UDK — UDC
05:624

GRADBENI VESTNIK

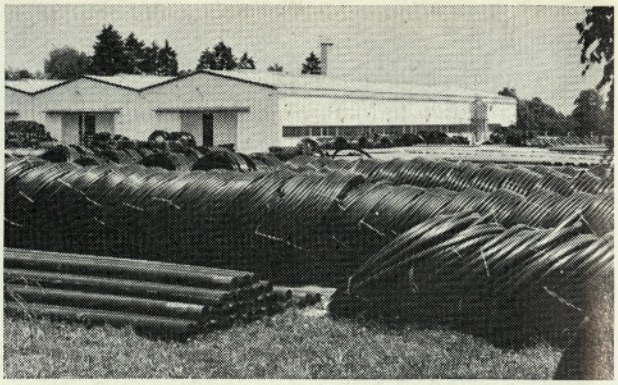
LJUBLJANA, FEBR. - MAR. 1976
LETNIK 25, ŠT. 2-3 STR. 25-56

2-3

Avtocesta Hoče—Arja vas

Izvajalec pododsekov Hoče—Dramlje (34,5 km)
SGP SLOVENIJA CESTE — LJUBLJANA

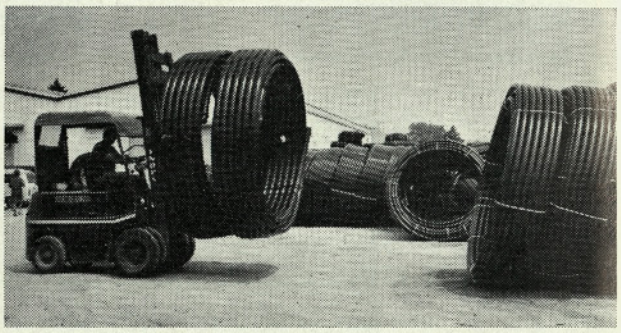
totra ljubljana

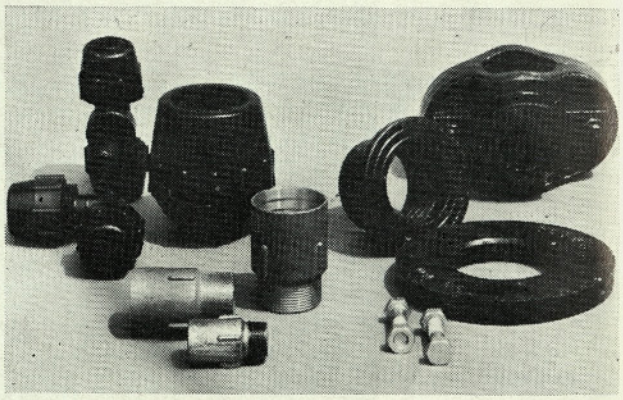


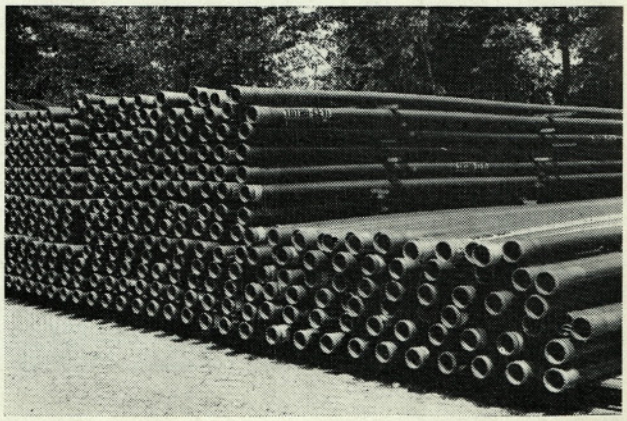
TOTRA PREDSTAVLJA PROIZVODNI PROGRAM CEVI IZ PLASTIČNIH MAS

Ena od prvih proizvodnih organizacij, ki se je po vojni lotila zahtevne proizvodnje in uvajanja cevi iz plastičnih mas na jugoslovansko tržišče, je naša delovna organizacija »Totra«.
Našo sedanjo proizvodnjo bi lahko delili na dve veliki skupini: proizvodnja cevi iz polietilena in proizvodnja cevi iz trdega polivinilklorida — iz PVC.
Proizvodnja cevi iz polietilena se deli na cevi iz polietilena nizke gostote (Jus G. C6. 610) in cevi iz polietilena visoke gostote (Jus G. C6. 620).
Cevi iz polietilena nizke gostote proizvajamo v dimenzijah od Dn 20 do Dn 63 mm. Te cevi se zaradi svoje izredne prožnosti in enostavnosti spajanja ter trpežnosti v glavnem uporabljajo za napeljavo vodovodnega razvodnega omrežja. Uporaba je tako enostavna, da največkrat pri postavljanju omrežja niti ni nujna pomoč instalaterja, zato je izredno primerna za graditelje individualnih gradenj. Za te cevi proizvajamo tudi spojnice iz polipropilena kot so enojne in dvojne spojnice, reducirni kosi, T kosi in kolena. Možna je tudi kombinacija uporabe pocinkanih fitingov.
Cevi iz polietilena visoke gostote izdelujemo v dimenzijah od Dn 63 do Dn 250 mm. Te cevi so primerne za glavne vodovodne vode, za kanalizacijo in razne cevovode v industriji; predvsem v kemični, ker je polietilen zelo odporen proti kemikalijam. Tudi pri teh ceveh je spajanje enostavno, hitro in učinkovito, kar zelo poceni gradnjo oziroma montažo. Cevi iz polietilena visoke gostote imajo poleg drugega tudi to prednost, da se dajo med seboj imenitno variti. To omogoča izdelavo najrazličnejših fazonskih kosov.
Obe skupini polietilenskih cevi imata dolgo življenjsko dobo. Če so cevovodi strokovno oziroma pravilno položeni, je doba njihovega obratovanja zagotovljena za nad 50 let.
Cevi iz trdega PVC (Jus G. C6. 501 in Jus G. C6. 505) izdelujemo v dimenzijah od Dn 63 do Dn 160 mm. Tudi te cevi so primerne za vodovodna omrežja ter ostale cevovode. Cevi so lahke, imajo idealno gladko notranjo površino in so odporne proti koroziji. Za spajanje PVC cevi obstoji več možnosti. V Totri smo se odločili za način, ki se je v praksi pokazal za najučinkovitejšega. Vsaka cev ima z ene strani oglavek opremljen z gumijastim tesnilom. Ta način spajanja cevi je najhitrejši in zelo kvaliteten, saj pri pravilni montaži garantira čvrsto spajanje.
Kot edini v Jugoslaviji proizvajamo tudi PVC cevi za drenažo po sistemu Raudril. To so cevi, brez katerih danes ne bi smeli graditi nobene ceste ali kakega drugega objekta nizke gradnje. Naše Raudril drenažne cevi s svojim učinkovitim zbiranjem in odvajanjem atmosferskih in talnih vod zagotavljajo objektom veliko uporabnost in neprimerno daljšo življenjsko dobo kot pri gradnjah brez dreniranja, ali z dreniranjem na druge načine. Drenažne cevi proizvajamo v dimenzijah Dn 80, Dn 100 in Dn 150 mm ter drenažno kanalizacijske cevi Dn 250 mm. Tudi spajanje drenažnih cevi je enostavno. Tako kot PVC cevi ima vsaka cev oglavek. Spajanje se izvaja z vtikanjem ravnega konca ene cevi v oglavek druge cevi. Cevi so korozijsko odporne v agresivnih tleh in tudi proti agresivnim pretočnim medijem.
S tem smo v glavnem podali grobo sliko našega proizvodnega programa cevi iz plastičnih mas. Seveda razpolagamo za vsako zvrst cevi z obširno strokovno dokumentacijo, ki jo nudimo vsem, ki se zanimajo za naše cevi.
Cene naših cevi so solidne in dobavni roki ugodni.
Vse informacije vam lahko nudi prodajni oddelek za cevi, ki ima svoje prostore v Ljubljani, Miklošičeva 18/I — telefon (061) 312 823.

Obiščite nas!







GRADBENI VESTNIK

GLASILO ZVEZE GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV SLOVENIJE

ŠT. 2-3 — LETNIK 25 — 1976

VSEBINA-CONTENTS

Članki, študije, razprave
Articles, studies, proceedings

MIRAN SAJE-MARJAN STANEK:

Upoštevanje dimenzij stebra pri računanju plošč na stebrih . . . 26
Analysis of flat slab structures taking dimensions of column into account

ANTON UMEK:

Nova metoda eksperimentalnega določevanja kakovostnih količnikov betona in njegovih komponent 29
New method of determining the quality of concrete

News
Vesti

Diplomanti oddelka za gradbeništvo od 15. II. 1975 do 15. II. 1976 51

In memoriam

Univ. prof. ing. Engelbert Hribernik (Marjan Ferjan) 53

Informacije Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana
Reports of Institute for material and structures research Ljubljana

MARJAN FERJAN:

Nekateri posebni gradbeni materiali in sistemi iz »Poskusnega obrata Gameljne« TOZD IM-ZRMK 55

Odgovorni urednik: Sergej **Bubnov**, dipl. inž.
Tehnični urednik: prof. Bogo **Fatur**
Uredniški odbor: dr. Janko **Bleiweis**, dipl. inž., Vladimir **Čadež**, dipl. inž., Marjan **Gaspari**, dipl. inž., Dušan **Lajovic**, v. g. t., dr. Miloš **Marinček**, Saša **Skulj**, dipl. inž., Viktor **Turnšek**, dipl. inž.
Revijo izdaja **Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije**, Ljubljana, Erjavčeva 15, telefon 23 158. Tek. račun pri Narodni banki 501011-678-47602. Tiska tiskarna Tone Tomšič v Ljubljani. Revija izhaja mesečno. Letna naročnina skupaj s članarino znaša 100 din, za študente 38 din, za podjetja, zavode in ustanove 500 din

Upoštevanje dimenzij stebra pri računanju plošč na stebrih

UDK 624.04

MAG. MIRAN SAJE, DIPL. INŽ.
MARJAN STANEK, DIPL. INŽ.

1. Uvod

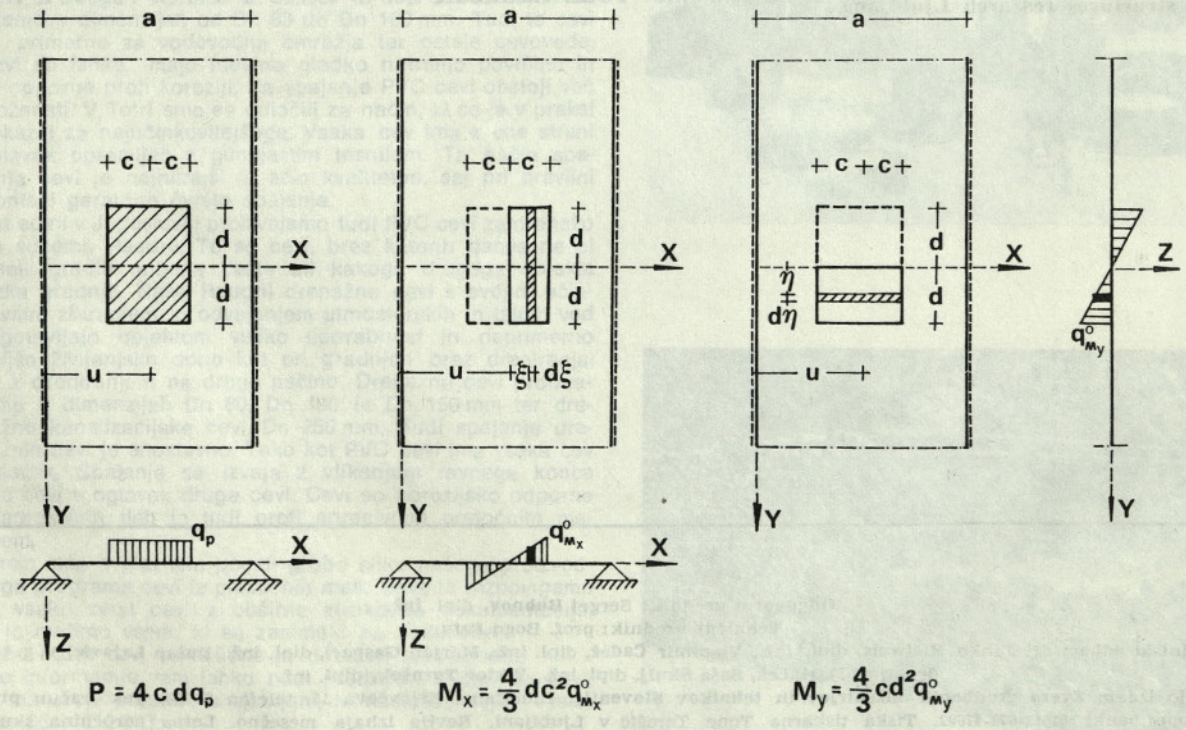
Pri statičnih izračunih plošč na stebrih za prakso največkrat vzamemo, da je steber linijski nosilec, členkasto ali vpeto priključen na ploščo, ali pa ga nadomestimo z nepodajno točkovno členkasto podporo. Pogosto pa račun še bolj poenostavimo in ploščo razrežemo na sistem »nadomestnih« okvirov. Pri vseh takšnih poenostavljenih računih se v rešitvah pojavijo napake. Namen pričujočega prispevka je, da prikaže velikostni red teh napak in z izboljšanim računom dobljen stvarnejši potek notranjih sil v plošči.

2. Predpostavke in opis izboljšanega računa [1]

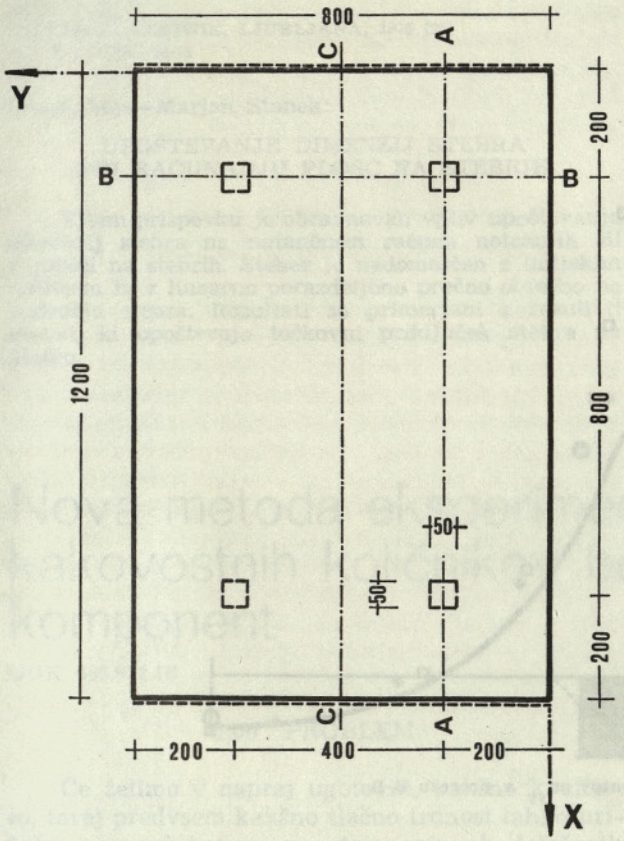
Osnovna predpostavka računa je, da steber učinkuje na ploščo z linearno potekajočo prečno obtežbo. Ta obtežba, ki deluje na zunanjo površino plošče na območju stebra, je sestavljena iz enakomerne obtežbe, ki je statično ekvivalentna osni sili P v stebru, iz v smeri »x« linearno potekajoče obtežbe, ki je statično ekvivalentna vozliščnemu momentu M_x v stebru in iz v smeri »y« linearno potekajoče obtežbe, ki je statično ekvivalentna vozliščnemu momentu M_y v stebru (slika 1). Količine P, M_x in M_y predstavljajo zunanjo, vendar še neznano obtežbo na ploščo. Njihovo velikost določimo iz pogoja, da ima komplementarna energija konstrukcije v ravnotežni legi minimum. Ob običajnih inženirskih supozicijah o upogibu tankih plošč in o upogibu in torziji linijskih nosilcev je mogoče problem z upoštevanjem navedene predpostavke rešiti analitično. Vendar pa se moramo omejiti še na pravokotno ploščo z dvema vrtljivo podprtima robovoma in z dvema robovoma na robnih nosilcih. Število stebrov in njihova porazdelitev ter oblika zunanje obtežbe ne igrajo bistvene vloge. Rešitev ima obliko neskončne konvergentne vrste, katere koeficienti so odvisni od geometrijskih dimenzij plošče, stebra in robnih nosilcev, od materiala in od vrste obtežbe. Za rešitev v okviru inženirske natančnosti je potrebnih okrog 50 členov vrste. Ker steber učinkuje na zunanjo površino plošče, moramo pri obtežbi zaradi P, M_x in M_y upoštevati raznos obtežbe pod kotom 45^0 do srednje ravnine, kar pomeni, da je npr. »c« s slike 1 enak polovici vsote širine stebra in debeline plošče.

3. Računski primer

Pravokotna betonska plošča dimenzij 8 × 12 m je podprta s štirimi betonskimi stebri. Geometrijske podatke, podatke o materialu in o obtežbi pri-



Sl. 1. Obtežba stebra na ploščo



Sl. 2. Podatki o plošči

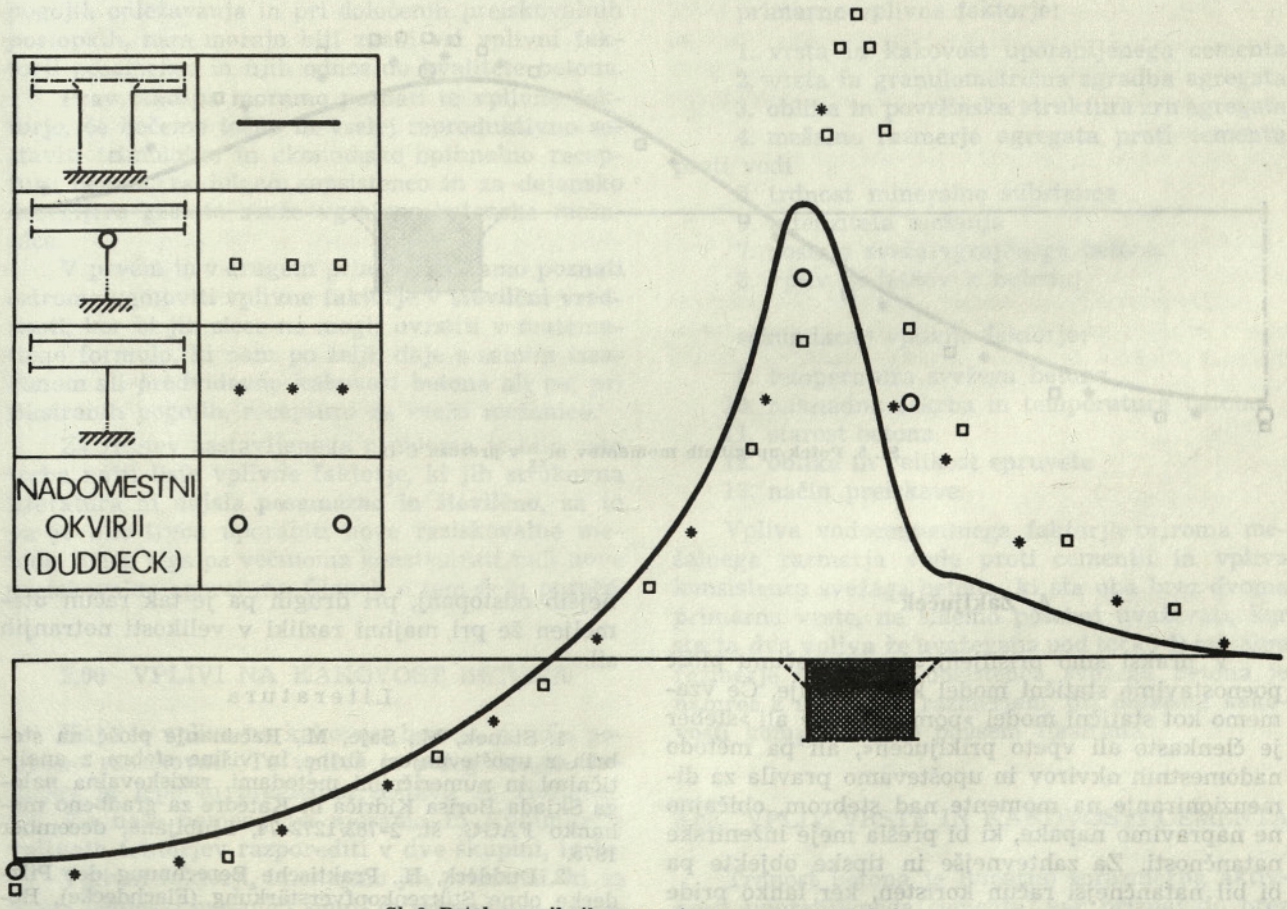
Debelina plošče	$= d_p$ 22 cm
Višina stebrov	H = 400 cm
Enakomerna obtežba po vsej plošči	q_z = . 12 kp/cm²
Elastični modul	E = 2 . 1 × 10^5 kp/cm²
Poissonov količnik	ν = . 16

kazuje slika 2. Rezultati izboljšanega računa za potek upogibnih momentov m_{xx} in m_{yy} v prerezih A-A, B-B in C-C so zbrani v slikah 3, 4 in 5. Tu so prikazani tudi rezultati treh poenostavljenih računov z naslednjimi značilnostmi:

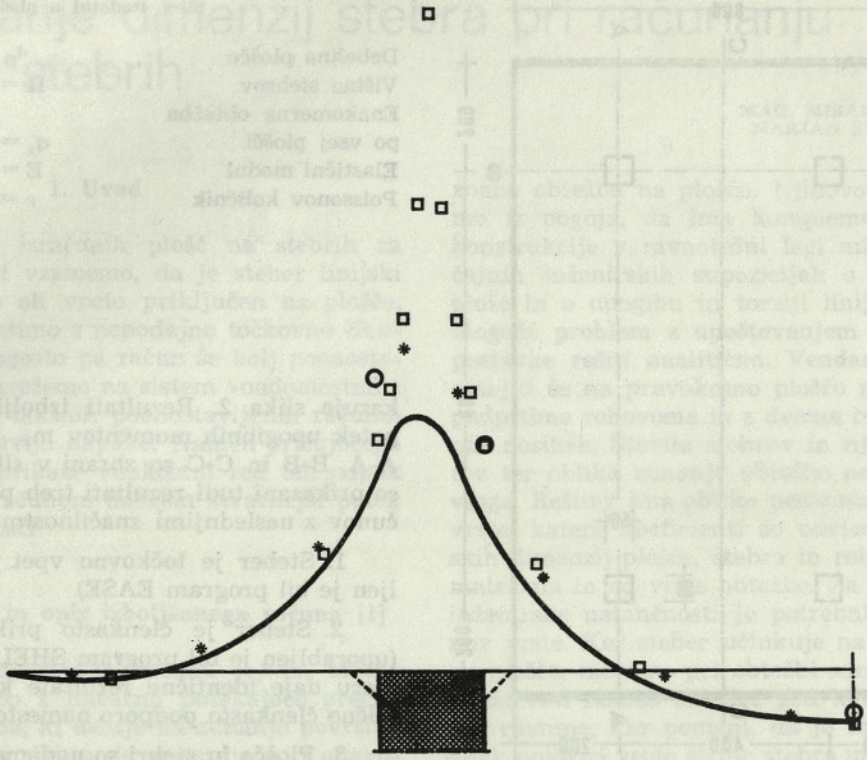
1. Steber je točkovno vpet v ploščo (uporabljen je bil program EASE)

2. Steber je členkasto priključen na ploščo (uporabljen je bil program SHELLS); v našem primeru daje identične rezultate kot model z nepomično členkasto podporo namesto stebra

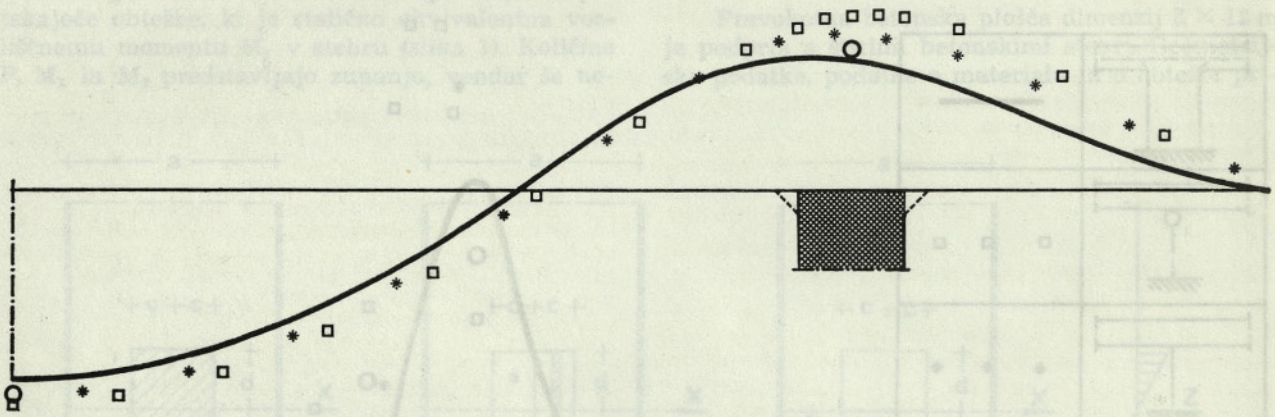
3. Plošča in stebri so nadomeščeni z nadomestnimi okviri; uporabljeni so Duddeckovi koeficienti [2].



Sl. 3. Potek upogibnih momentov m_{xx} v prerezu A-A



Sl. 4. Potek upogibnih momentov m_{yy} v prerezu B-B



Sl. 5. Potek upogibnih momentov m_{xx} v prerezu C-C

4. Zaključek

V praksi smo prisiljeni, da pri računu plošč poenostavimo statični model konstrukcije. Če vzamemo kot statični model »pomik je nič« ali »steber je členkasto ali vpeto priključen«, ali pa metodo nadomestnih okvirov in upoštevamo pravila za dimenzioniranje na momente nad stebrom, običajno ne napravimo napake, ki bi prešla meje inženirske natančnosti. Za zahtevnejše in tipske objekte pa bi bil natančnejši račun koristen, ker lahko pride pri prvih z uporabo poenostavljenih metod do znatnejših odstopanj, pri drugih pa je tak račun utemeljen že pri majhni razliki v velikosti notranjih sil.

Literatura

1. Stanek, M., Saje, M., Računanje plošč na stebrih z upoštevanjem širine in višine stebra z analitičnimi in numeričnimi metodami, raziskovalna naloga Sklada Borisa Kidriča in Katedre za gradbeno mehanko FAGG, št. 2-783/1272-74, Ljubljana, december 1975.

2. Duddeck, H., Praktische Berechnung der Pilzdecke ohne Stützenkopfverstärkung (Flachdecke), Beton- und Stahlbetonbau, 3/1963, Bern, str. 56—63.

UDK 624.04
GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA, 1976 (25)
ŠT. 2-3, STR. 26-28

Miran Saje—Marjan Stanek:

UPOŠTEVANJE DIMENZIJ STEBRA PRI RAČUNANJU PLOŠČ NA STEBRIH

V tem prispevku je obravnavan vpliv upoštevanja dimenzij stebra na natančnost računa notranjih sil v plošči na stebrih. Steber je nadomeščen z linijskim nosilcem in z linearno porazdeljeno prečno obtežbo na področju stebra. Rezultati so primerjani z rezultati metod, ki upoštevajo točkovni priključek stebra na ploščo.

UDC 624.04
GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA, 1976 (25)
NR. 2-3, PP. 62-28

Miran Saje—Marjan Stanek:

ANALYSIS OF FLAT SLAB STRUCTURES TAKING DIMENSIONS OF COLUMN INTO ACCOUNT

In the article column-plate interaction in flat slab structures taking into account dimensions of a column, is considered. It is supposed that the column interacts on a plate with linearly varying normal pressure. The results are compared with results of methods which consider concentrated column reactions.

Nova metoda eksperimentalnega določevanja kakovostnih količnikov betona in njegovih komponent

UDK 666.972.16

ANTON UMEK, DIPL. INŽ.

1,00 PROBLEM

Če želimo v naprej ugotoviti, kakšno kvaliteto, torej predvsem kakšno tlačno trdnost lahko pričakujemo pri betonu po strjevanju ob določenih pogojih odležavanja in pri določenih preiskovalnih postopkih, nam morajo biti znani **vsi** vplivni faktorji posamezno in njih odnos do kvalitete betona.

Prav tako pa moramo poznati te vplivne faktorje, če hočemo točno in vselej reproduktivno sestaviti tehnološko in ekonomsko optimalno recepturo betona, za želeno konsistenco in za dejansko dosegljivo gostoto sveže vgrajene betonske mešanice.

V prvem in v drugem primeru moramo poznati oziroma ugotoviti vplivne faktorje v **številčni vrednosti,** ker bi jih sicer ne mogli uvrstiti v matematično formulo, ki nam po želji, daje s samim izračunom ali predvidevno kakovost betona ali pa, pri fiksiranih pogojih, recepturo za svežo mešanico.

Za rešitev zastavljenega problema je bilo zato treba najti tiste vplivne faktorje, ki jih strokovna literatura ni dajala **posamezno in številčno,** za to pa je bilo treba uporabiti nove raziskovalne metode, poleg tega pa večinoma konstruirati tudi nove preiskovalne aparature. Članek o tem delu poroča.

2,00 VPLIVI NA KAKOVOST BETONA

Kaj vse vpliva na kakovost betona, ni bilo potrebno raziskovati. Te vplive je poleg drugih avtorjev že lepo in pregledno sestavil A. Hummel. (I[1]). Za naše namene pa moramo 15 Hummlovih vplivnih faktorjev razporediti v dve skupini, in to:

Vplivni faktorji, imenujmo jih **primarni,** ki so lastni betonski mešanici sami, in **sekundarni** vplivni faktorji, ki niso lastni mešanici, ki pa lahko **rezultat** trdnostne preiskave bistveno spremenijo, ne morejo pa spremeniti **kakovosti** vgrajene betonske zmesi. Tako dobimo:

primarne vplivne faktorje:

1. vrsta in kakovost uporabljenega cementa
2. vrsta in granulometrična zgradba agregata
3. oblika in površinska struktura zrn agregata
4. mešalno razmerje agregata proti cementu proti vodi
5. trdnost mineralne substance
6. intenziteta mešanja
7. gostota sveže vgrajenega betona
8. vpliv dodatkov k betonu;

sekundarne vplivne faktorje:

9. temperatura svežega betona
10. naknadna oskrba in temperatura betona
11. starost betona
12. oblika in velikost epruvete
13. način preiskave.

Vpliva vodocementnega faktorja oziroma mešalnega razmerja vode proti cementu in vpliva konsistence svežega betona, ki sta oba brez dvoma primarne vrste, ne smemo posebej uvaževati, ker sta ta dva vpliva že uvaževana pod točko 4) mešalno razmerje a : c : v. Konsistenca svežega betona je namreč z mešalnim razmerjem, pri **določeni kakovosti komponent,** že povsem fiksirana.

3,00 VPLIV VRSTE IN KAKOVOSTI CEMENTA

Trdnost betona je linearno sorazmerna aktivnosti uporabljenega cementa, kar priznavajo brez

izjeme vsi raziskovalci, med drugimi A. Hummel (I^2). Trdnost betona, če je vse drugo nespremenjeno, je torej dana z relacijo:

$$MB = n \cdot A \qquad \ldots 1$$

če je MB tlačna trdnost betona v kp/cm² po določenem času strjevanja, pod temperaturnimi in ostalimi pogoji veljavne norme za preiskavo betona in če je »n« številčni koeficient odnosa.

$$MB = f(A) \qquad \ldots 2$$

A je trdnost normne gredice, v **istem času odležavanja,** pod pogoji JUS B.C 1.010. Pri tem se n ne spreminja, če se menja kemična konstitucija cementa, pa tudi čas strjevanja ne menja številčne vrednosti koeficienta n. Če iščemo MB_{7dni}, moramo v relaciji (1) za A vstaviti 7-dnevno trdnost normne prizme, itd.

Vpliv vrste in kakovosti cementa na kakovost betona pa z relacijo (1) vseeno še ni popolnoma definiran. Vzemimo 2 cementa točno iste aktivnosti A, od katerih prvi doseže npr. normalno konsistenco po Vicatu s p = 26 % vode k svoji teži, drugi pa recimo, s p = 29 %. Za **isto konsistenco betona** potrebujemo v prvem primeru manj vode, vodocementni faktor bo ugodnejši in s tem trdnost betona večja. Pri isti količini vode v obeh betonih pa se bo opazno razlikovala konsistenca. Cement s p = 26 % je torej boljši od cementa s p = 29 %, čeprav je njih aktivnost A po JUS enaka. Razliko pa ne smemo upoštevati v relaciji (1), temveč prek vodocementnega faktorja oziroma prek mešalnega razmerja.

4,00 VPLIV VRSTE IN GRANULOMETRIČNE SESTAVE AGREGATA

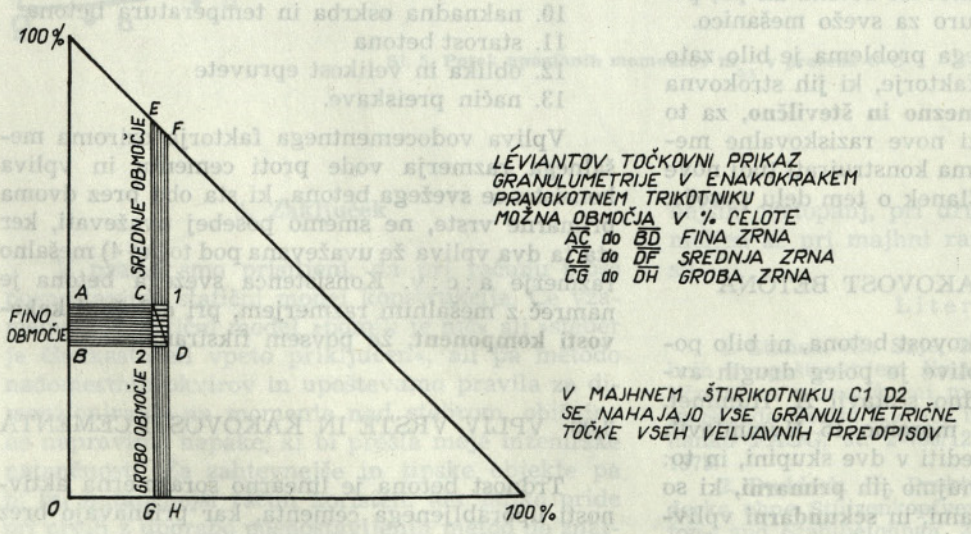
Granulometrično sestavo agregata ugotavljamo s sejalno analizo. Najugodnejši proporc posameznih frakcij k celoti določajo predlogi raznih raziskovalnih zavodov različno, v glavnih potezah pa vseeno enotno. Če označimo z »D« premer največjega zrna in delimo zrna na 3 območja: D do D/2, D/2 do D/10 in D/10 do D_{min} se gibljejo ta območja po vseh predlogih v mejah:

D do D/2	od 42	do 33 %
D/2 do D/10	od 45	do 40 %
D/10 do D_{min}	od 22	do 18 %

Skoraj vsaka država določa najuporabnejše območje s standardnimi predpisi, vendar s še tako natančnimi in številnimi preiskavami ni možno ugotoviti, kakšna granulometrična zgradba bi bila v določenem primeru najboljša. Praktično so vse priznane granulometrije enakovredne in resnična diferenca v kakovosti leži v mikrofrakcijah, ki se največkrat v obratih industrijskega merila sploh ne dajo tako točno dozirati, kakor bi to zahtevala teorija. Kakršnakoli »optimalna« linija je zato le »vodilna linija«, kateri se moramo po možnosti čim bolj približati. Razni standardi določajo zato za granulometrično zgradbo agregata območja kakor:

posebno ugodno območje,
uporabno območje,
neuporabno območje.

Jasno je, da z linijo zrnavosti ali iz mejnih linij območij ne moremo določiti odnosa kvalitete agregata do kvalitete betona, ki bi ga sestavili iz preiskanega agregata. Vsi tozadevni poskusi so dali le malo uporabne rezultate. Hummel (I^3) je svojo »Feinheitsziffer« F preuredil iz Abramsovega »fininesse modulusa« za evropske mere in je podal na str. 73 vira (I^3) tudi odnos F proti trdnosti betona. Ker v Hummlovem diagramu ni variabilna le »Feinheitsziffer«, temveč je v preiskanih betonih fiksna le konsistenca in količina cementa na prostorsko enoto vgrajenega betona, variira pa granulometrija in vodocementni faktor, je ta diagram za določanje odnosa kakovosti agregata proti kakovosti betona skoraj neuporabljiv. Isto velja za



Slika 4,00-1

»Körnungsziffer« (II), za »Kornpotenzzahl« po Sternu, pa tudi za diagram po Léviantu (III).

Odnosa med kakovostjo agregata in betona torej nimamo in ga je bilo treba za rešitev zastavljenega problema raziskovati in številčno ugotoviti.

5,00 VPLIV OBLIKE IN POVRŠINSKE STRUKTURE AGREGATA

Obliko zrn agregata lahko do neke mere zajamemo z volumetričnim faktorjem, vendar zopet ni odnosa med tem faktorjem in trdnostjo betona. Struktura površine agregatnih zrn vpliva sicer na trdnost betona, vendar je ta vpliv pri sodobnih, le malo plastičnih ali zemeljsko vlažnih betonih sorazmerno majhen. Raskavost površin zrn pa je pravilno uvaževana z **dejansko** potrebo po vodi. Vendar je treba ugotoviti, da vpliva oblike zrn in njih površinske strukture na kakovost betona iz doslej znanih in objavljenih raziskav nismo poznali.

6,00 VPLIV MEŠALNEGA RAZMERJA AGREGATA PROTI CEMENTU PROTI VODI a : c : v

Z analizo vpliva mešalnega razmerja a : c : v do kakovosti betona prihajamo do jedra zastavljenega problema. Za razmerje c : v je Abrams (IV) že leta 1918 podal zakon o vplivu vodocementnega faktorja na trdnost betona z enačbo:

$$MB = \frac{A}{10^{(v:c)}} \quad \ldots 3$$

v kateri je MB trdnost betona v kp/cm², A pa je vrednost, ki vsebuje vplive kakovosti cementa, agregata, gostote svežega betona itd. Abramsov »A« torej **ni** identičen z našo označbo A v relacijah (1) in (2).

Že Abrams in po njem še drugi raziskovalci so ugotovili, da je trdnost betona v recipročnem eksponencialnem razmerju z vodocementnim faktorjem. Abramsov zakon lahko brez korekcije uporabimo pri reševanju našega problema.

Drugače pa je z razmerjem a : c. S poizkusi lahko dokažemo, da trdnosti betona ne spreminjamo, če pri **istem vodocementnem faktorju** večamo ali manjšamo razmerje a : c. Seveda pa se v tem primeru bistveno spreminja konsistenca, kar je razvideti iz naslednjega:

V laboratoriju sta bila sestavljena iz agregata točno iste granulometrije in istega cementa dva betona. Njih mešalno razmerje je bilo:

beton I a : c : v = 8 : 1 : 0,5
beton II a : c : v = 5 : 1 : 0,5

Gostota sveže vgrajenega betona je znašala v obeh vzorcih g = 0,975 ali 97,5 %.

Mešalno razmerje v kg/m³ je znašalo:

	Beton I	Beton II
	a = 2060 kg/m³	a = 1830 kg/m³
	c = 258 kg/m³	c = 366 kg/m³
	v = 129 kg/m³	v = 183 kg/m³
	b = 2447 kg/m³	b = 2389 kg/m³
konsistenč. faktor	0,93 NK	1,18 NK
$MB_{28\ dni}$	360 kp/cm²	348 kp/cm²

28-dnevne tlačne trdnosti betona so v obeh primerih ugotovljene iz povprečka šestih normirano odležanih kock. Trdnosti betonov I in II sta kljub znatno višji dozi cementa v vzorcu II praktično enaki. Beton I je zemeljsko vlažen, beton II pa je mehko plastičen, skoraj tekoč. Razumljivo je, da beton II ne more biti ekonomsko optimalen. **Načeloma moramo tehnološko in ekonomsko optimalne betone receptirati tako, da izberemo prav ono konsistenco, ki jo lahko z razpoložljivim orodjem še brezhibno vgradimo in zgostimo.** Vsako odstopanje od tega načela pomeni pri isti kvaliteti komponent povečanje stroškov in zmanjšanje kvalitete betona.

Če nam uspe določiti katerokoli konsistenčno stopnjo za poljubno mešanico agregata in cementa s tisto abs. količino vode, ki daje prav to konsistenco, potem dobimo direkten numeričen odnos med kvaliteto betona in mešalnim razmerjem, seveda, če bi poznali kvalitete agregata na kvaliteto betona. Tega pa objavljena strokovna literatura ne pozna. Za rešitev našega problema je zato potrebno raziskati in poiskati:

6,10 Kvalitetni količnik agregata in odnos tega količnika do kvalitete betona.

6,20 Potrebo agregata po vodi za normalno konsistenco NK in odnos potrebe po vodi do kakovosti betona.

6,30 Optimalno mešalno razmerje a : c : v, ki daje pri določeni konsistenci in gostoti svežega betona zahtevano MB.

7,00 VPLIV OBLIKE IN POVRŠINSKE STRUKTURE ZRN

Ker je za dober in gost beton potrebno obdati vsa zrna agregata s sklenjenim filmom cementnega lepila, je nedvomno, da je spec. površina agregata kakovostni količnik. Dokler smo spec. površino agregata ugotavljali iz sejalne analize in obliko zrn kratkomalo predpostavljali (največkrat kot krogle) z izračunano spec. površino, seveda nismo zajeli vpliva oblike in površinske strukture zrn. Če pa nam uspe za poljuben agregat spec. površino res točno ugotoviti, tedaj s tako določeno spec. površino zajamemo tudi vpliv oblike in površinske strukture zrn. Za rešitev našega problema moramo

tudi zato najti pot za točno ugotovitev dejanske spec. površine, upoštevaje obliko in vse majhne uvale na površinah zrn.

8,00 VPLIV TRDNOSTI MINERALNE SUBSTANCE

Običajni gosti betoni, ki jih izključno obravnavamo v tem članku, morajo imeti trdnost agregatnih zrn precej večjo od maksimalno možne trdnosti cementnega lepila. V tem primeru lahko vpliv trdnosti mineralne substance na trdnost betona zanemarimo.

9,00 VPLIV INTENZITETE MEŠANJA

Vpliva nezadostno homogenizirane betonske mešanice na trdnost betona sploh ne moremo obravnavati. Teoretično je možno, da pri nehomogenizirani mešanici naletimo na mesta, kjer med agregatom sploh ni cementa in je zato trdnost enaka 0. Na drugem mestu pa je možno tako mešalno razmerje, da mora trdnost presegati zahtevano marko. Zato je homogenost zmesi, ki jo proučujemo, predpogoj, tako za določevanje predvidene trdnosti, kakor za receptiranje betona. Betonsko mešanico, v katero smo vnesli prav toliko mešalnega dela, da je postala v vseh njenih delih homogena, imenujemo **normalno mešano** (NM). Za homogenizacijo betonskih komponent, ki tvorijo 1 m³ vgrajenega betona, potrebujemo 0,5 do 1,0 kWh mešalnega dela, odvisno od konsistence in od upornosti agregata. Koeficient intenzitete mešanja je pri normalno mešanem betonu i = 1,0. Če pa vnesemo v mešanico s posebnimi mešalnimi elementi v času, ki je potreben za normalno mešanje (60 do 120 sek), nekajkrat večje mešalno delo (3 do 6 kWh/m³ betona), imenujemo tak postopek **intenzivno mešanje** (IM), s čimer pri kakovostno in količinsko enakih komponentah zelo izdatno dvignemo kvaliteto betona. Intenzivno mešanje je namreč istočasno energičen mlevsko-brusni proces, ki spremeni drobnost mletja cementa, zaradi tiksotropije cementni gel v sol, v agregatu pa poveča mikrofrakcije na račun grobih frakcij. Raziskave, ki so vodile do ugotovitve, kako in v kakšni meri vpliva IM na kakovost betona, so popisane v viru (V), ki je vsakomur dostopen in jih zato tukaj ne bomo ponavljali. Intenzivno mešanje pa lahko vpliva na kvaliteto betona s faktorjem i = 1,0 do 1,3 in celo več. Kako pravilno izbrati določenim surovinam in delovnemu mestu ustrezni količnik intenzitete mešanja »i«, pokaže omenjeni vir (V). Glej tudi vir (XI). Kot glavno vodilo pa velja: Koeficient »i« se veča z večanjem vnesenega spec. dela.

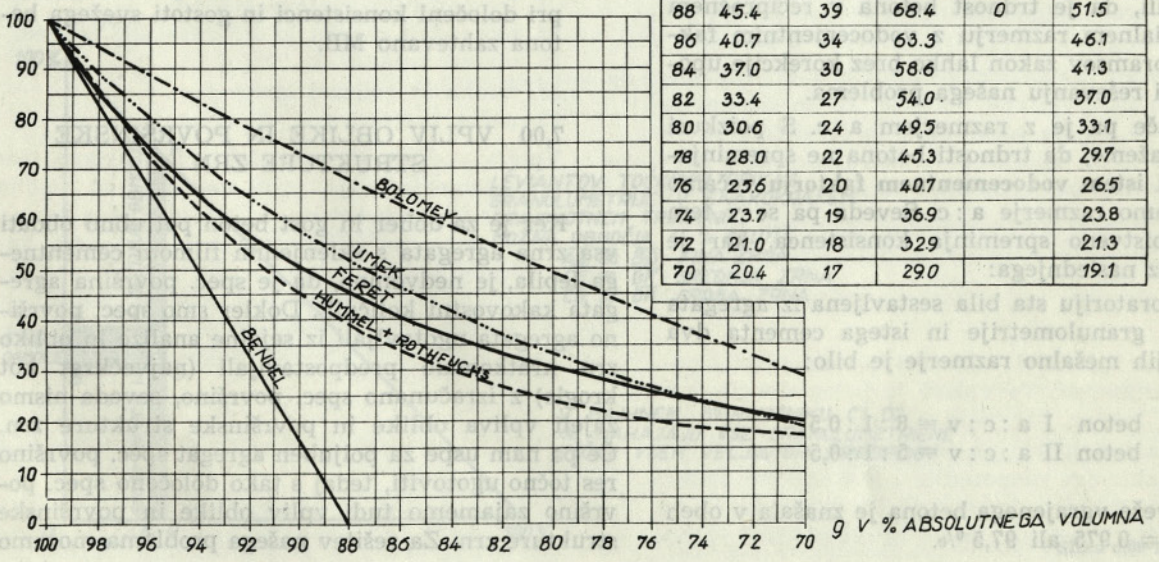
10,00 VPLIV GOSTOTE SVEŽE VGRAJENEGA BETONA

Da je gostota sveže vgrajenega betona izdaten vplivni faktor na trdnost betona, priznavajo brez

PRIMERJALNA TABELA

GOST. V %	TLAČNA TRDNOST V %				
	FERET	HUMMEL	BOLOMEY	BENDEL	UMEK
100	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
98	85.5	86	94.4	83.3	89.5
96	74.0	73	89.0	66.6	80.2
94	64.8	62	83.0	49.9	71.8
92	57.2	53	77.8	33.2	64.3
90	50.6	45	73.2	16.5	57.5
88	45.4	39	68.4	0	51.5
86	40.7	34	63.3		46.1
84	37.0	30	58.6		41.3
82	33.4	27	54.0		37.0
80	30.6	24	49.5		33.1
78	28.0	22	45.3		29.7
76	25.6	20	40.7		26.5
74	23.7	19	36.9		23.8
72	21.0	18	32.9		21.3
70	20.4	17	29.0		19.1

GRAFIKON ODVISNOSTI TRDNOSTI BETONA OD GOSTOTE SVEŽE VGRAJENE MEŠANICE



Slika 10,00-1

izjeme vsi raziskovalci. O velikosti tega vpliva pa so mnenja zelo različna, kakor to kaže slika 10,00-1
ki grafično in tabelarično prikazuje vpliv gostote na trdnost betona. Slika je vzeta iz vira (VI[1]). Ekstremne vrednosti vpliva gostote se po raznih avtorjih gibljejo v zelo širokih mejah. Splošno priznane vrednosti po Feretu, Hummelu in po Rothfuchsu pa so zelo blizu skupaj. Formula, ki jo predlaga v viru (VI[1]) avtor tega članka, ima samo to prednost, da izraža odnos gostote do trdnosti betona z razmeroma enostavno eksponencialno enačbo:

$$(vg) = \frac{1}{10^{(2,4\,(1-g))}} \quad \ldots 4$$

v kateri je (vg) vpliv gostote in »g« gostota betona izražena z decimalnim ulomkom. Npr.:

Suma absolutnih volumnov komponent naj bi bila:

$$A + C + V = 763 + 83 + 129 = 975\ l/1000\ l,$$
$$g = 0,975$$

$$(vg) = \frac{1}{10^{2,4\,(1-0,975)}} = \frac{1}{10^{0,06}} = 0,871, \text{ kar je možno}$$

zelo hitro in dovolj natančno izračunati z logar. računalom.

11,00 VPLIV DODATKOV

Betonska tehnologija pozna številne dodatke za razne namene. Najbolj v rabi so plastifikatorji in aerizatorji. Njihove lastnosti je treba poznati ali preizkusiti. Če so te lastnosti znane, jih lahko pravilno uvažujemo po načinu, ki je prikazan v viru (VI) na straneh 83 do 88, seveda tako, da kakovostna koeficienta agregata ne računamo več iz sejalne analize, kakor v viru (VI), temveč ju določamo z uporabo postopka in aparata, ki ju bomo v naslednjem razložili.

12,00 SEKUNDARNI VPLIVNI FAKTORJI

Sekundarni vplivni faktorji lahko zelo izdatno vplivajo na rezultat preiskave, ne morejo pa vplivati na kakovost preiskanega betona. Dva povsem enaka betona sta seveda iste kvalitete, čeprav je njuna tlačna trdnost lahko za 100 % različna, če smo prvega preiskali po 3 dneh, drugega pa po treh mesecih. Kvaliteto betona tudi ne menja sprememba temperature pri mešanju in odležavanju, pa tudi ne način preiskave ali oblika in velikost epruvet. Ker pa so vse te okoliščine s standardnimi predpisi za cement in beton točno fiksirane, jih lahko zadostno in pravilno uvažujemo z eno samo betonsko konstanto.

Moramo pa vedeti, da se ta konstanta takoj in lahko zelo izdatno spremeni, če menjamo standardne predpise za preiskavo cementa ali betona. Betonska konstanta je za trenutno veljavne jugoslovanske standardne predpise (bk) = 4,00. Kadar bomo prešli na »RILEM« norme (Réunion Internationale des Laboratoires d'Essais et des recherches sur les Matériaux et les Constructions), se bo betonska konstanta (bk) povečala na 5,3. Te številke rezultirajo iz zelo številnih preiskav doma in v tujini. Betonska konstanta je toliko večja, kolikor je strožji standard za cement in kolikor manj zahteven je standard za beton. Če bi npr. še uporabljali predpise, ki so za preiskavo cementa bili v rabi v Jugoslaviji do leta 1954, bi znašala (bk) okoli 2,4. S spoznavanjem faktorjev (bk) je možno nazorno in točno razvrstiti dejansko aktivnost cementov, ki so **nominalno** označeni z istim kakovostnim razredom npr. 350 kp/cm² 28-dnevne tlačne trdnosti normnih gredic. Za orientacijo naj služi:

Cement po JUS B. C 1.010 kvalitete PC 350 je približno enakovreden cementu po DIN 1146 kvalitete PZ 275 (zelo velikokrat preizkušeno po piscu tega spisa).

13,00 ODNOS VPLIVNIH FAKTORJEV DO KVALITETE BETONA

Če smo vse primarne vplivne faktorje izrazili z decimalnimi ulomki in jih zato lahko uporabili kot množitelje in če smo aktivnost cementa, ki je linearno sorazmerna trdnosti betona, izrazili v kp/cm², ter vpliv vodocementnega faktorja na trdnost betona z recipročnim eksponencialnim odnosom, dobimo za marko betona MB naslednjo formulo:

$$MB = \frac{(bk)\,.\,A\,.\,(ka)\,.\,(vg)\,.\,(vi)}{10^{(v:c)}} \quad \ldots 5$$

V tej enačbi je trdnost betona MB dana v kp/cm² za poljubno starost, ki pa mora biti enaka starosti poizkusnih gredic v vrednosti za aktivnost cementa A,

(bk) = betonska konstanta za JUS = 400, za RILEM = 5,30,
(ka) = kakovostni količnik agregata, torej vpliv spec. površine in gostote miner. skeleta,
(vg) = vpliv gostote sveže vgrajenega betona,
(vi) = vpliv intenzitete mešanja betona, vse izraženo z decimalnimi ulomki.

Formula (5) pa ni drugega kakor razčlenjena formula (3) po Abramsu. Kako važna pa je prav ta razčlenitev, bo pokazano v nadaljevanju tega spisa.

13,10 Določevanje vodocementnega faktorja, ki v betonu, sestavljenem iz komponent z ugotovljenimi vplivnimi koeficienti, daje določeno MB

Če enačbo (5) razrešimo na vodocementni faktor (v : c)

$$(v : c) = \log \frac{(bk) \cdot A \cdot (ka) \cdot (vg) \cdot (vi)}{MB} \quad \ldots 6$$

dobimo enačbo za vodocementni faktor, ki nam pod pogoji (bk), A, (ka), (vg) in (vi) daje zanesljivo MB v kp/cm². Seveda pa morajo imeti A in MB iste indekse. A_{7dni} daje s formulo (5) MB_{7dni} in A_{28dni} MB_{28dni}.

14,00 VPLIV KAKOVOSTI AGREGATA NA KAKOVOST BETONA

Vplivne faktorje (bk), A, (vg), in (vi) smo že pojasnili in jih podali tudi številčno na osnovi razsežnih raziskav. Tega pa nismo še storili za vpliv spec. površine agregata, k čemer v naslednjem pristopamo.

Že premislek brez eksperimenta pove, da morajo na kvaliteto betona vplivati predvsem:

površina agregata, ker je to površina, ki jo moramo za dober beton prekriti z neprekinjenim, a čim tanjšim filtrom cementnega lepila, ter

gostota mineralnega skeleta, ker rabimo pri maksimalno možni gostoti mineralnega skeleta na enoto volumna betona minimalno količino cementnega lepila. Iz tega sledi, da bi moral optimalen agregat imeti pri čim večji gostoti skeleta čim manjšo spec. površino. Ta dva pogoja pa sta kontradiktorna.

Jasno je, da bi imel enozrnati agregat iz krogel z maksimalno dovoljenim premerom D najmanjšo spec. površino. Še zdaleč pa ne bi imel tudi največje gostote, niti najmanjše potrebe po vodi. **Minimalna potreba po vodi** je namreč tretji, in morda najvažnejši pogoj za dober agregat.

14,10 Specifična površina agregata »sp«

Račun površin agregata na enoto teže ali absolutnega volumna je enostaven, seveda, če suponiramo za obliko zrn neko geom. telo, katerega vsebina in površina je sorazmerno lahko izračunljiva npr. kroglo ali kocko. Taka supozicija pa je tako za agregate iz proda kakor iz lomljenca precej samovoljna. Zato so rezultati že iz tega razloga nenatančni. Spec. površino npr. 1 kg agregata iz zrn, ki naj bi bila podobna kroglam, dobimo iz enačbe:

$$sp = \frac{60}{s_a}\left(\frac{p_1}{d_1} + \frac{p_2}{d_2} + \ldots \frac{p_n}{d_n}\right) \quad \ldots 7$$

v kateri je »sp« površina vseh zrn v cm², s_a prostorninska teža mineralne substance v g . cm⁻³, p_1 do p_n procentualni deleži frakcij in d_1 do d_n ustrezni srednji premeri teh frakcij v cm.

Upoštevati pa moramo, da je sejalna analiza, tudi če je opravljena z laboratorijsko natančnostjo, precej nenatančna. Sejemo namreč skozi sistem sit, pri čemer je možno, da tendira vsaka frakcija ne k suponiranemu srednjemu premeru frakcije, temveč k spodnji ali zgornji meji, kar daje znatne diference pri supoziciji, kakor je to razvidno iz tabele 14,10 - I.

14,11 Račun teoretično možnih ekstremnih razlik

Vzemimo tri agregate A, B in C, pri katerih naj bi z vestnim sejanjem skozi isti sistem sit ugotovili **točno isto zrnavost.** Pri tem pa agregat A ustreza predpostavki, da je v vseh frakcijah $d_{sr} = \sqrt{d_n \cdot d_{n+1}}$. Agregat B naj ima v vseh frakcijah povprečni diameter zrn $d_{sr} = d_n$ in agregat C naj bi imel v vseh frakcijah $d_{sr} = d_{n+1}$. sp je v vseh treh slučajih izračunana s predpostavko $s_a = 2{,}7$ g . cm⁻³. Granulometrični sestav za vse tri agregate naj bi bil naslednji:

Tabela 14,10 - I

Frakcija v mm	Teža kg	Agregat A d_{sr}	Agregat A sp m²	Agregat A v_a l	Agregat B d_{sr}	Agregat B sp m²	Agregat B v_a l	Agregat C d_{sr}	Agregat C sp m²	Agregat C v_a l
0,0625 0,125	0,3	0,088	7,58	0,061	0,0625	10,68	0,072	0,125	5,34	0,051
0,125 0,250	0,4	0,177	5,13	0,057	0,125	7,12	0,068	0,250	3,56	0,048
0,250 0,50	0,5	0,354	3,14	0,050	0,250	4,54	0,060	0,50	2,22	0,042
0,50 1,00	0,6	0,707	1,88	0,043	0,50	2,67	0,51	1,00	1,33	0,036
1 do 2	0,7	1,414	1,10	0,035	1,00	1,55	0,042	2,00	0,78	0,029
2 do 4	0,9	2,828	0,71	0,032	2,00	1,00	0,038	4,00	0,50	0,027
4 do 8	1,0	5,657	0,39	0,025	4,00	0,56	0,030	8,00	0,28	0,021
8 do 16	1,2	11,314	0,23	0,022	8,00	0,34	0,025	16,00	0,17	0,017
16 do 32	4,4	22,627	0,44	0,057	16,00	0,62	0,066	32,00	0,31	0,048
	10,0		20,60	0,382		29,08	0,452		14,49	0,319

0,0625	do 0,125	3 %
0,125	do 0,25	4 %
0,25	do 0,50	5 %
0,50	do 1,00	6 %
1,00	do 2,00	7 %
2,0	do 4,0	9 %
4,0	do 8,0	10 %
8,0	do 16,0	12 %
16,0	do 32,0	44 %
0,0625	do 32,0	100 %

Linija zrnavosti leži v posebno uporabnem območju.

Račun »sp« v m^2 in »v_a« v l za 10 kg agregata je razviden iz tabele: 14,10-I

Iz gornje tabele je dobro razvidno, da se pri točno istem rezultatu sejalne analize, kakovostna količnika agregata »sp« in »v_a« lahko gibljeta v mejah:

Agregat B	sp = 29,08 m^2	141,2 %	v_a = 0,452 l	118 %
Agregat A	sp = 20,60 m^2	100,0 %	v_a = 0,382 l	100 %
Agregat C	sp = 14,49 m^2	70,3 %	v_a = 0,319 l	83 %

Če se lahko rezultati izračunanih spec. površin 3 agregatov, ki imajo nominalno **popolnoma isto granulometrijo, ugotovljeno s sejalnim postopkom,** gibljejo v mejah 70 do 141 % od povprečja 100 %, je pač jasno, da je **sejalna analiza v principu netočna** in da zato ne more služiti kot postopek za točen izračun spec. površine in njenega vpliva na kakovost betona. Treba je bilo zato najti drug, točnejši in od sejanja neodvisen način, ki bi po možnosti zajel tudi vpliv oblike in površinske strukture zrn na kakovost betona.

14,20 Specifična potreba po vodi

Če mešamo agregat določene granulometrične gradnje, oblike in površinske strukture zrn, z določeno količino cementa, bomo za isto količino dodane vode, vedno dobili isto konsistenco. V tej količini vode pa je vsebovana količina »v_a«, ki jo potrebuje za določeno konsistenco betona agregat, in količina »v_c«, ki jo potrebuje za isto konsistenco cement. Količino površinske vode na agregatnih zrnih »v_p«, ki daje, če tako omočen agregat mešamo s cementno kašo določene konsistence, določeno konsistenco betona, pa je težko ugotoviti iz naslednjih razlogov:

— ne obstaja noben preiskovalni postopek, ki bi omogočal **dovolj natančno** določiti konsistenčno stopnjo betona,

— doslej smo določali na osnovi raziskav nemških (Kluge), švicarskih (Bolomey) in francoskih avtorjev (Léviant, Faury) potrebo po vodi agregata še precej soglasno po tipu formule:

$$v_a = k \left(\frac{p_1}{\sqrt{d_1}} + \frac{p_2}{\sqrt{d_2}} + \ldots \frac{p_n}{\sqrt{d_n}} \right) \quad \ldots 8$$

V tej formuli je označeno z

v_a količina vode za določeno količino agregata v l ali v cm^3,

p_1 do p_n procentualni deleži posameznih frakcij iz sejalne analize, s srednjimi premeri zrn d_1 do d_n in s,

»k« eksperimentalno določena konstanta, ki pri določeni obliki agregatnih zrn določa konsistenco betona.

Iz navedenega sledi, da izračun potrebe po vodi v_a iz formule (8) ne more biti točen, saj bazira na sejalni analizi, ki smo jo na osnovi eksperimentov morali označiti kot problematično, in da konsistenčni faktor »k« določa konsistenčno stopnjo, za katero nimamo splošno priznanega in vedno reproduktivnega merila. Iz struktur formul (7) in (8) pa tudi razvidimo, da iz (7) ne moremo računati (8) ali obratno. Iz spec. površine agregata ne moremo računati potrebe po vodi. V kako širokih mejah pa se lahko gibljejo rezultati računa »v_a« iz formule (8), če pri nominalno povsem isti granulometrični gradnji agregata tendirajo diametri iste frakcije namesto k suponiranemu povprečku, k eni ali drugi skrajnosti, ki je možna v območju iste frakcije, lahko ugotovimo s podrobnejšim pregledom tabele 14,10 - I, ki izkazuje:

$v_{a\,min.}$ = 83 %, $v_{a\,sred.}$ = 100 % in $v_{a\,maks.}$ = 118 %

Poleg tega očitno manjka **osnova** za določitev konsistence betona. Tako so imenovali zmes agregata, približno iste granulometrije, s 300 kg cementa na m^3 betona, razni avtorji **plastično,** pri naslednji dodaji vode (abs. količina):

Bolomey	146 l/m^3	
Feret	269 l/m^3	(l. 1898 pri neznani
Kluge	163 l/m^3	granulometriji)
Léviant	144 l/m^3	
Turk	150 do 165 l/m^3	
Umek	144 l/m^3	

Gornji podatki so vzeti iz vira (VI²).

Ker torej z znanimi raziskovalnimi postopki ni bilo možno natančno in reproduktivno ugotoviti niti konsistenčno stopnjo niti specifčno površino in potrebo po vodi agregata, je bilo nujno najti nove postopke, nato pa s poskusi ugotoviti ustrezne vplivne koeficiente. Te naloge smo se lotili tako:

15,00 Določitev normalne konsistence poljubne mešanice svežega betona

Količina vode, ki jo je treba dodati določeni količini cementa, da dobimo cemetno kašo normalne konsistence, je do promila natančno določljiva z Vicatovim valjem po JUS (VII).

Če sedaj suponiramo, da je potreba po vodi »Va« prav ona količina vode, ki jo moramo dodati določeni količini površinsko suhega agregata, da ta cemetne kaše normalne konsistence ne razredči, niti ne zgosti, je jasno, da konsistenca betona ne bo več odvisna od mešalnega razmerja A : C, kajti veliko ali malo tako omočenega agregata, dodanega cementni kaši, konsistence le-te ne more spremeniti. Seveda pa mora biti v sveži betonski zmesi najmanj toliko kaše, da so vsa zrna agregata, če še tako fino, vendar enakomerno in brez presledkov prevlečena s cementno kašo. Sicer bi konsistenco betona določalo notranje trenje med zrni agregata in ne celotna deformabilnost svežega betona. Z absolutno količino vode V v poljubni zmesi cementa C in agregata A dobimo vedno enako konsistenco betona, če ustreza količina vode V formuli:

$$V = Av_a + Cv_c \qquad \ldots 9$$

V formuli (9) je A količina agregata in C količina cementa v kg na prostorsko enoto vgrajenega betona, v_a in v_c pa sta spec. potrebi agregata in cementa po vodi (za 1 kg).

Če torej najdemo način, kako določiti točno v_a, smo brez preizkušanja na raznih aparaturah (WE-BE, Powers, Walz itd.) **določili in fiksirali** normalno konsistenco betona NK in tako dobili **osnovo** za izračun kakovosti poljubne mešanice ali pa za receptiranje betona zahtevane kvalitete.

16,00 Eksperimentalna določitev spec. potrebe po vodi v_a

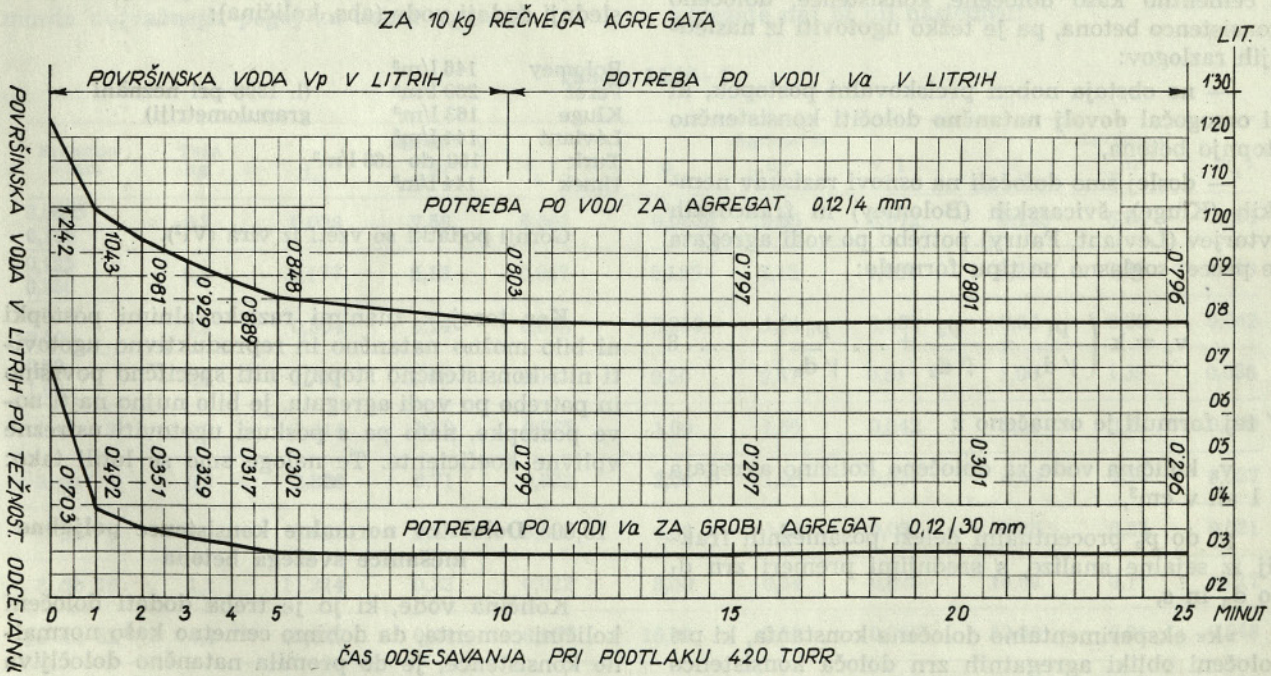
Per definitionem je torej v_a ona količina površinske vode na enoto teže agregata, ki cementne kaše normalne konsistence po Vicatu, brez ozira na količinsko razmerje A : C niti ne razredči, niti ne zgosti, če dodamo tako omočen agregat cementni kaši.

Poizkusi pa so pokazali:

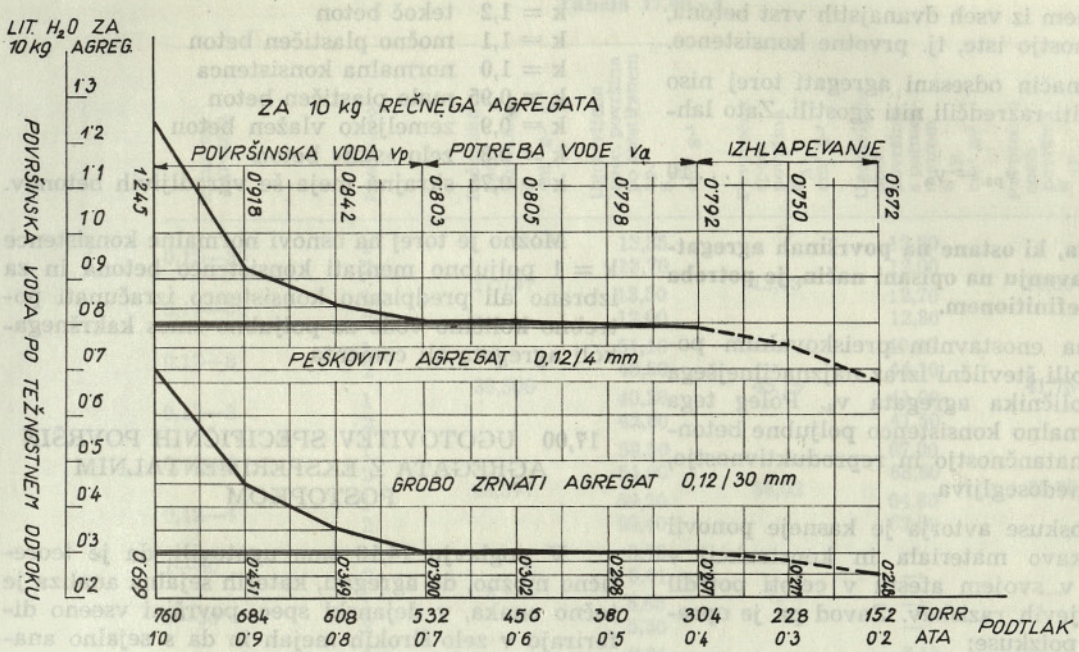
Če prepojimo agregat poljubne granulometrije z vodo in tak agregat nato težnostno odcedimo, bo ostala na agregatu količina površinske in intergranularne vode v_p, ki bo opazno večja od količine v_a po definiciji. Premočen in le težnostno odcejen agregat, mešan s cementno kašo normalne konsistence, nam bo v vsakem slučaju, pri vsaki granulometriji ter obliki in površinski strukturi zrn in pri kateremkoli razmerju A : C razredčil cementno kašo.

Lahko pa si predstavljamo, da smo odtehtan vzorec površinsko suhega agregata vnesli v prozorno poizkusno posodo, ta vzorec nato prepojili z vodo in prek ustreznega filtra težnostno odcedili. Če sedaj posodo zrakotesno zapremo in prek filtra, ki ne prepušča tudi najmanjšega zrna agregata, pač pa vodo in zrak, premočeni agregat odsesavamo s pomočjo ustrezne vakuum črpalke, bomo takoj opazili odstranjevanje vode iz prostorov med zrni, manjšala pa se bo sorazmerno stopnji in trajanja podtlaka tudi debelina filmov površinske vode na vseh zrnih agregata in seveda radiji meniskov na stičnih mestih med zrni.

Iz fizike pa je znano dejstvo, da z manjšanjem debeline filmov površinske vode izredno narašča adhezijska sila tekočine na trdnem telesu. Lahko torej sklepamo, da bomo z vakuumiranjem po določenem času dosegli stanje, ko tudi pri največji možni stopnji podtlaka ne bo več mogoče odsesati nadaljnje količine vode in bodo adhezijske sile na zrnih agregata v ravnotežju s sesalnim učinkom. To hipotezo so potrdili številni eksperimenti, katerih rezultate predočujeta naslednja diagrama:



Slka 16,00-1



Slika 16,00-2

S slike 16,00 - 1 vidimo, da se količina površinske vode ne menja, če pri tlaku 420 Torr čas odsesavanja stopnjujemo od 10 do 25 min.

S slike 16,00 - 2 pa je razvidno, da se je pri času sesanja 10 min podtlak menjal v mejah 530 do 300 Torr, količina površinske vode pa je ostala nespremenjena. Poizkusi so bili opravljeni z dvema bistveno različnima agregatoma in so bili, vedno na istih materialih, po 4-krat ponovljeni. Pri ponovitvah v navedenih mejah časa in podtlaka so ostali rezultati z izredno reproduktivnostjo enaki. Kolikor na sliki 16,00 - 2 pri podtlaku pod 300 Torr količina površinske vode zopet pada (črtkani del prikazane linije), to ni vpliv odsesavanja, temveč izhlapevanja, ki postane zaradi znatnega podtlaka že pri sobni temperaturi opazno. Če torej agregat s poljubno granulometrijo, poljubno obliko in površinsko strukturo zrn odsesavamo v navedenih mejah, dobimo na enoto teže agregata spec. količino površinske vode v_{ps}, ki je odvisna izključno od agregata in je neodvisna od trajanja in stopnje sesalnega učinka.

16,10 Preiskave, ki naj bi ugotovile, ali je količina površinske vode v_{ps} po odsesavanju na zgoraj opisani način večja ali manjša od iskane potrebe po vodi v_a

V ta namen so bili štirje različno sestavljeni agregati brez zrn pod 1 mm odsesavani pri podtlaku 420 Torr in nato mešani v takem razmerju s cementno kašo normalne konsistence, da je znašalo mešalno razmerje A : C 7,5 : 1, 6,0 : 1 in 4,5 : 1. Iz tako pridobljenih dvanajstih betonov smo takoj odsejali kašo skozi sito 0,5 mm in z analizo ugotoviti razmerje v : c. Ker v vseh uporabljenih agregatih ni bilo zrn pod 1 mm, smo dobili pod sitom zopet čisto cementno kašo. Analiza presejane kaše, pridobljene iz navedenih betonov je dala naslednje rezultate:

Tabela 16,10 - I

Agregat	Mešalno razmerje a : c	v : c iz zopet pridobljene cem. kaše v %
agregat A I	7,5 : 1	25,8
1 do 15 mm	6,0 : 1	26,0
Srednji Ren	4,5 : 1	26,3
agregat A II	7,5 : 1	26,2
1 do 7 mm	6,0 : 1	26,4
Srednji Ren	4,5 : 1	25,7
agregat A III	7,5 : 1	26,0
1 do 15 mm	6,0 : 1	29,2*
Spodnji Ren	4,5 : 1	26,7
agregat A IV	7,5 : 1	25,8
1 do 7 mm	6,0 : 1	26,3
Spodnji Ren	4,5 : 1	26,0
	v povprečku	26,1

* Preiskava izločena iz povprečka, zaradi očitne eksperimentalne napake.

Normalna konsistenca cementne kaše, ugotovljene na 3 vzorcih cementa po standardnih predpisih, je bila v povprečku dosežena pri dodatku vode p = 26,2 % k teži cementa. Iz tabele 16,10 - I je razvidno, da je cementna kaša, ki smo jo ponovno

pridobili s sejanjem iz vseh dvanajstih vrst betona, z veliko natančnostjo iste, tj. prvotne konsistence.

Na opisani način odsesani agregati torej niso cementne kaše niti razredčili niti zgostili. Zato lahko zapišemo:

$$v_{ps} = v_a \qquad \ldots 10$$

ali z besedami:

»v_{ps}« — voda, ki ostane na površinah agregatnih zrn po odsesavanju na opisani način, je potreba po vodi v_a per definitionem.

Z razmeroma enostavnim preiskovalnim postopkom smo dobili številčni izraz najznačilnejšega kakovostnega količnika agregata v_a. Poleg tega smo določili normalno konsistenco poljubne betonske mešanice z natančnostjo in reproduktivnostjo, ki je bila doslej nedosegljiva.

Navedene poskuse avtorja je kasneje ponovil Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij v Ljubljani in je v svojem atestu v celoti potrdil ugotovitve avtorjevih raziskav. Zavod pa je opravil še naslednje poizkuse:

Zmesem površinsko suhih agregatov in cementov je dodal samo 75 % one količine vode, ki bi bila potrebna za normalno konsistenco betona. Ker so bili tudi ti agregati brez zrn pod 1 mm, je bilo možno tudi iz teh betonov pridobiti s sejanjem skozi sito 0,5 mm čisto cementno kašo. Analiza teh kaš je pokazala, da so vse s presenetljivo natančnostjo vsebovale 75 % one količine vode, ki bi bila potrebna za normalno konsistenco. Velja torej pravilo: Če dodamo površinsko suhemu agregatu večjo ali manjšo količino vode od one, ki povzroča normalno konsistenco, torej $V_a = kT_a v_a$ in cementu $V_c = kT_c v_c$, dobimo beton tiste konsistence, ki ustreza faktorju »k«, ki je lahko večji ali manjši od 1. (V_a je celotna količina vode, ki smo jo dodali agregatu in V_c celotna količina dodana cementu, v_a in v_c pa potrebe agregata in cementa po vodi per definitionem za enoti tež obeh sestavin. T_a je teža agregata in T_c teža cementa v zmesi.) Faktor »k« nam zato s številčno vrednostjo pokaže konsistenco poljubnega betona, kar naj pokaže naslednji računski primer: Zmesi 100 kg površinsko suhega agregata in 20 kg cementa smo dodali 8,25 l vode. Agregat je izkazoval pri preiskavi na aparatu $v_a = 0{,}40$ l za 10 kg ali 0,04 l za enoto teže 1 kg. Cement je dosegel normalno konsistenco po Vicatu s p = 26 % na enoto teže. Konsistenčni faktor navedene mešanice dobimo torej: $V_a + V_c = 8{,}25 = k\,100 \,.\, 0{,}04 + k\,20 \,.\, 0{,}26$, iz tega:

$$k = \frac{8{,}25}{100 \,.\, 0{,}04 + 20 \,.\, 0{,}26} = \frac{8{,}25}{9{,}20} = 0{,}90$$

Preiskani beton bo torej imel konsistenčni faktor k = 0,9 in bo zemeljsko vlažen.

Poskusi avtorja, deloma overovljeni s poskusi v Zavodu, so dali za poljuben agregat in poljubne cemente naslednje vrednosti:

k = 1,2 tekoč beton
k = 1,1 močno plastičen beton
k = 1,0 normalna konsistenca
k = 0,95 malo plastičen beton
k = 0,9 zemeljsko vlažen beton
k = 0,8 zelo »suh« beton
k = 0,75 skrajna meja še vgradljivih betonov.

Možno je torej na osnovi normalne konsistence k = 1 poljubno menjati konsistenco betona in za izbrano ali predpisano konsistenco izračunati potrebno količino vode za poljubno zmes kakršnegakoli agregata ali cementa.

17,00 UGOTOVITEV SPECIFIČNIH POVRŠIN AGREGATA Z EKSPERIMENTALNIM POSTOPKOM

V poglavju 14,10 smo ugotovili, da je teoretično možno, da agregati, katerih sejalna analiza je točno enaka, v dejanski spec. površini vseeno diferirajo v zelo širokih mejah in da s sejalno analizo ne moremo zajeti oblike in površinske strukture zrn. Zato je bilo nujno, da smo iskali drug, točnejši postopek. Najprimernejši je bil način, ki so ga uvedli hidravliki (VIII) in (IX). Po številnih primerjalnih preiskavah smo izbrali Rosejevo empirično določeno formulo:

$$sp = \sqrt{\frac{10^{(1{,}36 + 5{,}15\,n)}}{K}} \qquad \ldots 11$$

v kateri je

sp spec. površina agregata v $cm^2 \,.\, cm^{-3}$

n intergranularna poroznost preiskanega vzorca, izražena z dec. ulomkom $= 1 - \Delta$

K je permeabilnost v $cm \,.\, s^{-1}$ (hidravlični gradient)$^{-1}$.

Seveda je bilo treba aparat in postopek te preiskave proti aparaturam hidravlikov bistveno izboljšati, saj hidravlike zanima predvsem permeabilnost določenih gramoznih plasti in je zanje spec. površina materiala, ki ga preiskujejo, drugotnega pomena. Pri oblikovanju aparata in postopka za naše preiskave smo se lahko zelo koristno naslonili na raziskave ZRMK, ki jih je izvedel U. Žitnik (X). Na predlog pisca tega članka je Zavod izvedel še zelo obširne raziskave 12 vrst mineralnih materialov z bistveno različno zrnavostjo, od katerih jih je polovica bila pridobljena iz prodišč, polovica za iz drobljenca. Rezultate raziskav na prodcih, vsaka preiskava s 4 ponovitvami, kaže tabela 17,00 - I, v kateri so primerjane spec. površine, ugotovljene s sejalno analizo in ob supoziciji, da so zrna krogle, na aparatu, ki ga je dostavil Zavodu pisec tega članka (srednja kolona) in na permeametru Zavoda po Žitniku (desna kolona). Tabela je kopija Zavodovega atesta z njegovo grafijo, kjer pomeni:

Tabela 17,00 - I

Zrnavost agregata	Preiskano	Računska spec. površina P cm² g⁻¹	Ugotovljena spec. površina po atestiranem ap. S_A cm² g⁻¹	Povprečna spec. površina S_A cm² g⁻¹	Ugotovljena spec. površina s permeametrom S_{AP} cm² g⁻¹	Povprečna spec. površina S_{AP} cm² g⁻¹
0,12—30	1	11,737	13,35	13,39	12,50	12,50
	2		13,70		12,00	
0,12—30	1		13,50		12,70	
	2		12,00		12,80	
0,12—8	1	35,590	51,10	45,15	40,40	41,75
	2		46,50		44,10	
0,12—8	1		40,20		41,00	
	2		42,80		41,50	
0,12—4	1	48,377	59,50	58,02	67,00	65,75
	2		54,00		68,60	
0,12—4	1		59,20		64,80	
	2		59,40		62,60	
1—30	1	3,128	5,73	5,71	—	—
	2		5,61		—	
1—30	1		5,66		—	
	2		5,80		—	
1—15	1	4,782	6,31	6,07	6,13	5,61
	2		6,01		5,82	
1—15	1		5,80		5,38	
	2		6,18		5,13	
4—8	1	3,700	5,55	4,96	4,69	4,79
	2		5,21		5,11	
4—8	1		4,68		4,53	
	2		4,38		4,82	

P spec. površino iz sejalne analize in računa.

S_A spec. površino iz preiskave na aparatu pisca.

S_{AP} spec. površino, ugotovljeno s permeametrom Zavoda.

Rezultati pokažejo:

— da se eksperimentalni rezultati pri ponovitvah na istem materialu zelo dobro ujemajo,

— da so razlike večje, če ponovimo preiskavo z vzorcem nominalno iste zrnavosti, a različne substance, (Dokaz točnosti eksp. postopka)

— da ostajajo razlike eksperimentalnih ugotovitev z aparatom pisca in z aparatom Zavoda v mejah poskusne natančnosti,

— da proti eksperimentalnim rezultatom, ugotovitve iz sejalne analize tako močno odstopajo, da moramo smatrati sejalno analizo za ugotovitev spec. površin kot manj zadovoljivo. (Razlike: min. — 5,0 in maks. — 83,0 %).

Z aparatom avtorja in enako s permeametrom Zavoda pri enakem preiskovalnem postopku in z uporabo Rosejeve enačbe (11) lahko ugotovimo spec. površino z reproduktivnostjo, ki daleč prekaša izračun spec. površin iz sejalne analize. Novi postopek vključuje istočasno tudi vpliv oblike zrn in njih površinsko strukturo. Dobili smo tako oba značilna kakovostna pokazatelja za poljuben agregat: potrebo po vodi »v_a« in spec. površino »sp«.

18,00 Ugotovitev maksimalno možne gostote mineralnega skeleta Δ

Precej razširjeno mnenje, da spec. površina in spec. potreba po vodi poljuben mineralni agregat že popolnoma kakovostno karakterizirata, postane nevzdržno že s prav enostavnim premislekom:

Dobro granuliran agregat z zrni od 0 do 30 mm ima lahko isto spec. površino in podobno potrebo po vodi kakor enozrnati agregat s premerom geom. točnih krogel ca. 1 mm, vendar ne bo noben praktik niti pomislil, da bi lahko bil droben enozrnati agregat trdnostno (v betonu) enokovreden agregatu 0/30 mm z dobro granulometrijo. Ker pa sta tako v_a kakor sp pri obeh agregatih prilično enaka, more ležati evidentna razlika edinole v maks. možni gostoti mineralnega skeleta. Pri tem niti ne upoštevamo, da bo enozrnati agregat potreboval za gost beton prilično več cementnega lepila in da zato tak beton ne more biti stroškovno optimalen. Pri zelo dobro granuliranih agregatih z velikim maks. premerom zrn, se Δ približuje vrednosti 0,8, pri kroglah istega premera (ne oziraje se na diameter) je Δ lahko v mejah 0,524 (kubična razporeditev krogličnih središč) do 0,740 (tetraedrična razporeditev). Pri enozrnatih, dobro kompaktiranih agregatih, smo konstatirali iz velike serije preiskav $\Delta = 0{,}6$ do 0,67. Vzporedne trdnostne preiskave so pokazale, da vpliva gostote mineralnega skeleta na trdnost betona ne smemo zanemariti.

Na kvaliteto agregata kot betonske komponente vplivajo zato:

specifična površina sp
specifična potreba po vodi v_a in
gostota mineralnega skeleta Δ

Gostoto mineralnega skeleta lahko ugotovimo s kvocientom iz volumna trdne substance

V_s proti volumnu trdnozbitega agregata V.

$$\Delta = \frac{V_s}{V} \qquad \ldots 12$$

Vs volumen trdne substance lahko najnatančnejše ugotovimo s tehtanjem površinsko suhega agregata, najprej na zraku in nato v vodi in dobimo: Vs = Tz — Tv (teža na zraku manj teža v vodi). »V« prostornino trdno zbitega agregata pa direktno odčitamo na merilu aparata, prikazanega na slikah 20,00-1 in 20,00-2.

19,00 Vpliv kakovostnih količnikov agregata na kakovost betona

19,10 Granulometrična gradnja agregatov v razponu spec. površin od $_{10}$sp = 5 do 95 m²

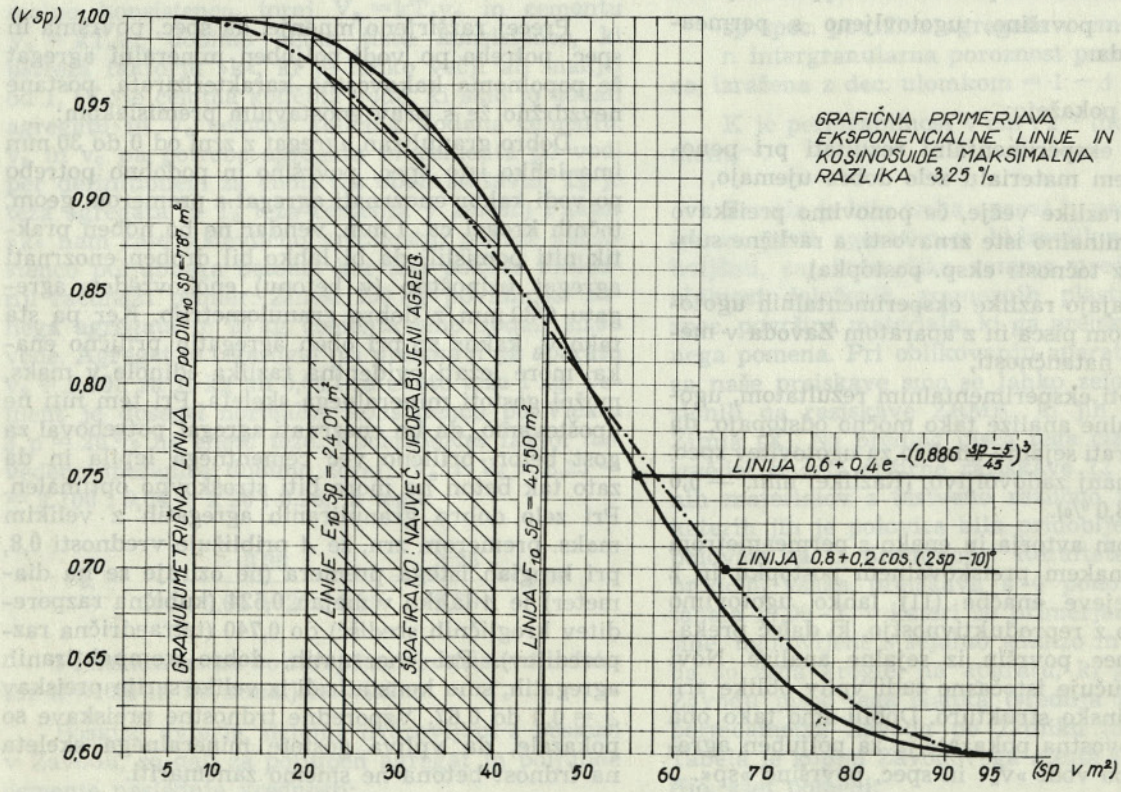
$_{10}$sp je površina agregatnih zrn za 10 kg agreg.

$_{10}$sp = 5 m² predstavlja ali grobozrnati mineralni agregat odlične granulometrične gradnje, z minimalno, vendar zahtevi za gost beton še ustrezno količino mikrofrakcij ali pa enozrnati agregat z zrni 4 do 5 mm premera.

$_{10}$sp = 95 m² je zelo drobnozrnat agregat z veliko količino mikrofrakcij, kakor npr. trofrakcijski normni pesek za cementno malto normnih gredic. V območju $_{10}$sp = 5 do 95 m² so torej zapopadeni vsi praktično možni agregati za beton.

19,11 Vpliv spec. površine agregata na kvaliteto betona

Vpliva kvalitete agregata na kvaliteto betona iz mnogih razlogov ni bilo lahko raziskovati. Najtehtnejši razlog je pač bil, da ne moremo variirati granulometrije agregata do ekstremnih mej (sp = = 5 do 95 m²) pri istem vodocementnem faktorju, ne da bi dobili, pri obeh ekstremih nevgradljive betone. Drugi razlog pa je bil, da je bilo težko ločiti vpliv površine od vpliva gostote mineralnega skeleta. Izvedenih je bilo v mnogoletnem delu preko 1000 preiskav z raznimi agregati, raznimi cementi in vodocementnimi faktorji ter pri raznih gostotah sveže betonske zmesi. Z iteracijsko metodo in z grafičnim nanosom poskusnih rezultatov je bilo ugotovljeno, da je odnos spec. površine agregata na trdnost betona eksponencialna enačba, katere krivulja ima pri $_{10}$sp = 50 m² obračaj in ki se asimptotično približuje mejnim vrednostim tako v maksimumu $_{10}$sp = 5 m², kakor v minimumu $_{10}$sp = 95 m². Tem pogojem ustreza enačba tipa:



Slika 19,11-1

$$vsp = m + ne^{-\left(r\,\frac{sp-5}{45}\right)^3} \quad \ldots 13$$

ali s številčnimi vrednostmi za m, n in r kakor izvirajo iz preiskav:

$$vsp = 0{,}6 + 0{,}4e^{-\left(0{,}836\,\frac{sp-5}{45}\right)^3} \quad \ldots 14$$

V tej enačbi je:

vsp — vpliv spec. površine agregata na trdnost betona, izražen z decimalnim ulomkom,

sp — spec. površina v m² za 10 kg agregata,

e — baza logaritma naturalis = 2,718282 in lg e = 0,434294

Primer:

$_{10}sp = 30\ m^2$. Vplivni faktor takega agregata na trdnost betona je:

$$vsp = 0{,}6 + 0{,}4 \,.\, 2{,}718^{-\left[0{,}836\,\frac{30-5}{45}\right]^3} =$$

$$= 0{,}6 + 0{,}4 \,.\, 2{,}718^{-0{,}4922^3}$$

$$vsp = 0{,}6 + 0{,}4 : 1{,}100 = 0{,}6 + 0{,}364 = 0{,}964.$$

Za praktično rabo je enačba (14) podana grafično in tabelarično.

Enačbo (14) lahko z zadovoljivo aproksimacijo nadomestimo z mnogo enostavnejšo cosinusoido, katere vrednosti lahko vedno hitro izračunamo na log. računalu:

$$vsp = 0{,}8 + 0{,}2 \cos (2sp - 10)^0 \quad \ldots 15$$

za sp = 30 dobimo:

$$vsp = 0{,}8 + 0{,}2 \cos 50^0 = 0{,}8 + 0{,}2 \,.\, 0{,}766 = 0{,}953$$

Poskusom ustreza enačba (14), enačba (15) je le fizikalno neutemeljena aproksimacija, ki izgubi

Tabela 19, 20 — I

Spec. površina »sp« v m² kot funkcija $_{10}V_a$ in Δ

$_{10}V_a$ v kg	Δ 0,80	0,78	0,76	0,74	0,72	0,70	0,68	0,66	0,64	0,62	0,60	0,58	0,56	0,54
0,200	5,38	4,98	4,61	4,25	3,92	3,60	3,30	3,02	2,75	2,50	2,27	2,05	1,84	1,65
0,225	8,06	7,17	6,91	6,38	5,88	5,40	4,95	4,53	4 13	3,75	3,40	3,07	2,77	2,48
0,250	10,75	9,97	9,72	8,51	7,84	7,20	6,60	6,04	5,51	5,00	4,54	4,10	3,69	3,31
0,275	13,44	12,45	11,52	10,64	9,80	9,00	8,25	7,55	6,88	6,26	5,67	5,17	4,61	;4,13
0,300	16,13	14,95	13,83	12,76	11,76	10,80	9,90	9,06	8,25	7,51	6,80	6,15	5,53	4,96
0,325	18,82	17,84	16,13	14,89	13,72	12,61	11,56	10,57	9,63	8,76	7,94	7,17	6,45	5,79
0,350	21,50	19,93	18,44	17,02	15,68	14,11	13,21	12,07	11,01	10,01	9,07	8,19	7,38	6,61
0,375	24,19	22,42	20,74	19,15	17,64	16,21	14,86	13,58	12,39	11,26	10,21	9,22	8,30	7,44
0,400	26,88	24,91	23,05	21,27	19,60	18,01	16,51	15,09	13,76	12,51	11,34	10,24	9,22	8,27
0,425	29,57	27,41	25,35	23,80	21,56	19,81	18,16	16,60	15,14	13,76	12,47	11,27	10,14	9,09
0,450	32,26	29,90	27,66	25,53	23,51	21,61	19,81	18,11	16,52	15,01	13,61	12,29	11,06	9,92
0,475	34,94	32,39	29,96	27,66	25,47	23,41	21,46	19,62	17,89	16,27	14,74	13,32	11,99	10,75
0,500	37,63	34,88	32,26	29,78	27,43	25,21	23,11	21,13	19,27	17,52	15,88	14,34	12,91	11,57
0,525	40,32	37,37	34,57	31,91	29,39	27,01	24,76	22,64	20,64	18,77	17,01	15,37	13,83	12,40
0,550	43,01	39,86	36,87	34,04	31,35	28,81	26,45	24,15	22,02	20,02	18,14	16,39	14,75	13,23
0,575	45,70	42,35	39,18	36,17	33,31	30,61	28,06	25,66	23,40	21,27	19,28	17,41	15,67	14,05
0,600	48,38	44,85	41,48	38,29	35,27	32,41	29,71	27,17	24,77	22,52	20,41	18,44	16,60	14,88
0,625	51,07	47,34	43,79	40,42	37,23	34,21	31,36	28,68	26,15	23,77	81,55	19,46	17,52	15,71
0,650	53,76	49,83	46,09	42,55	39,19	36,01	33,02	30,19	27,53	25,02	22,68	20,49	18,44	16,53
0,675	56,85	52,32	48,40	44,58	41,15	37,82	34,67	31,70	28,90	26,28	23,81	21,51	19,36	17,36
0,700	59,14	54,81	50,70	46,80	43,11	39,62	36,32	33,21	30,28	27,53	24,95	22,54	20,28	18,19
0,725	61,82	57,30	53,01	48,93	45,07	41,42	37,97	34,78	31,65	28,78	26,08	23,56	21,21	19,01
0,750	64,51	59,79	55,31	51,06	47,03	43,22	39,62	36,22	33,03	30,03	27,22	24,58	22,13	19,84
0,775	67,20	62,28	57,62	53,19	48,99	45,02	41,27	37,73	34,41	31,28	28,35	25,61	23,05	20,67
0,800	69,89	64,78	59,92	55,31	50,95	46,82	42,92	39,24	35,78	32,53	29,48	26,63	23,97	21,89
0,825	72,58	67,27	62,22	57,44	52,91	48,62	44,57	40,75	37,16	33,78	30,62	27,66	24,59	22,32
0,850	75,26	69,76	64,53	59,37	54,87	50,42	46,22	42,26	38,54	35,03	31,75	28,68	25,82	23,15
0,875	77,95	72,25	66,83	61,70	56,83	52,22	47,87	43,77	39,91	36,29	32,89	29,71	26,74	25,97
0,900	80,64	74,74	69,14	63,82	58,79	54,02	49,52	45,28	41,29	37,54	34,02	30,73	27,66	28,80
0,925	83,33	77,25	71,44	65,95	60,75	55,82	51,17	46,79	42,66	38,79	35,15	31,75	28,58	25,63
0,950	86,02	79,72	73,75	68,08	62,71	57,62	52,82	48,30	44,04	40,04	36,29	32,78	79,50	26,45
0,975	88,70	82,22	76,05	70,21	64,67	59,42	54,48	49,81	45,42	41,29	37,42	33,80	30,43	27,28
1,000	91,39	84,71	78,36	72,33	66,62	61,23	55,13	51,32	46,79	42,54	38,56	34,83	31,35	28,11
1,025	94,08	87,20	80,66	74,46	68,58	63,03	57,78	52,83	48,17	43,79	39,69	35,85	,32,27	28,93
1,050	96,77	89,69	82,97	76,59	70,54	64,83	59,43	54,34	49,55	45,04	40,82	36,88	33,19	29,76
1,075	99,46	92,68	85,27	78,71	72,50	66,63	61,08	55,85	50,92	46,30	41,96	37,90	34,11	30,59
1,100	—	94,67	87,58	80,84	74,46	68,43	62,73	57,36	52,80	47,55	43,09	38,92	35,04	31,41
1,125	—	97,16	89,88	82,97	76,42	70,23	64,38	58,86	53,67	48,80	44,23	39,95	35,96	32,24
1,150	—	99,66	92,18	85,10	78,38	72,03	66,03	60,37	55,05	50,05	45,36	40,97	36,88	33,07

vsak smisel, če je sp manjši od 5 ali večji od 95 m². Ker pa sta si krivulji prikazni na sliki 19, 11-1 blizu, je za rutinske račune dopustno v označenih mejah uporabiti tudi enačbo (15).

19.12 Vpliv gostote mineralnega skeleta Δ na kvaliteto agregata

Vpliv gostote min. skeleta Δ na kakovost agregata, uporabljenega kot betonska komponenta, je težko določiti, ker vpliva spec. površine vsp ne moremo točno ločiti od vpliva gostote mineralnega skeleta vΔ. Poskusi pa so pokazali, da se vpliv vΔ giblje v mejah od 1,0 do 0,8 in sicer skoraj linearno. Tako imamo približno:

$\Delta = 0{,}8$ vplivni faktor v$\Delta = 1{,}0$
$\Delta = 0{,}5$ vplivni faktor v$\Delta = 0{,}8$

Iz tega sledi, da znaša vpliv gostote mineralnega skeleta na kvaliteto (trdnost) betona, če suponiramo linearen potek funkcije:

$$v\Delta = 0{,}667\Delta + 0{,}467 \quad \ldots 16$$

Celoten vpliv kvalitete agregata, torej vpliv spec. površine vsp in vpliv gostote mineralnega skeleta vΔ dobimo s produktom obeh vrednosti, če sta obe dani z decimalnim ulomkom. Celoten vpliv kvalitete agregata na kvaliteto betona lahko imenujemo **kakovostni količnik agregata** in ga označimo s »ka«.

Ker moramo vpliv potrebe po vodi upoštevati izključno preko vodocementnega faktorja, ki ga določuje zahtevana konsistenčna stopnja, spada v račun o predvidevni trdnosti betona po formuli (5) ali (6) kot vpliv agregata edino njegov kakovostni količnik »ka«.

19,20 Odnos med spec. površino agregata in njegovo potrebo po vodi v_a

Poizkusi so pokazali, da je s pomočjo posebnega aparata, ki ga bomo opisali v odstavku 20,00, sorazmerno hitro in natančno ugotovljiva spec,

Tabela 19, 20 — II

Spec. površina »sp«	Gostota mineralnega skeleta »Δ« 0,80	0,78	0,76	0,74	0,72	0,70	0,68	0,66	0,64	0,62	0,60	0,58	0,56	0,54
	Kakovostni količnik agregata »ka«													
5,0	1,000	0,987	0,974	0,961	0,947	0,934	0,921	0,907	0,894	0,881	0,867	0,854	0,841	0,827
7,5	1,000	0,987	0,974	0,961	0,947	0,934	0,921	0,907	0,894	0,880	0,867	0,854	0,840	0,827
10,0	1,000	0,987	0,974	0,960	0,947	0,934	0,920	0,907	0,894	0,880	0,867	0,854	0,840	0,827
12,5	0,999	0,986	0,973	0,959	0,946	0,933	0,919	0,906	0,893	0,879	0,866	0,853	0,839	0,826
15,0	0,998	0,984	0,971	0,958	0,944	0,931	0,918	0,904	0,891	0,878	0,865	0,951	0,838	0,825
17,5	0,995	0,981	0,968	0,955	0,942	0,928	0,915	0,902	0,889	0,875	0,862	0,849	0,836	0,822
20,0	0,990	0,977	0,964	0,951	0,938	0,924	0,911	0,898	0,885	0,872	0,858	0,845	0,832	0,819
22,5	0,985	0,971	0,958	0,945	0,932	0,919	0,906	0,893	0,880	0,866	0,853	0,840	0,827	0,814
25,0	0,977	0,964	0,951	0,938	0,925	0,912	0,899	0,886	0,873	0,860	0,847	0,834	0,821	0,808
27,5	0,967	0,954	0,941	0,929	0,916	0,903	0,890	0,877	0,864	0,851	0,838	0,825	0,813	0,800
30,0	0,956	0,943	0,930	0,917	0,905	0,892	0,879	0,866	0,854	0,841	0,828	0,815	0,803	0,790
32,5	0,942	0,929	0,917	0,904	0,892	0,879	0,867	0,854	0,841	0,829	0,816	0,804	0,791	0,779
35,0	0,926	0,914	0,901	0,889	0,877	0,864	0,852	0,840	0,827	0,815	0,803	0,790	0,778	0,766
37,5	0,908	0,896	0,884	0,872	0,860	0,848	0,836	0,824	0,811	0,799	0,787	0,775	0,763	0,751
40,0	0,889	0,877	0,865	0,853	0,841	0,830	0,818	0,806	0,794	0,782	0,770	0,759	0,747	0,735
42,5	0,868	0,856	0,845	0,833	0,822	0,810	0,799	0,787	0,775	0,764	0,752	0,741	0,729	0,718
45,0	0,846	0,835	0,823	0,812	0,801	0,790	0,778	0,767	0,756	0,744	0,733	0,722	0,711	0,699
47,5	0,823	0,812	0,801	0,790	0,779	0,768	0,757	0,746	0,735	0,724	0,713	0,702	0,691	0,680
50,0	0,800	0,789	0,779	0,768	0,757	0,747	0,736	0,725	0,715	0,704	0,693	0,683	0,672	0,661
52,5	0,777	0,767	0,756	0,746	0,736	0,725	0,715	0,704	0,694	0,684	0,673	0,663	0,653	0,692
55,0	0,755	0,744	0,734	0,724	0,714	0,704	0,694	0,684	0,674	0,664	0,654	0,644	0,634	0,684
57,5	0,733	0,723	0,713	0,704	0,694	0,684	0,674	0,665	0,655	0,645	0,635	0,626	0,616	0,606
60,0	0,713	0,703	0,694	0,684	0,675	0,665	0,656	0,646	0,637	0,627	0,618	0,608	0,599	0,589
62,5	0,694	0,685	0,676	0,666	0,657	0,648	0,639	0,629	0,620	0,611	0,602	0,592	0,583	0,574
65.0	0,677	0,668	0,659	0,650	0,641	0,632	0,623	0,614	0,605	0,596	0,587	0,578	0,569	0,560
67,5	0,662	0,654	0,645	0,636	0,627	0,618	0,609	0,601	0,592	0,583	0,574	0,565	0,556	0,548
70,0	0,650	0,641	0,632	0,624	0,615	0,606	0,598	0,589	0,580	0,572	0,563	0,554	0,546	0,573
72,5	0,639	0,630	0,622	0,613	0,605	0,596	0,588	0,579	0,571	0,562	0,553	0,545	0,536	0,528
75,0	0,630	0,621	0,613	0,604	0,596	0,588	0,579	0,571	0,562	0,554	0,546	0,537	0,529	0,520
77,5	0,622	0,614	0,606	0,597	0,589	0,581	0,572	0,564	0,556	0,548	0,539	0,531	0,523	0,514
80,0	0,616	0,608	0,600	0,592	0,583	0,575	0,567	0,559	0,551	0,542	0,534	0,526	0,518	0,510
82,5	0,612	0,604	0,596	0,587	0,579	0,571	0,563	0,555	0,547	0,538	0,530	0,522	0,514	0,506
75,0	0,608	0,600	0,592	0,584	0,576	0,568	0,560	0,552	0,544	0,535	0,527	0,519	0,511	0,503
87,5	0,606	0,598	0,590	0,582	0,574	0,565	0,557	0,549	0,541	0,533	0,525	0,517	0,509	0,501
80,0	0,604	0,596	0,588	0,580	0,572	0,564	0,556	0,548	0,540	0,532	0,524	0,515	0,507	0,499
92,5	0,603	0,595	0,587	0,579	0,571	0,563	0,555	0,547	0,538	0,530	0,522	0,514	0,506	0,498
95,0	0,602	0,594	0,586	0,578	0,570	0,562	0,554	0,546	0,538	0,530	0,522	0,514	0,506	0,498

potreba po vodi »v_a«. Bolj zahtevna, četudi za rutiniranega eksperimentatorja neproblematična, je ugotovitev spec. površine. Zato se je, razumljivo, pojavila misel, določiti spec. površino iz potrebe po vodi.

Ker pa je spec. površina dana z recipročno vrednostjo diametrov zrn, potreba po vodi pa z recipročno vrednostjo kvadratnega korena diametrov (glej enačbi 7 in 8) seveda »sp« iz »v_a« ali narobe, ne moremo izračunati. Verjetno pa je, da bi »sp« lahko bila funkcija potrebe po vodi in gostote mineralnega skeleta Δ, torej

$$sp = f(v_a, \Delta) \qquad \ldots 17$$

ali še bolj verjetno

$$sp \sim f(v_a, \Delta) \qquad \ldots 17'$$

Poskusi so pokazali, da temu odnosu približno ustreza formula

$$_{10}sp \doteq 210\,(_{10}v_a - 0{,}150)\,\Delta^3 \qquad \ldots 18$$

in da je razlika med računskimi in eksperimentalnimi rezultati v mejah poizkusne natančnosti. Za znanstvene raziskave in za take ugotovitve, od katerih zahtevamo največjo možno natančnost, bomo izvedli preiskave za vse 3 kakovostne pokazatelje »sp«, »v_a« in »Δ« eksperimentalno ter iz njih ugotovili kakovostne vplive. Za določitev kakovostnega količnika »ka« v obratnih laboratorijih pa bo dovolj natančno, če bomo »sp« izračunali iz »v_a« s pomočjo formule (18) ter iz »sp« in Δ »ka« iz produkta formul (14) in (16).

$$ka = 0{,}6 + 0{,}4\,.\,e^{-\left[0{,}886\,\frac{sp-5}{45}\right]^3}(0{,}667\,\Delta + 0{,}467) \qquad \ldots 19$$

Primer: preiskava na aparatu je dala naslednje podatke:

$$_{10}v_a = 0{,}400\ g,\ \Delta = 0{,}75$$

Iz enačbe (18) sledi:

$$_{10}sp = 210\,(0{,}4 - 0{,}150)\ \ 0{,}75^3 = 210\,.\,0{,}25\,.\,0{,}422 = 22{,}1\ m^2$$

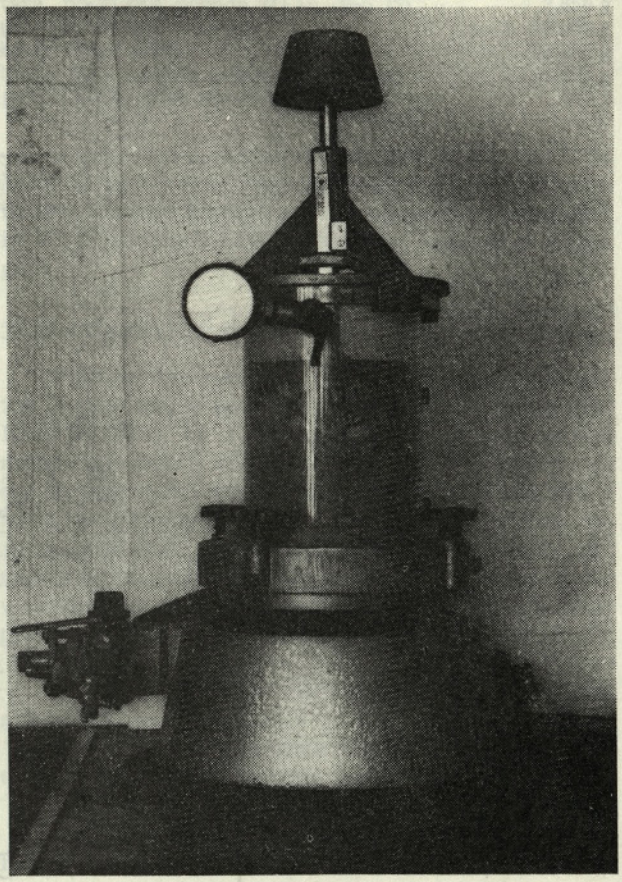
in iz enačbe (19) dobimo:

$$ka = 0{,}6 + 0{,}4\,.\,e^{-\left[0{,}886\,\frac{22-5}{45}\right]^3}(0{,}667\,.\,0{,}75 + 0{,}467) = 0{,}9905\,.\,0{,}967 = 0{,}958$$

Hitro, enostavno, a dovolj natančno lahko dobimo »ka« iz grafikona I po sliki 19,20 - I ali še natančneje iz računalniško računanih tabel, od katerih je tukaj prikazan le izvleček.

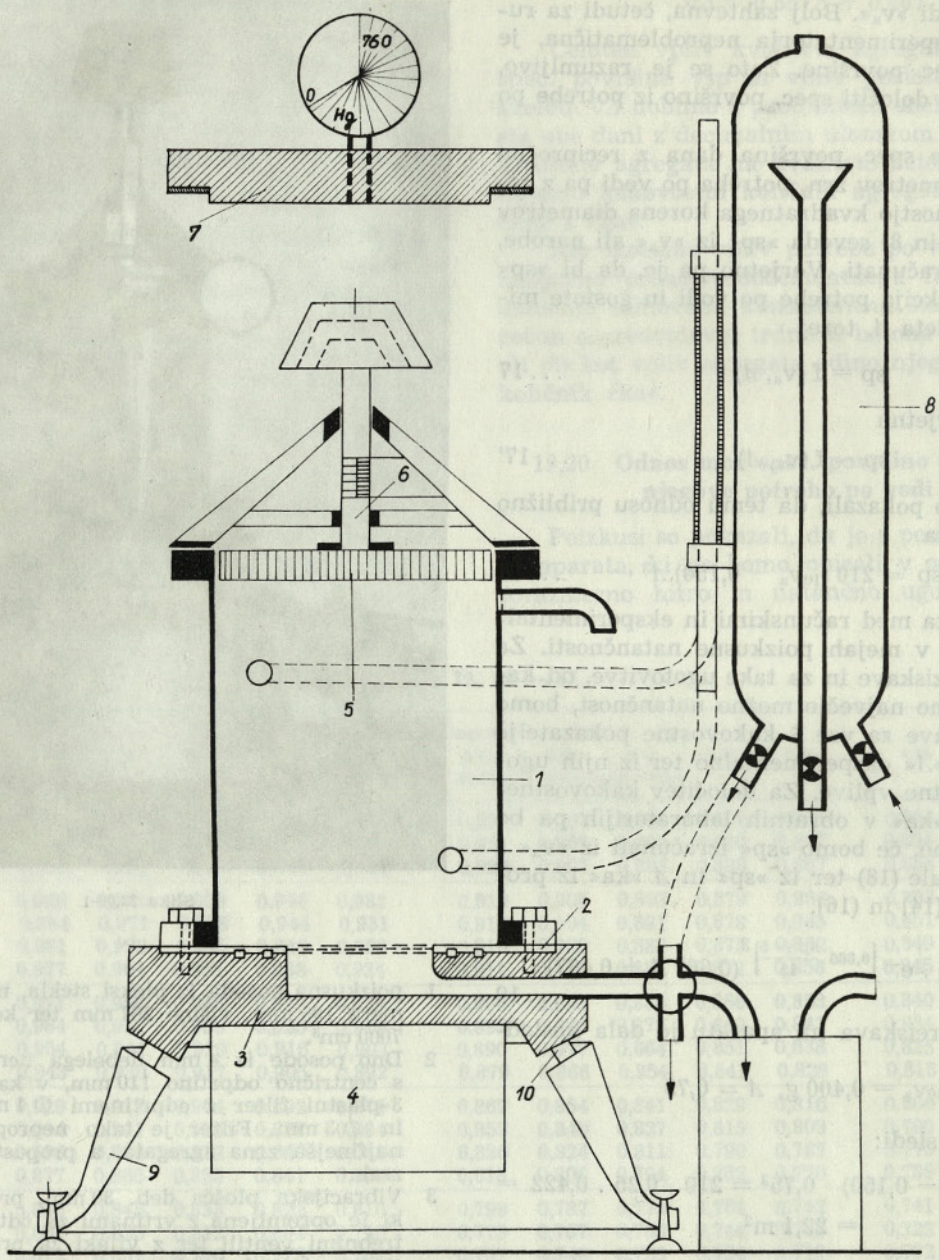
20,00 OPIS APARATA, KI JE POTREBEN ZA EKSPERIMENTALNO UGOTOVITEV KOEFICIENTOV sp, v_a IN Δ

Prototip aparata je podan s fotografijo — slika 20,00 - 1 ter shematično s centričnim, vertikalnim prerezom po sliki 20,00 - 2, v kateri je:



Slika 22,00-1

1 poizkusna posoda iz pleksi stekla, notranjega premera 190 mm, višine 267 mm ter koristne vsebine 7000 cm³.
2 Dno posode iz 4 mm debelega nerjavečega jekla s centrično odprtino 110 mm, v katero je vložen 3-plastni filter z odprtinami ϕ 1 mm, ϕ 0,05 mm in ϕ 3 mm. Filter je tako nepropusten tudi za najfinejša zrna agregata, a propusten za vodo in zrak.
3 Vibracijska plošča deb. 30 mm, premera 320 mm, ki je opremljena z vrtinami za odtok vode, s potrebnimi ventili ter z vijaki za pritrditev posode (1) in ostale dodatne opreme k aparatu. Na vibracijsko ploščo je pritrjen
4 vibrator s frekvenco 3000 o/min. Posodo (1) je možno pokriti s
5 perforirno ploščo, ki je vodena, točno horizontalno z
6 vodilom, na katerem je merilo vsebine poizkusne posode pri poljubni legi plošče (5). Posoda pa se lahko s pomočjo
7 zaporne plošče tudi zrakotesno zapre. Nadalje spada k aparatu
8 recipient za vodo, prav tako iz pleksi stekla, ki omogoča konstanten nivo in poljubno naravnavo količine v aparat pritekajoče vode. Ob recipientu sta 2 piezometrični cevki z milimetrsko skalo. Na aparat je možno priključiti vakuum črpalko, vakuummeter, regulacijski ventil itd. Ostalo opremo:
9 podnožje,
10 amortizerje in libele na tem mestu ne bomo opisovali, prav tako ne zelo številen pribor (tehtnico, štoparico, sušilne naprave, WE-BE aparaturo itd.), ki kompletirajo aparat. Preiskovalni postopek pa bomo razložili na dveh praktičnih primerih.



SHEMATIČNI PRIKAZ APARATA V CENTRIČNEM VERTIKAL. PREREZU

Slika 20,00-2

21,00 PRIMER I

Na gradbišču smo odvzeli beton pri betoniranju arm. bet. mostne konstrukcije, za katerega imamo naslednje podatke:

Agregat je bil sestavljen iz 4 frakcij. Sejalna analiza je pokazala, da leži njegova zrnavost med linijama Empa in Fuller. Material je čisti prodec, pretežno iz apnenca.

Cement je PC 350 z dejansko aktivnostjo A = 370 kp/cm² po JUS ter s potrebo po vodi p = 26 % za norm. konsistenco cementne kaše.

Analiza svežega betona je dala naslednje rezultate (preračunano na 1 m³ betona):

agregat	1970 kg/m³
cement	308 kg/m³
voda (abs. količina)	148 kg/m³
beton	2426 kg/m³

Po zahtevi projektanta bi moral beton izkazati MB 400, gostoto »g« najmanj 97 % ter konsistenco »k« v mejah 0,95 in 1,05.

Odvzeti agregat najprej posušimo do površinsko suhega stanja, (ne do jedrsko suhega z dolgotrajnim praženjem). Površinsko suho stanje dosežemo najlažje s prepojitvijo s špiritom in odžganjem ali sušenjem v toplem (60° C) zračnem mlazu. Aparature za tako sušenje je možno naročiti z osnovnim aparatom po sliki 20,00 - 1. S sušenjem

ugotovimo tudi % naravne vlage, kar nato upoštevamo pri receptiranju betona. Za rutinske preiskave sušimo le 3 vzorce po 1 kg ter pri ugotovitvi v_a upoštevamo naravno vlago računsko.

21,10 Ugotovitev prostorninske teže agregatne substance

V posebno posodo iz pleksi stekla, vsebine ca. 3 l, ki ima dvojno dno z vmesno zračno plastjo in ki je umerosojena tako, da v vodi ne tehta nič (pridejana aparatu), vnesemo 3 kg površinsko suhega agregata, ki ga nato tehtamo (s posodo vred) še v vodi. Recimo, da teža v vodi znaša $T_v = 1889$ g. Ker je teža na zraku T_z manj teža v vodi T_v volumen substance V_s dobimo:

$$T_z - T_v = V_s = 3000 - 1889 = 1111 \text{ cm}^3$$

in prostorninska teža

$$S_a = 3000 : 1111 = 2{,}70 \text{ g . cm}^{-3}$$

21,20 Ugotovitev prostorninskih tež pri raznih stanjih agregata

Točno 10,00 kg površinsko suhega agregata vnesemo v poskusno posodo (1) in jo pokrijemo s ploščo (5). Na vodilu (6) čitamo volumen rahlo nasutega agregata V_o, zaradi dodanega nonija je odčitek lahko do 1 ‰ natančen. V_o naj znaša: $V_o = 6060$ cm³ in pripadajoča prost. teža $10.000 : 6060 = 1{,}650$ g . cm^{-3} Nato aktiviramo vibrator (4) in uro štoparico ter opazujemo posedke na noniju vodila (6). Čim se posedki končajo, ustavimo istočasno vibrator in uro in ugotovimo: na štoparici čas posedanja (zgoščevanja) npr. 8,9 s (dobro vgradljiv agregat) in na noniju volumen maks. zgoščenega agregata $V = 4930$ cm³ iz česar sledi: prostorn. teža v trdo zbitem stanju $10.000 : 4930 = 2{,}025$ g . cm^{-3} in maks. možna gostota mineralnega skeleta $\Delta = 2{,}025 : 2{,}70 = 0{,}75$.

21,30 Ugotovitev spec. potrebe po vodi v_a

V aparat vnesemo 10,00 kg površinsko suhega agregata, ki ga maksimalno zgostimo s pomočjo vibratorja (4). Odstranimo nato ploščo (5) in prepojimo agregat z vodo, ki jo dovajamo previdno, da agregat čim manj zrahljamo, bodisi prek recipienta (8) ali direktno s priključkom na vodovod (zelo previdno rokovati z ventili). Ko je nivo vode dosegel višino ca. 2 cm nad zgorno plastjo zgoščenega agregata, ustavimo dotok vode, nakar po ca. 2 min vodo gravitacijsko (skozi filter) odtočimo. Po končanem težnostnem odtoku pokrijemo posodo (1) z zaporno ploščo (7), priključimo rotacijsko vakuum črpalko (prek kotlička za nabiranje vode) in reguliramo ventil tako, da se vzpostavi podtlak 380 do 420 Torr in odsesavamo 10 min. Po preteku tega časa odzračimo poizkusno posodo (1) in tehtamo do grama natančno bruto težo odsesano-mokrega agregata s poizkusno posodo. V praktičnem primeru smo dobili:

tara, poskusna posoda (1) in dno (2)	3.650 g
površinsko suh agregat	10.000 g
bruto teža suho	13.650 g
bruto teža mokro (odsesani agregat)	13.995 g
površinska voda po odsesanju = $_{10}v_a$	345 g

S tem smo z veliko natančnostjo ugotovili tisto količino površinske vode na 10 kg agregata, ki cem. kaše normalne konsistence ne razredči in ne zgosti, in ki je najznačilnejši pokazatelj kakovosti agregata.

21,40 Ugotovitev specifične površine agregata »sp«

Priključimo recipient (8) na vodovod in na dotok k aparatu, v aparatu namestimo pretočno cev. Kontroliramo, če s prepojitvijo in odsesavanjem nismo spremenili volumna zgoščenega agregata, sicer je volumen intergranularnih votlin korigirati z novim odčitkom na noniju zaporne plošče (5). Pustimo pretakati vodo skozi poskusni material, pri vedno enaki višinski diferenci med nivojem vode v recipientu in v poskusni posodi. V primeru naše preiskave smo dobili naslednje podatke:

pretok vode Q v cm³ . s^{-1} = 50 (ugotovljeno z menzuro in štoparico)

piezometrska diferenca $\delta = 0{,}16$ cm (ugotovljeno s povečevalnim steklom na milimetrski skali)

merilna razdalja $l = 10$ cm

horizontalni prerez skozi poskusno posodo $P = 283$ cm²

$$\text{permeabilnost } K = \frac{Q}{P\ i}, \quad i = \text{hidravlični}$$

$$\text{gradient} = \frac{\delta}{l} = \frac{0{,}16}{10} = 0{,}016, \text{ iz česar sledi:}$$

$$K = \frac{50}{283\ .\ 0{,}016} = 11{,}04 \text{ cm . s}^{-1},$$

in iz enačbe (11)

$$sp = \sqrt{\frac{(10^{(1{,}36 + 5{,}15 \times 0{,}25)}}{11{,}04}} = 6{,}34 \text{ v cm}^2 \text{ . cm}^{-3}$$

in zaradi $s_a = 2{,}70$

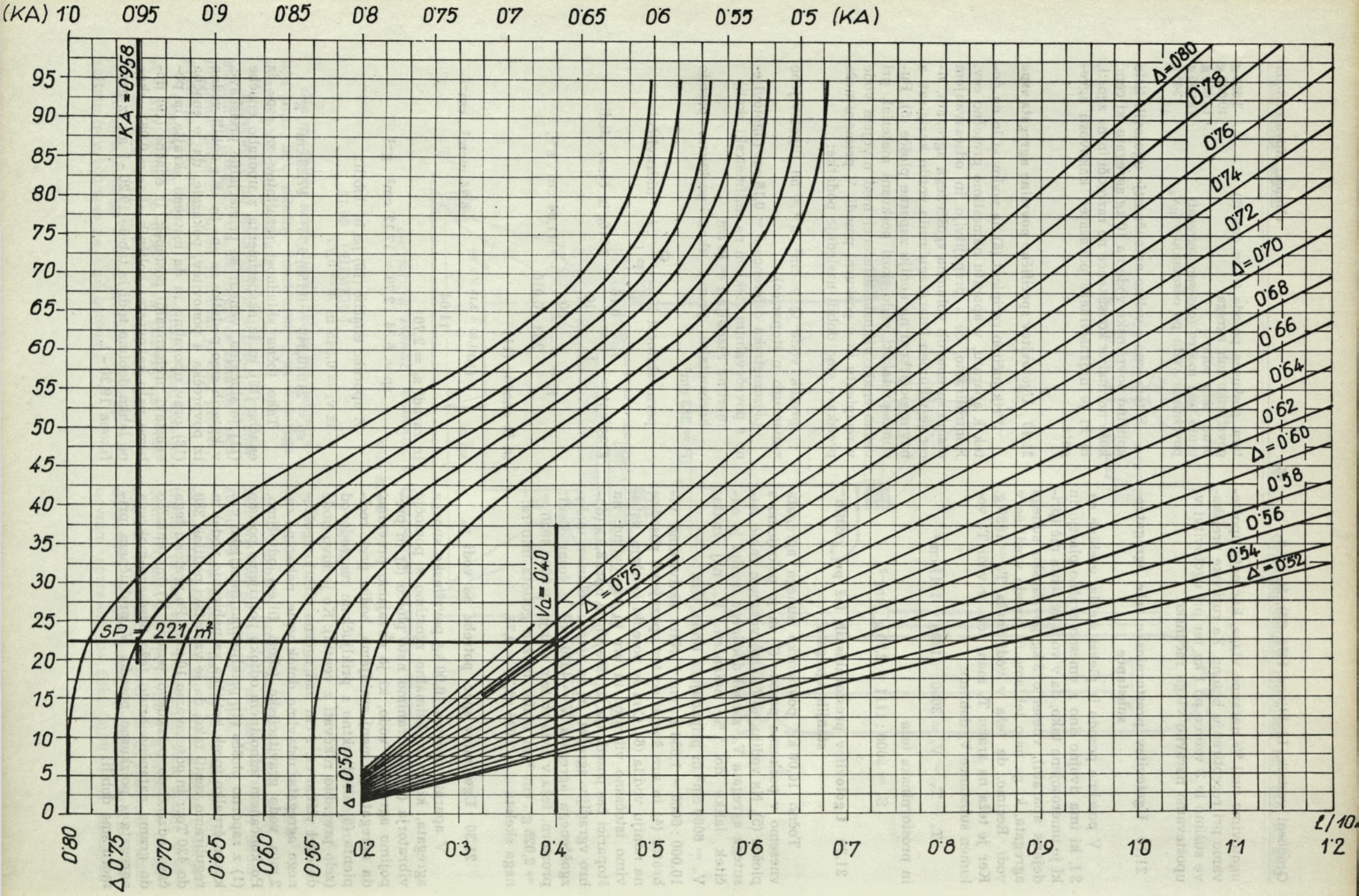
$$sp = 6{,}34\ .\ 2{,}70 = 17{,}12 \text{ cm}^2 \text{ . g}^{-1}$$

Z uporabo enačbe (18) pa bi dobili:

iz $v_a = 0{,}345$ in $\Delta = 0{,}75$

$$sp = 210\,(0{,}345 - 0{,}150)\,0{,}75^3 = 17{,}28 \text{ cm}^2 \text{ . g}^{-1}$$

Tako točna skladnost rezultatov za »sp« iz enačbe (18) in iz eksperimenta z uporabo enačbe (11) je slučajna, vendar so primerjalne preiskave, v katerih smo podatke za »n« in »K« dobili vedno iz povprečka 4 ponovitev, pokazale, da je enačba (18) prav uporabna in da bistveno skrajša in poenostavi preiskovalni postopek. Iz enačbe (19) dobimo nato kakovostni količnik »ka« = 0,961. »ka« pa lahko dobimo tudi iz tabele 19,20 - I ali iz grafikona 19,20 - 1.



GRAFIKON I ZA DOLOČITEV KAKOVOSTNEGA KOLIČNIKA „KA" ZA V_{a10} IN Δ

21,50 Določitev gostote sveže vgrajenega betona za primer I

agregat	1970 kg : 2,7 =	730 l
cement	308 kg : 3,1 =	99 l
voda	148 kg : 1,0 =	148 l
beton		977 l/1000 l

g = 97,7 % ali 0,977

Iz enačbe (4) izračunamo vpliv gostote

$$vg = \frac{1}{10^{2,4\,(1-g)}} = \frac{1}{10^{2,4\,(1-0,977)}} = 0,88$$

Beton je bil mešan v normalnem mešalcu do homogenizacije, zato je vi = 1,0. Vodocementni faktor v/c = 148 : 308 = 0,48 in $10^{(v/c)} = 3,02$, kar lahko dobimo tudi grafično ali iz tabel. Pričakovana MB bo torej znašala po enačbi (5)

$$MB = \frac{bk \,.\, A \,.\, ka \,.\, vg \,.\, vi}{10^{(v/c)}} =$$

$$= \frac{4,0 \,.\, 370 \,.\, 0,961 \,.\, 0,88 \,.\, 1,0}{3,02} = 413 \text{ kp/cm}^2$$

Konsistenčni pokazatelj »k« dobimo, če delimo količino dejanske vode V_{dej}. V_{nk}, ki je potrebna pri danih količinah in kvaliteti komponent za normalno konsistenco NK. V danem primeru imamo:

V_{dej} = 148 l/m³

$V_{nk} = A \,.\, v_a : 10 + C \,.\, p = 1970 \,.\, 0,345 : 10 + 308 \,.\, 0,26 = 148$ l

k = 148 : 148 = 1,0. Beton bo točno normalne konsistence.

Beton primera I zato **povsem** (trdnost, gostota, konsistenca) ustreza zahtevam projektanta.

22,00 PRIMER II. RECEPTIRANJE BETONA ZAHTEVANE KVALITETE IN KONSISTENCE

Zahteve:
beton marke 500 kp/cm²
konsistenca: zemeljsko vlažna, k = 0,9

Na razpolago je:
cement PC 350 z dejansko aktivnostjo 400 kp/cm², p = 27,0 %
agregat 0 do 30 mm sestavljen iz 4 frakcij po EMPA.

Za preiskavo na aparatu je bil agregat odvzet iz mešalca pred dodajo cementa in vode, a po opravljeni homogenizaciji frakcij. Preiskava na aparatu, kakor je popisana v primeru I, je dala naslednje podatke:

$_{10}V_a = 0,412$ l, $\Delta = 0,76$ $S_a = 2,72$ g . cm⁻³

Na gradbišču so na razpolago visoko frekventni pogrezni in ploskovni vibratorji, zato je dovoljeno suponirati, da bo znašala gostota sveže vgrajenega betona g = 98 % ali 0,98. Beton bo mešan normalno, vi = 1,0.

Iz grafikona po sliki 19,20 - 1 ali tabel 19,20 - I in 19,20 - II dobimo: ka = 0,952 in iz tabele 10,00 - I vg = 0,895. Tako imamo vse koeficiente, ki so nam potrebni za izračun tistega vodocementnega faktorja, ki nam za dane kvalitete komponent še garantira zahtevano MB. Iz enačbe (6) dobimo:

$$(v : c) = \log \frac{(bk) \,.\, (A) \,.\, (ka) \,.\, (vg) \,.\, (vi)}{MB} =$$

$$= \log \frac{4 \,.\, 400 \,.\, 0,952 \,.\, 0,895 \,.\, 1,0}{500} = 0,435$$

Ta podatek pa lahko hitro in le z množenjem števca dobimo iz grafikona II, slika 22,00 - 1, ki podaja zavisnost marke betona od vodocementnega faktorja pri vrednosti »Š« od 3000 do 50. Merili MB in Š sta logaritmični.

22,10 Račun mešalnega razmerja

Za beton, ki količinsko ustreza 10 kg agregata imamo:

$$v = v_a + v_c = v_a + c\,\frac{p}{100} \qquad \ldots 20$$

$$(v : c) = k\left(v_a + c\,\frac{p}{100}\right) : c \qquad \ldots 21$$

Če gornji enačbi razrešimo na c dobimo:

$$c = \frac{v_a}{\dfrac{(v : c)}{k} - \dfrac{p}{100}} \qquad \ldots 22$$

c v kg za 10 kg agregata.

V našem primeru in za konsistenčni faktor k = 0,9

$$c = \frac{0,412}{\dfrac{0,435}{0,9} - 0,27} = 1,93 \text{ kg cementa}$$

za 10 kg agregata

v = (v : c) . c = 0,435 . 1,93 = 0,840 kg
a = 10 kg

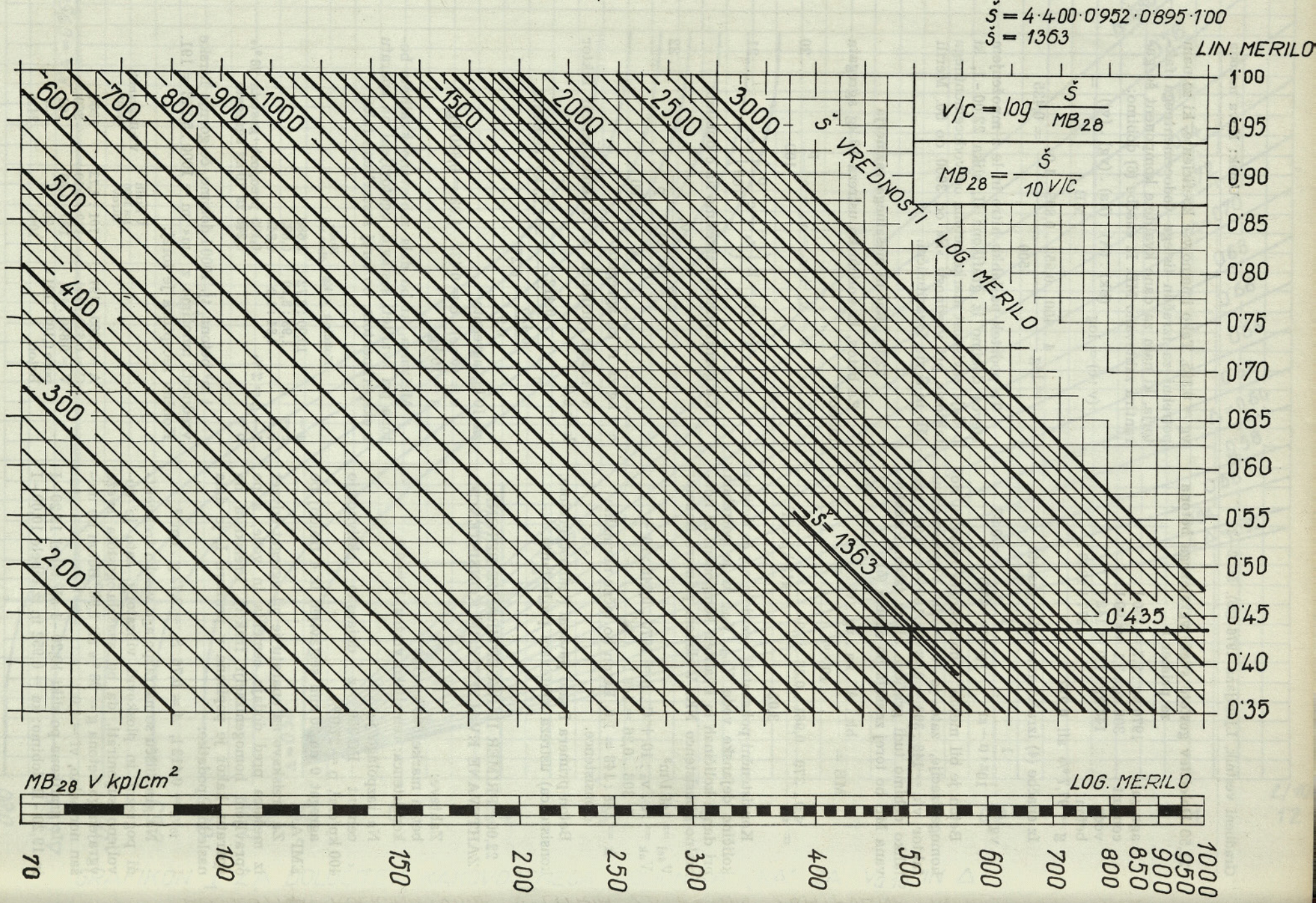
Mešanica, ki bo dala zahtevano kvaliteto betona pri kvaliteti sestavin, ugotovljeni na aparatu z eksperimentom, bo torej sestavljena tako:

	Količina v kg	Količina v l	
a =	10,00 : 2,72	3,680	
c =	1,93 : 3,10	0,623	
v =	0,84 : 1,0	0,840	
1 — g = 2 %		0,105	predpost. gostota 98 %
b =		5,248	za 10 kg agregata

1 m³ betona, tj. 1000 l dobimo, če gornje litrske vrednosti množimo z »m« m = 1000 : 5,248 = 191. Končna receptura je torej:

	V litrih na 1000 litrov	V kilogramih na m³
A = 3,680 . 191	701 . 2,72	1906
C = 0,623 . 191	119 . 3,10	369
V = 0,840 . 191	160 . 1,00	160
pore 0,103 . 191	20	—
Beton	1000	2435

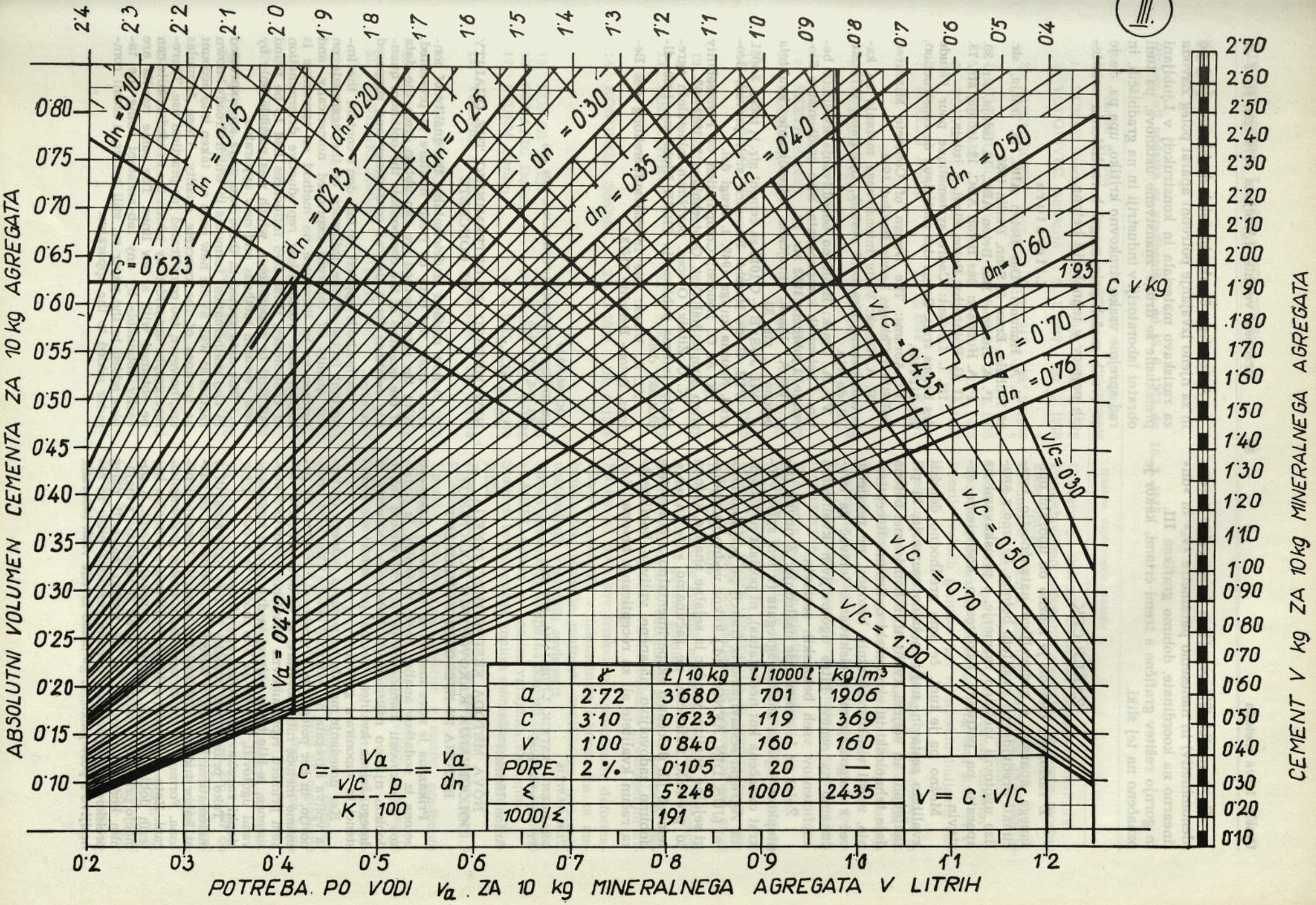
GRAFIKON RAZMERJA MED TLAČNO TRDNOSTJO BETONA TER VODOCEMENTNIM FAKTORJEM v/c IN Š VREDNOSTMI



Sl. 2 2,00–1, grafikon II

ABSOLUTNA KOLIČINA VODE V LITRIH, ZA BETON ZAHTEVANE KONSISTENCE

III.



	γ	l/10 kg	l/1000 l	kg/m³
a	2·72	3·680	701	1906
c	3·10	0·623	119	369
v	1·00	0·840	160	160
PORE	2 %	0·105	20	—
Σ		5·248	1000	2435
1000/Σ		191		

$$c = \frac{Va}{\frac{v/c}{K} - \frac{p}{100}} = \frac{Va}{dn}$$

$$v = c \cdot v/c$$

Če v enačbi (22) označimo imenovalec z »dn« (denominativ) in nanesemo parametre »v_a« in »dn« linearno na koordinate, dobimo grafikon III. in gornjo rešitev grafično s tremi črtami, kakor je označeno na tej sliki.

ZAKLJUČEK

Z razloženo metodo je možno ob uporabi opisanega aparata, z zadovoljivo natančnostjo izračunati predvidevno kvaliteto betona, če smo z analizo ugotovili mešalno razmerje, s preiskavami na aparatu pa potrebne kakovostne koeficiente sestavin.

Možno pa je tudi, če smo predhodno določili kvaliteto sestavin, najti mešalno razmerje, ki pri zahtevani ali voljeni kvaliteti in konsistenci betona daje tehnološki in ekonomski optimum. Receptiranja, zlasti visokokvalitetnih betonov, ne rešujemo več z dolgotrajnimi preiskavami, temveč ga izračunamo na osnovi hitro ugotovljivih kvalitetnih koeficientov vseh betonskih sestavin.

Želel pa bi omeniti še naslednje: Z novim postopkom sejalna analiza agregata (v tem spisu večkrat označena kot nedostatna), ni postala nepotrebna. Agregat sestavljamo iz frakcij po poljubni normi (JUS, DIN, AFNOR itd.) kakor vedno na podlagi sejalne analize, vendar iz sejalne analize, ki je za to premalo natančna, ne računamo »sp« in »v_a«, temveč jih določamo eksperimentalno, s čimer šele dobimo zadovoljivo natančne vplivne koeficiente za račun kvalitete ali za receptiranje betona.

Avtor tega članka bi želel, da bi novo metodo in za njeno izvajanje potrebni aparat poleg Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij v Ljubljani preizkusile še druge znanstvene ustanove, pa tudi obratni laboratoriji v industriji in na gradbiščih, in rad sprejme vsako strokovno kritiko, upa pa, da je po svojih močeh pripomogel k razčiščenju nekaterih pojmov v tehnologiji betona.

Literatura

I[1]. A. Hummel: Das Beton ABC, 12. izdaja, str. 36 Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin 1959.

I[2]. A. Hummel Das Beton ABC, 12. izdaja, str. 39.

I[3]. A. Hummel: Das Beton ABC, 12. izdaja, str. 73.

II. G. Rothfuchs: Beton Fibel, 3. izdaja.

III. I. Léviant: Cadre systematique pour l'étude des bétons frais, Revue des matériaux de construction, 522 III/1959.

IV. Abrams: The Design of Concrete Mixtures, Bulletin I Chicago Lewis Institut 1918.

V. A. Umek: Vpliv intenzivnega mešanja na kakovost betona, Gradbeni vestnik, Ljubljana, V/72 str. 101 do 110.

VI[1]. A. Umek: Brojčano odredjivanje kvaliteta betona i betonskih komponenata, Biro gradbeništva Slovenije, Ljubljana 1962 str. 24.

VI[2] A. Umek: Brojčano odredjivanje kvaliteta betona . . ., str. 33.

VII. JUS: B — C 1010 za cement str. 11 točka 3.4051.

VIII. G. de Marchi: Idraulica, srbh. prevod, Beograd, Naučna knjiga 1949, I. drugi del.

IX. A. G. Loudon: Computation of Permeability from Simple Soil Test, Geotechnique 3, 1952—53.

X. U. Žitnik: O spec. površinah mineralnih agregatov, interna publikacija ZRMK Ljubljana, 1960. diplomsko delo.

XI. A. Umek: Die Intensivaufbereitung des Betons, Beton- Berichte 11/73.

UDK 666.972.16
GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA, 1976 (25)
ŠT. 2-3, STR. 29-50

Anton Umek:

NOVA METODA EKSPERIMENTALNEGA DOLOČEVANJA KAKOVOSTNIH KOLIČNIKOV BETONA IN NJEGOVIH KOMPONENT

Prikazana je nova metoda za ugotovitev kakovosti betona iz podatkov analize sveže mešanice. Iz podatkov o kakovosti komponent pa po isti metodi lahko dobimo njihovo najugodnejše količinsko razmerje za dosego želene kvalitete betona pri zahtevani konsistenci in suponirani gostoti.

Ker dosedanje metode ne poznajo važnega faktorja vpliva agregata na kakovost betona s številčno vrednostjo, in ker poleg tega v strokovni literaturi ne poznamo metode niti aparature, ki bi dovoljevala v vsakem primeru reproduktivno številčno ugotovitev konsistence, je bilo treba najprej ta dva vpliva s preiskavami ugotoviti, kar pa je bilo možno le z novimi postopki raziskav ter novimi aparaturami.

Tako pridobljene podatke je bilo nato spraviti v matematični formuli, v katerih so upoštevani že znani, kakor tudi novi faktorji kot funkcije kakovosti betona. Formuli pa sta za uporabo v praksi prekomplicirani. Zato so članku pridani grafikoni, s pomočjo katerih dobimo želene rezultate z nekaj črtami. S pomočjo prav tako dodanih tabel ali še ugodneje z majhnim kompjuterjem, ki ga je možno nabaviti poleg preiskovalne aparature, dobimo rezultate hitro in zanesljivo s postopkom, ki ga lahko izvede vsak laborant.

UDC 666.972.16
GRADBENI VESTNIK, LJUBLJANA, 1976 (25)
NR. 2-3, PP. 29-50

Anton Umek:

NEW METHOD OF DETERMINING THE QUALITY OF CONCRETE

A new method of determining the quality of concrete from the data of fresh mixture is presented. With the same method we can obtain from the data of the qualities of the components the optimum quantity relations for a desired consistency and supposed density.

As methods applied so far, don't contain the important factor of the influence of the aggregate on the quality of concrete expressed numerically, and further as in literature no method or apparatus is known that would allow reproductive determination of consistency, these two influences had to be found out first by experiments, which was possible only by new research methods and new apparatus.

The data gained in these two ways are expressed in two mathematical formulas in which already known factors as well as the new ones are taken into account as funtions of the concrete quality. These formulas are, however, too complicated for practical use. Therefore graphs are added by which the needed results can be obtained with a few lines. The same results are easily obtainable by any lab-assistant using the tables added to the paper or, still better, a small computer added to the apparatus.

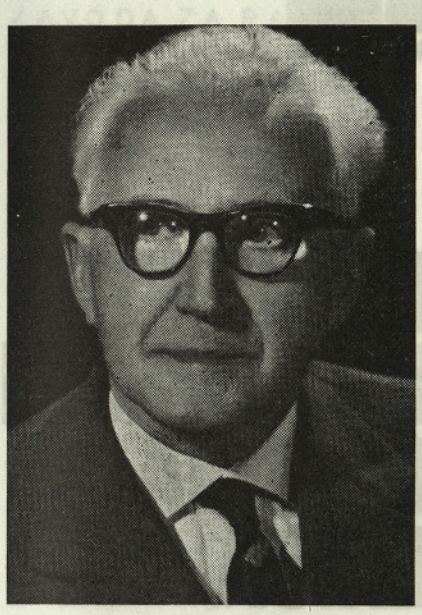
vesti

Diplomanti oddelka za gradbeništvo od 15. 2. 1975 do 15. 2. 1976

Zap. št.	Priimek in ime	Datum rojstva	Datum diplomiranja	Naslov diplomske naloge
1.	LUKEŽ Florijan	19. 6. 1948	20. 2. 1975	Uporaba ploskovnih elementov programa SAP IV
2.	VODOPIVEC Antonija	5. 1. 1949	20. 2. 1975	Poenostavljeno računanje montažne škatlaste mostne konstrukcije
3.	VUKMIROVIĆ Jovo	1. 1. 1944	20. 2. 1975	Računanje lokalnih napetosti naknadno prednapetih betonskih nosilcev v območju sidranja kablov
4.	UMBERGER Marko	23. 2. 1950	28. 2. 1975	Računanje plošč po metodi nadomestnih modelov
5.	ČUS Saša	19. 9. 1948	7. 3. 1975	Uporaba prostorskih elementov programa SAP IV
6.	VOJVODIĆ Jelena	15. 12. 1950	27. 3. 1975	Teorija velikih pomikov pri ravninskih linijskih elementih
7.	PEKLAJ Abdon	21. 12. 1949	28. 3. 1975	Preizkusiti je uporabo regresijskega, gravitacijskega in modela »vse ali nič« pri prognoziranju prometnih tokov v železniškem prometu ter izbrati najprimernejšega
8.	CELCER Viljem	5. 11. 1948	24 4. 1975	Sovisnosti med napetostmi in deformacijami za Drucker-Prager pogoj plastičnega tečenja in praktični primer uporabe
9.	ŠKETA Slnvko	11. 10. 1950	24 4. 1975	Računanje plošč na elastični podlagi
10.	HOČEVAR Ciril	12. 8. 1949	30. 5. 1975	Raziskava seizmične in vetrne obremenitve za mešano konstrukcijo
11.	ŠPACAPAN Igor	21. 7. 1946	30. 5. 1975	Določevanje odziva konstrukcije za predpisane pospeške tal in vpliv porazdeljene in koncentrirane mase na konstrukcijo
12.	PREŠEREN Anton	15. 7. 1950	11. 6. 1975	Uporaba metode končnih elementov za račun potencialnega toka s prosto gladino
13.	LIKAR Vojko	30. 1. 1950	12. 5. 1975	Primerjava načinov računanja spojev s kovicami, neobdelanimi vijaki in visokovrednimi prednapetimi vihaki po raznih normah
14.	KONOBELJ Srečko	27. 5. 1949	26. 6. 1975	Na osnovi podatkov triaksialnih preizkusov deformabilnosti, izvedenih v fakultetnem laboratoriju za mehaniko tal, raziščite možnost analitičnega izvajanja ugotovljenih reoloških sovisnosti
15.	LOKAR Matija	11. 11. 1948	26. 6. 1975	Račun antenskega stolpa na Nanosu (betonska izvedba)
16.	ORBANIĆ Dušan	26. 6. 1948	26. 6. 1975	»VARIEL sistem — analiza vgrajenih elementov«
17.	ŠTURM Danilo	4. 3. 1951	26. 6. 1975	Statična in dinamična analiza montažnega sistema VARIEL
18.	TORNIČ Albin	5. 6. 1950	26. 6. 1975	Pregledna obravnava metod za merjenje deformacij s poudarkom na metodi »moiré«
19.	ZAGRADNIK Marija	29. 12. 1947	26. 6. 1975	Uporaba Heavisideove funkcije v statiki gradbenih konstrukcij
20.	DUJMOVIČ Drago	19. 5. 1949	1. 7. 1975	V svrho boljšega odvijanja obratovalnega procesa je rekonstruirati tire na postaji Pivka
21.	PAVLINIČ Zlatka	30. 11. 1947	1. 7. 1975	Za mesto Ljubljana je pripraviti okvirni predlog reševanja mirujočega prometa
22.	PUKL Rajko	4. 11. 1949	1. 7. 1975	Izdelati je treba idejni projekt nove povezave Rogaška Slatina—Sodna vas, ki se bo priključila na regionalno cesto št. 344 v Rogaški Slatini in na regionalno cesto št. 338 v Sodni vasi
23.	VIDMAR Jože	12. 3. 1949	1. 7. 1975	Lepljenje betona z epoksidnimi in poliestrskimi smolami
24.	FIDLER Marjan	24. 11. 1949	14. 7. 1975	Za odsek južne ljubljanske obvoznice od km 3,50 do km 4,00 izvršite na podlagi idejnega projekta glavni projekt z vsemi geotehničnimi prognozami s stabilnosti, deformacij in njihovega razvoja
25.	HUMAR Gorazd	16. 7. 1949	14. 7. 1975	Na osnovi podatkov sondiranja in laboratorijskih preiskav vzorcev iz sond izvršite za poizkusni nasip avtoceste na Barju račun usedkov in konsolidacije. Rezultate primerjajte z izvršenimi meritvami in poizkusite tolmačiti ugotovljene razlike

Zap. št.	Priimek in ime	Datum rojstva	Datum diplomiranja	Naslov diplomske naloge
26.	BRUS Aljoša	2. 4. 1949	4. 9. 1975	Idejno je treba preštudirati vse možne variante poteka regionalne obvozne ceste mimo Kamnika in sicer od Duplice do Stahovice z možnostjo priključka zveze proti Kranju in zveze proti Tuhinjski dolini
27.	PAVLINIČ Bojan	26. 4. 1948	4. 9. 1975	Glede na spremenjene prometne tokove na Trgu revolucije v Mariboru, ki so jih posredno ali neposredno povzročili urbanistični in drugi posegi v njegovem ožjem ali širšem okolju, je potrebno izdelati študijo prometne ureditve
28.	POLANIČ Stane	13. 4. 1950	4. 9. 1975	Mestno cestno mrežo v Murski Soboti je glede na razvoj in urbanistične rešitve urediti in prikazati najoptimalnejše rešitve za obdobje do l. 2000
29.	SOMRAK Dušan	10. 6. 1948	5. 9. 1975	Izdelati je študijo za masivno razponsko konstrukcijo čez pretočna polja HE Srednja Drava II.
30.	LOPATIČ Silvester	30. 12. 1949	12. 9. 1975	Numerično reševanje čiste torzije pri večkrat sovisnih področjih
31.	ROJNIK Franc	17. 3. 1949	18. 9. 1975	Računska in modelna raziskava poteka gladin pri deročem toku in prehodu iz deročega v mirni tok
32.	KORITNIK Srečko	14. 8. 1946	18. 9. 1975	Proučitev možnosti upoštevanja viskoznih učinkov na odnose med deformacijami in napetostmi za zemljine pri numeričnih računih napetosti in deformacij v pogojih ravninskih deformacijskih stanj
33.	KODELA Uroš	10. 12. 1948	2. 10. 1975	Stabilnost loka po metodi končnih elementov
34.	KOVAČIČ Andreja	29. 12. 1950	30. 10. 1975	Izdelati je treba računsko analizo razporeditve in velikosti pasovnih zemeljskih pritiskov na togo podporno konstrukcijo v odvisnosti od premikov konstrukcije ob upoštevanju nelinearnih odnosov med napetostmi in deformacijami
35.	LAVRIČ Darja	1. 9. 1949	30. 10. 1975	Študij deformacijskega in napetostnega stanja v nosilcih z vutami
36.	KLOFUTAR Marjan	20. 7. 1948	13. 11. 1975	Prostorski končni elementi v mehaniki konstrukcij
37.	MIHELČIČ Sašo	10. 2. 1948	12. 12. 1975	Sistematična obravnava organskih veziv za asfalte
38.	CENTA Mirka	7. 10. 1951	18. 12. 1975	Reševanje vrvnih konstrukcij
39.	DEBELJAK Miran	27. 4. 1950	18. 12. 1975	Ploskovno stabilizirane membranske nosilne konstrukcije
40.	KOPRIVA Soča	22. 3. 1951	18. 12. 1975	Obravnava vlaknatega betona za tankostenske elemente (teamsko delo)
41.	KOPRIVA Zdenko	6. 12. 1951	18. 12. 1975	Obravnava vlaknatega betona za tankostenske elemente (teamsko delo)
42.	KOREN Peter	5. 12. 1950	18. 12. 1975	Statični račun tipskega montažnega nadvoza sistema GRADIS
43.	KOTNIK Radovan	20. 9. 1950	18. 12. 1975	Preračun prostorskega okvirnega nosilca
44.	ERŽEN Katarina	10. 3. 1951	18. 12. 1975	Izvesti je treba računsko analizo zemeljskih pritiskov na togo podporno ploščo z uporabo podanih napetostno deformacijskih odnosov na zemljino
45.	HADŽIALIČ Muhamed	10. 3. 1929	20. 12. 1975	Izdelati je študijo in preveriti prepustnost enosmerne Prešernove ceste v Ljubljani
46.	HOFBAUER Albin	26. 8. 1947	20. 12. 1975	Izdelati je idejno zasnovo enosmernega prometa v Ljubljani
47.	MIRTIČ Dušan	14 1. 1949	20. 12. 1975	Izvedite računsko analizo pornih tlakov in posedkov ter časovnega razvoja poskusnega nasipa za avtocesto preko Barja
48.	BLAŽEKA Željko	27. 6. 1951	20. 12. 1975	Uporaba končnih elementov višjega reda pri računu poteneialnega toka s prosto gladino
49.	MAJER Milena	2. 9. 1950		Umetno povečanje nizkih voda Iške z dovodom vode iz drugih vodotokov
50.	KOVAČIČ Pavel	9. 10. 1944	13. 2. 1976	Glede na novi predlog urbanistične ureditve Kopra je opraviti potrebno raziskavo prometnih razmer in tokov, pri čemer naj bi bil končni rezultat lokacija in notranja ureditev nove avtobusne postaje
51.	PREŠERN Boris	24. 8. 1950	13. 2. 1976	Izdelati je idejno študijo rekonstrukcije regionalne ceste št. 324 na odseku Podpeč—Ig—Škofljica

in memoriam



Univ. prof. ing. Engelbert Hribernik

Dne 5. oktobra leta 1975 je odšel iz naše srede univerzitetni prof. dipl. ing. Engelbert Hribernik, vzgojitelj številnih gradbeniških in drugih kadrov, saj je učil vse od leta 1947 na tehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Spočetka je predaval tehniško kemijo, tehnologijo silikatov in tudi tehnologijo goriv in vode, po letu 1958, ko je bil izvoljen za rednega profesorja, pa je predaval splošno kemijsko tehniko in tehnologijo silikatov.

Univerzitetnip rofesor Hribernik je pripadal prvim kadrom, ki so končali fakulteto že na slovenski Univerzi v Ljubljani. Maturiral je leta 1919 v Ljubljani, diplomiral pa oktobra leta 1924 prav tako v Ljubljani. Postal in ostal je asistent na fakulteti do leta 1926, ko se je podal na delo v industrijo. Prvo delovno mesto je bilo vodstvo laboratorija v cementarni Dalmatia v Kaštelu Sučurcu, kjer je kot sposoben organizator in dober poznavalec problemov v cementarni hitro napredoval do vodilnega položaja. Leta 1941 je položaj zaradi okupacije zapustil.

Po okupaciji ga najdemo na položaju tehničnega oziroma glavnega direktorja združene dalmatinske cementne industrije v Splitu. Po ustanovitvi zvezne generalne direkcije v Beogradu je od 1947 dalje kot njen predstavnik v okviru Biroja za pospeševanje proizvodnje deloval v Ljubljani. Tu je navezal stike in uspešno sodeloval v tedanjem ustanovljenem Gradbenem inštitutu tedanjega Ministrstva za gradnje SRS, poznejšem Zavodu za raziskavo materiala in konstrukcij v Ljubljani. Postal pa je tudi honorarni predavatelj na oddelku za kemijo Univerze v Ljubljani.

Univ. prof. Hribernik je bil prodoren strokovnjak na področju cementov, zato je lahko uspešno pomagal po osvoboditvi domači industriji, ki je bila tedaj pri nas še skromna. Pomagal ji je s konkretnimi nasveti in v dobi Informbiroja, ko so bili najtežji časi, sodeloval pri obnovi opuščene cementarne Zidani most, ki je začela prav po njegovi spodbudi s proizvodnjo t. i. »sivega apna«, ki je bil žlindrin cement in s katerim smo lahko uspešno pokrivali katastrofalno pomanjkanje cementa.

Po osvoboditvi je prišla v sklop Jugoslavije tudi cementarna in salonitarna v Anhovem, toda brez kadrov, pač pa s številnimi problemi. Tudi tu je prof. Hribernik prispeval svoj delež tako, da je lahko tovarna nemoteno obratovala in da je šla obnova dežele lahko naprej. Skratka, kjerkoli so se pojavili problemi, se jih je prof. Hribernik zagnano loteval in uspešno reševal.

Kot univerzitetni profesor je svoje bogato znanje širokogrudno razdajal, zato je imel tudi pri študirajočih kadrih velik ugled.

Njegovo delovanje pa ni bilo omejeno samo na ožjo domovino, temveč je bil dobro poznan tudi v inozemstvu. Zlasti problematika in področje uporabe Lafarge cementov sta mu prinesla v inozemstvu ime ob razlagi pogojev nastanka rekristalizacije teh cementov. Klicale so ga na posvete številne industrije v Nemčiji in Avstriji, kamor je bil zlasti usmerjen plasman puljskega cementa.

O vseh teh problemih je tudi veliko pisal, o čemer priča obširna bibliografija. Še tudi v poslednjem času je sodeloval na problematiki cementarn Anhovo in Trbovlje. Vseskozi pa je bil znanstveni sodelavec Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij v Ljubljani, s katerim je delal na teh problemih in kateremu je s svojim nesebičnim delom položil tudi enega izmed temeljnih kamnov.

Naj mu bo ob slovesu izrečena topla zahvala za ves njegov trud in napore, ki jih je vložil tudi v zgradbo Zavoda.

Marjan Ferjan

Pripis

Gradbeni vestnik bo v eni prihodnjih številk objavil članek o teamski študiji z naslovom: »Vpliv zračnega onesnažanja na gradbene materiale«, katere nosilec je bil pokojni prof. ing. Engelbert Hribernik. To je bilo njegovo zadnje strokovno delo.

RMK ZENICA

RUDARSKO METALURŠKI KOMBINAT ZENICA

RMK-ZENICA je pomemben proizvajalec žebljev in bodeče žice in lahko s svojim bogatim asortimentom zadovolji potrebe gradbeništva, livarstva, industrije opreme in sploh široke potrošnje.

— Žeblji za gradbeništvo z gladko, spuščeno - narezljano, spuščeno - gladko, cilindrično glavo;

— žeblji za vogalnike, krovne plošče, krovno lepenko, brez glave z eno konico, z dvema konicama, za trstiko;

— žeblji in sponke, livarski, čevljarski in tapetniški

so izdelani iz svetle, trde vlečene jeklene žice in pakirani v kartonske škatle po 1, 2,5 in 5 kg bruto teže, na zahtevo kupca po 25 kg neto.

— Bodeča žica z dvema ali štirimi bodicami, proizvodnja po sistemu JOWA in GLIDDEN, se izdeluje iz mehke in trde termično pocinkane žice in pakira v kolute neto teže 20, 25 in 35 kg.

Proizvajalec: Rudarsko-metalurški kombinat RMK-ZENICA — Zenica,

Tvornica za preradu žice BIHAĆ — Bihać

Telefon: 072/21 244; 077/22 226

Telex: YU RMKZE 43-129, poštni predal 141

Predstavništva: Beograd, Topličin venac 3/II, telex: 11-395 YU RMKPBG

Zagreb, 8. maja 44/L, telex: 21-739 YU RMKPZG

Ljubljana, Žibertova 1

Ploče — Luka Ploče

Progres — Beograd — generalni zastopnik za zunanjo trgovino RMK - Zenica

INFORMACIJE 181

ZAVODA ZA RAZISKAVO MATERIALA IN KONSTRUKCIJ V LJUBLJANI

Leto XVII 2-3 Serija: MATERIALI FEBR. - MAREC 1976

Nekateri posebni gradbeni materiali in sistemi iz „Poskusnega obrata Gameljne" TOZD IM - ZRMK

Z ustavnimi amandmaji so se ustanovile v Zavodu za raziskavo materiala in konstrukcij Ljubljana temeljne organizacije združenega dela, od katerih je ena TOZD Inštitut za materiale, ki se ukvarja s kompleksno tematiko raziskav, preiskav proizvodnje in uporabe gradbenih materialov in predizdelkov. V sklopu TOZD Inštitut za materiale deluje tudi poskusni obrat Gameljne, ki ima deloma nalogo uvajati in slediti na tržišču poskusnim količinam novih materialov in predizdelkov, katere pripravi obrat in jih tudi poskusno vgradi. Ti materiali in predizdelki so takega značaja, da so naši gradbeni operativi potrebni, pa jih dosedaj na tržišču ni bilo ter se na ta način šele uvajajo. V naslednjem bi v kratkih orisih seznanili tehnično dejavnost z nekaterimi izmed njih. Predstavljajo materiale in proizvode, s katerimi so omogočene nekatere sistemske rešitve. Za to dobijo vsi proizvodi skupinski naziv »Sistem Zaramak« s podrobnim nazivom materiala.

SUHI BETONI raznih kvalitet, pakirani v vrečah, kompletno pripravljeni z agregatom, cementom in dodatki, služijo dobro povsod tam, kjer so potrebne določene manjše količine navadnih ali posebnih betonov. V suhi obliki tako proizvajamo:

— normalne težke betone volumske teže 2400 kilogramov na kubični meter kontinuiranega granulometrijskega sestava 0—30 mm garantiranih mark, z vsemi potrebnimi dodatki za lahko vgrajevanje. Mešanici je potrebno dodati za doseganje zahtevane marke na vreči ali napotilu napisano količino vode, nato pri normalnem vgrajevanju dobi zahtevano marko betona;

— lahke betone volumskih tež do 1400 kg/m^3, trdnosti do 250 kp/cm^2 za vse potrebe lahkih konstruktivnih ali izolacijskih betonov, pripravljenih iz keramzita. Mešanici je potrebno dodati za doseganje zahevane marke na vreči napisano količino vode, nato pri normalnem vgrajevanju dobimo zahtevano marko betona s predvideno izolativnostjo;

— težke betone volumske teže 3000 kg/m^3, trdnost marke 300 kp/cm^2, odporne proti presevanju s trdimi X žarki, pripravljene za izvedbo vsakovrstnih objektov, bunkerjev, prostorov, kjer se dela oziroma ščiti pred navedenim trdim žarkovjem ali kjer se hranijo izotopi;

— specialne korundne betone, izredno odporne proti obrabi ter odporne proti minerilnim maščobam ter slabim kislinskim vplivom. Namenjeni so za frekventirane pohodne ploskve, kot so hodniki, rampe, stopnišča, eskalatorji;

— specialne betone z eruptivnim agregatom, odporne proti obrabi;

— izolacijske tople lahke betone, pripravljene z lahkim naravnim agregatom za izdelavo tlakov v hlevih, kokošnjakih, svinjakih, gnojiščih, gnojiščnih jamah, posebno odporne proti delovanju urina.

Prav tako se izdelujejo vsakovrstne:

SUHE MALTE oziroma drobnozrnati betoni, namenjeni predvsem za izvedbo posebnih nalog kot so:

— malte težkega karakterja za nanose na raznovrstne stene za preprečitev rentgenskega trdega sevanja, imenovane tudi »barit plaster«. Te malte služijo lahko tudi za poboljšanje zvočne zaščite med stanovanjskimi stenami, ker so sorazmerno zelo težke;

— malte za zaviranje gibanja nevtronov za posebne higienske namene v prostorih, kjer se operira z izvori;

— lahke izolacijske malte, namenjene za zidanje, zapiranje fug ali maltanje zunanjih površin, imenovane »zunanje izolacijske malte«;

— lahke izolacijske, hitro vezoče malte za notranje površine, posebno pripravljene za nametavanje s stroji, imenovane »notranja izolacijska malta«;

— lahke izolacijske malte z velikim razvijanjem vezalnih temperatur, zlasti primerne za dela pozimi pri nizkih temperaturah ali za hitro zapiranje vode, imenovane »vroča malta«;

— nabrekajoče podlivne malte za namene montaž strojev, imenovane »podlivna malta«;

— nabrekajoče mase za zalivanje oziroma utrjevanje vijakov s skrajšano dobo vezanja, imenovane tudi »tempirana malta«;

— nabrekalne silikatne mase za zalivanje dilatacijskih fug med betonskimi ploščami, imenovane tudi »zalivna masa za fuge«;

— injekcijske malte v suhem stanju za injektiranje kablov in izdelavo prepact betonov z vsemi potrebnimi dodatki za plastificiranje in za dobro vododržnost, izmenovana »kabelska injekcijska malta«;

— injekcijske malte v suhem stanju za injektiranje poškodovanih zidnih ali betonskih elementov z vsemi potrebnimi dodatki za plastificiranje in za dobro vododržnost, nazvane »injekcijska malta«;

— tufne malte, sestavljene po granulacijski liniji ter sposobne za uporabo pri izdelavi raznih poltoplih tlakov, zlasti v vseh onih prostorih, kjer je potrebno toplotno ščititi noge, imenovana tudi »tuftna malta«.

Nadalje obrat pripravlja in uvaja:

SUHI MONTAŽNI POLTOPNI ALI TOPLI TLAK, ki lahko nadomesti dosedaj uporabljene materiale kot izolacijske materiale, tako v pogledu toplotnega prenosa ali v pogledu prenosa zvoka.

Montažni toplotni suhi tlak je izdelan iz pravokotno oblikovanih elementov velikosti 30/40, pripravljenih iz keramzitnega lahkega betona. Plošče se direktno postavljajo na armirano betonsko ali betonsko ploščo ali pa na stiroporno podlogo, debeline 1 cm. Plošče so oblikovane tako, da se opirajo na posamezne bradavice, s čimer nastanejo pod ploščami prazni prostori, v katere se lahko montirajo razni vodi, kot so na primer električni vodi, razni telefonski vodi, radijski in drugi vodi ali pa toplovodne napeljave, katera ogreva tlak. Položene plošče prekrijemo z estrihom, pripravljenim iz prej omenjene zunanje izolacijske malte, katere debelina pa je minimalna. Ima namen samo izravnati površino tako, da se tlak znivelira ter da se prekrijejo sicer grobe montažne plošče tlaka. Površina tega zaključnega estriha mora biti gladka in trdna, da lahko sledi namestitev pohodnega tlaka, vinaza ali tapisoma. Estrih je potrebno po izdelavi ščititi pred izsušenjem zaradi male debeline ter verjetnega prepiha v prostorih.

V okviru dobave suhega montažnega poltoplega tlaka so plošče ter zaključni estrih in lahki beton v smislu prejšnjih navedb, ki služi za zapolnitev vseh onih mest, kjer bi bilo sicer potrebno večje prilagajanje plošč.

Kolikor se v te plošče vgradi toplotna napeljava v obliki kačastih cevi, dobimo topli tlak. Tudi s prepihovanjem toplega zraka v medprostorih podploščami, lahko dobimo zadovoljujoče efekte. Konstrukcijska višina tega suhega tlaka je mala, znaša skupaj 50 mm ter zadovoljujoče ščiti zvočni prehod medetažnih konstrukcij.

MONTAŽNE PREDELNE STENE pripravljene zlasti za namene, kjer je potrebno v stene namestiti večje ševilo instalacij kot so telefonski vodi, vodi radiotelevizije, vode, tople vode, električne napeljave. Tovrstne montažne predelne stene se lahko uporabi tako v suhih kot mokrih prostorih.

Stena se sestoji iz rasterske kovinske mreže, ki je pritrjena na stropu. Na mreži se montirajo vse omenjene napeljave ter nato prekrivajo bodisi s posameznimi ploščatimi elementi velikosti 30/40 centimetrov, ali pa se opravi prekrivanje s celimi panoji od stropa do poda. Stene so iz posameznih prostorov lahko odstranljive ali prestavljive. Zvočna izolativnost znaša od 35—40 db.

V navedenem smo našteli nekaj proizvodov, katere izdeluje in vgrajuje obrat Gameljne. Da je v stanju pripravljati te proizvode, je opremljen z ustreznimi sušilnimi, mešalnimi in tehtalnimi napravami kot tudi z drugimi produkcijskimi napravami, s katerimi lahko proizvede zahtevane količine materialov. Kolikor se pojavi v gradbeni operativi potreba po izdelavi nekih specialnih materialov, bo obrat te materiale tudi pripravil, seveda v povezavi z »Inšitutom za materiale«, kjer se izvrše vse potrebne predpriprave in preizkusi, nakar se lahko preide na polindustrijsko proizvodnjo. Vsi materiali dobijo zahtevane ateste, ki naj izpričajo možnost uporabe.

Interesenti naj se obračajo bodisi direktno na ZRMK, TOZD »Inštitut za materiale« ali na ZRMK, TOZD Inštitut za materiale, »Poskusni obrat Gameljne« pošta Gameljne.

Marjan Ferjan dipl. ing.

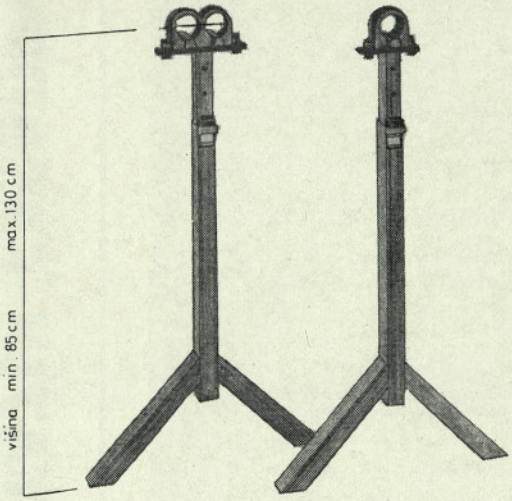
NOVO IZ SKIPA

ZIDARSKE STOLICE — DELOVNE PLATFORME

Zidarske stolice so običajno tisti element gradbene opreme, na katerega polagamo zelo malo pažnje ter ga obravnavamo zelo mačehovsko. Največkrat v gradbenih organizacijah izdelavo delovnih podov prepuščamo kar gradbišču, ki si stolice naredi kar same. Za to delo porabijo ogromno delovnega časa, razen tega je pa tudi varnost takih stolic največkrat vprašljiva. Da bi izpolnili to vrzel, je IMP — TOZD SKIP vključil v svoj program razen fasadnih odrov tudi zidarske stolice, ki trenutno pomenijo zadnji dosežek na tem področju. S fasadnimi odri, ki so prav tako zelo enostavni in jih je gradbena operativa v Jugoslaviji sprejela z velikim veseljem, smo rešili problem obdelave fasad, z gradbenimi stolicami smo pa pomagali pri obdelavi notranjih zidov in stropov.

Za postavitev zidarskih stolic rabimo tri različne elemente:

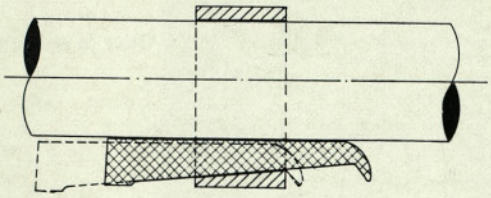
1. stojalo z enojno objemko
2. stojalo z dvojno objemko



Sl. 1. Podstavek z dvojno spojko
Sl. 2. Podstavek z enojno spojko

3. cevi premera 48 mm, dolžine 2 m.

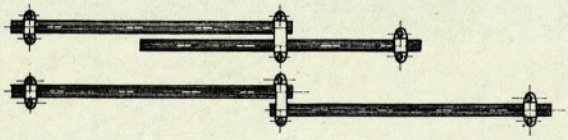
Obe stojali sta prikazani na sliki 1 in sliki 2. Stojala imajo na vrhu enojno ali dvojno objemko, skozi katero položimo cev ter jo utrdimo v objemki s klinasto zagozdo. Ker je ta utrditev cevi za varnost delavca zelo važna, jo prikazujemo na sliki 3.



Slika 3

Tako smo dobili opore, preko katerih položimo plohe ter tako dobimo delovno ploščad.

Stojala lahko reguliramo po višini od 85 cm do 130 cm od tal v stopnjah po 5 cm, kar omogoča zelo hitro prilagajanje delovnega poda potrebni višini. Vsak položaj stojala po višini je varovan s posebno zagozdo, ki je dobro vidna na sliki 1.

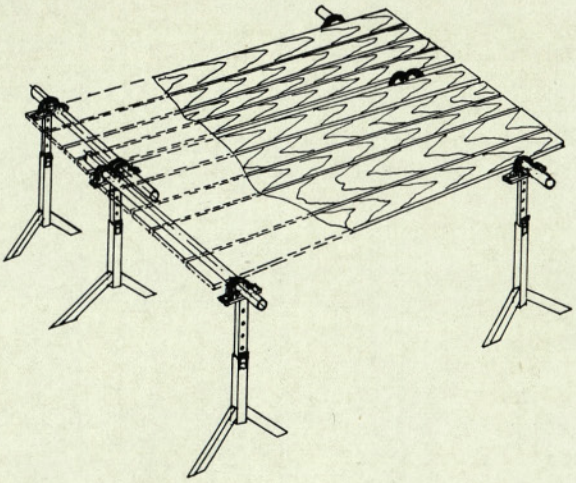


Slika 4

Kakšna je sestava takega delovnega poda, je prikazano na sliki 4. Na obeh skrajnih točkah ploščadi uporabimo stojalo z enojno objemko, vmes pa stojalo z dvojno objemko. Število vmesnih stojal je lahko praktično neskončno. Slika 5 predstavlja zmontirano platformo v pogledu.

Prednosti naših zidarskih stolic:

1. transport elementov zahteva zelo malo prostora.
2. varnost je popolnoma zagotovljena z elementi, ki so opisani;



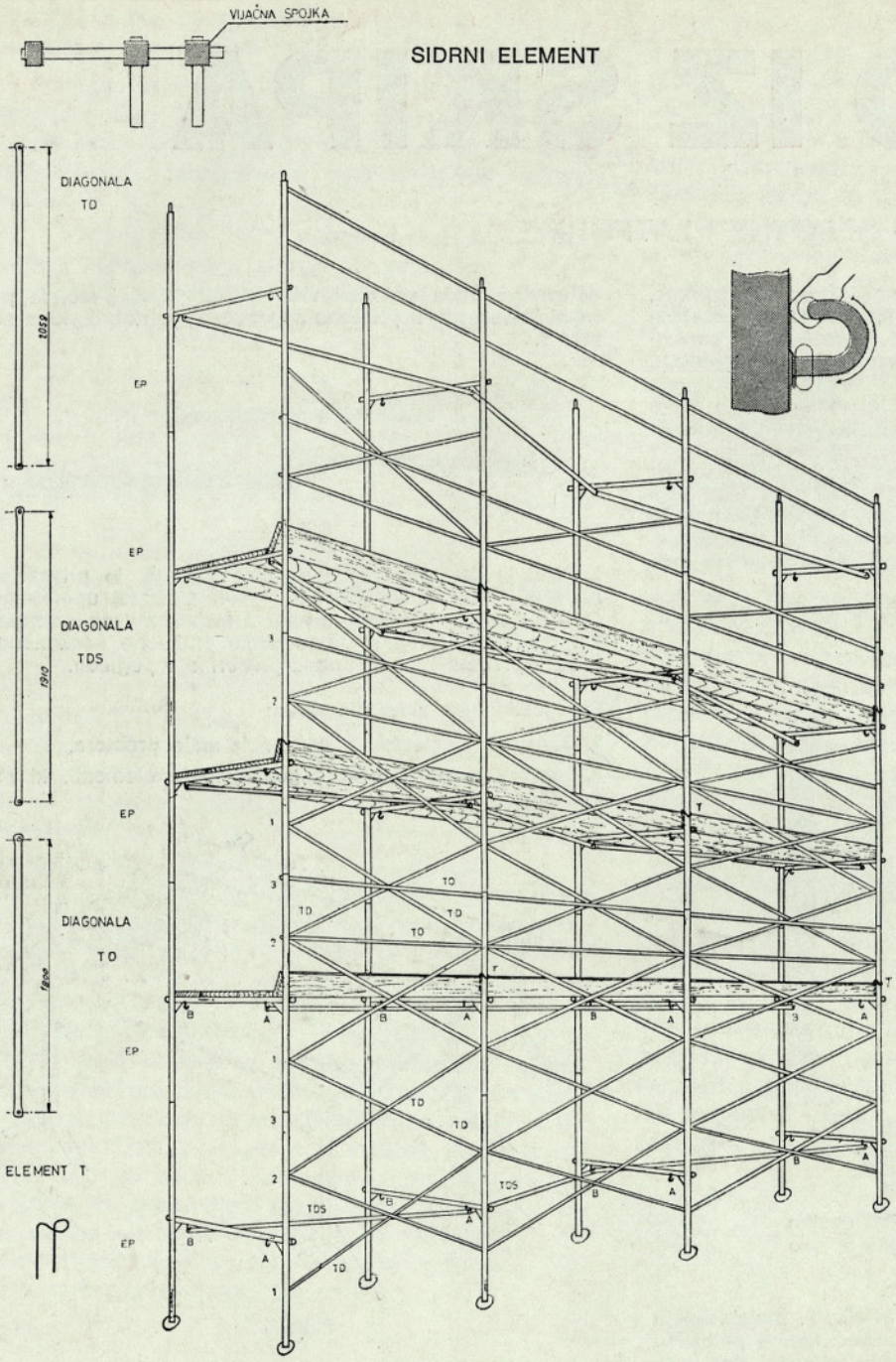
Slika 5

3. vsi sestavni deli (zagozde itd.) so konstruirani tako, da ne izpadejo in se tako ni bati, da bi morali na gradbišču improvizirati;
4. hitrost montaže je zelo velika. En delavec lahko v 10 minutah postavi 9 stojal s 6 cevmi;
5. uporabnost stojal je vsestranska in to ne samo v gradbeni dejavnosti, ampak tudi pri obrtniških ter vseh ostalih delih na zgradbah.

Da so nova stojala za delovne ploščadi iz SKIP vsestransko uporabna, priča tudi dejstvo, da so zasnovane po sistemu, ki je leta 1972 v Bruxellesu na sejmu izumov dobil zlato medaljo.

SKIP
ing. Jože Horvat

MONTAŽNI FASADNI ODER ZA H ≦ 50 M



Prednost odra je v enostavni in hitri montaži, saj lahko delavec s pomočnikom montira na uro 150 m² odra, kar je štirikrat hitreje kot pri navadnih fasadnih odrih. Vsako orodje je nepotrebno.

Omogočene so kombinacije s klasičnimi odri, pri čemer lahko sestavimo zelo komplicirane oblike. Oder je primeren za izvajanje vzdrževalnih del in obnavljanje fasad.

Oder sestavlja pet različnih elementov in sicer:
— H element, tri različne dolžine diagonal ter podstavki. Antikorozijska zaščita je izvedena solidno.

KONKURENČNO NIZKE CENE

INDUSTRIJSKO MONTAŽNO PODJETJE - LJUBLJANA n. sol. .o.

TOZD STROJNA KOVINSKA INDUSTRIJSKA PROIZVODNJA SKIP n. sol. .o.

IMP-SKIP, LJUBLJANA, TELEX: 31348 YU IMP 61000 LJUBLJANA, CELOVSKA 479, TELEFON: 51 277, TELEGRAM: