

13-14



GRADBENI VESTNIK

1952

V S E B I N A

Ing. Anton Umek: KAKO PROJEKTIRAMO BETON GLEDE NA KAKOVOST IN NA MINIMALNE STROŠKE — Ing. Svetko Lapajne: O VARNOSTI GRADBENIH KONSTRUKCIJ — Ing. Vinko Čerin: GRADNJA CESTNEGA PREDORA — Ing. Božidar Röthl: OPERATIVNE PREISKAVE V GRADBENIŠTVU — Ing. Ernest Udovč: TEČAJ ZA ASFALTERSKA DELA PRI GRADBENEM INSTITUTU LRS — Ing. Dušan Raič: O KAKOVOSTI ŽEBLJANIH NOSILCEV — Ing. Sergej Bubnov: ALI JE ŽEBLJANI NOSILEC TRAJNA KONSTRUKCIJA? — Dr. Branko Žnideršič: OBLIKOVANJE CEST — Ing. Jože Ferenčak: POVRŠINSKE PREVLEKE — Ing. Miroslav Gregorič: NOVA CENTRALNA SEPARACIJA V LJUBLJANI — Ing. Ernest Udovč: UPORABA NOVIH HLADNIH IZOLACIJSKIH PREMAZOV V GRADBENIŠTVU — Ing. Martin Obran: O TEHNOLOGIJI BETONA ZA VISOKE LOČNE PREGRADE — Ing. V. Funtek in arh. Josip Černivec: PROJEKTI ZA POSTAJNO ZGRADBO NA JESENICAH

11.2. 72

IVAN MAČEK-MATIJA

GRADBENO INDUSTRIJSKO
PODJETJE SLOVENIJE

GRADIS

IMM

LJUBLJANA BOHORIČEVA ULICA 24



GRADI
 objekte kapitalne iz-
 gradnje in družbene-
 ga standarda na Je-
 senicah, v Mostah,
 Medvodah, Ljubljani,
 Šoštanj, Velenju,
 Guštanju, Vuzenici,
 Strnišču in Zenici



Splošna gradbena podjetje

"PRIMORJE"

AJDOVŠČINA,

IZVRŠUJE VSA GRADBENA DELA
TER IMA LASTNE MEHANIČNE IN
MIZARSKE DELAVNICE, PARNO
ŽAGO TER LASTNI AVTOPARK

KOVINSKO PODJETJE CELJE

Celje, Vodnikova ulica 6

s svojimi obrati:

**strojno ključavničarstvo, strojna finomehanika,
inštalacije, kleparstvo in ključavničarstvo**

izvršujemo

vsa stavbna kleparska dela, strelovodne naprave, ročna in
strojna ključavničarska dela, inštalacijo mrzle in tople vo-
de, toplovodne, nizkotlačne in toplozračne centralne kurja-
ve, visokotlačne parne inštalacije, sušilne naprave in podobno.

izdelujemo:

povečalne aparate, kopirne aparate in ostale fotopotrebščine,
mizarske brusilne stroje, pralne stroje, kaloriferja vseh vrst
in velikosti do zmogljivosti 160.000 kal. na uro, hotelske
štedilnike, furnirske preše i. t. d.

telefon številka 56

Ing. Anton Umek

Kako projektiramo beton glede na kakovost in na minimalne stroške

DK 666.972 1 : 338.58+658.526

Vprašanje, ki ga želimo obravnavati, je naslednje: Kako naj praktično na gradnji sestavimo beton, da zanesljivo dosežemo zahtevano kvaliteto, ob minimalnih stroških.

Vsako ve, da je kakovost betona odvisna od vseh njegovih sestavin, torej od kvalitete in količin mineralnega agregata, cementa in vode. Vprašanje pa je, kako izbirati sestavine kakovostno in količinsko, da dobimo zaželeno kakovost betona, zanesljivo in z najnižjimi stroški.

Ako govorimo o stroških, bi morali seveda upoštevati vse stroške, to je stroške plač, stroške vgrajenega materiala ter stroške amortizacije in vzdrževanja naprav, ki so potrebne za proizvodni proces betona. Praktično pa lahko reduciramo v obravnavanem primeru vprašanje stroškov samo na stroške za vgrajeni material in to iz tehle razlogov:

V večini primerov, ko imamo izvršiti beton za določen namen, je dan iz praktičnih razlogov tudi način njegove vgraditve in s tem tudi stopnja plastičnosti oziroma konsistenca betona. Stroški plač ter stroški amortizacije naprav in instalacij, ki so potrebne za napravo in vgraditev betona pa so v mnogo večji meri odvisni od organizacije gradbenega mesta, od načina in distance transporta ter od sestave betonske mešanice. Če želimo najceneje izdelovati in vgraditi beton določene kvalitete, moramo torej skrbeti za to, da organiziramo in mehāniziramo proces njegove proizvodnje tako, da so celokupni stroški dela in stroški amortizacije naprav čim manjši, poleg tega pa moramo sestaviti betonsko mešanico tako, da so istočasno najmanjši tudi materialni stroški. Iz tega sledi, da se deli kompleksno vprašanje najcenej-

še proizvodnje betona na dve komponenti, ki sta:

1. organizacija dela in
2. sestava betonske mešanice.

Seveda se obe vprašanji prepletata. Za kakovost in stroške betona je n. pr. odločilnega pomena kakovost mineralnega agregata. Kakovost agregata je le do neke mere dana po nahajališču agregata. V ostalem pa lahko njegovo kakovost v zelo širokih mejah izboljšujemo s tem, da ga primerno obdelamo. Stroški te obdelave pa so v veliki meri odvisni od naprav, ki so nam na razpolago. Zato obeh zgoraj navedenih komponent, ki odločata o kakovosti in stroških betona, ne moremo ločiti. Kljub temu pa bomo lahko, kakor bo pokazal ta članek, pri sestavi betona v zadostni meri upoštevali medsebojni odnos med ceno in kakovostjo agregata. Zato smo upravičeni sestaviti betonsko mešanico v danem konkretnem primeru in pri določenih kakovosti **po minimalnih stroških materiala**, pri čemer smo lahko prepričani, da smo s tem dosegli res optimalno rešitev v pogledu stroškov dela in materiala, če smo vzporedno s tem skrbeli za to, da je bil proces proizvodnje na gradnji tudi optimalno organiziran.

Jasno pa je, da bi bilo jalovo posvečati veliko pažnjo in skrb materialno tehnični pripravi in sestavi betonske mešanice, če bi tako pridobljeni prihranek na materialu zopet zapravili z večjim stroškom za delo, bodisi zaradi slabe, nesmotrne in neustrezajoče organizacije in mehanizacije proizvodnega procesa, ali pa tudi zaradi nesmiselne materialno tehnične zahteve. Tako bi n. pr. lahko izračunali po postopku, ki ga želi raztolmačiti ta članek, sestavo betonske mešanice, ki bi sicer izdala najnižjo vsoto ma-

terialnih stroškov, ki bi pa, recimo zaradi nenormalno majhne vlažnosti mešanice, zahtevala izredno mnogo dela pri vgraditvi ali pa celo posebne opaže itd.

Na drugi strani pa bi lahko organizirali delo še tako ekonomično, pa bi vseeno dosegli le polovičen uspeh ali celo neuspeh, če se ne bi zanimali tudi za pravilno sestavo mešanice, ki bi nam nudila tako zahtevano kvaliteto kakor tudi najnižje stroške za vgrajeni material.

Na vseh večjih in važnejših objektih v LRS lahko z zadovoljstvom ugotovimo, da posveča vodilno tehnično osebje čim dalje več pažnje smotrni in ekonomični organizaciji dela in da čim dalje spretnije uporablja razpoložljivo mehanizacijo. Nikakor pa ne moremo ugotoviti večjega napredka pri varčevanju materiala, zlasti pa ne moremo govoriti o tistem smotrnem varčevanju z materialom, ki hkrati zagotavlja predpisano kakovost pri najnižjih stroških. Tako varčevanje materiala je seveda mogoče v večji ali manjši meri pri vseh gradbenih procesih, najučinkovitejše in po iznosu prihrankov največje pa je pri betonu. Članek želi zato dati nekaj vzpodbude naši gradbeni operativi, da bi v bodoče poleg skrbi za čim dalje boljšo organizacijo dela posvečala adekvatno pažnjo pravilni in smotrni izbiri ter varčevanju materiala. Poleg tega pa je namen članka tudi opozoriti našo industrijo cementa, v kako velikih meri lahko škoduje našemu narodnemu gospodarstvu bodisi nezadostna in nezajamčena kakovost cementa ali pa tudi previsoke cene kvalitetnih cementov, ki proizvodno-tehnično niso utemeljene. Pisce članka meni, da je dosegel svoj namen, če je dal nekaj pobude gradbeni

operativi in industriji gradbenega materiala.

Na kratko bi se dotaknil še vprašanja, zakaj literatura pri nas pa tudi v inozemstvu tako malo piše o ekonomiji pravilne sestave bet. mešanice za določeno kakovost betona. Vprašanje kakovosti betona je strokovnoznanstveno vprašanje, ki ga obravnavajo znanstveni inštituti in laboratoriji, ki nimajo vedno dovolj stika z operativo. Vprašanje ekonomije pa je daljnosežno praktično vprašanje, s katerim se večinoma ukvarja operativa, ki ima le redko možnost poglobljati se v bistvo materialno-tehn. osnov kvalitetnega betona, ki zahteva precejšnjo mero strokovnoznanstvenega dela. Zaradi tega se najde povsod le malo strokovnjakov, ki bi se zadosti poglobili v obe strani tega vprašanja. Kolikor je znano piscu, se pri nas doslej nismo izčrpnje bavili s tem važnim vprašanjem. V tehnično razvitih državah s kapitalističnim gospodarstvom pa se je izoblikoval poklic betonskega strokovnjaka, ki operativi na podlagi izsledkov inštitutov in znanstvenikov proti znatnim ho-

norarjem izračuna sestavo betona, ki v danih okoliščinah, pogojenih po razpoložljivi mehanizaciji, nahajališčih in kvaliteti surovin, izračuna optimalno rešitev. Jasno je, da tem strokovnjakom ni do široke publikacije njihovega znanja, tako da je celotna strokovna literatura zelo revna na obravnavah problema, ki ga skuša pojasniti ta članek.

Pisec članka je sestavil v naslednjem razloženi postopek na podlagi aktualnih materialnotehničnih dognanj, ki so nam jih posredovali inštituti in znanstvene ustanove za preiskavo materiala ter na podlagi lastnih praktičnih in teoretičnih izkušenj in zato ne more dokumentarno navajati uporabljene literature. Kjer pa se poslužuje objavljenih rezultatov, bo v tekstu samem navedel avtorja oziroma izvor.

Kakor sem navedel uvodoma, sem delil kompleksni problem najcenejšega betona določene kvalitete na organizacijsko stran, ki določa predvsem stroške dela in na materialno-tehnično stran, ki določa predvsem stroške materiala. Če pa celoten problem tako delimo, je **nujno**, da mora re-

šitev vprašanja sestave betona, ki je za zahtevano kakovost po materialnih stroških najcenejša, predpostavljati tako konsistenco sveže betonske zmesi, da jo lahko z danimi oz. predpostavljenimi sredstvi brezhibno in poceni transportiramo, vgradimo in zgostimo.

Vsak praktik dobro ve, da potrebuje za določen način vgraditve (ročno, z vibracijo, s torcretnim strojem, s kontraktorsko napravo itd.) točno določene fizikalne lastnosti sveže betonske mešanice. Fizikalne lastnosti sveže betonske zmesi pa definiramo v glavnem s konsistenco, s sposobnostjo za absorbcijo dodane vode in s stopnjo povezave delcev, ki prepreči segregacijo ali sumarno z obdelovalnostjo sveže mešanice. Metode za določanje obdelovalnosti sveže mešanice so sicer še pomanjkljive, kar citira skoraj vsa literatura, kljub temu pa lahko praktik stavlja povsem določene zahteve na fizikalne lastnosti mešanice. Pri nas jih ugotavljamo skoraj izključno z razlezom in posedom sveže zmesi, zato naveže pisec tudi nadaljnjo obravnavo na ta postopek, četudi mu je znana njegova po-

Analiza granulometričnega sestava mineralnega agregata:

Preiskava št. 3

Odprtina sifra v mm	Preostanek na sifru v gr	Presevek v gr	Presevek v %	10.00 - 0.25 to	Sredja ar. dimena od. sekca v cm	Razdalja na abscisi v cm	ΔF v cm^2
ϕ	0	5208	—	—	—	—	—
ϕ 60	0	5208	—	—	—	—	—
ϕ 30	0	5208	100	100.00	—	—	—
ϕ 15	1770	3438	66	3.40	1.70	3.01	5.12
ϕ 8	1092	2346	45	5.50	4.45	2.73	12.15
ϕ 4	780	1566	30	7.00	6.25	3.01	18.81
ϕ 2	365	1201	23	7.70	7.36	2.04	14.99
ϕ 1	360	841	16	8.40	8.06	3.01	24.23
ϕ 0.5	262	579	11	8.90	8.65	3.01	26.04
ϕ 0.223	208	371	7	9.30	9.10	4.48	40.77
ϕ 0.146	—	—	—	—	—	—	—
izpod zadnjega sifra	1153	—	—	10.00	9.65	3.48	33.58
od tega cementa	782	—	—	—	—	—	—
mineralni agregat (iz zad. sifra)	371	—	—	—	—	—	—
ves min. agregat	5208	—	—	—	—	—	—

Popis

oblike zrn in njih petrografskega sestava
 Posamezna zrna so večinoma okrogle oblike in obstajajo cca 70% iz apnenca 15% iz dolomita 12% iz eruptivnih hribin in cca 3% peščenjakov in škripla v nezatni količini lepljeni z glina. Petrografsko in po obliki je torej material zelo dober

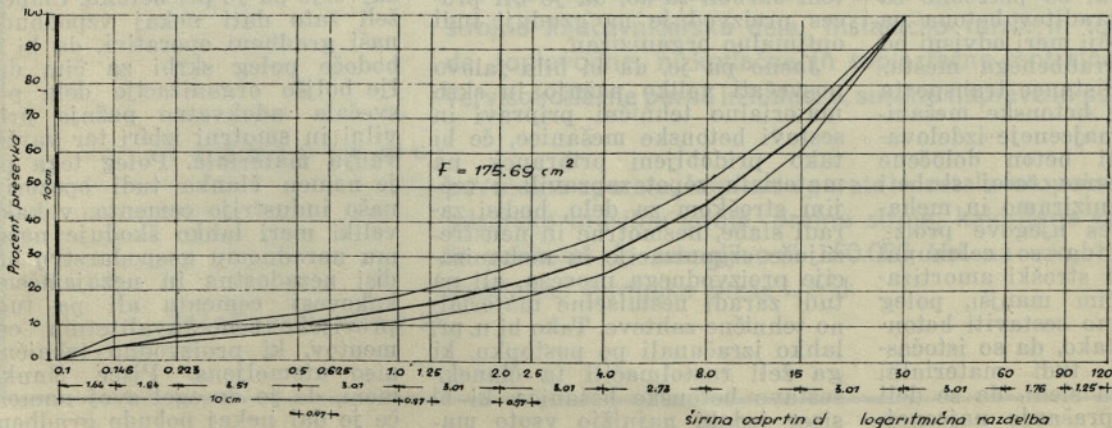
$F = 175.69 \text{ cm}^2$

Slika št. 1

Preiskava po Abrams-Harderju raztopno po 24 urah svetlorumenkasta
 Odstotek izplakljivih delcev 1.7%
 Prostorninska teža v trdo zbitem stanju 18 t/m³

Preiskal:

Grafičen prikaz granulacije



Pregledal:
Datum:

manjkljivost, kakor tudi novejša metode, ki jih uvajajo veliki laboratoriji pri nas in v inozemstvu.

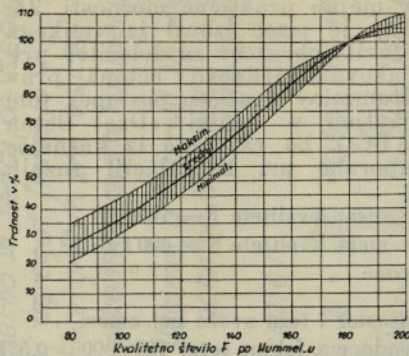
Splošno je znano, da dobimo v sicer enakih okoliščinah beton čim bolj trdnostnih lastnosti, čim manj dodamo vode na enoto količine suhe zmesi agregata in cementa ozir. točneje na enoto teže cementa. Ako sedaj predpostavljamo neko določeno konsistenco betona, moramo najprej ugotoviti koliko vode moramo dodati, da dosežemo prav zaželeno konsistenco. To pa lahko ugotovimo z neposrednim poskusom ali pa na podlagi grafično ali tabelarnih zbranih rezultatov poprejšnjih laboratorijskih preiskav.

Ker pa je odvisna konsistenca betonske zmesi ne samo od količine dodane vode, temveč v znatni meri tudi od kvalitete agregata ter količine in kakovosti cementa, moramo ta medsebojni odnos najprej ugotoviti.

Dr. ing. A. Hummel navaja na podlagi preiskav Abrams-a, da potrebujemo za isto konsistenco betonske zmesi, pri isti dozi iste teže cementa, tem manj vode, čim večje je Hummlovo kvalitetsno število agregata. To število pa izkaže s ploskvijo nad granulometrično krivuljo, če je bila nanešena v koordinatni sistem, čigar ordinata (z odstotki presevkov) je v določenem linearnem, — abscisa (s premeri odprtih sit) pa v določenem logaritmичnem merilu. Predpostavljamo, da je postopek znan, ker ga je Hummel objavil v svoji knjigi »Das Beton ABC«, ki je pri nas izšla tudi v srbohrvatskem prevodu. Za čim enostavnejši praktični izračun Hummlovega kvalitetsnega števila F uporabljamo n. pr. v Gradisovih terenskih laboratorijskih obrazec, ki ga kaže slika št. 1).

Hummlovo kvalitetsno število pa ne daje samo nekega odnosa med kakovostjo agregata in potrebno količino vode, temveč daje istočasno tudi odnos med kvaliteto agregata in pričakovano trdnostjo betona, ki je grafično prikazan na sliki št. 2.). V glavnem lahko trdimo: Hummlova ploskev F v cm² nam številčno definira kakovost uporabljenega agregata, kar za nadaljnji račun kvalitete betona neogibno potrebujemo. V številu so upoštevani vplivi granulometrične sestave, velikost maksimalnega zrna, prisotnost izplakljivih delcev in s tem seveda tudi potrebne količine vode, niso pa upoštevane naslednje lastnosti, ki jih moramo po potrebi dodatno uvaževati kakor: oblika in površina zrn, kemična čistost agregata (organske primesi) in njegova mineraloška sestava. Ker pa menimo,

da je odnos teh lastnosti do trdnosti betona dovolj znan in obravnavan v strokovni literaturi, se tu s temi vprašanji ne bomo ukvarjali.



Sl. 2 Odnos med trdnostjo betona in in kvalitetsnim številom F.

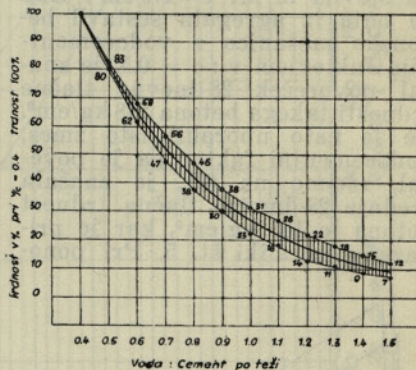
Za nadaljnjo obravnavo bomo zato predpostavili, da je kvaliteta agregata s Hummlovim številom zadostno definirana, če upoštevamo zgoraj navedene morebiti potrebne korekcije.

Ker pa je jasno, da vplivajo na kakovost betona vse njegove sestavine, ne samo po njihovi kakovosti, temveč tudi po njihovi količini bomo ugotovili še vpliv kvalitete in količine cementa. Glede kvalitete cementa navaja vsa strokovna literatura, da sta kvaliteti uporabljenega cementa in betona **premo-sorazmerni** ob sicer enakih okoliščinah (ista doza, isti agregat, ista količina vode itd.) če obe kvaliteti izrazimo z njihovo tlačno trdnostjo. Če uporabljamo n. pr. v neki betonski zmesi cement normne trdnosti 400 kg/cm² in dobimo v danih okoliščinah beton trdnosti 200 kg/cm², bo znašala pri uporabi cementa normne trdnosti 600 kg/cm² ustrezajoča trdnost betona 300 kg/cm². Preostane vprašanje, kako vpliva količina cementa. Odgovor bo morda nekoliko preseñeal praktike, ki se niso utegnili ukvarjati z raznim vplivi na trdnost betona in se glasi:

Količina cementa na enoto betona skoraj ne vpliva na trdnost betona, s pogojem, da je ostal odnos teže dodane vode proti teži dodanega cementa isti in je cementnega lepila (cement + voda) dovolj, da pri mešalnem procesu obda vse površine vseh mineralnih partiklov s sicer čim tanjšo, a neprekinjeno plastjo ter istočasno zapolni najmanjše votlinske prostore med partikli agregata. Vpliv količine cementa na trdnost betona torej ni direktn, temveč lahko učinkuje le s spremembo odnosa teže cementa in vode preko tako zvanega vodocementn. faktorja. Menimo, da ome-

jen obseg tega članka ne dovoljuje, da bi razlagali to znano dejstvo, ki ga je prvi ugotovil Abrams (Zakon o vplivu vodocementnega faktorja). Brezpogojno pa je upoštevati dejstvo, da pri zelo pustih mešanicah z v zmesi razpoložljivim cementnim lepilom ne moremo obdati vseh površin vseh mineralnih partiklov in da moramo v takem primeru pričakovati znaten padeč trdnosti v odvisnosti od zmanjšanja doze cementa. Praktično pa lahko računamo, da je cementnega lepila za dober agregat dovolj pri dozi nad 250 kg cementa na m³ gotovega betona. Večja doza povzroča torej samo zmanjšanje vodocementnega faktorja in le preko njega vpliva na trdnost betona.

Tretja sestavina betona je voda. Vemo, da kemično in drugače onečiščene vode zmanjšujejo trdnost betona, ker pa je skoraj vedno možno uporabljati vodo, ki po kakovosti ne zmanjšuje trdnosti betona, tudi tega vprašanja ne bomo načenjali, ker so ga izčrpno obravnavale publikacije EMPAe Graf, Abrams, Kleinlogel, Grün in drugi. Brezpogojno pa se moramo baviti s količino dodane vode. Vpliv količine dodane vode na trdnost betona je, kakor že navedeno, prvi raziskal in objavil Abrams. Rezultate njegovih



Sl. 3. Odnos med v/c in trdnostjo v %.

preiskav kaže slika št. 3. Krivulje po sliki 3 je dobil Abrams empirično s celo serijo preiskav. Matematična analiza krivulje pa pokaže, da sledijo krivulje dovolj natančno eksponentni enačbi, v kateri je vodocementni faktor v eksponentu. Abrams je izrazil zato odnos med trdnostjo betona in vodocementnim faktorjem z enačbo:

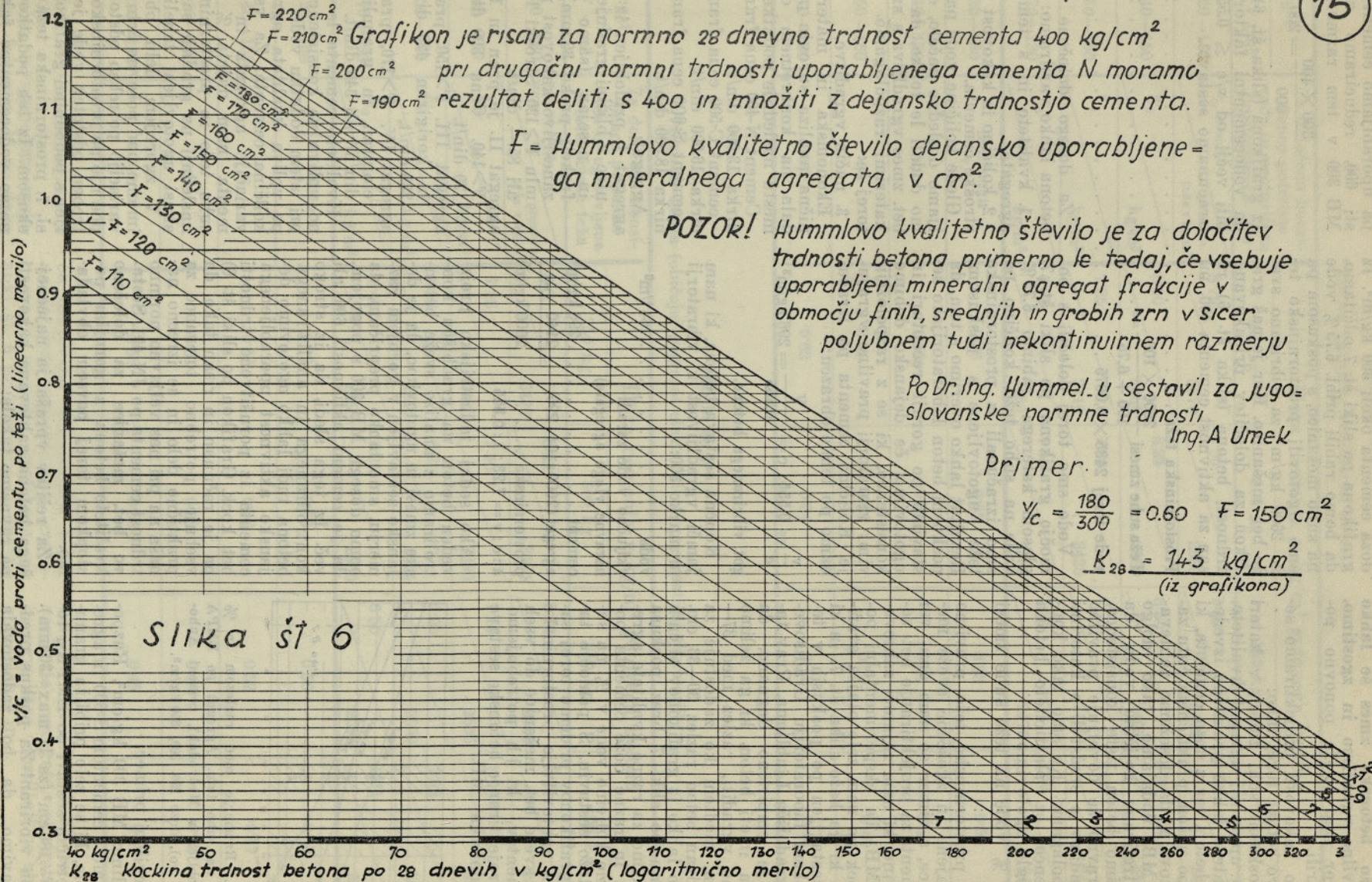
$$Y = \frac{A}{B^x}$$

pri čemer je Y trdnost

betona. A in B sta za določeno mešanico konstanti, sicer odvisni od kakovosti agregata in cementa, x pa je vodocementni faktor v/c. Ako to enačbo logaritm-

Grafikon za določitev betonske trdnosti kocke po 28 dneh

15



Grafikon je risan za normno 28 dnevno trdnost cementa 400 kg/cm^2 pri drugačni normni trdnosti uporabljenega cementa N moramo rezultat deliti s 400 in množiti z dejansko trdnostjo cementa.

F = Hummlovo kvalitetno število dejansko uporabljene-ga mineralnega agregata v cm^2 .

POZOR! Hummlovo kvalitetno število je za določitev trdnosti betona primerno le tedaj, če vsebuje uporabljeni mineralni agregat frakcije v območju finih, srednjih in grobih zrn v sicer poljubnem tudi nekontinuirnem razmerju

Po Dr. Ing. Hummel. u sestavlil za jugo-slovsanske normne trdnosti
Ing. A Umek

Primer.

$$v/c = \frac{180}{300} = 0.60 \quad F = 150 \text{ cm}^2$$

$$K_{28} = \frac{143 \text{ kg/cm}^2}{(\text{iz grafikona})}$$

Slika št 6

49

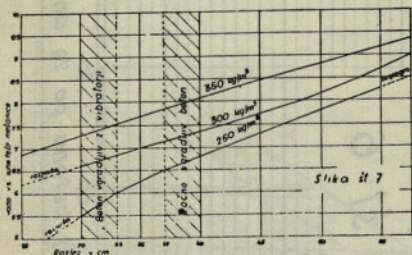
svežo betonsko zmes še lahko pravilno vgradimo in zgostimo, kakor smo to že ponovno podarili.

Po kakovosti projektiramo sestavo betona torej tako:

Poskusni suhi zmesi, v kateri smo uporabili agregat kvalitete, s katero lahko praktično izvedemo beton, ter z dozo cementa, ki bo po našem praktičnem čutu zadostovala, da dosežemo zahtevano MB, dodajamo tako dolgo kontrolirano količino vode, da dobimo beton tiste konsistencije, ki ravno še dovoljuje pravilno vgraditev s sredstvi, s katerimi razpolagamo. Ko smo tako konsistenco oz. plasticiteto betona dosegli, ugotovimo:

1. % vode na težo suhe zmesi ter

2. prostorninsko težo pravilno vgrajene in zgoščene sveže mešanice, s čimer so nam danj vsi elementi za projektiranje bet. sestavine, ki nam zajamči zahtevano MB. Ta eksperimentalni postopek pa nam zelo olajša grafikon, ki ga kaže slika št. 7, in ki je sestavljen po poskusih v terenskem laboratoriju Gradisovega gradbišča Ljubljana. Prav tako je empirično dognano, da mora imeti beton, ki ga želimo ročno vgraditi, razlez med 37—40 cm, medtem ko zadostuje za vibriran beton razlez 30—33 cm. Tako lahko iz grafikonov sličnih onemu po sliki 7 brez poskusa določimo za razne kvalitete agregata in razne doze cementa potrebno količino vode v % na suho težo sestavin. S pomočjo takih grafikonov pridemo torej samo z ugotovitvijo prostorninske teže sveže bet. mešanice do vseh elementov, ki jih potrebujemo za projektiranje betonske sestave pri določeni MB.



Sl. 7. Razmerje med razlezom in % vode na suho težo. Agregat po EMPA (pridobljen v Medvodah), cement Anhovo, doze 250, 300, 350 kg/m³.

Številčni primer:

Želimo MB 300 kg/cm². Razpolagamo s cementom S-600 in agregatom, ki se zelo približa granulometrični sestavi po EMPA-i torej F=180 cm² (za D max=30 mm). Beton vibriran! Za poskus predpostavimo, da bo zadostovala

doza cementa okoli 300 kg/m³. Iz grafikona po sliki št. 7 odčitamo, da bomo rabili pribl. 6.75 % vode na suho mešanico, s poskusom pa smo ugotovili prostorninsko težo 2600 kg/m³ za vibrirano svežo bet. mešanico. Ker je naš grafikon za določitev pričakovane trdnosti betona (slika št. 6) risan za aktivnost cementa 400, mi

Prostorninska teža 2600kg/m³
 Teža suhe zmesi $\frac{2600 \times 100}{100 + 6,75} = \dots \dots \dots 2436 \text{ ,,}$
 vode torej $2435 \times 0,0675 \dots \dots \dots 164 \text{ l/m}^3$

Vodo smo torej določili s pomočjo grafikona po sliki št. 7, glasom katerega rabimo 6.75 % vode na suho težo, količino pa smo izračunali iz prostorninske teže, ugotovljene s poskusom. Rezultat lahko overimo s tem, da poskusni beton laboratorijsko sestavimo po gornji recepturi in ugotovimo, če dejansko dobimo konsistenco, ki se z razpoložljivimi vibratorji pravilno vgrajuje. Količino cementa pa izračunamo po temle obrazcu:

$$\frac{v}{c} = 0,555; c = \frac{V}{0,555} = 296 \text{ kg/m}^3$$

got. vibriranega betona.

Končna sestava betona, ki nam jamči vgradljivost z vibratorji in marko 300:

voda 164l/m³
 vključno vode zaradi naravne vlage agregata)
 cement 296 kg/m³
 agregat (2600-164-296) 2140 ,,
 prostorninska t. 2600 kg/m³
 a : c : v = 7,23 : 1 : 0,555

Ako sedaj industrijsko proizveden beton na gradbišču kontroliramo z analizo sveže betonske zmesi in ugotovimo, da je dejansko sestavljen v gornjem razmerju, smo lahko prepričani, da bomo dosegli MB 300 s pogojem, da je cement aktivnosti 600 ali več. Iz tega sledi, da iz strogo kontroliranega in analiziranega betona tudi lahko ugotovimo dejansko aktivnost uporabljenega cementa iz porušitvene trdnosti bet. kock. Grafikon po sliki št. 6) pa je računani in risan tako, da vsebuje potrebno toleranco za praktično delo in se izrecno nanaša na pri nas veljavno normno trdnost cementa po JN 401. Sestavo bet. mešanice za določeno kvaliteto betona z gornjim postopkom torej povsem obvladamo.

Za rešitev vprašanja najcenejšega betona zahtevane kakovosti pa ravnamo takole:

pa uporabljamo cement aktivnosti 600, reduciram zahtevano MB 300 v tem razmerju, torej

$$\frac{300 \times 400}{600} = 200$$

Iz grafikona (slika št. 6) dobimo, da vodocementni faktor ne sme biti večji od $v/c \leq 0,555$, nakar izračunamo sestavo:

Za dosego določene kvalitete betona lahko variiramo:

1. kvaliteto in s tem stroške agregata.
2. količino in kakovost ter s tem stroške cementa.

Glede količine vode pa uporabljamo dosledno načelo, da je bomo dodali le toliko, da je sveža bet. zmes vgradljiva s sredstvi, s katerimi razpolagamo. Variira torej še:

3. način vgraditve.

Ekonomska in materialnotehnična analiza surovin pa naj bi dala na konkretnem delovnem mestu naslednje podatke:

Cement N-400 cena franko betonirka 13.000 din/t,
 cement C-500 cena franko betonirka 16.000 din/t,
 cement S-600 cena franko betonirka 18.000 din/t.

Agregat:
 agregat I. pridobljen iz gramoznice v bližini gradnje, nepran in nesejan (samo izločitev frakcij preko 30 mm) dosega zanesljivo kakovost po Hummlu F>120. Stroški 150 din/m³ ali 85.— din/t.
 agregat II. je pran in 1× sejan F>140. Cena 300 din/m³ ali 170 din/t,
 agregat III. F>150. pran, sejan in korigiran 420 din/m³ ali 235 din/t,
 agregat IV. F>170, pran, frakcioniran in granuliran, 600 din/m³ ali 340 din/t.

Kvaliteta cementa le nebitveno vpliva na konsistenco betona pri istem dodatku vode, odločilno pa vpliva kvaliteta agregata in količina cementa. Za vse možne variacije agregata in doze cementa nam dajeta % vode na suho težo in prostorninsko težo naslednji na gradnji sami, s poskusi ugotovljeni tabeli 1 in 2.

V zgornjem delu obeh tabel imamo nad poševno črto za vsako variacijo potreben odstotek vode, pod njo pa prostorninsko težo. Potreben odstotek vode je ugotovljen s podobnimi grafikoni kot na sl. 7, prostorninska teža pa s poskusom. Iz teh podatkov izračunamo vodocementne faktorje, ki

Tabela št. 1

Ročno vgrajen, nevibriran beton

Agregat		Za določeno konsistenco potrebna voda in ugotovljena prostorninska teža	Doza cementa v kg/m ³ gotovega betona			
označba	Fv cm ²		250 kg	300 kg	350 kg	400 kg
I.	120—130	v % na suho zmes prostorn. teža v kg/m ³	8·75 2370	9·00 2380	9·25 2400	9·50 2410
II.	140—150	% kg/m ³	8·00 2380	8·25 2390	8·50 2405	8·75 2420
III.	150—160	% kg/m ³	7·25 2410	7·50 2425	7·75 2450	8·00 2460
IV.	170—180	% kg/m ³	6·75 2450	7·00 2460	7·25 2475	7·50 2480
I.	120—130	Izračunan v/c	0·76	0·65	0·58	0·52
II.	140—150	v/c	0·70	0·61	0·54	0·49
III.	150—160	v/c	0·65	0·56	0·50	0·46
IV.	170—180	v/c	0·62	0·54	0·48	0·43

Tabela št. 2

Vibriran beton (običajni pogrezni električni ali pnevmatični vibratorji)

Agregat		Za določeno konsistenco potrebna voda in ugotovljena prostorninska teža	Doza cementa v kg/m ³ gotovega betona			
označba	Fv m ²		250 kg	300 kg	350 kg	400 kg
I.	120—130	v % na suho zmes prostorn. teža v kg/m ³	8·00 2470	8·25 2480	8·50 2500	8·75 2510
II.	140—150	% kg/m ³	7·25 2480	7·50 2490	7·75 2505	8·00 2520
III.	150—160	% kg/m ³	6·50 2510	6·75 2525	7·00 2550	7·25 2560
IV.	170—180	% kg/m ³	6·00 2550	6·25 2560	6·50 2575	6·75 2580
I.	120—130	Izračunan v/c	0·73	0·63	0·56	0·50
II.	140—150	v/c	0·67	0·58	0·52	0·47
III.	150—160	v/c	0·61	0·53	0·48	0·43
IV.	170—180	v/c	0·58	0·50	0·45	0·41

so navedeni za vse variacije pod debelo črto.

S pomočjo ustrežajočega vodocementnega faktorja, ki ga dolo-

ča zahtevana konsistenca betona in doza cementa, pa izračunamo z uporabo grafikona po sliki št. 6 pričakovane 28-dnevne

trdnosti betonskih kock za vse variacije agregata, cementa in in vgraditve. Rezultati so zbrani v tabelah 3 in 4.

Tabela št. 3
Nevibriran beton

Agregat	Kvaliteta cementa	Doza cementa na 1 m ³ gotovega betona							
		v/c	250 kg	v/c	300 kg	v/c	350 kg	v/c	400 kg
			28 βk		28 βk		28 βk		28 βk
I. 120-130	N-400	0.76	68	0.65	88	0.58	104	0.52	120
	C-500		85		110		130		150
	S-600		102		132		156		180
II. 140-150	N-400	0.70	102	0.61	126	0.54	147	0.49	165
	C-500		127		158		184		206
	S-600		153		189		220		248
III. 150-160	N-400	0.65	126	0.57	151	0.50	179	0.46	197
	C-500		158		189		224		246
	S-600		189		226		268		295
IV. 170-180	N-400	0.62	160	0.54	193	0.48	c | 223	0.43	251
	C-500		200		b | 241		278		314
	S-600		a | 240		290		335		377

Tabela št. 4
Vibriran beton

Agregat	Kvaliteta cementa	Doza cementa na 1 m ³ gotovega betona							
		v/c	250 kg	v/c	300 kg	v/c	350 kg	v/c	400 kg
			28 βk		28 βk		28 βk		28 βk
I. 120-130	N-400	0.73	83	0.63	106	0.56	125	0.50	143
	C-500		104		133		156		179
	S-600		124		159		187		214
II. 140-150	N-400	0.67	120	0.58	148	0.52	171	0.47	192
	C-500		150		185		214		240
	S-600		180		f | 222		256		288
III. 150-160	N-400	0.61	151	0.53	182	0.48	204	0.43	232
	C-500		189		g | 228		255		290
	S-600		d | 226		273		306		348
170-180 IV.	N-400	0.58	190	0.50	h | 229	0.45	260	0.41	285
	C-500		e | 238		286		325		356
	S-600		285		344		390		427

Recimo, da zahtevamo MB 220. V tem primeru lahko izločimo iz nadaljnje obravnave vse variacije, ki te kvalitete ne dosežejo. Ne upoštevamo seveda tudi variacij, ki so po stroških očitno

dražje. Tako nam jih preostaja od prvotnih 96 samo še 8, ki jih moramo podvreči ekonomski analizi. Te variacije so v tabeli 3 in 4 debelo obrobljene. Za vse osta-

le variacije je jasno na prvi pogled, da ali ne dosegajo zahtevane kvalitete, ali pa so predrage. Ekonomska analiza teh osem primerov nam da tele rezultate:

Nevibrirani beton:

agregat IV. cement S-600 250 kg na m³ got. betona. Količina agregata je računana iz prostorninske teže po tabeli 1 (oz. 2).

A IV. 2,05 t po dia	340.—	.....	din 696.—
S-600 0,25 t po dia	18000.—	.....	„ 4500.—
materialni stroški skupaj			din 5196.—/m ³

Varianta b)

agregat IV. cement C-500, 275 kg na m³ z interpolacijo s tabele št. 3.

A IV. 2,03 t ×	340.—	.....	din 690.—
C-500 0,275 t ×	16000.—	.....	„ 4400.—
materialni stroški skupaj			din 5090.—/m ³

Varianta c)

agregat IV. cement N-400, 350 kg na m³.

A IV. 1,95 t ×	340.—	.....	din 663.—
N-400 0,350 t ×	13000.—	.....	„ 4550.—
materialni stroški skupaj			din 5213.—/m ³

Vibriran beten:

Varianta d)

agregat III. 250 kg cementa S-600

A III. 2,11 t à	235.—	.....	din 496.—
S-600 0,25 t à	18000.—	.....	„ 4500.—
materialni stroški skupaj			din 4996.—/m ³

Varianta e)

agregat IV. 250 kg cementa C-500

A IV. 2,16 t à	340.—	.....	din 735.—
C-500 0,25 t à	16000.—	.....	„ 4000.—
materialni stroški skupaj			din 4735.—/m ³

Varianta f)

agregat II. 300 kg cementa S-600

A II. 2,02 t ×	170.—	.....	din 344.—
S-600 0,300 t ×	18000.—	.....	„ 5400.—
materialni stroški skupaj			din 5744.—/m ³

Varianta g)

agregat III. 300 kg cementa C-500

A III. 2,07 t ×	235.—	.....	din 487.—
C-500 0,300 t ×	16000.—	.....	„ 4800.—
materialni stroški skupaj			din 5287.—/m ³

Varianta h)

agregat IV. 300 kg cementa N-400

A IV. 2,11 t ×	340.—	.....	din 716.—
N-400 0,300 t ×	13000.—	.....	„ 3900.—
			din 4616.—/m ³

Najcenejša je torej varianta h) za vibriran beton ter varianta b) za neviriranega. Že med izbranimi variacijami so razlike v stroških zelo velike (1128 din/m³), še večje pa bi bile brez slehernega ekonomskega računa. **Primerjava pa kaže tudi izredno ekonomsko prednost uporabe vibratorjev (476 din/m³).**

Račun, koliko bi n. pr. LRS prihranila v 1 letu pri doslednjem kakovostno - ekonomskem računu betona, bi bil nujno zelo hipotetičen, jasno pa je, da bi šel prihranek samo v LRS v visoke milijonske zneske.

Za praktično uporabo postopka pa potrebujemo:

1. cemente raznih enakomernih in zajamčenih kakovosti, najmanj pa stalno in dosledno kontrolo cementa na gradbišču in v Gradbenem inštitutu,

2. terenske laboratorije na vseh večjih gradbiščih z izvežbanimi laboranti in z dobrim strokovnim vodstvom,

3. dejansko izvedbo ugotovljenih receptur po operativi.

4. smotrno organizacijo gradbišč ter pravilno uporabo razpoložljive mehanizacije.

Najbolj pa pride razloženi postopek do ekonomskega izraza pri zasnovi organizacije in mehanizacije novih gradbišč. S pravočasno ekonomsko in materialno-tehnično študijo, bi res lahko proizvajali beton zajamčene kvalitete s čim manjšimi stroški.

Kakovostno gospodarski račun pa kaže tudi, da so cene naših cementov večje aktivnosti (C-500 in S-600) proti ceni normalnega cementa pretirane in niso utemeljene niti s proizvodnim procesom cementa, niti s stvarno večvrednostjo boljših cementov pri uporabi.

Prof. ing. Lapajne Svetko:

O varnosti gradbenih konstrukcij

DK 624.046.5

Teoretske osnove pojma varnosti
Posledice letošnjega zimskega snega, kakršnega že ne pomnijo naši kraji preko 100 let, so obrnile pozornost konstrukterjev na vprašanje dejanske varnosti naših konstrukcij. Tudi konstrukterji drugih dežel čutijo pri vsem našem znanju statike neko negotovost v pogledu pojma dejanske varnosti konstrukcij. To se zreali v številnih člankih in publikacijah, ki jih objavljata »Annales des Ponts et chaussées« in »Asso-

ciation internationale des Ponts et Charpents«.

Tehnična definicija »p« kratne varnosti povprečnega izkoriščanja gradiva nasproti povprečni trdnosti gradiva sama na sebi še ne more nuditi nikakega jamstva, niti definicije varnosti same. Pravilno definicijo varnosti nam nudi le stroga matematika s teorijo verjetnosti.

Varnost konstrukcije se definira z zelo majhno verjetnostjo porušitve.

Verjetnost porušitve pa se lahko izrazi matematično popolnoma točno s številko, ki nam pove na koliko enakih primerov se pojavi en primer porušitve. Verjetnost porušitve 10⁻⁶ nam pove, da se bo na 1 milijon enakih zgradb verjetno porušila ena, kar se načelno ugotovi iz statističnih podatkov: Nizka verjetnost rušenja (10⁻⁵, 10⁻⁷, 10⁻¹⁰) nam torej določa visoko stopnjo varnosti.

Na podlagi navedene matematične definicije varnosti nam tehnika takoj odgovori, da absolutne varnosti sploh ni. Z vsakim korakom napredka tehnike prevzema človeštvo nase nove nevarnosti, oziroma nova tveganja nesreč. To velja vsesplošno, na naj gre za prevozna sredstva (voz, kolo, avtomobil, vlak, letalo), instalacijske naprave (peči, štedilnik, plin, elektrika, vodovod) ali konstrukcije (lesene, jeklene, kamnite, železobetonske). O absolutni varnosti torej ne more biti govora, pač pa le o relativni varnosti, kar naj se definira z relativno majhno verjetnostjo nesreče oziroma majhno verjetnostjo porušitve konstrukcije.

Ker so vrste naših konstrukcij najrazličnejše, nikakor ni mogoče ugotavljati varnosti s statističnimi podatki, temveč je treba študirati varnost oz. nevarnost teh konstrukcij po analizi faktorjev, ki prispevajo k verjetnosti njih rušenja. Verjetnost porušitve pa ima svoje vzroke v naslednjih različnih možnostih:

1. verjetnost neustreznosti projekta:

a) nepopolnost teorij statike in dimenzioniranja,

b) verjetnost napak v samem projektu (statični preiskavi);

2. verjetnost slabe kakovosti gradiva ali napak v gradivu;

3. verjetnost slabe izdelave konstrukcije;

4. verjetnost preobremenitve

Z verjetnostnimi problemi o napakah, ki jih navajajo tč. 1, 3 in 4. se bavi literatura le načelno, v kolikor je nam znano. Z verjetnostnimi problemi kakovosti gradiva (2) pa se bavijo nekateri inštituti zelo intenzivno, s tem da masovno preiskujejo vzorce gradiva ter ugotavljajo verjetnosti pojava defektnih vzorcev. Smoter preiskav ni le ugotovitev povprečne kakovosti gradiva, temveč ugotoviti velikost in pogostost odstopanja posameznih vzorcev od povprečja. To odstopanje od povprečja imenujemo »disperzijo« ter je prav ta disperzija za stopnjo varnosti konstrukcije najmanj tako važna kot samo povprečje trdnosti. Masovne preiskave trdnosti velikega števila vzorcev imajo podoben značaj, kot preiskave pri prevzemu raznih izdelkov, na primer: Pri prevzemu žarnic dobimo na določeno število žarnic vselej nekaj defektnih. Pri prevzemu tirnic za železnice dobimo pri velikem številu tirnic vselej nekaj tirnic z napakami. Pri preiskavah trdnosti bomo za rezultat dobili diagram, ki nam bo pri

vsaki trdnosti, nanešeni na absciso, prikazal število vzorcev. Diagram bo takšen, da bo največ vzorcev pokazalo povprečno trdnost, manj vzorcev večjo, in manj vzorcev manjšo trdnost. Bolj ko se bodo trdnosti oddaljevale od povprečja, tem manjše bo število takih primerov. Vzorcev, ki bodo zelo odstopali od povprečja, bo zelo malo. Te krivulje bodo za razne materiale različne. Jekleni vzorci bodo pokazali zelo koncentrirane trdnosti, z malimi odstopanji, z malo disperzijo, ker se jeklo proizvaja tovarniško, enakomerno. Betonski vzorci bodo pokazali bolj razpršene trdnosti, ker se beton proizvaja na gradbišču manj mehanizirano, ter je že s samim sestavom betona (gramoz, voda itd.) podana verjetnost, da bo razpršenost kakovosti večja.

Matematični zakoni verjetnosti.

Matematika obravnava pri študiju verjetnosti podobne primere: V vreči imamo na primer 1000 belih in 1000 črnih kroglic. Vsakokrat, ko bomo vlekli, bomo potegnili skupno dvajset kroglic, vlekli pa bomo tisočkrat, ter vsakokrat izvlečene kroglice preštelili in zopet vrgli nazaj. Če si končno napravimo analizo, kolikokrat smo uspeli potegniti 10 belih in 10 črnih kroglic, kolikokrat 11 belih in 9 črnih, kolikokrat 12 belih in 8 črnih itd., bomo dobili podoben diagram, kot pri preiskavi trdnosti gradiv. Matematika nam dokazuje, da se ta diagram približuje tako zvani Normalni Gaussovi krivulji.

Formula te krivulje je:

$$P = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\bar{x}} \cdot e^{-\frac{x^2}{2\bar{x}^2}}$$

Pri tem označujemo s:

P — verjetnost,

x — napako, odstopanje od povprečja ($\beta - \beta$ povp.)

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n}}$$

kjer je n število vzorcev
 \bar{x}^2 — povprečna kvadratna napaka ali »standardna deviacija« ali »disperzija«.

Često se navajajo tudi druge oznake za velikost disperzije:

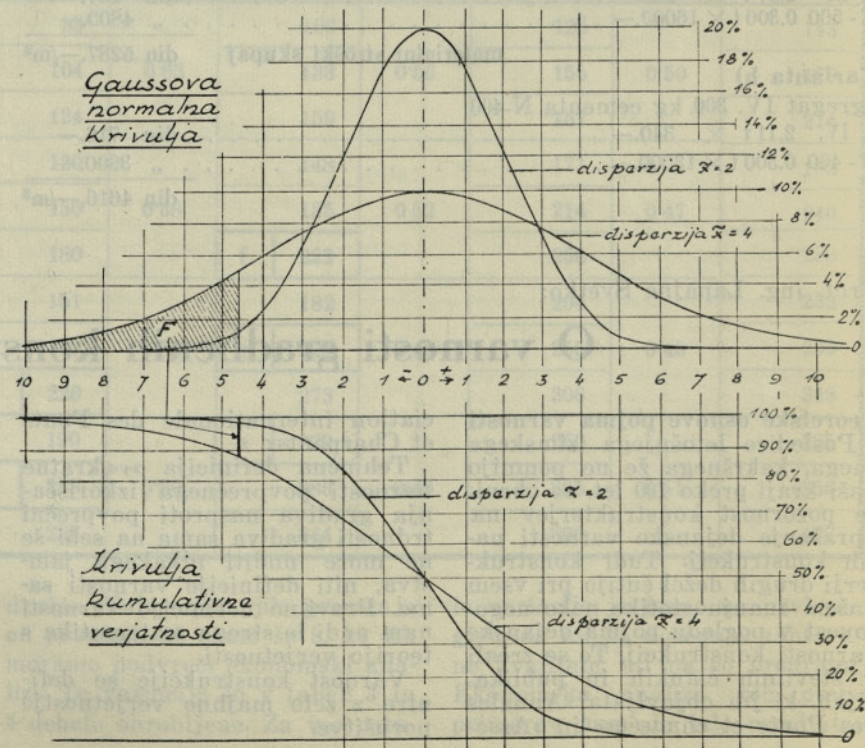
$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} \text{ povprečna napaka in}$$

x_{ver} = verjetna napaka

Če bi vzorci natančno ustrezali Gaussovi normalni krivulji, bi dobili odnose med posameznimi konstantami:

$$\bar{x} = 0.7980 \bar{x} \text{ in } x_{\text{ver}} = 0.6745 \bar{x}$$

Pri vsaki masovni preiskavi vzorcev dobimo seveda druge krivulje verjetnosti, vendar se gibljejo vse te krivulje ponavadi v bližini Gaussove normalne krivulje, ki ima isto disperzijo (standardno deviacijo) kot jo izračunamo iz danih meritev. Za konstrukterja pa ni le važna ta verjetnostna krivulja, ki mu kaže, kakšna je verjetnost, da bo imel vzorec trdnost 3000 namesto 3700, temveč mnogo važnejša verjetnost, koliko bo vseh vzorcev padlo izpod 3000 trdnosti. Ta verjetnost bo jasno določena z vsoto verjetnosti vseh vzorcev izpod



3000, kar bo na diagramu predstavljala šrafirana ploskev. Če te verjetnosti vnesemo v nov diagram, dobimo takoimenovano »kumulativno verjetnost« kot integralno funkcijo našega diagrama verjetnosti, oziroma Gausove krivulje. Matematično se da izraz za kumulativno verjetnost iz Gausove krivulje razviti le v obliki razvrstitve, ter ga moremo dobiti le po tabelah, ne pa v določenem matematičnem izrazu.

Na skici 1 sta prikazani obe krivulji: Gausova normalna krivulja in krivulja kumulativne verjetnosti za dva primera: enega z majhno disperzijo in enega z večjo disperzijo.

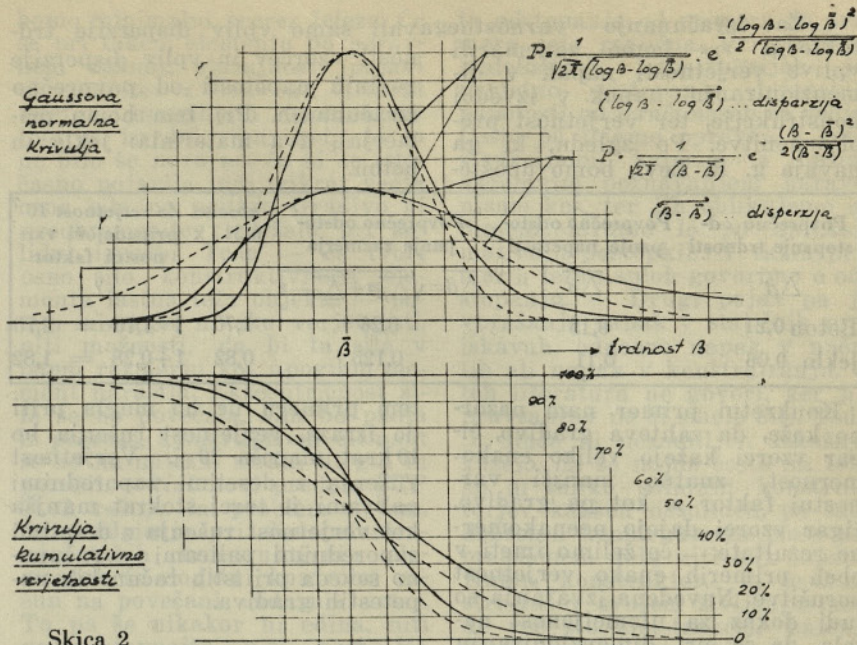
Pri aplikacijah matematičnih izrazov na rezultate trdnostnih preiskav je uvedel g. Robert Levi — avtor, ki se je največ ukvarjal s problemi verjetnosti rušenja — naslednje preosnove enačb: Po dosedanjih izvajanjih bi morali v matematični izraz za verjetnost rušenja vstaviti za vrednost x razliko izmerjene trdnosti od povprečne trdnosti, $x = \beta - \bar{\beta}$; pri povprečni trdnosti 3700, bi imeli isto verjetnost na 3000, kot na 4400. Ker bi pa s tem dobili na eni strani v skrajnih primerih negativne trdnosti, nam izraz vzbuja sum nepravilnosti. Rezultati preiskav so pokazali, da krivulja verjetnosti preiskav ni simetrična, temveč je od povprečja navzdol bolj strma od povprečja navzgor pa bolj položna. Tem pogojem pa ustreza ista Gausova normalna krivulja, če se abscise nanesejo v logarimetričnem merilu. Kot napake torej ne pridejo v poštev razlike trdnosti, temveč sorazmerja trdnosti proti geometrično povprečni trdnosti, torej pri geometrično povprečni trdnosti 3700 nastopa ista verjetnost za trdnost 3000 kot za trdnost 4560.

$x = \log \beta - \log \bar{\beta}$ pri čemer pomeni $\log \bar{\beta} = \frac{\sum \log \beta}{n}$

n . . . število vzorcev
 $e^{\log \beta}$ je v tem primeru

$\bar{\beta} = \sqrt[n]{\beta_1 \times \beta_2 \times \beta_3 \times \dots \times \beta_n}$
 $\bar{\beta}$ je geometrična sredina vseh števil.

Nadaljnji razvoj matematičnih obrazcev je zahteval rešitev problema kombinacije dveh verjetnostnih primerov. Za kakovost gradiva imamo podano zadostno število meritev ter na podlagi njih dano krivuljo verjetnosti. Analogno pa imamo tudi podatke za dano konstrukcijo, kakšne so verjetnosti, da bodo predvidoma izračunane napetosti gradiva prekoračene, ali manj izkoriščene. Razmerje med povprečno nosilnostjo elementa in povprečno napetostjo elementa nam da go-



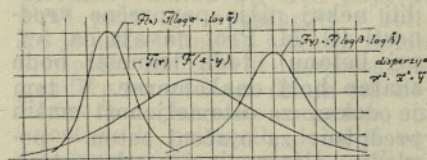
tovo neko mero varnostnega faktorja. Toda, če nam je poznana verjetnost, da bodo posamezni vzorci šibkejši od povprečja, hkrati pa dana verjetnost, da bodo posamezne napetosti višje od izračunanih, kakšna je tedaj verjetnost, da bosta nastopila istočasno tako nizek slučaj trdnosti in tako visok slučaj prekoračenja napetosti, da bi varnostni faktor tega kombiniranega slučaja postal 1 in bi prišlo do porušitve. Matematika nam da za take primere — pri pogojem da se verjetnosti ravnaajo po Gausovi normalni krivulji — zelo elegantno rešitev: Varnostni povprečni faktor znaša

$$v = \frac{\text{povprečna trdnost}}{\text{povprečna napetost}}$$

toda verjetnost manjšega ali večjega varnostnega faktorja je dana s posebno verjetnostno krivuljo katere disperzija znaša:

$$v^2 = \tilde{x}^2 + \tilde{y}^2$$

Ta nova verjetnostna krivulja za varnostni faktor nam nudi tudi že kumulativno verjetnost za vse primere, v katerih pade



varnostni faktor pod 1, za vse primere porušitev.

Teorija nam torej nudi teoretsko možnost kombiniranja različnih verjetnosti rušenja in ne samo dveh trdnosti in napetosti. Lahko bi upoštevali tudi verjetnost preobremenitev, verjetnosti napak v izdelavi, ter bi tako dobili največjo disperzijo varnostnega faktorja z izrazom:

$$v^2 = \tilde{x}^2 + \tilde{y}^2 + \tilde{z}^2 + \tilde{u}^2 \text{ itd.}$$

Vse navedene teorije nam danes še ne morejo nuditi svojih sadov, ker nam manjka za uporabo teh teorij potrebnih statističnih podatkov, izkušenj v samem računanju varnosti in priročnih tabel za navedene verjetnostne funkcije. Vendar pa nam že sama načela verjetnostnih zakonov nudijo znanstveno oporo za nedvoumno razlago različnih naravnih trdnostnih pojavov. Nekaj primerov:

Odvisnost varnostnega faktorja »v« od dispersije

Vse krivulje kumulativne verjetnosti (Galtonove krive) so si med seboj podobne, tako, da so krive z večjo disperzijo bolj položne, krive z manjšo disperzijo pa so bolj strme. Vsaki ordinati-kumulativni verjetnosti — pripada določena abscisa — določeno odstopanje od povprečja. To odstopanje pa je premosorazmerno z velikostjo disperzije. G. Robert Levi navaja v članku pod 13. naslednjo tabelo:

Kumulativna verjetnost P	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	5 × 10 ⁻⁷	10 ⁻⁷	10 ⁻¹²
Relativno odstopanje $\frac{x}{\bar{x}}$	4,265	4,760	4,89	5,20	7,16
odnosno $\frac{x}{\bar{x}}$	5,346	5,963	6,126	6,517	8,979

Za izračunavanje varnostnega vpliva samo vpliv disperzije trdnosti vzorcev in vpliv disperzije realnih napetosti od povprečno izračunanih. Pri tem bomo primerjali dva materiala: jeklo in beton.

Povprečno odstopanje trdnosti	Povprečno odstopanje napetosti	Povprečno odstopanje razmerja	abscisa 6,517 x	Za verjetnost 10 ⁻⁷ pripadajoči varnostni faktor
$\frac{\Delta\beta}{\beta}$	$\frac{\Delta\sigma}{\sigma}$	$\frac{\Delta\beta}{\beta} = \sqrt{\frac{\Delta\sigma^2}{\sigma^2} + \frac{\Delta\sigma^2}{\sigma^2}}$		ν
Beton 0,21	0,15	0,26	1,70	1+1,70 = 2,70
Jeklo 0,06	0,11	0,125	0,82	1+0,28 = 1,82

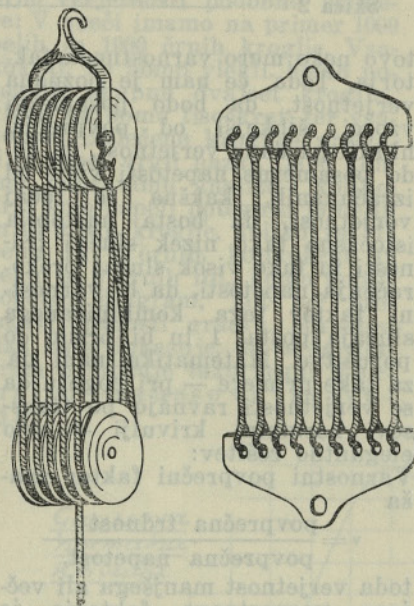
Konkretni primer nam nazorno kaže, da zahteva gradivo, čigar vzorci kažejo veliko enakomernost, znatno manjši varnostni faktor ν , kot pa gradivo, čigar vzorci dajejo neenakomerne rezultate — če želimo imeti v obeh primerih enako verjetnost porušitve. Navedena izvajanja so tudi dokaz za utemeljenost načela, da se pri dimenzioniranju ojačenega betona na upogib izkorišča železo na sorazmerno višjo stopnjo kot beton. Isti primer pa nam nudi dokaz, da smo upravičeni pri tovarniški izdelavi železobetonskih izdelkov (cevi, stropniki) vzeti notni varnostni faktor za beton in železo, ker je solidnost tovarniškega betona enakomerna ter zajamčena s kvalitetnim postopkom vgrajevanja.

Za kakovost gradiva je odločilna poleg povprečja trdnosti **enakomernost** trdnosti, ker je edino od te enakomernosti odvisna stopnja možnega izkoriščanja gradiva. Visoka povprečna kakovost ne pomaga nič, dokler nimamo jamstva, da ne bodo posamezni vzorci padli nizko izpod povprečja.

Vpliv vezave elementov na varnost konstrukcije

Skica 4 nam prikazuje dva različna primera vezave nosilnih elementov: prvega z zaporedno vezavo, drugega z vzporedno vezavo. Če obstoji v prvem primeru za posamezno palico verjetnost utrganja 10⁻⁶, potem obstoji za palico, ki je desetkrat daljša, po zakonu verjetnosti 10 nevarnih točk po vrsti, kar predstavlja desetkrat večjo nevarnost rušenja, 10⁻⁵. V primeru s paralelno vezavo je stvar mnogo ugodnejša. Pri isti napetosti elementov se bo sklop desetih paralelno vezanih palic porušil šele tedaj, če bo vseh deset palic popustilo. Pred porušitvijo bo prišlo do plastičnega izenačenja napetosti, tako da bo vsaka izmed palic prevzela toliko, kolikor more. Za porušitev bo odločilno povprečje. Disperzija trdnosti v

tem primeru ne bo mogla priti do izraza, verjetnost rušenja bo 10krat manjša 10⁻⁷. Verjetnost rušenja z desetimi zaporednimi palicami je torej stokrat manjša kot verjetnost rušenja z desetimi zaporednimi palicami — računano seveda pri istih računskih napetostih gradiva.



Analogen primer nudi primerjava rezultatov preiskav večjih in manjših vzorcev. Mali vzorci bodo nudili ponavadi višje povprečne trdnosti, a z znatnimi razlikami, z veliko disperzijo rezultatov. Veliki vzorci bodo nudili nekaj nižje povprečne vrednosti (G. M. Prot navaja ca. 5% pri betonu), toda trdnosti bodo znatno bolj enakomerne. V tem je dokaz za utemeljenost naših predpisov za ojačeni beton v pogledu diferenciacije dopustnih napetosti po dimenzijah izdelka iz ojačenega betona: Za močnejše elemente se dopuščajo znatno višje napetosti kot za tanjše elemente.

Klasični primer vpliva velikosti vzorcev na disperzijo trdnost-

nih preiskav je les kot naravni, nehomogeni material. Znano je, da so preiskave okroglega lesa pokazale zelo enakomerne trdnosti, dočim so preiskave rezanih četrkotnih lesov pokazale velika odstopanja posameznih vzorcev. Približno isto kakovost so kazali pri ogrogljih in četrkotnih vzorcih lesa oni kosi, ki so imeli vzporedno k rezanju usmerjena vlakna z neranjenimi žilami. Ostali vzorci s poševnimi vlakni in z grčami pa so pri rezanem lesu močno odstopali od trdnosti okroglega lesa navzdol. Ta disperzija pa se vsekakor stopnjuje tem bolj, čim tanjše elemente bomo iz lesa prerezovali za preizkuse. Niso mi znani rezultati lesenih desk, mislim pa, da bi številčne preiskave tankih rezanih lesenih vzorcev mogle zelo koristno prispevati k našemu znanju konstruiranja v lesu.

Zanimiv primer je preizkus tov. ing. Dušana Raiča v Mariboru z obremenjevanjem žebeljnega predalčnega nosilca do porušitve. Nosilec se je porušil pri napetostih v nateznem pasu 175 kilogramov na cm² — mi pa smo doslej ponavadi računali s trdnostjo lesa 350 do 600 kg/cm². Ali je vzrok v žebljanju nosilca? — Eden izmed bistvenih vzrokov je prav gotovo izredna disperzija trdnosti desk, katere za zdaj še nismo številčno ugotovili. Za nosilnost bo namreč merodajna najslabša deska, in to na tistem mestu, na katerem ima grčo, ker zaradi nje vlakna niso ohranila potrebne kontinuitete. Dejstvo, da sestoji spodnji pas iz recimo deset zaporednih desk, povečuje nevarnost porušanja desetkratno.

Za nas konstrukterje so zanimivi primeri celotnih konstrukcij, pri katerih se zaradi celotne zasnove varnost konstrukcije zveča ali zmanjša. Primeri: Statično nedoločeni — upeti nosilec v betonu se mora zlomiti na treh prerezih istočasno, da pride do porušitve. Verjetnost rušenja je torej trikrat manjša kot pri prosti položenem nosilec, pri katerem zlom enega samega preza že povzroči porušitev. Če pa vzamemo za primer prosto položeno predalčje, potem ima to predalčje isti neprijetni položaj, kot zelo dolga vrv. Dovolj je namreč, da vrv na enem samem mestu popusti, ali pri predalčju ena sama palica, ali eno vozlišče, da se s tem vsa konstrukcija zruši. Če ima predalčje dvajset nevarnih točk, potem je že s tem samim dejstvom matematična varnost konstrukcije dvajsetkrat manjša od varnosti posamezne palice, ker ima konstrukcija 20 možnosti porušitev.

Napetosti kot kriterij za varnost konstrukcij

V vsakdanji inženirski praksi se ponavadi smatra, da je varnost konstrukcije zajamčena s tem, da dopustne napetosti gradiva pri danih silah niso preko račene. Ta kriterij pa more ustrezati le s pridržki, v določenih primerih pa more voditi do napačnih sklepanj.

Napetosti, ki jih računamo po teoriji elastičnosti, ustrezajo vsekakor elastičnemu območju napetostnega stanja, porušitve same pa nastanejo vedno (izvzemši elastični uklon) preko območja plastičnosti. Zaradi tega moramo pri računanju stopnje varnosti oziroma nevarnosti konstrukcije računati z razdelitvijo napetosti po teorijah plastičnosti. Nekaj primerov:

Pri vrvi, narisani v sziči 4 bomo vsekakor računsko dobili v primeru vzporednih vrvi zaradi neenakomerne razdelitve sil večje napetosti, kot v primeru zaporedne vrvi preko škripcev, ki jamčijo za enako napetost vseh odsekov. In vendar nam primer vzporednih vrvi kaže okrog 100-krat manjšo verjetnost porušitve kot primer zaporednih vrvi.

Pri računanju varnosti jeklenih delov z izvrtinami nikakor ne smemo vzeti kot kriterij varnosti v račun visoke osti napetosti ob izvrtinah, temveč moramo računati s plastificiranjem prereza, kar nam da skoraj enakomerno razdelitev napetosti.

Statične preiskave lokov in ločnih pregrad zahtevajo upoštevanje temperaturnih razlik in krčenja. Te napetosti naraščajo premosorazmerno z debelino loka ali svoda. Čim debelejši je lok, tem večje deformacijske napetosti bomo izračunali. Pravilno stopnjo varnosti proti porušitvi bomo dobili z upoštevanjem plastifikacije, s katero te »deformacijske« napetosti izginejo. Proti samim osnim silam in z manjšim upogibnim momentom je pa vsekakor debelejši lok bistveno odpornejši kot tanjši. — Račun elastičnih napetosti ni pa nič manj važen kot kriterij proti razpokanju konstrukcij, kar pa ni identično s porušitvijo.

Konstruktivni elementi iz gradiva, ki ne prenese nateznih napetosti (ali le v omejenem obsegu kot beton, opečni ali kamniti zid) — predstavljajo pri obremenitvah z ekscentričnimi osnimi silami posebne varnostne probleme. Pri stebrih iz betona, ali zidu bomo pri dani osni sili in danem vetru, potresu prav dobro izhajali z dimenzijami ter izračunali zmerne robne napetosti na pritisk. Natezna cona ne potrebuje teoretske armature, vstavili

bomo minimalni prerez železa. Če se pri takem elementu po naravnem zakonu slučajnosti pojavi obremenitev z dva- ali trikrat večjim upogibnim momentom (potres, izredni vihar ipd.), bi to ne bilo še nevarno, če bi se istočasno pojavila tudi trikrat večja osna sila na pritisk. Gradivo bi preobremenitev izdržalo pri solidni izvedbi. Toda — če tvori osno silo konstruktivnega elementa lastna teža objekta — potem nimamo nikake verjetnosti, niti možnosti, da bi ta sila v istem razmerju kot upogibni moment narastla. Ekscentričnost sile se bo povečala, sila bo padla iz prereza, konstruktivni element se bo na natezni strani utrgal in porušil. — Naš novi predpis PTP št. 2 rešuje ta problem s tem, da predpisuje pri dimenzioniranju takih konstruktivnih elementov še dodatni kontrolni račun na povečani »udarnik« veter. To pa še nikakor ni edina, niti najenostavnejša niti najboljša rešitev problema. Statiki konstrukterji ojačenega betona stavljajo ponavadi v železobetonske stebre nekoliko močnejšo armaturo kot jo minimalno zahteva predpis, tudi če statični račun sploh ne izkazuje nateznih napetosti. Ta postopek je prav s spredaj navedenim pojavom nevarnosti porušitve zaradi nateznih napetosti povsem upravičen, stvar statikov pa je, da se držijo zmerne odstotka armiranja, da ne razsipajo niti ne stiskajo s količino armiranja.

Analiza faktorjev, ki prispevajo k verjetnosti rušenja.

Že v uvodu smo našli vse štiri faktorje, ki prispevajo k nevarnosti porušitve in sicer netočnost projekta, nekvalitetnost gradiva, nesolidna izvedba, preobremenitev konstrukcije. Vsak od teh faktorjev zasluži poseben študij, posebna raziskovanja ter posebno statistično obdelavo. Tega danes še nimamo, kažejo pa se že začetki raziskav v tej smeri ter moremo vprav glede kakovosti gradiv zaznamovati uspehe v svetovnem znanstvenem delu.

Pri problemu točnosti projekta moramo razlikovati dva pojavi: Prvi pojav je vprašanje, v koliko je naša tehnična znanost sploh sposobna zasledovati napetosti v gradivu na podlagi danih sil. Sorazmerno ustrezno moramo v enostavnih primerih določiti neke »povprečne« napetosti gradiva, faktične napetosti pa seveda odstopajo od povprečja v večji ali manjši meri. G. Robert Levi ocenjuje verjetnost odstopanja od tega povprečja s predpostavko določene disperzije (glej primer na strani 56), vendar morejo biti

ta odstopanja od primera do primera zelo različna. Pri statično nedoločenih konstrukcijah je verjetno odstopanje dejanskih napetosti od izračunanih še večje. Često pa imamo opravka s konstrukcijami, katerim z našim skromnim poznavanjem narave nismo kos, ter jih oblikujemo in dimenzioniramo le po aproksimativnih postopkih. V takih primerih težko sploh govorimo o odstopanju. — Drugi pojav pa je vprašanje napak v statičnih preiskavah, odnosno napak v načrtih ali napak v konstruiranju. O teh literatura ne govori, ker jih pravzaprav ne bi smelo biti. Toda — nihče ni nezmotljiv. Izkušnje kažejo, da se najde čisto na toliko in toliko solidnih konstrukterjev kakšen nesoliden, pa tudi dobremu konstrukterju more pri množičnem delu uiti kak lapsus. Kateri konstrukter, ki je konstruiral v svojem življenju morda več sto konstrukcij, katerih vsaka ima zopet lahko po deset ali tisoč konstruktivnih elementov, si upa trditi, da mu v deset-tisoč primerih ni ušla niti ena napaka? Vpogled v to bi nam mogli nuditi le statistični podatki, kar je pa tudi težko, ker napake nimajo vselej posledice ter ostanejo čisto neopažene.

Največ podatkov nam nudi literatura v pogledu verjetnosti kakovosti gradiv. Laboratoriji za preiskave gradiv so se že začeli ukvarjati z »množičnimi« preiskavami gradiv z namenom, da ugotove poleg povprečnih trdnosti teh gradiv tudi odstopanja vzorcev od povprečja. Rezultat preiskav so kompletne verjetnostne analize odstopanj, z realnimi krivuljami kumulativnih trdnosti. V zaključnem poročilu III. kongresa A. I. P. C. v Liègeu so objavljeni rezultati nekaterih preiskav: G. Fernando Costa in g. Macel Prot nudita koristne podatke o množičnih preiskavah betonskih vzorcev, deloma raznih oblik. G. M. Casse je preiskaval jeklene vzorce ter navaja zanje dobljene rezultate.

Verjetnost kakovosti gradbene izvedbe se da le težko definirati. V reviji: Gidrotehniško strojiteljstvo 1949, No 1 sicer navaja avtor Laupman v članku: »Metod razčlenjenih konfijentov zapasa dlja razčjota armirovanih i nearmirovanih gidrotehniških soruženij« nekaj pavšalnih faktorjev, s katerimi bi si pa le težko pomagali. Dejstvo pa je, da more nesolidna kakovost izvedbe bistveno ogrožati objekt. Pred vojno je bilo celo nekaj porušitev (Praga, Bukarešta), ki imajo svoj vzrok v nesolidni izvedbi konstrukcij iz ojačenega betona. Za zdaj nimamo niti klasifikacije

za oceno kvalitete izvedbe ter je s tega stališča matematično zasledovanje tega vprašanja še bolj problematično.

Verjetnost preobremenitve konstrukcij zahteva splošno širšo raziskavo obremenitvenih problemov sploh. Ker nam nudi literatura glede obremenitev precej izčrpne analize, slučaj letošnjega snega pa nas k temu še posebej vzpodbuja, bomo posvetili obremenitvam nekaj več vrst:

Literatura razvršča obremenitve po naslednjem redu:

a) Obremenitve, ki so povsem točno dane. To so: vse stalne obtežbe, vodne obtežbe (rezervoarji), itd. Te vrste obremenitev za statika niso problematične in presenečenj ni pričakovati.

b) Obremenitve, ki so poljubne, toda omejene z zgornjo predpisano mejo po zakonu, ali predpisu statika. To je večina primerov koristne obtežbe naših stropov v visokih in industrijskih zgradbah. Verjetnost prekoračenja je relativno majhna, če pride do prekoračenja, je to prekoračenje le lokalno. Verjetnost manjših obtežb od predvidenih je tako velika, da ponekod konstrukterji že na račun te majhne verjetnosti zvišujejo stopnjo izkoriščenja gradiva. Konstrukcija ponavadi ni polno izkoriščena. Pri mnogonadstropnih zgradbah celo predpis sam dopušča zmanjšanje teh obtežb pri nižje ležečih elemen-

verjetnosti in kombiniranih disperzij.

Pri teh obremenitvah je posebno zanimiv vpliv lastne teže. Konstrukcija mora biti namreč dimenzionirana na celotno lastno in koristno obtežbo. Če imamo konkretno dva primera strehe: enega z lastno težo 50 kg/m^2 , drugega z lastno težo 500 kg/m^2 , pri tem pa povprečni sneg obtežbe 40 kg/m^2 s faktorjem disperzije $4\times$, kar znaša 160 kg/m^2 , potem dobimo za celotno obtežbo v obeh primerih različne faktorje disperzije:

Za primer lahke strehe znaša k

$$k = \frac{50 + 160}{50 + 40} = 2,33$$

Za primer težke strehe znaša k

$$k = \frac{500 + 160}{500 + 40} = 1,225$$

Iz narisanih krivulj verjetnosti za varnost obeh primerov se vidi nazorno ogromna razlika verjetnosti rušenja, kar so pri letošnjem snegu tudi dokazali praktični primeri.

V zvezi z letošnjim snegom se pojavlja vprašanje povišanja predpisane koristne obtežbe snega, ki znaša danes le:

$$s = 75 + \frac{H - 500}{4}$$

Teža snega je letos znašala ca 260 kg/m^2 namesto predpisanih

sto let vse strehe močnejše dimenzioniramo, ali naj raje tanjše dimenzioniramo in tvegamo, da bo vsakih sto let enkrat sneg porušil vse defektne strehe, kot jih je to pot. — Ekonomičnost bo gotovo usmerila rešitev v prid manjšim normiranim koristnim obremenitvam. Tudi narava tvega, da viharji posamezna drevesa porušijo — in pride to v celoti ekonomičnejše, kot da bi bila vsa drevesa od kraja debelejša, in bi se s tem verjetnost posamezne porušitve zmanjšala. — (Avtor se s tem noče izražati proti povišanju norme za obtežbo snega, ki je za Gorenjsko in za Kočevsko odločno prenizka, vendar priporoča zmernost).

d) Obremenitve specialnega značaja: nihalne obremenitve, persekucijske obremenitve ipd. Obremenitve navedenih dinamičnih učinkov ponavadi učinkujejo z izkoriščanjem notranje energije gradiva. Za dimenzioniranje ponavadi niso merodajni napetostni kriteriji, temveč trdnostni trajnostni kriteriji. Tudi je čisto težko dimenzionirati take elemente po teoretskih formulah, ter bomo morali izoblikovati objekte po izkušnjah in zahtevah trajnosti.

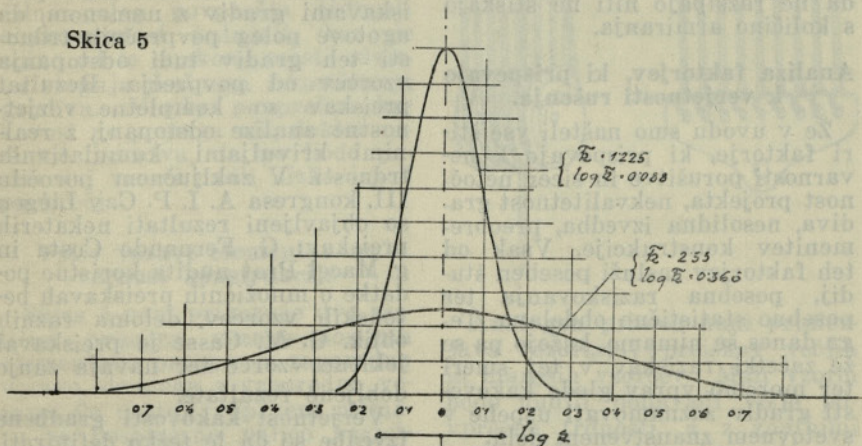
Pri dosedanjih obravnavanjih nismo upoštevali bistvenega parametra — časa. Ni važno le to, da nudi nov objekt zadostno varnost ves čas, dokler služi svojemu namenu. V koliko bo konstrukcija po določenem času še sposobna nuditi zadostno varnost pa je odvisno od naslednjih činiteljev:

—α) Od solidnosti vzdrževanja. Solidno vzdrževanje konstrukcije (pleskanje jeklenih konstrukcij, zaščita lesenih konstrukcij pred atmosferilijami itd.) je najmanj tako važna kot sama solidnost grajenja konstrukcije. Vprav ob priliki letošnjega zimskega snega je bilo nekaj primerov porušitev, v katerih je kot eden bistvenih razlogov porušitve nastopilo slabo vzdrževanje lesenih konstrukcij.

b) Od uničujočih učinkov in trpežnosti objekta. Nekateri objekti so izpostavljeni v obratu uničujočim učinkom: kisline in atmosferilije razjedajo gradivo, tresljaji in udarci uničujejo notranjo energijo gradiva. Pri takih objektih nikakor ne morejo biti za dimenzioniranje merodajne samo dopustne napetosti gradiva; treba je računati tako, da bodo še po preteku mnogo let — pri trajnem delovanju uničujočih učinkov — ostale napetosti gradiva v dopustnih mejah glede na trdnost, ki jo bo imelo gradivo po tem času.

Po poročilih iz Amerike se pogosto industrije prisiljene vla-

Skica 5



tih, ker je utemeljena skrajno majhna verjetnost, da bodo vsi deli stavbe istočasno do polne dopustne mere izkoriščeni.

c) Obremenitve, ki so odvisne od naravnih pogojev in se ravnaajo po zakonu slučajnosti. To so obremenitve s snegom in vetrom. Obravnavati jih moremo po zakonu verjetnosti nastopanja na podlagi statično ugotovljenega povprečja in disperzije. Varnost konstrukcije proti takim obremenitvam moremo tedaj računati po zakonu kombiniranih

75 kg/m^2 , torej ca 3 in polkrat več. Izkušnje so pokazale, da so se vse strehe pod to težko krepko šibile, vendar so jo povečini izdržale. Do porušitev je prišlo le v primerih, ko je bil slučaj preobremenitve kombiniran še s kakšnim slučajem nevarnosti, na primer: slabšo kvaliteto lesa, defektno izvedbo, slabim vzdrževanjem ali konstruktivno napako. Le kombinacija več verjetnostnih slučajev je privedla do porušitev. Postavimo ekonomsko vprašanje alternative: Ali naj vseh bodočih

gati ogromne vsote za obnavljanje premalo trpežnih konstrukcij iz ojačenega betona.

Izbira stopnje varnosti konstrukcij

Najvažnejše vprašanje celotnega problema je seveda vprašanje, kako visoka naj bo stopnja same varnosti objekta. Ali naj se zadovoljimo z verjetnostjo porušitve 10^{-3} , 10^{-5} , 10^{-7} , 10^{-10} . Ta stopnja je doslej določena le z dopustnimi napetostmi, ki so za posamezni gradiva v določenem razmerju s povprečnimi porušilnimi trdnostmi. Iz tega razmerja samega se da pri dani disperziji trdnosti vzorcev določiti verjetnost rušenja, če predpostavimo, da kvalitete projekta, kvalitete izvedbe, verjetnosti, preobremenitve in vpliv nevzdrževanja ne predstavljajo sploh nobene nevarnosti. G. Marcel Levi navaja, da ustreza za take primere povsem varnost, ki je definirana z verjetnostjo porušitve 10^{-5} do 10^{-7} . Zanimivo pa je, da nam nudi teorija ekonomskega minima teoretsko podlago za določitev števila verjetnosti porušitve:

G. Torroja, prof. v Madridu, znani konstruktor lupin navaja v finalnem poročilu III. kongresa A. I. P. C.-ja naslednjo teoretsko osnovno enačbo:

Celotni stroški značajo: $S(P) = I$ (investicije) + V (kapital, vzdrževalni stroški) + O (obnovitvena amortizacija) + P (verjetnost rušenja) $\times R$ (stroški zaradi porušitve).

Pogoj za ekonomski minimum znaša:

$$\frac{d S(P)}{d P} = 0 = \frac{\Delta S(P)}{P_2 - P_1}$$

Iz tega sledi: $\Delta(I+V+O) = (P_2 - P_1) \times R$

Če hočemo imeti preko stopnje ekonomičnosti še določen varnostni faktor, dobimo izraz g. M. Protá:

$F = \Delta(I+V+O) = k(P_2 - P_1) \times R$ pri čemer mora biti k večji od 1 $k > 1$.

Praktična uporaba izraza zahteva, da se za isti primer izračunajo izrazi $(I+V+O)$ za dve varianti z različnimi verjetnostmi porušitve, s čimer so že dani vsi podatki, navedeni v obrazcu.

Važno je dejstvo, da upoštevajoč trajnost objekta, ni najbolj ekonomski vselej najcenejši objekt, temveč ponavadi najbolj trpežni objekt, tudi če je dražji. Najcenejša mora biti vsota gradbenih in vzdrževalnih stroškov, vključno prispevek O , s katerim je izražena trajnost objekta.

Pri določanju izraza R za stroške porušitve je bistveno sledenje: Pod R se ne razumejo le stroški za restavracijo objekta, tem-

več vsa škoda, ki nastane s porušitvijo v zvezi: zastoj obrata, zastoj ostalih odvisnih obratov, človeške žrtve, motnje v gospodarstvu. Ker je faktor $(P_2 - P_1)$ majhen, morajo biti posledice porušitve zelo velike, da bistveno vplivajo na izbor večje varnostne stopnje. Vendar nam more navedeni zakon ekonomičnosti grajenja nuditi že naslednje važne zaključke:

Ni treba, da je varnostna stopnja pri vseh gradbenih objektih ista, kot bi mogli sklepati na podlagi naših predpisov, ki so skoro za vse zgradbe enaki. Nasprotno, pri važnih industrijskih obratih, pri električnih (kaloričnih) centralah, pri hidroenergetskih napravah mora biti stopnja varnosti bistveno večja kot pri stanovanjskih objektih. Pri stanovanjskih objektih mora biti varnost zopet večja, kot na primer pri skladiščih za malovredni material, v katerih ne bivajo ljudje redno. Posledice porušitve hidroelektrarne so v zastoju električnega toka, kar ima nadaljnjo posledico dalekosežni zastoj vseh produktivnih obratov in tovarn (dežele). Posledice porušitve pregrad so še hujše: poplave mest, uničenje obratov, onesposobljenje civilizacijskih naprav, številne ljudske žrtve. G. Torroja posebej poudarja, da se v vrednosti R ljudske žrtve ne smejo ceniti z ekonomskimi cenami, temveč z višjimi »humanitarnimi«
iznosi. Posledice samega rušenja dolinske pregrade morejo biti 10^4 ali 10^5 krat večje od stroškov za samo pregrado. Zato je nujno, da se pri takih objektih načelno jemlje večja stopnja varnosti, oziroma nižje dopustne napetosti. Tudi pri posameznem objektu moremo analogno posamezne konstruktivne elemente močneje izkoriščati, posamezne pa manj — glede na važnost funkcije, ki jo ima tisti konstruktivni element.

Zaključek.

Izvajanja kažejo, da je teorija varnosti dobila z matematično podlago verjetnostnega računa solidno podlago. Za številčno uporabo teorije manjkajo potrebni statistični podatki, za prakso pa potrebni priročniki s tabelami in konstantami. Za določevanje kakovosti gradiv vključno disperzijo kakovosti se izvajajo po svetu množične preiskave vzorcev ter moremo računati s tem, da nam bo vsako leto več zadevnih podatkov na razpolago.

Vendar so faktorji, ki skupno vplivajo na varnostno stopnjo konstrukcij tako raznoliki in nekateri med njimi tako težko dočeljni, da ne bomo nikdar mogli

z absolutno zanesljivostjo računsko dokazati stopnje varnosti konstrukcije t. j. verjetnosti porušitve. Vedno bo moral statik - konstruktor — poleg vsega obširnega znanja upoštevati še lastne težnje, občutke in intuicijo pri oblikovanju in dimenzioniranju konstrukcij. Z besedami prof. dr. Mirka Roša: »Inženir bi moral ostati inženir, ne jurist, in tudi če bi iz tehnike hoteli napraviti obrt, nam to ne bo uspelo, tem manj, čim bolj go tehnika napredovala.« Zato pa so tem važnejši nekateri zaključki relativnega značaja, do katerih smo pršli med izvajanjem. S svojimi pravili relativnega značaja morejo inženirja uspešno voditi pri njegovem delu, tudi če mu ne morejo postreči z absolutnimi številkami.

LITERATURA

1. Marcel Prot: La sécurité — Ann. des Ponts et Chaussées 1949/1/2
2. Robert Lévi: Calculs probabilistes de la sécurité des constructions — Ann. Des Ponts et Chaussées 1959/7—8
Publication préliminaire du IIIème Congrès de la AIPC
3. M. Prot: La sécurité des constructions
4. R. Levi: La sécurité des constructions
5. M. Cassé: Contribution à la détermination de dispersion des résultats des essais sur éprouvettes d'acier doux
6. M. Prot: Contribution à la détermination de la courbe de dispersion d'essais d'éprouvettes de mortier
7. J. Dutheil: La conception nouvelle de la sécurité appliquée aux ossatures métalliques
8. A. J. Moe: Conception de la sécurité
9. A. M. Freudenthal: Domaine des déformations non élastiques et sécurité des constructions
Publication finale du IIIème Congrès de l'AIPC
10. F. V. Costa: Notions de probabilité dans l'études de la sécurité des constructions
11. Koranyi Imre: Notions de sécurité (Contribution au rapport de A. I. Moe)
12. Chambaud - Lebel - Pascal: Etude expérimentale de la rupture dans les pièces flechies en béton armé
13. Travaux, 1950 — No 183
R. Levi: La sécurité des constructions en béton armé.
14. Ivan in Elisabeth Sokolnikov: Higher Mathematics for Engineers and Physicists.
15. Gidroteh. strojiteljstvo 1949 No 1
Laupmann: Metod rasčlenjenih koeficientov zapasa dlja razčjota armirovanih i nearmirovanih gidrotehničkih soruženij.

Gradnja cestnega predora

DK 624.19 : 625.745

Nova meja iz leta 1946 na Slov. Primorju je nujno terjala poleg izgradnje novega središča tudi novo povezavo gornje Soške doline s Krasom. V ta namen je bila takoj naslednje leto zgrajena začasna cesta.

Z gradbenimi deli nove trase v prvi etapi se je pričelo leta 1948. Omenjena trasa v dolžini 5 km ima poleg treh mostov dva predora. Na enem izmed predorov, o katerem bomo tu poročali, so dela trajala od 1949 do 1951.

Geološki sestav hribovja.

Smer hribovja, v katerem je omenjeni predor, poteka približno v črti vzhod-zahod. Hrbet sam je jako razčlenjen, tako da imajo nekateri nekateri njegovi obronki tudi obratno smer, to je sever jug. Po enem takih obronkov poteka naša trasa na njegovem zahodnem pobočju v zaseku do predora, to je do njegovega vzhodnega portala. Na tem mestu je proboj v območju trase najkrajši, ni pa na prvih 60 m dolžine, zaradi tektonske gradnje in majhnega nadsloja najugodnejši, ker so se na tem mestu pojavili veliki pritiski tudi zaradi sinklinalne oblike terena nad temnom predora in prelomnice, ki poteka z desne strani prvega prstana na levi rob začetka osmega prstana.

Časovno bi mogli uvrstiti hribino med pozno zgornjo kredo in zgodnji terciar, eocen. Od faune ni bilo opaziti ničesar, od flore pa smo našli zelo tanke plasti (največje debeline 1 cm) precej kvalitetnega premoga na odseku med prstani 25—28 med peščenimi glinami. Ta premog je bil zaradi nepomembnih količin brez praktične vrednosti.

Glavna masa izkopa so bili ca. 60% kremenovi peščenici od drobno do debelo zrnatih in tudi konglomerati, v glavnem slabo vezani, ostalo pa so bili glinasti skrilavci. Pri dotiku z zrakom in vodo navedeni material zelo hitro razpada in so bile deponije po enem letu že gladke in poraščene. Plasti peščenec in glinastih skrilavcev so bile v splošnem izmenične v odseku med 14.—16. prstanom so bili pretežno debelo zrnati tudi kremenovi peščenici in konglomerati, ki jim je sledil odsek zelo slabo vezanih peščenec med 20. in 22. prstanom. Izhodni prstani pa so bili na levem boku glinasti, na desnem pa mehki, slabo vezani peščenici, ki so na zraku takoj razpadli.

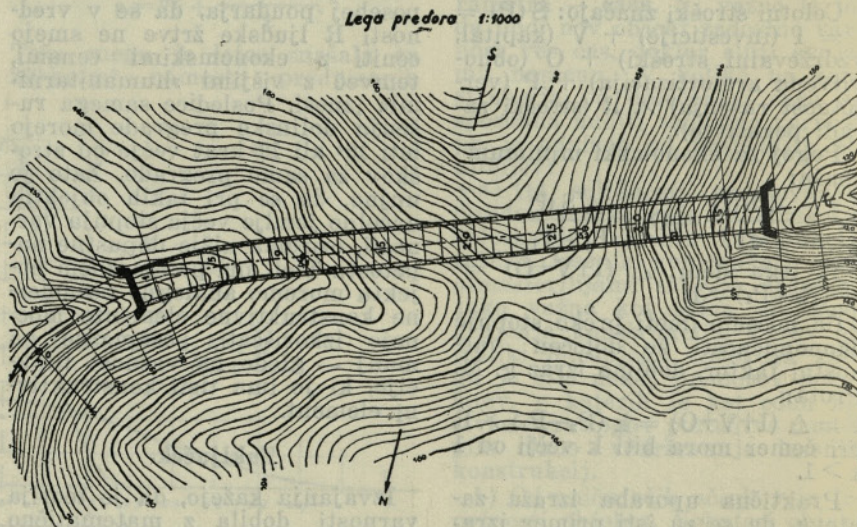
Te že razpadle peščenice nazivajo domačini »soudan«, razpadle gline pa »opoko«, verjetno ker hitro razpoka. Soudan je navadno rjavkaste barve po železovcu, ki je nezadostno lepilo poleg kremenasto apnenega lepila. Po opoki, ki jo pozna vsa goriška okolica z Vipavsko dolino, zelo dobro uspeva sadje n. pr. breskve, marelice, vinska trta etc.

Boljše vezane, fino zrnate peščenice sivkaste barve, ki bi jih lahko nazvali brusnike, so uporabljali za izdelavo osel in brusov, ki pa se niso dobro obnesli, ker so bili zaradi preslabega lepila premeški in so se prehitro obrabili. Debelina plasti peščenec in glin je bila zelo različna, od enega centimetra do 40 cm. Med plastmi peščenec so bile tudi sljudasto peščene gline in skrilaste gline zelo drobne zrnatosti, ki so bile vodonepropustne ter so v zahodni polovici predora in na južnem pobočju zahodnega preduseka delale velike težave pri gradnji opornih zidov zaradi svoje strme nagnjenosti od 28—31

Vodne razmere

Majhna rovnina (nadsloj), maksimalna 35 m, in razmeroma visoka lega nivelete nad dolino, 12—15 m, ni mogla že sama po sebi dati večjih lastnih dotokov vode. Bile pa so občutne težave pri gradnji zaradi nezadostne krovnine na območju 1.—9. prstana, ki je zelo propuščala vodo predvsem zaradi sinklinalne in tektonske gradnje, ker se je vsa atmosferska voda z obeh pobočij stekala na teme predora (slika 1).

Na odseku od 3.—7. prstana z levega (južnega) boka, na maksimalni dolžini 40 m, je pritekala stalna voda po plasteh drobno zrnatih skrilavih glin v višini 3—4,5 m nad niveleto in je povzročala večje težave pri izkopu kalote in opornikov ter smo morali izmetavati oziroma črpati vodo. Količina te vode in še mogoče manjših izvirov je znašala, merjena pri km 2,95 izven predora ob sušnem času 0,56 l/sek., ob deževju pa do 2 l v sekundi.



Slika št. 1

stopinj. Isto nagnjenost plasti imamo tudi v predoru od 11. prstana dalje pa do zahodnega portala, medtem ko je vzhodni del predora od 1. do 10. prstana v prelomnici, kjer so plasti zelo različno nagnjene na obeh obokih in precej močno zmečkane. Nagnjenost plasti je pretežno ca. 30 stopinj v smeri severo-zahoda ali praktično na os predora. Z geološkim kompasom merjeno imajo plasti ob vzhodnem portalu smer 210 stopinj, ob zahodnem pa do 235 stopinj.

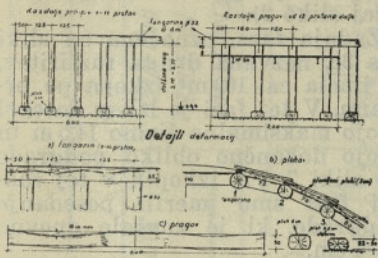
Ves ostali del predora je bil večinoma suh. Od 12. prstana dalje, kjer se niveleta obrne k zahodnemu portalu, smo opazili kapljanje vode le v 12., 13., dalje 17., 18., 24., 25. ter 30. in 31. prstanu poleg zadnjega prstana.

Pritiski hribine pri gradnji.

Opisana hribina spada med tako zvane hribine lažnive trdnosti. Tukaj mislim za naš primer le peščenice, ker nudijo pri izkopu precej odpora in izzovejo več-

je ali manjše pritiske, med tem ko pri dostopu zraka in vode zelo hitro razpadejo. Med analogne hribine moremo prištevati poleg naših opisanih tudi glinaste karbonske skrilavce (Ljubljanski grad) ter filitske in kloridske sljudaste skrilavce.

V naši hribini niso pritiski zaradi nezadostne trdnosti in kompaktnosti izzvali nobenih pokov (Bergschläge) pač pa so se odražali v velikih pritiskih na podgrado, ki je začela toniti pod razpadajočo podlogo in pokazala večje znake deformacij (glej sliko 2.).



Slika št. 2

Oba podkopa tako smerni in temenski zaradi majhnih dimenzij nasproti kaloti nista kazala nobenih vidnih pritiskov. Prve jačje pritiske smo opazili šele pri prvi razširitvi kalote na 7 m v območju 1.—10. prstana, ko so pričele noge toniti pod neodporno podlogo. Tega tonenja nismo mogli popolnoma preprečiti tudi ne s postavitvijo provizornih pragov v prvi razširitvi in ne pri znižanju izkopa kalote na višino 4,5 m nad nivoletu. Velik vzrok temu je bila tektonska zgradba sama in zimska deževna doba, v katero je padlo delo. Glavni krivec posedanja podgrade pa je bil čas, ker je delo prepočasi napredovalo zaradi pomanjkanja strokovne delovne sile.

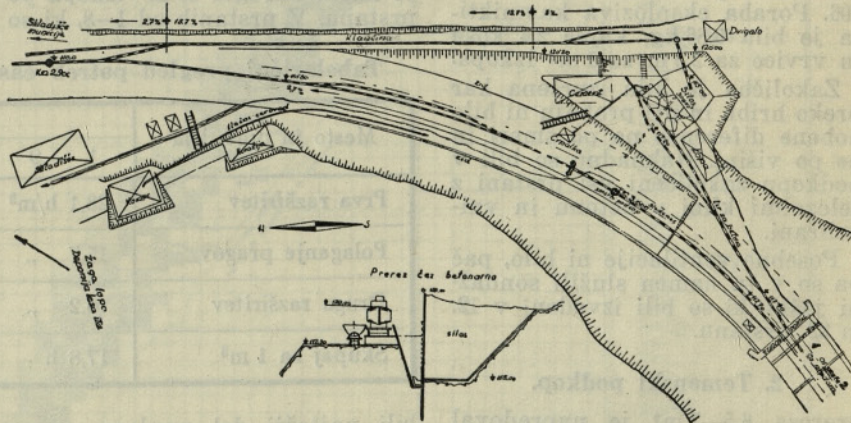
Najjačji pritiski so se pojavili pri drugi razširitvi, ko je bil razpon izkopa 14,5 m in je na tem odseku ves nadsloj ležal na podgradi ter so se pojavile večje in manjše razpoke zgoraj na terenu vse do kraja 10. prstana. Na podgradi so ti pritiski padali v glavnem na območje med obema tretjima longarinama in sicer od 1. do 6. prstana nesimetrično, to je več z južne (z leve) strani, v 7. prstanu od severne (desne) strani, v 8. in 9. prstanu centrično, od 10. prstana do kraja predora pa so bili pritiski občutno manjši in so segali v območje druge leve in tretje desne longarine, se pravi nekoliko nesimetrično. Vzrok pritiskov od 12.—37. prstana je padanje plasti v severo-zapadni smeri paralelno z osjo pod kotom 30 stopinj in nekoliko

prepočasen tempo del (delo v dveh posadah). Glej grafični prikaz napredovanja kalote.

Jakost omenjenih pritiskov, ki je bila najjačja v območju 1.—8. prstana se ni merila neposredno, pač pa se more presoditi iz deformacij vzdolžnih lesov in globin vtiskov vertikalnih lesov v horizontalne (glej sliko 2.). Na osnovi teh vtiskov bi mogli biti maksimalni pritiski tudi preko 50 kilogramov na cm^2 sodeč po tabeli iz knjige dr. ing. Bierbauer-ja.

Sirina tlačne elipse bi mogla biti po vseh zapaženih znakih suponirana in enaka širini izkopa, to je maksimalno 15—18 m, njena višina pa 10—15 m. Kadar ni bilo posedanja, je bila največ 15 m. Opazili smo tudi dejstvo, da pritiski zelo rastejo s časom (zato morajo merodajni činitelji dati vodstvu gradnje vso pomoč pri takih delih, da se ne pojavijo prej omenjeni viški del zaradi posekavanja profilov pri posedanju podgrade etc.) in tudi dejstvo, da pritiski ne rastejo linearno z razponom, ampak v kvadratnem razmerju s širino izkopa.

Pri podkopih nismo opazili pritiskov, pri prvi razširitvi so zna-



Slika št. 3

šali kmalu do 10 kg/cm^2 , pri maksimalni širini izkopa pa 50 kg na kv. cm. Vzroki tem pritiskom so bili če povzamemo

1. tektonska gradnja in atmosferska voda med deli, ki so padla v deževno debo (december, april);
2. petrografski sestav hribine;
3. pomanjkanje strokovne delovne sile in s tem nezadosten tempo dela, tako da je čas delal za pritiske in se ni bilo mogoče držati pravila **zadržati pritiske že v osnovi**, da se sploh ne bi pojavili oziroma v čim manjši meri.

Gradnja predora.

Vse predpriprave obenem z ureditvijo gradbišča (slika 3) ter

smerni podkop dolg 293,5 m so bili gotovi v letu 1949. Smerni podkop je daljši od predora, ker so se na obeh straneh izkopavali preduseki na angleški način in se je obenem tudi hitreje prišlo do gradnje predora samega.

K organizacijski shemi: Že zgrajeno ozkotirnico smo izkoristili za dovoz masovnih materialov, to je cementa iz Anhova, gramoza iz Tolmina in lesa na vzhodni portal. Poleg tega smo položili še novo ozkotirnico v dolžini 436 metrov. Skupna dolžina tirov od portala je znašala 3 km in imela povprečen vzpon $0,38\%$, maksimalen vzpon pa $2,35\%$. Na prva dva kilometra od ranžirne postaje je zmogla vleči parna lokomotiva do 20 vozičkov gramoza po 1 m^3 , zadnji kilometer pa le 6—7 vozičkov. Gramoz, cement in les so na gradbišču vlekli po klančini do betonarne, ki je bila na koti praga kalote, to je 4,5 m nad nivoletu predora. Po isti višini so vozili od betonarne tudi ves beton za kaloto in opornike.

Za izgradnjo predora smo uporabili novobelgijski sistem (predhodni spodnji smerni podkop) —

Sam predor je bil tik pred gradnjo spremenjen in je dobil obliko

po sliki 5., ker so to zahtevali odnosi glede na prometne pasove, ki jih ima cesta zunaj.

V naslednjem izvajanju podajam nekaj izkustev in statističnih podatkov (za izpopolnitev naših normativov), ki bodo dobro koristili za analogna dela pod enakimi pogoji ter prikazali kako se sme oziroma ne sme delati, če hočemo doseči zaželen uspeh.

1. Smerni podkop

je imel prerez $8,0\text{—}8,5\text{ m}^2$, katerega vzhodna polovica je imela jarek odstrani, na zahodni polovici pa je bil žleb na sredini tira.

Jarek v sredini tira se ni obnesel, ker ga med gradnjo ni bilo mogoče čistiti, ne da bi nastali zastoji v delu zaradi dviga tirov in je voda tekla po tiru.

Dno smernega podkopa je bilo na vzhodni polovici vzeto 30 do 40 cm nad niveleto, na zahodni strani pa je bilo izvedeno na višino planuma. Izkazalo se je mnogo koristneje, vzeti dno podkopa čim nižje iz dveh razlogov:

1. zaradi lažjega odtoka vode pri izkopu za opornike in

2. zaradi poznejšega urejanja planuma, da ni treba premeščati tirov, ker je to naknadno zniževanje in podkopavanje planuma dražje.

(Literatura prof. G. Andrae, »Der Bau langer tief-liegender Gbg. Tunnel«, na strani 122.)

Sam napredek podkopa ni bil zadovoljiv, razviden pa je iz slike 6 (grafični prikaz), ker mehanizacija ni bila zadovoljiva. Maksimalni dnevni napredek je bil 2,1 m. Delo se je vršilo v 3 posadah pri maksimalnem napredku po posadi 0,7 m ali ca. 1 m³ izkopa na moža z nakladanjem in transportom do 150 m. Povprečno se je rabilo za 1 m³ izkopa za gotov rov od 10,7 do 15,1 h to je ca 12,4 h, kar ustreza 4. kategoriji materiala po naših normah Gn 206. Poraba eksploziva kamniktita je bila 0,86 kg, kopic 2,4 kosa in vrvice za 2,5 m za 1 m³ izkopa.

Zakoličba je bila izvršena kar preko hriba in pri proboju ni bilo nobene diference ne po smeri in ne po višini. Naknadno so bili v podkopu zakoličeni vsi prstani z železnimi klinji v betonu in vni-velirani.

Posebne ventilacije ni bilo, pač pa so v ta namen služili sondažni jaški, ki so bili izvedeni v 12. in 32. prstanu.

2. Temenski podkop.

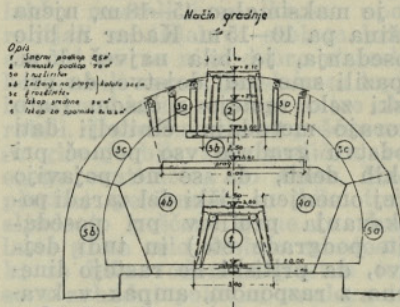
prereza 6,5—7 m² je napredoval sukcesivno z napredkom del pri izkopu kalote (glej sliko 6 grafični prikaz). Zanj smo porabili 60 h za 1 m podkopa vračunano z izkopom, prebijanje usipačev vsakih 6 m, nakladanjem in transportom do 150 m, kar je že znaten napredek nasproti smernemu podkopu, ker se je ljudstvo precej uvežbalo. Posada je štela 4 moše, to je 2 minerja in 2 nakladalca. Delo je bilo mehanizirano in se je glede na material 50% izkopa pridobivalo z vrtnalnimi kladivi tipa Flottmann, ostalo pa deloma ročno ali pa z odkopnimi kladivi Ingersoll L 54 teže 18 kg.

Najboljši uspeh je bil dosežen tik pred probom in smo v delu pri dveh posadah porabili 7,4 h/m³ ali maksimalno 0,62 m po posadi

4 mož. Kot primer navajam še delo na odseku prvih 6 prstanov, kjer smo rabili 16,6 h za m³ zaradi vode in sipkega materiala.

3. Izkop kalote.

Delo je bilo podeljeno v 3 faze (glej sliko 4). Prva faza nazvana prva razširitev, označena v sliki s 3a, kjer smo položili v temenski podkop najprej prve longarine ali kronarice ter nato izkopavali boke do 4. longarine na levi strani in 3. longarine z desne strani ter jih podpirali s kratkimi nogami, ki so stale na višini temenskega podkopa. Širina pr-



Slika št. 4

ve razširitve je bila ca. 6,5 m in je imela okroglo 50 m³ izkopa po prstanu. V prstanih od 1—8, ki so

razširitvi smo pozneje položili pod te nogečasne prage, da smo nekoliko zadržali tonenje podgrade.

Druga faza, označena na sliki s 3b, je bila znižanje in polaganje pragov, ki so stali na koti 4,5 m nad niveleto. Skupni izkop za prstan je tudi tukaj znašal 50 m³. Višina praga na koti 4,5 m nad niveleto je bila izbrana zato, da so imeli najdaljše noge 3 m zaradi štednje lesa, ki smo ga dobivali v dolžinah 6 m in smo tako imeli najmanj odpadkov. Prstani 1—11 so imeli po 5 pragov v razdalji 1,25 m, vsi ostali prstani pa po 4 prage v razdalji 1,6 m (glej sliko 2).

Zadnja faza, označena na sliki 4 s 3c, nazvana druga razširitev, je imela ca. 100 m³ izkopa po prstanu. V tej fazi je izkop dosegel svojo maksimalno širino 14,5 m in svojo dokončno obliko podgrade po sliki 7. Pri izkopih v tej zadnji fazi smo merili posedanje podgrade, ki je znašalo dnevno do 1 cm.

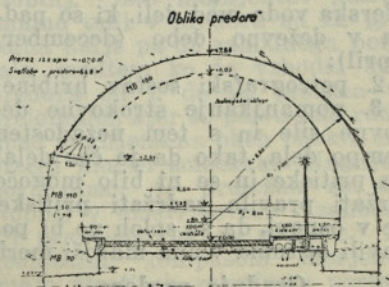
Takoj po gotovem izkopu smo vedno začeli betonirati.

V tabeli naveden čas je bil uporabljen za izkop s podpiranjem in krojenjem lesa, premetavanjem izkopa z nakladanjem in transportom do 150 m, pri čemer strojniki in kovači niso upoštevani.

Tabelarični pregled potreb časa za poedine faze izkopa kalote.

Mesto in opis dela	Prstani			
	1 — 9	10 — 13	14 — 25	26 — 37
Prva razširitev	23,1 h/m ³	18,0 h/m ³	13,2 h/m ³	11,3 h/m ³
Polaganje pragov	15,7 „	11,8 „	10,8 „	8,7 „
Druga razširitev	16,2 „	12,9 „	12,0 „	10,2 „
Skupaj za 1 m ³	17,8 h	13,9 h	12,0 „	10,1 h

bili najtežji del predora, so se noge močno pogrezale in je podgrada potonila na nekaterih mestih do 30 cm, kar je povzročilo pred betoniranjem posekavanje profila, ki je stalo 20 h/m². V tej



Slika št. 5

Za območje 1. — 4. prstana je bilo po registriranih urah treba za zgoraj opisano delo celo 19,6 h/m³. Večja potreba časa med drugo in tretjo fazo gre na račun premetavanja izkopa do usipačev. Manjšo potrebo časa v zadnjih prstanih razlagamo z boljšimi geološkimi pogoji, z uporabo lesa, izvlčenega pred betoniranjem in z uvežbanostjo delavcev.

Vsak prstan dolžine 6 m je imel 12 longarin, 6 levo in 6 desno ϕ 30 cm, prve tri nekoliko močnejše naslednje pa malo tanjše. Enake dimenzije so imele tudi noge, ki so v vsakem primeru izdržale pritiske in nismo nikjer opazili okvar. Potreba lesa za 1 prstan:

moremo sklepati, da so bili povprečni le okrog 4%.

Zaključek.

Iz priloženih tabel o porabi časa za m³ izkopa oziroma za 1 m predora za poedine faze dela podajamo naslednjo sliko o porabi:

1. Smerni podkop	110 h/m
2. Temenski podkop	60 h/m

3. Izkop in beton kalote 1,010 h/m	
4. Izkop sredine, izkop za opornike in beton opornikov	660 h/m
Skupaj	1.840 h/m

predora.

Za 1 m zabetoniranega predora brez izvedbe izolacije in kanalizacije in portalov ne računajoč

zunanjih transportov je bilo stvarno porabljeno 11840 h. Če računamo 1 h po 120.—dinarjev, dobimo, da stane 1 m zabetoniranega predora okroglo 221.000 dinarjev. (Navedene cene so izračunane po kalkulacijah iz leta 1949—1950, Po kalkulacijah iz leta 1952 pa je 1 dejanska ura din 400.—).

Ing. Božidar Röthl

Operativne preiskave v gradbeništvu

624. 11. 057 : 658. 5 : 69. 002

Poleg vidnega razvoja drugih panog našega gospodarstva, zaznamujemo tudi v gradbeništvu v povojnih letih velik napredek. Ta pojav se ne odraža samo v obsegu celotne gradbene delavnosti, temveč tudi v velikosti in kompliciranosti posameznih gradbenih del. Ne samo to, nekatera naša gradbišča dobivajo izraz velikih smelih gradbenih podvigov z modernimi delavnimi sredstvi. Povojni razvoj naših gradbišč je šel v smeri širokih organizacijskih prijemov in uvajanja novih metod dela. Sicer v tem pogledu še delno nismo dosegli višine, ki je značilna za inozemstvo, vendar brez obotavljanja lahko ugotovimo izrazit povojni razvoj in doseženo razvojno stopnjo, kljub še znatnim pomanjkljivostim in primitivnostim, ki izvirajo deloma iz subjektivnih razlogov, predvsem pa iz objektivnih, ki so:

- kratko odmerjeni čas za investicijska predela, projektantska dela in gradbiščna pripravljala dela;

- omejena operativna sredstva v pogledu obsega, vrste in kvalitete — predvsem mehanizacija;
- težave v zvezi z vprašanjem gradbenega materiala in rezervnih delov

in podobne težave, s katerimi se borimo na svoji razvojni poti. Kljub težavam, ki nas zavirajo v tem, da naša gradbišča ne moremo opremiti tako kakor si jih v bodoče zamišljamo, da ne moremo uvajati vseh najnovjših pridobitev moderne gradbene tehnike itd., moramo iskati smeri v gradbenem udejstvovanju, ki bi nam omogočile pri obstoječih delovnih pogojih in možnostih čimbolj dvigniti produktivnost pri izvajanju gradbenih del. Prizadevati si moramo, da organizacijo gradbenega procesa dvignemo na čim višjo stopnjo, da najkoristneje uporabljamo razpoložljiva tehnična sredstva, da čimbolj izkoristimo gradbene stroje časovno in po učinku, da imamo v razpoložljivem delovnem fondu delavcev minimalno izgub.

V angažiranih operativnih sredstvih na gradbiščih so še skrite rezervne proizvodne možnosti, ki jih morajo, v zvezi z našim družbenim planom, v bodoče izkoristiti naši gradbinci. Te rezerve so vse tiste neizkoriščene delovne možnosti, ki jih lahko koristno uporabimo za povečanje produktivnosti in znižanje gradbenih stroškov. Rezerve pa moramo najprej odkriti, če jih hočemo izkoristiti. Podlaga za to je študijsko raziskovalno delo.

Medtem ko v drugih vejah gradbeništvu (statika, konstrukcije, material, mehanika tal itd.) stopamo široko na področje študijskega dela, o čemer govore številni članki v domači strokovni literaturi, pa glede izvajanja gradbenih del doslej nismo razvili te smeri v večjem obsegu. V tem pogledu je stanje v drugih republikah nekoliko bolje (Srbija, Hrvatska).

Pregled domače strokovne literature nam potrjuje to ugotovitev.

Od vseh člankov, ki jih je objavil naš strokovni časopis »Novator« oziroma »Gradbeni vestnik« od leta 1948 do 1951, obravnava le 20% člankov organizacijska vprašanja, nove metode dela, sodobna delovna sredstva itd., 80% člankov pa projektiranje, statiko, konstrukcije, geomehaniko, material in razna druga vprašanja.

Medtem ko se druga skupina člankov (80%) spušča v obsežna, podrobna strokovna razpravljanja, so prvi (20%) le fragmentarnega značaja, oziroma se poleg obravnave drugih problemov le mimogrede dotikajo posameznih vprašanj v zvezi z izvajanjem gradbenih del.

Problematika, ki bi jo morali pisci obravnnavati, naj bi posegala:

- v vprašanja gradbenega procesa, kot kompliciranega sestava prostorsko in časovno razporejenih in intenzivnostno vsklajenih

kompleksnih procesov in operacij;

- v pojmovno razčiščevanje, odkrivanje elementov in zakonitosti gradbene zmogljivosti ter njene meritve;

- v izdelavo osnutkov organizacije gradbenih del (projekta organizacije);

- v posamezne predvidene in izvedene organizacijske rešitve z analizo in oceno;

- v vprašanje uporabe, izkoriščanja, učinka gradbenih strojev itd., itd.

Kot imamo za važno proučevanje novih gradbenih materialov, sodobnih gradbenih konstrukcij itd., tako moramo tudi upoštevati študijsko razglabljanje vprašanj, ki posegajo v problematiko gradbenega procesa. V teh vprašanjih moramo videti enakopravne faktorje, ki vplivajo na ekonomičnost gradbenih del.

Vzrok, da se študijsko delo na tem področju ni razvilo v večjem obsegu, je verjetno poleg drugega prevladujoča miselnost, ki daje izrazito prednost praktičnemu udejstvovanju in s tem pridobljenim izkušnjam pred teoretičnim delom. Morda tudi v prepričanju, da lahko izkušen praktik že na pogled ugotovi vse pomanjkljivosti v odvijajočem se gradbenem procesu, brez sistematičnih opazovanj, meritev in analiz, ki pomenijo zanj le izgubo dragocenega časa. Morda je vzrok tudi v splošno manjši poglobitvi v to problematiko, zaradi izrazite konstruktivne orientiranosti gradbenih strokovnjakov, ki se pojavlja kot posledica študijske usmerjenosti.

Toda tudi na področju izvajanja gradbenih del moramo postaviti osnovno načelo, da je temelj vsakega napredka in dviga posamezne dejavnosti edino vzporedna pot

- praktičnega udejstvovanja na terenu

- s teoretičnim raziskovalnim delom, ki se medsebojno podpira v razvoju.

Posebno je treba poudariti preiskave gradbenega procesa, organizacije in elemente: delovni postopek, delovno mesto, delovni čas, delovni način, delavna sila in delovna sredstva.

Lahko rečemo, da so operativne preiskave, kakor jih imenuje inozemstvo, za našo gradbeno prakso novost. Pri nas še nismo pristopili k široko zasnovanim opazovanjem, k sistematičnim meritvam in k podrobnim analizam, da bi z njimi poizkušali odkriti v gradbenem procesu vse one faktorje, ki v konkretnem primeru vplivajo na produktivnost dela. Pri nas še nismo organizirali študijskih terenskih poizkusov in meritev v zvezi z uporabo in izkoriščanjem gradbenih strojev, z načini dela itd., katerih številni rezultati in zaključki bi mnogo pripomogli k pravnim operativnim prijemom.

Inozemstvo danes visoko ceni to preiskovalno delo in rezultate tega gradbenega udejstvovanja. Ugotovljeno je, da je napredek v strojih za zemeljska dela, poleg gradenj velikih kubatur tudi posledica vedno ožje praktične povezave dela na terenu s študijskim — raziskovalnim delom. V Angliji se operativne preiskave hitro razvijajo, poizkusne postaje pa imajo lepe uspehe. Delo teh preiskovalnih postaj mnogo prispeva h gradbeni znanosti, od katerih bo gradbena praksa imela koristi v obliki pravnih postopkov. Preiskave del in gradbenega obrata (Arbeit- und Betriebsuntersuchungen) se smatrajo za najuspešnejšo pot k racionalizaciji gradbenega procesa in dvigu proizvodnosti.

Operativne preiskave v inozemstvu so po obsegu širšega ali ožjega značaja, t. j. posegajo v ves gradbeni proces, se omejujejo na posamezni postopek, ali pa na posamezno vprašanje iz področja izvajanja gradbenih del.

Dasi imajo vse te preiskave isti končni smoter t. j. ekonomičnost pri izvajanju gradbenih del, bi jih mogli po ožjem namenu porazdeliti nekako v dve večji skupini.

I. skupina: Preiskave po posameznih vprašanih v zvezi z operativnim sredstvi in delovnim postopkom oz. preiskave posameznih delovnih procesov.

II. skupina: Preiskave tekočega gradbenega procesa.

Naloga preiskav prve skupine je proučevanje vprašanj v zvezi z operativnimi sredstvi (mehanicizacija, delovna sila), delovnim postopkom itd. Izsledki tega študijskega poglobljanja naj bi bili v korist operativi pri izvajanju

gradbenih del ter naj bi splošno dvignili napredek gradbeništvu.

Preiskave druge skupine sestavljajo iz podrobne analize odvijajočega se gradbenega procesa z namenom odkriti izvor in velikost izruba ter utemeljiti ekonomske zveze. Rezultati teh preiskav predstavljajo za gradbenega organizatorja (vodstvo gradbenih del) smernice za izboljšanje tekočega gradbenega procesa in znižanje gradbenih stroškov.

Posamezne preiskave mnogokrat odkrivajo povsem nove momente. Večasih pokažejo vplivne faktorje, ki so izkušenemu praktiku že poznani. Toda tu ne gre samo za faktorje. Predvsem gre za povprečne številčne vrednosti, kot rezultat nešteti opazovanj in meritev, ki so edina trdna opora pri reševanju praktičnih vprašanj.

Kratek pregled preiskav.

I. skupina:

a) Preiskave po posameznih vprašanih v zvezi z operativnimi sredstvi in delovnim postopkom.

Preiskave dajejo številčne vrednosti in odgovore na posamezna vprašanja v pogledu:

— možnosti in smisla mehaniziranja delovnega procesa

— uvedbe nove vrste gradbenih strojev

časovnega izkoriščanja gradbenih strojev

— učinka gradbenih strojev

— prihranka na delovni sili

itd.

V pojasnilo navajamo nekaj primerov v inozemstvu izvršenih preiskav in nekaj zanimivih rezultatov.

— Vprašanje izkopa temeljev stanovaljskih hiš s stroji.

Za preiskave izkopa temeljev so uporabili razne primerne stroje-kopače z eno ali več posodami. Rezultati preiskav dajejo prednost kopačem z večjim številom posod. Izmed teh onim s posodami na vertikalni verigi.

Preiskave so pokazale, da se ekonomičnost dela lahko doseže le z dobro organizacijo dela in z istočasnim kopanjem temeljev za večje število hiš.

— Preiskava prototipa gradbenega stroja pred serijsko proizvodnjo.

Po predhodni temeljiti proučitvi o možnosti in koristi uvedbe novega gradbenega stroja, se izdelani prototip temeljito preizkusi na gradbišču, da se dobijo natančni podatki o njegovem delovanju in konstrukcijo po potrebi spremenijo. Preiskava da oceno glede smiselnosti izdelave.

— Vprašanje vzrokov neenakomernosti betona pri strojnem mešanju.

Preiskave v laboratoriju in na gradbiščih so pokazale, da je neenakomernost

betona posledica netočnega delovanja dozirnih (merilnih) naprav za cement, agregat in vodo.

Vzroki netočnosti pri periodičnih mešalcih so:

— zamazanje gibljivih delov tehtnice

— obraba posameznih delov

— zadrževanje cementa v lijaku

— netočna nastavitve tehtnic

— netesni ventili.

Pri kontinuirnih mešalcih je treba neenakost betona pripisati predvsem neenakomernemu delovanju treh polžev.

Iz teh preiskav sledi pouk, da je treba med obratovanjem redno nadzorovati delovanje teh naprav ter jih redno čistiti.

— Vprašanje, kako vplivajo doba mešanja, brzina vrtenja bobna in razporeditev materiala v dvigalni košari — na enakomernost betona.

Na podlagi preiskav je bilo ugotovljeno:

— da enakomernost betona naglo narašča s številom obratov bobna. Po 30–40 obratih ni izrazitega vpliva:

— da s povečanjem brzine vrtenja bobna izboljšamo mešanje toda le do meje 17–20 obr./minuti. Nadaljnje povečanje brzine ne vpliva na kvaliteto mešnja. Povečanje brzine ugodno deluje le na časovno izkoriščanje stroja;

— da je možno neenakomernost mešanice delno izenačiti s tem, da polnimo dvigalno posodo v naslednjem vrstnem redu: grobi material na dnu, drobnejši material proti vrhu. S tem dosežemo določeno predmešanje.

— Vprašanje vpliva prevoza betona s samokolnicami oz. z drugim prevoznim sredstvom na časovno dolžino mešalnega ciklusa.

Mešalni cikel betonskega mešalca tip 10/7 (0.2 m³) brez zastoja traja 2 in tričetrt minute. Samokolnice, s katerimi prevažamo beton (neposredno polnjenje), zadržujejo mešanje. V normalnem primeru brez zadrževanja se mešalec izprazni v pol minute. Pri uporabi 6 samokolnic (0.035 m³) se mešalec izprazni v 1 in pol minute, kar zmanjša učinek za 35%. Trajanje mešalnega ciklusa je pri tem 3 in tri četrt minute. Pri prevozu betona z novimi specialnimi stroji za prevoz betona, ki prevzamejo hkrati vso mešanico, se doba mešalnega ciklusa skrajša na normalno t. j. 2 in tričetrt minute.

— Vprašanje učinka vibratorjev pri utrjevanju nasipa.

Namen preiskave je ugotovitev globinskega učinka raznih strojev in odvisnost učinka (teža stroja, frekvenca, vrsta materiala itd.)

— Vprašanje možnosti utrjevanja nasipa pri prevozu zemeljskih gmot z breztičnimi stroji (buldozerji, scraperji).

Poizkusi s stroji za zemeljska dela so pokazali, da utrditev, ki se pojav-

lja pri prehodu strojev preko nasutega terena, popolnoma zadostuje pri veznem materialu. Meritve so dokazale pri tem materialu učinkovito utrditev do globine 30–40 cm. Pri neveznem materialu ta način utrditve ni možen. Za utrditev pridejo v poštev samo vibratorji in nabijači.

— Povečanje učinka buldozerja pri vzporedni vožnji dveh strojev.

Preiskave na terenu so pokazale, da se pri spojitvi nožev dveh buldozerjev D₇ poveča količina potiskanega materiala za 1 m³.

— Vprašanje stopnje izkoriščanja gradbenih strojev pri cestogradnji.

Preiskave v ZDA s 33 gradbišč so pokazale, da stvarni čas koristne uporabe strojev vseh kategorij variira povprečno od 21–59% stvarno mogočega delovnega časa.

Na najslabšem gradbišču 11%,
na najboljšem gradbišču 78%.

Izgube zaradi slabega vremena znašajo 27%.

Izgube zaradi popravila in vzdrževanja strojev znašajo 10%.

— Vprašanje časovnih izgub in vzrokov izgub pri delu z gradbenimi stroji (gradnja betonskih cestišč).

Opazovanja na treh gradbiščih so pokazala naslednje povprečne časovne izgube pri delu s posameznimi stroji:

bager 22%,
mešalec 46%,
transport 41%,
finisher 40%.

Skupne časovne izgube vseh strojev na 3 opazovanih gradbiščih so znašale povprečno 41%.

Vzroki izgub so bili naslednji:

— vremenske motnje
— strojne motnje
— nedovršeni planuri
— primanjkovanje delavcev
— primanjkovanje materiala
— razni vzroki.

— Vprašanje prihranka delovne sile pri uvedbi breztrčnih transportnih sredstev pri zemeljskih delih.

Rezultati preiskav na 3 gradbiščih so pokazali naslednje prihranke delovne sile pri prevozu materiala z buldozerji in scraperji nasproti prevozu z gradbiščno železnico:

	1. gradb.	2. gradb.	3. gradb.
Transportna razdalja 400 m 1075 m 550 m			
Celotni prihranek na delovni sili	45%	45%	51%
prihranek pomožnih delavcev	61%	70%	18%
povečanje števila strokovnih delavcev	37%	18%	11%

Povprečni prihranek na delovni sili znaša okrog 30–40%.

— Vprašanje meje ekonomičnosti za transportno razdaljo trčnih in breztrčnih transportnih sredstev pri zemeljskih delih. Itd.

Izmed gornjih preiskav, ki jih kot primere navajamo posamezno, so nekatere v praksi združene ter s tem vsestransko osvetljujejo širše postavljeno vprašanje.

b) Preiskave posameznih delovnih procesov.

Te preiskave sestojijo v študiju posameznega delovnega procesa in analize vseh momentov, ki vplivajo na odvijanje zadevnega procesa in s tem na uspeh dela.

Preiskave so:

— v razčlenitvi delovnega procesa na sestavne elemente,

— v opazovanju in časovni meritvi sestavnih elementov,

— v študiju faktorjev, ki vplivajo na elemente delovnega procesa,

— v ekonomskih proučitvah na podlagi gornjih in drugih ugotovitev.

Značilno za tako preiskavo je da analizira delovni proces ločeno od celotnega gradbenega procesa. Ostale delovne postopke zajema le kolikor imajo neposredni vpliv na preiskovani proces.

Nekaj primerov teh preiskav:

— Proučitev vrtnega procesa pri moderni gradnji predorov.

Preiskovalni študij podrobno analizira posamezne faktorje, ki vplivajo na potek vrtnega procesa z modernimi vrtnimi sredstvi ter ekonomsko primerja normalni vrtni tempo s pospešenim tempom.

— Preiskava procesa zemeljskih del z modernimi stroji za zemeljska dela (buldozerji, scraperji, graderji).

Razne preiskave v zvezi s tem delovnim procesom in temi delovnimi sredstvi, so dale niz zanimivih rezultatov, od katerih jih nekaj navajamo.

Na delo scraperja vplivajo naslednji faktorji:

— kakovost materiala
— jakost pogonskega motorja
— uporaba in jakost potiskajočega stroja
— naklon terena
— stanje transportne poti
— vrsta koles (gume, gosenice)

— ročnost vozača

— organizacija delovnega mesta

— način dela.

Poizkusi so pokazali, da je učinek scraperjev odvisen predvsem od možnosti dobrega prevoza na nakladalnem mestu ter od dobrega stanja transportne poti. Slaba prevozna pot pri strojih za zemeljska dela ne dopušča uporabe višjih prestav, kar zmanjšuje hitrost vožnje in s tem delovni učinek.

Znatno povečanje učinka scraperja dosežemo z uporabo potiskajočega stroja (buldozeja), kot pomoč za premagovanje odpora pri rezanju. Poizkusi so pokazali pri traktorskem scraperju (12 m³), da potiskajoči stroj poveča učinek za ca. 30 m³/uro pri transportni razdalji 520 m.

Kolikšen vpliv ima moč potiskajočega stroja kaže naslednji rezultat preiskav. Pri povečanju jakosti potiskajočega stroja od 55 na 113 KS, se nakladalni čas, pri tovoru 5–1 m³ zmanjša od 1.5 minute na 0.7 minute.

Primerjave rezultatov preiskav dela scraperjev z gumami nasproti goseničarjem kažejo, da je obratovanje s scraperji na gumastih kolesih cenejše:

— pri transportni razdalji 300 m za ca. 37%

— pri transportni razdalji 900 m za ca. 62%

— pri transportni razdalji 1520 m za ca. 86%.

Zanimive so ugotovitve v pogledu polnjenja posode scraperja. Poizkusi so pokazali dobro polnitev posode predvsem pri veznem materialu, ki se da dobro rezati, toda ostane v kepah. Nasprotno se pri neveznem materialu kot je pesek in slično pred nožem rad pojavlja val. Polnjenje je v tem primeru slabše.

Važni so rezultati meritev izkoriščanja delovnega časa graderja. Za neki grader je časovna meritev pokazala, da je v 3333 delovnih urah bilo izgubljenih 279 ur t. j. 8.34%.

— Vprašanje vibriranja betona s perivibratorji.

Preiskava obdeluje sledeča vprašanja:

— vzroki neenakomernega delovanja stroja,

— vplivi na povečanje radiusa delovanja,

— vpliv granulacije na vibriranje,

— odvisnost časovne dolžine vibriranja,

— posledice predolgega vibriranja,

— nepravilnosti pri vibriranju.

II. skupina:

Preiskve tekočega gradbenega procesa.

Namen preiskav:

— Odkriti v tekočem procesu izvire izgub malega in velikega

značaja, katere posamezno mnogokrat ne opazi tudi izkušen praktik. Odkrivanje številnih malih izgub je utemeljeno na dejstvu, da skupno mnogo nane-sejo. Kot primer navajamo rezultate zadevnih meritvev v ino-zemstvu, ki so pokazale na vsa-kem preiskovalnem gradbišču 30 do 50% časovnih izgub.

Rezultati teh preiskav naj bo-do gradbenemu vodstvu v pomoč za odklonitev vseh onih nepravilnosti, v obsegu obstoječih možnosti, ki v konkretnem grad-benem procesu znatno vplivajo na gospodarski uspeh pri izvaja-nju del.

Značilnost teh preiskav je v tem, da se vrše v obsegu vsega gradbenega obratovanja, da po-segajo v predhodni razvoj grad-benih del (gradbeno zgodovino), proučujejo gradbene prilike, za-mišljeno in realizirano ureditev gradbišča in sam potek dela po najvažnejših delovnih smereh.

Preiskavo tvorijo:

1. Posnetek obrata.

ki obsega:

— proučitev gradbene zgodovine t. j. razvoj vseh predhodnih del, katerih vpliv se odraža na poteku gradbenih del;

— proučitev gradbenih prilik t. j. lokalnih in terenskih značilnosti, ki olajšujejo odnosno ote-žujejo delo;

— proučitev značaja gradbene naloge: vrsta, velikost in kon-centracija gradbenih del, kon-struktivni sistemi, lokacija ob-jektov, razpoložljiva gradbena doba;

— proučitev operativnih sred-stev: stopnja gradbiščne opre-me (mehaniziranosti), stanje mehanizacije, kontrola učinkov, šte-vilo in struktura delovne sile, procentualno razmerje kvalifi-kacije delavcev, zaloga gradbe-nega, — pogonskega materiala, orodja in nadomestnih delov;

— proučitev zamišljene in iz-vedene organizacije gradbenih del.

2. Časovne proučitve,

ki obsegajo:

— razčlenitev delovnih proce-sov na sestavne elemente

— opazovanje in časovne me-ritve sestavnih elementov z de-litvijo na osnovni čas (glavni čas, stranski čas) in čas izgub (obhodne in neobhodne izgube); — analiza vzrokov časovnih iz-gub.

3. Opazovanja in opis poteka gradbenih del.

— z uporabo registrirnih apa-ratur

— z dnevnimi poročili z opisom vseh značilnejših motenj

— z beležkami: delovnih učin-kov, potrošnje materiala, delov-nih ur in energije, pri glavnih nosilcih gradbenih stroškov in najznačilnejših delovnih pozici-jah.

Namen posameznih preiskav bi v kratkem definirali takole:

1. **Posnetek obrata** ima nalogo, da zbere podatke za širšo ute-meljitev rezultatov preiskav.

2. **Časovne meritve** imajo na-men podrobno proučiti važnejše delovne procese ter v njih odkri-ti škodljiva mesta.

3. **Opazovanje in opis poteka gradbenih del** ima svoj smoter v tem, da s sliko celotnega po-teka gradbenih del utemelji med-sebojne ekonomske odvisnosti.

S problematiko v pogledu uvedbe zadevnih preiskovalnih del, se pojavlja vprašanje o mož-nosti uporabe rezultatov inozem-skih preiskav pri nas. Dasi so inozemski rezultati za nas zelo zanimivi ter v mnogih primerih koristni, so težko dosegljivi, za-radi razmeroma maloštevilnih objav v inozemski literaturi. Po-leg tega ti rezultati niso vedno neposredno uporabni za naše pri-like.

Rezultat teh preiskav so izraz živega dela pri določeni stopnji tehničnega razvoja, naklonjeno-sti do rokovanja s stroji, smisla za točnost pri delu in drugih okolnosti, katere mi šele utrjuje-mo s svojim socialističnim razvo-jem. Praksa je tudi pokazala, da so lahko rezultati v pogledu učin-ka strojev na raznih gradbiščih povsem različni, kljub istim de-lovnim pogojem.

Ako hočemo dvigniti gradbe-ni proces na višjo raven ter od-straniti čim več negativnih de-lovnih vplivov, čim koristneje uporabljati razpoložljiva tehnič-na sredstva, bomo morali široko stopniti na področje tega dela. Preiskave in njeni izsledki bodo predvsem zanimali naše gradbe-ne kolektive, ki bodo v bodoče, kot samostojni gospodarstveniki iskali vse možnosti, da v gradbe-nem procesu odkrijejo vse one rezerve, ki lahko racionalizirajo gradbena dela. V operativnih preiskavah bodo v tem pogledu našli močno oporo.

Pot preiskovalnega dela na tem področju nastopamo kot začetni-ki. Treba bo mnogo sistematične-

ga in naporega dela pri zbira-nju podatkov, pri opazovanjih, meritvah itd. Treba si bo čim-ustvariti metodiko dela in vzgo-jiti kadre.

Kot zaključek bi na kratko podali naloge v zvezi z vpraša-njem inženirsko-tehničnega raz-iskovalnega dela na tem področ-ju.

1. Treba je čimpreje pristopiti k sistematičnemu delu na tem področju gradbenega udejstvo-vanja in pritegniti čim več grad-benih strokovnjakov.

2. Treba je vzgojiti strokovni kader ter ga že v študijskem času bolj približati gradbenemu procesu.

3. Seznaniti je treba strokovno javnost v večjem obsegu s štu-dijskim razglabljanjem, preisko-valnim delom in pratičnimi iz-kustvi na področju izvajanja gradbenih del.

Literatura:

1. Prof. Dr. G. Garbotz, Baumaschinen und Baubetrieb («Zu-Gleich» Schriftenreihe des »Deutschen Baumeisters« zur Leistungssteigerung in der Bauwirt-schaft).

2. Prof. G. Garbotz, Baumaschinen und Baubetrieb (C. Hanser Verlag, München 1948).

3. Research in the Building industry (Engineering, 10. jun. 1949).

4. Research — Are we on the right lines (The Builder 9. febr. 1951.).

5. Prof. Dr. L. v. Rabcewicz, Das Bohrproblem im modernen Tunnelbau (Schweiz. Bauzeitung, 1952 No. 17, 18 und 19).

6. Dr. Ing. G. Merkle, Wirkungsgrad von Betonmischanlagen (Der Bauingenieur 1950 No. 5).

7. O. Huber, H. Lenssing, Der gleislose Erdbau ein Mittel zur Leistungssteigerung (Die Bautechnik 1943 H. 13/14).

8. Bilten dokumentacija inostrane stručne literature 1951 br. 3. Rich. A.: Stepen iskoriščenja mehanizacije u SAD — Efficiency where art thou — Construction — Methods and Equipment, jun. 1950.

9. Mehanizacija malih gradjevinskih radova (Naše gradjevinarstvo 1950 br. 6. — The Builder 30. dec. 1949).

10. Ing. J. Linhart, Provedeni zem-nih prac americkymi stroji (Tech. od-zor 1947 — No. 19, 1948 — No. 5.).

11. Dr. A. Ramspeck, Bodenverfesti-gung durch Schwingsrüttler (Die Bau-technik 1937 No. 17).

12. The Builder, 10. jun. — 18. nov. 1949.

13. Univ. doc. ing. Jenko R.: Pre-davanje v DGIT-u v Ljubljani.

Tečaj za asfalterška dela pri gradbenem inštitutu LRS

DK 625.85 : 831.86 : 373.69

Tečaj za asfalterška dela pri Gradbenem inštitutu LRS v dobi od 15. do 25. aprila 1952, ki je bil namenjen asfalterjem, delovodjem, tehnikom in ostalemu tehničnemu osebju iz operativne gradbene stroke, je podal v kratki in nazorni obliki tiste osnove iz asfalterške stroke, ki so praktično na terenu neobhodno potrebne, če hoče vršiti svoj posel v redu in brez škode. Pokvarjena cesta kaže svoje napake bolj kot vsak drug objekt, kajti vsakdo kdor je primoran voziti po slabem cestišču, občuti napake bolj intenzivno kot koristnik kakega drugega objekta.

Ob zaključku tečaja so tečajniki izdelali poskusno cestišče s hladno asfaltno zmesjo v Dimičevi ulici. Pri tej priložnosti je bilo izdelanega okrog 800 m² hladnega asfalta, več kot 700 m² površinskih pobrizgov na makadamu in manjša kvadratura obrobne pobrizge. Asfaltno zmes za valjano cestišče in del površinskega pobrizga so tečajniki izdelali z bitumenskim hladnimi emulzijami, manjši del površine cestišča pa so kot prvi poskus obdelali s plinarniškim katranom. Stroj, ki so jih uporabljali pri teh delih sta stavili na razpolago podjetje »Slovenija ceste« in Uprava cest MLO Ljubljana.

Hladni asfalti so bili pri nas znani že pred vojno. Potrebne surovine za to vrsto asfaltov pa smo morali večinoma uvažati iz inozemstva. Zadnja leta so se v praksi pojavile asfaltno emulzijske tudi že na bazi domačih surovin in so se z uspehom uporabljale v letu 1951. Izdelava hladnih asfaltov pa ni še znana v vseh podrobnostih vsem praktikom, ki se sicer ukvarjajo z asfaltno cestogradnjo. Zaradi tega je tudi bilo organizirano delo na poskusnem cestišču v okviru tečaja, kjer so bili zbrani predvsem praktiki iz operativne. Pripomniti je treba, da je bil namen tega poskusnega dela na cestišču v Dimičevi ulici pokazati način, kako je treba izdelovati te vrste asfaltov, ni pa bil smoter izdelati pri tem cestišče, s katerim bi hoteli dokazati kakšne obremenitve lahko prenašajo sistemi, izdelani s hladnimi asfaltnimi zmesmi. S tem primerom poskusnega cestišča smo predvsem prikazali metodo dela in način predelave emulzije pri praktičnih delih na terenu za tiste, ki tega materiala še niso poznali.

Staro cestišče, ki je bilo določeno za ta poskus, so najprej preorali, ker tako kot je bilo ni več ustrezalo. Stari makadam cestišča so obnovili na običajen način, tako da so na razrito površino nasuli novo plast tolčenca, ki so jo potem zasuli s spojnim agregatom. Plast tolčenca so valjali ob istočasnem močenju oziroma ob zaplakovanju bolj drobne sipine v notranjost plasti. Na tako pripravljeno makadamsko podlago so po dveh dneh položili asfaltno zmes v dveh plasteh, prvo debeline 3 cm in drugo debeline 2–3 cm. To drugo plast so nato prekrili še z zapornim plastjo, ki je sestavljena iz mešanice drobnega agregata in emulzije. Ta plast naj bo debela le nekoliko milimetrov.

Tistega dela starega cestišča, ki so ga na koncu obdelali le površinsko s hladnim asfaltom oz. s katranom, niso preorali, niti drugače obnovili, ampak so površinski pobrizg nanašali na obstoječi stari makadam, ki so ga pred tem dobro izkrtali, pometli in izpihali s pihalnikom.

Asfaltno zmes za plast hladnega asfalta so izdelali na roko, ker je bil dostavljen betonski mešalec premajhen in ni mogel predelati predvidene količine ma-

teriala. Zmes mineralnih agregatov in emulzije so mešali na gradbišču samem in jo nato prevažali na cesto s samokolnicami, kjer so jo potem z grabljami in lopatami razprostrli po očiščeni in predtem z emulzijo pobrizgani makadamski površini. Čez dva dni so tako razprostrt asfaltni agregat valjali skupno s površinskim slojem, ki je bil položen šele drugega dne. Pri tem so uporabili najprej tritonski valjar, nato pa še šest-tonski. Za izdelavo tega poskusnega cestišča so porabili naslednje količine raznih materialov:

1. Emulzija:

Skupno je bilo na gradbišču dostavljenih 44 sodov emulzije dveh vrst. Od te količine je bil en sod kot neuporaben vrnjen proizvajalcu, ker je vseboval prestaro emulzijo, ki se je v sodu razkrojila in je ni bilo mogoče iztakati. Trije nadaljni sodi so vsebovali le delno uporaben material, en sod pa je na koncu dela ostal nepotrošen. Tako je bilo torej potrošenih za celo poskusno delo 40 sodov emulzije. Šteje mo vsak po 200 kg netto teže, kar pomeni skupaj okrog 8000 kg emulzije za asfaltno zmes in za površinsko obdelavo makadama. Za posamezne vrste dela pa je bilo porabljenih:

- | | |
|---|---------|
| a) za hladno asfaltno zmes okrog 102 kg asfaltno mešanice na 1 m ² , torej za skupno površino 800 m ² okrog 82.000 kg asfaltno zmesi. Pri vsebini 85% emulzije v zmesi pomeni to skupno | 7000 kg |
| b) Za prvi pobrizg makadama pred polaganjem asfaltno zmesi je porabljeno skupno | 400 „ |
| c) Za dvojno površinsko obdelavo makadama so potrošili 1,5 kg emulzije na 1 m ² kar pomeni za 270 m ² | 400 „ |
| d) Za enkratno površinsko obdelavo na površini 200 m ² makadama je bilo porabljeno 1,0 kg/m ² t. j. skupno | 200 „ |
| e) Ostalih 200 m ² površine makadama je bilo pobrizganih s hladnim katranom | |

Skupno emulzije 8000 kg

2. Mineralni agregati:

- | | |
|--|------|
| a) Za izdelavo asfaltno zmesi so porabili raznih agregatov | 75 t |
| b) Za posipanje ostalih površin, ki so bile obdelane z emulzijo in katranom, ter za obrobne pasove so potrošili skupno | 10 t |

Skupno agregatov 85 t

Po dovržitvi del na poskusnem cestišču je vodstvo tečaja sklicalo diskusijski sestanek, katerega so se udeležili tečajniki in uprava Gradbenega inštituta. Na tem diskusijskem sestanku so udeleženci kritizirali dela na tem poskusnem asfaltiranju in ugotovili naslednje pomanjkljivosti strokovnega dela in organizacije:

1. Organizacija dela je bila slaba zaradi nezadostne koordinacije

posameznih, pri tem delu udeleženi skupin, ki se niso dovolj temeljito zavzele za pripravljala dela zaradi prekratke dobe, ki je bila za to na razpolago. Ugotovljeno je, da bi za boljše organizacijo morali imeti na razpolago več časa, kar pa je bilo neizvedljivo, ker se je že preveč približal začetek gradbene sezi je na gradbiščih, pozneje v letu pa bi se ne mogli tečaja udeležiti

vsi interesenti. Zaradi prezaposlenosti na terenu je bilo nujno, takoj začeti s tečajem in kar najhitreje pripraviti vse potrebno za to poskusno delo. V tem leži tudi vzrok zakaj povezava med posameznimi skupinami pri tem delu ni bila dovolj tesna.

2. Makadam, ki so ga izdelali tik pred polaganjem asfalta kot podlago zanj, je bil slabo zaplakovan in ne zadosti zadelan. Agregat za to makadamsko podlago ((iz Podutika) je bil predroben in precej nečist. Velikost zrna je bila neenakomerna, tako da so dovažali material od 2 do 6 cm namesto od 3 do 5 cm ali od 4 do 6 cm, pri čemer je bilo debelejših frakcije v zmesi premalo. Za tak agregat je bil tudi uporabljeni 16 tonski valjar pretežak. Tudi delo pri polaganju novega makadama je bilo dosti nepazljivo. Rok za izdelavo (do 15. IV. 1952) je bil prekoračen in na koncu je zmanjkalo še agregata. Tečajniki so zato morali naknadno sami dovršiti makadam in poskrbeti za dodatni agregat. Delo na makadamu je bilo tako končano 18. IV. 1952.

3. Hladen asfalt, ki so ga izdelali v dveh slojih s končno zrnorno prevleko, ni sestavljen iz predvidenih in primernih agregatov, ker takih pač ni bilo na razpolago. Mineralni zdrob za ta namen je prihajal iz kamnoloma v Razdrtem in ni bil primeren za tovrstna dela. Sploh pa bo treba gradacijo naših t. j. slovenskih agregatov v načelu popraviti, ker so njihove zrnivosti za moderne sisteme cestogradnje neprimerne. Namesto vnapreji določenih dogovorjenih velikosti zrn posameznih agregatov za opisano poskusno delo, so dovažali na gradbišče material, ki je bil malone enak za obe plasti in ni bil razdeljen na tipične in primerne zrnivosti. Kot tak je bil predroben za vezno plast, predebela pa za površinsko asfaltno zmes. Agregat za vezni sloj bi moral vsebovati zrna od 20 do 30 mm, upoštevajoč debelino tega sloja, ki je bila določena s 3 cm. Površinski sloj debeline 2,5 cm pa mora biti izdelan iz zmesi agregatov od 7 do 12 mm, izjemoma do 15 mm. Končna debelina plasti je bila predvidena z maksimalno 5 cm. Dobavljeni material pa je imel večinoma debelino zrna izmed 7 do 20 mm, ne glede na to, za katero plast je bil določen in kako je bil označen (7—15 in 15—25 mm). Nekaj

kubičnih metrov bolj debelega materiala, ki so ga pripeljali, so pa na gradbišču pomošali z bolj drobnimi gradacijami, tako da ga je bilo nemogoče ločiti.

Pri diskusiji je bilo poudarjeno, da se v praksi, kjer se bodo izgrajevali taki sistemi iz hladnih asfaltnih zmesi, ne smejo uporabljati agregati, ki bi bili po svojem sestavu podobni tem, ki so vdelani na poskusnem cestišču. Če ne bi bilo na razpolago natančno odbranih primernih gradacij, naj se delo rajše opusti. Primerna zrnivost uporabljenih mineralnih zmesi je tudi pri hladnih asfaltnih sistemih prvi pogoj za uspeh tega načina izdelave modernih cestišč. V našem primeru pa, kjer je bil agregat za vezni sloj isti kot za zmes gornjega sloja, ni mogel ta poslednji prodreti v doljno plast zaradi svojega pregrebega zrna. Vsa plast asfalta je zato ostala predebela in ne dovolj stisnjena. Pri tako močnih plasteh, katerih končna debelina naj bo 6—7 cm, naj se uporablja debelejša zrna agregata, ker ostane sicer plast gobasta, odprta in valovita. Ker ni dovolj valjana (stisnjena) tudi ni dovolj trdna, ker zrna gornje plasti niso zagostene v zmesi veznega sloja.

Omeniti je treba razen tega, da bi se morala taka dela izvajati z letvami, ker se material brez njih ne more razprostrti enakomerno in brez pojava valov v končni asfaltni površini. Treba je praviloma valjati vsako plast asfalta zase, kar koristi kompaktnosti in trdnosti asfaltnega cestišča. Taka cesta lahko prenaša tudi prometne obremenitve, ki so nekoliko težje od obremenitev srednjega prometa.

4. Emulzija. Ta je prihajala na gradbišče neredno, z zamudo in ne vedno v zahtevani gradaciji, tako da si je bilo treba pomagati pri izdelavi zmesi večinoma z neprimerno kakovostjo emulzije. Razen tega so prve, t. j. glavne količine emulzije dobavljali s preniko vsebino bitumena. Izdelane površine asfaltnih plasti so bile lisaste, kar kaže na neenakomerno kakovost emulzije. Nekatera mesta so morali naknadno pobrizgati z emulzijo zaradi neizdatnosti veziva. Enakomerno delo in mehanizacija izdelave asfaltnih zmesi je ob taki kakovosti emulzije skorajda nemogoče. Proizvajalec emulzije se je sam lahko prepričal na licu mesta o nedostatkih, ki jih je kazal njegov proizvod. Treba je pa ven-

dar pripomniti, da se je proti koncu dela dobavljena emulzija nekoliko popravila v svoji kvaliteti. Pri proizvodnji emulzije bo treba vložiti ves trud, ki je potreben, da bo proizvajalec lahko dobavljala emulzije vseh zahtevanih tipov za gradbeništvo, ki bodo po svojem sestavu enakomerni. Zadnje, za poskusno delo dobavljene količine emulzije so dokaz, da se z razpoložljivimi napravami lahko izdelava tudi emulzija s 55 odstotki in več bitumena.

5. Za izdelavo opisanega poskusnega hladnega asfalta so bile predvidene naslednje tipične mešanice agregatov in emulzije, ki bi po svojem sestavu bile primerne, niso se pa mogle izvesti v praksi, pač pa naj služijo kot osnova za delo v praksi:

a) **Vezni sloj.** Ta naj leži neposredno na dobrem makadamu. Zmes za tak vezni sloj pa je sestavljena iz:

2,5 m³ agregata 20—30 mm (ali 15—30 mm),

0,6 m³ zdroba 12—18 mm (ali 7—15 mm),

0,7 m³ zdroba 5—12 mm (ali 3 do 7 mm).

Tej zmesi agregatov se doda 400 kg emulzije tipa »B«.

b) **Gornji (obrabni) sloj.** Ta se nanaša na uvaljan vezni sloj kadar je suh. Zmes za gornjo plast je sestavljena iz:

1,3 m³ agregata 7—12 mm

0,8 m³ agregata 5—8 mm

0,5 m³ agregata 3—5 mm

Tej zmesi dodamo še 400 kg emulzije tipa »B«. Če pa taka emulzija prenese bolj drobne frakcije, se zmesi lahko doda še do 300 kg praška zrnivosti od 0 do 3 mm. Vsaka emulzija pa tega ne prenese, zato pazi!

c) **Kot zaporni sloj (»Porenschluss«)** se uporablja zmes agregata velikosti zrna od 3 do 7 mm in 12% emulzije tipa »B«. Sloj tega materiala pa naj bo debel samo maksimalno 5 mm, ker je sicer njegova površina premehkava.

Podatki navedeni tukaj pod a) in b) se nanašajo na zmesi, ki bodo zadostovale za 100 m² površine cestišča. Namesto zapornega sloja, ki je naveden pod c), se pa lahko naredi hladen površinski pobrizg z emulzijo tipa »A«, ki se ga nato posiplje z zdrobom debeline 3—7 mm.

Material, ki se uporablja za emulzijske asfaltno zmesi, naj bo iz dobre hidrofobne hribine kot: diabaz, diorit, bazalt, trden apnenec ipd.

O kakovosti žebeljanih nosilcev

DK 624.023.93.011.1:694.2.028.5

Žebelj kot spojni element si dolgo časa ni mogel utreti poti v inženirske konstrukcije. Čeprav je Francoz Del'Orme že pred skoro 400 leti napravil prve posrečene žebljane konstrukcije, vendar je nezaupanje do nosilnosti žeblja, ki so ga smatrali za enakovrednega skobi (klanfi), prenehalo šele tedaj, ko so z laboratorijskimi poizkusi dognali njegovo nosilnost. Lahko recemo, da je s tem graubena stroka znatno napredovala; pojavile so se nove lesene konstrukcije precizno izdelane zaradi svoje sorazmerno majhne varnosti.

Pri nas so postale žebljane konstrukcije zlasti po zadnji vojni zelo priljubljene. Naj omenimo le maso barak na naših gradbiščih, ki so nudile streho številnim graditeljem. Najraznovrstnejše hale in skladišča je bilo mogoče postaviti v najkrajšem roku le z uporabo žebljanih konstrukcij.

Zaradi velike zaposlenosti in brzine dela pa uspehi z žebljanimi nosilci niso bili povsod enako zadovoljivi. V nekaterih primerih so take konstrukcije popustile že pod lastno težo, druge jih je odnesel veter, ali so pa dobile take upogibe, da jih niso mogli uporabiti. Zato so tudi strokovnjaki začeli gledati na žebljane konstrukcije z nezaupanjem in se jim izogibati. Zato moramo raziskati vzroke teh neuspehov ter si ustvariti pravilnejše mišljenje o kakovosti žebljanih nosilcev. Ogleдали si bomo napake, ki jih zasledimo 1. pri projektu, 2. pri materialu in 3. pri izvedbi, nato pa bomo dali nekaj nasvetov za izboljšanje kakovosti. Na koncu bomo poročali o rezultatih poizkusne obremenitve žebljanega nosilca razpona 12 m.

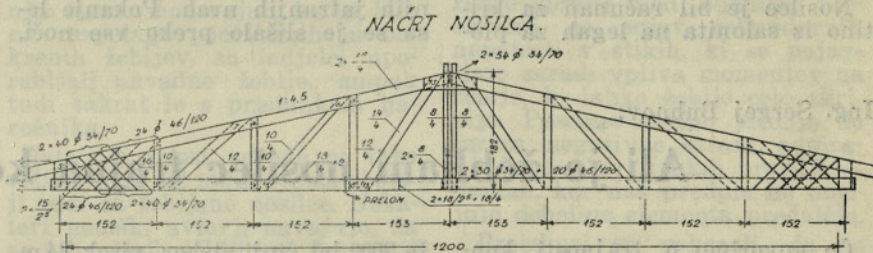
1. Projekt mora biti izdelan z vsemi potankostmi in v okviru predpisanih norm. Ni dovolj, če označimo samo število žebeljev v vozlišču, nakazati moramo tudi njihov natančen razpored. Tako dobimo tudi kriterij po katerem ugotovimo, če se lahko spravi potrebno število žebeljev na določeno mesto. Našim tesarjem nikakor ne smemo prepuščati, da sami razporejajo žeblje. Prečne vezi (povezja) morajo biti projektirane detajlno in ne samo shematično. Pozabljamo, da se streha razprostira v dveh smereh: v prečni in vzdolžni. Isto velja tudi za horizontalna povezja; to le redkokdaj vidimo v projektu, čeprav so bistven del celotne konstrukcije. Skrajšuje-

jo namreč uklonsko dolžino zgornjega pasu. Dalje moramo upoštevati ekscentričnost priključkov. Tej se pri žebljanih konstrukcijah ne moremo izogniti. Tudi ni varno določevanje dodatnih sil, ki nastopijo pri tem. Ker so žebli elastični, je verjetno, da nastane v vozlišču delno ravnotežje in izračunane dodatne napetosti ne pridejo v celoti do izraza. Vendar nas uči izkušnja, da nastopijo lomni nosilcev navadno tik ob vozliščih, kar kaže na vpliv ekscentričnosti priključka.

2. O kakovosti lesa se mnogo govori in pogosto se neupravičeno trdi, da je bil vzrok kake nesreče les. Če je kakovost cementa v primeri s predvojno res slabša, za les tega ne moremo trditi, saj raste ravno tako kot preje. Ker ga pa naša podjetja ne sortirajo in ker vgradijo vse, kar jim pride pod roke, se seveda lahko zgodi, da »samo« eno mesto na nosilec popusti in se nosilec zruši. Zato pa ni kriv les, pač pa je želeti, da izvajalci bolj pazijo na kakovost lesa. Dejstvo, da se uporablja skoro izključno svež les, zmanjšuje nosilnost žebljanih konstrukcij. Nasprotno pa svež les razpoka mnogo manj ali nič v primeru s suhim lesom. Neopoznano je dejstvo, da smrekov les pri žebljanju ne poka, da pa jelov les včasih tako razpoka, da ga ne moremo uporabljati. Zato

je treba uporabljati smrekov les za vse natezne dele (spodnji pas in priložke v stikih). Končno je razvidno iz vseh nam znanih poročil o poizkusih z lesenimi nosilci, da je za lom nosilca merodajna natezna napetost lesa: skoro vedno počí spodnji pas. Zato bomo od lesa, ki nam je na razpolago, uporabili najboljše dele za spodnji pas in za priložke. Iz navedenega vidimo, da moremo kakovost nosilca mnogo dvigniti, ako pri izvedbi pazimo na posebnosti lesa.

3. Največje napake smo ugotovili pri izdelavi nosilcev. Kdor od nadzornih organov ni bil prisoten pri krojenju nosilcev in zabijanju žebeljev, ta si ne more zamisliti, kakšne napake se tu dogajajo. Zdi se, da je eden izmed bistvenih razlogov nesolidnosti izdelave prirojena intipacija tesarskih mojstrov do žebljanih nosilcev. Zato prepuščajo izdelavo neizkušenim delavcem, ki načrtov ne razumejo. Če nimajo na razpolago žebeljev 12 cm dolžine, vzamejo isto število žebeljev 9 cm dolžine, ki niti ne gredo skozi vse deske, ki jih 12 centimeterški žebelj spoji. Ako začne deska pokati zaradi slabe kakovosti, zabijajo žeblje naprej in pogosto je deska pri vseh žebljih razpokana. Napačno je mišljenje, da je treba žebelj zabijati čim globlje v les; ko je žebelj že na svojem



UPOČIBNE LINIJE (v cm).

OBREMENITEV:	157,0 kg/m ² (-628,0 kg/m)	12	41. E 51.	40
		11cm		
OBREMENITEV:	107,0 kg/m ² (-751,0 kg/m ²)	14	21. E 51.	11
		12	16	15
OBREMENITEV:	219,0 kg/m ² (-874,0 kg/m ²)	16	22. E 51.	15
		14	17	16
OBREMENITEV:	260,0 kg/m ² (-1120,0 kg/m ²)	23	24	23
		25	24	23
OBREMENITEV:	342,0 kg/m ² (-1368,0 kg/m ²)	26	23	26cm
		26	22. E 51.	
		PRELOM	23. E 51.	

mestu, ga zabijajo še naprej v les ter pri tem zdrobijo del deske okoli glave žeblja. S tem že oslabilen prerez še bolj oslabiljo. Na slabo kakovost nosilcev vpliva poleg navedenega tudi velika brzina pri izdelavi. Naše norme za izdelavo žebljanih nosilcev so zelo ostre ter jih delavci skušajo doseči s forsiranim delom, seveda na račun solidnosti. Tako predvidevajo naše norme GN-601-210 za nosilec 16 metrov razpona 13 norma ur za izdelavo, kar je očitno premalo. Pri tem so tu vštete še vse prečne in horizontalne vezi. Zato bi bilo po našem mnenju priporočljivo, da se označena norma popravi na osnovi doslej dobljenih izkušenj.

V želji, da dobimo pravo sliko nosilnosti žebljanega nosilca, takšnega kakor ga izdela gradbeno podjetje, je Zvezno montažno podjetje v Mariboru odobrilo pri zidanju svoje mehanične delavnice izvedbo poizkusa. Ob enem z ostalimi je bil izdelan nosilec 12 m razpona (glej sliko) iz zdravega smrekovega lesa. Les je ustrezal II. kategoriji po naših normah. Poizkus so izvedli približno mesec dni po izdelavi, tako da je bil les že v stanju sušenja. Žebli 46/120 niso v 4 centimeterskih deskah povzročili nikakega pokanja lesa. Nosilec je bil postavljen pod streho ob šupi; zgornji pas je bil na vsak meter bočno podprt, tako da je bila dosežena uklonska dolžina, kakor je predvideval statični račun. Nosilec smo obtežili z opeko, ki smo jo polagali na zgornji pas.

Nosilec je bil računat za krifino iz salonita na legah za plo-

hasti strop z ometom ter za korigirno obremenitev s snegom in vetrom, kar znese z lastno težo 149 kg/m² tlorisa ali 596 na tekoči meter nosilca, ker je bilo predvideno polaganje nosilcev na vsake 4 metre. Upoštevač vpliv ekscentričnosti priključkov, smo najbolj obremenili prva vozlišča levo in desno od sredine nosilca. Maksimalna natezna napetost pri zgornji obremenitvi bi bila v spodnjem pasu 76 kg/cm², maksimalna napetost na pritisk v zgornjem pasu pa 88 kg/cm². Napetosti zaradi ekscentričnosti priključka smo izračunali tako, da smo celotni moment (to je sila v vertikalni krat ekscentriciteta) razdelili levo in desno od vozlišča v polovičnem iznosu.

Pri obremenitvi 628 kg/m² ali 157 kg/m² smo z opazovanjem prenehali in nadaljevali z obremenitvijo šele naslednji dan, da bi ugotovili dodatni upogib v 24 urah. Ta je znašal 2 cm. Pripomniti moramo, da smo upogibe merili primitivno in da je bilo težko natančno ugotoviti posodanje podpor v zemljišče. Ker nas je zanimala predvsem nosilnost nosilca, nas to ni motilo. Nato smo polagoma nadaljevali z obremenjevanjem. Pri obremenitvi 1.366 kg/m² (342 kg/m²) so bili upogibi že izredno veliki in se je slišalo prvič pokanje lesa. Vendar je nosilec še držal očitno že lomno obremenitev. Zaradi tega smo ponovno prenehali z obremenjevanjem, s tem da nadaljujemo naslednji dan. Ko smo prišli naslednji dan k nosilcu, je bil ta že na tleh; zrušil se je v zgodnjih jutranjih urah. Pokanje lesa se je slišalo preko vse noči.

Lom nosilca je nastal zaradi pretrganja spodnjega lesa in sicer v najbolj obremenjenem vozlišču. Na pritisnjenih delih ni bilo opaziti nikakršnih poškodb, niti izbočenja zaradi uklona. Vozlišče ob podpori se je pokazalo popolnoma togo, in bi vzdržalo še večjo prečno silo. Tudi žebli niso kazali večjih premikov; razpok ob žeblih zaradi preobremenjenosti ni bilo. Lomna natezna napetost lesa je bila v našem primeru 175 kg/cm², napetost na pritisk (še ne izrpana) pa 202 kg/cm². Iz tega sledi uvodoma že omenjeni zaključek, da je treba pri lesenih nosilcih paziti predvsem na natezne dele (spodnji pas), medtem ko je videti, da prenese les v pritisku znatno več kot v nategu. V nategu pridejo razne okvare lesa znatno bolj do veljave, predvsem zaradi grč, ter je bila tudi v našem primeru na mestu loma precej velika grča.

Varnost nosilca je bila 2,3 kratna v primeru s celotno obremenitvijo; varnost glede na obtežbo snega pa je bila 3,3 kratna. Pri tem moramo upoštevati, da je bil nosilec skoro iz svežega lesa. Pri stavbah se pa les v nekaj letih osuši tudi za 10 odstotkov ter se v tem primeru varnost konstrukcije zelo zmanjša. Zato moramo ponovno poudariti, da je treba izdelati žebljane poveznike iz suhega lesa, da nam varnost, ki ni zelo velika, ne pade pod dopustno mero. Čeprav nekateri tuji strokovnjaki trdijo, da ne škodi izdelovanje žebljanih nosilcev iz svežega lesa, so pa naše dosedanje izkušnje pokazale ravno nasprotno.

Ing. Sergej Bubnov:

Ali je žebljani nosilec trajna konstrukcija?

Če govorimo o trajnosti konstrukcije, moramo misliti predvsem na vrsto materiala, iz katerega je izdelana. Razumljivo je, da je dober naravni kamen trajnejši kot opeka ali les. Toda ni samo vrsta materiala odločilna za trajnost konstrukcije kot celote. Važna je tudi oblika konstrukcije in zunanji vplivi, katerim je konstrukcija izpostavljena. Egiptovske piramide zaradi svoje oblike, ki je statično absolutno stabilna in omogoča idealno odvodnjavanje, stojijo že skoraj 5000 let, čeprav so nekatere izmed njih bile zložene celo iz opeke (mastaba), medtem ko celjski grad skupaj z neštetimi drugimi gradovi, ni mogel dočakati niti svoje 500-letnice. V Aksumu

že 2000 let stoji steber, visok 24 m v monolitnem kamnu, medtem ko mnogi stebri grških templjev, zloženi iz posameznih blokov, niso dočakali naših časov. Leseni koli, na katerih so zgrajene Benetke, so sedaj ravno tako nosilni, kot pred tisoč leti, ko so bili zabiti in bodo najbrže celo preživeli najmodernejše Wolfholzove pilote, na katerih postavljajo nove stavbe v Benetkah, medtem ko lesene kože naših mostov propadejo v 5 do 10 letih.

Torej je trajnost konstrukcije relativen pojem. Če hočemo presojati trajnost lesenih žebljanih konstrukcij, moramo njih trajnost primerjati s trajnostjo lesenih konstrukcij podobnih statičnih sistemov, ki delujejo v

DK 624.023.93.011.1 : 694.2.028.5

enakih razmerah in so izpostavljene enakim zunanjim vplivom. Žebljani nosilci, bodisi kot polnostenski nosilci, ali kot predalčja s priključenimi z žebli, tegnjenimi palicami, se uporabljajo pri nas kot trajne konstrukcije predvsem v obliki strešne konstrukcije. Polnostenski žebljani nosilec pri lesenih mostovih so bili zmeraj več ali manj provizorična konstrukcija, kar tudi dejansko je leseni most v celoti.

Lesene žebljane konstrukcije bi lahko umestno primerjali z drugimi sistemi strešnih konstrukcij, ki so že preble preizkušnje trajnosti, ali pa je njih statično delovanje toliko jasno, da se lahko dovolj zanesljivo sklepa o njihovi trajnosti.

Žebljani nosilci so prišli k nam iz Nemčije, čeprav ideja kot po navadi ni nemška. Že v drugi polovici XVI. stoletja je nek Francoz začel izdelovati prve žebljane nosilce. Pozneje se je ta način nekako pozabil. Sele pred drugo svetovno vojno so se Nemci spomnili tega načina in s svojo lastno temeljitostjo obdelali ves problem ter ga začeli uvajati v prakso. Med drugo vojno so se žebljani nosilci zelo razširili v Nemčiji, kjer so jih uporabljali ne samo kot strešne konstrukcije, temveč celo kot nosilce cestnih mostov z največjo obremenitvijo. Pri tem so uporabili poseben eksperimentalno-teoretičen statični postopek upoštevanja medsebojnega sodelovanja vseh vzdolžnih in prečnih nosilcev pod obremenitvijo, po načinu Leonardisa (Trägerrostwerke).

Vzroke znatnega razvoja žebljanih konstrukcij pri nas po osvoboditvi je treba iskati deloma tudi v nekoliko pretiranem vplivu, ki je zmeraj imela na našo tehniko nemška tehnika. Tako smo mogoče brez potrebne kritičnega preudarka prevzeli ta tip konstrukcij in ga začeli široko uporabljati delno že zaradi tega, ker ga je nemška strokovna literatura podrobno obdelala in nemška praksa široko uporabila. Toda pri tem bi morali upoštevati dejstvo, da je razvoj žebljanih nosilcev v Nemčiji dejansko povezan z obdobjem, ko je politika premočno posegala tudi v tehniko in celo diktirala usmeritev razvoja tehnike. Takrat je imela Nemčija za osnovni problem svojega gospodarstva prihranek čim večje količine železa za potrebe oborožitve. S tem je bila gradbeništvu postavljena naloga zmanjšati porabo železa na minimum. Tako so Nemci začeli iskati možnosti zamenjave nosilne železne konstrukcije z drugimi nosilnimi materiali. Pri gradnji mostov na avtostradi so začeli uporabljati, kjer je bilo mogoče, kamenite oboke, v skrajnih primerih železobetona, pri visokih stavbah pa namesto železnih konstrukcij lesene žebljane nosilce in lesena predalčja kot strešne konstrukcije. Dirigirana tehnika v Nemčiji ni mogla takrat razpravljati o racionalnosti takega načina, toda dejstvo, da so se žebljani nosilci v drugih državah zelo malo uporabljali, kaže, da je racionalnost teh konstrukcij pri trajnih zgradbah precej problematična.

Racionalnost v tem primeru je seveda funkcija trajnosti. Če bi strešna konstrukcija po 20 do 30 letih zahtevala temeljite rekonstrukcije, ali pa celo polne izme-

njave, medtem ko bi bili nosilni zidovi še polno uporabni, bi bila taka konstrukcija komaj racionalna. Da bi žebljane strešne konstrukcije lahko bile racionalne, bi morale vzdržati vsaj toliko, kolikor zdržijo strešne konstrukcije drugih sistemov, kot na primer stereotipni sistem vešal, katerega trajnost znaša tudi več sto let, če je pravilno zavarovan pred zunanjimi vplivi. Seveda je ta sistem uporaben za relativno manjše razpetine, toda morali bi imeti take lesene konstrukcije, ki bi bile pri večjih razpetinah ravno tako trajne.

Žebljani nosilci so zelo mlade konstrukcije. Preteklo je komaj 20 let, odkar so se začeli široko uporabljati in je sedaj še prezgodaj dokončno sklepati o njihovi trajnosti in nosilnosti. Toda lahko že sedaj upoštevamo določene okoliščine, ki so nam znane in ki lahko odločilno vplivajo na njih trajnost.

Glavna in najbolj resna hiba teh nosilcev je nevarnost rjaveanja žebeljev. Nemci navajajo, da je uporaba žebeljev pri lesenih konstrukcijah že stara in da se je odlično obnesla že v davnih časih pri ladjedelništvu. Toda pri tem najbrž pozabljajo, da je uporaba takih žebeljev, kakršne uporabljamo za žebljane nosilce v gradbeništvu, v ladjedelništvu nekaj popolnoma nemogočega. Dober mojster ladjedelec ne bo takih žebeljev uporabljal že zaradi svojega dobrega slovesa, ker ve, da bi ladja, zbita s takimi žebli, vzdržala komaj 10 let, kljub zaščitnemu vsakoletnemu pleskanju. Samo med vojno, ko ni bilo na razpolago pocinkanih in bakrenih žebeljev, so ladjelci uporabljali navadne žebelje, ampak tudi takrat le s pristankom naročnika.

Ista nevarnost, seveda ne tako velika, toda nič manj resna, obstoji tudi za žebljane nosilce. Nekateri nemški avtorji navajajo, da so bili včasih žebli več desetletij v lesu zabiti in ko so jih potegnili ven, so bili nezarjaveli. Možno je, da žebelj, zabiti v masivni kos suhega lesa, dolgo časa ne zarjavi. Toda problem ni v tem delu žeblja, ki je trdno zabiti v masiven suh les, temveč v tistem delu, ki je med dvema ploskvama elementov, ki jih žebelj veže skupaj. Če bi imeli zmeraj samo idealno suh les, bi ta dolžina žeblja morala biti praktično enaka ničli. Toda, ker imamo v praksi zmeraj opravka z več ali manj vlažnim lesom, ki se še zmeraj suši, krči, poka in celo krivi, nastajajo med tema dvema ploskvama že po izdelavi nekatere špranje, ki so lahko večje ali manjše, toda navadno zmeraj

tako velike, da dopuščajo dostop kondenzacijske vlage. Vpliv kondenzacijske vlage na podstrešju, ki je celo popolnoma zavarovano pred zunanjimi atmosferskimi vplivi, lahko ugotovimo, če pustimo na podstrešju kakršen koli železen predmet vsaj eno zimo. Že na spomlad ga prekrije debela skorja rje. Celozaboji, ki več let ležijo na podstrehi, začnejo razpadati, ker žebli rjavijo. Ni dvoma, da bo rja napadla tudi žeblje žebljanih nosilcev in sicer na najbolj občutljivem mestu. Tak les, ki ga v splošnem uporabljamo v gradbeništvu, se bo zmeraj sušil in s tem spreminjal svoje dimenzije ter povzročil razmake med lesenimi elementi, ki so vezani z veznimi sredstvi. Ta pojav je tudi upoštevan v nekaterih navodilih za nekatere lesene konstrukcije, vezane z vijaki, katerim je treba po preteku določenega časa pritegniti matice (nachziehen). Če se ta postopek lahko uporablja pri strešnih konstrukcijah večjih razpetin, zvezanih z vijaki, čeprav z nekaterimi težavami, bi bilo temu ustrežajoče naknadno pribijanje žebeljev praktično skoraj neizvedljivo in se v praksi tudi nikoli ne opravlja. Negativni vpliv vlage na žebelje se lahko odstrani, če se uporabljajo žebli, prevlečeni s cinkom ali s kadmijem, toda taki žebli so precej dražji od navadnih in bi uporaba teh žebeljev precej spremenila ekonomsko stran žebljanih konstrukcij.

Nadaljnji nedostatek žebljanih vezi v predalčjih, ki ga povzroča ravno tako sušenje lesa in odpiranje špranj med stičnimi ploskvami, je pojav sekundarnih napetosti v stikih, ki se pojavljajo zaradi vpliva momentov na žebelje, ki lahko žebelje celo skrivijo. Posebno močno pridejo do izraza negativne strani odpiranja špranj, pri tenkih profilih — deskah, ker naš predpis ne omejuje debeline elementa predalčja.

Preizkusi so pokazali, da so žebljane zveze bolj kot katerekoli druge zveze, podvržene plastičnim deformacijam.

Nadaljnji nedostatek žebljanih konstrukcij so možnosti poševnih odklonov žebeljev, okvare in krivljenje koncev žebeljev pri zabijanju v nevidne grče itd. Te so manjšega pomena, toda lahko še bolj stopnjujejo omenjene pomanjkljivosti.

Glede na zgoraj našete nedostatke žebljanih konstrukcij, je očitno, da se te konstrukcije ne morejo primerjati z lesenimi konstrukcijami, katerih stiki so obdelani v obliki klasičnih tesarskih zvez. Te zveze ne samo da nimajo v sebi železnih delov, ki so podvrženi rji, temveč kažejo

še to dobro stran, da se same prilagodijo spremembam, ki jih konstrukcija povzroča zaradi sušenja in krivljenja. Pri strešnih konstrukcijah za večje razpetine, pri predalčjih, kjer ni mogoče vse stike v vozliščih izdelati s tesarskimi zvezami, bi se lahko izognili nedostatkov, ki se pojavljajo pri žeblijanih konstrukcijah, z uporabo drugih zveznih sredstev, predvsem raznih vrst železnih pocinkanih zmoznikov in vijakov. Uporabo patentiranih zmoznikov, ki je zelo udomačena v tujini, nudi tudi izredno ugodne statične možnosti za prenos sil v vozliščih, toda pri nas ta način vezave lesenih konstrukcij še do sedaj ni našel prave poti. Zato bo umestno tem lesnim zvezam posvetiti več pozornosti in ob drugi priliki posebej obdelati ta problem. Zveza z vijaki je že davno znana, je pa v mnogih primerih statično manj ugodna, vijaki sami so tudi podvrženi vplivu rje, čeprav so pri njih ti vplivi manj nevarni zaradi relativno velike ploskve prečnega prereza. Lep-

ljene konstrukcije za sedaj ne pridejo v poštev pri nas, ker še nimamo za to kvalitetnih materialov in tudi ne potrebnih izkušenj.

S temi ugotovitvami še ni izrečena končna sodba nad žeblijanimi konstrukcijami. Za sedaj so v tej pravdi poleg obteženega žeblijanega nosilca, še tožilci in zagovorniki, manjka pa sodnik. Toda sodnik — to je čas — še pride. On bo presodil in pokazal, kdo je imel prav — tožilci ali zagovorniki. Izkušnje, ki smo jih pridobili z žeblijanimi nosilci letos ob priliki preobremenitve s snegom, za sedaj niso pričale v prid žeblijanih konstrukcij. Da bi se izognili posledicam, ki bi jih utegnili imeti na naše gradbeništvo negativna sodba, ki jo čas lahko izreče nad žeblijanimi konstrukcijami, bi bilo umestno, da se že sedaj podvzamejo določeni ukrepi. Zdi se nam, da bi ti ukrepi morali biti predvsem naslednji:

1. Povsod, kjer je mogoče, uporabljati jeklene pocinkane zmoz-

nike namesto žbljev. Zato je treba določiti tip zmoznika in organizirati širšo proizvodnjo tega zmoznika v podjetjih domače industrije, tako da bi izdelek strogo ustrezal postavljenim zahtevam nosilnosti.

2. Dokler ni na razpolago zanesljivih jeklenih zmoznikov, pri strešnih konstrukcijah v obliki predalčij, uporabljati mešane železno-lesene konstrukcije s tegljenimi vertikalami iz okroglega železa in s tisnjenimi diagonalami ali druge sisteme.

3. Za žeblijane nosilce omejiti razpetino, do katere se taki nosilci lahko uporabljajo.

4. Žeblijane nosilce uporabljati predvsem na izrazito provizoričnih zgradbah, kot so na primer barake in druge začasne zgradbe.

Če bi usmerili projektiranje in izvedbo naših lesenih strešnih konstrukcij po tej poti, bi bili vsekakor obvarovani pred nevšečnostmi, ki nam jih lahko še prinesejo žeblijani nosilci.

Dr. techn. Branko Žnidaršič:

Oblikovanje cest

DK 625.72

Sodobne ceste morajo ustrezati tako prometno - tehničnim kakor tudi estetskim zahtevam. Promet od mesta do mesta, od pokrajine do pokrajine je zahteval vedno bolj skrbno zgrajene ceste. Napredujoča tehnika je vse ovire, ki so se upirale, n. pr. reke, gorovja, močvirja, itd. premagala, pri tem pa je vedno bolj padel občutek za organsko povezavo ceste in pokrajine. Cesta je v največ primerih postala umetno telo, ki se prav nič ne sklada z obdajajočo naravo.

Šele v novejšem času so prišli graditelji cest do spoznanja, da bo njihovo delo popolno, da bo cesta organska celota s pokrajino le v primeru, če bodo poleg prometnotehničnih zahtev upoštevali tudi zakone, ki jih predpisuje narava. Ceste vodijo skozi življenjski prostor našega naroda. Ta življenjski prostor je razdeljen v nešteto manjših življenjskih prostorov, od katerih ima vsak svoje posebnosti, svojo posebno podobo. Če hočemo, da se bo cesta spajala s pokrajino v življenjsko celoto, se mora prilagoditi tem posameznim življenjskim prostorom. Tehnika gradnje ceste mora biti povsod enaka, vgradištev ceste v sestav pokrajine pa različna, in sicer vedno prilagojena tisti pokrajini. Vožnja po tako zgrajeni cesti

vozača ne bo utrudila, ampak osvežila.

Tri sredstva imamo, ki nam pomagajo pravilno vgraditi cesto v pokrajino:

1. Pravilno izpeljana trasa tako v tlorisu kot v narisu.

2. Pravilno oblikovanje pobočij ukopov oz. nasipov.

3. Zasaditev oziroma zasejanje primernih rastlin.

Ad 1.

Pravilno izpeljana trasa se lepo prilagodi terenu in se izogiba nasilnemu poseganju v naravo. S pojmom trasiranja v splošnem pomenu besede razumemo ureditev trase tako v tlorisu kot v narisu. Težavnost pravilnega trasiranja je prav v tem, da moramo trasirati istočasno v tlorisu in narisu. Še tako lepa linija trase v tlorisu ne zadošča, če nivoleta ni pravilno položena in obratno. Torej moramo trasiranje obravnavati prostorninsko. Vsaka nezveznost trase bodisi v tlorisu, bodisi v narisu, daje izvršeni cesti nelepo podobo. Ta učinek se še poveča s perspektivnim skrajšanjem. Le harmonično urejena linija v tlorisu in njej prilagojena lega nivelete nam dasta v perspektivni sliki estetsko zadovoljiv potek trase. Zato moramo pri trasiranju zelo

paziti tudi na estetski videz trase.

Harmonično izpeljana trasa vključno s pobočji ukopov oz. nasipov se mora harmonično prilagajati v obdajajočo okolico. Le v tem primeru bo cesta učinkovala kot z naravo skladajoče se umetno telo.

Po drugi strani pa seveda s prilagojevanjem trase terenu ne smemo pretiravati, ker na noben način ne smemo pri tem poslabšati linije terase. Ko prilagojujemo traso terenu, ne pozabimo na to, da ceste ne smemo v pokrajini skriti, ampak jo moramo poudariti. Cesta ne sme pokrajinske slike razbiti, ampak mora s svojim potekom še poudariti posebnosti pokrajine.

V naslednjem so podana le glavna splošna navodila za vodenje trase. Pri tem nam na žalost manjkajo primerne fotografije, ki bi najbolj zgovorno komentirale posamezne primere.

Ena glavnih napak pri izpeljavi trase v tlorisu so prekratki loki. Ko cesto trasiramo, moramo paziti ne samo na velikost krivinskega polmera, ampak tudi na potrebno dolžino loka. Da trasna linija poteka zvezno, mora biti dolžina loka vedno v harmoničnem razmerju z dolžino temu loku priključene preme. Prekratki loki med dolgimi prema-

mi so videti kot lomi trase. Na to napako moramo paziti predvsem takrat, ko se smer trase le malo spremeni. V teh primerih uporabimo loke z zelo velikimi polmeri in na ta način povečamo dolžino loka.

Drugo zelo važno vprašanje, ki se tiče tlorisne izpeljave trase, je: kako dolga sme biti prema, ki je prometnotehnično in estetsko dopustna? Ali naj daljše premočrtne odseke sploh opustimo in izpeljemo trase samo v lokih? Splošno veljavnega pravila za to nimamo. Na vsak način sta za to merodajna prometnotehnični vidik in pa pokrajina, po kateri cesta vodi. Iz prometnotehničnih razlogov ne smemo uporabiti predolge preme, ker vožnja po njej zaradi svoje enoličnosti vozača uspava, posebno še utrujene vozače počasnih tovornih avtomobilov. Pri trasiranju avtomobilskih cest so začeli preme popolnoma izpuščati, kar pa tudi ni pravilno. Tako je n. pr. vijuganje cestne trase v popolnoma ravni in odprti pokrajini vedno videti nenaravno, ker tukaj nima pravega vzroka. V takem primeru smemo uporabiti tudi daljšo premo, posebno še, če tudi ostale prometne poti potekajo premočrtno ali je pa n. pr. vsa pokrajina razdeljena s premimi črtami (n. pr. kultivirana močvirja). Daljše preme uporabimo torej le v izjemnih primerih in če jo uporabimo, bomo videli ceste popravili s pravilno položeno niveleto. Niveleta na takih odsekih naj ne bo vodoravna, ampak ji damo lahek padeč. Lome nivelete pa zaokrožimo z zaokrožilnimi loki z velikimi polmeri.

V gozdnati pokrajini pa se dolgih prem izogibljeno in uporabljamo rajše zelo dolge loke z velikimi polmeri. Posebno moramo paziti na vstop oziroma izstop ceste iz gozda in ga izvršiti vedno v loku in ne v premi, ker drugače trasa nasilno razbije sliko prirode.

V razgibanem terenu naj se cesta ujema z oblikami terena, kolikor seveda dopuščajo trasirni elementi ceste. Cesto moramo lepo prilagoditi terenu, pri tem pa ne pretiravati. Preozkosrčno prilagojevanje trase terenu je videti nenaravno.

Prav tako kot kratki loki med dolgimi premami, motijo podobo ceste tudi kratke preme med dolgimi loki. Potrebno zveznost v risni izpeljavi ceste dosežemo na ta način, da izberemo dolžino preme v pravilnem sorazmerju z obojestranskimi loki. Posebno velja to za vmesne preme med nasprotnimi loki. Le če je dolžina preme v pravilnem razmerju z dolžinama priključenih lokov,

bo potekala linija ceste res mehko in elegantno.

Če je vmesna prema med nasprotnimi loki prekratka in zaradi katerihkoli razlogov ne moremo vstaviti daljše, je bolje, da jo sploh opustimo in staknemo skupaj začetke krivin.

Eno zelo važnih vprašanj pri trasiranju cest je, ali naj prehodnice pri cestah uporabljamo pri vseh lokih ali ne. Tudi če prehodnice iz voznotehničnih razlogov ni potrebna, n. pr. pri krožnih lokih z večjimi polmeri, je njena namestitev zaželena in umestna iz estetskih in psiholoških razlogov. Poudariti pa moramo, da estetski in psihološki razlogi zahtevajo znatno daljše prehodnice kot voznotehnični. Le primerno dolge prehodnice in ustrezajoče prehodne rampe nam zagotovijo zvezen prehod iz preme v krožni lok.

Ker zahteva estetski razlog, da je treba vsako spremembo v zakrivljenosti cestne trase izvesti polagoma in zvezno, moramo prehodnico vstaviti ne samo med premo in krožni lok, ampak tudi med dva dotikajoča se istosmiselna krožna loka z različnima polmeroma.

Različni objekti tvorijo pri oblikovanju ceste posebno poglavje. Vsak problem oblikovanja objekta je problem zase in ga moramo rešiti v skladu s cesto in z obdajajočo pokrajino. Tako n. pr. ne smemo izvesti mosta v premi, če je trasa na tem mestu zakrivljena. Prav tako moti horizontalen most, če je trasa v sklonu. Torej morajo biti objekti tako tlorisno kot višinsko vključeni v tok cestne linije. Seveda so pa tudi primeri, ko je treba linijo ceste prilagoditi obliki in legi mostu.

Vse, kar smo navedli važnega za tlorisno izpeljavo ceste, velja tudi za izpeljavo trase v narisu, t. j. za polaganje nivelete. Predvsem moramo paziti na zaokroženja lomov nivelete, ki ne smejo biti prekratka. Če hočemo, da bo trasa tudi v narisu potekala zvezno in harmonično, ne smemo uporabljati zaokrožilnih lokov s premajhnimi polmeri. Prekratka zaokroženja lomov nivelete med dolgimi premami učinkujejo neestetsko in so videti kot lomi nivelete. Velikost polmerov vertikalnih krivin je, če hočemo cesto estetsko oblikovati, odvisna tudi od podolžnih sklonov ceste na tistem mestu. Čim manjši so namreč podolžni skloni, temvečje polmere zaokrožilnih lokov moramo uporabiti, če hočemo traso zvezno izpeljati. Če si sledi več takih zaokroženj s premajhnimi polmeri, dobi cesta zaradi perspektivnega skrajšanja nemiren, valovit potek.

Tlorisno še tako lepo izpeljana trasa pokvarimo, če niveleto nepravilno položimo. V tlorisu širokopotezno izpeljana trasa ne prenese malenkostnega prilagojevanja nivelete terenu. Če moramo traso v tlorisu zaradi terenskih prilik vijugasto izpeljati, moramo poskušati, da vsaj čim manj menjavamo sklon. Pri trasiranju sodobnih cest moramo vedno misliti na to, da je cesta trajna gradnja in je zato ne smemo reševati ozkosrčno in gledati samo na izenačenje mas.

Ad 2.

Drugo sredstvo, ki ga imamo na razpolago, da spojimo cesto in pokrajino v harmonično celoto, so pravilno oblikovani nasipi oz. ukopi, ki ne smejo imeti togih tehničnih oblik, ampak se morajo prilagoditi bližnji okolici. To dosežemo s primerno položnimi pobočji ukopov oz. nasipov, ki jih ob vznožju še zaokrožimo, da polagoma prehajajo v teren.

Do sedaj smo izvrševali pobočja nasipa oz. ukopa s konstantnim naklonom. V estetskem pogledu so boljša pobočja s konstantno dolžino, ker manj nasilno posegajo v naravo in ukop oz. nasip tako rekoč nevidno preideta v teren.

Ad 3.

Najboljši vezni člen med cesto in pokrajino so na biološki podlagi izbrane rastline, tako drevesa in grmovja kot tudi trave. Nepravilno izbrane rastline pa bi cesto in pokrajino razdvajale namesto spajale. Vsaka pokrajina ima pa svoje tipične rastline in zato navajamo le nekaj tipičnih primerov:

a) Cesta vodi po ravni kultivirani pokrajini brez dreves, povsod sama polja. V tako pokrajino sodijo: hrast, dob, lipa.

b) V pokrajino, poraslo z resjem, sodijo breza, trepetlika in jerebika ter grmovja, brinje, divja vrtnica in črni trn.

c) Karakteristična drevesa za bogato gozdnato pokrajino so bukev, jesen, divja češnja, hrast, beli gaber, javor, smreka, jelka, macesen oziroma grmovje: divja vrtnica, bezeg in beli trn.

d) Za odprto, lahno valovito pokrajino (travniki), obdelana zemljišča, majhni gozdovi, potoki, reke, jezera) so primerna drevesa jesen, hrast, divja češnja, oziroma grmovje: divja vrtnica, robida, črni trn, beli trn, iva in dren.

e) V pokrajinah s sadnim drevjem se kot spojni element ne priporočajo drevesa z nizko krošnjo (n. pr. češplje), ker ovirajo pregled posebno pri avtobusih in

tovornih avtomobilih. Dobro so v ta namen nekatere vrste hrušk, posebno tepke, dalje češnje, jable in prav posebno orehi.

f) Če cesta poteka po lokah in livadah, uporabimo topol, vrbo, jesen, dob in brest.

g) V razdrto pokrajino sodijo močvirna breza, jelša, črni topol, vrba. Posebno karakteristične so za tako pokrajino stebelaste rastline: biček, preslica, baldrijan, praprot, divji hmelj in različne druge močvirne rastline.

Velika napaka tako v estet-

skem kot tudi v prometnotehničnem pogledu so občestni drevo-redi, posebno če cesta poteka v premi. Tak drevo-red v sončnem vremenu vozača zelo moti, ker se naglo izpremenjavata senca in svetloba. Pri hitri vožnji lahko pripelje do nesreče. Zato ob sodobnih cestah zasadimo raje skupine dreves, ki zelo poživljajo okolico, če so pravilno nameščene, n. pr. pri prehodu iz preme v krivino, pri križanju z drugo cesto, itd. Seveda pa dreves ne smemo nasaditi preblizu ceste.

Če cesta vodi skozi gozd, bomo

ustvarili lepo sliko s primernimi poseki.

Zelo moramo paziti pri nameščanju odbijačev in različnih občestnih ograj, ker se v tem pogledu mnogo greši. Visoki in gosto postavljeni odbijači ali visoke neokusne ograje, ki več kilometrov spremljajo cesto, estetsko zelo neugodno delujejo. Pri hitri vožnji pa je to tudi nevarno za vozača. Zato n. pr. visoke nasipe zavarujemo predvsem s položnimi pobočji in pa, če je potrebno, še z nizko arhitektonsko obdelano ograjo.

Inž. Jože Ferenčak:

Površinske prevleke

(Nadaljevanje)

DK 625.75

Izboljšanje sprijemljivosti med vezivom in agregatom se skuša doseči z aktiviziranimi vezivi. Vezivu, ki ga hočemo aktivizirati, dodamo neko snov »aktivator«. Od dobrega aktivatorja se zahteva, da ohrani tudi po gretju veziva svoje lastnosti, nadalje ne sme povzročati pod vplivom dežja in prometa emulzijo veziva v vodi. Vrsto aktivatorja izberemo glede na kakovost agregata. Nekateri imajo večje dejstvo pri bazičnih, drugi pri kislinjskih zrnih.

Aktivizirana veziva se včasih dobro obnesejo pri manj ugodnem vremenu, dočim pri ugodnem letnem vremenu največkrat ne kažejo nobenih prednosti glede na neaktivizirana veziva.

V novejšem času se na zunanjem trgu pojavljajo veziva, ki so s fizikalnega stališča sorodna bitumenskim vezivom, ki pa so bodisi brezbarvna ali raznobarvna. Z njimi se morejo graditi razne vrste vozišč po principu asfaltov, a s to prednostjo, da dovoljujejo izvedbo vozišča v raznih barvah. Površinske prevleke, izdelane s pomočjo primernih barvastih veziv, dobijo po končanem komprimiranju barvo agregata, iz katerega so pripravljene. Barvo prevleke lahko še ojačimo ali omilimo s polnilcem primerne barve, ki se doda agregatu pred posipanjem.

Agregat

Agregat za površinske prevleke mora biti odporen glede na pritiske, mora biti žilav, ne sme biti krhek. Pri večjem prometu naj znaša njegova tlačna trdnost vsaj 1500 kg/cm², a pri zelo šibkem prometu najmanj 800 kg/cm². Obrus agregata, staranje veziva in jakost prometa morajo biti med seboj v soglasju. Zrna morajo biti enakomerno porazdeljena med

največjo in najmanjšo dimenzijo. Oblika posameznega zrna naj bo čim bolj kubična. Uporabljajo se tudi okrogla zrna.

Nemški predpisi zahtevajo glede oblike zrn, da naj bo srednje razmerje dimenzij (dolžina: širina: višini) pri 50 zrnih boljše ali vsaj enako kot 1.0 : 0.6 : 0.3 in da razen tega ne sme agregat vsebovati več kot 3% zrn, ki bi bila 3X daljša, kot je dovoljen največji premer zrna, a agregat na splošno ne sme vsebovati nobenih, ali le zelo malo ploščatih in igličastih zrn, to je takih, katerih širina oziroma debelina sta 5 krat manjši kot dolžina.

Francozi imajo za defektna zrna vsa tista, katerih najmanjša dimenzija je izpod šestine vsote obeh ostalih dimenzij. Za dobro zrno velja:

$$\text{višina} > \frac{\text{dolžina} + \text{širina}}{6}$$

Nimajo pa še predpisov o tolerirani količini defektivnih zrn pri izdelavi prevlek.

Drobljen agregat da v istih razmerah na splošno boljše rezultate kot okrogel.

Oblika zrn drobljenega agregata je odvisna razen od narave kamenine tudi od načina njegovega pridobivanja, to je od drobljenja. Agregat, ki ga pridobimo z udarci pri prostem letu, ima na splošno bolj kubično obliko in je bolj jedrnat kot pa agregat, ki nastane kot produkt strtja kamna v oklešeni legi. Praksa kaže, da dobimo s kladivnimi drobilci za površinske prevleke kvalitetnejši material kot pa na primer s konusnimi mlini.

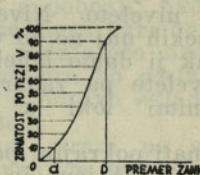
M. Hanson je opazoval vpliv srednje razlike med sumo maksimalnih in minimalnih dimenzij zrn na vozilo pri površinski prevleki glede na tresljaje vozila.

Opazil je, da je pri razliki 12 mm ali več vožnja neprijetna, a pri razliki 9 mm se tresljaji še čuti-jo. Priporočil je, naj ta razlika ne znaša več kot 6 mm.

Majhna diferenca med velikostjo zrn d in D da konstantno debelino prevleke, enak porazdelitev obtežbe na zrna prevleke in enakomerno obrabo. Ta diferenca naj se približuje formuli

$$d = \frac{5}{8} D$$

Potek granulometrične linije agregata d/D kaže slika 1.



Slika št. 1

Agregat zrnatosti d/D mora ustrezati naslednjim zahtevam, izraženim v procentih celotne teže agregata:

1. največ 10% zrn sme iti skozi sito, ki ima premer zank d ,

2. 90% zrn mora iti skozi sito s premerom D ,

3. najmanj ena tretjina zrn, a največ dve tretjini zrn smejo iti skozi sito s premerom zank $\frac{d + D}{2}$

4. največ 3% zrn sme iti skozi sito s premerom zank $\frac{d}{2}$.

V Sloveniji se v glavnem uporablja za prevleke agregat iz porfirnega kamnoloma Kokra in iz apnenčevega kamnoloma Razdrto.

Primerjava oblike zrn nam da naslednjo sliko (vzorci vzeti iz produkcije l. 1951):

Granulacija kamnolom	1 do 3 mm		3 do 7 mm		7 do 15 mm		15 do 30 mm	
	Kokra	Razdrto	Kokra	Razdrto	Kokra	Razdrto	Kokra	Razdrto
normalna zrna %	66	—	78	96	92	80	98	100
igličasta %	2	—	2	0	0	0	0	0
ploščata %	32	—	20	4	8	20	2	0
Razmerje d : š : v								
Kokra	1:0'63:0'29		1:0'66:0'37		1:0'69:0'41		1:0'74:0'48	
Razdrto	—		1:0'69:0'42		1:0'68:0'37		1:0'75:0'49	
defektna oblika $v < \frac{d + \dot{s}}{6}$	44 %	—	26 %	16 %	18 %	26 %	12 %	2 %

Gornja tabela kaže, da so bili uporabljeni agregati v glavnem po obliki primerni za napravo površinskih prevlek. Stremeti bo treba, da se zmanjša procent ploščatih zrn, ki je posebno pri drobnejših frakcijah Kokre in srednji frakciji Razdrtega očitno prevelik. Strožja izbira kamna in izboljšanje drobilnih in sejalnih naprav lahko temeljito izboljša obliko zrna.

manja bitumenskih snovi s kamnom na tale način:

Pesek s premerom zrna 0,2 — 0,6 mm se dobro premeša z vročim bitumenom v razmerju 30:70 in mešanica ohladi. Potem se kuha 10 minut v vodi, pri čemer se bitumen odloči od onih zrn, s katerimi se slabo sprijemlje.

Bitumen se sprijema dobro z raznimi apnenci in z večino bazaltov, slabše s kremenovimi porfirji, a slabo s kvarciti, amfi-

jakost sprijemljenja ter sposobnost vezanja materiala, s katerim napravlja površinsko prevleko, če hoče, da bo znižal potrošnjo materiala ob istočasnem dvigu kvalitete prevleke.

Doziranje agregata in veziva.

Linija zrnatosti agregata in njegova doza sta odvisni od njegove narave (poroznosti), od narave vozišča, ki ga prevlečemo, nadalje od vrste in doze veziva ter od jakosti in narave prometa. Tudi atmosferske prilike vplivajo na količinske odnose.

V glavnem sta pravilna izbira agregata in veziva ter količinski odnos med njima vprašanje izkušnje, ki se danes vedno bolj opira na teorijo.

Agregat mora popolnoma prekriti površino, vsa zrna morajo biti z njo v zvezi. Če bi bila zrna kubične oblike ali okrogle in vsa med seboj enaka, potem bi količina agregata na m² ploskve bila enaka velikosti oz. premeru zrna. Pri različnih velikostih zrn, ako zaznamujemo največjo debelino zrna z D in najmanjšo

z d in srednji premer z $\frac{D+d}{2}$, je

praksa pri raznih narodih dala naslednje rezultate:

a) Prostornina peska v litrih na m² naj bo enaka 9/10 srednjega premera zrn, izraženege v mm.

$$P = \frac{9}{10} \times \frac{D+d}{2}$$

b) Francoz Pavaux (v R. G. des Routes, december 1948) predlaga glede na prakso:

velikost zrn količina agregata na m²

3 do 8 mm	4 do 7 litrov
5 do 10 mm	7 do 9 „
8 do 15 mm	10 do 11 „
12 do 20 mm	12 do 14 „
15 do 25 mm	15 do 17 „
20 do 30 mm	19 do 21 „

c) Po Mathieu je potrebna za pričvrstitev enoslojne obrabne prevleke z emulzijo taka količina smole, ki znaša, merjena po končanem razpadu emulzije, nekako 5% teže veziva in agregata.

č) Na splošno se more trditi, da tekoča veziva zadržujejo 12 do 14 kratno težo peska, gosta veziva pa 13 do 16 kratno težo peska. Iz tega sledi, da je za vezanje 1 litra peska potrebno okoli 0,10 kg tekočega veziva, odnosno okoli 0,09 kg gostega veziva.

d) Angleške specifikacije navajajo naslednji odnos med velikostjo zrn in količino veziva (katran) pri letni obnovi prevleke:

Hribina	najvišja vrednost	najnižja vrednost	Hribina	najvišja vrednost	najnižja vrednost
amfibolit	235	11	granit	225	3
anderit	500	19	apnenec	500	10
bazalt	500	4	marmor	85	15
diabaz	500	2	lapor	500	96
diorit	148	9	peridotit	30	25
dolomit	179	9	glinasti skrilav.	367	28
			sijenit	375	16
eklogit	130	15	kvarcit	45	0
gabro	115	6	riolit	500	10
gnajs	110	1	peščenec	500	3

Pri izbiri vrste agregata je zelo važna njegova sposobnost vezanja in sprijemljivost med vezivom in agregatom. Sposobnost vezanja raznih vrst kamna je zelo različna in je odvisna od mnogih faktorjev, med katerimi je zelo važna hrupavost površine zrna.

Preiskave U. S. office of public roads so dale glede sposobnosti vezanja raznih vrst kamna rezultate po gornji tabeli.

Stopnja sprijema veziva in kamna se ocenjuje na razne načine. Riedel in Webel sta na primer ocenjevala zmožnost sprije-

boliti in granuliti. Sprijemljivost bitumenskih snovi z agregatom ocenimo lahko tudi tako, da napravimo iz njihove mešanice poskusna telesa, ki jih potem po določenem času (na primer čez 48 ur) preizkušamo na tlak ali nateg ter iz dobljenih rezultatov sklepamo o sprijemljivosti.

Vse preiskave kažejo, da nastopajo velike diference glede sposobnosti vezanja in sprijemljivosti ne samo pri raznih vrstah kamna, temveč tudi pri kamnu iz raznih slojev istega kamnoloma. Graditelj površinske prevleke mora dobro poznati potek in

Maksimalna dimenzija zrna D	D o z a veziva (katran)				doza agreg.	
	drobljen agregat		okrogel agregat			
	l: m ²	kg: m ²	l: m ²	kg: m ²	l: m ²	kg: m ²
20 mm	1'2—1'00	1'44—1'20	1'460—1'240	1'750—1'500	10—12	15—18
12 mm	1'08—0'86	1'300—1'03	1'500—1'08	1'560—1'300	8—9	12—13
10 mm	0'920—0'700	1'100—0'840	1'08—0'86	1'30—1'03	7—8	10—12
6 mm	0'810—0'600	0'970—0'720	0'81—0'60	0'97—0'72	5—6	7—8

e) Novozelandski Hanson je določil odnos med množino veziva in prazninami agregata. Pri enoslojni prevleki znaša velikost praznin pri posipu okoli 50%. Če se komprimira z valjanjem, znašajo praznine še okoli 30%, a po komprimiranju s prometom okoli 20%. Poizkusi dokazujejo, da so posamezna zrna čvrsto vklejnena v prevleki, če znaša količina veziva 50 do 70% praznin; v tem primeru dobimo površino, ki ni niti mršava, niti ni vezivo izstopilo, prevleka je nepremočljiva.

Iz gornjega sledi, da znaša prostornina prevleke po končani kompresiji s prometom (praznine in polno) okoli 0.625 prostornine (praznine in polno) prevleke pri posipanju pred valjanjem. Pri tem je upoštevati še korekcijo zaradi odmeta zrn, ki znaša 10—20% celotne količine peska.

f) Druga Hansonova metoda bazira na aritmetični sredini najmanjših dimenzij zrn agregata, ki jo zaznamujemo z E, a najmanjše dimenzije zrn z e). Zbral je 200 do 300 zrn, pri tem pa odvrge one, ki so nenormalno mnogo manjše od srednjega kalibra.

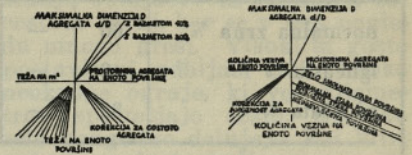
Hanson je pri tem upošteval

dejstvo, da se zrna agregata pod vplivom komprimacijskih sredstev skušajo postaviti na svojo širšo ploskev, kolikor se to ni zgodilo že pri posipanju, in dobil pri pesku granulacije d do D:

Srednja najmanjša dimenzija zrn znaša E, kar je obenem debelina sloja po kompresiji. Računajoč 10% izgube pri posipu, znaša potrebna količina peska za posip 1.1 E. Vezivo mora zapolniti 50 do 70% praznin in znaša njegova doza 0.10 do 0.14 E (vse izraženo v litrih/m²).

g) Slične rezultate so našli pri poizkusih državnega laboratorija v Kaliforniji, pri čemer so vzeli enkrat za bazo odnos med prostornino peska, ki je potreben za en sloj prevleke in tako zvanim »Spread modulus-om«, to je srednje dimenzije v tri frakcije po velikosti 1 : 3 : 1 razdeljenega agregata, drugič pa odnos med maksimalno dimenzijo agregata in prostornino agregata pri peskanju. Sestavili so grafikone, ki prikazujejo te odnose (slika 2 in slika 3). Oba grafikona prikazujeta načelno potek določitve količine veziva in agregata na enoto površine odnosno tekoči meter ceste, izhajajoč iz največ-

jega premera D pri agregatu zrnatosti d—D mm.



Slika 2 in 3

Vse omenjene tabele in načini določitve pravilne količine veziva in agregata bazirajo na določenih pogojih, odvisnih od načina izvedbe prevleke, od krajevnih prilik in karakterja materiala in se ne morejo kratko malo prenesti na splošne prilike. Nudijo pa lahko oporo pri iskanju in določitvi pravilnih mer materiala za prevleke. Te meje se morajo gibati v zelo ozkem intervalu.

Ne samo ekonomski vzroki, tudi sam obstoj prevleke nas sili k določitvi pravilne doze agregata in veziva. Pri vezanih bitumenih na primer znaša interval doziranja veziva nekako 7% pravilne doze. Spodnja meja daje malo odporne mršave prevleke, zgornja meja pa močno poteče se prevleke.

Ker je karakter materiala bistven za njegovo doziranje, je nujno potrebno, da se vsestransko prouče posamezne vrste materialov, s katerimi izvršujemo površinske prevleke. Ta proučitev in izboljšanje ter pocenitev površinskih prevlek bo pa možna le, če se bo dobavljala agregat iz določenih kamnolomov in se bo produkcija veziva vršila v točno določenih pogojih, ki se ne bi smeli izpreminjati brez vednosti graditelja.

Ing. Miroslav Gregorič

Nova centralna separacija v Ljubljani

DK 693.552 : 691.52 : 621.928

Namen gradnje in utemeljitev proizvodnje:

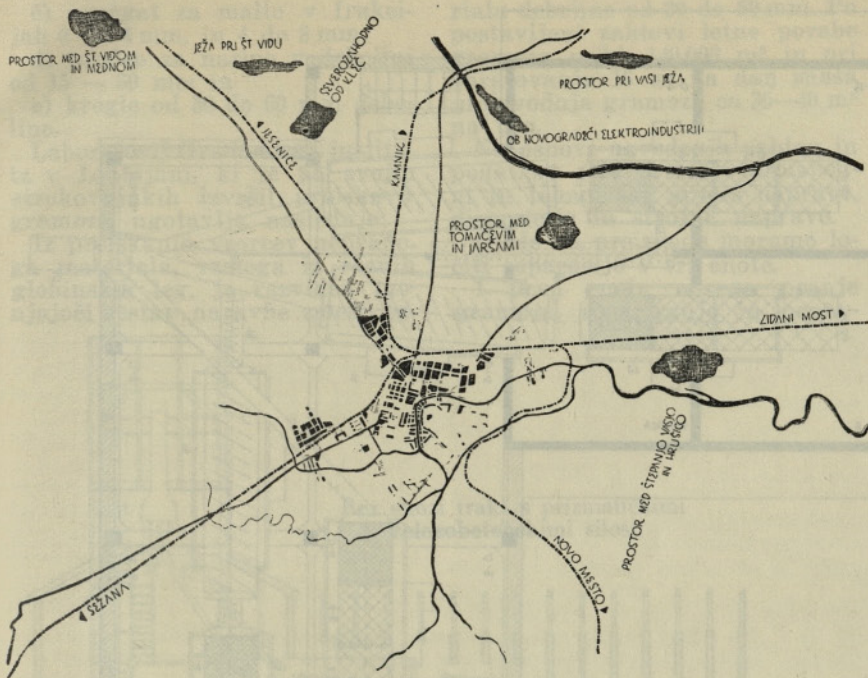
Vedno zahtevnejši pogoji, ki jih stavlja gradbeni razvoj glede kakovosti oziroma fizikalnih in kemičnih lastnosti betonskega gramoza, nas silijo k zaključku, da je treba opustiti primitivni način pridobivanja gramoza in pristopiti k naprednejšemu, ki bo novim zahtevam bolj ustrezal.

V tem pogledu so pri nas prilike urejene le na nekaterih gradbiščih, večina gradbišč, oziroma podjetij pa pridobiva gramož primitivno, ga ne granulira, ali pa granulira ročno, kar je seveda zelo neekonomično. Ako upoštevamo, da s kvalitetnim gramožom porabimo za beton

boljše kakovosti manj cementa kot s primitivno pridobljenim manj kvalitetnim, spoznamo gospodarski pomen, ki ga ima pravilnejša ureditev pridobivanja gramoza. Zato je za izboljšanje kakovosti betona ob zmanjšanju porabe cementa in pocenitvi proizvodnje stroškov nujno treba urediti pridobivanje gramoza v centralnih gramožnicah, ki naj bodo opremljene vsaj s separacijo in pralno napravo. V poslednjih letih so izkušeni ugotovili, da je treba za pripravo 140.000 m³ gramoza, t. j. za količino, ki jo na leto potrebujejo za področje Ljubljane, 150 delavcev. Pri tem ne štejemo delavcev, ki so zaposleni s temi deli

na gradbiščih. Za strojno delo bi potrebovali največ 20 delavcev, tako da bi jih lahko sprostili približno 130. Ker bi na strojni način pridobivali gramož zelene granulacije, bi lahko prihranili pri vsakem kubičnem metru betona povprečno 25 kg cementa, kar znaša letno pri zabetoniranju 28.000 m³ betona, 700 ton cementa.

Poleg teh prihrankov bi dosegli tudi kvaliteten beton. Vse predhodne preiskave betona bi lahko izvršile gramožnice in dobavile gradbiščem gramož, ki bi po granulaciji ustrezal statičnim in ostalim zahtevam (trdnost, obrabnost, poroznost, vodonepropustnost itd.).



Ležišče gromača v okolici Ljubljane

Legenda

1. scraper
2. stolp
3. talni silos
4. tresočje sito, ki propušča zrna do debeline 60 mm, zrna debeline nad 60 mm pa vodi na tekoči trak (6)
5. tresočji žleb, ki prenaša zrna do debeline 60 mm na tekoči trak (7)
6. tekoči trak, ki nosi frakcijo v drobilec
7. tekoči trak, ki nosi frakcijo v elevator
8. drobilec, ki drobi zrna debeline nad 60 mm
9. mali zbiralni bunker
10. elevator
11. razdelilec, ki regulira dotok gromača k posameznim pralnim in separacijskim enotam

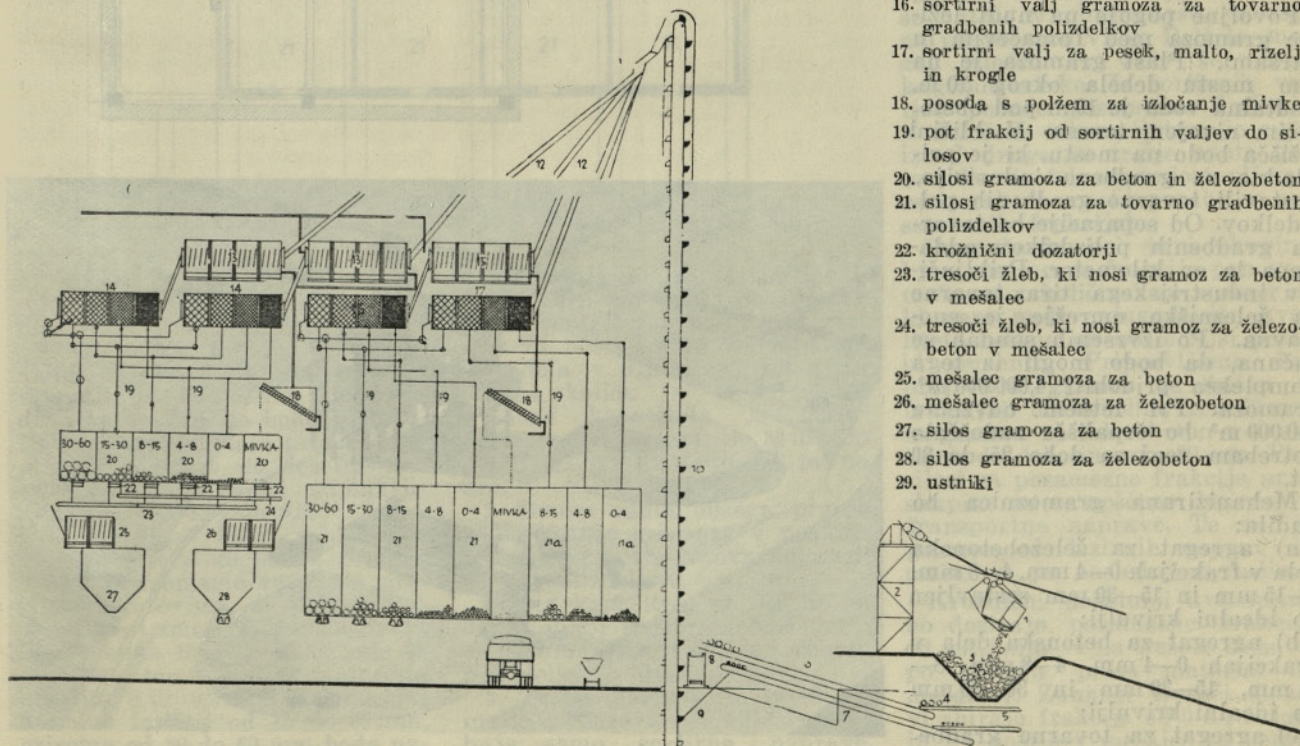
Na osnovi teh ugotovitev smo pričeli proučevati in nato realizirati večjo napravo za pridobivanje gromača, ki naj bi ustrezala sodobnim zahtevam. Obrat naj bi zalagal z agregatom vse železobetonske in betonske gradnje v Ljubljani in bližnji okolici, delno pa tudi službo za vzdrževanje mestnih cest. Kapaciteta gromačnice je bila na osnovi tega določena na 140.000 m³ letne porabe. Ležišče, ki naj bi zadoščevalo vsaj za 25 let, bi moralo vsebovati 3.500.000 m³ gromača.

Glede na navedeno kapaciteto gromačnice in glede na dejstvo, da bi bilo primerno situirati v bližini gromačnice še tovarno za izdelavo gradbenih izdelkov, ki naj bi bila navezana na gromačnico kot surovinsko bazo, so začeli izbirati in proučevati ležišča gromača v okolici Ljubljane.

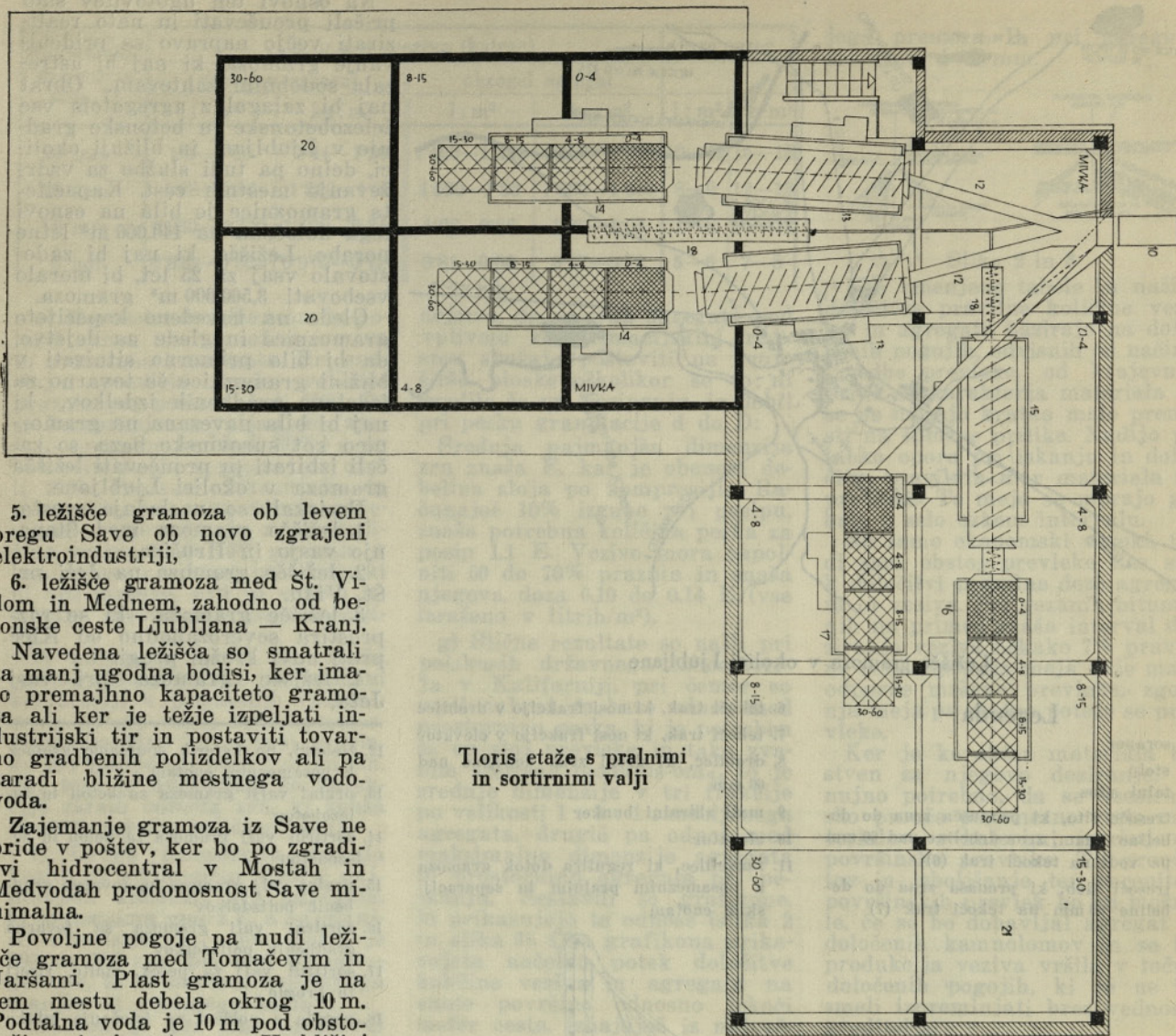
Preiskali so naslednja mesta:

1. ležišče gromača med Štepanjo vasjo in Hrušico,
2. ležišče gromača na Ježi pri Št. Vidu,
3. ležišče gromača, ki se razprostira severozahodno od Kleč proti novi krožni progji,
4. ležišče gromača pri vasi Ježa,

12. žlebovi, po katerih spuščamo gromoz k posameznim enotam
13. pralni valji gromača za beton in železobeton
14. sortirni valj gromača za beton in železobeton
15. pralni valj gromača za tovarno gradbenih polizdelkov
16. sortirni valj gromača za tovarno gradbenih polizdelkov
17. sortirni valj za pesek, malto, rizelj in kroglice
18. posoda s polžem za izločanje miške
19. pot frakcij od sortirnih valjev do silosov
20. silosi gromača za beton in železobeton
21. silosi gromača za tovarno gradbenih polizdelkov
22. krožnični dozatorji
23. tresočji žleb, ki nosi gromoz za beton v mešalec
24. tresočji žleb, ki nosi gromoz za železobeton v mešalec
25. mešalec gromača za beton
26. mešalec gromača za železobeton
27. silos gromača za beton
28. silos gromača za železobeton
29. ustniki



Shema tehnološkega procesa



Floris etaže s pralnimi in sortirnimi valji

5. ležišče gramoza ob levem bregu Save ob novo zgrajeni elektroindustriji,

6. ležišče gramoza med Št. Vidom in Mednem, zahodno od betonske ceste Ljubljana — Kranj.

Navedena ležišča so smatrali za manj ugodna bodisi, ker imajo premajhno kapaciteto gramoza ali ker je težje izpeljati industrijski tir in postaviti tovarno gradbenih polizdelkov ali pa zaradi bližine mestnega vodovoda.

Zajemanje gramoza iz Save ne pride v poštev, ker bo po zgraditvi hidrocentral v Mostah in Medvodah prodonosnost Save minimalna.

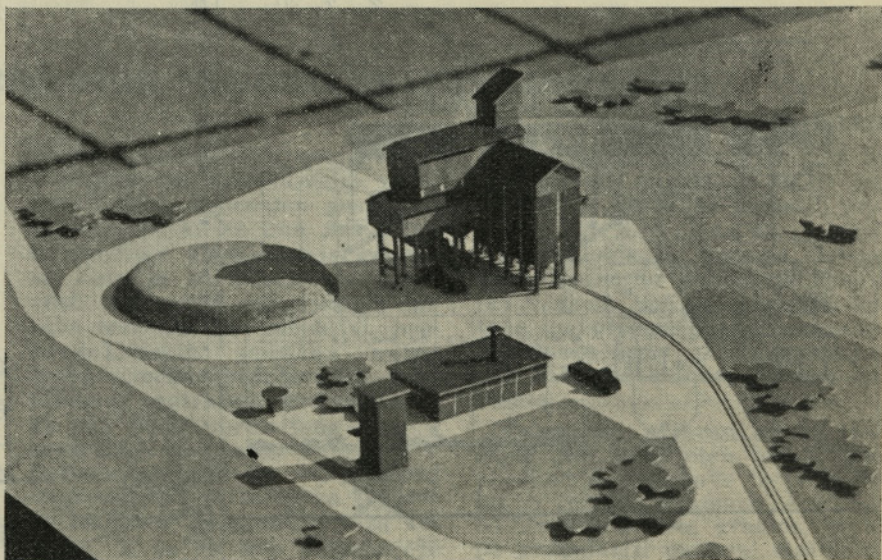
Povoljne pogoje pa nudi ležišče gramoza med Tomačevim in Jaršami. Plast gramoza je na tem mestu debela okrog 10 m. Podtalna voda je 10 m pod obstoječim nivojem terena. V bližini ležišča bodo na mestu, ki je prikladno za gradbeno industrijo, postavili tovarno gradbenih polizdelkov. Od separacije bo tovarna gradbenih polizdelkov oddaljena le en kilometer. Priključitev industrijskega tira tovarne na železniško omrežje je enostajna. Po izvršenih sondah se računa, da bodo mogli iz tega kompleksa pridobiti 4.000.000 m³ gramoza. Pri letnem odvzemu 140.000 m³ bo črpališče zadoščalo potrebam vsaj za dobo 25 do 30 let.

Mehanizirana gramoznica bo nudila:

a) agregat za železobetska dela v frakcijah 0—4 mm, 4—8 mm, 8—15 mm in 15—30 mm sestavljen po idealni krivulji;

b) agregat za betonska dela v frakcijah 0—4 mm, 4—8 mm, 8—15 mm, 15—30 mm in 30—60 mm po idealni krivulji;

c) agregat za tovarno gradbenih polizdelkov v frakcijah 0 do 4 mm, 4 do 8 mm in 8 do 15 mm;



Pogled na celotno napravo za pridobivanje gramoza

č) agregat za malto v frakcijah 0 do 4 mm, in 4 do 8 mm;

d) prodec za nasipe v debelini od 15 — 30 mm in

e) krogle od 30 do 60 mm debeline.

Laboratorij Gradbenega instituta v Ljubljani, ki je po svojih strokovnjakih izvršil preiskavo gramoza, ugotavlja naslednje:

Iz preiskanih vzorcev neprane materiala, vzete iz različnih globinskih leg, je razviden menjšajoči sestav naravne zmesi, ta-

riala debeline od 30 do 60 mm. Po postavljeni zahtevi letne porabe gramoza pribl. 140.000 m³ in pri obratovanju 16 ur na dan znaša proizvodnja gramoza ca 35—40 m³ na uro.

Na osnovi navedenih zahtev in podatkov smo proučili proizvodni in tehnološki proces naprave, dispozicijo in strojne naprave.

Glede na proizvode moramo ločiti separacijo v tri enote.

1. prva enota obsega pranje gramoza, separiranje in ponov-

Tehnološki postopek pridobivanja mineralnega agregata od ležišča do izvoza separacije poteka takole:

Tehnološki postopek separacije:

Po odstranitvi humusa dovažajo odkopani material v talni silos.

Gramoz bodo v prvih letih izkopali in transportirali do talnega bunkerja s seraperjem, katerega bo vlekel buldozer.

Na tresočem situ pod talnim silosom ločimo zrna debeline nad 60 mm od ostalega gramoza in vodimo obe frakciji ločeno po trakovih v elevator. Frakcijo z zrn, debelejšimi od 60 mm, vodimo pred vstopom v elevator v drobilec pod elevatorjem, kjer material drobimo v frakcijo 15 do 30 mm, katere vsebuje naravna zmes premalo. Ves gramoz vodimo nato v razdelilce na stolpu, od koder ga spuščamo po štirih žlebovih k posameznim že omenjenim enotam.

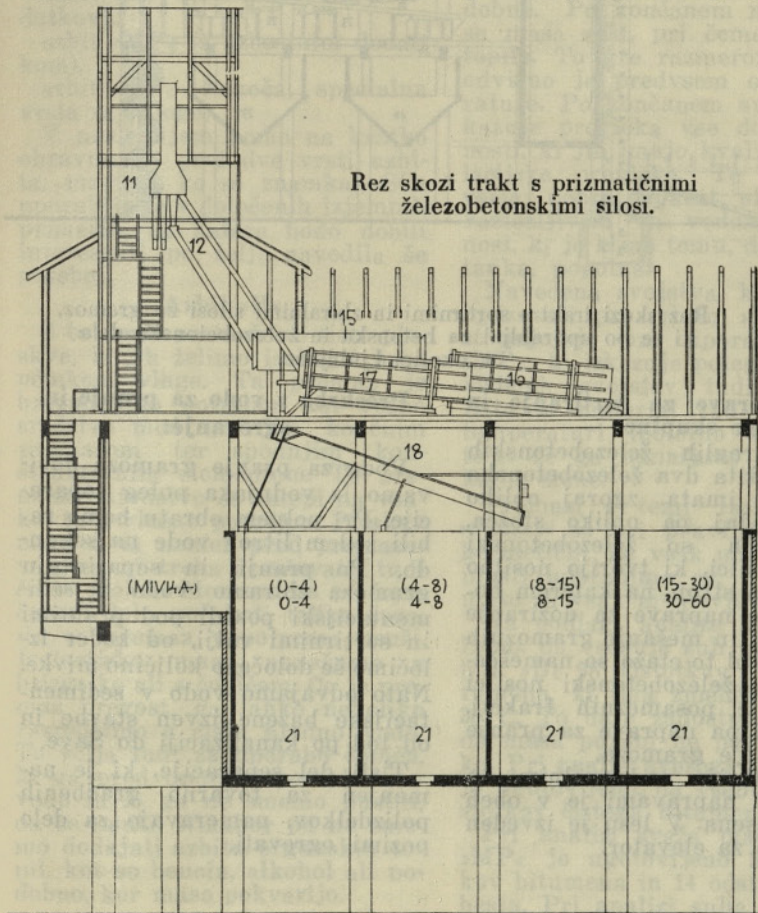
V prvi in drugi enoti peremo in sortiramo gramoz, v tretji pa samo sortiramo. Za pranje imamo pralne, za sortiranje pa sortirne valje. Prvo enoto sestavlja dva pralna in dva sortirna valja, drugo en pralni in en sortirni valj, tretjo pa samo en sortirni valj.

Material, ki ga spuščamo od razdelilca po žlebih, pada v pralne valje, kjer ga z nasprotni strani oblije vodni curek in izpere ilovnato primes. Opran material gre v sortirni valj, voda pa se odteče v pločevinasto usedalno posodo pod valji. Polž bo mogel izločiti iz vode še neko količino mivke. Iz sortirnih valjev padajo posamezne frakcije v določene silose. S tem je proizvod druge in tretje enote gotov, ker iz teh enot dostavljamo material na mesta porabe v posameznih frakcijah.

Drugače je pri prvi skupini, kjer posamezne frakcije ponovno mešamo v količinskem razmerju, ki nam nudi najugodnejšo kvaliteto betona ob najmanjši porabi cementa. Pripravljamo dva proizvoda: gramoz za beton v frakcijah do debeline zrn 60 mm in gramoz za železobeton v frakcijah do debeline zrn 30 mm. Pod silosi za posamezne frakcije prve skupine so nameščene dozirne in transportne naprave. Te vodijo gramoz od dozirnih naprav do mešalcev po naslednjem načinu:

Krožnični dozatorji avtomatično dozirajo posamezne frakcije od ustij silosov na tresoče žlebove, po katerih pride material do mešalcev. Zunanji tresoči žlebovi zbirajo frakcije od 0 do 60 mm in jih nosijo v mešalce za betonski agregat. Notranji žlebovi pa

Rez skozi trakt s prizmatičnimi železobetonskimi silosi.



ko glede udeležbe poedinih frakcij, kakor tudi glede količine odplakljivih snovi, ki variirajo od 1,96 do 19,13%. Izredno visok odstotek odplakljivih snovi je v zgornjih plasteh. Zato materiala do globine 2 m ne bodo uporabljali za pridobivanje gramoza. V plasteh od dveh do desetih metrov variira količina odplakljivih snovi od 3,88 do 9,55%. Iz tega materiala bodo pridobivali gramoz. Treba ga bo pa prati.

Ako primerjamo rezultate preiskav, ugotovimo, da primanjkuje naravnih zmesi 15 do 20% frakcij debeline 15 do 30 mm, ozir 15 do 60 mm ter 2 do 3,5% materiala debeline 0 do 0,2 mm. Manjkajoče količine frakcij od 15 do 30 mm, oziroma od 30 do 60 mm bodo nadoknadili z drobljenjem mate-

no sestavljanje frakcij po idealni krivulji ter mešanje frakcij. V tej enoti bomo pripravili gramoz za betonska in železobetonska dela v Ljubljani in njeni bližnji okolici.

Njena kapaciteta je 160 m³ gramoza do 30 mm in 80 m³ do 60 mm na dan ali skupaj 15 m³ na uro.

2. Druga enota obsega pranje in sortiranje gramoza v poedine frakcije za potrebe tovarne gradbenih polizdelkov.

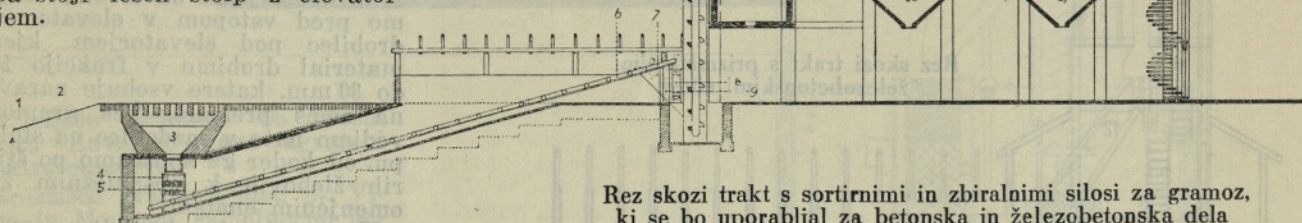
Njena kapaciteta je 160 m³ na dan, kolikor naj bi znašala poraba gramoza tovarne gradbenih polizdelkov v dveh posadah.

3. Tretja enota daje pesek za malto, prodec ter krogle in vsebuje samo sortirne naprave. Dnevna kapaciteta je 160 m³.

zbirajo frakcije od 0 do 30 mm in jih nosijo v mešalec za železobetonski agregat. Mešalec zmešajo posamezne frakcije v pravilno zmes, ki jo vskladiščimo v silose pod mešalcem. Od separacije bodo gramoz prevažali na gradbišča v tovornih avtomobilih, v tovarno gradbenih polizdelkov pa s poljsko železnico.

Opis zgradbe:

Osrednjo zgradbo celotnega obrata s pralno napravo, separacijo gramoza in silosi, razen lesenega dela nad silosi sestavljata dva trakta, ki ležita pravokotno drug na drugem. Na vogalu pa stoji lesen stolp z elevatorjem.



Rez skozi trakt s sortirnimi in zbiralnimi silosi za gramoz, ki se bo uporabljal za betonska in železobetonska dela v okolici Ljubljane.

1. Trakt s prizmatičnimi železobetonskimi silosi, v katerih sta nameščeni druga in tretja enota, to je gramoz za tovarno gradbenih polizdelkov, pesek za malto, rizelj in krogle, je zgrajen takole:

Na okroglih železobetonskih stebrih leži železobetonska plošča. Stene silosov tvorijo mrežo od osi do osi stebrov. Na stikih so stene zasidrane v vertikalne železobetonske elemente, ki segajo nad silose in tvorijo s prečnimi nosilci železobetonske okvirje. Na to ogrodje bodo položili že opisane strojne naprave za pranje in sortiranje gramoza.

2. Trakt z dvema zbiralnima okroglima silosoma in manjšimi silosi nad njima, kjer so name-

ščene naprave za sortiranje in pranje prve skupine.

Na okroglih železobetonskih stebrih ležita dva železobetonska silosa, ki imata zgoraj obliko valja, spodaj pa obliko stožca. Nad njima so železobetonski prečni nosilci, ki tvorijo nosilno ogrodje za strop, na katerem bodo strojne naprave za doziranje transporta in mešanje gramoznih frakcij. Nad to etažo so nameščeni manjši železobetonski nosilci za zbiranje posameznih frakcij, nad njimi pa naprave za pranje in sortiranje gramoza.

Konstrukcija nad pralnimi in sortirnimi napravami je v obeh traktih lesena. V lesu je izveden tudi stolp za elevator.

Preskrba z vodo za pranje in ogrevanje:

Vodo za pranje gramoza dobivamo iz vodnjaka poleg separacije. Pri polnem obratu bomo rabili sedem litrov vode na sekundo. Po pranju in separiranju gramoza zbiramo vodo v sedimentacijski posodi pod pralnimi in sortirnimi valji, od koder izločimo še določeno količino mivke. Nato odvajamo vodo v sedimentacijske bazene izven stavbe in od tod po kanalizaciji do Save.

Tisti del separacije, ki je namenjen za tovarno gradbenih polizdelkov, nameravajo za delo pozimi ogrevati.

Ing. Ernest Udovč:

Uporaba novih hladnih izolacijskih premazov v gradbeništvu

DK 699.82

Z namenom, da dobí naša gradbena operativa čim prej kvaliteten asfaltna premazna sredstva zaradi izdelave hladnih izolacijskih materialov za gradbene objekte, betonske strehe, stene itd., je Gradbeni inštitut pokrenil vrsto preiskav, katerih rezultat je hladna »azbit« (azbest-bitumenska) pasta za izvršitev izolacijskih premazov na hladen način.

»Azbit« premazna masa se uporablja samo v hladnem postopku, brez slehernega dodatka, predvsem za naslednje namene:

za premaz temeljnih zidov in

betona proti učinku vlage in talne vode;

za zaščito ravnih streh proti vlagi ter za izolacijo teras in balkonov;

za premaz vodnih rezervoarjev in kopaliških bazenov;

za izolacijo vodnih pregrad, mostovnih in sploh železobetonskih ali betonskih konstrukcij;

za izpolnjevanje dilatacijskih reg v betonskih ali železobetonskih konstrukcijah;

za premaz železnih konstrukcijskih delov proti vlagi odn. proti rji;

kot zaščitni premaz za lesene strehe in dele lesenih konstrukcij;

za premaz in zaščito zidov v živilskih skladiščih in silosih;

kot premazna masa za betonska tla pred polaganjem parketov;

za raznovrstne horizontalne in vertikalne izolacije proti kemikalijam, trohnjenju itd.!

S tem sredstvom ščitimo beton in druge gradbene materiale, ali podobne proizvode pred razkrajajočim učinkom vode oziroma posredno pred zmrzovanjem, ki lahko popolnoma uniči izpostavl-

ljene betonske ali podobne konstrukcije.

Izolacijska masa »azbit« ima zaradi svojega sestava gospodarske in tehnične lastnosti, ki znatno povečajo odpornost raznovrstnih proizvodov in gradbenih objektov proti učinkom atmosferij.

Gledé na razne končne namene, za katere uporabljamo to izolacijsko maso, jo izdelujemo v treh raznih kakovostih in sicer:

azbit »B« (brez mineralnih dodatkov),

azbit »MP« (z azbestnim dodatkom),

azbit »SC« (tekoča, specialna vrsta za obloge).

V naslednjem bomo na kratko obravnavali prvi dve vrsti azbita, medtem ko se znamka »SC« uporablja le v določenih izjemnih primerih, za katere bodo dobili interesi po želji navodila še posebej.

Azbit »B«

S to maso premažemo tiste ploskve, ki jih želimo izolirati pred učinkom vlage. Ta premaz je brezpogojno potreben kot vezno sredstvo med gornjim končnim premazom ter spodnjim konstruktivnim elementom. To premazno sredstvo se zalepi na vsako, tudi vlažno površino. Ploskev nam za ta namen pred premazovanjem ni treba izsuševati, tudi če so mokre. Moramo pa po končanem delu počakati toliko časa, da se premaz popolnoma osuši. Izolacijsko maso nanašamo z brizgalko ali s čopičem. Če je premaz pregost, ga lahko nekoliko razredčimo s čisto hladno vodo. To velja tudi za uporabo čopiča, ki ga pred uporabo pomočimo v vodo in ki ga ne smemo pustiti, da se izsuši. Nikakor pa ne smemo dodajati azbitu organskih topil, kot so bencin, alkohol ali podobno, ker maso pokvarijo.

Azbit »MP«

Azbit »MP« je hladna bitumenska pasta z dodatkom azbesta, ki ima namen napraviti izolacijski material žilav in netekoč pri višjih temperaturah. To lastnost izrabljamo za izdelavo tankih izolacijskih slojev tudi na relativno strmih konstrukcijah. Izolacijske sloje nanašamo v hladnem postopku na ploskve, katere smo preje premazali z azbitom »B«. Premaz šteti pred delovanjem vlage ali drugih kemikalij. Pasto lahko uporabimo tudi kot sredstvo za pripravo raznih mešanice s peskom in drugimi polnilci. Nanašamo jo z brizgalko ali s čopičem. Često pa nanašamo pasto, če gre za gostejše premaze, tudi s ščetko ali pa celo z zidarsko žlico podobno kot navaden omet. Masa se lahko delno razredči z

vodo, kot pri uporabi azbita »A«. Ne sme se ji pa dodajati organskih topil. Lahko se jo v izjemnih primerih meša s cementom, apnom ali peskom. V ta namen pa je treba preje strokovnega sveta. Material sam je nevnetljiv. Poleti ne teče in pri nizkih temperaturah ne poka.

Mehansko - tehnološke lastnosti azbita:

Vse tri variante te izolacijske mase se pri uporabi obnašajo podobno. Po končanem nanašanju se masa suši, pri čemer izhlapi topilo. To gre razmeroma hitro, odvisno je predvsem od temperature. Po končanem sušenju izkazuje prevleka vse dobre lastnosti, ki jih imajo kvalitetne izolacijske prevleke. Te so predvsem: dobra lepčnost, elastičnost, raztezljivost in vodonepropustnost, ki je kljub temu, da je plast tanka, popolna.

Navedena svojstva, ki smo jih opazovali pri azbitu »B«, se še stopnjujejo pri uporabi azbita »MP«, ki izkazuje poleg vseh navedenih svojstev tudi žilavost. Zato ta material tudi pri višji temperaturi (poletno sonce) ne teče, če ga nanašamo na vertikalne stene.

Premazi s temi izolacijskimi sredstvi so pri pravilni izdelavi hermetični. Za vsak mm debeline plasti uporabimo ca. 1 kg azbitmase za vsak m² površine.

Na podlagi analize je ugotovljeno, da vsebuje suh premaz azbita »B« 98 odstotkov čistega bitumena, ki ima zmehčiče 27 do 30° C. To daje zadostno jamstvo, da masa pozimi ne postane krhka. Pri analizi svežega izbita »B« je ugotovljeno, da vsebuje 55 odstotkov čistega bitumena.

Pri analizi sveže mase azbita »MP« je ugotovljeno 33 odstotkov bitumena in 14 odstotkov azbesta. Pri analizi suhe mase azbita »MP« pa se je ugotovilo 68 odstotkov bitumena in 28 odstotkov azbesta.

Preiskava na izcejanje je pokazala, da se 3 mm debel premaz azbita »MP«, nanešen na salonitni plošči, ki je bila 7 dni vertikalno postavljena pri temperaturi 65° C. ni cedil, kar pomeni, da pri tej temperaturi v 7 dneh ni pričel teči.

Vodonepropustnost se je ugotavljala na salonitni plošči, ki je pokazala, da v 24 urah pri 2 mm premazu voda ni prodrla skozi izolacijsko plast.

Izdelava izolacij z azbit maso:

Pred pričetkom izolacijskih del naj se ploskve, ki jih nameravamo izolirati, dobro očistijo, odstrani naj se zrahljan in nevezan material in event. stara izolacija. Pri premazovanju nikakor

ne moti, če je ploskev mokra ter lahko brez pomisleka izvršimo osnovno izolacijo s pogojem, da pustimo ploskev potem dobobra izsušiti. Zelo pa moti, če je podloga mastna. Na takji podlogi namerč lepi azbit »B« relativno slabo. Če je poleti podloga suha, jo je treba namočiti pred premazom.

Kot je bilo že omenjeno, je treba za vsako izolacijo najprej premazati osnovno ploskev z azbitom »B«. Ta premaz naj bo tenak ter hermetičen. Ko se je ta prvi premaz dobro osušil, nanesemo nanj 2-3 mm debelo plast iz azbita »MP«, katero zopet premažemo z azbitom »B«. To delo seveda izvršimo šele tedaj, ko se je azbit »MP« popolnoma osušil. Končno lahko dodamo azbitu nekaj gašenega apna, če hočemo, da je premaz svetlejša barve.

Ta opisani način izolacije je najenostavnejši in se lahko kombinira tudi drugače. Tako lahko na pr. nanesemo namesto čistega azbita »MP« mešanico te mase s peskom ali drugim polnilcem. Uporabljeni pesek naj bo oster in ne debelejši kot 2 mm. Lahko pa tudi prvi premaz podvojimo in nato nadevamo dve plasti iz azbita »MP«, brez ali s polnilcem (pesek). V primeru, če gre za to, da izoliramo počeno betonsko ploščo, jo bomo najpreje očistili, nekoliko poglobili rege, premazali vsi ploskev z azbitom »B« in po osušitvi premaza zamazali rege v betonu z azbitom »MP« z event. dodajo peska. Tako zamazane rege je treba pustiti nepokrite, dokler se masa ni dobro osušila. Nato šele nanašamo pravi izolacijski sloj iz mase »MP«. V primeru, da rege v betonu delajo, jih je treba pokriti z juto, žaklovino ali muline-tkanino. Za te primere se rege nekoliko razširijo (obtolčejo se njih robovi), premažejo se z azbitom »B« ter se nato zatrpajo z azbitom »MP« v zmesi s peskom. Po osušitvi se ponovno premažejo z azbitom »B« ter se preko njih položi tkanina, ki jo prav tako namočimo v razredčeni masi »B«. Tako razprostrto juto premažemo ponovno z »B« materialom ter nastavimo, da se vse dobro osuši. Nadaljni postopek je isti kot prej, t. j. sledi nanašanje premaza z azbitom »MP« ter ponovno premazovanje z azbitom »B«. Lahko se nanašata tudi dve plasti »MP« mase, vžir. se lahko izdelata sloj iz zmesi enega dela »MP« mase in dveh delov ostrega in čistega peska zrnavosti do 2 mm.

Kombinacije pri izdelavi azbit izolacij so torej lahko nairaznovrstnejše ter so odvisne od vloge posamezne izolacije. Pri izolaciji teras in streh kjer hodijo pešci ali kjer pride do poedinčnih

obremenitev, je treba izdelati po-
jačano izolacijsko plast, tako da
se nanese dve plasti ali več iz
zmesi azbita »MP« in peska ob
dodaji nekaj cementa. Če pa naj
izolacija varuje samo proti vlagi
in proti mrazu, je lahko izolacij-
ski sloj bolj tenak.

Premazne mase te vrste nimajo
v osušenem stanju nikakega vo-

nja, so higienske in lahko pridejo
v poštev tudi kot izolacije v bol-
nicah in sanatorijih. Kjer so te
izolacije težje izvedljive ter si-
cer zahtevnejši pogoji, se je treba
vsekakor pred izvedbo posveto-
vati s strokovnjaki instituta.

Kadar se izolirajo lesene ste-
ne ali strehe, moramo z letvica-

mi predhodno zapolniti vse raz-
poke med deskami. Če pokrijemo
streho z lepenko, lahko tudi to
zalepimo z azbitom »B«, moramo
pa skrbeti, da se tak premaz do-
dobra osuši. Nikakor pa ne sme-
mo premaza zapreti med dve
plasti lepenke, tako da voda nima
izhoda in možnosti izhlapevanja.

Ing. Martin Obrán

O tehnologiji betona za visoke ločne pregrade

DK 693.5 : 627.81

Ločna pregrada deluje v statič-
nem smislu tem bolje, čim vitke-
je je zgrajena. Pregrada pa bo
tem vitkejša, čim kvalitetnejši je
beton, ki pa mora imeti visoko trd-
nost ter mora biti vodonepropu-
sten in odporen proti mrazu. Zar-
adi tega moramo posvečati tako
izbiri cementa in kamnitega agre-
gata, kakor tudi mešanju in vgra-
ditvi betona največjo pažnjo. Zgre-
šeno bi pa bilo zboljšati eno
izmed treh zahtev (vodonepropu-
stnost, odpornost proti mrazu,
trdnost) na račun poslabšanja ene
izmed ostalih dveh. N. pr. z do-
datkom raznih preparatov pove-
čati vodonepropustnost, s tem pa
bistveno zmanjšati trdnost in
slično. Prav tako moramo biti
previdni glede krčenja betona,
kajti od tega je odvisna razdeli-
tev pregrade v posamezne bloke.
Prizadevati si moramo, da bo kr-
čenje čim manjše, kar upošteva-
mo pri izbiri cementa. Napačno
je tudi mnenje, da s slabšim be-
tonom dosežemo isto varnost kon-
strukcije, če ustrezne dimenzije
pregrade povečamo tako, da osta-
ne razmerje med trdnostjo in na-
petostjo isto. Čim masivnejši je
beton, tem večja je nevarnost
vzdolžnih razpok, ki so največja
nevarnost za stabilnost masivnih
gravitacijskih objektov. Zaradi
tega so pri masivnejših pregra-
dah potrebne tudi vzdolžne dila-
tacijske rege. Vendar se večkrat
dogaja, da nastanejo kljub temu
vzdolžne razpoke, in se zato v po-
slednji dobi izogibamo polnih ve-
likih gravitacijskih pregrad.

Večji volumen pregrade zahte-
va mnogo več gradbenega mate-
riala in daljšo gradbeno dobo.
Razlika v ceni 1 m^3 kvalitetnega
in slabšega betona ne bo velika.
Daljša gradbena sezona pa po-
meri poznejši začetek obratova-
nja in s tem mnogo neizkorišče-
nih kWh, ki bi jih lahko izkori-
ščali v primeru vitkejše pregrade.

Cement.

Cement ne sme v nobenem pri-
meru kazati občutljivosti naspro-
ti mrazu, nabrekati in mora ime-

ti stalnost prostornine (ne sme
»goniti«). Od vseh cementov, ki
ustrezajo zahtevam glede trdno-
sti je najboljši tisti, ki razvija pri
vezanju najmanj toplote, kajti
čim večja je toplota, tem močnej-
še je krčenje. Pri portland ce-
mentu nastanejo v notranjosti
masivnega betona v odvisnosti
letnega časa temperature od $45 - 70^\circ\text{C}$. Zaradi tega so poskušali z
dodatkom trasa znižati to toplo-
to (tras — cement v razmerju $3/7, 1/2$). Thurament razvija približno
polovico toliko toplote kot port-
land cement, metdem ko visoko-
vredni cement razvija večjo mno-
žino toplote. Pri betoniranju v
vročem letnem času znižamo to-
peraturo betona če namesto ene-
ga dela vode dodajamo koščke le-
du. Prvič so to poskušali pri loč-
ni pregradi Rappbode in se je do-
bro obneslo. Pri Fort-Gibson pre-
gradi (Oklahoma) so na ta način
ohladiли 350.000 m^3 betona. Pri
pregradi Norfolk so z dodatkom
40 odstotkov ledu (od vode) do-
segli znižanje temperature od
 37°C na 18°C . Hlajenje s cevmi v
pregradi je drago in precej dol-
gotrajno. N. pr. pri pregradi
Boulder so začeli s hlajenjem 1
in pol meseca po zabetoniranju
blokov in je trajalo 2,5 do 3 mese-
ce. Pri pregradi Hohenwarthe
(Nemčija) so začeli s hlajenjem
nekaj ur no zabetoniranju bloka
in je trajalo 3—4 tedne. V posled-
nji dobi si prizadevajo, da bi pro-
izvajali take cimente, ki razvija-
jajo čim manj toplote. Dobro se
obnesejo žlindrini cementi. Na
pr. H cement prof. Kavčiča se-
stavljjen iz 50 odstotkov granuli-
rane jeseniške žlindre (bazične)
45 odstotkov portland cementnega
klinkerja in 5 odstotkov žganega
apna, razvija povprečno strjeval-
no toploto v 7 dneh $42,2\text{ kal/g}$.
Najvišja temperatura, ki bi na-
stala v jedru betonskega bloka,
pri mešanici 250 kg H cementa na
kub. meter betona (pri prostornin-
ski teži betona $\gamma = 2,4\text{ t/m}^3$), bi bila
 $17,5^\circ\text{C}$.

Pri pregradi Bort les Orgues so
uspešno uporabili žlindrin ce-

ment iz 68,5 odst. žlindre (bazič-
ne), 30 odst. klinkerja in 1,5 odst.
soli, izdelanega po belgijskem po-
stopku avtorja Triefa z mokrim
mletjem. Ta cement je zelo odpo-
ren proti razpokam, saj betonske
cevi na poletnem soncu, ki so jih
pozabili močiti, niso razpokale.

Vodotesnost je odvisna od naj-
finejših delcev cementa in miv-
ke, zato je polagati največjo paž-
njo na drobnost zmletja cementa.

Agregat

Osnovna zahteva je, da je kam-
niti agregat zdrav, čist in odpo-
ren proti zmrzovanju. Agregat,
ki ni odporen proti mrazu je tre-
ba a priori odkloniti. Isto velja
tudi za mivko in pesek.

Najboljša granulacija je tista,
pri kateri dosežemo praktično
popolno zgostitev svežega betona
z minimalnim dodatkom veziva.
Zelo važna so zrna mivke od $0 - 0,2\text{ mm}$, kajti od odstotkov in raz-
poreditve teh zrn v betonu je od-
visna vodonepropustnost. Prav
tako je važna oblika zrn, najbolj-
ša so okrogla, slaba so podolgo-
vata, kajti od njih je odvisna
možnost obdelovanja svežega be-
tona, voljnost betona za vibrira-
nje (Rüttelwilligkeit) in stopnja
zgostitve.

Večinoma smo navezani na to,
kar nam nudi okolica gradbišča
pregrade, saj transport kamnite-
ga agregata na večje razdalje iz
ekonomskih razlogov ne pride v
poštev. Prednost je dajati narav-
nemu agregatu pred drobljenim,
če je le mogoče, je treba preskr-
beti vsaj naravni pesek. Drobljen
agregat se težje zgošča in zahte-
va več vode, kar zmanjšuje trd-
nost in povečava vodopropustnost,
ta pa zmanjšuje odpornost proti
mrazu. Da obdržimo trdnost na
isti višini, moramo zaradi pove-
čane količine vode, dati več ce-
menta, da obdržimo isti vodoce-
mentni faktor, več cementa raz-
vija zopet več toplote pri veza-
nju in je nevarnost razpok zara-
di tega večja. Zato nam štednja
s cementom in kvaliteta betona
upravičujejo nabavo visokovred-

nega naravnega peska, N. pr. pri gradnji pregrade Shasta, so zgradili Amerikanci 16 km dolg transoprtni trak za dovoz naravnega peska.

Velikost največjega zrna je odvisna pri naravnem agregatu od narave same, pri drobljenem pa od možnosti vgraditve. Če gremo s premerom zrna navzgor, prihranimo s tem cement pri isti trdnosti betona. Do sedaj so uporabljali največja zrna 250 mm pri pregradah Metur v Indiji in Bort les Orques v Franciji. Po izjavi G. Mary-a so s tem prihranili na stroških drobljenja ca. 5 odstotkov, medtem, ko se poraba cementa ni bistveno znižala. Za sestavo agregata ni važno ali je granulometrijska krivulja kontinuirna ali diskontinuirna, najvažnejša je stopnja obdelovalnosti in zgostitve svežega betona. Predhodni študij v laboratoriju naj ugotovi najugodnejšo granulometrijo. Francozi favorizirajo diskontinuirno zrnastost. Z uspehom so jo uporabili pri pregradah l'Aigle in Bort. Tudi Avstriji so jo uporabili pri pregradi Dobra am Kamp, medtem ko so pri pregradi Limberg uporabili kontinuirno granulometrijo. Italijani so pregrade Lumiei in Pieve di Cadore zgradili s kontinuirno zrnastostjo. V ZDA pogosto izločijo zrna 6 do 12 mm, ker to olajša obdelavo betona.

Beton.

Poskus povečati trdnost betona z večjo množino cementa, ne pomeni samo razsipnosti v ekonomskem pogledu, ampak poslabša kvaliteto betona glede na krčenje in zmanjša njegovo varnost proti razpokam, zaradi tega moramo take poskuse odločno odkloniti ne samo iz ekonomskih, ampak tudi iz tehnoloških razlogov. Trdnost betona je odvisna:

1. Od vodocementnega faktorja, kar je ugotovil Abrams leta 1918, vendar se še dandanes pogosto dogaja, da se temu faktorju ne posveča dovolj pažnje. Pogosto vlada mišljenje, če predpisano doziram cement, ter skrbimo da granulometrijska linija ustreza predpisom, da bomo dobili ustrežajoče trdnosti betona. Ker vodna množina običajno variira (upoštevati moramo tudi vlago v samem agregatu) prav tako pa tudi množina najdrobnejših zrn mivke, in njena razporeditev v betonu, dobimo navadno v preizkusnih komadih betona trdnosti, ki se med seboj močno razlikujejo.

2. Od stopnje zgostitve, pri čemer pa ne smemo zanemarjati sestave agregata. Napačno je mišljenje, da z uporabo dobrih (težkih) pervibratorjev dosežemo zadostno zgostitev kakršne koli

granulacije brez povečanega dodatka cementa. Res je sicer, da se zgostitev svežega betona nasproti ročnemu nabijanju poveča, vendar je daleč od potrebne zgostitve in vodotesnosti.

Z istim vodocementnim faktorjem moremo sicer doseči potrebno voljnost vibriranja in zgostitev pri različni sestavini agregata (slabša sestava zahteva več vode in s tem več cementa), vendar nas ekonomski razlogi ter varnost proti razpokam vodijo, da z natančnimi preizkusi najdemo tako sestavo agregata, ki zahteva najmanjšo količino cementa pri določeni voljnosti vibriranja in stopnji zgostitve. Le v takem primeru moremo govoriti o najekonomičnejši in najboljši izrabi cementa.

Paziti pa moramo še na tole: Vse mere, ki so potrebne, da obdržimo enakomerno voljnost vibriranja, če imamo začasno preveč mivke (potrebna je povečana množina cementnega mleka), pomenijo slabšo izrabo cementa. Pri predpisanih zahtevah betonskih lastnosti moramo za primer takih nihanj granulacije predvideti zvišano množino cementa. Ekonomska sestava zrnastosti je tista, pri kateri upoštevamo cement kot njen sestavni del. Če ni najdrobnejših zrn v zadostni meri in je potrebno pri vibriranju zaradi popolne zgostitve zapolniti praznine s cementom, pomeni to razsipanje s cementom.

Betoniranje z nižjim vodocementnim faktorjem kot je Abramsov, ki je potreben za dosego določene trdnosti, ne izboljša voljnosti vibriranja, ampak vodi do slabše izrabe cementa.

Vsa nihanja in razlike, ki nastanejo pri sestavi agregata in mešanju betona nasproti idealni sestavi agregata, zahtevajo povečano množino cementa, ne da bi pri tem tudi v najmanjši meri izboljšale kvaliteto betona.

Prevelik dodatek drobljenega ali slabo zrnatnega agregata vodi k povečani porabi cementa, ki je tem večja, čim manjše je največje zrno pravilne oblike naravnega peska.

Če ne uporabljamo agregata z največjimi zrn, ki so še praktično uporabljiva za izdelavo, zahteva tako betoniranje večjo porabo cementa.

Če dodajamo v mešalec večjo količino cementa, kot je neobhodno potrebno za predpisano konsistenco, je vgraditev težja prav tako kot pri preizkemu doziranju. Zaradi tega je ugotavljanje pravilne konsistence (na večjih gradbiščih v ZDA in Angliji ugotavljajo konsistenco s stožcem $h = 30$ cm $D = 20$ cm $d = 10$ cm) pri

mešalcu ena osnovnih zahtev za ekonomsko potrošnje cementa, kakor tudi za izdelavo mešanice, ki se najlaže obdeluje (Fritsch priporoča predvibriranje betona pri prazenju mešalca).

Prizadevati si moramo, da dobimo čim bolj suhe betonske mešanice, te pa moremo pravilno obdelati le z ustreznimi visokofrekvenčnimi (8.000 — 12.000 obr. v min.) pervibratorji. Med te spada na primer tip Wacker, ki ga sedaj uporabljamo pri betoniranju pregrade v Mostah ali pervibrator Precedé technique de construction Paris, ki so ga uporabljali pri betoniranju pregrade Limberg. Pri vsakem pervibratorju je treba ugotoviti njegovo območje, da se pravilno vibriira.

Stopnje obdelovalnosti betona moremo povečati s primernimi dodatki, na primer s plastimentom. Pri betoniranju pregrade Limberg so dodajali 1 odstotek Plastimenta (od teže cementa). Trdnost betona se je nekoliko zvišala. Vodotesnost je bila zelo dobra, saj so preizkusna telesa dimenzij 40/40/20 pod pritiskom 15 atmosfer bila le do globine 1 cm vlažna.

Dokler so za gradnjo pregrad uporabljali tekoči beton, so navadno dodajali betonu velike kamne. Sprijemljivost med kamnom in betonom je bila dobra, razen tega je bila s tem dosežena ekonomija cementa. Z uvedbo nabitega betona so ta način povečini opustili zaradi ekonomičnejše in bolj priročne metode, pri kateri se ves agregat pošlje skozi mešalec, kar poenostavi postopek vgradnje betona. Ko so prišli v rabo težki pervibratorji, ki dobro zgostijo zemelisko vlažen beton, tako da ni problema zaradi spoja med betonom in kamnom, poskušajo na nekaterih gradbiščih (kot poroča Fritsch) zopet z vlaganjem velikih kamnov v beton. Metoda je videti dobra, saj zmanjša porabo cementa in izboljša kvaliteto betona. Podroben študij za nasamezno gradbišče bo pokazal glede na postopek vgraditve (dnevni efekt), nahajališče agregata in stopnjo mehanizacije gradbenega podjetja če je ekonomičnejše povečati maksimalni primer. zrn. (n. pr. Bort) ali pa dodajati pri manjšem največjem premeru velike kamne.

Z dovajanjem zraka (air entrainment) se ustvarjajo v betonu zelo majhni, lahko rečemo, mikroskopski mehurčki, ki so za prosto oko nevidni. Njih volumen znaša 3 do 5 odstotkov od betona. Ti mehurčki nimajo s porami, ki ostanejo v betonu zaradi nezadostne zgostitve ter predstavljajo vedno slabe točke v betonu, od

katerih je odvisna vodonepropustnost, ničesar skupnega, in jih zaradi tega ne smemo z njimi zamenjavati. Strokovnjaki v ZDA smatrajo air entrainment za največji napredek, ki je bil dosežen zadnjih 20 let na področju betona. Prvotno so nameravali s tem postopkom samo zvišati odpornost betona proti zmrzovanju. Kmalu pa se je pokazalo, da ti zelo majhni mehurčki izboljšajo obdelovalnost betona ter vodonepropustnost in dopuščajo znižanje vodocementnega faktorja.

Mnogo pozornosti je vzbudil po vsem svetu Prepaet - postopek ing. Wertza iz ZDA. Pri tem postopku se sestavi najprej betonsko telo samo iz agregata, torej brez veziva. Za pospešitev hlajenja se agregat napolni z vodo, nato pa se po ceveh črpa od spodaj gosta malta, ki izpolni vse praznine. Med učrpano malto in vodo je ostra meja in ne nastane nobeno mešanje obeh. Sestavina te malte je patent družbe Prepaet. Ta način betoniranja so z velikim uspehom uporabili tam, kjer so bila potrebna popravila betona na težje pristopnih mestih. Zelo primeren je za betoniranje dilatacijskih reg (Fugenspalte) n. pr. hladilni jaški pregrade Rossens v Švici; so bili za betonirani po tem načinu.

Za povečanje trdnosti in vodonepropustnosti ter odpornosti proti mrazu so pri nekaterih pregradah za vodno in zračno stran uporabili močnejše doziranje cementa in več drobnejšega peska pri zmanjšanem premeru največjega zrna. N. pr. pri nas pri pregradi v Mostah in v Italiji na pregradi Pieve di Cadore.

Napredek pokaže vakuumski opaž Amerikanca Billnerja. Pri tem postopku se višek vode po izvršenem zabetoniranju zopet odstrani. Gre za tisti višek vode, ki je potreben za obdelovalnost betona. Ko se je beton dovoljno strdil, vakuum odstranijo z dovajanjem komprimiranega zraka, narakar se opaž odloči od betona. Ta postopek daje zelo gladke in vodotesne zunanje površine, tako da je vsaka nadaljna obdelava nepotrebna. Omet ali boljši zunanji beton ali kamnita obloga so po teku tega postopka odveč.

Delovni stiki.

Ne samo zaradi odvajanja hidrationske toplote, ampak tudi zaradi samega delovnega postopka je nastala praksa, da betoniramo pregrado v blokih, katerih višina variira. N. pr. pri pregradi v Mostah je višina blokov 1.20 metra. Te delovne stike moramo zelo skrbno izvesti, največji problem je sprijemljivost med sta-

rim in novim betonom, saj morata oba bloka tvoriti homogeno enoto. Sprijemljivost je tem boljša, čim bolj je hrapava površina starega betona.

Pri betoniranju pregrade v Mostah postopamo takole: Star beton dobro nasekamo, nato ga počistimo z vodnim in zračnim curkom. (Z močnim zračnim curkom je treba odpihati najdrobnejši prah). Na tako počiščeno površino damo približno 2—3 cm plast cementne malte 1:3, ki rabi za dobro povezavo. Ta postopek se je pokazal kot dober.

Pri pregradi Limberg so na očiščeni stik dajali 1 cm plast malte 1:2.5, kateri so dodali 1 odstotek plastimenta (od teže cementa).

Površino starega betona moramo napraviti hrapavo že preje, preden se je beton strdil. Z močnim vodno zračnim curkom odstranimo drobnejše dele, tako da molijo posamezni kamni iz starega betona in tvorijo hrapavo površino ter dobro povežejo nov beton s starim.

Nekaj primerov sestave betona novejših ločnih pregrad:

Lumiei	%
Železo-pozzolan cement	10,8
pesek droben pesek	1,2
pesek 0—4 mm	22,5
4—10 mm	7,5
Agregat 10—40 mm	28,0
40—80 mm	30,0
Skupaj	100,0

Vodocementni faktor 0,53. Kocke, izrezane iz pregrade, so imele tlačno trdnost od 528 do 691 kg na kvadr. cm. Pregrada je bila gotova 1947 l.

Limberg	%
pesek 0—3	27
3—10	14
agregat 10—30	23
30—120	36
	100

Portland cement 250 kg/m³ betona iz Kirchbichla z dodatkom 1% Plastimenta.

Vodocementni faktor 0,56. Naravni agregat in pesek iz Moserbodna.

Pieve di Cadore	čelni beton	notranji beton
Cement	9,5	7,6
pesek 0—4	35,5	26,4
grob pesek 14—16 mm	23,0	20,0
agregat 16—40	16	17
40—75	16	15,0
75—120	—	14,0
	100	100
vodocementni faktor	0,5	0,55

Zaradi znižanja temperaturnih vplivov je bil sestavljen železo-pozzolan cement (low-heat) nizke topolte, ki vsebuje 25 odstotkov Roman pozzolana s trikalciem silikatom 20—45 odst., ter dodatkom 1 odst. plastimenta. Maksimalna temperatura v betonu je bila 15° C nasproti običajni 30 do 35° C. Pregrada je bila gotova leta. 1949.

Beton so nanašali v plasteh 70 cm, ki so se po vibriranju s Procédé pervibratorjem sesedle na 55 cm. Stopnja zgostitve 1,27 do 1,30. Čas vibriranja 25—50 sekund. Povprečna trdnost po 90 dneh iz velikega števila preizkusov: na tlak 311 kg/cm² na upogib 47 kg na kv. cm. Pregrada je bila gotova l. 1950.

Rossens.

228 cementa/m³ betona, vodocementni faktor 0,55, tlačna trdnost po 28 dneh 490 kg/cm².

Zaključek.

Kvalitetni beton za ločne pregrade bomo dobili z vodocementnim faktorjem 0,5 do 0,55 pri doziranju 200 do 250 kg/m³ cementa. Zelo važno vlogo igra tudi upogibna trdnost, zaradi tega bo najbrže težko znižati vodocementni faktor pod 0,5. Prizadevati si moramo, da dosežemo čim boljše sestavo, mešanje in vgraditev betona s čim manjšo količino cementa. Od stopnje zgostitve je odvisna vodonepropustnost, ki je osnovna zahteva za trajnost objekta, saj je od nje odvisna tudi odpornost proti mrazu. Tak beton bo imel tudi visoko trdnost, ki omogoča zvišanje dopustnih napetosti. Čim kvalitetnejši je beton, tem vitkejšje bodo pregrade in zaradi tega stabilnejše. Območje graditve ločnih pregrad se bo s tem povečalo in bodo ekonomične ne samo v ugodnih, ampak tudi v širših dolinah.

LITERATURA

- Fritsch: Talsperrenbeton (1949).
 Fritsch: Der heutige Stand der Mas-senbetontechnik (1950).
 Mary: Préparation du ciment de laitier par voie humide, le procédé Trief (1951).
 Tölke: Talsperren (1938).
 Tölke: Bauingenieur (1950).
 Steele: Concrete for concrete dams (Engineering for Dams volume II. IV. izdaja 1950).
 Revija: Water Power March (1952).

Projekti za postajno zgradbo na Jesenicah

DK 725.31 (497.12)

Postajna zgradba na Jesenicah je bila med vojno zaradi bombardiranja toliko porušena, da ni bilo mogoče računati s kakršnokoli rekonstrukcijo in obnovitvijo poslopja. Ta zgradba pa tudi že dolgo ni več ustrezala potrebam prometa. Zaradi tega je železniška uprava pokrenila korake za napravo projekta novega postajnega poslopja in je s študijskimi predprojekti razščitščala gradbeni program za novo zgradbo, nakar je naročila izdelavo dveh idejnih projektov, in to pri »Slovenija - projektu« v Ljubljani in pri Zavodu za študij, nadzor in projektiranje novih prog v Beogradu. To je napravila zato, da se kolikor mogoče z vseh strani še po različnih vidikih in strokovnjakih osvetli in razčisti celotna problematika novega postajnega poslopja. Problematika zajema široki kompleks vprašanj od glavnih potreb in zahtev prometa samega in železniške upravne in operativne službe do vprašanj arhitektonsko in estetsko ter funkcionalno zadovoljive rešitve nove zgradbe v urbanistični organizem mesta Jesenice in v značilno sliko okolice in pokrajine.

K tem splošnim potrebam in zahtevam, ki se v večji ali manjši meri pojavljajo pri vsaki postajni zgradbi, pa se pri postajnem posloplju na Jesenicah pridružijo še posebne zahteve, ki gredo preko običajnih potreb železniškega prometa v notranjosti države. Postaja Jesenice je važno železniško križišče in hkrati zadnja obmejna postaja na severozapadni meji države, torej vhodna in izhodna vrata v državo in iz nje, pri katerih dobijo potniki prve vtise. Zaradi tega posebne položaja nastajajo tudi posebne potrebe in zahteve glede ureditve postajnih prostorov, komunikacij v postaji itd., ki morajo ustrezati ne le udobnosti prometa potnikov, temveč tudi posebnim predpisom tranzitnega prometa potnikov in blaga.

Razen navedenega je treba upoštevati posebni turistični značaj gorenjskega kota v železniškem prometnem območju Jesenic, čigar pomen ni le lokalni, temveč je tudi mednarodni. Oslanja se na pokrajinske lepote in značilnosti tega predela z bogato gorsko panoramo. Temu zunanemu okviru pokrajinske slike se mora podrediti tudi arhitektonsko-estetsko oblikovanje gradbene

enote postajnega poslopja, ki se mora harmonično vskladiti z značilnimi potezami pokrajine, zlasti s silhuetami bližnjih gorskih pobočij.

Dalje je treba računati z dejstvom, da so pogoji in zahteve prometa na postaji Jesenice izredne, kajti Jesenice so hkrati tudi izredno pomemben in velik center železarske industrije z močno zasedbo delavcev in nameščencev, ki se dnevno poslužujejo železnice. Ta frekvenca je sunkovita ob delovnih izmenah in to v razdobju 1 ure ca 3000 ljudi, kar zahteva izredne mere in ukrepe pri ureditvi komunikacij in prostorov na postaji. Pridruži se še promet turistov, ki je na tej postaji, zaradi njene lege na križišču železniških prog Ljubljana — Kranjska gora, Planica, Bled, Bohinj, Gorica in Jadran, dostikrat množičen, zlasti o pomembnejših športnih in turističnih prireditvah in skupinskih izletih. Tak promet zahteva skrajna možnost hitrega gibanja potnikov v velikih skupinah skozi široke pasaze po najkrajših poteh z jasno orientacijo in brez križanja prihajajočih potnikov z odhajajočimi.

Končno je treba poudariti, da mora novo moderno postajno posloplje v največji meri ustrezati vsem zahtevam sodobnega pojmovanja prometa potnikov glede na udobnost, brzino in varnost potovanja in na higieno potnikov, v nič manjši meri pa tudi na ustvarjanje estetsko zadovoljivega okolja, v katerem se potnik giblje.

Zgornje splošne pogoje in zahteve imamo pred očmi, ko motrimo in na splošno razčlenjujemo pripravljena idejna projekta prej omenjenih projektih podjetij, čijih avtorja sta ing. arh. Djordjević iz Beograda (v naslednjem kratko imenovan proj. Dj.) in ing. arh. Rohrman Stanko (proj. R.).

Za analizo in primerjavo obeh projektov nam služijo kriteriji, ki se ozirajo v glavnem na sledeča vprašanja in sicer:

vprašanje splošne dispozitivne ureditve posameznih funkcionalnih skupin, zlasti glede na njih medsebojno odnos in povezanost; vprašanje funkcionalnosti prostorov in komunikacij glede na službeni del in na potniški promet;

vprašanje arhitektonsko - estet-

ske obdelave zunanosti v odnosu do urbanističnih zahtev glede na neposredno okolico, kakor tudi glede na pokrajinsko sliko ter vprašanja arhitektonsko - estetskega oblikovanja notranjosti zgradbe; vprašanje konstruktivne izvedbe zgradbe; vprašanje gradbeno-ekonomske strani izvedbe objekta.

Pri pregledu in primerjavi obeh projektov ob upoštevanju zgornjih splošnih načel in kriterijev se pokaže v glavnem sledeče:

V dispozitivnem oziru kaže proj. R. enostavno, toda smotno in pregledno razmestitev glavnih funkcionalnih skupin, t. j. prostorov za potnike, za železniško prometno transportno službo, za carino, za službo obmejnega sektorja in avstrijskega zastopništva. Te skupine se v pravilni medsebojni povezavi, odnosno so ustrezno ločena, da bo zagotovljeno neovirano in hitro razvijanje službe in prometa. Proj. Dj. je v tem oziru komplicirano razčlenjen na tak način, da nista podana niti jasna preglednost, niti pravilna povezanost skupin, kajti del službenih prostorov, ki so namenjeni prometni transportni službi, je z vmesno skupino prostorov za potnike ločen od ostalih službenih skupin (carine, obmejnega sektorja, avstrijskega zastopništva) če tudi imajo te skupine stalne medsebojne pomešane in bi bila zaradi tega služba zelo ovirana. Nezadovoljivo je urejena tudi skupina prostorov za javnost, ker so prostori, ki so namenjeni potnikom, neposredno pomešani s prostori, ki se jih bo posluževalo ostalo nepotujoče občinstvo. Taka ureditev otežuje hitro orientacijo in kretanje potnikov zlasti ob konicah prometa.

V pogledu funkcionalnosti prostorov, komunikacij itd. se opaža pri proj. R. jasnost in čistost razporeditve prostorov, ki vsaki funkcionalni skupini omogoča hitro in pregledno poslovanje ter razvoj prometa. Zlasti je to važno glede komunikacij za potnike, ki so pravilno usmerjene, zaporedne in brez križanja. Glede na postavljeno osnovno zahtevo železniške uprave za vzdrževanje peronske zapore je v tem projektu dosledno in pravilno rešeno vprašanje te zapore, ker je predvidena le na enem, ne pa na več mestih. To omogoča neoviran promet potnikov do vseh prostorov, ki so jim namenjeni, odnosno potrebni, zlasti do čakalnic in

bifeja, ne da bi potniki morali ponovno prekoračevati zaporo. Neugodnost, ki pa sluzijo v glavnem le prehodnim potnikom, so ločene od smeri glavnega osebnega prometa. Ta promet tvorijo pretežno tovarniški delavci, ki praktično ne uporabljajo čakalnic, ker so vlaki zanje že pripravljene. Izhod iz peronov na cesto je predviden v širini 7 m, kar ustreza sunkovitemu navalu izstopajočih ter omogoča hitro izpraznjevanje postaje brez gneče. Poslovalnica Putnika je nameščena tako, da bo omogočeno posluževanje potnikov s peronske strani hkrati pa tudi s cestne strani brez pasaže skozi zaporo.

Dohod potnikov na peron je mogoč direktno skozi pasažo peronske zapore v gl. vhodni veži. Čakalnice, ki sluzijo v glavnem le prehodnim potnikom, so ločene od smeri glavnega osebnega prometa. Ta promet tvorijo pretežno tovarniški delavci, ki praktično ne uporabljajo čakalnic, ker so vlaki zanje že pripravljene. Izhod iz peronov na cesto je predviden v širini 7 m, kar ustreza sunkovitemu navalu izstopajočih ter omogoča hitro izpraznjevanje postaje brez gneče. Poslovalnica Putnika je nameščena tako, da bo omogočeno posluževanje potnikov s peronske strani hkrati pa tudi s cestne strani brez pasaže skozi zaporo.

V proj. Dj. predvidena razporeditev prostorov za potnike in občinstvo (čakalnice, bife) ne omogoča vzdrževanja zapore le na enem mestu, temveč pri vsaki čakalnici, kar bi povzročilo povišanje obratnih stroškov ne glede na večjo nepreglednost prometa. Tak način usmeritve prometa tudi ne omogoča vzdrževanja reda po načelu, da so čakalnice namenjene v prvi vrsti potnikom ne pa tudi drugim nepotnikom (zlasti prenočevalcem). Razen tega bi postale čakalnice prehodni hodniki z vsemi neugodnimi posledicami in nevšečnostmi za potnike in za železniško upravo posebno pri vzdrževanju čistoče, toplote in splošne udobnosti v čakalnicah, kakor se more to opaziti na postajah v Zagrebu in Beogradu. Izhod iz postaje na cesto je predviden le v širini 3,00 m, kar je znatno premalo in bi povzročalo gnečo ob izhodu. Situacija prostora »Putnika« ob izhodni veži za inozemske potnike, ki je priključena k prostorom carinarnice, ni ustrezna, ker je ta veža ob carinskih pregledih potnikov zaprta za zunanje potnike s cestne strani. Ta projekt tudi predvideva razporeditev prostorov ob hodnikih, ki so deloma temni in nepregledni. Tudi so nekateri poslovni prostori sami temačni, n. pr. pri carinski pregledovalnici.

Arhitektonsko - estetska obdelava

gradbene gmote in zunanosti zgradbe po proj. R. predvideva mirno osnovno črto projekta, brez posebne členitve poedinih delov na višje in nižje arhitektonske elemente ter podčrtava

enakomerno, sorazmerno nizko horizontalo, ki bo v pravilnem višinskem odnosu do obstoječe sosednje enonadstropne poštnje zgradbe. Ta horizontala, ki jo predstavlja postajna zgradba kot celota, bo v harmoničnem skladu z urbanističnim okoljem postaje in pa tudi s pokrajinsko sliko, ki po svoji, višinsko močno raznoliki silueti gorskih grebenov ne dopušča prevelike razgibanosti gradbenih gmot, zlasti ne v višino. Projekt predvideva tudi močnejše arhitektonsko - estetsko oblikovanje glavnih postajnih prostorov, posebno glavne vhodne veže (hale), kar je doseženo s primernimi dimenzijami in proporcijami ter formalno obdelavo prostora in bo dalo hali monumentalnejši in reprezentativnejši značaj. Koncept te rešitve skupno s predvideno funkcionalnostjo tega prostora se približuje sodobnemu reševanju te naloge ter posrečeno združuje lepoto s koristnim. Večje investicije, ki bodo zaradi tega potrebne, so vsekakor utemeljene glede na to, da se s tem zadovoljijo tudi splošne urbanistične in ostale koristi. Projekt Dj. predvideva razmero-močno razčlenitev gradbene gmote na raznolike, arhitektonske elemente z različnimi višinami. Glavni del zgradbe je dvonadstropen in presega višino sosednje poštnje zgradbe. Po zunanji formalni obdelavi, kolikor jo je mogoče presoditi iz projekta, ne kaže oblik in arhitektonskega izraza, v katerih bi se zrcalila funkcionalna posebnost objekta in tej primerna reprezentativnost in monumentalnost, če tudi v najskromnejših obrisih.

Prikazana formalna in arhitektonska obdelava zunanosti je brez nadaljnjega mogoča tudi pri običajnih stanovanjskih ali poslovnih zgradbah na katerem koli kraju. Zato se pogreša ona estetska prilagoditev objekta v obstoječe pokrajinsko okolje, ki je za konkretno zgradbo iz zgoraj navedenih splošnih urbanističnih ozirov potrebna. Arhitektonsko-estetsko oblikovanje notranjosti zgradbe ne zadovoljava, zlasti glede ureditve glavne vhodne hale in to niti po dimenzijah niti proporcijah, niti po prostorninskih obdelavi. Prevelika skromnost v tem pogledu, kakor jo kaže projekt ni na mestu, zlasti če z njo ni dosežena niti funkcionalna brezhibnost tega prostora.

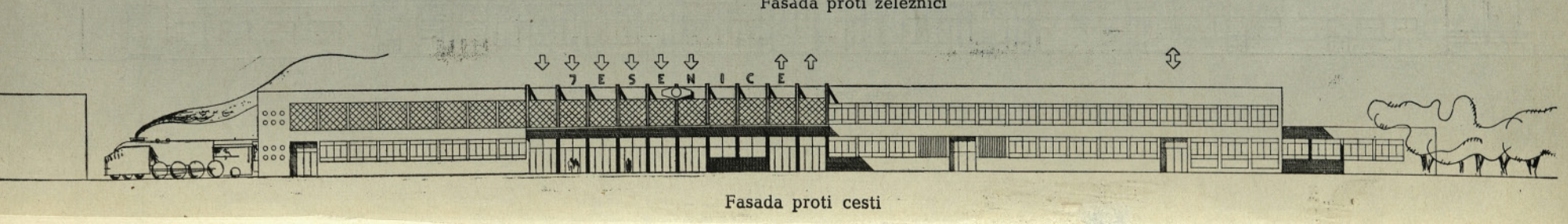
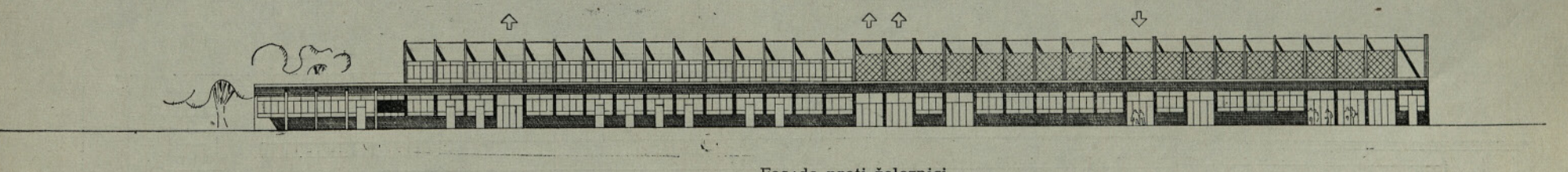
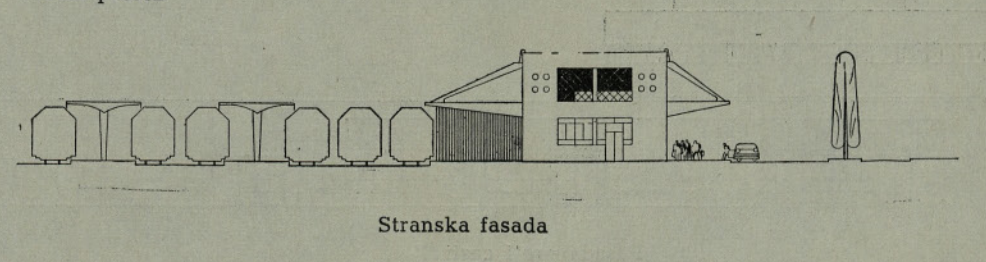
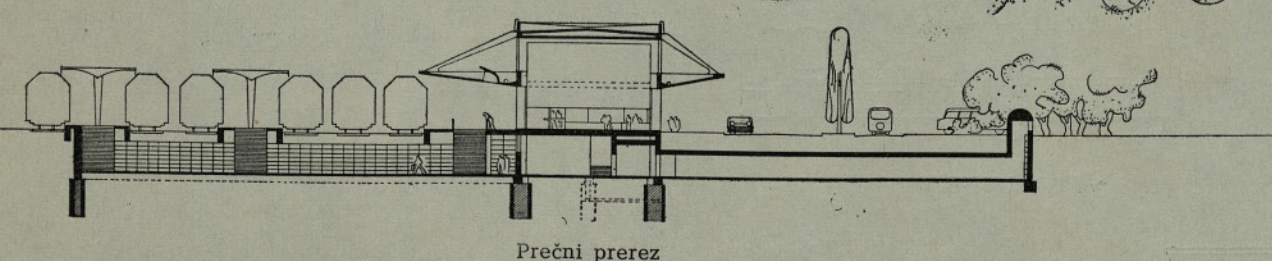
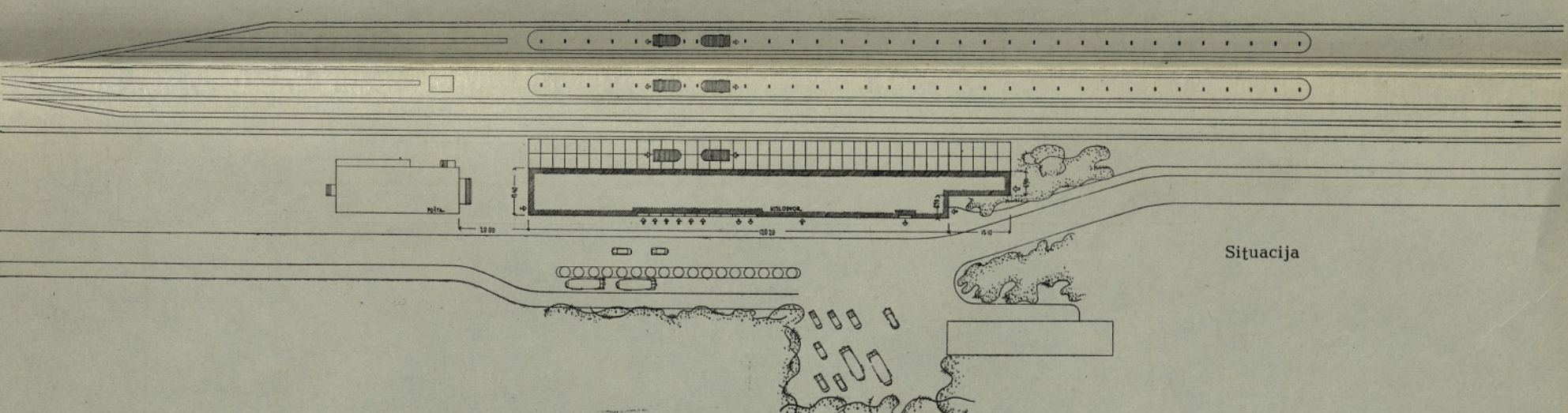
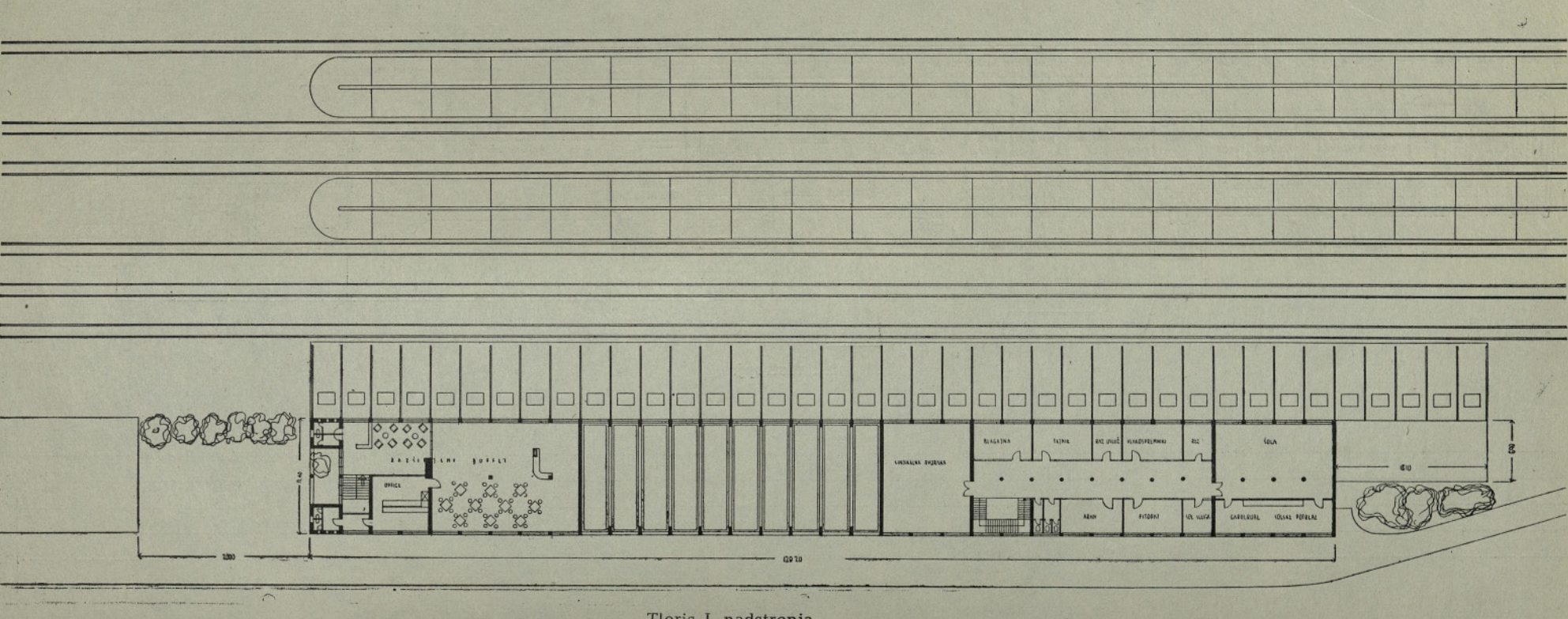
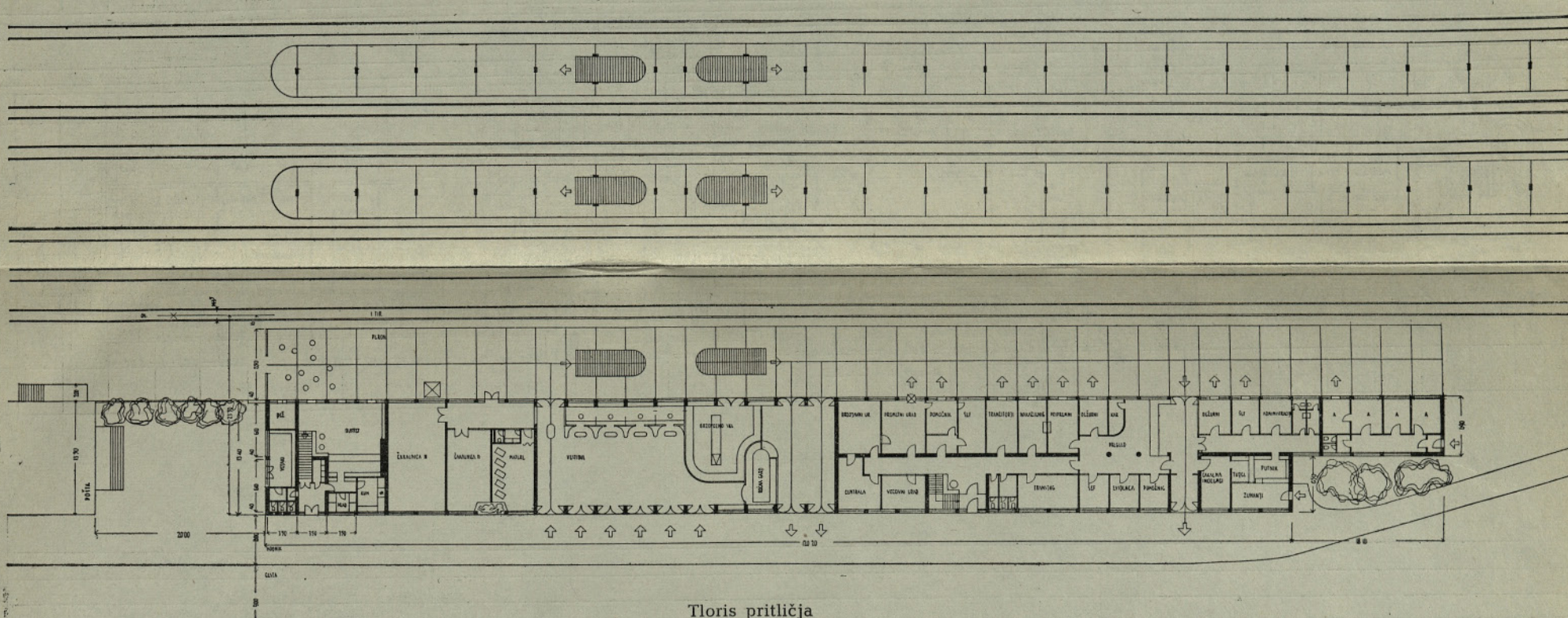
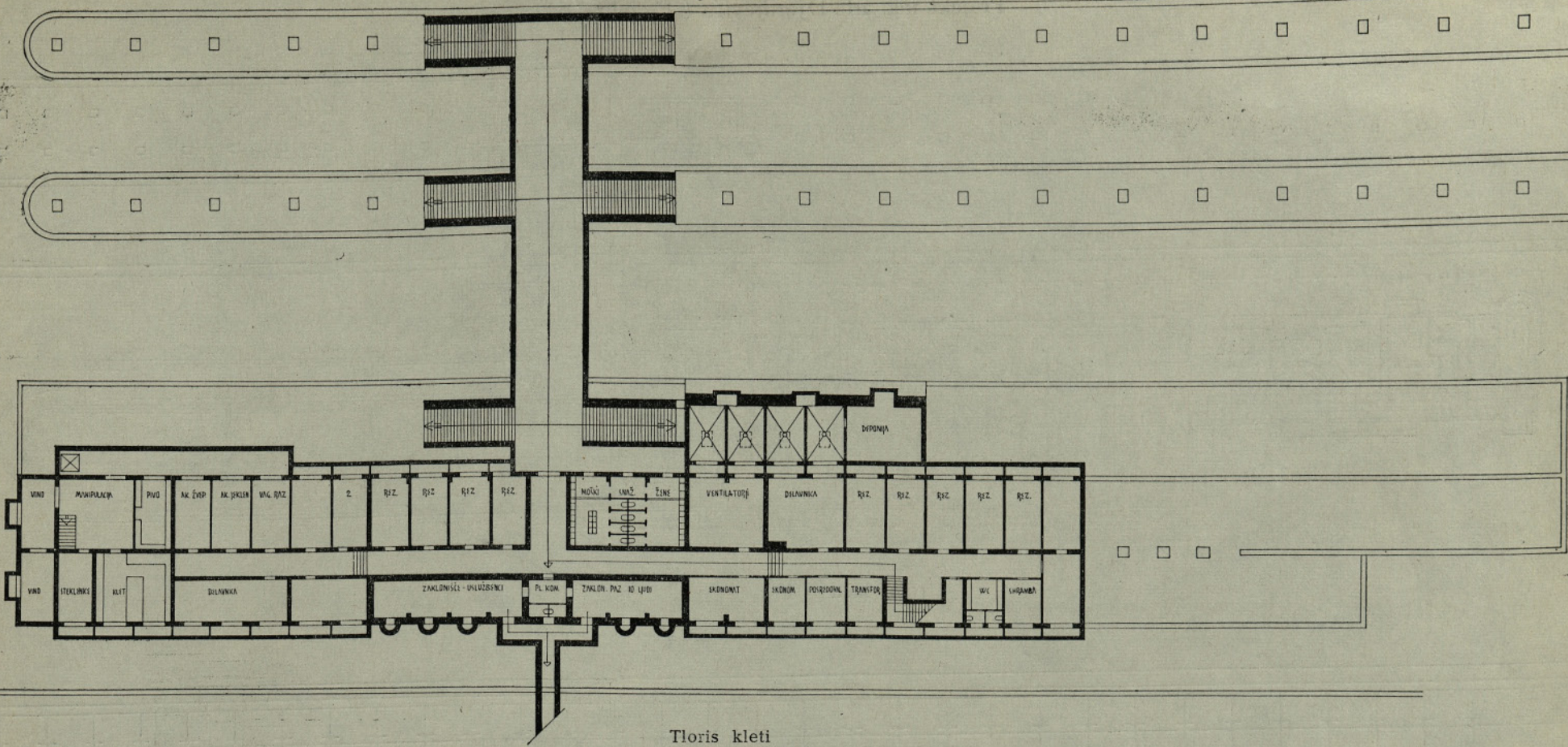
V konstruktivnem oziru je opaziti v proj. R. jasnost in enostavnost ter enovitost dispozicije glavnih konstruktivnih elementov, ki hkrati omogočajo racionalnejšo izvedbo objekta. Razme-

roma velika razpetina glavne hale bo sicer zahtevala dražjo konstrukcijo, ki pa je spriču zgoraj navedene potrebe po reprezentativnejšem oblikovanju tega prostora utemeljena. Enakomerna porazdelitev gradbene gmote po višini ter navedena enostavna in smotrna razporeditev konstruktivnih elementov bodo omogočili lažje in racionalnejše fundiranje zgradbe, posebno če odpadejo prvotno predvideni nosilni železobetonski okvirji široke konzolne peronske strehe na zgradbi. Proj. Dj. ne kaže take enovitosti in jasnosti v konstrukcijah. Zaradi močne tlorisne členitve objekta bodo potrebne raznolike konstrukcije zelo različnih razponov in načinov izvedb, zidov, stebra, stropov itd., ki so pa vse še v okviru normalnih izvedb, kakor so običajne pri navadnih masivnih zgradbah. Glede na obstoječe težje terenske prilike in na geološki sestav terena bo pri predvideni višini zgradbe potrebno njeno fundiranje na okroglo 70 vodnjakih s povprečno globino do 12 m in premerom 1,30 m. Zaradi teh težkoč je nujno zaželeno in potrebna enostavna in smotrna dispozicija glavnih nosilnih elementov.

V gradbeno - ekonomskem oziru kaže projekt R. na prvi pogled višje investicijske stroške, kakor projekt Dj. če se upošteva le račun zazidane ploščine.

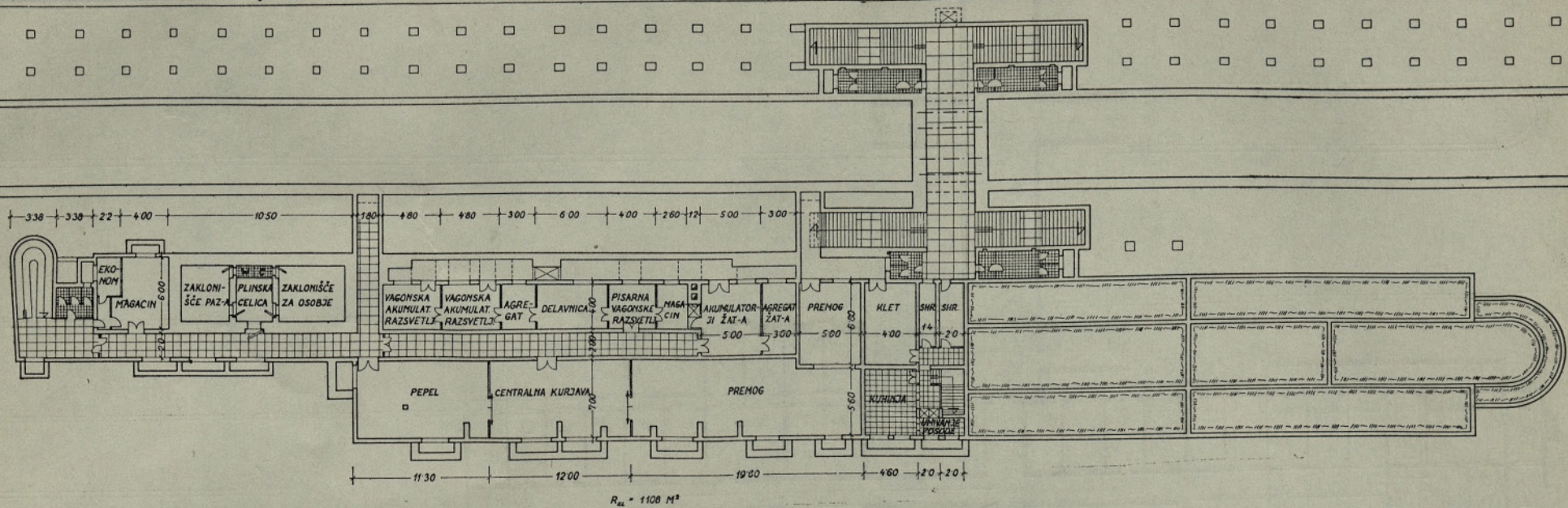
Ta prednost proj. Dj. pa je problematična glede velike težave in investicije pri fundiranju zgradbe na vodnjakih. Gradnja vodnjakov z materialom, kakršen je na razpolago na mestu, kjer bo zgradba stala in ob talni vodi, je v izvedbi izredno draga. Pri natančnejši analizi tega vprašanja, odnosno analizi celotnih investicijskih stroškov za zgradbo po tem projektu bi se verjetno pokazalo, da bi ta prednost postala zelo majhna, odnosno bi je niti ne bilo.

Namen tega članka je v splošnih potezah informativno pojasniti problematiko tehnične dokumentacije novega postajnega poslopja na Jesenicah, čigar pomen in važnost preseगतa meje običajnega interesnega kroga strokovnjakov in gospodarstvenikov ter v najvažnejših točkah analizirati oba opisana idejna projekta v dopolnitev k slikam, ki prikazujejo najvažnejše delo te dokumentacije. Pri tem se ni bilo mogoče spuščati v podrobnejšo razčlenitev primerjave in oceno obeh projektov zlasti, ker spada to v delokrog odgovornih strokovnjakov.



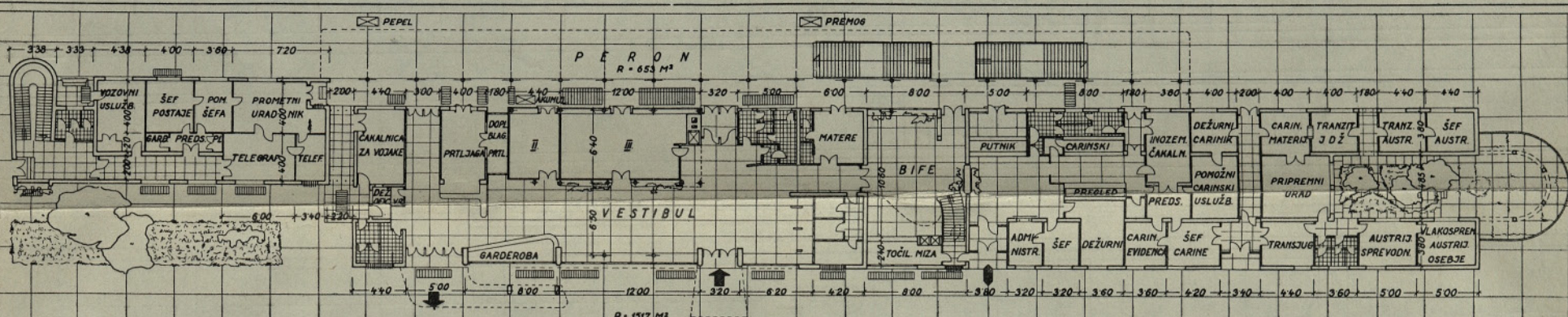
Projekti za postajno zgradbo na Jesenicah

Projekt ing. arh. Djordjevića („Projekt Dj.“)

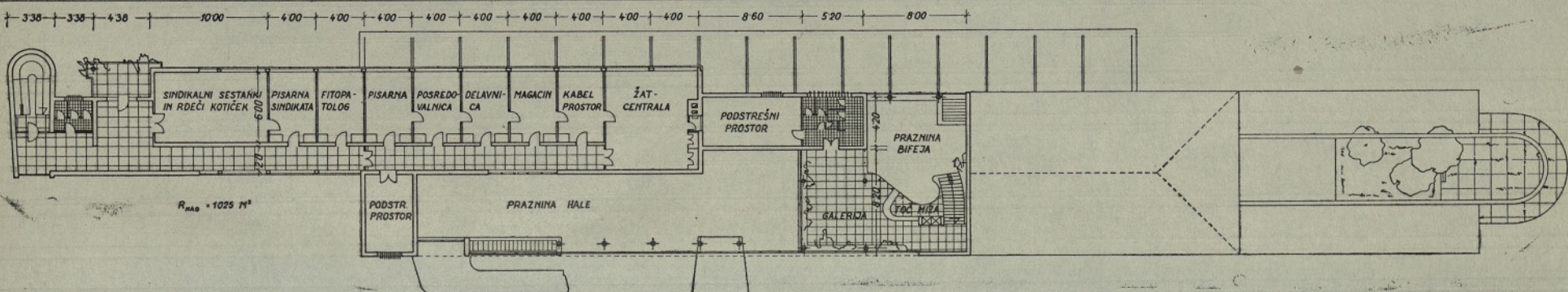


$R_{net} = 1108 \text{ M}^2$
Tloris kleti

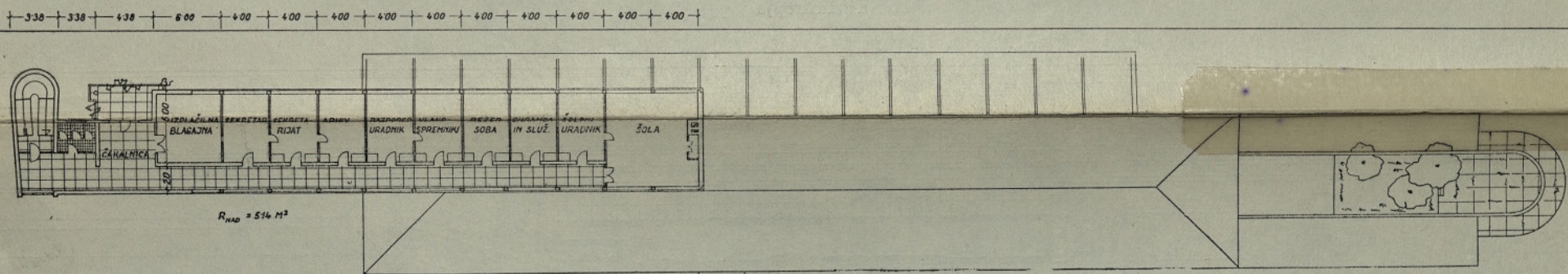
P E R O N
 $R = 1084 \text{ M}^2$



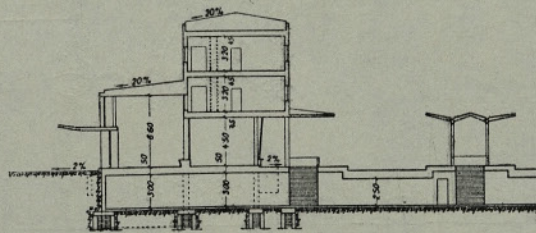
Tloris pritličja



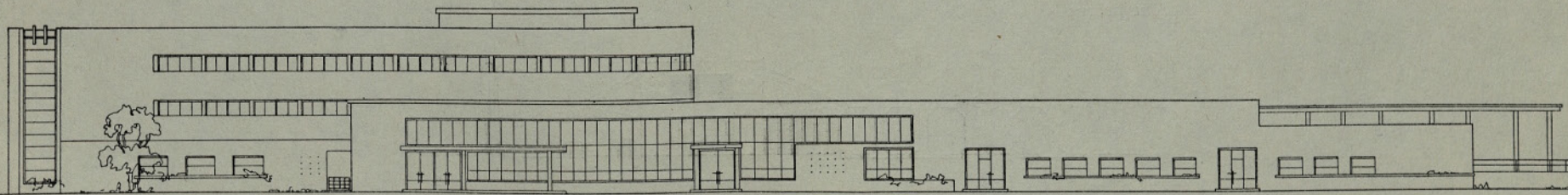
Tloris I. nadstropja



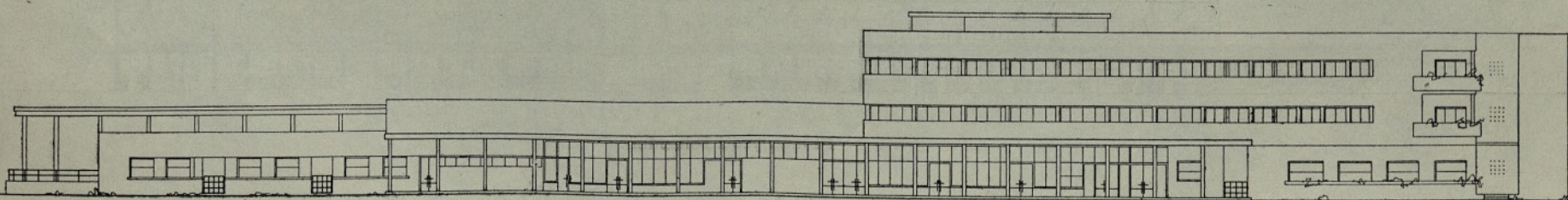
Tloris II. nadstropja



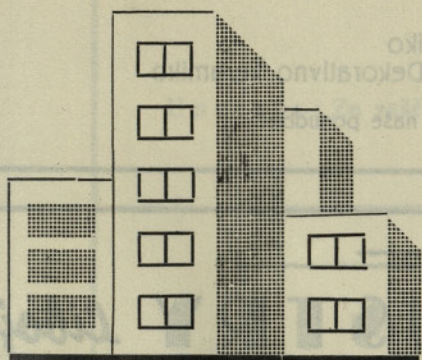
Prečni prevez



Fasada proti cesti



Fasada proti železnici



SPLOŠNO GRADBENO

PODJETJE „PIONIR“

NOVO MESTO, tel. 45

« PIONIR »

NOVO MESTO

poštni predal 37

GRADI

OBJEKTE VSEH VRST VISOKIH IN NIZKIH GRADENJ

KERAMIČNA INDUSTRIJA *Liboje*

Pošta: Petrovče Telefon: Petrovče 1 Tek. račun Narodna Banka FLRJ podruž. Celje-okolica šte. rač.: 325-35102-0

Nudi trgovskim in gradbenim podjetjem:

- Gospodinjstvo keramiko
- Sanitarno keramiko
- Dekorativno keramiko

Bogat sortiment! • Dobra kvaliteta! • Cene primerne! • Zahtevajte naše ponudbe!

CERAMIC INDUSTRY *Liboje*

Location: Petrovce Telephone: Petrovce 1 Account current: Narodna Banka FLRJ, podr. Celje-okolica No 325-35102-0

Offers to commercial and construction enterprises:

- Ceramics for housekeepers
- Sanitary ceramics
- Decorative ceramics

Large assortment! • Good quality! • Appropriate prizes! • Ask for our tenders!

Mariborska livarna in tvornica kovinskih izdelkov • Maribor

Motherjeva 15, tel. 42-13, brzojavi: LIVARNA. Maribor, p. predal 20

I z d e l u j e m o :

Vlečeno medenino kvalitete Ms 58 vseh vrst, oblik preseka od 4 mm do 80 mm.

Odlitke pisanih kovin vseh vrst in kvalitet do teže 800 kg.

Vodovodne in sanitarne armature v različnih izvedbah — surove polirane — nikljane in kromane do velikosti 2½".

Parne armature — zaenkrat samo šele radiatorske ventile vseh vrst.

Armature sadnih in vinogradniških škropilk — ventili razpršilec in podobno.

Gradbeno in pohištveno okovje najmodernejših oblik, vseh velikosti, visoko polirano, nikljano ali pokromano.

Črpalke za PLZ, ki se lahko uporabljajo tudi kot črpalke za škropljenje sadnega drevja in za beljenje prostorov.

Razno galanterijsko blago n. pr.: vžigalnike, aparate za brušenje britvic, jedilne nože.

Medeninaste in aluminijaste kovance vseh vrst in oblik do teže 1 kg (ohišja za kisikove ventile in aparature, ohišja za reducirne ventile, butan in metan plin, suroveci za razni elektromaterial in podobno).

Kopalne peči, sestojče iz bakrenih cilindrov in litoželeznih podstavkov ter opremljene s ponikljanimi ali pokromanimi armaturami.

Nadalje obveščamo javnost, da bo v najkrajšem času pričel obratovati oddelek za brizgani in tiskani liv opremljen s stroji najnovejše izvedbe. Ker so kapacitete tega oddelka še deloma proste, se priporočamo za naročila raznih polizdelkov iz pisanih kovin (aluminijeve, cinkove in bakrene zlitine vseh vrst in kvalitet).

KATRANSKI LAKI

(KATRANSKI IZDELEK)

TEHNIČNI PODATKI: Raztopina trde katranske smole v lahkem katranskem olju v pločevinastih zaprtih sodih po 200 kg

Proizvod izdeluje
»IZOLIRKA«
LJUBLJANA

Uporaba: Za zaščito proti rji.

KATRANSKO OLJE GENERATORSKO

(KATRANSKI IZDELEK)

TEHNIČNI PODATKI: 50 % fenola v pločevinastih sodih po 200 kg ali v vagonških cisternah

Proizvod izdeluje
»IZOLIRKA«
LJUBLJANA

Uporaba: Za impregnacijo železniških pragov, drogov, za premaze barak, raznih lesenih konstrukcij, ograj itd.

KATRANSKO OLJE PLINARNIŠKO SREDNJE

(KATRANSKI IZDELEK)

TEHNIČNI PODATKI: svetle barve, do 20 % fenola — v pločevinastih sodih po 200 kg ali v vagonških cisternah

Proizvod izdeluje
»IZOLIRKA«
LJUBLJANA

Uporaba: Za impregnacijo železniških pragov, drogov, za premaze barak, raznih lesenih konstrukcij, ograj itd.

KATRANSKO OLJE PLINARNIŠKO TEŽKO

(KATRANSKI IZDELEK)

TEHNIČNI PODATKI: temne barve v pločevinastih sodih po 200 kg ali v vagonških cisternah.

Proizvod izdeluje
»IZOLIRKA«
LJUBLJANA

Uporaba: Za impregnacijo železniških pragov, drogov, za premaze barak, raznih lesenih konstrukcij, ograj itd.

KATRANSKO OLJE PLINARNIŠKO ANTRACENSKO

(KATRANSKI IZDELEK)

TEHNIČNI PODATKI: temne barve,
plamenišče nad 180° C
v pločevinastih sodih po 200 kg
ali v vagonških cisternah.

Proizvod izdeluje
»IZOLIRKA«
LJUBLJANA

Uporaba: Za impregnacijo železniških pragov, drogov, za premaze barak, raznih lesenih konstrukcij, ograj itd.

KATRANSKA SMOLA GENERATORSKA

(KATRANSKI IZDELEK)

TEHNIČNI PODATKI: zmehčišče do 65° C
po K. S.
po naročilu
v odprtih pločevinastih bobnih
po 20 kg

Proizvod izdeluje
»IZOLIRKA«
LJUBLJANA

Uporaba: Za vertikalno in horizontalno izolacijo temeljev, za izdelavo plutovih plošč, za izdelavo briketov iz premoga, za kovaške, čevljarske, ladijske smole itd.

KATRANSKA SMOLA PLINARNIŠKA

(KATRANSKI IZDELEK)

TEHNIČNI PODATKI: zmehčišče do 80° C
po K. S.
po naročilu
v odprtih pločevinastih bobnih
po 200 kg

Proizvod izdeluje
»IZOLIRKA«
LJUBLJANA

Uporaba: Za vertikalno in horizontalno izolacijo temeljev, za izdelavo plutovih plošč, za izdelavo briketov iz premoga, za kovaške, čevljarske, ladijske smole itd.

PODOMETNE (BERGMANN) CEVI

(KATRANSKI IZDELEK)

TEHNIČNI PODATKI: Črne in svetle

Premeri:

11 mm, 13,5 mm, 16 mm, 23 mm, 29 mm, 36 mm

Dolžina:

3 m, 3 m, 3 m, 3 m, 3 m, 3 m

Število cevi v snopu:

34, 34, 34, 17, 10, 10

Proizvod izdeluje
»IZOLIRKA«
LJUBLJANA

Uporaba: Za elektroinstalacijska dela.