbo kolesa je zato precej netočen. Mc Dowell skuša to pomanjkljivost odpraviti tako, da vzame pri klasifikaciji kot kriterij strižno odpornost tal, ki je zelo važen faktor za nosilnost tal. Strižno odpornost določuje Mc Dowell s triaksialnim aparatom. Za osnovo vzame Mohrove kroge, konstruirane pri tem preizkusu za stadij preloma. Tako dobljeno Mohrovo ovojnico prenese v kvadrant za normalne in tangencialne

napetosti, ki je razdeljen na 6 območij (sl. 5). V grupo 1 sodijo najboljše tla, v grupo 6 najslabša. Vzorci so pa pred preiskavo kompri-



Slika 5.

mirani po Proctorjevi metodi z optimalno vlago. Odnos med navedenimi 6 skupami in potrebno debelino je podan v tabeli IV.

Splošno se seveda ta metoda ne more uporabljati brez nadaljnjega. Sam avtor navaja, da ta metoda ni uradna metoda (države Texas), ampak da bo treba še mnogo primerjalnega študija in opazovanj, preden bodo podatki v tabeli zanesljivi. Po njegovi trditvi tudi ni mogoče uporabljati te tabele za take materiale zgornjega ustroja, ki imajo visoke module E.

3. Preizkusne metode.

Iz opisanih klasifikacijskih metod je razvidno, da imajo vse te metode nekaj shematičnega na sebi.

Zato so se pojavile nekatere metode, ki uporabljajo poskusna obremenjevanja tal z bati ali s stožci, pri čemer je mogoče dobiti neko sliko o odporu tal proti plastičnemu deformiranju, čeprav pri teh poskusih ne gre za določevanje stvarne strižne odpornosti zemljine. To je treba posebej poudariti.

Take metode torej, ki ne uporabljajo fizikalnih konstant, karakterističnih za tla, ampak konvencionalne, za sam postopek tipične koeficiente, imenujemo preizkusne metode (angleško: Test methods). Izmed raznih metod naj navedemo samo najmarkantnejše.

a) Metoda s stožcem po sistemu države North Dakota.

Princip te metode leži v tem, da kovinski stožec s standardizirano težo in obliko sukcesivno obremenjujemo do 80 funtov (36¹/₄ kg). Napetost v stožcu je izražena v obliki (glej sliko 6).

$$B = \frac{G}{F} = \frac{\text{celokupna teža stožca} + \text{uteži itd.}}{(s \cdot \text{tg } 7^{\circ} 45')^2 \cdot \pi} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

pri čemer pomeni s pogrezanje pri končni predpisani obtežbi.

Na podlagi številnih takih poskusnih obremenitev na terenu in na podlagi evidence, katere debeline zgornjega stroja so za določene maksimalne obremenitve vzdržale in

Tabela III.

Grupa tal	Analiza za zrnitev				Vrsta tal						
	PRA Klasif.	Presevek No 10 Sito 2 mm	Material No 10 (Sito 2 mm)		Zgor. meja plast. LL	Plast. indeks I _p	Kapil. dvig cm	Dobro odvodnjavanje		Slabo odvodnjavanje	
			Grob pesek	Droben pesek				Prah in glina	Brez zamrzovanja	Zamrzovanje	Brez zamrzovanja
E-1	A ₃ -A ₁		manj kot 40—	manj kot 60—	manj kot 15—	manj kot 6—	0-12	Fa R1a	Fa R1a	Fa R1a	Fa R1a
E-2	A ₁ -A ₂		15—	85—	25—	6—	0-36	Fa R1a	Fa R1a	F1 R1a	F2 R1a
E-3	A ₃ -A ₂	0-45	—	—	25—	6—	0-36	F1 R1a	F1 R1a	F2 R1a	F2 R1a
E-4	A ₂		—	—	35—	10—		F1 R1a	F1 R1a	F2 R1a	F3 R2a
E-5	A ₂		—	—	45—	15—		F1 R1a	F2 R1b	F3 R1b	F4 R2b
E-6	A ₁ -A ₂		—	—	45—	10—		F2 R1a	F3 R2b	F4 R2b	F6 R2b
E-7	A ₁ -A ₀		—	—	45—	10-30		F3 R1b	F4 R2b	F6 R2b	F7 R2c
E-8	A ₁ -A ₀		—	—	45—	15-40	36	F4 R1b	F6 R2c	F7 R2c	F8 R2d
E-9	A ₅	0-55	—	—	45—	30—		F5 R2b	F7 R2c	F7 R2c	F9 R2d
E-10	A ₇ -A ₀		—	—	45—	20-50		F5 R2b	F7 R2c	F8 R2c	F9 R2d
E-11	A ₇ , A ₅ , A ₁		—	—	45—	30—		E6 R2c	F8 R2d	F9 R2d	F10 R2c
E-12	A ₅		—	—	80—	—		F8 R2d	F9 R2c	F10 R2e	F10 R2e
E-13			—	—	80—	—					

neuporabno za spodnji stroj

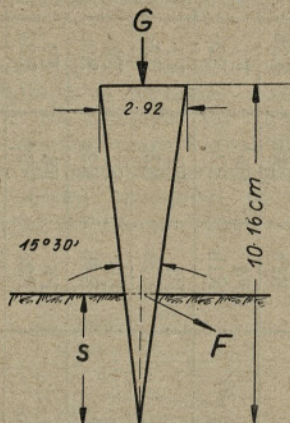
katere ne, je bila sestavljena empirična formula za dimenzioniranje potrebne debeline, ki se (preformirana za metre in kilograme) glasi:

$$d = \frac{59,6}{B^{0,388}} \quad (\sqrt{\text{cm}})$$

(B pomeni zgornaj izraženo napetost stožca.)

Za razne obtežbe kolesa je potem račun olajšan s posebnim diagramom, kjer neposredno odčitamo za dobljeno vrednost B potrebno debelino d.

Prednost take metode je zlasti v tem, da lahko cesto dimenzioniramo povsod na isto



Slika 6.

nosilnost, da lahko pri starih cestah predpišemo maksimalno dopustno obremenitev in da pri voziščih s pomanjkljivim zavarovanjem proti zmrzovalnim učinkom omejimo obtežbo za časa odjuge na pametno mero ter s tem preprečimo hitro propadanje vozišča.

b) Metoda California Bearing Ratio (CBR)

Ta metoda je bila opisana tudi že v naši literaturi, zato je tukaj podrobneje ne bomo navajali. (Glej: Šuklje, O konstrukciji in dimenzioniranju letališčnih ploščadi in prog, Tehnika 1949, št. 1).

Omenimo naj le nekaj značilnosti te metode, ki navadno niso tako znane.

Predvsem je treba ugotoviti, da velja ta metoda prvenstveno za gibka vozišča. Po Mayerju (glej: Mayer, Les pistes d'envol pour avions lourds, Paris, 1946) se sicer more uporabljati ta metoda tudi za toge betonske plošče in sicer tako, da je debelina betonske plošče upoštevana v skupni debelini zgornjega ustroja s svojo trikratno vrednostjo. Toda praksa je pokazala, da je taka supozicija netočna in nezadovoljiva.

Nadalje je važno poudariti, da je to čisto laboratorijski preizkus, pri katerem preiskujemo več dni vzorce, ki smo jih porušene obdelali in vlažili bodisi do nasičenosti, bodisi v določenem intervalu (4 dni).

Končno je treba navesti, da je uporaba diagrama CBR mogoča le, če spodnji ustroj (odn. planum spodnjega ustroja) komprimiramo do globine vsaj 15 cm, to pa pri optimalni vlagi (v smislu Proctorjeve metode) in

tako, da je dosežena minimalna relativna gostota 95%.

Če kritično pregledamo to sicer zelo znano metodo, lahko ugotovimo naslednje:

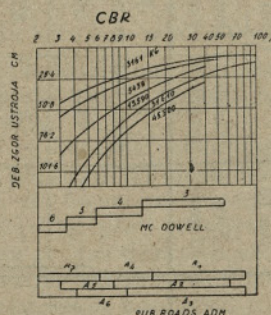
Dimenzioniranje po tej metodi je zelo enostavno, vendar pa ima neke evidentne pomanjkljivosti, zaradi česar se tudi v samih ZDA uporablja v zvezi z drugimi metodami.

Največja pomanjkljivost je gotovo ta, da rezultati pri čisto istem materialu variirajo za $\pm 30\%$ in tudi več. Zato je po Peltieru potrebno za vsak material izvršiti vseh šest preizkusov in nato vzeti aritmetično sredino. Neugodno je tudi to, da so rezultati pri zrnavosti $\varphi > 20$ mm zelo netočni.

Zdi se pa, da je dimenzioniranje po tej metodi precej varno. V tem pa tiči nevarnost, da je zgornji ustroj pogosto predimenzioniran in neekonomičen.

Nedvomno pa je, da more ta metoda dati le zelo zadovoljivo aproksimacijo, seveda v primeru, da je vrednost CBR skrbno določena. Ni pa nevarnosti, da bi pri dobro nosilnih ali pa malo nosilnih tleh bistveno pogrešili. Krivulje za dimenzioniranje jasno kažejo, da je v območju dobrih in zelo dobrih tleh debelina zgornjega ustroja le malo odvisna od velikosti obtežbe. Zato nepravilna ocena vrednosti CBR ne more povzročiti večje napake. Drugačne razmere pa vladajo pri slabo nosilnih tleh. Tu je vse bolj odločilna prometna obtežba. Zato je priporočljivo za taka območja rezultate te metode kontrolirati še z drugimi metodami.

V novejšem času se je začel močno uveljavljati modificirani poljski preizkus po metodi CBR. Pogoji so seveda drugačni, ker ima tu material možnost stranskega deformiranja. (Bat se namreč pritiska po tej metodi neposredno v temeljna tla.) Vendar se v praksi uporabljajo iste krivulje za dimenzioniranje, ker je varnost pri tem nekoliko večja. Velika prednost je v tem, da je mogoče izvesti mnogo preizkusov, ker je aparaturna enostavna in montirana na kamionu.



Slika 7.

Na sliki 7. so posredno preko diagrama CBR med seboj primerjane razne metode za dimenzioniranje zgornjega ustroja.

4. Polteoretične metode

so v svojem principu le kombinacija empiričnih in teoretičnih metod.

5. Teoretične metode.

Kakor v statiki, tako igrajo tudi pri teh metodah glavno vlogo notranje napetosti.

Naloge teoretičnih metod so predvsem te, da izračunajo usedke in napetosti ter da preiskujejo stabilnost.

Usedke je treba preračunati, ker moramo zadostiti pogoju, da ne smejo ti usedki prekoračiti določeno mejo.

Glede napetosti je treba omeniti, da v splošnem učinkuje v spodnjem in zgornjem ustroju cestnega telesa vsestranski pritisk. Tako obremenjeno telo se poruši takrat, kadar je prekoračena strižna napetost, ki ustreza določeni normalni napetosti. Obtežba, pri kateri se v kakršnikoli točki pojavijo pogoji za plastične pojave, imenujemo kritično obtežbo.

O stabilnosti pa govorimo takrat, kadar se obtežena ploskev ne pograza v temeljna tla.

Tabela IV.

Grupa	Debelina zgornjega ustroja (vozišče + nosilni sloj)					
	Teža kolesa 3650 kg		Teža kolesa 5450 kg		Teža kolesa 7250 kg	
Splošni opis materiala	Visok E ¹ Zgornji ustroj	Nizek E ¹ Zgornji ustroj	Visok E Zgornji ustroj	Nizek E Zgornji ustroj	Visok E Zgornji ustroj	Nizek E Zgornji ustroj
1.	Dopustno dobro, lahko bitum. vozišče					
2.	2,5—10 cm bitum. vozišče ali pa stabilni sloj prvovrstnega materiala z lažjo površinsko obdelavo					
3.	7,5—20 cm	10—25 cm	10—25 cm	12,5—30 cm	10—30 cm	15—35 cm
4.	20—30 cm	25—40 cm	25—38 cm	30—50 cm	30—45 cm	35—58 cm
5.	33—43 cm	40—53 cm	40—53 cm	50—65 cm	45—60 cm	53—75 cm
6.	43 cm +	53 cm +	53 cm +	65 cm	60 cm	75 cm

¹ Opomba: Visok E = ca 1400 kg/cm²
Nizek E = ca 420 kg/cm²

Strogo teoretično obravnavanje tega problema je pridržano talni mehaniki in presega dosedANJI način projektiranja cest.

Prva dva problema je mogoče zadovoljivo obvladati s pomočjo prožnostne teorije. Seveda je tudi mogoče takim metodam ugovarjati zaradi znanega dejstva, da le izjemoma lahko govorimo o homogenih tleh. Če so se pa kljub temu take metode udomačile, je treba iskati vzroke v naslednjem:

a) Strogo teoretično rešitev je treba izvesti samo enkrat. Rezultate prikrojimo za praktično računanje v obliki tabel, diagramov, nomogramov ipd.

b) Teorija nam kaže sovisnost med posameznimi odločilnimi faktorji in samo na ta način je mogoče pravilno razumeti razne pojave.

c) Uporaba teorije elastičnosti je toliko upravičena, ker se v praksi tla tako komprimirajo, da v glavnem morejo in smejo nastopiti samo elastične deformacije. Po Terzaghiju daje teorija povsem zadovoljive rezultate tedaj, če je varnostni faktor za prekoračenje nosilnosti temeljnih tal ≥ 3 . V tem primeru namreč je napetostno stanje bolj ali manj podobno tistemu, ki ga izračunamo na podlagi privzetka, da so tla popolno elastična.

Teoretično dimenzioniranje zgornjega ustroja za ceste sloni na rešitvi zlasti dveh fundacijskih problemov in sicer problema enakomerno razdeljene obtežbe po krožni ploskvi in problema nosilnosti temeljnih tal.

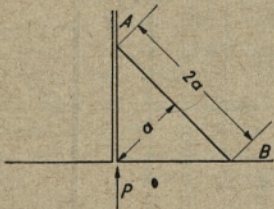
Teoretične osnove so zelo obširne, zato naj na tem mestu nakažemo le nekaj praktičnih primerov.

A. Dimenzioniranje togih vozišč (betonskih plošč).

Pri dimenzioniranju betonskih plošč prihajajo v poštev obremenitve na sredini, na robu in na vogalu plošče.

a) Olderjeva metoda

je ena najenostavnejših. Njena osnovna supozicija je, da vogal plošče ne leži popolnoma na svoji podlagi, torej da vogal plošče deluje kakor konzola (slika 8).



Slika 8.

Po sliki dobimo:

$$M = P \cdot a; \sigma = \frac{M}{W} = \frac{P \cdot a \cdot y}{J};$$

$$J = \frac{2ad^3}{12}; y = \frac{d}{2}; \sigma = \frac{3P}{d^2};$$

$$\text{odnosno } d = \sqrt{\frac{3P}{\sigma_{\text{dop}}}};$$

Zaradi vpliva moznikov itd. priporoča Older zmanjšanje debeline plošče in sicer po enačbi

$$d = \sqrt{\frac{2P}{\sigma_{\text{dop}}}};$$

, pri čemer je:

P = pritisk kolesa (kg),

σ_{dop} = dopustna napetost na upogib (kg/cm^2).

Ta metoda je seveda enostavna, pač pa tudi zelo aproksimativna in netočna.

V novejšem času se je zelo udomačila

b) Westergaardova metoda.

Načela in osnove te metode so že podane v Tehniki 1949, št. 1 (glej že citirani članek dr. Sukljeta), zato ni potrebno, da jih ponovno navajamo.

Pripomnili bi le to, da se ta teorija vkljub nekim netočnim pridržkom zelo dobro ujema z rezultati obširnih preiskav, zato jo danes zelo pogosto uporabljajo, zlasti v ZDA. — Osnovne Westergaardove enačbe je Public Roads Administration še nekoliko izpopolnila na podlagi obširnega preizkusnega materiala, zlasti glede prej citiranih treh leg obremenitev in glede vpliva dnevnih in nočnih temperatur.

Poleg Westergaardovih enačb uporabljajo razne civilne in vojaške ustanove za gradnjo cest in letališč svoje lastne metode, ki so jih razvile predvsem na podlagi njihovih izkušenj in potreb (Air Transport Association US itd.).

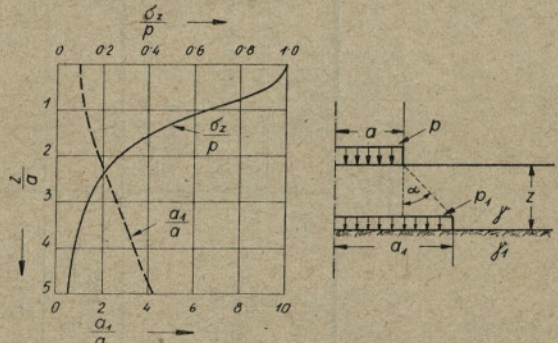
B. Dimenzioniranje gibkih vozišč.

Kakor pri dimenzioniranju togih vozišč, so se tudi za gibka vozišča pojavile mnoge teoretične metode, ki jih v načelu moremo deliti po naslednjih vidikih:

- metode na podlagi dopustne napetosti tal,
- metode na podlagi poizkusnih obremenitev,
- metode na podlagi strižnih in triaksialnih preizkusov.

a) Dimenzioniranje na podlagi dopustne napetosti tal.

Terzaghi navaja v svoji knjigi »Theoretical Soil Mechanics 1948« naslednjo za prakso precej preprosto metodo.



Slika 9.

Na podlagi slike 9. moremo za primer krožne obtežilne ploskve pisati:

$$p = \frac{P}{a^{2\pi}}; p_1 = \frac{P}{(a + ztg\alpha)^{2\pi}}; pa^{2\pi} = p_1 (a + ztg\alpha)^{2\pi};$$

Če zdaj za p_1 vstavimo dopustno obremenitev tal σ_{dop} in če privzamemo primerno vrednost za kot α (ki je odvisen od kvalitete zgornjega stroja), moremo določiti debelino z .

Po navedeni sliki pa moremo še pisati:

$$pa^{2\pi} = p_1 a_1^{2\pi}, \text{ in dalje}$$

$$\frac{a}{a_1} = \sqrt[\pi]{\frac{p_1}{p}} = \sqrt[\pi]{\frac{\sigma_z}{p}}$$

Za razna praktično možna razmerja $\frac{z}{a}$ dobimo vrednosti iz diagrama na sliki 9. V istem diagramu so za vsako relativno globino $\frac{z}{a}$ dana tudi razmerja za napetost σ_z .

Za krožno obremenilno ploskev navaja Terzaghi sledečo relacijo za dopustno napetost tal:

$$q_{dop} = c \cdot F_c + \gamma \cdot z \cdot F_t + \gamma_1 \cdot a_1 \cdot F_a,$$

pri čemer pomenijo:

- c = kohezijo tal,
- γ = prost. težo materiala zgornjega stroja,
- γ_1 = prost. težo temeljnih tal,
- F_c, F_t in F_a = koeficiente, ki so v odvisnosti od koeficienta notranjega trenja f dani v tabeli V.

Tabela V.

Notranje trenje f	F_c	F_t	F_a
0.0	7.4	0.0	0.0
0.1	9.0	0.8	0.1
0.2	14.0	2.1	0.4
0.3	19.0	4.3	1.2
0.4	27.0	8.0	3.0
0.5	36.0	14.0	6.6
0.6	53.0	24.0	13.0
0.7	75.0	40.0	26.0
0.8	106.0	67.0	51.0
0.9	156.0	108.0	102.0
1.0	224.0	172.0	192.0

V boljše razumevanje naj pokažemo uporabo te metode na praktičnem primeru.

Dano:

Pritisk kolesa $P = 6000$ kg,
 polmer obtežilne ploskve $a = 19.5$ cm,
 obremenitev $p = 5$ kg/cm²,
 debelina zgor. stroja . $z = 43$ cm.

1. Kolika je napetost σ_z v globini z ?

Relativna globina $\frac{z}{a} = \frac{43}{19.5} = 2.2$; za to vrednost dobimo po navedenem diagramu na sl. 9

$$\frac{a_1}{a} = 2; a_1 = 2a = 39 \text{ cm.}$$

Po istem diagramu dobimo za $\frac{z}{a} = 2.2$

$$\frac{\sigma_z}{p} = 0.24. \text{ Iz tega je napetost v globini } z$$

$$\sigma_z = p \cdot 0.24 = 5 \times 0.24 = 1.2 \text{ kg/cm}^2.$$

2. Kolika je dopustna napetost σ_{dop} ?

Laboratorijsko smo dobili:

Kohezija $c = 0.9$ kg/cm²,
 globina $z = 43$ cm;
 koeficient trenja $f = 0.1$,

$$\gamma = 2250 \text{ kg/m}^3,$$

$$\gamma_1 = 2000 \text{ kg/m}^3;$$

za $f = 0.1$ dobimo iz tabele V.:

$$F_c = 9.0;$$

$$F_t = 0.8;$$

$$F_a = 0.1;$$

Če vstavimo te vrednosti v navedeno enačbo, dobimo dopustno napetost

$\sigma_{dop} = 8.19$ kg/cm²; ker je dejanska napetost v globini z enaka 1.4 kg/cm², je varnostni koeficient

$$\eta = \frac{8.19}{1.4} = 6.8;$$

Če hočemo imeti varnostni koeficient ca 3, volimo manjšo debelino z . (V tem primeru bi dobili za $z = 28$ cm, napetost $\sigma_z = 2.75$ kg/cm² in $\eta \cong 3$.)

Navedena formula velja s privzetkom, da se v globini z napetostjo enakomerno razdelijo. Po njegovem mnenju je ta privzetek zadovoljiv pri zahtevanem varnostnem koeficientu $\eta = 3$.

V tehniški literaturi imamo seveda še mnogo drugih takih formul, ki jih tukaj ne moremo navajati. Pripomniti pa je treba, da često teh formul ne moremo uporabljati, če nam niso poznane njihove osnovne supozicije. Sicer se lahko zgodi, da dobimo nemogoče ali neuporabljive rezultate.

b) Dimenzioniranje na podlagi poizkusnih obremenitev.

Stisljivost tal moremo določevati s ploščo krožne oblike. Premer plošče je odvisen od zrnavosti tal in sicer volimo za drobnozrnata tla manjše premere (ca 200 cm²), za grobnozrnata pa večje premere (ca 1000 cm²). Pri tem izhajamo iz privzetka, da obtežba deluje enakomerno po vsej ploskvi in da imamo opravka z neskončnim poluprostorom.

Apromksimativno smemo napisati:

$$\Delta y \cong \frac{\Delta \sigma}{M_E} \cdot D, \text{ oziroma}$$

$$M_E \cong \frac{\Delta \sigma}{\Delta y} \cdot D = \cotg \alpha \cdot D = C \cdot D$$

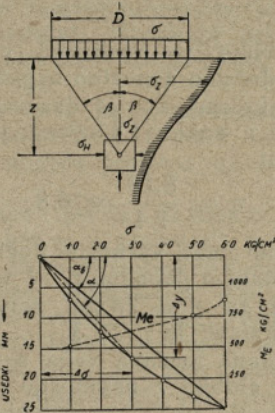
S količino M_E računamo podobno kakor z modulom prožnosti E . Razlika med obema vrednostima je ta, da določujemo E pri neoviranem stranskem deformiranju, M_E pa pri oviranem. Zavedati se je pa treba, da M_E ni nekaka materialna konstanta, ampak vrednost, ki je odvisna od obtežbe in predhodne obtežbe materiala. Kakor je razvidno iz slike 10, ustreza tudi vrednost M_E za določeni napetostni material neki srednji vrednosti.

Lep primer za tako obtežilno preizkušnjo in dimenzioniranje je podal Haefeli v svoji razpravi: »Erdbauliche Methoden zur Dimen-

sionierung der Pisten beim Bau des Flughafens Kloten« (Zürich 1948).

V Ameriki so se pojavile tudi mnoge metode dimenzioniranja zgornjega ustroja s pomočjo poizkusnih obremenitev.

Tako n. pr. ima Highway Research Board (1934) svojo grafično metodo. Ta je sestavljena na podlagi tistih obremenitev, ki za določeno obtežilno ploskev povzročijo usedke



Slika 10.

0.5 cm in 1.12 cm. Podobno grafično metodo imata tudi Campen in Smith (1942), le s to razliko, da je merodajna ona obtežba, ki ustreza usedkom 0.6 cm v globini tal 15 cm.

Goldbeck (1940) dimenzionira zgornji ustroj po sledeči enačbi:

$$d = \sqrt{\frac{2p}{\pi q} - \frac{3L_2}{2}}, \quad \text{v kateri pomenijo:}$$

d = potrebna debelina zgornjega ustroja,
 L_2 = polumer obtežilne ploskve (pri obtežbi s kolesom),

q = obtežba, ki pri ploskvi 625 cm² povzroči usedek 1,12 cm,

p = obtežba kolesa.

Poleg teh imamo seveda še mnogo drugih formul (Glej: Bendel, Die Berechnung der Dicke von Flugpisten, Schweizerische Techn. Zeitschrift, 1948, No 32).

c) Dimenzioniranje na podlagi strižnih in triaksialnih poizkusov.

Znano je, kako važna sta za nosilnost tal notranje trenje in kohezija. Te karakteristike danes največkrat preiskujemo s triaksialnimi aparati, ker posnemajo v njih razmere v naravi bolje kakor v strižnih aparatih ali v edometrih.

Tudi teh metod je veliko število, zato bomo navedli le eno najznačilnejših, in sicer metodo »Kansas«. Pri tem pripomnimo, da ta metoda s triaksialnim poizkusom določuje le modul stisljivosti, ne pa notranjega trenja in kohezije.

Formula metode Kansas je v principu zgrajena na osnovi Barberjeve in Palmerjeve

formule (Proceedings, Highway Research Board, Vol. 20, 1940) in se glasi:

$$d = \left[\sqrt{\left(\frac{P \cdot m \cdot n}{2\pi C \delta} \right)^2 - a^2} \right] \left[\sqrt[3]{\frac{C}{C_p}} \right];$$

V tej enačbi pomenijo:

d = potrebna debelina zgornjega ustroja,
 P = maksimalna obremenitev kolesa,
 m = koeficient prometa (na osnovi prometne jakosti),

n = koeficient nasičenosti (na osnovi padavinskih razmer),

C = modul stisljivosti tal,

δ = dopustni usedek vozišča,

a = polumer obtežilne ploskve (kontaktna površina kolovozišča),

C_p = modul stisljivosti zgornjega ustroja.

Iz enačbe je razvidno, da niso upoštevane samo talne mehanske karakteristike tal in zgornjega ustroja, ampak tudi prometne in klimatične razmere.

Maksimalna dopustna obremenitev enega kolesa je v državi Kansas $P = 9000$ lb (4077 kg). Obtežba enega kolesa se računa v odvisnosti od prometne jakosti po naslednji tabeli:

Tabela VI.

Skupno število vozil na dan	Reducirana obtežba enega kolesa (kg)	Prometni koeficient m
1500 in več	4077	1
900—1500	3400	5/6
300—900	2718	2/3
380—509	2039	1/2

Koeficient nasičenosti n je pa dan v tabeli VII.

Letne padavine mm	Koeficient nasičenosti n
890—1150	1.0
760—889	0.9
635—759	0.8
510—634	0.7
380—509	0.6

Kot dopustni usedek δ dovoljujejo na podlagi dosedanjih opazovanj mero $\delta = 0.25$ cm.

Za določene cestne odseke so vrednosti C_p , C , m , n , a in δ konstante. Zato je mogoče za razne vrednosti modula stisljivosti tal izračunati potrebne debeline ter jih prikazati grafično s krivuljo, ki potem služi za direktno dimenzioniranje za vmesne vrednosti modula stisljivosti.

Pri vseh dosedanjih teoretičnih formulah je bila v principu uporabljena znana Boussinesqova teorija v elastičnem, homogenem in izotropnem polprostoru.

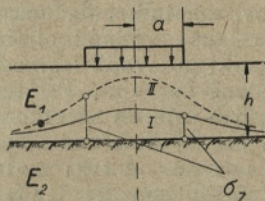
V resnici je pa cestno telo v svoji najenostavnejši obliki dvoslojni, praktično v večini

primerov celo večslojni sistem. Ta različnost pri vseh navedenih metodah ni bila upoštevana v večji meri.

Teža problema se je lotil Burmister (1943), ki je postavil svojo »teorijo dvoslojnega sistema«. Teorija sama je zgrajena s pomočjo izredno kompliciranega matematičnega postopka. Naloga, ki si jo je Burmister postavil, je predvsem v tem, da poskuša analitično ugotoviti napetosti in deformacije v zgornjem ustroju in v temeljnih tleh in sicer za primer obremenitve, enakomerno razdeljene po krožni ploskvi.

Ker je njegova teorija povzročila precej pozornosti in tudi precej kritike, naj samo na kratko omenimo njene glavne osnove.

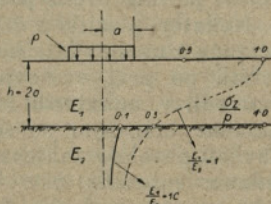
Kakor je znano, ima zgornji ustroj nalogo, porazdeliti prometno obtežbo na večjo površino tako, da ne pride do preobremenitve temeljnih tal, odnosno da so usedki v želenih mejah. Na mejni ploskvi med zgornjim ustrojem in temeljnimi tlemi so torej napetosti manjše kakor v primeru, da tega zgornjega



Slika 11.

ustroja ne bi bilo. Iz slike 11 vidimo, da je krivulja napetosti (I) bolj ploščata, kakor bi jo dobili po Boussinesqovi supoziciji (II). To pa tem bolj, čim večja je razlika med moduli elastičnosti zgornjega ustroja (E_1) in temeljnih tal (E_2). Redukcije napetosti so razvidne s slike 12. Za primer $h = 2a$ in za razmerje modulov $E_1 : E_2 = 10$, se po Burmisteru napetosti reducirajo na 1/3 vrednosti po Boussinesqu. V tem torej tiči bistvo dvoslojnega sistema.

Jasno je, da se z redukcijo napetosti reducirajo tudi usedki. Ti usedki se pa ne



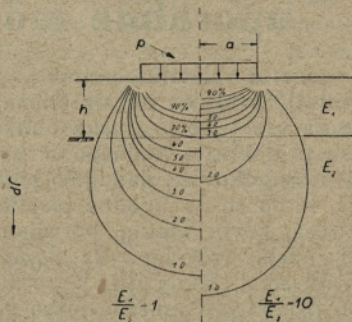
Slika 12.

zmanjšujejo samo zaradi zmanjšanja napetosti, ampak tudi zaradi tega, ker se za zgornji ustroj uporablja manj stisljiv material. Učinek zgornjega ustroja je torej dvojen.

Fox je določil po Burmistrovu teoriji napetosti v zgornjem in spodnjem ustroju in jih prikazal z izobarami, t. j. s točkami z isto vertikalno napetostjo (slika 13). Kakor je razvidno, je za primer razmerja $E_1 : E_2 = 10$ močna koncentracija pritiskov v zgornjem

sloju. Te izobare nam tudi kažejo, da je globinsko učinkovanje pri površinski obtežbi relativno majhno.

Važno pa je, da pri tej teoriji pomislimo na naslednje: Scrivner je pokazal, da se po Burmistrovu teoriji pojavijo že pri relativno močnih debelinah zgornjega ustroja zelo velike radialne natezne napetosti. Za razmerje $E_1 : E_2 = 10$ in za $h = a$ dobimo na primer radialni nateg, ki znaša 158% od napetosti na površini. S tem pa pade uporabljivost te



Slika 13.

teorije pri sistemih, ki niso v stanju prevzeti takih nategov. Možno je torej to teorijo aplicirati le na precej ozkem področju togih vozišč.

Ruckli je poizkusil teorijo dvoslojnega sistema izpeljati z izključitvijo teh nategov. Dela sicer še ni dokončal, vendar pa dosedanja rezultata kažejo zelo zanimivo dejstvo, da se tak dvoslojni sistem, ki ne more prevzeti nategov, le malo razločuje od homogenega poluprostora, kakor ga upošteva Boussinesq.

Pri dimenzioniranju zgornjega ustroja sodobnih cest je nujno, da poleg statičnih vplivov upoštevamo tudi pojave zamrznjenja tal. Pri vezljivih zemljinah, kjer je treba računati na škodljive pojave heterogenega zamrznjenja, navadno ni zadostno, če uporabljamo le tako debelino nosilnega sloja, ki ustreza statični obremenitvi.

Čeprav moremo trditi, da je problem zamrznjenja tal in dimenzioniranja potrebnega zavarovalnega sloja praktično rešen, predstavlja to vendar precej obširno poglavje za sebe, ki ga v okviru tega članka ni mogoče podati. Poudarjmo naj pa le to, da se mora vprašanje zamrznjenja tal proučevati posebej in da je na tej podlagi potem mogoče zaščitni sloj proti zamrznjenju upoštevati pri nosilnem sloju v tem smislu, da debelino visoko kvalitetejnega zgornjega nosilnega sloja lahko primerno zmanjšamo, ne da bi se pri tem zmanjšala njegova nosilnost.

Literatura:

1. Ruckli, Spezielle erdbaumechanische Probleme des Straßenbaues (predavanje na ETH, Zürich).
2. Bendel, Die Berechnung der Dicke von Flugpisten (Schweiz. Techn. Zeitschrift, No 32, 1948).

3. Mayer, Pistes et bandes d'envol, Paris 1947.
4. Proceedings of the Second International Conference of Soil Mechanics and Foundation Engineering, Rotterdam 1948, Vol. V.
5. Heimbüchel, Die Bemessung des Unterbaues von Straßen u. Startbahnen (Straßen- u. Tiefbau, 1950, No 8, 9, 10).
6. Peltier, Contribution à l'étude de la Géotechnique routière en France et dans nos territoires d'outre mer (Annales des Ponts et Chaussées, No 4, 1950).
7. Probleme des Straßenbaues (predavanja na instruktivskem tečaju društva švicarskih cestnih strokovnjakov [VSS] v Zürichu, 1949).

Ing. Ernest Udovč:

Splošen pomen umetnih plastikov in njih uporabne možnosti v gradbeništvu

Naziv »umetni plastiki« (tudi »umetne smole«, »sintetične mase« ali sintetična »obličila«) velja za vse tiste organske oblikovalne snovi, ki se pridobivajo kemično iz naravnih surovin ali polizdelkov za nadaljnjo predelavo v predmete, ki so se do uvedbe plastikov izdelovali iz lesa, kovin, stekla, porcelana, slonove kosti, usnja, rogovine, iz domačih in tujih naravnih smol, lakov itd. V posameznih primerih so pridobivali umetne mase že pred sto in več leti takrat, ko so iznašli vulkaniziran gumi, celulooid, galalit in še nekatere druge take snovi. Vendar pa je doživela industrija umetnih smol svoj pravi razvoj kot malokatera druga panoga, v času med prvo in drugo svetovno vojno. Velika večina sintetičnih plastikov je bila uvedena v industrijsko prakso šele v zadnjih petnajstih letih in se še danes vedno in vedno sliši o novih plastikih, ki do tega trenutka še niso znani.

Pomen sintetičnih plastikov za industrijo in ostala predelovalna področja je v tem, da ob njihovi uporabi lahko varčujemo s kovinami, njihovimi zlitinami, s porcelanom, steklom, z importiranimi naravnimi smolami, lepili, lesom in drugimi dragocenimi surovinami. Uporaba umetnih smol tudi omogoča boljšo uporabo odpadnih industrijskih materialov: lesa, papirja, usnja, ki se lahko bolje in v večji meri oblikujejo v kvalitativne izdelke, če si pri njihovi izdelavi pomagamo z umetnimi obličili. Na ta način izdelamo iz odpadkov slabše kvalitete kakovostno boljše materiale. Čim več plastikov se bo uporabljalo v industriji tem več kovin, zlitin in drugih omenjenih surovin se bo lahko prihranilo za tiste namene, kjer ne moremo uporabljati umetnih smol. Plastiki dobivajo vsak dan več pomena zaradi rastočega pomanjkanja kovin in lesa po vsem svetu, kar vpliva na pospešen razvoj industrije umetnih plastikov prav povsod. Tako kažejo tudi razmere v industriji po drugi svetovni vojni, da bo vloga umetnih smol še dalje rastle, ker surovine starega kova (les, kovina) danes več ne morejo zadostati zahtevam moderne tehnike, niti količinsko, niti kvalitetno. Določena večja področja industrije so umetni plastiki že popolnoma osvojili in je malone zaslug določenih vrst sintetičnih mas, da so se nekatere industrijske panoge sploh mogle razviti do današ-

nje stopnje. Težko bi si danes mogli zamišljati industrijo električnih in izolacijskih materialov, industrijo radia, aviacijo, avtomobilno industrijo, galanterijsko obrt, industrijo lakov in še druge brez potrebnih sintetičnih plastikov. Vsa ta področja so že starejšega datuma, danes pa se umetne snovi uvajajo tudi že v gradbeništvu, v industriji tesnil, umetnih ščetin, tiskarskih črk, zobatih koles, zobotehničnih artiklov, umetnih zob, umetnega usnja in tekstilij in lakov vedno bolj in bolj, ker prekašajo plastiki po svojih lastnostih vse dosedaj uporabljene surovine. Pri tem je treba vedeti, da stojimo šele ob začetku veka umetnih plastikov in da kmalu ne bo industrije, ki bi ne bila odvisna od tega materiala, njen razvoj pa je na splošno že danes v direktni odvisnosti od stanja industrije umetnih plastikov in od njihovih razpoložljivih količin.

Prvi umetni plastiki, ki so jih uporabljali v praksi, so bili vulkaniziran gumi, nitroceluloza in linolej. Še v prejšnjem stoletju jim sledijo kazeinske mase, celon-laki, viskoza, vulkan-fiber in še nekatere manj znane snovi, neposredno pred prvo svetovno vojno pa so se pojavile v industriji acetilena celuloza, umetni gumi (isopren), bakelit in neka vrsta nadomestka za šelak in druge lake. Ti so bili kot »Ersatz« sprejeti le nerado in v redkih primerih. Vzrok temu je bila njihova še razmeroma slaba kvaliteta, zaradi česar so si vse sintetične snovi morale krčiti pot v industrijo le s težavo. Nekateri plastiki v izboljšani kvaliteti so se začeli uveljavljati kot čisto specialni materiali po prvi svetovni vojni. Kot taki so se uvedli v nekaterih industrijah za določene namene tam, kjer so se na njihove lastnosti stavljali posebno zahtevni pogoji, katerim dotedanje surovine niso ustrezale. V tem razdobju se nato pojavlja še cela vrsta novih sintetičnih mas, karbamidne, bakelitne skupine in pa butadien-polimerizati (umetni gumi) ter celulozni etri, polivinil, thioplasti in drugi. Če pregledujemo danes vrsto imen umetnih plastikov, šele lahko vidimo, koliko je napredovala ta panoga v zadnjih dveh desetletjih in le strokovnjak se lahko znajde v tem labirintu organskih snovi, ki se imenujejo plastične mase, odkoder izhajajo vsa ta imena.

Danes plastiki nimajo več značaja svojedobnih »nadomestkov« ter so postali že ti-

pične surovine, brez katerih težko prebijemo, ker so zaradi svojih lastnosti v nekaterih industrijah nenadomestljivi. Glede njihove uporabe danes že ne vladajo nobeni dvomi več. Za razliko od kovin so plastiki mnogo lažji, so oblikovni pri nižjih temperaturah, imajo boljše izolacijske sposobnosti in so pri tem njih ostale predelovalne možnosti večje kot tiste pri lesu in kovinah. Od nekaterih novejših uporabnih namenov lahko navedemo njihovo veliko potrošnjo v specialni tekstilni panogi (nogavice, plašči, nepremočljive tkanine sploh) v industriji vrvarskih in mrežastih proizvodov, kjer po svojih lastnostih tudi prekašajo prirodna vlakna, za izdelavo podplavov, pa tudi že celih čevljev, porabo za impregnacijo blaga in plahtovine, za bencin neobčutljivih cevi, za proizvodnjo ortopedskih in kirurških predmetov in vse večjo porabo v gradbeništvu. Ker pa imajo različne take umetne snovi tudi različne lastnosti, se med seboj močno razlikujejo in prihajajo vsled tega za različne namene v poštev tudi različne in dotičnemu namenu odgovarjajoče sintetične snovi. Fenolne smole tako lahko služijo kot laki, lepila in kot vezivo za lesenitne plošče. Trdi bakelitni praški pa služijo kot surovina za izdelavo raznih izolacijskih predmetov za elektro-industrijo kot so stikala, telefonske slušalke, aparati, domači gospodinjiski predmeti, za galanterijsko robo in druge take predmete. KARBAMIDNE smole služijo za podobne namene kot že imenovane fenolne in bakelitne smole, le da so v nekaterih slučajih boljše z ozirom na električne izolacijske lastnosti, tudi se lažje barvajo, ker so svetlejšje kot bakeliti. Te takozvane sečninske plastične snovi se danes uporabljajo kot nadomestni material za lahke plutovinaste plošče v gradbeništvu, ker se iz njih lahko izdelajo penasti materiali s spec. težo 0,025, kar prekaša tudi plutovino. Taki, iz tega materiala izdelani gradbeni elementi služijo kot zaščitne obloge proti mrazu, zvoku in toploti in kot izolirni elementi pri vmesnih stenah stavb. Oppanol in vinidur so umetne snovi, izdelane iz poli-izobutilena oz. iz vinil-klorida, ki se danes uvajajo v stavbarstvu kot materiali za prevleko betonskih površin za svrhu njih izolacije proti vlagi in se posebno oppanol dobro meša z naravnim bitumenom, ki ga pri tem kvalitativno popravi in mu poveča žilavost. S pomočjo celuloznih etrov in estrov izdelujejo lahke gradbene elemente tako, da te snovi mešajo z lesovinskimi odpadki. Sintetični kleji tipa »kaurit«, »melokol«, »tego« in drugi pa so že precej dolgo v rabi kot lepila za izdelavo furniskih plošč in kot hladni kleji pri izdelavi pohištva in notranje opreme pri stavbah. Hladni kondenzati sečninskih in fenolnih smol so dobri laki, ki jih lahko stavljamo v vrsto z najboljšimi eksotičnimi smolami. Umetni klorirani kavčuk služi kot lak v kombinaciji z drugimi sintetičnimi smolami in bitumenom ter kaže veliko odpornost proti organskim topilom. Mipolam, igelit (poli-vinil),

perlon in sorodne snovi so dobri materiali za izdelavo umetnega usnja, za prevleko pohištva, tapeciranje avtomobilske in vagonске opreme in za galanterijski material.

Glede na uporabo umetnih plastikov v gradbeništvu je treba na splošno reči, da v tej panogi še niso uvedeni v tistem obsegu, kot bi to zaslužili po svojih lastnostih. Temu je vzrok na eni strani visoka cena plastikov nasproti drugim surovinam, na drugi strani pa ta stroka težko prenaša eksperimentiranje. Samo laboratorijski rezultati za prakso v stavbarstvu niso zadostni, da bi se mogel tak material brez nevarnosti za neuspeh uporabiti. Še celo pa se ta princip tika plastikov, ki so zaradi svoje zamotane prirode docela neznani večini gradbenikov in vzbujajo zaradi tega precejšnjo nezaupljivost. Kot v industriji bo tudi v gradbeništvu trajalo nekaj let, da se bodo plastiki uvedli kot uspešno uporabljana surovina.

Množica imen, ki jih srečujemo v stroki sintetičnih mas, ima svoj izvor v komercialnih interesih producentov in so nazivi plastikov v mnogih primerih različni za prav isto vrsto plastika. Če hočemo dobiti pregled čez področje raznovrstnih umetnih smol, se moramo predvsem seznaniti z osnovno sistematiko teh snovi. S stališča kemičnih in fizikalnih lastnosti plastikov jih delimo na dve veliki skupini: na termoplastike in na termoreaktivne umetne smole. S stališča surovinske osnove pa jih delimo na take, ki so izdelani iz svežih prirodnih snovi kot so kaučuk, celuloza, beljakovine, škrob, olja, masti itd., ter na take, ki so izdelani iz že predelanih ali razpadlih naravnih produktov kot so sečnina, fenol, formaldehid, glicerol, aromatske spojine itd. Za pojasnilo bodi omenjeno, da spadajo na podlagi te razdelitve naravni in vulkanizirani gumi, celulozni estri, kazeinski kleji, glyptalne smole in še nekatere druge umetne snovi v prvo od obeh omenjenih skupin, ker so izdelane iz svežih prirodnih surovin. Umetni kavčuk (butadien), akrilne smole in polivinil, bakelit, sečninski plastiki in njim sorodne snovi pa prištevamo v drugo navedeno skupino. Tretji način razdelitve umetnih mas je njihova razvrstitev v posamezne skupine na podlagi njihovega kemičnega sestava. V naslednjem bomo navedli nekatere glavne predstavnike posameznih skupin plastikov in našteji neke njihove kemične in fizikalne lastnosti in njih uporabne možnosti, zaradi boljšega pregleda pa bomo navedli tudi, ali spadajo posamezni umetni plastiki v skupino termoreaktivnih ali termoplastičnih mas. Da bosta pa tudi ta dva pojma jasna, je treba povedati, da so termoplastične snovi tiste, ki se s povišano temperaturo zmečajo tako, da jih tedaj lahko vlivamo ali na drug način oblikujemo, ko pa se ohladi, se zopet strdijo. Termoaktivne umetne smole pa so tiste, ki sicer ob segrevanju omehčajo, se pa pri tem tudi kemično spremenijo in se strdijo, še dokler so tople. Pri ponovnem segrevanju se

take mase več ne zmečajo. Take termoreaktivne plastike je treba pri oblikovanju stopnjevaje segreti, jih istočasno stiskati v pripravljene kalupe v posebnih stiskalnicah in nato vzeti iz kalupa, dokler so še vroče. Pri termoplastičnih masah puščamo predmet v kalupu, dokler se popolnoma ne ohladi. Razlika med tema dvema vrstama plastikov je torej v tem, da so predmeti, izdelani iz termoplastikov, občutljivi za povišane temperature, termoreaktivne sintetične snovi pa so po končanem oblikovanju za take spremembe neobčutljive. Delo s termoreaktivnimi smolami v stiskalnici teče zaradi tega hitreje.

Preden opišemo posamezne tipe sintetičnih snovi, naj omenimo, da med plastike prištevamo tudi nekatere neorganske surovine kot so na primer glina, druge keramične zemlje, steklo, kovine in zlitine sploh. Kakor pa smo že ob začetku omenili, se mislimo ukvarjati le z organskimi plastičnimi snovmi, ki tvorijo posebno skupino svojevrstnih snovi, ki imajo v gotovih mejah svoje skupno izhodišče in podobnost. Sistematika plastikov trenutno zadovoljuje, četudi jo imamo za nepopolno. Javljajo se že obrisi nove razdelitve tega področja kemije. Silikoni na primer, kot umetni organski plastiki ne ustrezajo popolnoma tistim zahtevam, ki jih postavljamo na čisto organske snovi, ker ravno ta vrsta sintetičnih obličil ni čisto organskega porekla, vendarle pa spada med najboljše in najnovejše umetne snovi te vrste.

Glede na lastnosti posameznih plastikov je treba pripomniti, da so zahtevki, ki se stavljajo nanje, zelo mnogovrstni in da se kljub veliki izbiri umetnih snovi še vedno dogaja, da za določen namen le ne najdemo tiste snovi, ki bi ustrezala postavljenim pogojem. Mehanske, fizikalne in kemične lastnosti umetnih smol so za posamezne tipe karakteristične. Nekateri plastiki so krhki, drugi so elastični, eni so dobri prevodniki, drugi električni tok sploh ne prevajajo, eni so temne barve, drugi so svetli, eni obstojni pri visokih temperaturah, drugi ne, mnogi so netopni v organskih topilih, drugi so zanje občutljivi itd. Na ta način je v določenih mejah že vsakemu plastiku odrejena njegovalna svrha, ki ji mora ustrezati. Obratno za neko vrsto del prihajajo v poštev samo določeni plastiki. Kjer za določen namen ni plastikov z zaželenimi lastnostmi, si pomagajo njihovi producenti na ta način, da kombinirajo njih dve ali več vrst ter se tako približajo tistim lastnostim zmesi plastikov, ki se zahtevajo.

Posamezne skupine plastikov, ki so tukaj našteje, so razvrščene, upoštevajoč samo njihovo kemično sestavo, brez ozira na njihova komercialna imena, od katerih navajamo samo nekaj najbolj znanih, in sicer:

a) Fenol-formaldehidne smole (fenoplasti). To so tipične kondenzacijske smole, ki se izdelujejo iz fenola ali iz njegovih homologov in formaldehida. Od načina kondenzacije je odvisno, ali so končni proizvodi

trdi, mehki ali so topljivi v vodi ozir. ali so topni v organskih topilih. Poznamo dve različni vrsti fenolnih smol: take, ki se lahko oblikujejo in strjujejo ob povišani temperaturi in pritisku, ter take, ki se s temperaturo ne spremenijo in so topne v alkoholu in acetonu. Prve so prototipi termoreaktivnih plastičnih mas, druge pa so znane pod imenom »novolak« in služijo kot surovine za izdelavo lakov.

Fenoplasti (imenujejo jih tudi »bakelitne smole«) so najstarejše praktično uporabljane termoreaktivne umetne smole in so najbolj znane sintetične mase sploh. Izdelujejo se v obliki praškov, ki se oblikujejo v posebnih gretih stiskalnicah pod visokim pritiskom. Iz njih izdelujejo električni izolirni material, vtikala, spojke, telefonske slušalke, pepelnike, gumbe, tesnila, ferodus plošče, zobata kolesa, karborundne brusne plošče, ročke in okove ter druge predmete za hišno opremo in galanterijo. Bakelit je dober material, ki z uspehom nadomešča rogovino, slonovo kost, porcelan in jih po svojih lastnostih še prekaša.

Vodotopne fenolne smole služijo kot vezni material za izdelavo lesenitnih in drugih lahkih obložnih ali izolirnih plošč za uporabo v stavbarstvu. Novolaki so dobri sintetični laki za vroč strjevalni postopek in so v rabi kot cenjen lak za železo. Proizvodi iz slabega lesa in fenolnih smol so znani kot kvalitativni izdelki pod imenom »lignofol« in »lignostone«. Spec. teža lignostona znaša nad 1,4, ne cepi se in ni za vodo več občutljiv. Kot lepilo za furnirske plošče služijo fenolne smole v raznih oblikah. Takozvani »tego-film« je eden takih znanih materialov, ki služijo za tak namen. Druga imena znanih fenol-formaldehidnih plastikov so tudi: »tekstolit«, »pentinax« in »resopal«. Omeniti pa je treba, da je fenol kot surovina za izdelavo te vrste umetnih mas na svetovnem trgu zelo kritičen material in je to vzrok, da se namesto fenoplastov danes izdelujejo drugi plastiki, ki jih nadomeščajo. Kvaliteta bakelita pa je taka, da sicer ne bi bilo povoda za zamenjavo z drugimi smolami, če bi bilo na razpolago dovolj fenolov in homologov. Edina hiba, ki jo imajo bakelitne smole, je njihova temna barva, ki onemogoča poljubno barvanje.

b) Karbamidne (sečninske in melaminske) umetne smole ali »aminoplasti«. Tudi ta grupa plastikov spada k termoreaktivnim sintetičnim smolam. Pridobivajo jo s kondenzacijo sečnine ali melamina (tudi cianamida) s formalinom pri ustrezajočih pogojih. Njih uporabne možnosti in način predelave so v mnogočem podobne fenoplastom, le da so sečninski plastiki mnogo svetlejši in se dobro barvajo. Njih trdnost in ostale lastnosti so zelo blizu tistim, ki jih kažejo fenolne smole in so v mnogih primerih še veliko boljše. Prevleke, ki jih izdelajo iz karbamidnih lakov, so lepe in se lahko stiskajo v raznih vzorcih, tako da lahka plošča, obdelana na ta način, ne zahteva ne barve ne drugih okraskov. Melaminski laki spadajo med

najboljše vrste umetnih lakov in se lahko uporabljajo hladni in topli. »Pollopas« in »Kaurit« sta dve od najbolj znanih imen iz te skupine plastikov. Lahko jih kombiniramo z nitrolaki, pri čemer le-ti postanejo negorljivi. Iz sečninskih smol izdelane obložne plošče so za vodo popolnoma neobčutljive ter se zaradi tega uporabljajo kot finalni obložni elementi za kopalnice, za notranje obloge v avionih, avtomobilih in vagonih. Tudi lepe krožnike, čaše, doze in skodelice v raznih barvah izdelujejo iz njih, ker nimajo okusa ne duha in se morejo izdelati z izredno tankimi stenami.

Nekateri aminoplasti so proti vplivu kemikalij in visokih temperatur še mnogo bolj obstojni kot fenoplasti. Njihova tlačna trdnost je 2000 kg/cm². »Ultrapas« je lepa melaminska smola, ki se uporablja (razen za druge namene) tudi za izdelavo jedilnega pribora. Ta smola je tudi čislana kot surovina za elektroizolacijske predmete in za kirurški instrumente. Posebnost sečninskih plastikov so penasti materiali, izdelani na ta način, da se doda melaminski smoli pri segrevanju amonkarbonata, ki povzroči penjenje in istočasno strjevanje mase, iz katere se potem izrežejo plošče ali drugi kosi, ki služijo kot izolacijski obložni material v stavbarstvu. Gradbeni elementi iz takega umetnega penastega materiala prihajajo na trg pod imenom »Iporca« in služijo kot izredno lahko in dobro izolacijsko sredstvo proti zvoku, mrazu in toploti. Uporabljajo se take plošče in celi bloki iz take snovi kot izboren izolacijski polnilec pri hladilnih napravah in termičnih izolacijah. Prostorninska teža iporke je 15-krat manjša od plutovinastih podobnih izdelkov.

c) Polivinilni plastiki (Polivinilklorid, stiroli in drugi). V to skupino plastikov spadajo polimerizati vinilklorida, vinil-acetata, vinil-benzola (etilenbenzol) ali stirola. Ta skupina je ena od najpomembnejših in najbolj znanih tudi pri nas. Ta vrsta umetnih smol spada med takozvane termoplastike, t. j. v tisto grupo materialov, ki se zmehčajo, če jih segrejemo in postanejo plastični. Iz tega vzroka se njihov način predelave temeljito razlikuje od prvih dveh omenjenih sintetičnih smol. Iz polivinilnih smol se izdelujejo barvasti in brezbarvni galanterijski, toaletni, laboratorijski predmeti, gibljivo »umetno steklo«, za bencin in druge kemikalije neobčutljive cevi, za vodo nepropustne tkanine (dežni plašči), impregnacijske snovi za blago, papir in za prevleke na usnju (lak-usnje), povoščeno platno, namizni prti, plošče, palice, profilirani komadi, tkanina za sata, mreže, transportni trakovi, filtrska platna, tesnila itd. Uporaba teh plastikov je, kakor se vidi, izredno mnogovrstna. Zato so v industrijskih deželah zelo razširjeni in znani. Polivinilne smole so najbolj podobne celuloidu, le da so bolj oblikovne, nekoliko lažje in se lahko tudi bolje barvajo. Najboljše in znane marke te vrste plastikov so n. pr.: »Mipolam«,

»Vinidur«, »Igelit«, »Luvican«, »Astralon« in pri nas »Jugovinil«.

Z drugimi umetnimi masami dajejo polivinili tipično mešane polimerizate, kar omogoča poboljšanja enega in drugega sestavnega dela take mešanice. Nekateri od takih mešanih polimerizatov dajejo odlične impregnacijske mase, dobre surovine za lake, emajle, trde in mehke električne izolacijske mase in takozvane kaširane materiale za pohištvo, avtomobilsko industrijo in aviacijo. Uporabljajo se kot prevleka za kable, elektr. žico in kot folije za zaščito zidov proti prodiranju vlage v stavbarstvu. Posebno izdelane finalne plošče služijo kot končne obloge v kopalnicah, dvoranh in za določene zunanje obloge stavb. So tudi dober material za tiha tla, kot nadomestek za naravno gumo in linolej, katerega prekašajo.

Najnovejši tipi teh umetnih smol so šele v zadnjih letih prišli iz ameriške industrije pod imenom »MR«-plastiki in »Laminac«. To so sintetične smole termoreaktivnega značaja, ki pa imajo istočasno tudi vse dobre lastnosti termoplastičnih mas. Iz tega vzroka se lahko polimerizirajo na relativno enostaven način v primitivnih napravah in pri razmeroma nizkih temperaturah. Odlikujejo se po svojih dobrih fizikalnih in kemičnih lastnostih ter se morejo kombinirati z lesom, kovinami, tekstilijami, steklom, papirjem in drugimi osnovnimi materiali, ki jim služijo kot neke vrste armatura. Take osnovne materiale enostavno prevlačijo s temi plastiki in jih potem likajo. To vse so vzroki, zakaj smatramo danes to vrsto plastikov kot eno najboljših.

d) Poli-akrilati in metakrilati. Po svojem kemičnem sestavu so te smole podobne, ozir. sorodne polivinilnim plastikom. Semkaj prištevamo tudi takozv. »Oppanole«, ki so jim tudi sorodni, le z razliko, da jim je vsem način pridobivanja nekoliko drugačen kot tisti pri polivinilnih smolah. Pridobivanje akrilatov in metakrilatov, ki so največ v rabi v Ameriki, ni nič bolj enostavno kot pri polivinilih, ampak je daljnja njihova predelava nekoliko lažja in ugodna. Oppanol je tipično nemški proizvod, ki ga izdelujejo iz surovine izo-butilen. Akrilati in metakrilati se lahko direktno uporabijo kot osnovne surovine za daljnjo predelavo, za oblikovanje v stiskalnicah in za litje predmetov, medtem ko polivinili zahtevajo razne dodatke v svojstvu omehčevalcev, ker sami še niso dovolj oblikovni. Taki omehčevalci so za dobro kvaliteto polivinilov odločilni in jih rabijo precejšen odstotek, tako da je ta okoliščina ena od tistih, ki govorijo v prid akrilatu in metakrilnim smolam, ki takih plastifikatorjev ne potrebujejo, ampak lahko še celo sami poslužijo kot taki dodatki drugim plastikom. Akрилne smole so iz podobnih vzrokov zelo priljubljene. Lahko se obdelujejo, vijejo, režejo, lijejo in stružijo. Dobro se barvajo, ker so popolnoma prozorne in čiste. Lahko se tudi mešajo z raznimi polnilci in so tudi dobri impregnacijski mediji.

Uporabljajo se tudi za vse tiste namene, ki smo jih našli pri polivinilnih obličilih. Tudi kot kit, lepilo, klij in gumiju slične surovine pridejo v poštev. Najbolj znane smole iz te skupine so takozvani »Plexiglas«, »Sigla« nemi-omljlivo steklo in »Acronal«.

»Oppanoli«, ki se od akrilnih plastikov razlikujejo bolj po svojem sestavu in po svoji izdelavi in surovinah, iz katerih izhajajo, so mnogo v rabi za gradbeniška dela. Lahko se mešajo z bitumeni, ki jih pri tem poboljšajo tako, da postanejo bolj obstojni na mrazu in vročini. Ker so izredno odporni proti vodi in se lahko oblikujejo brez zelo kompliciranih naprav, jih večinoma oblikujejo v gumiju slične plošče raznih debelin. Da se do sedaj še niso bolj uvedli v gradbeništvo, ima svoj vzrok predvsem v njihovi višji ceni v primeri z navadnim asfaltom. Karakter »Oppanola« ga stavlja nekako med čist navaden kaučuk in asfalt. Glavni namen, ki pride v poštev v stavbarstvu, je možnost njegove uporabe kot izolacijski premaz proti vlagi, kot odlična prevleka tal namesto linoleja in kot material za antikorozivne naliče.

e) Poliamidne smole. Ta vrsta plastikov spada med najmlajše, ki so si priborili svoj položaj na svetovnem trgu najhitreje od vseh sintetičnih mas. V gradbeništvo se ta vrsta trenutno še ne uporablja, vendar pa so za to dani vsi pogoji, razen — cene. Sicer te smole po svojih lastnostih nadkriljujejo vse ostale. Imenujejo jih tudi »poli-uretani«, komercialna imena pa so jim na primer: »Nylon«, »Perlon«, »Igamid«, »Perluran«, »Lyafol«, »Lupamid« in druga. Posamezne marke se med seboj nekoliko razlikujejo, vendar pa so jim skupne te lastnosti: velika trdnost, žilavost, elastičnost, odpornost proti vodi in vlagi, obstojnost na mrazu in dobra oblikovnost. Izdelujejo se v načelu iz di-aminov in dikarbonskih organskih kislin. Nekateri od njih so v sorodu s karbamidnimi smolami, oblikujejo se v stiskalnicah pri povišanih temperaturah, druge pa reagirajo počasi že pri navadnih temperaturah in se pri tem strde. Iz takih snovi lahko oblikujemo predmete, ki se čez nekaj časa sami strdijo in »stabilizirajo« brez kakršnekoli pomoči. Te se torej zopet znatno razlikujejo od karbamidnih smol tako po svojem kemičnem sestavu kot po načinu predelave.

Poliuretanske smole dobro nadomeščajo živalske surovine kot so dlaka, volna, usnje, beljakovine, svila, ščetine, pa tudi bombaž in še druge sedaj uporabljane naravne snovi. Sploh so tipični predstavniki umetnih, t. j. sintetičnih beljakovin. Kadar jih segrejemo ali sežgemo, jih že po njihovem tipičnem duhu zažgane rogovine lahko spoznamo. Razen tega so tudi njihove lastnosti predvsem podobne značilnostim znanih živalskih beljakovin, katere pa daleč prekašajo, kot je po navadi vedno tam, kjer ponaredimo kako naravno snov.

f) Ostale umetne mase (silikoni, celulozni estri, thiokol, umetni gumi, kloriran kavčuk itd.). V to skupino smo uvrstili nekaj preostalih umetnih plastikov, ker je teh še toliko, da bi presešlo okvir splošnega pregleda v tem članku, če bi hoteli vsako znano vrsto smol še posebej in podrobneje opisati. Od tukaj imenovanih plastikov obetajo najnovejši tipi silikonov zelo mnogo že zaradi tega, ker spadajo v tisto vrsto sintetičnih obličil, ki nimajo svojega izvora v organskih surovinah ter zaradi tega njihova izdelava omogoča velike prihranke v organskih snoveh. Silikoni se izdelujejo do 50% iz kremenastega materiala (t. j. SiO_2), ki ga je povsod na svetu dovolj. Njihova sinteza je komplicirana in pri nas še ne v vseh podrobnostih znana. Porekla so ameriškega, kjer jih danes že izdelujejo v industrijskem merilu. Po lastnostih so podobne termoplastičnim masam in so izborni izolatorji električnega toka.

Celulozni estri in etri so že dolgo časa znane umetne mase. Najbolj poznan je celuloz, potem razni celon-laki, celofani, capon-lak, acetatna svila, tiloza in še drugi proizvodi iz predelane celuloze. V nekem daljnem sorodstvu z njimi so tako imenovane gliptalne smole, ki so izdelek iz spojin glicerina in večbazičnih organskih kislin. Ti dve vrsti umetnih smol se tudi lahko med seboj mešata pod določenimi pogoji. V to vrsto umetnih obličil lahko prištejemo tudi znani »vulkanfiber«, ki je še produkt preteklega stoletja, je pa neke vrste kemično obdelane celuloze.

Umetni gumi (polimeri butadiena, thiokol in dr.) je znan že precejšnjo vrsto let ter se je zelo mnogo uporabljal v drugi svetovni vojni v Nemčiji, pa tudi v Angliji in v Ameriki. Njegova izdelava in uporaba ni odvisna toliko od njegovih morebitnih boljših lastnosti nasproti naravnemu gumiju, kot bolj od ekonomskih in lahko rečemo od političnih momentov. Pokazalo se je namreč, da je umetni gumi v mirnem času dražji kot naravni kavčuk in zaradi tega tudi industrija umetnega gumija v mirnem času vedno bolj pojema. Posamezne države drže svojo proizvodnjo umetnega gumija v rezervi za primer vojne, ko je dotok zadostnih količin naravnega kavčuka otežkočen. Ti dve konkurenčni panogi si držita ravnovesje, četudi lastnosti umetnega gumija ne zaostajajo za izdelki iz naravne gume. Določene pomanjkljivosti ene vrste nasproti drugi se izravnava z drugimi njenimi (boljšimi) lastnostmi. Praksa izdelave umetnega gumija je že toliko napredovala, da se za vsak primer potrebe določene vrste umetne gume takoj najdejo snovi, ki material v zaželeni smeri popravijo oz. poboljšajo njeno določeno lastnost. Izhodiščne surovine za sintetični kavčuk so: butadien, polialkilenhalogenidi, isobutilen, polisulfidi, neopren in drugi organski nenasičeni produkti. Področje, ki obravnava te vrste sintetičnih proizvodov, je ogromno. Sega po svojem začetku še v prejšnje stoletje, njih industrijska izdelava pa se je razvila šele

po prvi svetovni vojni. Umetni gumi služi pa predvsem kot nadomestilo za naravnega in kot dodatek naravnemu z namenom, da se njegova kvaliteta poboljša. Poznamo več vrst umetnega kavčuka, ki izhajajo iz raznih že prej omenjenih surovin. Nekatere vrste imajo oster duh in se morejo uporabljati samo za tiste namene, kjer to ne moti. Druge vrste pa je večsah težko ločiti od naravnega gumija, tako so mu podobne. Vsekakor pa je umetni kavčuk bolj neobčutljiv za organska topila, kot so bencin, alkohol, benzol itd., kakor pa naravni gumi. Najbolj znani umetni kavčuki so »Buna-gumi«, »Perbunan«, »Perduren«. Nekatere vrste umetnega gumija lahko vulkaniziramo tako, kot se to dela pri naravnem kavčuku, druge pa se ne dajo vulkanizirati. Sicer pa je treba omeniti, da se velikokrat pomotoma smatrajo tudi nekatere ostale umetne mase kot sintetičen gumi, četudi jim je kemični sestav popolnoma drugačen, pač pa so njihove lastnosti podobne kavčukovim.

Vprašanje surovin pri nas in možnosti izdelave sintetičnih smol doma

Problematika produkcije umetnih smol v naši državi ni enostavna, ker nam večinoma primanjkuje katera od osnovnih surovin za ta namen. Šele če naštejemo surovine, ki so osnova posameznih vrst plastikov pri njihovi izdelavi, bomo lahko razumeli vzrok, zakaj se pri nas tako počasi in težko razvija industrija umetnih smol. Tako na primer je potrebna in glavna surovina za izdelavo bakelitnih ozir. fenol-formaldehidnih smol, takozvana karbolna kislina ali fenol in njegovi homologji (krezol, rezorcin in drugi). Fenol sam je proizvod katranske oziroma plinarniške industrije. Vsebuje ga predvsem katran črnega premoga, ki ga pri nas za take namene sploh nimamo. Nekaj fenola vsebujejo tudi generatorski katrani iz rjavega premoga, in ravno to je vir, ki ga skušajo izkoristiti neke naše domače industrije za namene izdelovanja bakelitnih surovin. Primanjkljaj fenola po vsem svetu je danes očiten, kar nas sili na iskanje možnosti izkoriščanja kislinskih olj generatorskega katrana. Ta pa vsebuje poleg tega tudi še večje količine takozvanih nevtralnih olj, ki se dajo težko izločiti iz surovega katrana. Problem bo torej v tem, da se najde odgovarjajoč način rafinacije katranskih olj z namenom pridobivanja čimbolj čistega fenola iz krezola.

Z ozirom na karbamidne smole lahko rečemo, da bi mogli doma pridelati potrebne surovine iz cianamida, pri tem pa ugotavljamo, da se ravno za te vrste zadeve pri nas kaj malo brigamo. Nekaj najbolj primitivnih sintetičnih mas mehkejšje konsistence je sicer pri nas že izdelanih na tej osnovi, ampak nam manjkajo tehnološki pogoji za boljše vrste karbamidnih plastikov. Tovarna dušika v Rušah izdeluje eno od surovin, ki bi jih lahko uporabljali za proizvodnjo aminoplastov, ne izdeluje se pa pri nas melamin, ki je za te

namene največjega pomena. Dician-diamidne mase zaostajajo po svoji kvaliteti za sečninskimi in še bolj za melaminskimi. Vse premalo je pri nas zanimanja za to vrsto industrijskih materialov in novih sintetičnih mas in zato tudi ne moremo dalje v tej panogi. Ob pomanjkanju fenola in homologov bi bilo treba misliti na to, da si ustvarimo industrijo drugih, bakelitu sličnih sintetičnih mas, ki jih lahko izdelujemo iz čisto domačih surovin. Imamo industrije, ki nam take surovine za aminoplaste lahko izdelajo, le iniciative za to nam danes še manjka. Manjka nam tudi potrebnih študijskih sredstev za to, manjka nam dobro urejenih laboratorijev in predvsem literature, iz katere bi mogli črpati potrebne tehnične podrobnosti o izdelavi takih in podobnih materialov. Manjkajo nam razen tega tudi resni strokovni kadri, ki bi bili sposobni spoprijeti se s temi problemi. Stremeti bi morali vse te pomanjkljivosti popraviti. Ravno aminoplasti so od onih plastikov, ki nam jih danes še najbolj manjka in ki so po svoji kvaliteti izborni ter v vsakem oziru lahko zamenjajo bakelit.

Tretja skupina po vrsti je skupina polivinilnih plastikov. Surovine za to vrsto sintetičnih mas imamo deloma doma, delno pa jih je treba uvažati. Vprašanje proizvodnje polivinilnih umetnih smol je eno od tistih redkih, ki so bili pri nas pred kratkim pozitivno rešeni. Tovarna »Jugovinil« v Sućurcu v Dalmaciji je že začela z izdelavo nekaterih vrst polivinilnih umetnih mas. Trajalo pa je le nekaj let, dokler je mogla tovarna teh snovi, ki je postavljena po končani vojni, z velikim naporom materialnih in intelektualnih moči steči in začeti s produkcijo važnih polivinilov. Surovini, iz katerih se izdeluje neposredno vinilklorid, sta v glavnem karbid in morska sol ter sta nam na razpolago doma v zadostnih količinah. Omehčevalci pa, ki jih rabijo za mešanje polimeriziranega vinilklorida pred plastifikacijo za namene oblikovanja v posebnih stiskalnicah, je treba še vedno nabavljati izven naše države. Vendar imamo z domačo produkcijo polivinilnih plastikov možnost, da jih tudi izvažamo in da tako pridemo do potrebnih deviz za nabavo omehčevalcev.

Polivinilnim masam sorodna skupina so poliakrilati in metakrilati, za katerih izdelavo so potrebne surovine kot: etilen, etilni alkohol, karbid, cianovodikova kislina, acetoni, očetna in žveplena kislina. Etilen je plin, ki se pridobiva pri krakovanju petrolejskih produktov. Alkohol, aceton, žveplena kislina in tudi očetna kislina pa so dosti kritični materiali, lahko pa jih izdelujemo vse doma. Zopet pa je zanimanje za ta problem pri nas tisto, kar manjka v prvi vrsti. Vrsta akrilatov ozir. njih polimerizatov je ena od najplemenitejših skupin umetnih plastikov in zasluži največjo pozornost. Kot smo že omenili, spadajo v to skupino takozvana plastična stekla, ki v množičem prekašajo navadno silikatno steklo. Surovine, potrebne za izdelavo te vrste pla-

stikov, lahko izdelamo vse doma, nasprotno tistim, ki so potrebne za polivinilne šmole, kjer za izdelavo ftalatov in njim podobnih omehčevalcev sploh še nimamo surovin v državi. Ravno te snovi pa so tisto, katerim se pri nas posveča najmanj skrbi in pozornosti. Etilen, acetilen, iso-butilen ter drugi nenasičeni petrolejski derivati so tiste surovine, na osnovi katerih so se v zahodnih industrijskih državah razvile najmočnejše industrije sintetičnih plastikov. S proizvodnjo navedenih surovin in z njih predelavo bi se tudi pri nas morali baviti petrolejska in cianamidna ozir. karbidna industrija. Ta problem pri nas sploh še ni načel, dočim lahko čitamo v vseh inozemskih strokovnih časopisih te stroke, da petrolejska industrija že v ogromnih količinah proizvaja in prodaja nenasičene ogljikovodike, izhajajoče iz procesa krakovanja petrolejskih proizvodov. Treba bo sestaviti forum za proučevanje problema plastikov tudi pri nas, kjer takega danes še nimamo. Sredstva za študij teh vprašanj pa bi bilo treba črpati iz navedenih industrij, kot se to dogaja tudi drugod. Vsaj tiste vrste plastikov je treba dodobra proučiti, za katere obstoji možnost izdelave iz domačih surovin. Ne bomo se v doglednem času mogli baviti z vprašanji proizvodnje nylona in podobnih poliamidnih smol, ker le-te zahtevajo že visoko razvito industrijo organskih osnovnih surovin, ki jih mi sploh nimamo. Ta vrsta plastikov namreč predstavlja danes najvišjo stopnjo razvoja teh snovi in je rezultat dolgoletnega napora in preizkušenj na področju organske kemične sinteze, ki spadajo med najtežje in najbolj komplicirane probleme iz prakse (in teorije) umetnih plastikov. V načelu so za izdelavo poliamidnih smol potrebne surovine, ki so že same ob sebi težko dostopne, kot so na primer: tetrametilen-diamin, etilen-diamid in dikarbonske kisline kot so adipinska, maleinska in sebacinska kislina in druge njim sorodne. Razen tega prihajajo v poštev poli-uretani, di-isocianati, razne višje poli-amidne skupine in podobne snovi. Že sama izdelava teh surovin je precej zamotana, kaj šele izdelava snovi iz njih, ki jih poznamo kot nylon, perlon itd. Za študij te vrste problemov bi bili potrebni ogromni organski in anorganski laboratoriji ter že

obstoječe industrije organskih snovi, ki nam manjkajo. Tudi nimamo danes na razpolago tiste najbolj potrebne literature, ki je osnovni pogoj za uspešno delo na tem področju.

Glede na surovine za ostale nekatere plastične mase je treba omeniti kavčuk in klor za izdelavo kloriranega kavčuka, ki v principu ni zapleten problem. Kot je videti, bo kloriran kavčuk pri nas lahko izdelati in je nekaj osnovnih načel glede njegove proizvodnje že dognanih. Izdelava butadien-gume pa zahteva ogromne instalacije in veliko spretnost in izkustvo strokovnega kadra glede na proces proizvodnje take umetne gume. Ne mislimo, da se tovrstni problemi ne bi dali rešiti tudi pri nas brez dolgoletne prakse kadrov, ampak gotovo je, da bi se v takem primeru porabilo mnogo časa za reševanje tehničnih posameznosti, ki so v zunanem svetu že zdavnaj rešene. Tudi v zvezi s tem nastaja vprašanje pomanjkanja literature, ki ga pri nas občutimo in je treba poudariti, da je treba nabavi strokovnih knjig posvetiti tudi več pažnje, tudi če se te ne nanašajo neposredno na tisto vrsto industrije, ki je pri nas izgrajena, ali ki se sedaj gradi. Naši strokovni kadri morajo biti poučeni tudi o tistih vprašanjih, ki se ne nanašajo izključno samo na našo industrijo in problematiko. Pri nas danes manjka vsa literatura, ki je v zvezi s proizvodnjo najnovejših plastikov »silanov« oziroma »silikonov« ter zaradi tega nimamo nobenega vpogleda v to panogo, ki bi za naše razmere mogla biti velikega pomena. Obstojijo pa še mnogi drugi problemi, ki pri nas še niso načeti in se zanje do sedaj takorekoč še nihče ni resno zanimal. Sem spadajo vprašanja možnosti izdelave tiokolov, gliptalnih smol in raznih celuloznih etrov, za katere vse bi se surovine mogoče vendarle lahko dobile doma. Da pa bi se vsa taka vprašanja mogla proučevati, bi bilo seveda neogibno potrebno opremiti nekaj laboratorijev, nabaviti potrebne vire literature za to svrhu in zadolžiti potrebno število strokovnjakov za delo v tej stroki. Dokler pa nam ne bodo ta najpotrebnejša sredstva za reševanje problematike plastikov na razpolago, ni misliti na to, da bi mogli storiti samo le en korak naprej v tej stroki, ki je pri nas doslej zaostajala daleč za drugimi vprašanji narodnega gospodarstva.

Rudolf Žerjal:

Obnavljanje in vzdrževanje starih fasad

V nizu različnih gradbenih del zavzema obnavljanje in vzdrževanje starih fasad brezdvomno svoj sektor dela. Od tega je odvisno zunanje lice okolice z estetske* in gospodarske plati, po čemer poleg drugega ocenjujemo čut za lepoto in deloma tudi kulturno stopnjo okoliškega prebivalstva.

S takimi deli so se v nekaterih državah ukvarjala posebna podjetja. V bivši Jugoslaviji takih nismo imeli, vsaj v večjem obsegu ne.

Nekaj let pred drugo svetovno vojno, kakor tudi v okupacijski dobi, ko so zaklonišča proti zračnim napadom in pa zasilna popravila porušenih objektov imela prvenstveno vlogo v gradbeni delavnosti, je spričo tedanjih dogodkov nastopila popolna brezbržnost glede na redno in smotrno obnavljanje in vzdrževanje starih fasad. Posledice te zanemarjenosti in brezbržnosti v tedanjem času postajajo vedno vidnejše.

Tudi povojna doba, s prepotrebno obnovo in nalogami petletnega plana, ki v gradbeništvu razumljivo daje prednosti investicijam elektrifikacije in industrializacije, otežkoča širšo delavnost v tem pravcu. Vsekakor pa bomo morali preprečiti potencialno škodo, ki se kaže na mnogih važnejših objektih, s tem, da se lotimo čimprej tudi tega dela.

Da preprečimo morebitne napake, ki se pri takih delih kaj rade pojavljajo, je dobro, da vemo o njih tole:

Priprave

Po navadi uporabljamo pri popravilih starih fasad lažje odre, ker ne računamo na tisto količino materiala kot pri novih fasadah. Tudi število delavstva je na odrih običajno manjše, tako da taki odri zadostujejo. Izbira odra je odvisna od množine materiala in trajanja dela. Če delo ni obilno ali dolgotrajno, se poslužujemo največkrat lestvenih odrov, pri nižjih zgradbah in manjših delih pa tudi visečih odrov, ali pa takozvanih odrov na roke. Običajno in dobro je, da jih upravlja in sestavlja po možnosti eno in isto osebo. Zaradi vaje v delu je oder hitro in solidno sestavljen. S tem preprečimo tudi večje okvare pri lesu.

Potreben material za renoviranje takih fasad, ki ga po navadi ni mnogo potrebno, odlagamo in ga predelujemo običajno v sredini razdalje krajnih točk dela, če pa to zaradi prometnih ovir ni možno, pa v čim priročajšem kraju dvorišč, slepih ulic ali podobno. Pri tem moramo paziti na kraj, kjer je onesnaženje materiala čim manjše.

Za vertikalni transport materiala se poslužujemo največkrat škripčevja na ročni ali motorni pogon, ki ga lahko poljubno premeščamo. Horizontalni transport materiala pa opravimo čim bolj na terenu (ne po odrih).

Odstranjevanje razpokane malte

Na mestih, kjer je stara malta sama od sebe odpadla, poskušamo, če se v tej okolici tudi ostala malta z lahkoto lušči od zidu. V takih primerih navadno odpadejo cele krpe. Odstranjujemo jo vse dotlej, dokler ni popolnoma kompaktna z zidom. Včasih se malta drži zidu samo navidezno. To ugotovimo s trkanjem po njej. Znak, da malta odstopa od zidu, je votel odmev, navadno so pa vidne tudi vzbokline.

Ko smo se prepričali, da se dobra malta trdno drži zidu, z ostrim kladivom obtešemo meje presledkov in sicer približno pod kotom 45° na smer fasadne površine. Držalo kladiva naj bo pri tem usmerjeno na sredino obnovljenega mesta. Te ploskve oblikujemo po možnosti v čim bolj pravokotne ali kvadratne oblike, da s tem pri zaključnem barvanju ali škropljenju čim bolj zakrijemo lise, ki ostanejo za občutljivo oko vidne pri še tako vestnem delu (posebno pa še pri raznolikih krpah), da pri obračunavanju lažje ocenimo pravo površino novega ometa in na tak način izsledimo

objektivno normo za tisto delo. Z obtesavanjem malte pod kotom 45° delno preprečimo zopetno nastajajoče razpoke med staro in novo malto, posebno pri forsiranem sušenju. Dosežemo pa tudi boljšo sprijemnost med staro obstoječo in novo malto.

Večjih razpok na starih ometih po navadi ne obtesavamo, če se malta ob njih dobro drži zidu, ampak jih samo globoko razširimo. Manjše razpoke pa naj kar ostanejo kakršne so, ker jih pozneje prekrije belež ali škropivo.

Posebno pozorno odstranjujemo malto na raznih vencih, strešnih napuščih, izzidkih, lezanah in okraskih sploh. Po navadi se na takih mestih malta še manj drži kot na navpičnem ometu. Kolikor niso ti okraski ali poslopja kake umetniške, zgodovinske ali reprezentančne važnosti, odstranimo s teh mest večkrat tudi tako malto, ki se deloma še drži in jo v celoti nadomestimo z novo. To pa ne smemo storiti, če je izzidek razrahljan, ne da bi ga prej utrdili. V takih primerih stremimo za tem, da te okraske v njih profilih poenostavimo — preoblikujemo. Tako z manjšim trudom dosežemo boljši uspeh izdelave, trajnost in trdnost dela ter prihranimo čas.

Pri pomembnejših zgradbah in izdelkih umetniške, zgodovinske ali reprezentančne važnosti, se pa moramo pred pričetkom del posvetovati z odgovornimi forumi, t. j. zavodi, društvi, raznimi osebnostmi itd. Isto velja pri eventualno najdenih freskah, skulpturah itd.

Oснаženje zidu

Z najvišjega odra navzdol začnemo z grobo brezovo metlo pometati vso surovo površino zidu. S tem odpadejo razrahljani delci v malti in stikih. To ponovimo na isti način z mehkejšo brezovo ali sirkovo metlo. Po tem delu oblivamo zid, tako da voda odplavlja prah in manjše delce. Samo škropljenje s čopičem po navadi ni najbolj učinkovito, ker pušča na robovih usedline prahu in drobcev, ki pozneje preprečujejo sprijemnost malt.

Malta

Ker je mnogokrat od spodnje malte odvisen videz površinskega lica fasade, moramo pri tem ugotoviti: 1. sestav peska in mivke prejšnje malte, 2. razmerje prejšnje mešanice in si novo malto prilagoditi prejšnji.

Ko ugotovimo sestavo prejšnjega materiala, preskrbimo, če se le da, material iz tistih gramoznic ali kamnolomov, odkoder je bil prvotni, ali vsaj približno iste vrste. To je važno zaradi vlažnosti peska, morebitne naravne barve v njem in pa granulacije, ki često vplivajo pri zaključnem barvanju ali škropljenju na občutljivost videza.

Ako prejšnja malta ni vsebovala cementa, ga tudi novi malti ne smemo primešati, v kolikor gre za samo krpanje. Debelejše plasti malte ometavamo postopoma. Nikoli ni dobro, če omet na enkrat končamo. Prvi omet naj bo redkejši. Pri ometavanju je paziti, da se

stara in nova malta dobro združita in da sega čim globlje v razpoke in stike.

Če smo zaradi debelejšje plasti malte primorani večkrat omelavati, ne pričenjamo z drugim ometom prej, dokler se prvi ni posušil. Isto velja, ko izvršujemo fini omet.

Da se izognemo valoviti površini, ki je vidna zlasti pri poševno padajoči svetlobi, moramo poravnalno letvo in ostalo orodje močno pritiskati ob zid, da na grobem ometu ostane še dovolj prostora za fino malto, ki jo najprej izravnamo z letvo in dolgo gladilno desko in šele nato z manjšo deščico. Pri presledkih med staro in novo malto pa si pomagamo s tem, da na deščico pribijemo plast klobučevine (filc), s tem lepše preidemo z novega na star omet.

Za vsa fasadna dela naj bo apno čim starejše. Pri hitrem sušenju ne smemo pozabiti na polivanje.

Beljenje fasade

Čisto beljenje po navadi izvršimo: a) pri barvani fasadi dvakrat, b) pri škropljenem zaključnem ometu pa zadostuje enkratno. Pred škropljenim ometom beljenje ni neogibno potrebno, vendar pa na beli podlagi lepše krijemo in enakomerno razpršimo škropivo. Prvo beljenje izvršimo vedno z redkejšim beležem, šele drugo in naslednje pa z gostejšim. Vsekakor se je več kot dvakratnega beljenja izogibati.

Barvanje fasade

Tako pri čistem beljenju kakor pri barvanju uporabljamo le starejše apno. Solidno in garantirano delo zahteva vsaj tri leta staro, dobro žgano, pravilno gašeno in ne zmrznjeno apno. Vse beleže za fasade precejamo.

Pri izbiri fasadnih barv se je ozirati na vzdržljivost barv v apnu in na soncu. Ponajveč so to rumene barve, svetli oker in rjavi satinober. Ostale trajne barve za taka dela so: pompejskordeča, angelskordeča, črna in žgana zemlja. Lepe, modre, vinkordeče, kromovorumene, dekorativno zelene in cinober barve, ki se uporabljajo za notranja slikarska dela, niso zanesljive. Takih barv ni priporočljivo uporabljati, niti na pokritih ložah ali na verandah. Vse sumljive barve je dobro poprej preizkusiti na mestih, izpostavljenih soncu in dežju.

Pri mešanju in dodajanju barve moramo prvenstveno upoštevati izdatne barve, ker večja količina slabe barve v beležu slabi moč apna. Ne smemo tudi pozabiti, da apno barva izsuši, zato je najbolj pravilno vzorec nastaviti preje.

Za enakomerno sušenje je priporočljivo primešati barvilu firnež (na 20 litrov tekočine približno $\frac{1}{10}$ litra firneža), posebno kadar gre za zidove, ki močno in hitro vpijajo.

Barvati pričnemo na dobro osušenem beležu. Čopiči naj bodo enakomerni tako po kvaliteti kot po velikosti. Potezi naj bodo enakomerni in ne prekratki. Da se izognemo

morebitnim lisam, je važno, da je čopič vedno dovolj napojen. Z barvanjem prekinjamo pri oknih, vogalih, kordonskih vencih itd. Sploh je treba za barvanje poiskati zaključne komplekse. Kot čopiči naj bodo tudi posode za barve enake velikosti. Material se naj po možnosti menjava v posodah istočasno. Barve je treba redno premešavati, da se ne sesedajo.

Škropljeni omet

Malto škropimo na več načinov: z zidar-sko žlico, čopičem in metlico. V zadnjih časih je najbolj običajen in tudi primeren način škropljenja z brezovo metlico.

Za škropljeni omet uporabljamo običajno dolomitni, apnenčev ali tudi drugi zrnato robati pesek. Tudi tu nam služi firnež v isto svrhu kot pri barvanju.

Lepota izdelka je odvisna v glavnem od: 1. izbire metlic, 2. načina škropljenja in 3. pogostega mešanja in pravočasnega zamenjavanja škropiva v posodah.

Pri brezovih metlicah, ki jih napravimo sami, je važno, da so vejice različne debeline (od 1 do 3 mm) in da je njih sestava enakomerna. Menjavati jih moramo češče, ker se rade izrabljajo pri otresanju škropiva, dolge so od 35 do 45 cm, na prednjem koncu ne preveč razmršene. Biti morajo iz suhega vejevja in pred uporabo namočene v vodi.

Škropivo mečemo na fasadno ploskev pod kotom ca 60°. Razdalja med zidom in palico, po kateri otrešamo škropivo z metle, je ca 40 cm. Pri zajemanju metlico nekoliko otresemo, da se škropivo lepše in enakomerno razprši.

Ko ni v škropivu več dovolj apnene mase in z njo tudi barve, ga moramo zamenjati in odložiti na poseben prostor in ne med ostali material v glavnih posodah.

Posebna poglavje so madeži na fasadah, ki jih povzroča vlaga v zidu. Z navadno obnovitvijo fasade jih ne odpravimo, če nismo prej poiskali in odstranili prave izvore vlage, kar spada pod posebno poglavje o izolacijah.

Razno

Za vsa navedena dela je umestno, da po možnosti izberemo in obdržimo zidarje in delavce, ki so večji takih del.

Umevno je, da moramo pri takih remontnih delih istodobno misliti tudi na ostale dele kot so: popravilo strehe, visečih žlebov, odtočnih cevi, obrob itd.

Vsi letni časi niso prikladni za taka dela. Najbolj ugodni meseci so: delno marec, april, maj, junij, deloma september in oktober. Julij in avgust nista najbolj primerna. V pozni jeseni pa obstoji nevarnost, da se fasada ne izsuši pred nastopom zime, kar povzroča madeže na površini.

Pri barvanju in škropljenju je paziti, da je delo izvedeno povsem čisto. Dela na okrasnih, strešnih napuščih, okvirjih in lezenah je prav, če so zaključena pred deli na zidovju. Zlasti velja to za barvanje in škropljenje.

Za skladnost fasade je važno, da po dovršitvi zidaroslikarskih del mislimo tudi na videz raznih prituklin kot so: žlebovi, cevi, kritine podoknic, napisne table, hišne številke itd. Če jih puščamo v nemar, kvarijo vtis celotnega dela in kažejo estetski čut izvjalca v čudni luči. Da si prihranimo zamudno čiščenje teh predmetov, si pomagamo s tem, da jih po možnosti za časa trajanja del od-

stranimo ali prekrijemo z žakljevino; staro lepenko ali papirjem.

Često moramo biti oprezniji pri fasadah, po katerih so izpeljane zunanje električne napeljave.

Opisana dela, ki niso nobena novost, so racionalna le pri pravilni in solidni izvedbi. To se pokaže šele pozneje, ko nam po zaslugi zanesljivega dela in materiala, fasad ni treba tako pogosto popravljati.

Tehnične izpopolnitve

Ing. Bogomir Ranc;
Viš. tehnik Jože Požauko;

GRADNJA KANALOV VELIKEGA PROFILA S POMOČJO VRTALNEGA ŠČITA »KRT«

Med številne nerešene ali le delno rešene probleme komunalne tehnike, spada prav gotovo kanalizacija. V kanalizaciji vidi večina graditeljev neko potrebno zlo. Velike investicije, mnogo delovne sile in na koncu je vse pokrito, nič (na prvi pogled vidnega) ni ostalo. Često se dogaja, da določimo lokacije za stanovanjska naselja in izdajamo gradbena dovoljenja, a da na vprašanje kanalizacije niti ne pomislimo. Šele ko so stavbe dozidane in jih je treba predati v uporabo, ugotovljamo, da je treba vendarle skrbeti tudi za odtok porabljene vode. Zaradi izvršenih dejstev smo često prisiljeni segati po slabih rešitvah ali neprijetnih provizorijih, ki so mnogokrat znatno dražji, kakor sistematsko izvedena kanalizacija ter so zato za naše gospodarstvo škodljiva. Najbolj priljubljena a v večini primerov najslabša rešitev: v takih primerih ponikovanje v podtalje.

Ker smo finančna sredstva, delovno silo in material od nekdaj raje investirali v stanovanjske stavbe, tovarne in druge vidnejše objekte, je kanalizacija menda skoro v vseh (ne samo v naših) mestih močno zaostala za izgradnjo ostalih objektov. Posebno so se povsod skrbno izogibali gradnji kolektorjev velikih izmer, ki zahtevajo seveda ogromne investicije, delovne sile in materiala.

Tudi Maribor v tem pogledu ne predstavlja nikake izjeme — nasprotno! Kanalizacija je v zaostanku že več deset let. Maribor se je kot industrijsko mesto pričelo naglo širiti že po prvi svetovni vojni. Še hitreje se širi po osvoboditvi. Kanalizacija, ki je bila pomankljiva že izpred prve svetovne vojne, ni mogla več dohajati in je vse bolj zaostajala za gradnjami stanovanjskih stavb. Medtem, ko bo vsemu področju levega brega Drave možno v nekaj krepkih gradbenih sezonah zagotoviti odvajanje vseh pretočnih odplak (preko greznic), je desni breg (Tabor, Radvanje, Studenci) v kanalizacijskem pogledu popolnoma zanemarjen. Posamezni plitvi kanali sicer odvajajo manjši del področja Tabora. Na vseh ostalih področjih pa odplake ponikujejo. Tako stanje pa je postalo zaradi relativne bližine studencev mestnega vodovoda nevzdržno. Treba je končno misliti na gradnjo velikega odvodnega kanala od Radvanja do Drave, ki bo sposoben prevzeti in odvesti vse padavine in odplake Tabora, Radvanja in delno Studencev. Zahtevati je treba, da bo kanal zadostoval tudi za časa, ko bo desni breg v celoti zazidan po izdelanem in odobrenem regulacijskem načrtu. Z regulacijskim načrtom je določen način in gostota zazidave posameznih predelov. Na podlagi tega in na

temelju danih hidroloških in hidrometričnih podatkov je bila izračunana maksimalna vodna množina, ki jo bo moral odvajati ta kolektor, ki iznaša 8,30 m³ pec. Z ozirom na razpoložljivi padec 3,50/00 bi mogel odvajati to množino kanal okroglega preseka, premera $D = 2,0$ m.

Trasa kanala naj poteka (kot najugodnejša) po neki bodoči cesti. Na tej trasi pa se danes nahaja še cela vrsta stanovanjskih hiš. Trasa reže pobreško cesto, staro in novo — Tržaško cesto ter končno še železniško progo Maribor—Prevalje. Gradnja se mora izvršiti tako, da se vrši promet nemoteno po teh važnih prometnih žilah. Stali smo pred zelo težkim problemom.

Za gradnjo kanala po normalnem odprtem načinu bi potrebovali veliko število delavcev, saj bi znašal izkop po tekočem metru 24—28 m³ iz globine 6—7 m. Tako ogromne mase ne bi mogli deponirati v bližini kinete zaradi stranskega pritiska, ampak bi jih morali odvažati na neko depoznico, pozneje po gradnji kanala pa zopet dopremiti za zasip. Obstoječe stavbe na trasi bi morali odstraniti, ali projektirano najugodnejšo, zravno traso spremeniti in izdatno poslabšati.

V tej stiski je bila skonstruirana priprava, ki je rešila v glavnem vse — tudi prej omenjene probleme, tako glede delovne sile, ekonomičnosti in materiala. Omogoča pa delo neodvisno od stanja zazidave. Ta priprava je v bistvu horizontalni keson, torej ščit, ki periodično napreduje. Pod njegovim okriljem se izgradijo (obokajo) posamezni venci. Zaradi tega je bil imenovan vrtni ščit »krt«. S pomočjo te priprave je možno graditi kanale, tunele, zaklonišča, podzemne železnice in slično v ilovnatem, peskovitem, prodnatem ozir. v vsakem terenu do vključno 4. kategorije. Premer svetle odprtine (okrogla) je lahko od 180 cm navzgor. Čim večji je, tem lažje je delo. V danem primeru je bil »krt« konstruiran za premer $D = 2$ m ter služi za gradnjo zbiralnega kanala dolžine 1000 m v prodnatem (mešanem) terenu ($\varnothing 0,1$ m/m — $\varnothing 150$ m/m s samci do $\varnothing 500$ m/m, prodec je mestoma konglomeratiziran).

Tehnični opis

»Krt« sestoji iz zunanjšega plašča, debeline v sorazmerju s premerom, v danem primeru debeline 18 mm, iz notranjšega plašča, ki je krajši od zunanjšega ter vezan z zunanjim plaščem s pomočjo dveh kolobarjev ter podolžnih reber, in iz prednjega konusa, ki nosi rezilne nože iz 12-odstotne manganove litine.

Zunanji plašč je v delu izven podvojitve z notranjim plaščem ojačen s tremi 200 mm širokimi kolobarji iz 18 mm debele pločevine. Plašč sam pa je v repu na spodnjem delu izrezan in sicer je dolžina tega izreza 0,74 m, odrezan je ves spodnji del do 0,15 m izpod horizontalne ravnine skozi dolžino »krta«.

Notranji plašč je na mestih, kjer delujejo hidravlične dvigalke, povezan z zunanjim plaščem s tremi podolžnimi rebri, ki tvorijo zaključen okvir, s pomočjo katerega se prenaša pritisk dvigalk na zunanji plašč. Ojačen je na teh mestih tudi kolobar z izrezki iz kolobarja iz 18 mm pločevine.

Konus je vezan z zunanjim plaščem in prednjim kolobarjem še s 16 trikotastimi pločevinami. Konus nosi 16 nožev iz 12-odstotne manganove jeklene litine, ki se nataknejo na konus kakor bajonetni zapirala. Zato ima konus $16 \times 4 = 64$ izrezkov dimenzij 25/85 mm.

Notranja oprema »krta« sestoji iz 3 hidravličnih dvigalk. Vsaka od njih ima zmogljivost 120 ton (zunanji bat), oziroma 60 ton (notranji bat). S temi dvigalkami se vrši pomikanje krta naprej. Za pogon hidravličnih dvigalk služi črpalka, ki transformira iz kompresorja prejetih 6 atmosfer na 350–400 atmosfer. Iz črpalke pritiska glicerina ali olje po jeklenih ceveh v dvigalke ter povzroča izteg batov. Hidravlične dvigalke so pritrjene na zunanji plašč »krta« z oprijemalkami. Pritisk batov se prenese na posebne lesene nastavke 30 cm/30 cm, katerih baza je razširjena v dveh smereh za 21 cm. Višina nastavkov je 58 cm, glava pa je okovana s 16 mm debelo pločevino. Leseni nastavki se opirajo na prenosni venec, ki prenaša ves pritisk dvigalk enakomerno na ves obod že zgotovljenega kanala. Prenosni venec sestoji iz treh zvarjenih in v krog zavrtih INP 20. Na mestih, kjer pritiskajo prej omenjeni nastavki, je na vencu navarjen izrez kolobarja ($L = 859$, $l = 663$, $d = 290$ mm) iz 19 mm debele pločevine. Na prenosnem vencu je navarjena na vsaki strani nosilna konstrukcija za osi, na katere so natakneni kroglični ležaji, ki služijo kot kolesa, s pomočjo katerih se premika ves prenosni venec INP 12. Na gornji ploskvi INP 12 je navarjen U profil 2,5 cm, po katerem tečejo kroglični ležaji kakor po tračnici. Tračnica, oziroma INP 12 sta pritrjeni tako, da se nahajata gornji ploskvi v horizontalni ravnini osi. INP 12 profila sestojita iz dveh delov. Prednji del je dolg 1 m, navarjen je na eni strani notranjega plašča, s posebno konzolo pa v razdalji 45 cm že oprt na zunanji plašč. Drugi del se opre na remenato, ki je potrebna pri zidanju oboka. Medtem ko je prvi del fiksen, je drugi del mogoče sneti. Vezan je s prvim delom in s podporiščem na remenato z izenačenim presegom, položaj pa je fiksiran z vsadilko, ki jo je mogoče zapahnuti.

Kot opora za napredovanje »krta« služi že zgrajeni kanal. V početku je torej treba določeno dolžino kanala graditi po odprtem načinu, ki služi s svojo težo kot opora, ali je treba graditi oporo na drug način. V danem primeru sta bili zgrajeni s traverzami trapezno ojačeni betonski krili, ki segata 3 m v zrastle teren.

Da se »krt« ne bi mogel med napredovanjem vrteti okoli svoje podolžne osi, ima na prednjem delu dve podolgovati zarezi skozi oba plašča. Skozi ti zarezi je treba v teren zabiti dva železna 75 cm dolga klina.

Delo se vrši v naslednjem redu:

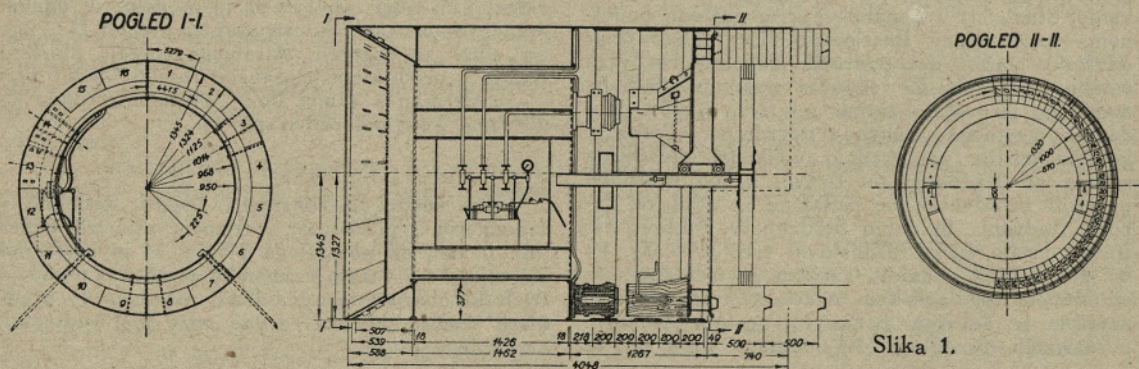
1. Pričetno stanje (razvidno je iz podolžnega profila). Bati hidravličnih dvigalk so uvlečeni, odstranljivi del I. profila, ki služi kot tračnica, je demontiran, prenosni venec je potisnjen k zgotovljenemu kanalu, nastavki so montirani, ventili črpalke odprti.

2. Kompresor je staviti v pogon. Iz črpalke priteka glicerina ali olje, bati izstopajo, pritiskajo na nastavke, ti na prenosni venec, slednji pa na betonski obok. Ker se ta ne pomakne nazaj, se giblje »krt« naprej. Noži se zarežejo v teren. Napredovanje »krta« se vrši toliko časa, dokler se na dnu ne prikaže 0,60 m dolgi pas terena. Tedaj se »krt« ustavi. Ventili za pritiskanje v črpalke se zaprejo, odprejo se pa ventili za vračanje glicerina (olja). Bati hidravličnih dvigalk se vračajo s pomočjo v lesenih nastavkih vgrajenih ročnih dvigalk. Nato se nastavki snamejo, odstranljivi del tračnice se montira, prenosni venec pa se zapelje k dvigalkam, kjer se s kaveljčkom zapahne. Zdaj se sname zopet odstranljivi del tračnice in s tem so priprave za zidanje kanala končane.

3. Sedaj se prične obokanje kanala s fazonskimi kosi, katerih oblika je razvidna iz načrta. Talni kosi se malo podbetonirajo. Za zidanje služi lesena zložljiva oziroma raztegljiva remenata, ki se raztegne in postavi v pravilno lego s pomočjo lesenih klinov. Za teme (zaključek) se uporabljajo specialni kosi, ki so manjši, njihova oblika je zopet razvidna iz načrta. Za zaključek rabimo 7 kosov takih komadov, ki imajo luknjice ter se končno povežejo s podolžno armaturo $\varnothing 10$. Fazonski komadi imajo pero na eni strani, na drugi pa utor. Na ta način se posamezni obroči vežejo po dolžini. Posebni manjši utor pa sprejme obodno armaturo $\varnothing 10$ na vsakih 0,5 m kanala.

4. Ko je obok sezidan, se podaljša industrijski tir do prednjega dela »krta«. Sedaj se prične izkop, ki znaša za $D = 2,0$ m, debelina zida 32 cm in napredovanje 0,5 cm — 2.736 m^3 . Ta material se izvaja po izgotovljenem kanalu na prosto. Po kakovosti se uporablja ta material po presejanju

PODOLŽNI PREREZ



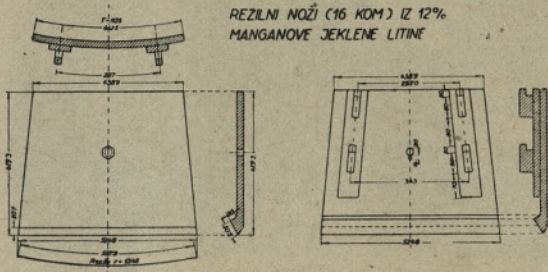
Slika 1.

delno za napravo fazonskih komadov, za gramozenje cest ali za beton.

5. Nato se vršijo priprave za napredovanje, to je: premakljivi del tračnice se montira, utori fazonskih kosov se izpolnijo z lesenimi polnili, prenosni venec se pelje nazaj k oboku, leseni nastavki se montirajo. S tem smo dosegli prvotno stanje.

Vse nadaljnje delo se vrši kakor že opisano za vsak obok iznova.

Za orientacijo služijo tri viseče vizirne marke, od katerih sta prvi dve nameščeni na temenu zgotovljenega kanala, tako da določata optično



Slika 2.

os kanala. Tretja pa je nameščena na temenu »krta« in je postavljena v optični osi »krta«. Kadar se vse marke krijejo, je napredovanje »krta« pravilno.

Z delnim zapiranjem ventilov na črpalki je možno variirati brzine iztega batov na hidravličnih dvigalkah, a s tem je podana možnost gibanja desno, levo, gor in dol. Vse to seveda le v manjši meri in na večje daljave (nekoliko centimetrov na 1 obok).

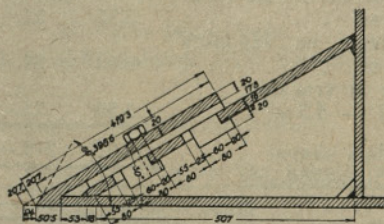
Za dani premer kanala $D = 2,0\text{ m}$ je bila računsko določena debelina stene in potrebna armatura. Iz tega je bila računsko določena jakost pločevin in sestavnih delov »krta«. Nadalje je bil izvršen račun trenja in loma. Tako znaša v danem primeru pritisk nožev na zemeljski material 20 kg/cm^2 .

»Krt«, ki je v uporabi, je bil v celoti izdelan iz domačega materiala. Izdelala ga je Tovarna metalnih konstrukcij »Franc Leskošek« v Mariboru. Nože iz 12-odstotne manganove litine je izdelala Železarna v Guštanju, mehanično opremo pa so delno izdelale, deloma posodile Železniške delavnice v Mariboru. Nekatero manjše dele opreme je pa izdelalo Mestno komunalno podjetje v Mariboru v svojih mehaničnih delavnicah.

Prednost gradnje kanalov, tunelov, zaklonošč, tunelov za podzemne železnice itd. na opisan način nasproti odprtemu načinu gradnje so naslednje:

1. Neodvisnost od tačasne zazidave v mestu. Možno se je prilagoditi regulacijskemu načrtu ter polagati kanal v trasah bodočih cest, čeprav so danes še zazidane z uporabljivimi stavbami. Stavb

NAMESTITEV NOŽEV NA KONUSU



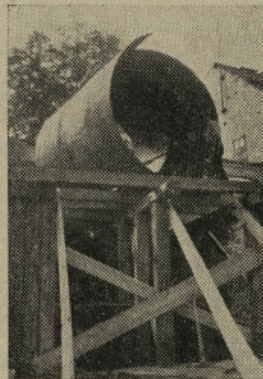
Slika 3.

ni treba podirati in tudi ne nastane nobena nevarnost za njih obstoj. Ob primerni geološki sestavi je ta način možno uporabljati tudi za tuneliranje izpod rek in povsod, kjer je odkrivanje nemogoče ali zvezano z negativnimi posledicami.

2. Izbegavajo se gornji sloji, preseki z različni starimi temelji, predvsem pa drugimi oskrbovalnimi vodi (vodovod, plinovod, E-kabli nizke in visoke napetosti, telefonski kabli), katerih osiguranje med gradnjo, posebno če je kineta široka, je često zelo zamudna in kočljiva zadeva. Nedotaknjena pa ostane poleg stavb tudi vsa površina, ceste, pločniki, zidovi, ograje, plotovi, vrtovi, sadno drevje itd. Vse to je treba po odprtem načinu gradnje prekopati, po polaganju pa zopet vzpostaviti. Slednje je v pogledu vrtov in drevja skoraj nemogoče, glede ostalih objektov pa zelo draga stvar, brez ozira na nevoljo, ki se jo povzroča pri lastnikih.

3. Če pomislimo, da prihaja iz 4 m široke in 6 m globoke kinete na vsak tekoči meter 24 m^3 oziroma približno 30 m^3 razrahljanega materiala, nastane vprašanje, kje bi mogli deponirati take ogromne množine materiala, čeprav le za čas gradnje. Na cestah ne bi bilo prostora, morali bi torej te mase nekam dalje odvažati. Pred zasipanjem pa zopet nakladati in dovažati. Poleg tega bi za dalje časa uničili površine, ki bi jih izbrali za deponijo.

4. Varnost dela je velika.



»Krt« na montažnem odru

Najboljši odraz prednosti je poraba norma ur, materiala in cena na 1 m kanala. Razlika je tem večja, čim globlja je lega kanala. Za primerjanje smo predpostavili srednjo globino kanala 6 m, kakor je to primer v našem izvedenem primeru.

Iz predizmer analize proračuna norma ur, proračuna materiala in finančnega računa citiramo za 1 m kanala $D = 2,0\text{ m}$, globina 6 m, kakor sledi:

I. Proračun za gradnjo 1 m po odprtem (dosedanjem) načinu.

A. Material:

1. opažni les . . .	m^3	0,64
2. cement . . .	kg	1302,—
3. gramoz . . .	m^3	5,76
4. pesek . . .	m^3	0,9
5. voda . . .	m^3	0,78
6. armaturno železje za najugodnejši profil . . .	kg	30,—
7. skobe in žebli . . .	kg	2,2
8. bencin . . .	kg	2,7
9. motorno olje . . .	kg	0,14
10. strojno olje . . .	kg	0,05

Materialni stroški skupaj . . . din 4.144.—

B. Transport s tovornim avtomobilom:

1. zemeljski material (preostali po zasipanju kinete) . . . m ³	6,84	
2. opažni les . . . m ³	0,64	
3. cement . . . kg	1302,—	
4. peščeni gramoz . . . m ³	5,76	
5. pesek . . . m ³	0,9	
6. armatura . . . ton	0,03	
Stroški za transport skupaj . . . din	1.246,—	

C. Delo, norma ure:

a) zemeljska dela:

	n. ur	din
1. izkop 0—6 m — 24 m ³	112,24	1.652,—
2. nakladanje na samokolnice — 30 m ³	25,44	338,—
3. prevoz s samokolnicami najmanj na 30 m dolžine in 2 m višine — 30 m ³	34,80	463,—
4. razpiranje — 12 m ²	8,34	149,—
5. odstranjevanje razpor — 12 m ²	6,—	107,—
6. zasipanje kinete — 23,16 m ³	72,80	968,—
7. odvoz preostalega materiala — 6,84 m ³	8,90	118,—
8. vzpostavitev prvotnega stanja — 4 m ²	80,—	1.200,—
9. nepredvidena dela 15%	52,25	750,—
	<u>400,77</u>	<u>5.745,—</u>

b) zidarska dela:

	n. ur	din
10. betoniranje kanala v opažu in armiranje — 4,8 m ³	46,60	700,—
11. armiranje	2,92	57,—
12. namestitvev in odstranitvev šablon	5,84	95,—
13. nakladanje in razkladanje na tovorni avto	1,37	18,—
14. notranji omet	9,28	160,—
15. zunanji omet	3,20	55,—
16. obloga dna	1,94	31,—
17. nakladanje in razkladanje	0,82	11,—
Skupaj	<u>71,97</u>	<u>1.127,—</u>

Vsa dela skupaj 472,74 6.872,—

$$1 \text{ povprečna norma ura } 1 R = \frac{6872}{472,74} = 14,55$$

Cena za 1 m kanala bi znašala.

1. Materialni stroški:

a) material	din	4.144,—
b) transport	1.246,—	
	<u>1.</u>	<u>5.390,—</u>

2. Stroški dela:

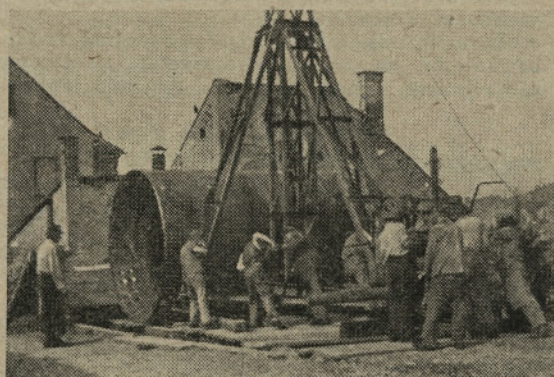
a) osnovne plače	6.872,—	
b) dodatek na stalnost 473 ur à 1,60	757,—	
	<u>7.629,—</u>	

c) prispevki 38,29% od 7.629,— 2.920,—

	<u>2.</u>	<u>10.549,—</u>
--	-----------	-----------------

I. Izdelavni stroški 1. + 2.	15.939,—
3. Režija 56% od 10.549,—	5.910,—
4. Amortizacija 5% od 15.939,—	797,—

II. Polna lastna cena	22.646,—
5. Planski dobiček 2,5% od 15.939,—	399,—
	<u>23.045,—</u>
6. Davek na promet 9,8901% od 23.045,—	2.280,—
Prodajalna cena za 1 m kanala, zidan na odprti način	25.325,—



Spušcanje »Krt« s pomočjo igle

II. Proračun za gradnjo 1 metra kanala premera D = 2,0 m s pomočjo vrtalnega ščita »Krt«, vključno napravo fazonskih komadov.

A. Material:

1. cement ton	1,054
2. peščeni gramoz . . . m ³	0,47
3. pesek m ³	3,12
4. gašeno apno . . . kg	30,—
5. voda m ³	0,584
6. armaturno železje . kg	10,—
Materialni stroški skupaj din	2.388,—

B. Transport s tovornim avtomobilom:

1. cement ton	1,054
2. gramoz m ³	0,47
3. pesek m ³	3,12
4. apno ton	0,03
5. betonsko železo . ton	0,01
Stroški za prevoz skupaj din	685,—

C. Delo — norma ur — stroški:

a) zemeljska dela:

	n. ur	din
1. izkop od vertikalne stene — 5,5 m ³	3,91	57,—
2. nakladanje na vagonete — 5,5 m ³	6,60	88,—
3. prevoz in vračanje (200 m) — 5,5 m ³	5,50	73,—
Zemeljska dela skupaj	<u>16,01</u>	<u>218,—</u>

b) dela pri napredovanju »Krt« 24,— 468,—

Č. Zidanje kanala:

	din	din
1. proizvodnja fazonskih komadov	59,—	855.—
2. dovoz fazonskih komadov iz deponije do vhoda kanala z nakladanjem in razkladanjem	8,78	116.—
3. dovoz fazonskih komadov v kanal na plato vagonetu vključno nakladanje in razkladanje	12,25	163.—
4. naprava podbetona in malte z dovozom	6,17	83.—
5. zidanje kanala iz fazonskih komadov	18,—	374.—
6. zidanje berme in naprava ometa	12,56	210.—
Skupaj zidarska dela	116,74	1.801.—
Vsa dela skupaj	156,75	2.487.—



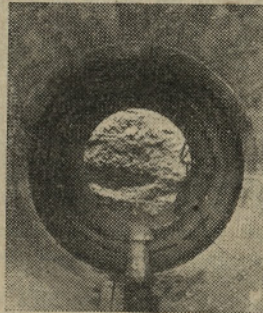
»Krt« pri spuščanju v gradbeno jamo

Cena za 1 m kanala, zidanega s pomočjo »Krt«, znaša:

	din	din
1. Materialni stroški:		
a) material	2.388.—	
b) transport	685.—	
	<u>1. 3.073.—</u>	
2. Stroški dela:		
a) osnovne plače	2.487.—	
b) dodatek na stalnost 157 ur à 1.60	251.—	
	<u>2.738.—</u>	
c) prispevki 38.29% od 2.738.—	1.049.—	
	<u>2. 3.787.—</u>	
I. Izdelavni stroški 1. + 2.	6.860.—	
3. Režija 50% od 3.787.—	2.120.—	
4. Amortizacija 5% od 6.860.—	343.—	
II. Polna lastna cena	9.323.—	
5. Planski dobiček 2.5% od 6.860.—	171.—	
	<u>9.494.—</u>	
6. Davek 9.8901% od 9.494.—	940.—	
Prodajna cena za 1 m kanala, zidanega na nov način	10.434.—	

Iz primerjave vidimo, da je največja razlika v zemeljskih delih in sicer 400,77 ur (norma) nasproti 16,01 n. ur, to je okroglo 25-krat manj, medtem ko bi se zidarska dela razvila pri odprtem načinu nekoliko ugodneje. To pa predvsem zaradi tega, ker je pač betoniranje enostavneje kakor produkcija fazonskih kosov in obokanje. Vendar je skupno število norma ur še vedno 472,74 nasproti 156,75.

Znatni pa so prihranki pri prevozi in materialu. Predvsem prihranimo ves les in to 0,64 m³



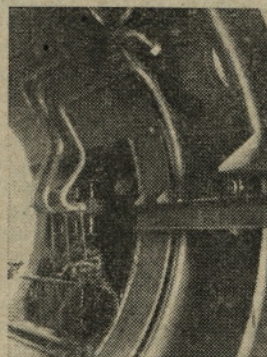
»Krt« montiran čaka na napredovanje

na tekoči meter ali 640 m³ na 1 km kanala. Precejšnji so tudi prihranki cementa, betonskega železa, gramoza in peska.

Razlika v polni lastni ceni znaša tako dinarjev 13.323.—, razlika v prodajni ceni pa znaša dinarjev 14.891.—, kar pomeni prihranek 13 ozir. 14,8 milijonov dinarjev na 1 km kanala.

Vse te cene veljajo s pogojem, da je teren enoličen — največ III. kategorije. V danem primeru smo imeli opravka na eni strani z močnimi plastmi konglomerata, na drugi pa je trasa prodrla skozi zasipano bivšo gramoznico, kjer je bilo napredovanje izredno otežkočeno. Zaradi sipkosti terena je bilo treba vsa prsa držati pod opazem. Zaradi tega so bili stroški za tekoči meter kanala znatno višji, okoli 15.000.— dinarjev. Vendar je tu treba pripomniti, da bi višji stroški, ki bi nastali pri uporabi »krt« zaradi terenskih nepravil, še v potencirani meri nastopili tudi pri uporabi dosedanjega načina, tako da je smatrati izračunano razliko v stroških v vsakem primeru kot minimalno.

Vse prej opisane operacije izvrši v eni izmeni vsega pet delavcev s strojnikom vred, ki oskrbuje kompresor in mehanično opremo »krt«. Dotacija delovne sile je torej minimalna. Organizacijo dela in opreme je možno še izboljšati.



Mehanična oprema

Kritika našega dela

Ing. Martin Obran:

NEKAJ MISLI O KVALITETI GRADENJ

Mnogo se danes govori in piše o kvaliteti gradenj. Pri tem se navadno misli in poudarja kvaliteta gradbenega materiala in direktnih produktov kot so n. pr. beton in ostali asortimenti.

Vse to je potrebno za doseglo kvalitetnih objektov, vendar ne smemo pozabiti, da tvori osnovo za dobro zgrajen objekt pravilno izdelan projekt.

Projektant-konstrukter stoji pri večjih in kompliciranejših objektih pred težko nalogo. V arhitektonskem oziru mora objekt tvoriti z okolico harmonijo. Funkcionalna rešitev mora biti taka, da bo obrat potekal čim enostavneje. Tu je neogibno potrebno sodelovanje strokovnjakov-specialistov tiste panoge, saj ni mogoče, da bi arhitekt ali gradbenik poznal v podrobnostih vse mogoče različne obrate. Tak specialist mora razen teorije dobro poznati praktičen postopek izdelave produktov, kajti od velikosti posameznih prostorov ter njihove razporeditve je odvisno brezhibno funkcioniranje celotne naprave.

V konstrukcijskem pogledu rešitev običajno ni enostavna. Ne samo, da mora biti konstrukterju jasno delovanje konstrukcije v statičnem smislu, poznati mora dobro lokalne prilike, tehnologijo gradbenega materiala, ki pride za izvedbo v poštev ter operativna sredstva, s katerimi razpolagajo gradbena podjetja, ki gradijo tiste objekte.

1. Izbira gradbenega materiala.

Če hočemo doseči kvalitetne objekte, moramo izbirati le material, ki odgovarja vsem zahtevam glede kvalitete. Za večje in kompliciranejše konstrukcije ga je potrebno poprej preizkusiti v laboratoriju za preiskavo materiala.

Najprej se moramo odločiti iz kakšnega materiala bomo gradili različne konstrukcije objektov. Pri tem moramo paziti na ekonomičnost konstrukcije v celoti ter upoštevati lokalne rezerve različnega gradbenega materiala, strokovno usposobljenost kvalificirane delovne sile ter transportne prilike.

Pri različni stopnji industrializacije dežel, različnih klimatskih in geoloških prilikah, različnih nahajališčih lokalnega gradbenega materiala, kakor tudi pri različnih transportnih možnostih ter različni stopnji mehanizacije gradbenih podjetij in sposobnosti kvalificirane delovne sile bo za te objekte različna vrsta konstrukcij in različnega gradbenega materiala ekonomična pa tudi estetska.

Pri konstruiranju se običajno poslužujemo raznih priročnikov, knjig in revij. Priporočljivo in koristno je pregledati in preštudirati rešitve sličnih objektov v čim različnejših variantah, vendar moramo kritično gledati, kakšni razlogi so vodili projektanta tako pri izbiri gradbenega materiala, kakor tudi same oblike posameznih konstrukcij. Tak študij nam daje marsikatero dobro idejo, na katero verjetno ne bi prišli, če bi se prehitro in površno odločili za končno rešitev.

Kopiranje raznih rešitev v celoti ali samo delno, utegne postati škodljivo, saj je možno, da je bila podana rešitev za precej drugačne prilike zelo praktična in ekonomska, dočim je lahko v novem primeru aplikacije popolnoma nasprotno.

Nekaj primerov.

V pokrajinah, kjer je malo lesa, cementna in jeklena industrija pa dovolj razvita, armiranobetonske konstrukcije uspešno zamenjujejo lesene.

V krajih, kjer ni v zadostni bližini dobrega gramoza ali kamnitega agregata, postanejo zaradi

velikih transportnih razdalj istega materiala armiranobetonske konstrukcije lahko neekonomske.

Jeklene konstrukcije so za mnoge objekte večkrat idealna rešitev, seveda, če je jeklena industrija na ustrežajoči višini, sicer jih v mnogih primerih uspešno zamenjajo armiranobetonske.

2. Oblika konstrukcije.

Ko smo se odločili iz kakšnega materiala bomo gradili, pridemo na študij oblike konstrukcije. Za vsako vrsto gradbenega materiala obstoje za različne razpore in obremenitve »naravne« oblike konstrukcije. Pod temi mislim tiste, ki so estetske, ekonomske in v statičnem smislu ugodne.

Nekaj primerov:

- a) za armirani beton: loki, različne plošče, lupine, kontinuirni nosilci, okvirji itd.
- b) za les: različna vešala in razpirala, žeb-ljane konstrukcije itd.
- c) za jeklo: predalčja, lupine, polnostenski nosilci itd.

Tu se pokaže koliko obvlada statik-konstrukter različne oblike, Izbirati take, ki so najbolj preproste za računanje, običajno ne bo ekonomsko. Prostoležeči nosilci so večkrat dragi, čeprav jih najhitreje izračunamo. Ne sme veljati načelo — poceni projekt — ampak cenen in dobro zgrajen objekt.

Konstrukter je dolžan koristno izrabiti vse prednosti, ki mu jih nudi narava. Ne smatram za dobro rešitev tisto, pri kateri statik določene ugodnosti prirode, — ki jih je včasih težko pravilno upoštevati — izloči, da si poenostavi statični račun. Na primer horizontalna dilatacija pri ločni pregradi, z ugodnim razmerjem $\frac{L}{H}$ (dolžina krone nasproti višini).

Za večino primerov visokogradnje, manjših mostov ter preprostih objektov nizkoogradnje je možno postaviti normative ter po njih plačati konstrukterja.

Oblika je običajno v teh primerih »avtomatsko« določena ter gre v glavnem samo za računski postopek. (Izračun upogibnih momentov, prečnih sil, napetosti, določitev armature itd.)

Pri večjih in kompliciranih objektih je sicer možno postaviti normative, vendar je veliko vprašanje koliko bo projektant zadel ekonomijo ali včasih sploh pravilno obliko. Bistvo problema tvori študij raznih oblik, variant iste oblike ter izboljšanje posameznih variant.

Računski postopek je pri tem delu navadno precej obsežen, zahteva precejšnjo preciznost, traja razmeroma dolgo časa, vendar ne sme stati v ospredju celotnega problema.

Čim večji in kompliciranejši je objekt, tem večje število variant bo potrebno preštudirati, preden bomo našli zadovoljivo rešitev.

Na primer za pregrado Limberg v Avstriji (120 metrov višine) so napravili 10 variant za Noetzli, ev razčlenjeni gravitacijski tip in 11 variant za ločno pregrado in vse te za isto lokacijo.

Za ločno pregrado Gerlos (36 m), so prišli do zadovoljivega rezultata pri tretji varianti.

Tak študij se izplača. Vzemimo, da traja študij projekta ene take pregrade 2 leti. Stroški za projekt znašajo mesečno cca 25.000 dinarjev (en statik in en tehnik), kar znaša v dveh letih 600.000 dinarjev. Pri betonu se prihrani v zadnji

varianti nasproti prvi n. pr. 30.000 m³. Če vzamemo srednjo vrednost 2000 din kub. meter betona, znaša to 60.000.000 dinarjev.

Ekonomija je očitna.

Projekt mora biti popolnoma jasen in ne sme vsebovati dvoumnih rešitev. Projektant ne sme puščati problemov v projektu, ki bi jih naj reševali operativci sami na terenu, saj oni običajno niso konstrukterji, razen posameznikov, ki jih je višja sila proti njihovi volji postavila v operativno.

Običajno povzroča težave nedovoljno kotiran ali pa z napačnimi kotnimi linijami izdelan projekt. Dober projektant takega načrta ne bo dal iz rok, saj je mnogo lažje in hitreje popraviti kote na projektu, kot pa pozneje na objektu, kjer so morebitna rušenja velika neprijetnost tako v materialnem kot v moralnem pogledu.

3. Izvedba.

Projektant-konstrukter si mora biti popolnoma na jasnem z izvedbo ter mora v zamotanih primerih tudi podati njen način. Brez točnega poznavanja postopka v praksi bo težko ta problem pravilno rešil, saj dobro velja latinski izrek: *Theoria sine praxi(s) sicut currus sine axi(s)*. Prav tako bo težko operativec-praktik brez zadostnega teoretičnega znanja razumel zamotane načrte, saj tudi za njega velja izrek: *Praxis sine theoria, sicut currus sine via*.

Na primer armaturni načrti za velike ali zamotane objekte, potreba in razvrstitev dilatacij itd.

Pri izvedbi objektov mora projektant točno poznati in upoštevati stopnjo mehanizacije gradbenega podjetja, ki gradi; kakor tudi strokovno sposobnost kvalificirane delovne sile ter temu prilagoditi projekt.

Na primer pri montažnih konstrukcijah moramo upoštevati nosilnost žerjavov, s katerimi razpolaga

podjetje. Posebno je paziti, če se montira ročno, da posamezni elementi ne prekoračijo maksimalne teže (približno 500 kg) ali dolžine (nekako 6 m)

Če imajo podjetja slabe tesarje, je praktično nemogoče projektirati objekte z razmeroma zamotanimi opazi kot so n. pr. armiranobetonske lupine.

Za objekte, kjer je neobhodno potreben kvaliteten beton, je poprej potrebno temeljito preizkusiti cement, kamniti agregat ter beton iz njih. Skrbeti moramo, da dosežemo povprečno visoko trdnost z majhnimi oscilacijami nad predpisano trdnostjo ali pod njo.

Za časa gradnje je potrebno vsakodnevno preizkušanje betona, najenostavnejše z Empergerjevimi gredicami, ki jih lomimo direktno na gradilišču po 3 ali 7 dneh, tako da pri nadaljnjem betoniranju morebitnih prejšnjih napak ne ponavljamo.

Za druge gradbene materiale je priporočljivo za večje objekte poprejšnje preizkušanje v laboratorijih, ki ugotove njihovo kvaliteto, tako da se slab material sploh ne bo vozil na gradilišče.

POVZETEK

Dobre projekte bomo imeli le takrat, če bodo konstrukterji z dobrim teoretičnim znanjem ter s praktičnimi izkušnjami s terena, imeli na razpolago dovolj časa za projektiranje.

Za velike in zamotane objekte pa bomo dobili dobre projekte najhitreje in najsigurneje z razpisanim nagradnim natečajem. Ostra konkurenca prinese običajno dobre rezultate podobno kot na športnih tekmovanjih, kjer padajo rekordi navadno le ob dobri udeležbi, dočim se pri slabi konkurenci dosežejo običajno povprečni ali celo podpovprečni rezultati.

IZBOR RAZMERJA MED BETONSKIMI SESTAVINAMI

S posebnim ozirom na uvajanje zraka.
Napisala S. Walker in D. L. Bloem:

Kvaliteta betona je v veliki meri odvisna od kvalitete sestavin, morda še v večji meri pa nanjo vpliva razmerje teh sestavin, mešanje in vdelava. Dobra izdelava od izbire razmerja sestavin pa do vdelave daje pri dobrem materialu izvrstne, pri srednjem pa često zadovoljive rezultate.

V tem poročilu se bomo omejili na probleme razmerja betonskih sestavin s posebnim poudarkom na uvajanje zraka.

Gradbeni predpisi se večinoma le malo dotikajo izbire razmerja med betonskimi sestavinami. Tako n. pr. predpisuje pravilnik nekega velikega mesta za leto 1949 doziranje betona z volumni v razmerju 1:2:4, 1:1½:3 in 1:1:2, ozirajoč se le malo na uporabo betona in nič na kakovost sestavin. Take proporcije dajo lahko le slučajno najboljše rezultate za dane prilike, večinoma pa bodo napačne. Zdi se pa, da je gradbena praksa boljša kot predpisi sami. Z določili 1:2:4, 1:1½:3 itd. označimo samo vrsto betona. Pri konkretno izdelanem betonu so razmerja med finim in grobim mineralnim materialom verjetno precej drugačna kot 2:4 ali 1½:3. Cementni faktorji so v bistvu taki, kot jih zahteva označeno številčno razmerje. Obdelava, vdelava in trdnost konstrukcije pa je znatno boljša, kot bi jo dala predpisana mešanica.

Izbira razmerij za betonsko mešanico naj se ne ravna po togo izbranih določilih. Predpisani postopek naj bo dovolj prožen, da bo mogoče upoštevati različne vrste in granulacije agregata.

Tako n. pr. najboljše proporcije za pesek in gramoz niso tudi najboljše za pesek in drobljen kamen, čeprav je mogoče tako z enim kot z drugim napraviti enako dober beton, če predpostavljamo material zadovoljive kakovosti in upoštevamo njegove značilnosti.

PREDPISI ZA RAZMERJA

Pri danem materialu je odvisna trdnost betona od vodocementnega faktorja. Cementni del je treba smatrati za lepilo, ki veže agregate med seboj, pri čemer je lepilo tem jače, čim manj vode smo uporabljali. Večini izmed nas je brez dvoma znano to osnovno pravilo, ki ga je objavil Abrams l. 1918.

Količina vode, ki je potrebna, da dobimo zahtevano obdelavnost betonske mešanice, je v veliki meri odvisna od granulacije agregata. Celo pri danem vodocementnem faktorju, ki je predviden za določeno trdnost, je bolje, da se držimo minimalne količine vode na določeni volumen betona, kajti na ta način bomo omejili krčenje, povečali trajnost in zmanjšali ceno betona. Iz tega sledi, da so priporočljivi agregati s sicer pravilno granulacijo, a sestavljeni iz čim večjih partiklov, ki so še dovoljeni za določeno delo. Primer: beton, ki vsebuje 5 vreč cementa na 0,764 m³ betona s 31,78 litrov vode na vrečo ali 158,90 litrov na 0,764 m³, bo boljši kot beton, ki vsebuje 6 vreč cementa na 0,764 m³ betona in 31,78 litrov vode na vrečo ali 190,68 litrov na 0,764 m³ betona.

V »ACI Recommended Practice« navajajo šest ukrepov za določanje poizkusne mešanice za začetno uporabo na stavbišču.

Ti ukrepi so naslednji:

a) izberi vodocementni faktor po rezultatih poizkusov, iz izkušnje ali pa po že določenih odnosih, tako da dosežeš zahtevano trajnost in trdnost (na pritisk ali na upogib);

b) določi meje poseda, ki bodo omogočile pravilno rokovanje in strditev betona v danih delovnih pogojih;

c) določi največji dopustni premer zrn agregata, ki je še primeren za določeno delo;

č) oceni po rezultatih poizkusov, po izkušnji ali pa po že določenih odnosih minimalni odstotek peska, ki bo zajamčil pravilno stopnjo obdelavnosti;

d) oceni količino vode na kubični meter betona, ki jo potrebuješ za izpolnitev ukrepov b, c in č;

e) preračunaj razmerja med sestavinami poizkusne mešanice, tako da bodo v skladu z določili, ki izvirajo iz ukrepa a—d. Take prilagoditve v poizkusni mešanici izvrši po potrebi na licu mesta.

Zanimivo bi bilo primerjati rezultate ukrepov s tipiziranimi sorazmerji. Ukrep zahteva izbiro vodocementnega faktorja. Tabela št. 1 pa podaja tipizirana sorazmerja, ki jih je mogoče uporabiti kot doslej veljavno osnovo za cenitev.

Nekatera taka sorazmerja lahko dobimo iz preiskav materialov, ki jih uporabljamo na stavbiščih, čeprav bodo verjetno trdnosti nekoliko večje, kot smo predpostavljali doslej. Iz tabele št. 1 ali iz česa podobnega lahko izberemo vodocementni faktor, ki je potreben za doseganje zahtevane trdnosti. Če je kontrola na gradbišču v splošnem dobra, se sme stolpec »verjetno« uporabljati s precejšnjim zaupanjem. Pri manj točni kontroli bo varneje uporabljati količino, navedeno v stolpcu pod »zanesljivo«. Najpravilneje postopamo seveda, če določamo sorazmerje na temelju dejanskih preiskav uporabljenih materialov.

Z ukrepom b in c so določene meje poseda in maksimalni premer partiklov agregata. Določanje naj se opravi na podlagi izkušnje in presoje. Naslednji ukrep, predviden v »ACI Recommended Practice«, določa minimalni odstotek peska. Pustimo za sedaj to točko ob strani in predpostavimo, da je bilo to storjeno. Oglejmo si tabelo št. 2, ki nam podaja približno količino vode, ki je potrebna za razne predvidene posede. Čeprav so te količine le približne, so vendarle dovolj točne za cenitev.

Tabela št. 2 ilustrira zelo važno pravilo, ki je vedno uporabljivo in zaradi tega zelo koristno,

Tabela št. 1

Razmerje med tipiziranim vodocementnim faktorjem in trdnostjo		
Tlačna trdnost betona po 28. dneh kg na cm ²	(Litrov vode na vrečo cementa) Vodocementni faktor	
	zanesljivo	verjetno
140	0,66 (30)	0,70 (32lt)
175	0,62 (28)	0,66 (30)
210	0,55 (25)	0,59 (27)
246	0,49 (22)	0,55 (25)
280	0,44 (20)	0,51 (23)
315	0,40 (18)	0,46 (21)
350	0,33 (15)	0,42 (19)

(Amerikanske vreče cementa tehtajo ca 45 kg)

čeprav ni splošno veljavno. Pravilo pravi, da je potrebna količina vode pri danem agregatu in pri dani gostoti vedno ista, ne glede na količino cementa. Prednost, ki jo dosežemo, če upoštevamo najmanjši možni posed in v mejah dopustnosti najbolj grobo granuliran agregat, je očitvena in se odraža neposredno na potrebni količini cementa. To sorazmerje zelo poenostavlja izbor razmerij betonskih sestavin, ker z ugotovitvijo potrebne količine vode za določen posed avtomatično dobimo količino vode za vse mešanice z enakim posedom.

Videli bomo, da bomo iz količine vode, ki je potrebna za eno vrečo cementa in na 1 m³ betona, lahko izračunali količino cementa na 1 m³ betona. Predpostavljajmo n. pr., da določa tabela št. 1 23 litrov vode na vrečo cementa za predvideno trdnost in da kaže tabela št. 2 179 litrov vode na 1 m³; iz tega sledi popolnoma jasno, da mora znašati doza cementa 8 vreč na 1 m³.

Tabela št. 3 predstavlja bazo za predračun sorazmerne količine finega in grobega agregata. Na koncu bi morali dobiti najmanjšo količino agregata za mešanico, ki izkazuje še primerno obdelavnost.

UVAJANJE ZRAKA

Doslej smo govorili o betonu, v katerem teoretično in večinoma tudi praktično ni zraka, ker je celotni volumen izpolnjen s štirimi sestavinami, namreč s cementom, vodo ter z grobim in finim mineralnim agregatom. Sedaj pa pridemo do pete sestavine, namreč do umetno uvedenega zraka s postopkom, ki je šele v najnovejši dobi prišel v široko rabo.

Tabela št. 2

Približna količina vode, ki je potrebna za razne predvidene posede						
Maksimalni premer agregata	Litrov vode na 1 m ³ betona (Približno enako za vse običajno rabljene doze cementa)					
	Posed 2,54—5,08 cm		Posed 7,62—10,16 cm		Posed 15,24—17,78 cm	
	Okrogli	Lomljeni	Okrogli	Lomljeni	Okrogli	Lomljeni
a g r e g a t						
1,89 cm	174	194	189	208	208	228
2,54 "	164	184	179	198	198	218
3,81 "	158	174	174	188	194	208
5,08 "	148	164	164	178	178	194
7,62 "	139	154	154	168	164	184

Tabela št. 3

Približen odstotek finega agregata				
Maksimalen prerez partiklov grobege agregata	Procent peska nasproti teži celotnega agregata			
	Puste mešanice		Mastne mešanice	
	Okrogli	Lomljeni	Okrogli	Lomljeni
	agregat		agregat	
1,89 cm	50	55	40	45
2,54 „	47	52	37	42
3,81 „	43	48	33	38
5,08 „	40	45	30	35
7,62 „	36	41	26	31

Kaj je uveden zrak in zakaj ga hočemo imeti v betonu? Zelo majhni, komaj opazni mehurčki zraka, ki jih namenoma uvedemo v beton, imajo zelo daljnosežne učinke. — Na krakko povedano: z nekimi snovmi, ki jih dodamo betonu v zelo majhnih količinah, uvedemo v beton poleg onega, ki je v njem že v normalnih okolnostih, še dodaten zrak. Zdi se, da je ta dodaten zrak enakomerno razdeljen po betonu v obliki številnih zelo majhnih mehurčkov, ki med seboj nimajo nobene zveze. Zaradi tega zraka postane beton odpornejši proti zmrzovanju in tajanju, proti učinkom soli, ki jo uporabljajo za odstranitev ledu, proti sulfatnim vodom in drugim redkim raztopinam in proti atmosferilijam na splošno. Poleg tega pa ta dodatni zrak poveča obdelavnost betona, zmanjša razlez in izločanje cementnega lepila, sploh se s takim betonom laže rokuje.

Vzporedno s temi ugodnimi učinki na trajnost in obdelavnost betona, pa ima uveden zrak tendenco, da zmanjša trdnost, modul elastičnosti in tradicionalno določene mere kakovosti. Te neugodne učinke lahko v veliki meri izenačimo, če zmanjšamo predpisano količino vode, kar lahko zaradi dovajanja zraka brez nadaljnega storimo; predpisano trdnost betona pa v določenih mejah lahko dosežemo s pravilno mešanico.

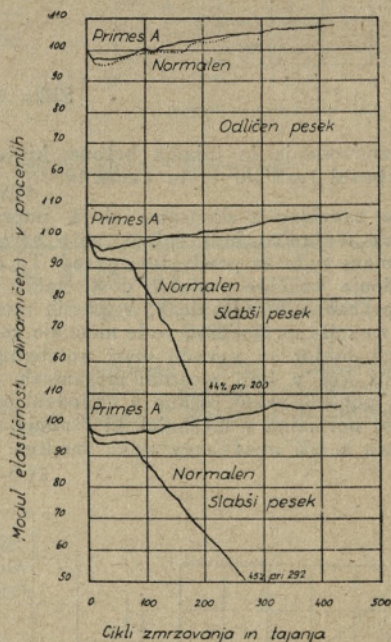
Razpoložljivi podatki kažejo, da je treba uvesti vsaj 30% zraka, če hočemo povečati trajnost, olajšati rokovanje itd., da pa dodatek ne sme presežati 6%, če se hočemo izogniti takemu padcu trdnosti, ki bi bil večji od onega, ki bi ga mogli izenačiti s prilagoditvijo razmerja med sestavnimi mešanice. Manjše količine zraka ne zaščitijo dovolj, večje pa sorazmerno zmanjšajo trdnost. Poudariti je treba, da veljajo te omejitve za že vdelen beton, ni pa nujno, da so veljavne za beton, ki pride iz mešalca.

Tako laboratorijske preiskave, kakor tudi preiskave na stavbišču izkazujejo zaradi uvajanja zraka zelo povečano trajnost betona. V ilustracijo podajamo dva diagrama, ki temeljita na laboratorijskih podatkih. Diagram na sl. št. 1 kaže beton, izdelan s peskom različnih kakovosti. Gornja krivulja pomeni, da je ostal beton, ki je bil izdelan z odličnim peskom, dejansko neprizadet od zmrzovanja in tajanja, pa najsj mu je bil dodan zrak ali ne. V spodnjih dveh krivuljah pa je pokazano, kako normalen beton, izdelan s slabšim peskom, ni dal zadovoljivih rezultatov, medtem ko je enak beton z uvedenim zrakom prav tako dobro prebil preizkušnjo kakor beton, izdelan s peskom zelo dobre kvalitete.

Diagram na sl. št. 2 kaže iste pojave za betone, ki so izdelani iz raznih vrst cementa. Pri

normalnem betonu samo cement št. 5 ni pokazal poškodb zaradi zmrzovanja in tajanja, medtem ko so se v betonu z uvedenim zrakom vsi cementi odlično obnesli in jih dejansko ni bilo ločiti drugega od drugega.

Toda čeprav uvajanje zraka večinoma izboljša trajnost, ni zdravilo za vse. V zvezi z nekaterimi materiali in v določenih okolnostih sploh ne po-



Slika 1.

Poizkusi zmrzovanja in tajanja betona, ki so jih izvedli z različnimi peski

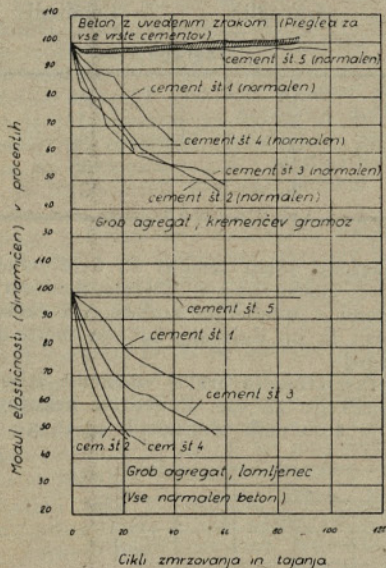
kaže omembe vrednega izboljšanja. Uvajanje zraka ni nadomestilo za dober material in dobro delo.

Opozorili smo že, da uvajanje zraka lahko zmanjša trdnost. To ponazoruje sl. št. 3, ki kaže sorazmerje med uvedenim zrakom in trdnostjo na pritisk za betone iz različnih doz cementa.

Pri teh poizkusih je opaziti, da trdnost pomena, čim več cementa dodajamo. Tako je pri mešanici iz 4½ vreč cementa in ustrežajoče količine zraka trdnost še normalna, medtem ko znaša že pri mešanici iz 6½ vreč upad trdnosti 4% za vsak procent uvedenega zraka. (Glej tabelo št. 4.)

Oglejmo si vzroke za te učinke na trdnost. Diagram št. 4 kaže, da se pri danem vodocementnem faktorju zmanjša trdnost za pribl. 5%

na vsak odstotek zraka. To se pravi, da se bo trdnost betona zmanjšala za 5% na vsak procent dodanega zraka, če mešanice ne bomo prilagodili glede na večjo izdatnost in manjšo količino potrebne vode. Ta medsebojna odvisnost nudi zdravo teoretično podlago za določanje betonske mešanice, ni pa verjetno, da bi jo mogli ugotoviti iz prakse.

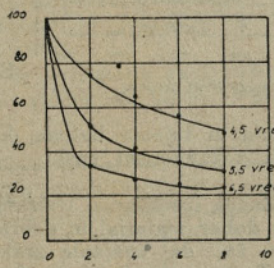


Slika 2.

Poizkusi zmrzovanja in tavanja betona, ki je vseboval različne vrste cementa

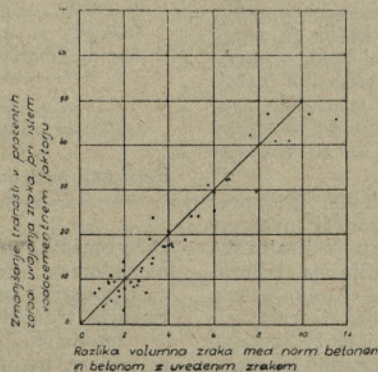
Kakor je razvidno z diagrama sl. 5, napravi uvedeni zrak mešanico bolj voljno, zato smemo uporabljati manj vode za predvideni posed. To dovoljeno znižanje količine vode je dosti večje pri pustih kot pri mastnih mešanicah. V pustih mešanicah večje zmanjšanje količine vode močneje zniža vodocementni faktor in v večji meri kompenzira upad trdnosti kot v bolj mastnih mešanicah. To dejstvo nam pojasni, zakaj ostane v navedeni preiskavi trdnost normalna v mešanici, ki vsebuje 4½ vreče cementa in 5% uvedenega zraka, medtem ko

Zmanjšanje količine vode na enoto volumna betona je izraženo v % volumna zraka na enoto vol. betona.

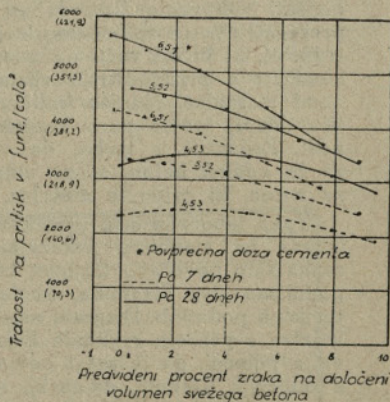


Predvideni procent zraka na določeni volumen svežega betona

Slika 3. Razmerje med vsebino zraka in trdnostjo



Slika 4. Zmanjšanje tlačne trdnosti z uvajanjem zraka pri konstantnem vodocementnem faktorju



Slika 5. Učinek uvedenega zraka na dodatek vode

Tabela št. 4

Vreč cementa na jard ³	Procent upada trdnosti, ki ustreza 5% uvedenega zraka	
	7 dan	28 dan
4,5	+ 9	+ 4
5,5	-12	-16
6,5	-17	-20

upade za 15% v mešanici iz 6½ vreč cementa. Vsi ti pojavi so v skladu in razložljivi s slik št. 4 in 5.

Gornja razmotrivanja nam kažejo, da moramo pri določanju količin betonskih primesi, zlasti pri mastnejših mešanicah nujno upoštevati uvedeni zrak.

Zlasti je treba izkoristiti zahtevo po manjši količini vode, celotna mešanica pa naj se regulira tako, da ostane ustrezajoči del cementa enak kot v normalnem betonu. To najlaže dosežemo tako, da zmanjšamo količino vode za toliko, da ostane posed isti, količino peska pa za toliko, kolikor znaša čista razlika v volumnu zraka in vode.

Učinke na trajnost in trdnost lahko vsaj v precejšnji meri izrazimo kvantitativno. Pokazali smo primere, ki kažejo specifične učinke. Zal pa podobnih meritev ne moremo izvesti, kar se tiče obdelavnosti, vdelnosti, razleza, izločenja cementnega lepila itd. Vemo, da se kvaliteta betona zaradi premišljenega uvajanja zraka izredno izboljša, toda glede ugotovitev tega dejstva se moremo zanašati predvsem le na opazovanje in na osebno presojo.

Zavoljo teh učinkov se odločimo za beton z uvedenim zrakom takrat, kadar ni izpostavljen zelo škodljivim vplivom. Mislimo, da so prednosti, izvirajoče iz izboljšane obdelavnosti in delavnosti, tolikšne, da bi morali uporabljati beton z uvedenim zrakom povsod, kjer je vdelava težavna. V takih primerih, kjer je izpostavljenost škodljivim vplivom brez pomena, je verjetno najbolje uvajati zrak v čim manjši količini in ki bi še izboljšala obdelavnost. Če bomo tako ravnali, bomo do skrajnosti omejili probleme krčenja.

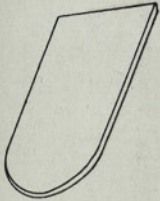
STREŠNIK - BOBROVEC

TEHNIČNI PODATKI:

dolžina s toleranco	mm	380 ± 7
širina s toleranco	mm	180 ± 3
debelina s toleranco	mm	14 + 1 - 3
nos s toleranco	mm	40 × 20 × 14
teža	kg/kom	1.70 - 1.90
obtežba pri porušitvi	kg/cm ²	75
najmanjša posamezna	kg/cm ²	60
planskih enot		1 strešna
maksim. vpijanje vode	%	14
na m ² strehe	kom	30 - 32
teža m ² strehe	kg/m ²	51 - 58
tovorna teža	kom/t	525 - 580
dopusten naklon strehe		33° (65%)

PROIZVOD IZDELUJEJO
OBRATI:

Kvaliteta I.	Kvaliteta II.
Ljubecna,	Bobovk,
Ptuj,	Celje,
Boreci,	Žalec,
Puconci.	Rače.



Uporaba: Uporablja se za kritje streh močnejših konstrukcij. Streha, krita z bobrovcem, je dobro zaprta. Krije se lahko enojno ali dvojno.

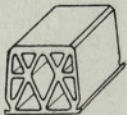
STROPNJAK - MONTA 18

TEHNIČNI PODATKI:

dolžina s toleranco	mm	250 ± 5
širina s toleranco	mm	200 ± 4
višina s toleranco	mm	180 ± 3
teža	kg	8.5
prostorn. teža	kg/dm ³	0.94
trdnost na pritisk	kg/cm ²	200
najmanjša posamezna	kg/cm ²	160
planskih enot		6 zidne
na m ² stropa	kom	20
teža stropa na m ²	kg	170
tovorna teža	kom/t	118

PROIZVOD IZDELUJE
OBRATI:

Bukovžlak.



Uporaba: Za stropne vseh vrst s tlačno ali brez tlačne plošče. Stropnjaki se lahko tudi montirajo v montažni nosilec.

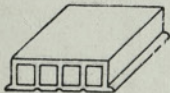
STROPNJAK - MONTA 8

TEHNIČNI PODATKI:

dolžina s toleranco	mm	190 ± 3
" " "	mm	400 ± 7
" " "	mm	480 ± 10
širina s toleranco	mm	250 ± 5
višina s toleranco	mm	80 ± 2
teža enote	kg	1.26 - 1.40
prostorninske enote	dm ³	1.94
prostorn. teža enote	kg/dm ³	0.65 - 0.72
trdnost na pritisk	kg/cm ²	200
najmanjša posamezna	kg/cm ²	160
planskih enot		2 zidni
		4 zidne
		5 zidnih
na m ² — enot	enot	41
— teža	kg	52 - 58
tovorna teža	enot/t	720 - 800

PROIZVOD IZDELUJEJO
OBRATI:

Ljubljana (Vič), Ljubecna,
Rače, Boreci, Crešnjevci,
Renče I, Renče II, Bukovica.



Uporaba: Za strehe in stropne predvsem industrijskih stavb, razpetine do 3 m, s tlačno ali brez tlačne plošče.

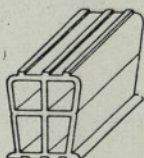
STROPNJAK - LG D

TEHNIČNI PODATKI:

dolžina s toleranco	mm	330 ± 7
širina s toleranco	mm	200 ± 5
višina s toleranco	mm	220 ± 4
teža	kg	8
na m ² teža	kg	120
na m ² stropa	kom	15
planskih enot		7 zidne
tovorna teža	kom/t	120


PROIZVOD IZDELUJEJO
OBRATI:

Ljubljana (Brdo), Celje,
Ljubecna.



Uporaba: Uporablamo za nemontažne stropne s tlačno ploščo ali brez nje, za razpetine od 3-6 m.

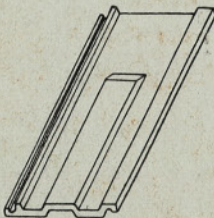
TLAKOVEC[®]HLEVSKI

	TEHNIČNI PODATKI: dolžina s toleranco	mm	400 ± 8
	širina s toleranco	mm	200 ± 4
	višina s toleranco	mm	40 + 1 - 2
	teža	kg	5
	za 1 m ² poda	kom	12,5
	planskih enot		2 zidni
tovorna teža	kom/t	200	

PROIZVOD IZDELUJEJO
OBRATI:
Celje, Košaki, Boreci.

Uporaba: Za higienični tlak gospodarskih poslopij.

STREŠNIK ZAREZNIK MODEL „STADLER“⁶⁶

	TEHNIČNI PODATKI: dolžina s toleranco	mm	400 ± 8
	širina s toleranco	mm	220 ± 4
	debelina s toleranco	mm	14 + 1 - 4
	nos — dolžina	mm	40 + 2
	širina	mm	20
	višina	mm	14
	teža	kg	2,5
	obtežba pri poružitvi	kg/cm ²	120
	najmanjša posamezna	kg/cm ²	100
	maksim. vpijanje vode	%	14
	planskih enot		1 strešna
	na m ² strehe	kom	15
teža na m ² strehe	kg	37,5	
dopusten naklon strehe		33° (65%)	
tovorna teža	kom/t	400	

PROIZVOD IZDELUJEJO
OBRATI:

Kvaliteta I.

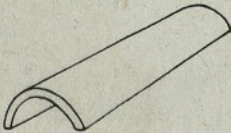
Ljubljana (Vič),
Ljubljana (Brdo),
Ljubljana (»Opeka«).

Kvaliteta II.

Bobovk.

Uporaba: Uporablja se za kritje streh. Je lahek, gladek in dobro odvaža padavine. Krije se eno/eno in s polovicami.

KOREC - SLEMENJAK, VLEČENI

	TEHNIČNI PODATKI: dolžina s toleranco	mm	400 ± 10
	širina s toleranco	mm	200 ± 4
	višina s toleranco	mm	90 ± 2
	teža	kg	2,5—3,20
	obtežba pri poružitvi	kg/cm ²	150
	najmanjša posamezna	kg/cm ²	120
	planskih enot		1 strešna
	na m ² strehe	kom	28
	teža na m ² strehe	kg	70—90
	na m slemenaj	kom	3
	dopusten naklon strehe		22° (41%)
tovorna teža	kom/t	310—400	

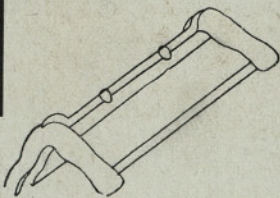
PROIZVOD IZDELUJEJO
OBRATI:

Sk: Sv:

Renče I, Celje,
Renče II, Ljubecna,
Bukovica, Boreci,
Bilje.

Uporaba: Uporablja se za kritje streh v krajih z burjo. Streha je zelo težka. Uporabljiv je tudi kot slemenjak za prekritje slemenaj strehe.

SLEMENJAK STISKAN

	TEHNIČNI PODATKI: dolžina s toleranco	mm	430 ± 8	
	širina s toleranco	mm	200 ± 4	
	višina s toleranco	mm	90 ± 2	
	debelina stene	mm	10 ± 2	
	teža	kg	3,0—3,5	
	obtežba pri poružitvi	kg/cm ²	150	
	najmanjša posamezna	kg/cm ²	120	
	planskih enot		3 strešne	
	na m slemenaj	kom	3	
	tovorna teža	kom/t	280—330	

PROIZVOD IZDELUJEJO
OBRATI:

Ljubljana (Vič, Brdo, »Opeka«), Brežice, Celje, Žalec, Ljubecna, Košaki, Pragersko, Ptuj, Lukavci, Boreci, Puncenci, Črešnjevci.

Uporaba: Uporablamo za pokrivanje strešnih slemen in grebenov.