

GRADBENI VESTNIK

LETO XVII

JUNIJ-JULIJ 1968

ŠTEVILKA **6-7**



GP »TEHNIKA« LJUBLJANA: NOVA AVTOMATIZIRANA BETONARNA V STOZICAH

VSEBINA

Andrej Galan, dipl. inž.: Odnosi med trdnostnimi lastnostmi in nekaterimi značilnimi akustičnimi vrednostmi betona	113	A. Galan: Correlation between resistance properties and characteristic acoustical values of concrete
Branko Ozvald, dipl. inž.: Ekonomsko dimenzioniranje pravokotnih prerezov pri poševnem upogibu	117	B. Ozvald: Economical dimensioning of rectangular sections in the case of concentric bending
Georg Kern, dr. dipl. inž.: Opazovanja o Dywidag postopku za napenjanje	126	G. Kern: Observations on the Dywidag method of prestressing
Iz naših kolektivov		
Ekskurzija Društva gradbenih inženirjev in tehnikov Celje	136	
Objekt »Sinalco« oddan investitorju	136	
Betonarna GP »Tehnika« Stožice	136	
Iz strokovnih časopisov		
Inž. A. S.: Anotacije člankov	138	
Ocene in prikazi		
B. F.: Ureditveni načrt Škofje Loke	139	
Informacije Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij v Ljubljani		
Albert Plemelj - Maks Zaloker: Osuševanje zidov z elektroosmozo	141	

Odgovorni urednik: Sergej Bubnov, dipl. inž.
Tehnični urednik: prof. Bogo Fatur

Uredniški odbor: Janko Bleiweis, dipl. inž., Vladimir Čadež, dipl. inž., Marjan Gaspari, dipl. inž., dr. Miloš Marinček, dipl. inž., Maks Megušar, dipl. inž., Dragan Raič, dipl. jurist, Saša Skulj, dipl. inž., Viktor Turnšek, dipl. inž.

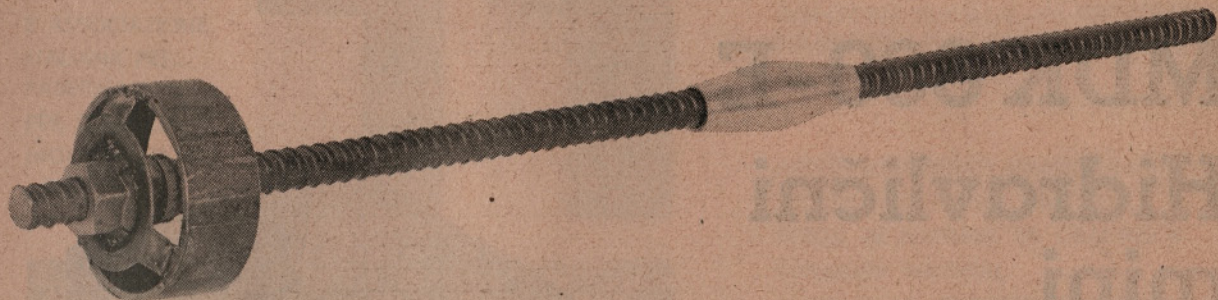
Revijo izdaja Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov za Slovenijo, Ljubljana, Erjavčeva 15, telefon 23 158. Tek. račun pri Narodni banki 501-8-114/1. Tiska tiskarna »Toneta Tomšiča« v Ljubljani. Revija izhaja mesečno. Letna naročnina skupaj s članarino znaša 36 din, za študente 12 din, za podjetja, zavode in ustanove 250 din.



DYCKERHOFF & WIDMANN

Kommanditgesellschaft Bauunternehmung
und Betonwerke

8 MUNCHEN 15, LESSINGSTRASSE 9 – Tel.: 53 07 02 – FS.: 05-23 036



Specializirano, leta 1865 ustanovljeno podjetje za izvajanje vseh vrst prednapenjanja konstrukcij, po lastnem patentiranem postopku DYWIDAG s posebnimi, visokovrednimi navojnimi palicami

- projektira in izvaja svoj sistem prednapenjanja;
- dobavlja specialne vrste DYWIDAG elementov za prednapenjanje in sicer navojne palice z vsemi pripadajočimi deli ter palice z uvaljanim navojem. Članek dr. Georga Kerna v tej številki GV prikazuje področja uporabe.

GENERALNO ZASTOPSTVO ZA JUGOSLAVIJO:

FIRMA EISEN-KLAUS, Feldkirchen – Spittal, Avstrija
Tel. (0-42-76) 22-61

Zastopnik: ŠKERLEC JOŽE, Kamnik, Župančičeva 1,
tel. 83 467

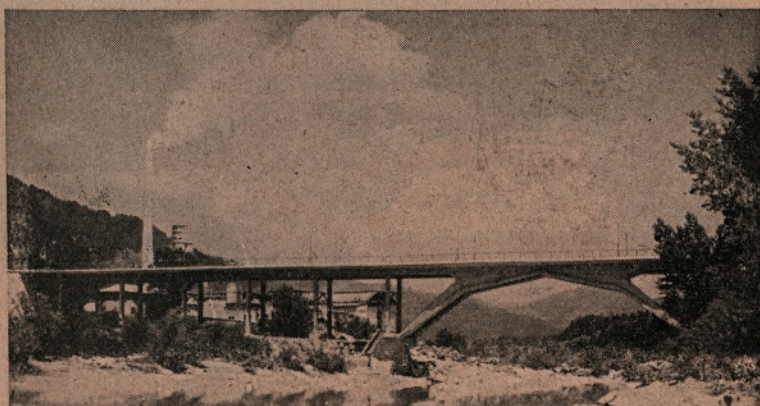
Splošno gradbeno podjetje

Primorje

AJDOVŠČINA

Splošno gradbeno podjetje
PRIMORJE, Ajdovščina

Izvoja: visoke, nizke, industrijske in hidrogradnje po naročilu za trg ali po sistemu inženiring





STROJNO INDUSTRIJSKO PODJETJE
ŠEMPETER V SAVINJSKI DOLINI

Telefon 71 074, 71 075
Telegram SIP Šempeter

MDK 800-E

Hidravlični mini dumper

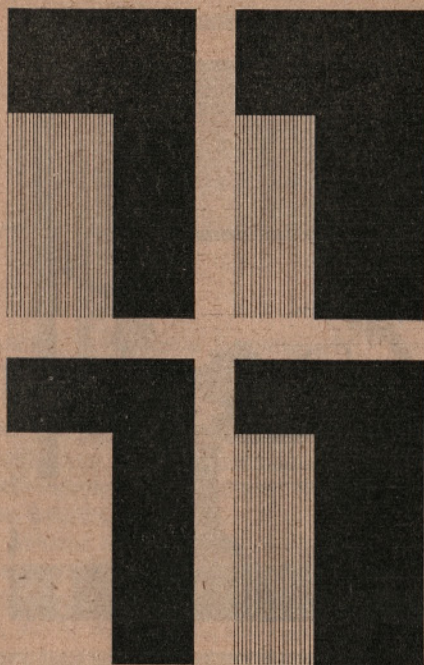
Nosilnost 1600 kp
Lastna teža 1450 kp
Dolžina vozila 3,1 m
Širina vozila 1,7 m
Maksimalna hitrost 24 km/h
Opremljen tudi za javni promet.



Namenjen gradbeništvu za transport betona, asfalta in razsutih materialov.
Je zelo okreten in ekonomičen transporter z vsestransko uporabnostjo.

4^a SAIE

ENTE AUTONOMO
FIERE DI BOLOGNA
V SODELOVANJU
Z ASSOCIAZIONE
ITALIANA PRE-
FABBRICAZIONE
PER L'EDILIZIA
INDUSTRIALIZZATA
A. I. P.



MEDNARODNI SALON INDUSTRIALIZACIJE GRADBENIŠTVA

BOLOGNA (Italija) 5.–13. OKTOBER 1968
NAJBOLJŠA ITALIJANSKA PROIZVODNJA
ZA GRADBENIŠTVO

INDUSTRIALIZIRANO GRADBENIŠTVO
SISTEMI MONTAŽNIH GRADENJ
STROJI IN NAPRAVE ZA GRADBIŠČA
GRADBENI MATERIAL
MATERIAL IN PRIPOMOČNI IZDELKI ZA
DOKONČNO IZDELAVO
OKOVJA IN SORODNI IZDELKI
KERAMIČNI IZDELKI ZA GRADBENIŠTVO
NAPRAVE IN TEHNIČNE INŠTALACIJE

INFORMACIJE:

ENTE FIERE – SAIE – UL. CIAMICIAN, 4
40127 BOLOGNA (Italija) – TEL. 516 245

Evropska gradbena industrija predlaga hišo bodočnosti

Na Stalnem razstavišču v Bologni bo od 5. do 13. oktobra letošnjega leta 4. SAIE (Salone Internazionale dell'Industrializzata Edilizia – Mednarodni Salon industrializacije gradbeništva). Razstava, ki jo organizira Sejemsko uprava v Bologni v sodelovanju z Italijansko zvezo montažnih izdelkov za industrializacijo gradbeništva, nudi popoln in strokoven pregled najsodobnejše tehnike izdelkov, naprav in strojev za potrebe industrializiranega gradbeništva. Razstava je razdeljena na panoge:

- sistemi montažnih gradenj;
- stroji in naprave za gradbišča;
- gradbeni material;
- material in pripomočni izdelki za dokončno izdelavo;
- okovja in sorodni izdelki;
- keramični izdelki za gradbeništvo;
- naprave in tehnične inštalacije.

Že tri mesece pred otvoritvijo je bil razstveni prostor skoraj ves oddan. Poleg največjih italijanskih specializiranih podjetij sodelujejo še razstavljalci iz Anglije, Belgije, Nemčije, SZ, Češkoslovaške in Bolgarije.

Razstave in tehnični seminarji so sestavni del Salona za industrializacijo gradbeništva. Njihov namen je seznaniti gradbene tehnike, konstruktorje in občinstvo z naj-

sodobnejšimi rešitvami raznih problemov in o možnostih industrializiranega gradbeništva. Omenili bi samo:

– razstavo »componenting«, na kateri bodo predstavljeni primeri struktur, realiziranih z omenjeno tehniko in z uporabo italijanskih in inozemskih sestavnih delov;

– mednarodni simpozij UISSA (Italijanski urad za pospešitev uporabe jeklenih izdelkov), ki bo obravnaval temo: »Jekleno industrializirano gradbeništvo v Evropi«. Hkrati bo odprt tudi Informativni in dokumentarni Center, kjer bodo prikazani primeri sodobne uporabe jekla v gradbeništvu;

– mednarodni kongres EMPI (Državni zavod za prewencijo nezgod), ki bo razpravljal o temi: »Varnost pri sestavljanju montažnih konstrukcij«. Pri kongresu bo sodelovalo nad 400 tehnikov in strokovnjakov sorodnih zavodov iz raznih dežel;

– simpozij »Assopiastrelle« Zveze italijanskih proizvajalcev keramičnih ploščic na temo: »Uporaba ploščic pri gradnji ljudskih stanovanj, ki so grajena delno z javnimi sredstvi«.

Za 4. SAIE so že najavile svoj obisk razne tuje gospodarske in tehnične delegacije, med temi angleška, jugoslovanska in sovjetska,

NOVOST NOVOST NOVOST NOVOST NOVOST NOVOST

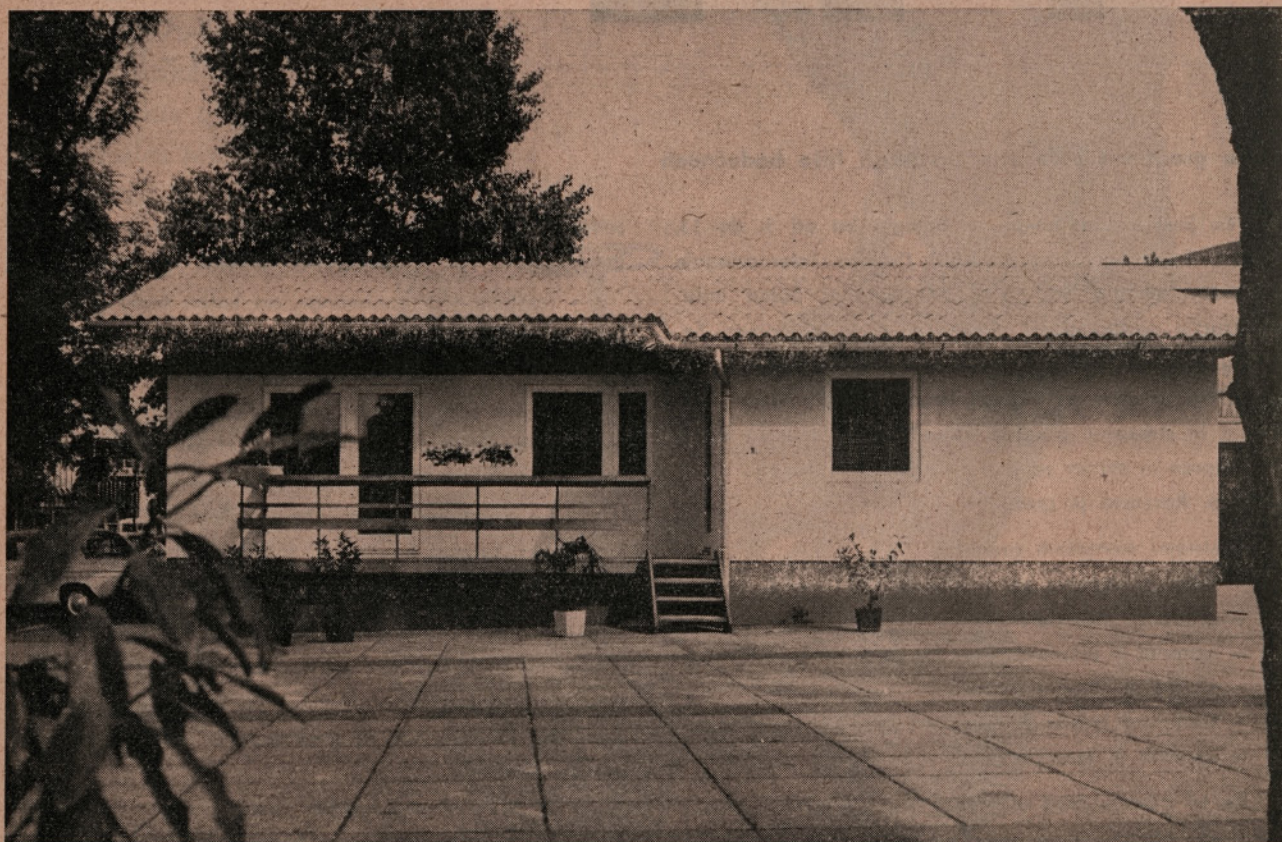
Montažna stanovanjska hiša je grajena iz montažnih elementov. Izolirana je z moltoprenom. To je penasta masa na osnovi poliuretanov, z majhno prostorninsko težo. Elementi v obliki plošče so nosilni. Trdi moltopen s posebnimi dodatki je težko vnetljiva snov.

Sestava elementov in njih povezava dopušča obdelavo stenskih površin, ki dajejo montažni hiši povsem drug karakter. Izoliranje in prekritje stikov s plastičnim ometom ima funkcionalno vrednost v tem, da je zvočna in toplotna izolacija na stiku zboljššana. Novi materiali daljšajo življenjsko dobo montažne hiše in ji dajejo trajnost in videz zidane hiše.

Okna in balkonska vrata »Jelovica« je mogoče poljubno sestavljati in nanje montirati eno od standardnih senčil: medstekelsko platneno zaveso, medstekelsko aluminijasto žaluzijo, roletto ali leseno polkno. Okenska krila se odpirajo na vertikalni in horizontalni osi, vratna krila pa se pri odpiranju dvigajo oziroma spuščajo.

Okna in vrata so različnih oblik in velikosti. Vse vidne površine so opleskane z belo mat barvo, zasteklitvene letvice pa lakirane s prozornim lakom.

Zahtevajte prospekte ali pa si osebno ogledte izdelke v komercialni podjetja.



JELOVICA LESNA INDUSTRIJA ŠKOFJA LOKA

Odnosi med trdnostnimi lastnostmi in nekaterimi značilnimi akustičnimi vrednostmi betona*

DK 666.972:620.17

ANDREJ GALAN, DIPL. INŽ.

Nedestruktivni načini preiskave gradbenih materialov, zlasti betona, betonskih elementov in konstrukcij, se vedno bolj uveljavljajo in nadomeščajo klasične destruktivne načine preiskav.

Nedestruktivne preiskave betona omogočajo npr. določanje računskih vrednosti planirane uporabljivosti ter kontrolo kvalitete betona.

Mnogh lastnosti betona kot so: spremembe fizikalno mehanskih lastnosti betona pod vplivom sprememb toplote, vpliv vlage pri vezanju in strjevanju betona in druge, ne bi mogli drugače ugotoviti tako natančno in pri tem enostavno ter poceni.

Na podlagi nedestruktivnih preizkusov betona je možno razviti in razširiti avtomatizacijo tehnoloških postopkov v gradbeništvu. Določevanje trdnosti betona je prilično kompliciran problem, ki ga niti fizika niti mehanika nista v stanju nedvoumno rešiti. Obstoji mnogo hipotez glede porušitve gradbenega materiala. Prava trdnost materiala je odvisna od istočasnega delovanja medsebojno pravokotnih napetosti, vendar zakon, po katerem se te glavne napetosti združujejo v neko rezultirajočo napetost, do sedaj še ni zanesljivo definiran. Trdnostne lastnosti materiala izražamo s tako imenovano tehnično trdnostjo, tako npr. pri betonu navajamo tlačno trdnost kocke. Ta trdnost betona, ki jo v mehaniki definiramo kot upor proti zunanji obremenitvi, je odvisna od mnogih faktorjev kot so sestava, stanje napetosti, način obremenitve in drugih. Odkloni oziroma razločki teh faktorjev znatno vplivajo na dobljene trdnostne vrednosti pod različnimi pogoji in se ne morejo medsebojno dovolj točno primerjati.

Pri nedestruktivnih načinih preiskave materiala iščemo eno ali pa več takšnih značilnih vrednosti materiala ($x, y, \dots z$), ki dobro podajajo spremembe trdnosti in omogočajo določevanje trdnosti materiala. Če namreč obstoji neka korelacija med trdnostjo betona (kocke) R_b in značilno vrednostjo x , ali pa med R_b in vrednostjo y , ter če je neka nadaljnja korelacija med R_b in obema značilnima vrednostima, tedaj je tesnejša korelacija med R_b in obema značilnima vrednostima (x, y). To potrjujejo tudi izsledki spodaj navedenih korelacijskih analiz. Pri uporabi dinamične impulzne ultrazvočne metode lahko uporabljamo npr. ti dve veličini: hitrost ultrazvočnega impulza vzdolžnih valov V_L

in dušilni koeficient impulza α . Obe akustični značilni vrednosti zajameta sorazmerno dobro trdnostne lastnosti betona, ker se izražajo elastične lastnosti s hitrostjo ultrazvočnega impulza, neelastične oziroma velikost odstopanja betona od elastičnosti pa s koeficientom dušenja.

Če imamo npr. na razpolago korelacijsko funkcijo $R_{b1} = f(V_{L1}, \alpha_1)$, katero dobimo iz trdnosti kocke R_{b1} in iz akustičnih vrednosti V_{L1} in α_1 , tedaj lahko najdemo po določitvi akustičnih značilnosti vrednosti V_{L2} in α_2 pri določeni betonski konstrukciji tudi trdnost R_{b2} po enačbi

$$\frac{R_{b1}}{R_{b2}} = \frac{f(V_{L1}, \alpha_1)}{f(V_{L2}, \alpha_2)} \quad (1)$$

Važen problem predstavlja določitev pogojev, pod katerimi se moramo za vsako sprejemljivo točno določitev trdnosti betona zadovoljiti z eno samo akustično vrednostjo, ter vprašanje, kdaj je treba uporabiti dve akustični značilni vrednosti, in končno tudi, pod katerimi pogoji se lahko izboljšajo trdnostni izsledki z uporabo dveh akustičnih značilnih vrednosti. Praviloma velja, da se lahko uporabi enokomponentni odnos $P_b = f(V)$ dovolj točno pri normalnih pogojih zorenje betona, tj. počenši od tretjega ali četrtega dne, ko je že končan hitri proces zorenja. Predpogoj pa je, da ne gre za tele primere: vlažni beton, beton, ki močno odstopa od svoje dozdevne homogenosti, in za beton, katerega komponente so se pod pogoji izdelave močno spremenile.

V takih primerih kot tudi pri mladem betonu in betonu, ki je nasičen z vodo, uporabimo pri določanju trdnosti dvokomponentni odnos $R_b = f(V, \alpha)$. Ker ne moremo določiti pogojev, pod katerimi je beton dozdevno homogen, zlasti pa še ugotoviti meje nastanka in obstoja makro in mikro napak ter spremembe komponent pod pogoji obremenitve, je smotno, da se v vsakem primeru prepričamo, ali bomo lahko izšli z enokomponentnim

* Avtor članka dipl. inž. Andrej Galan je sodelavec Inštituta za gradbeništvo in arhitekturo Slovaške akademije znanosti v Bratislavi. Prepustil nam je v objavo članek, ki obravnava zanimivo novo metodo preiskave betona. — Uredništvo.

odnosom, ali pa bo treba uporabiti dvokomponentnega. Točnost dane korelacije, ki se izrazi z ustrežno regresivno enačbo, se ugotovi s pomočjo korelacijske analize, ki dopušča tudi izbor najprimernejšega tipa regresijske enačbe.

Pri enokomponentnem odnosu uporabljamo naslednje vrste regresijskih enačb:

$$R_b = a \cdot v^n \quad (2)$$

$$R_b = a \cdot v^2 + b \cdot v + c \quad (3)$$

$$R_b = a \cdot v + b \quad (4)$$

$$R_b = a \cdot e^{b \cdot v} \quad (5)$$

$$R_b = a \cdot e^{-b/v} \quad (6)$$

$$R_b = \frac{v}{a + b \cdot v} \quad (7)$$

Namesto teh enačb često uporabljamo tako imenovane krivulje umerjanja, ki dajejo pravzaprav grafični prikaz korelacije med trdnostjo in hitrostjo.

Pri dvokomponentnem odnosu uporabljamo naslednje regresijske enačbe:

$$R_b = a \cdot v^b \cdot a^{-c} \quad (8)$$

$$R_b = a \cdot v + b \cdot a^{-1} + c \quad (9)$$

$$R_b = a(v^2 \cdot a^{-1})^2 + b(v^2 \cdot a^{-1}) + c \quad (10)$$

$$R_b = a \cdot (v \cdot a^{-1})^2 + b(v \cdot a^{-1}) + c \quad (11)$$

Obnesli sta se tudi variaciji enačb (2) in (8):

$$R_b = a \cdot v^4 \quad (12)$$

$$R_b = a \cdot v^4 \cdot a^{-b} \quad (13)$$

Koeficiente a , b in c določimo s korelacijsko analizo z enačbami; da jih lahko določimo, se preizkusi umerjene kocke in to tako, da jih destruktivno preizkusimo in določimo njihovo trdnost R_b , seveda šele potem, ko smo ugotovili hitrost impulza v in pri dvokomponentnem odnosu tudi koeficient ultrazvočnega dušenja a .

Na osnovi izdelanih preiskav in praktične uporabe tega postopka na Češkem, v Sovjetski zvezi, na Poljskem in v Romuniji se lahko ugotovi, da so pri uporabi enokomponentnega odnosa popolnoma ustrezne pri večini betonov enačbe tipa (2), (3), (5), (7). Z našimi preizkusi pa smo dokazali, da sta se pri dvokomponentnem odnosu dobro izkazali regresijski enačbi tipa (8) in (13).

Tesnost korelacijskega odnosa se določa s pomočjo korelacijskega koeficienta, ki je blizu števila 1, kadar je korelacijski odnos zelo tesen. Drugo merilo za določanje tesnega odnosa med trdnostmi betona, ki jih dobimo z destruktivno preiskavo in trdnostnimi vrednostmi, določenimi z regresijskimi formulami, je osrednja kvadratna razlika. Ta je npr. pri enačbi (8) 6 do 10 ‰, redko nad 10 ‰, tudi pri betonih različne sestave ali v stanju nasičenosti z vodo ali celo pri mladih betonih, ki zore pod normalnimi pogoji. Take tesne korelacije ne more izkazati noben enokomponentni odnos, če gre za mlade ali z vodo nasičene betone.

Pri enokomponentnem odnosu se zahteva, da ni korelacijski koeficient manjši od 0,85, oziroma da ni srednja razlika večja od 20 ‰.

Če hočemo določiti vrednost trdnosti betona s pomočjo destruktivnih načinov ter dobiti vrednost akustičnih koeficientov, je važno, da se opredeli sistem in čas oziroma doba preiskav umerjenih kock. Pri danem betonu in dani tehnologiji izdelave je priporočljivo preštudirati način jemanja preizkušancev in vrsto preiskav, ki jih bomo opravili na umerjenih kockah, in se odločiti za najprimernejše.

Pri enokomponentnih odnosih (2) do (7) in (12) naj se umerjene kocke preizkušajo šele potem, ko je potekel hitri proces zorenja ter nato, če je možno, ponovno v fazi, ko hočemo določiti trdnost betona na osnovi izvedenih regresijskih enačb.

Tako se lahko preizkušajo pod normalnimi pogoji zorenja usmerjeni preizkušanci 4. in 28. dne, če hočemo ugotoviti trdnost betona po 28 dneh, ali pa betona s starostjo med 4. in 28. dnev; na ta način dobljena regresijska enačba velja tudi za betone, ki so starejši od 28 dni. To tezo lahko uskladimo tudi z rezultati naših preiskav, pri katerih se je po prvem 40 do 60-odstotnem porastu (izjemoma po 25-odstotnem) tlačne trdnosti povečala hitrost impulza za 90 do 96 ‰ (izjemoma za 85 do 90 ‰), medtem ko se je pri preostalih 60 do 40 odstotkih povečala hitrost impulza za 10 — 4 ‰ (izjemoma za 15 ‰).

Pri dvokomponentnem odnosu (8), (11) se lahko preizkušajo umerjeni preizkušanci poljubne starosti in v poljubnem stanju nasičenosti, tudi ko je trdnost zelo hitro naraščala in je veljala regresijska enačba za betone poljubne starosti in vlažnosti. Priporoča se preiskovati preizkušance v določenih časovnih obdobjih, enkrat sveže ali v nasičenem stanju, kasneje pa ponovno v normalno utrjenem stanju.

Za različne vrste betonov se je pokazal kot najprimernejši postopek, po katerem se preizkušajo preizkušanci pri dvokomponentnem odnosu 2. in 28. dan. Regresijska enačba, izpeljana iz teh vrednosti, je dosti točna (± 10 ‰) tudi za dobo procesa zorenja, torej tudi za čas, ko trdnost betona najhitreje raste, enako tudi za betone v vlažnem stanju pri vsaki starosti ter za utrjene betone vseh vrst.

Kot se iz gornjega vidi, ne obstoji nikak enoten odnos med trdnostjo betona in hitrostjo impulza ter med trdnostjo betona in obema akustičnima značilnima vrednostima. Tak značilni odnos je a priori nemogoč in to zaradi faktorjev kot so: vrsta, zrnatost in maksimalna velikost agregata, razmerje med množino agregata in cementa, razmerje voda—cement, starost in vrsta betona, plastifikatorjev in utrjevalcev, intenziteta zgoščevanja ter drugi dejavniki, ki močno vplivajo na korelacijske odnose »trdnost—hitrost impulza« in »trdnost—dvoakustične značilne vrednosti«; od omenjenih faktorjev imajo največji vpliv na hitrost

impulza: vrsta agregata, razmerje agregat—cement, v/c faktor ter pogoji zorenja.

Dvokomponentni odnos lahko uporabimo tudi za določanje trdnosti pri gradbenih elementih normalnega tipa kot so npr. stebri, podloge in podobno, torej pri takšnih elementih, pri katerih izmere ne vplivajo na sferične valove, ki navadno nastopajo pri uporabi impulznega postopka. Pri uporabi dvoparametrške metode za neko konstrukcijo postopamo na naslednji način: za določeni beton izpeljemo s pomočjo umerjene kocke regresijsko enačbo oblike (8) ali (13) ter nato ugotovimo s pomočjo izmerjene hitrosti impulza in koeficienta dušenja trdnostne vrednosti v posameznih delih konstrukcije. Dobljene vrednosti lahko služijo pri presoji kvalitete ob izbiri betona za konstrukcijo ter vrednotenju homogenosti dobljenega betona.

Ob koncu podajamo še nekaj mišljenj o dušenju ultrazvočnega impulza v betonu in opis našega postopka določanja faktorja dušenja.

Pri notranjih napakah v betonu nastopi pri ultrazvočnem nihanju porast elastičnega deleža energije, kar ima za posledico dušenje nihanja. Energetske izgube nastanejo zaradi visokoplastičnih lastnosti betona, luknjic in razpok ter napak na mejah med agregatom in cementom. Na teh mestih nastaja odboj, razpršitev in difrakcija ultrazvočnih valov. Strukturna neenakost betona vpliva na neelastične lastnosti betona.

Skupen vpliv vseh teh faktorjev, ki povzročajo dušenje ultrazvočnega impulza, izrazimo s pomočjo koeficienta dušenja ultrazvočnega impulza. Med značilno vrednostjo, ki izraža izgubo pri ultrazvočnem nihanju, tako imenovanim specifičnim razsipom ψ in akustično značilno vrednostjo, ki predstavlja mero ultrazvočnega impulznega dušenja, in sicer s pomočjo koeficienta dušenja α logaritmskega dekrementa δ , obstajajo še odnosi, katere bomo navedli v naslednjem.

Specifični razsip oziroma specifično dušenje je razmerje med izgubo energije pri ultrazvočnem nihanju ΔW in maksimalno v telesu nakopičeno elastično energijo W

$$\psi = \frac{\Delta W}{W} \quad (14)$$

S pomočjo logaritmskega dekrementa ga lahko napišemo takole

v primeru, da je potencialna energija W v začetku n -tega cikla pri nihalni amplitudi A_n in impulzni hitrosti v enaka

$$W_n = \frac{v \cdot A_n^2}{2} \quad (15)$$

in če upoštevamo razsip energije v teku n -ciklov, bo specifično dušenje enako

$$\psi = 1 - \frac{A_n^2 + 1}{A_n^2} = 1 - e^{-2 \cdot \omega_u \cdot T} \quad (16)$$

kjer je: ω_u — krožna frekvenca dušenja

T — perioda nihanja

Pri nizkih vrednostih $\omega_u \cdot T$ se lahko vstavi drugi člen enačbe (17)

$$e^{2 \cdot \omega_u \cdot T} = 1 - 2 \cdot \omega_u \cdot T \quad (17)$$

v enačbo (16) in odnos dobi naslednjo obliko

$$\psi = 2 \cdot \delta \quad (18)$$

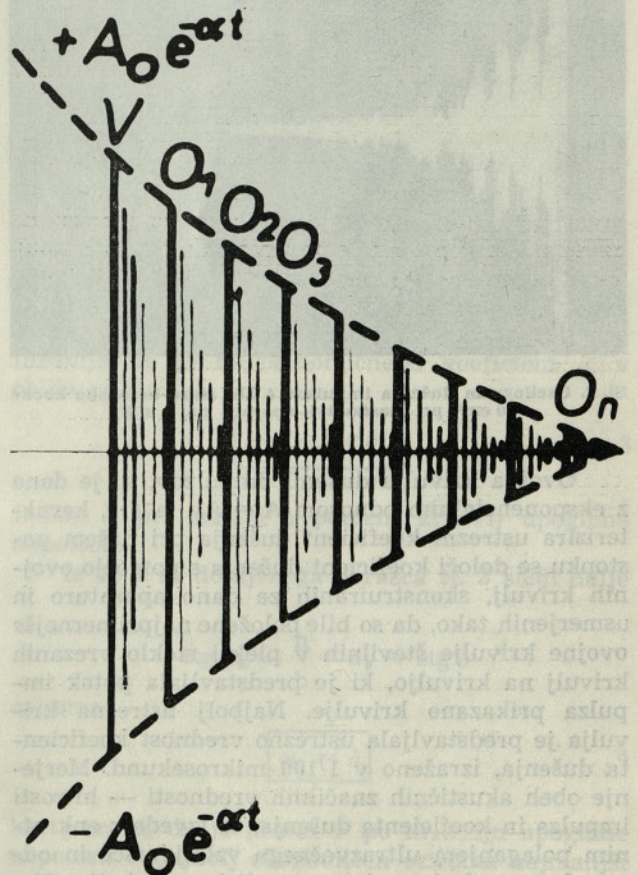
Specifično dušenje je približno dvakrat tako veliko kot vrednost logaritmskega dekrementa.

Če izrazimo izgubo energije v ravnem valu s pomočjo koeficienta α_x in specifičnega dušenja Ψ , dobimo pod pogojem, da upoštevamo razsip energije v teku 1. cikla v nekem traku materiala Δx , ki ima enoten presek vertikalno na val

$$\Delta W = \left(\frac{P_0 \cdot \alpha^x \cdot \Delta x}{\rho \cdot v \cdot n} \right)^{-2} \cdot \alpha^x \cdot x \quad (19)$$

in pri maksimalni, v materialu nakopičeni energiji

$$W_{\max} = \left(\frac{P_0 \cdot \Delta x}{2 \cdot \rho \cdot v} \right)^{-2} \cdot \alpha^x \cdot x \quad (20)$$



Sl. 1. Shematična ponazoritev oddajnih in povratnih impulzov v betonu

kjer pomeni P_0 — amplitudo pritiska valov (valovnega tlaka)
 ρ — maso volumna materiala
 n — frekvenco ultrazvočnega nihanja
 za koeficient ultrazvočnega impulza za naslednjo enačbo:

$$\alpha^x = \frac{n}{2 \cdot v} \cdot \frac{\Delta w}{w_{\max}}$$

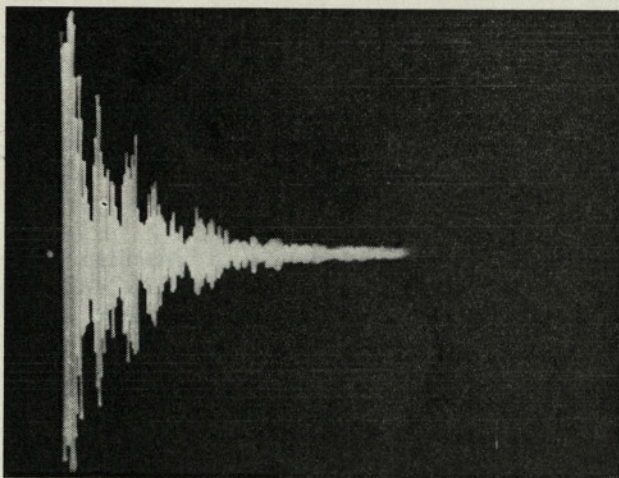
Če vstavimo enačbo (8) v enačbo (21) dobimo za koeficient dušenja tale odnos:

$$\alpha^x = \frac{n}{v} \cdot \delta \quad (22)$$

Koeficient dušenja se izraža v Neper/cm ali cm^{-1} .

Ker se impulzna hitrost izrazi s pomočjo časa, ki je potreben za širjenje ultrazvočnega impulza v mikrosekundah, je primerneje izraziti tudi koeficient ultrazvočnega impulza v mikrosekundah⁻¹.

Ultrazvočni impulz se v betonu odbije od nasprotno ležeče stene večkratno in na osciloskopu se pojavi najprej odposlani impulz V, nato pa odbojni impulzi ($0_1, 0_2 \dots 0_n$) (sl. 1 in 2).



Sl. 2. Oscilogram dušenja impulzov 4 dni stare betonske kocke 20 cm³ pri nastavitvi aparata na 5 m S

Ovojna krivulja dušenih impulzov, ki je dana z eksponencialnim odnosom $A = A_0 \cdot e^{-a \cdot t}$, karakterizira ustrezni koeficient dušenja pri našem postopku se določi koeficient dušenja s pomočjo ovojnih krivulj, skonstruiranih za dano aparaturo in usmerjenih tako, da so bile položene najprimernejše ovojne krivulje številnih v pleksi steklo vrezanih krivulj na krivuljo, ki je predstavljala potek impulza prikazane krivulje. Najbolj ustrezna krivulja je predstavljala ustrezno vrednost koeficienta dušenja, izraženo v 1/100 mikrosekund. Merjenje obeh akustičnih značilnih vrednosti — hitrosti impulza in koeficienta dušenja, se izvede z enkratnim polaganjem ultrazvočnega vzbujevalca in odjemalca na ploskev elementa ali konstrukcije. Obe vrednosti se odčitata druga za drugo.

Zaključki

1. Trdnostne lastnosti betona lahko dobro ugotovljamo s pomočjo dveh akustičnih značilnih vrednosti: hitrost impulza in koeficienta dušenja. Prva izraža elastične, druga pa neelastične lastnosti.

2. Enokomponentni relacijski odnos »trdnost—hitrost impulza« — je primeren za določanje trdnosti betona takrat, ko so procesi zorenja v betonu že pretekli in ko beton ni preveč vlažen ali ni odstopil preveč od svoje prividne homogenosti, sicer je potrebno uveljavljati dvokomponentni odnos.

3. Korelacijska analiza pokaže, kateri od obeh načinov je primernejši, in omogoči izbor najprimernejše regresijske enačbe med enačbami tipov (2 do 7) in (12) za dani beton. Pri dvokomponentnem določanju se uporabita enačbi (8) in (3).

4. Pri uporabi dvoparametrskega odnosa se doseže večja točnost pri določanju trdnosti, kar se izrazi s koeficientom večkratne korelacije, ki je približno 1. Pri mnogih betonskih mešanica se giblje med 0,9906—0,9980. Kvadratni odklon je pri uporabi dvoparametrskega odnosa pri mnogih betonskih mešanica navadno manj kot 10 %.

5. Pri enokomponentnem odnosu je treba preizkušance preizkušati po končanem hitrem zorenju, tj. pri normalnih pogojih zorenja, približno četrtega dne in nato ponovno osemindvajsetega dne. Pri dvokomponentnem odnosu se lahko preizkuša tudi med hitrim zorenjem. Na podlagi rezultatov teh preizkusov izvedene regresijske enačbe veljajo za vsak poljubno stari beton, kot tudi za betone, ki so nasičeni z vodo, in to z 10-odstotno točnostjo.

6. Enotnega odnosa med trdnostjo betona in eno ozir. več akustičnimi značilnimi vrednostmi ni.

7. Pokazan je odnos med vrednostmi, ki podajajo izgube energije pri ultrazvočnem nihanju in akustičnimi vrednostmi, logaritmičnim dekrementom (18) in koeficientom dušenja (22).

8. Izdelan je nov postopek za določanje dušenja ultrazvočnega impulza za ultrazvočne aparate, ki omogoča merjenje na časovni bazi do 5 milisekund.

(Prevedel: ing. Ernest Močnik)

A. Galan

CORRELATION BETWEEN RESISTANCE PROPERTIES AND CHARACTERISTIC ACOUSTICAL VALUES OF CONCRETE

Synopsis

The problem of the resistance of concrete is a rather complicated one for which, neither by the way of physics nor mechanics could be found a satisfactory solution. There is a number of hypotheses on the destruction processes of structural materials. The proper resistance of materials depends upon the simultaneous action of the mutually perpendicular stresses, and a firm law uniting the principal stresses in a resulting one could not be found as yet. The author describes the application of a method with ultra sound impulses for non-destructive testing of concrete and considers its advantages. He discusses in detail the ultra sound method including all necessary account prerequisites.

Ekonomsko dimenzioniranje pravokotnih prereзов pri poševnem upogibu

DK 624.07

BRANKO OZVALD, DIPL. INŽ.

V Gradbenem vestniku 1968/1 je bil priobčen avtorjev članek z naslovom »Direktno dimenzioniranje pravokotnih prereзов pri poševni upogibni obremenitvi«, ki se nanaša neposredno na dane oblike pravokotnih prereзов oziroma na dane karakteristike prereза, to je koeficiente $\alpha = h/b$ (h — višina, b — širina). Vendar nastopajo v praksi tudi primeri, ko ta koeficient lahko volimo in to ne glede na običajne merkantilne profile pri lesenih nosilcih s karakteristiko $\alpha = 1$, ali $\sqrt{2}$, ali $\sqrt{3}$, kot je to upoštevano v omenjenem članku. V takem primeru pa se pojavi vprašanje najbolj ekonomičnega koeficienta α , kar je predmet pričujočega razmotrivanja.

Sestavek se nanaša prav tako predvsem na lesene nosilce, pomembno pa je to vprašanje zlasti pri tipskih objektih oziroma elementih, kjer se vsak najmanjši prihranek na materialu in stroških znatno pomnoži ter se torej ustrezni preudarek brezdvomno izplača.

Tudi za ekonomsko dimenzioniranje pravokotnih prereзов pri poševnem upogibu so veljavni glede na ustrezne predpise 3 kriteriji in sicer strižna (tangencialna) napetost τ , upogibna napetost σ ter povese nosilca f . Če upoštevamo tozadevne obrazce v omenjenem predhodnem članku, označene s št. 7, 13 in 19, vidimo, da v razliko od kriterija upogibne napetosti in povesa prereз po kriteriju strižne napetosti ni odvisen od naklona δ obremenitve Q , niti od ekonomske karakteristike α . Zato si oglejmo ustrezno dimenzioniranje najprej po kriteriju upogibne napetosti in povesa nosilca!

Glede na količino materila nosilca z enakomernim prereзом po vsej dolžini je najbolj eko-

nomičen tisti koeficient α , pri katerem je prereз $F = bh$ za dano obremenitev Q po sl. 1 najmanjši. Če torej upoštevamo v obrazcu št. 7 predhodnega članka (tukaj označen s št. 1) za odpornostni moment, ki se nanaša na kriterij upogibne napetosti in se glasi

$$W_x = \frac{M}{\sigma} (\cos \delta + \alpha \sin \delta) \quad \dots 1$$

odnose

$$W_x = \frac{1}{6} b h^2, F = bh, \alpha = \frac{h}{b}$$

dobimo izražen prereз F kot funkcijo njegove karakteristike α za ta kriterij oz. pogoj v obliki

$$F = \frac{6M}{\sigma} \left(\frac{\cos \delta}{b\alpha} + \frac{b\alpha \sin \delta}{F} \right) = \min \quad \dots 2$$

Če naj bo ta prereз najmanjši ($F = \min$), mora biti njegov odvod po spremenljivki α enak 0, torej glede na izraz št. 2

$$\frac{dF}{d\alpha} = \frac{6M}{\sigma} \left(-\frac{\cos \delta}{b\alpha^2} + \frac{b \sin \delta}{F} \right) = 0$$

Iz tega sledi

$$\alpha^2 = \frac{F \cos \delta}{b^2 \sin \delta}, F = bh = b^2 \alpha$$

in končno spremenljivka, ki pripada ekstremu funkcije, to je najekonomičnejši koeficient α , v obliki

$$\alpha_\sigma = \operatorname{ctg} \delta \quad \dots 3$$

Indeks σ pri oznaki α pomeni kriterij upogibne napetosti.

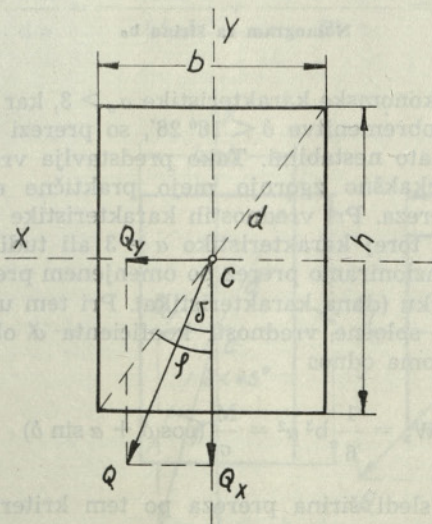
Iz sl. 1 in dobljenega obrazca št. 3 sledi dalje

$$\operatorname{ctg} \varphi_\sigma = \frac{h}{b} = \alpha_\sigma = \operatorname{ctg} \delta$$

oziroma

$$\varphi_\sigma = \delta \quad \dots 4$$

kar pomeni, da je prereз F po kriteriju upogibne napetosti σ najbolj ekonomičen oziroma najmanjši takrat, kadar je njegova diagonala d identična s smerjo obremenitve Q .



sl. 1

V predhodnem članku smo dobili dimenzije prereza b in h po tabeli elastitetnih količin F_{rx} , W_x in I_x , ker so bili v poštev prihajajoči koeficienti a le trije (1, $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$). V tem primeru pa je koeficientov a , ki pridejo praktično v poštev, neprimerno več. Zato ustrezna tabela v splošnem ne pride v poštev in izrazimo širino b neposredno, kot sledi.

Če vstavimo vrednost koeficienta a po obrazcu št. 3 v obrazec št. 1, dobimo odpornostni moment za ta kriterij oziroma pogoj v obliki

$$W_x = \frac{2 M}{\sigma} \cos \delta \quad \dots 5$$

Kolikor nam je na razpolago tabela elasticitetnih količin za vrednost koeficienta a , določenega po obrazcu št. 3, odčitamo iz nje širino b in višino h prereza na osnovi odpornostnega momenta po obrazcu št. 5. Kolikor pa se take tabele ne moremo poslužiti, sledi iz obrazca št. 5

$$W_x = \frac{1}{6} b h^2 = \frac{1}{6} b^3 a^2 = \frac{2 M}{\sigma} \cos \delta$$

in tako neposredno širina b v obliki

$$b_o = \sqrt[3]{\frac{12 M \sin \delta}{\sigma a_o}} \quad \dots 6$$

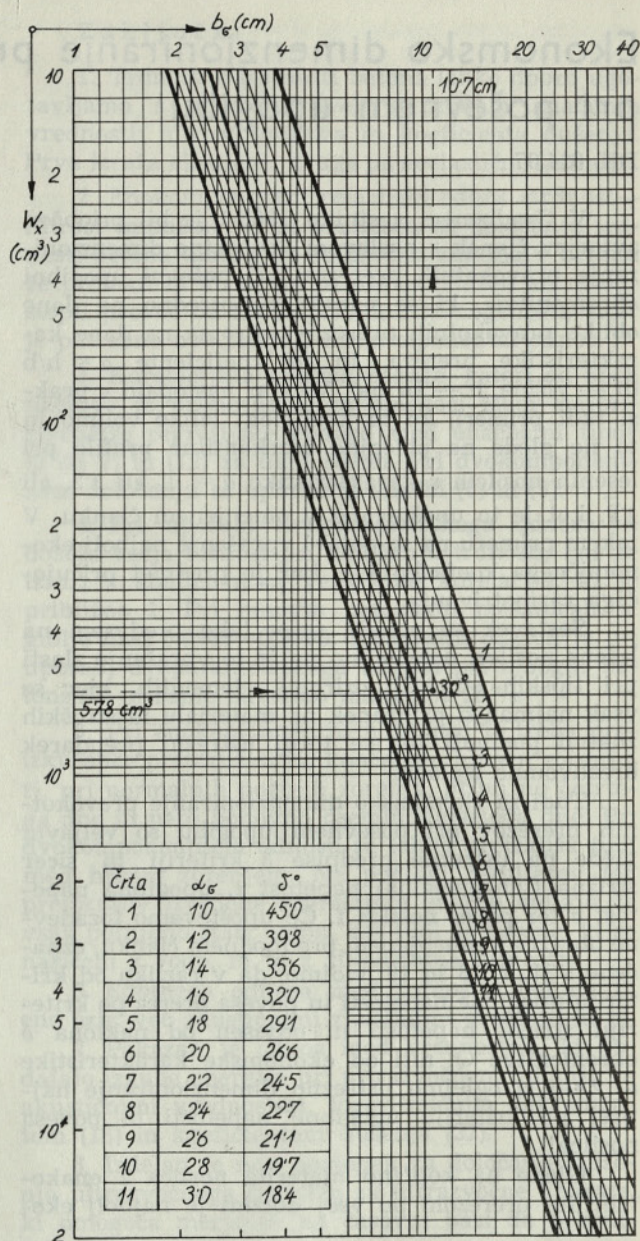
Tudi pri oznaki b pomeni indeks σ kriterij upogibne napetosti.

Višino prereza določimo glede na bistvo koeficienta a po izrazu $h = b a$ oziroma v danem primeru (kriteriju)

$$h_o = b_o a_o \quad \dots 7$$

S tem so določene najbolj ekonomične dimenzije prereza po kriteriju upogibne napetosti. Za vrednosti σ v obrazcih št. 5 in 6 je seveda upoštevati maksimalno dopustno upogibno napetost po ustreznih predpisih.

Da pa nam ni treba računati širine b_o po obrazcu št. 6, sem sestavil nomogram b_o , s pomočjo katerega jo odčitamo neposredno na osnovi danega kota δ ter odpornostnega momenta W_x po enostavnejšem obrazcu št. 5. V nomogramu je upoštevana še kotu δ pripadajoča karakteristika a , da ga lahko uporabimo tudi za odčitavanje odpornostnih momentov W_x na osnovi dane širine b in poljubne karakteristike a oziroma za ostale odčitke na osnovi kombinacij elementov nomograma. Praktični primer odčitka, ki je označen v nomogramu, se nanaša na podatke $W_x = 578 \text{ cm}^3$, $\delta = 30^\circ$ ter rezultat $b_o = 10,7 \text{ cm}$ (glej tudi praktični primer na koncu!).



Nomogram za širino b_o

Za ekonomske karakteristike $a_o > 3$, kar ustreza kotu obremenitve $\delta < 18^\circ 26'$, so prerezi previsoki in zato nestabilni. Tako predstavlja vrednost $a = 3$ nekakšno zgornjo mejo praktične ekonomske prereza. Pri vrednostih karakteristike $a_o > 3$ usvojimo torej karakteristiko $a = 3$ ali tudi manj ter dimenzioniramo prerez po omenjenem predhodnem članku (dana karakteristika). Pri tem upoštevamo za splošne vrednosti koeficienta a obrazec št. 1 oziroma odnos

$$W_x = \frac{1}{6} b^3 a^2 = \frac{M}{\sigma} (\cos \delta + a \sin \delta)$$

iz česar sledi širina prereza po tem kriteriju za splošni primer

$$b_{\sigma} = \sqrt[3]{\frac{6M}{\alpha^2 \sigma} (\cos \delta + \alpha \sin \delta)} \quad \dots 8$$

Često pa pri majhnih kotih δ (npr. $\delta < 10^\circ$) manjšo komponento obremenitve Q zanemarimo oziroma računamo, kot bi se obremenitev ujemala z ustrezno vztrajnostno osjo.

Pri kriteriju povesa nosilca, ki je bil izražen v predhodnem članku z obrazcem št. 19 (tukaj št. 9) za vztrajnostni moment ter se glasi

$$I_x = \frac{S}{E f} \sqrt{\cos^2 \delta + \alpha^4 \sin^2 \delta} \quad \dots 9$$

upoštevamo analogno kot pri izrazu št. 1 odnose

$$I_x = \frac{1}{12} b h^3, F = b h, \alpha = \frac{h}{b}$$

nakar dobimo izražen prerez F po tem kriteriju oziroma pogoju v obliki

$$F = \frac{12 S}{E f} \sqrt{\frac{\cos^2 \delta}{b^4 \alpha^4} + \frac{b^4 \alpha^4 \sin^2 \delta}{F^4}} = \min \quad \dots 10$$

Za določitev ustreznega ekstrema ($F = \min$) mora biti odvod prereza F po spremenljivki α enak 0. Da se izognemo predolgim izrazom v računu, uvedemo v izrazu št. 10 določene zamenjave, nakar sledi

$$F = \frac{12 S}{E f} \sqrt{R} = \frac{12 S}{E f} \cdot K$$

$$\frac{dF}{d\alpha} = \frac{12 S}{E f} \cdot \frac{dK}{dR} \cdot \frac{dR}{d\alpha} = 0$$

$$\frac{dR}{d\alpha} = -\frac{4 \cos^2 \delta}{b^4 \alpha^5} + \frac{4 b^4 \alpha^3 \sin^2 \delta}{F^4} = 0$$

in iz tega

$$\alpha_t = \sqrt{\text{ctg } \delta} = \sqrt{\alpha_{\sigma}} \quad \dots 11$$

Indeks f pri oznaki α pomeni kriterij povesa nosilca.

Iz sl. 1 ter obrazca št. 10 dobimo odnos

$$\text{ctg } \varphi_t = \frac{h}{b} = \alpha_t = \sqrt{\text{ctg } \delta}$$

oziroma

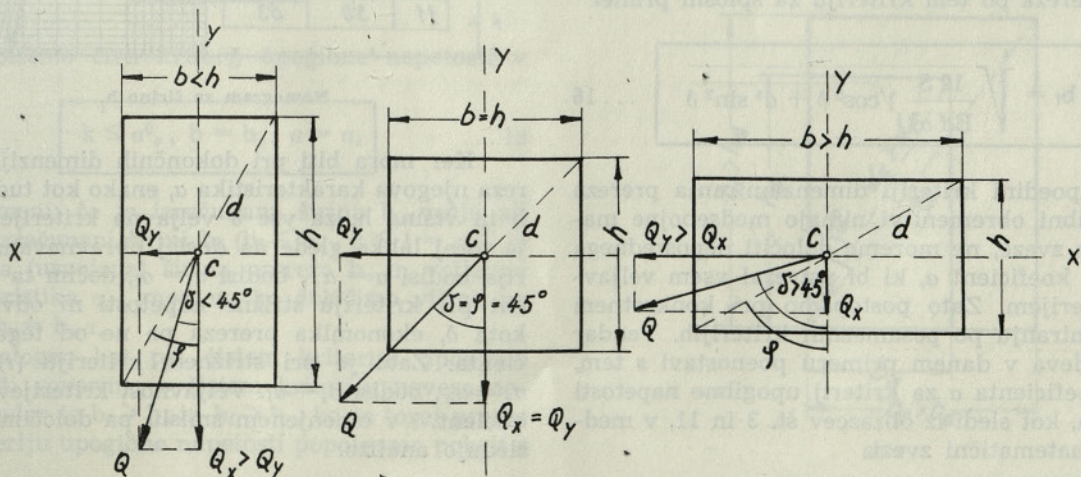
$$\varphi_t = \text{arc ctg } \sqrt{\text{ctg } \delta} \quad \dots 12$$

Iz tega sledi, da je za kot obremenitve $\delta < 45^\circ$ kot diagonale prereza $\varphi_t > \delta$ in za kot $\delta > 45^\circ$ kot $\varphi_t < \delta$, kar pomeni, da se pri kriteriju povesa nosilca diagonala najbolj ekonomičnega prereza zasuče od smeri obremenitve Q k daljši stranici pravokotnika oziroma k manjši od komponent obremenitve Q v smeri glavnih vztrajnostnih osi.

Nadalje vidimo iz obrazcev št. 3 in 11, da je pri kotih $\delta < 45^\circ$ koeficient $\alpha_{\sigma} > \alpha_t > 1$ (pokončen pravokotnik glede na os X), pri kotu $\delta = 45^\circ$ je $\alpha_{\sigma} = \alpha_t = 1$ (kvadrat), pri kotih $\delta > 45^\circ$ pa je $\alpha_{\sigma} < \alpha_t < 1$ (ležeč pravokotnik), kar pomeni, da je daljša stranica pravokotnega prereza vselej vzporedna z večjo od komponent obremenitve Q v smeri glavnih vztrajnostnih osi, kot je to razvidno iz sl. 2. Iz te slike pa vidimo tudi, da je pri kotih $\delta > 45^\circ$ zadeva v bistvu ista kot pri kotih $\delta < 45^\circ$, če zamenjamo oznake stranic oziroma glavnih vztrajnostnih osi, s kotom δ pa označimo naklon obremenitve Q napram večji od njenih komponent v smeri glavnih vztrajnostnih osi.

Da torej ni treba uvajati v nomogramih območja za karakteristike $\alpha < 1$ oziroma kote $\delta > 45^\circ$, označimo pri prerezih kot višino h oziroma os Y vedno smer, ki ustreza večji od komponent obremenitve Q , torej $Q_x > Q_y$, kot je to upoštevano v sl. 1.

Kakor pri kriteriju upogibne napetosti določimo še vztrajnostni moment, ki sledi na osnovi obrazcev št. 11 in 9 v obliki



Sl. 2

$$I_x = \frac{1,414 S}{E f} \cos \delta \quad \dots 13$$

ter na osnovi obrazca št. 13 oziroma odnosa

$$I_x = \frac{1}{12} b h^3 = \frac{1}{12} b^4 \alpha_f^3 = \frac{1,414 S}{E f} \cos \delta$$

neposredno širino prereza po kriteriju povesa nosilca

$$b_f = \sqrt[4]{\frac{16,97 S \sin \delta}{E f \alpha_f}} \quad \dots 14$$

Višina prereza po tem kriteriju znaša

$$h_f = b_f \alpha_f \quad \dots 15$$

Razumljivo je tudi tukaj upoštevati za vrednosti povesa f v obrazcih št. 13 in 14 maksimalni dopustni povese nosilca $f = 1/\beta$, pri čemer je 1 razpetina nosilca, β pa pripadajoči povese koeficient po ustreznih predpisih. Bistvo povesenega momenta $S = E I f$ je obrazloženo v omenjenem predhodnem članku.

Za hitrejšo določitev širine b_f sem sestavil nomogram b_f , ki ga uporabljamo na podoben način kot nomogram b_o . Z uporabo enostavnega obrazca št. 13 smo se potem nomograma izognili neprikladnemu obrazcu št. 14. Praktični primer, ki nam ponazarja uporabo nomograma, se nanaša tukaj na podatke $I_x = 7830 \text{ cm}^4$, $\delta = 30^\circ$ ter rezultat $b_f = 14,3$ centimetra.

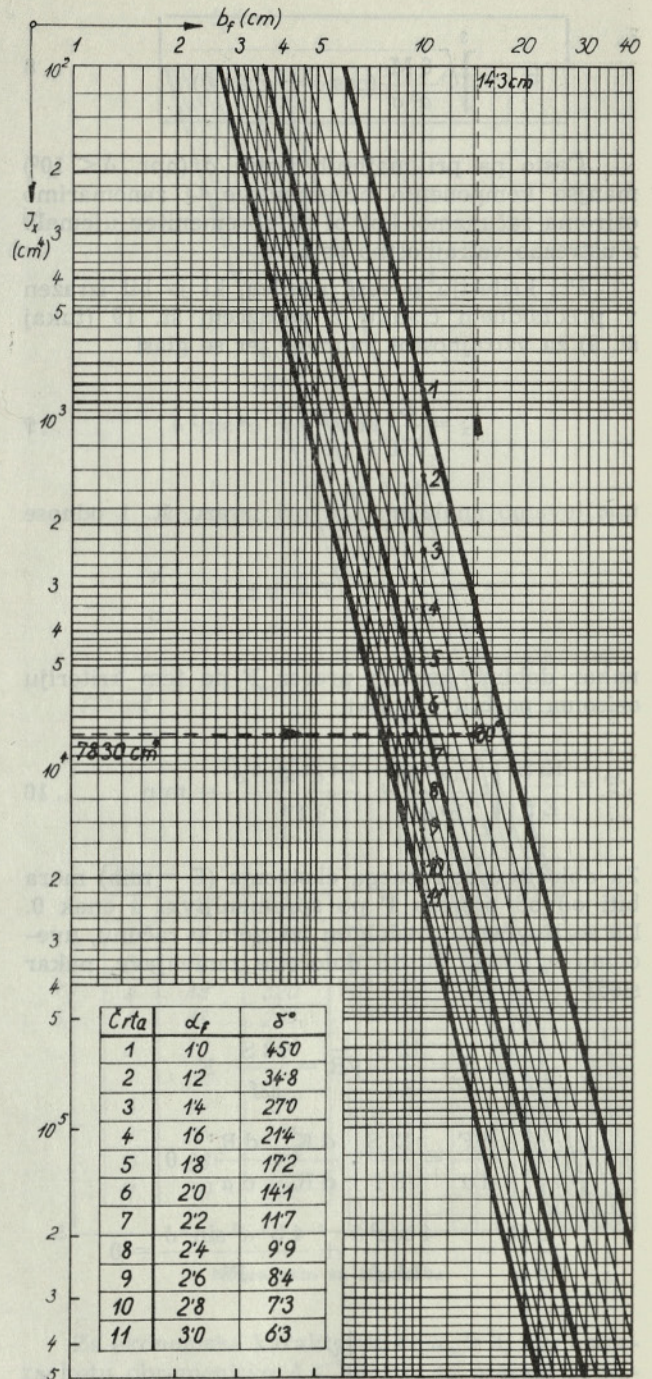
Za karakteristike $\alpha_f > 3$ ($\delta < 6^\circ 20'$) sledi analogno kot pri kriteriju upogibe napetosti iz obrazca št. 9 oziroma odnosa

$$I_x = \frac{1}{12} b^4 \alpha^3 = \frac{S}{E f} \sqrt{\cos^2 \delta + \alpha^4 \sin^2 \delta}$$

širina prereza po tem kriteriju za splošni primer

$$b_f = \sqrt[4]{\frac{12 S}{E f \alpha^3} \sqrt{\cos^2 \delta + \alpha^4 \sin^2 \delta}} \quad \dots 16$$

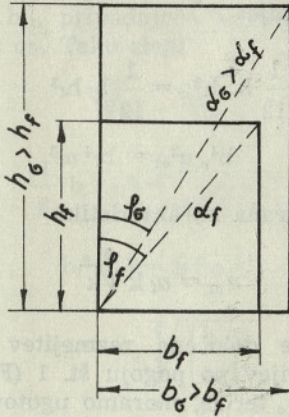
Ker poedini kriteriji dimenzioniranja prereza pri upogibni obremenitvi nimajo medsebojne matematične zveze, ne moremo določiti neposrednega izraza za koeficient α , ki bi ustrezal vsem veljavnim kriterijem. Zato postopamo pri konkretnem dimenzioniranju po posameznih kriterijih. Vendar pa se zadeva v danem primeru poenostavi s tem, da sta koeficienta α za kriterij upogibne napetosti in povesa, kot sledi iz obrazcev št. 3 in 11, v medsebojni matematični zvezi.



Nomogram za širino b_f

Ker mora biti pri dokončnih dimenzijah prereza njegova karakteristika α , enako kot tudi širina b in višina h , za vse 3 veljavne kriterije enaka, je torej lahko glede na doslej obravnavana kriterija bodisi $\alpha = \alpha_o$, bodisi $\alpha = \alpha_f$, dočim ta koeficient pri kriteriju strižne napetosti ni odvisen od kota δ , ekonomika prereza pa ne od tega koeficienta. Zato je pri strižnem kriteriju (τ) bodisi $\alpha_r = \alpha_o$, bodisi $\alpha_r = \alpha_f$. Veljavnost kriterijev za koeficient α v omenjenem smislu pa določimo z naslednjo analizo.

Kot smo že ugotovili, sega praktično območje kotov δ , ki vplivajo na obliko prereza oziroma njegovo karakteristiko a , od 0 do 45° (sl. 2). Količnik velja torej za širini prereza b , ki ju določimo po obrazcih št. 6 in 14 oziroma ustreznih nomogramov, pogoj $b_o \geq b_f$, je glede na obrazec št. 11 za to območje tudi $a_o \geq a_f$ ter glede na obrazec št. 7 in 15 $h_o \geq h_f$. Prerez kriterija povesa je v tem primeru popolnoma pokrit s prerezom kriterija upogibne napetosti, kot nam to kaže sl. 3. Če je namreč kot $\delta > 45^\circ$, se zamenjata le vlogi daljše in krajše stranice ter ostane omenjeno načelo v veljavi. Ker je v danem primeru odločilen tako



Sl. 3

za širino prereza b kakor tudi za karakteristiko a oziroma višino h kriterij upogibne napetosti, govorimo o tako imenovanem čistem kriteriju upogibne napetosti.

Če označimo osnovni odnos tega kriterija $b_f \leq k_o$ kot funkcijo karakteristike a_o

$$\frac{b_f}{b_o} \leq 1 = a_o^0$$

ter ga označimo s koeficientom

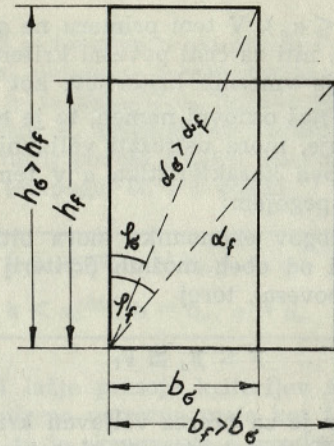
$$k = \frac{b_f}{b_o} \quad \dots 17$$

lahko pišemo čisti kriterij upogibne napetosti v obliki

$$k \leq a_o^0, \quad b = b_o, \quad a = a_o \quad \dots 18$$

kar pomeni: če je izračunana širina b_o večja ali enaka izračunani širini b_f ($b_f \leq b_o, k \leq 1 = a_o^0$), je veljavna (usvojena) širina prereza b_o in veljavna karakteristika a_o , medtem ko določimo višino po izrazu $h_o = b_o a_o$.

Analogno kot pri čistem kriteriju upogibne napetosti govorimo o čistem kriteriju povesa nosilca, kadar je $b_f \geq b_o$ in $h_f \geq h_o$, ko je torej prerez po kriteriju upogibne napetosti popolnoma pokrit s



Sl. 4

prerezom po kriteriju povesa in kar nam kaže sl. 4. Iz enakih razlogov, kot je sledil pri čistem kriteriju upogibne napetosti iz pogoja $b_o > b_f$ tudi pogoj $h_o > h_f$, sledi v tem primeru iz pogoja $h_f > h_o$ po sl. 4 tudi pogoj $b_f > b_o$, medtem ko nikakor obratno, to je iz odnosa širin odnos višin. Zato je odločilen za čisti kriterij povesa odnos višin. Ker sta višini

$$h_f = b_f a_f, \quad h_o = b_o a_o$$

izrazimo zadevni pogoj ($h_f \geq h_o$) v obliki

$$b_f a_f \geq b_o a_o$$

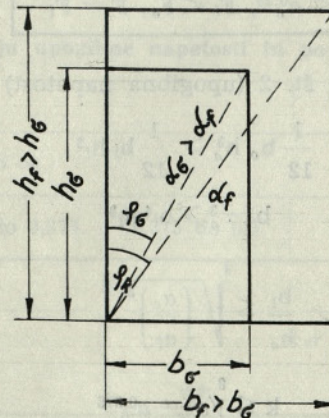
iz česar sledi

$$\frac{b_f}{b_o} \geq \frac{a_o}{a_f} = \sqrt{a_o} = a_o^{0,5}$$

in čisti kriterij povesa pišemo v obliki

$$k \geq a_o^{0,5}, \quad b = b_f, \quad a = a_f \quad \dots 19$$

Končno nastopa še primer, ko je $b_f > b_o$ in $h_o > h_f$, kar nam kaže sl. 5, ko je torej odločilen za širino prereza kriterij povesa, za višino pa kriterij upogibne napetosti. Obratna kombinacija pogojev ($b > b_f, h_f > h_o$) seveda iz znanega razloga



Sl. 5

ni možna ($\alpha_f < \alpha_\sigma$). V tem primeru ne gre niti za čisti upogibni, niti za čisti povetni kriterij, temveč za kombinacijo vmesnih kriterijev, kot sledi.

Glede na naš osnovni namen, to je ekonomsko dimenzioniranje, mora ustrezati veljavni prerez F oziroma njegova karakteristika α v tem primeru naslednjim 3 pogojem:

1. Iz razlogov ekonomike mora biti veljavni prerez manjši od obeh možnih (kriterij upogibne napetosti in povesa), torej

$$F \leq F_\sigma \leq F_f$$

2. Kolikor je za prerez veljaven kriterij upogibne napetosti, mora ustrezati njegov vztrajnostni moment glede na zahteve predpisov prerezu po kriteriju povesa, torej

$$I_{x\sigma} \geq I_{xf}$$

3. Kolikor je za prerez veljaven kriterij povesa, mora ustrezati njegov odpornostni moment iz razlogov varnosti prerezu po kriteriju upogibne napetosti, torej

$$W_{xf} \geq W_{x\sigma}$$

Iz pogoja št. 1 sledi ustrežna razmejitev veljavnih kriterijev po naslednjem preudarku. Kolikor naj bi bil prerez po kriteriju povesa F_f večji od prereza po kriteriju upogibne napetosti F_σ , torej $F_f > F_\sigma$, sledi

$$b_f^2 \alpha_f > b_\sigma^2 \alpha_\sigma$$

$$\frac{b_f}{b_\sigma} > \sqrt{\frac{\alpha_\sigma}{\alpha_f}}$$

oziroma

$$k > \sqrt[4]{\frac{\alpha_\sigma}{\alpha_f}} = \alpha_\sigma^{0,25}$$

V nasprotnem primeru ($F_f < F_\sigma$) se neenačaj obrne in pogoj št. 1 vmesnih kriterijev pišemo v obliki

$$\begin{aligned} k > \alpha_\sigma^{0,25}, F_\sigma < F_f, F = F_\sigma \\ k < \alpha_\sigma^{0,25}, F_f < F_\sigma, F = F_f \end{aligned} \quad \dots 20$$

Iz pogoja št. 2 (upogibna napetost) sledi

$$\frac{1}{12} b_\sigma h_\sigma^3 \geq \frac{1}{12} b_f h_f^3$$

$$b_\sigma^4 \alpha_\sigma^3 \geq b_f^4 \alpha_f^3$$

$$\frac{b_f}{b_\sigma} \leq \sqrt[4]{\left(\frac{\alpha_\sigma}{\alpha_f}\right)^3}$$

$$k \leq \sqrt[8]{\frac{\alpha_\sigma}{\alpha_f}} = \alpha_\sigma^{0,375} \quad \dots 21$$

Glede na smer neenačaja v izrazu št. 21 je vrednost $\alpha_\sigma^{0,375}$ zgornja meja veljavnosti kriterija upogibne napetosti pod danimi pogoji. Kolikor je torej $k > \alpha_\sigma^{0,375}$, moramo za zadostitev pogoju št. 2 vztrajnostni moment prereza povečati. Ker izražamo vse potrebne elastične količine glede na glavno vztrajnostno os X , povečamo višino prereza oziroma posredno karakteristiko α . Spremenjeno višino označimo s $h_{\sigma r}$, pripadajočo karakteristiko, ki jo iščemo, pa z $\alpha_{\sigma r}$, pri čemer pomeni dodatni indeks r reducirani kriterij. V omenjenem smislu je pogoj za iskano reducirano karakteristiko $\alpha_{\sigma r}$

$$I_{x\sigma r} = I_{xf}$$

iz česar sledi dalje

$$\frac{1}{12} b_\sigma h_{\sigma r}^3 = \frac{1}{12} b_f h_f^3$$

$$b_\sigma^4 \alpha_{\sigma r}^3 = b_f^4 \alpha_f^3$$

ter tako reducirana karakteristika

$$\alpha_{\sigma r} = \alpha_f k \sqrt[3]{k} \quad \dots 22$$

Ker pa je določena razmejitev veljavnosti vmesnih kriterijev po pogoju št. 1 (F) na osnovi karakteristik α_σ ter α_f , moramo ugotoviti posebej, ali ustreza tej razmejitvi tudi reducirana karakteristika $\alpha_{\sigma r}$. V tem smislu sledi

$$\frac{F_f}{F_{\sigma r}} = \frac{b_f^2 \alpha_f}{b_\sigma^2 \alpha_f k \sqrt[3]{k}} = \frac{3}{\sqrt[3]{k^2}}$$

Ker je $k > 1$, je tudi izraz $\frac{3}{\sqrt[3]{k^2}} > 1$ in zato

$$\frac{F_f}{F_{\sigma r}} > 1$$

oziroma

$$F_f > F_{\sigma r}$$

Kot manjši je torej veljaven oziroma odločilen prerez $F_{\sigma r}$ in njemu pripadajoča širina b_σ ter karakteristika $\alpha_{\sigma r}$ po izrazu št. 22.

Vmesni kriterij upogibne napetosti pišemo torej glede na izraza št. 21 in 22 v obliki

$$\begin{aligned} k \leq \alpha_\sigma^{0,375}, b = b_\sigma, a = \alpha_\sigma \\ k > \alpha_\sigma^{0,375}, b = b_\sigma, a = \alpha_f k \sqrt[3]{k} \end{aligned} \quad \dots 23$$

Iz pogoja št. 3 (poves) pa sledi

$$\frac{1}{6} b_f h_f^2 \geq \frac{1}{6} b_\sigma h_\sigma^2$$

$$b_f^3 \alpha_f^2 \geq b_\sigma^3 \alpha_\sigma^2$$

Iz shematične tabele 1 pa sledi tabela 2, v kateri so podani na osnovi obravnavanih kriterijev neposredni izrazi za najbolj ekonomične dimenzije prereza (b, a, h) kot funkcije vrednosti eksponenta e po obrazcu št. 27 oziroma uvodoma izvedenih obrazcev za dimenzije b_σ, a_σ, b_t in a_t .

Končno upoštevamo še kriterij strižne (tangencialne) napetosti τ .

Tabela 2

Izrazi za veljavne dimenzije ekonomskega prereza po kriteriju upogibne napetosti in povesa nosilca

$k = \frac{b_t}{b_\sigma}$	0 do 1	1 do ∞		
$e = \frac{\log k}{\log a_\sigma}$	$-\infty$ do 0	0 do 0,375	0,375 do 0,5	0,5 do ∞
b_v	b_σ	b_σ	b_σ	b_t
a_v	a_σ	a_σ	$a_t k^3 \sqrt{k}$	a_t
h_v	$b_v a_v$			

Ker ekonomika prereza, kot smo že ugotovili, tu ni odvisna od karakteristike α , usvojimo za nadaljni račun tisto njeno vrednost, ki je veljavna po prejšnjih 2 kriterijih (tabela 2) ter jo označimo z α_v , pri čemer pomeni indeks v pri oznaki α veljavni kriterij iz vidika upogibne napetosti in povesa nosilca.

Tako velja obrazec št. 13 predhodnega članka za reducirani prerez (tukaj št. 28) neposredno, torej

$$F_{rx} = \frac{T}{\tau} \quad \dots 28$$

Če ga izrazimo kot funkcijo karakteristike α , sledi

$$F_{rx} = \frac{2}{3} b h = \frac{2}{3} b^2 \alpha_v \quad \dots 29$$

Če vstavimo izraz št. 29 v izraz št. 28 pa dobimo neposredno širino prereza po kriteriju strižne napetosti v obliki

$$b_r = \sqrt{\frac{1,5 T}{\tau \alpha_v}} \quad \dots 30$$

Pri tem je upoštevati za vrednost τ maksimalno dopustno strižno napetost po ustreznih predpisih.

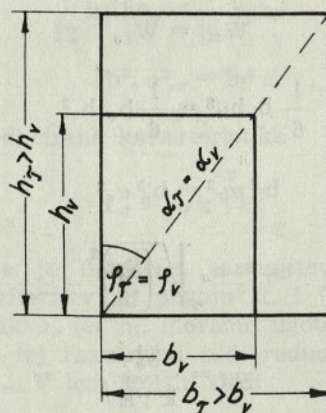
Kolikor je tako izračunana širina b_r manjša od tiste, ki smo jo usvojili glede na ostala 2 kriterija, je tudi višina prereza h_r manjša od že usvojene. Potrebni prerez po kriteriju strižne napetosti je torej manjši od usvojenega in zato tudi strižna

napetost manjša od dopustne. V tem primeru je dimenzioniranje z določitvijo dimenzij b_v in h_v zaključeno.

Kolikor pa je izračunana širina po obrazcu št. 30 večja od usvojene po ostalih 2 kriterijih, je za dimenzije prereza veljavna širina b_r in torej višina

$$h_r = b_r \alpha_v \quad \dots 31$$

Ker je v tem primeru, kot kaže sl. 6, prerez po doslej veljavnem oziroma usvojenem kriteriju popolnoma pokrit s prerezom po kriteriju strižne napetosti, govorimo o čistem kriteriju strižne napetosti.



Sl. 6

Veljavnost kriterija strižne napetosti pišemo torej v obliki

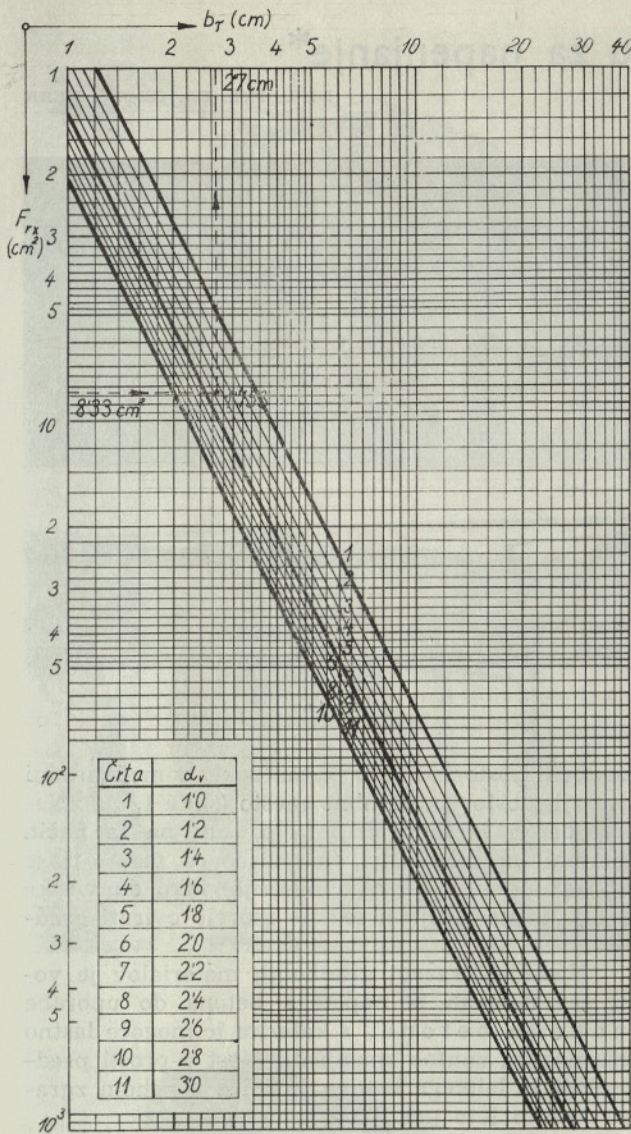
$$\begin{aligned} b_r < b_v, & \quad b = b_v, \quad a = \alpha_v \\ b_r > b_v, & \quad b = b_r, \quad a = \alpha_v \end{aligned} \quad \dots 32$$

Tudi za hitrejšo določitev širine b , sem sestavil po analogiji s prejšnjima kriterijema nomogram b_r . Pri tem se poslužimo namesto obrazca št. 30 enostavnejšega obrazca št. 28, na osnovi tako dobljenega reduciranega prereza F_{rx} in karakteristike α_v pa odčitamo iskano širino b_r neposredno iz ustreznega nomograma. Primer odčitka se nanaša tukaj na podatke $F_{rx} = 8,33 \text{ cm}^2$, $\alpha_v = 1,753$ ter rezultat $b_r = 2,7 \text{ cm}$.

Praktično uporabo izvedenih obrazcev, nomogramov, tabel in kriterijev nam kaže naslednji konkretni primer.

Po ekonomskih načelih je dimenzionirati lesen konzolni nosilec pravokotnega prereza, dolžine $l = 400 \text{ cm}$, z obremenitvijo na koncu $Q = 100 \text{ kg}$ pod kotom $\delta = 30^\circ$ k osi Y, iz hrastovine II. kvalitete.

Kriterij upogibne napetosti: $M = 40000 \text{ kg cm}$, $\sigma = 120 \text{ kg/cm}^2$, $W_x = 578 \text{ cm}^3$ (obr. 5), $b_\sigma = 10,7 \text{ cm}$ (nomogr. b_σ).



Nomogram za širino b_r

Kriterij povesa: $S = 2133000000 \text{ kg cm}^3$, $E = 125000 \text{ kg/cm}^2$, $f = 2,67 \text{ cm}$, $I_x = 7830 \text{ cm}^4$ (obr. 13), $b_f = 14,3 \text{ cm}$ (nomogr. b_f).

Veljavni kriterij σ -f: $k = 14,3/10,7 = 1,333$ (obr. 17), $\alpha_\sigma = \text{ctg } 30^\circ = 1,732$ (obr. 3), $e = \log 1,336/$

$\log 1,732 = 0,528$ (obr. 27), $b_v = b_f = 14,3 \text{ cm}$ (tab. 2), $\alpha_v = \alpha_f = \sqrt{1,732} = 1,315$ (tab. 2, obr. 11).

Kriterij strižne napetosti: $T = 100 \text{ kg}$, $\tau = 12 \text{ kg/cm}^2$, $F_{rx} = 8,33 \text{ cm}^2$ (obr. 28), $b = 2,7 \text{ cm}$ (nomogram b_r).

Dimenzije prereza: $b_r < b_v$, $b = b_v = 14,3 \text{ cm}$, $a = a_v = 1,315$ (obr. 32), $h = 14,3 \times 1,315 = 18,8 \text{ cm}$ (tab. 2).

B. OZVALD

ECONOMICAL DIMENSIONING OF RECTANGULAR SECTIONS IN THE CASE OF CONCENTRIC BENDING

Synopsis

This article is a continuation resp. a complement of the article published by the author in the »Gradbeni vestnik 1-1968«. It should be pointed out that this time the characteristic a of the cross-section is not known, but should be determined with respect to the economic conditions.

The computing method consists in determining first the width b of cross-section, following the criterion of bending stress and deflection, either by making use of the formulae 6 and 14 or simply by means of nomographs for b_σ and b_f , taking account of the values of elasticity, given by the formulae 5 and 13 as well as the known angle δ of the applied load.

Then follows the determination of the valid width b and characteristic a according to the 2 criteria indicated in table 2.

The third criterion i. e. shear (tangential) stress, according to which the economic characteristic a does not depend on the load inclination δ , can be found in the formula 32. The width b_r can be determined either directly from the formula 30 or by the nomograph for b_r on the basis of elasticity value from the formula 28 as well as already adopted characteristic a_v in table 2. The accepted ultimate width is that greater of both b_v or b_r values, whereas the height h of the cross section can be established according to the valid criterion either from table 2 or formula 31.

The formulae 8 and 16 relate to the case as the economic characteristic exceeds 3 ($a > 3$).

It is adopted from practical reasons (cross-section stability), irrespective of the angle value δ , the value of $a \leq 3$.

An application of the method in practice is illustrated by a numerical example at the end of the article.

SPOŠTOVANI NAROČNIKI!

Četrți številki Gradbenega vestnika je bila priložena položnica za nakazilo naročnine 36 dinarjev.

Dozdevno ste to prezrli, zato vas ponovno prosimo — če še niste — da dolg za naročnino poravnate s položnico, lahko pa tudi poverjeniku.

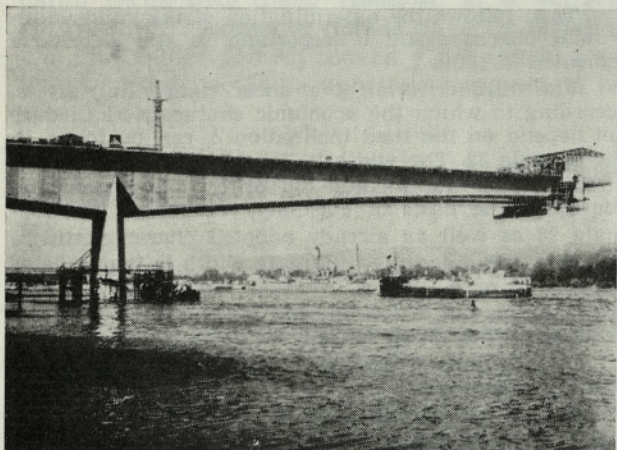
Opazovanja o Dywidag postopku za napenjanje*

DK 691.714:666.982.4

DIPL. INŽ. DR. GEORG KERN

Napeti beton je omogočil, da so se v zadnjem desetletju odprla uporabnostna območja, katerih z običajno gradnjo v armiranem betonu ni bilo mogoče — vsaj ne na resnično gospodaren način — obvladati. Prav gotovo je ta nadaljnji razvoj napetega betona močno pospešila načrtna dejavnost na področju preiskave materialov. S tem je bilo dano konstruktorju v roke dragoceno orodje za njegove mnogovrstne naloge, tako da je danes omogočeno uporabljati betone z večjo kvaliteto, boljša jekla za napenjanje ali sidra, pri katerih je zagotovljena trajnost in večja nihajna trdnost.

Prav tako je bilo potrebno, proučevati ponašanje materiala v posameznih primerih, da smo mogli opredeliti, kako lahko gradbeni material »napeti beton« in zlasti sedaj uporabljana jekla za napenjanje sprejemajo posebne vplive. Semkaj spadajo npr. preprečevanje določenih korozijskih vplivov, obdelovalnost hladno oblikovanega napenjalnega jekla pri krivljenju, ponašanje napete konstrukcije ob požaru, in zlasti pa sam delovni način s členi za napenjanje.

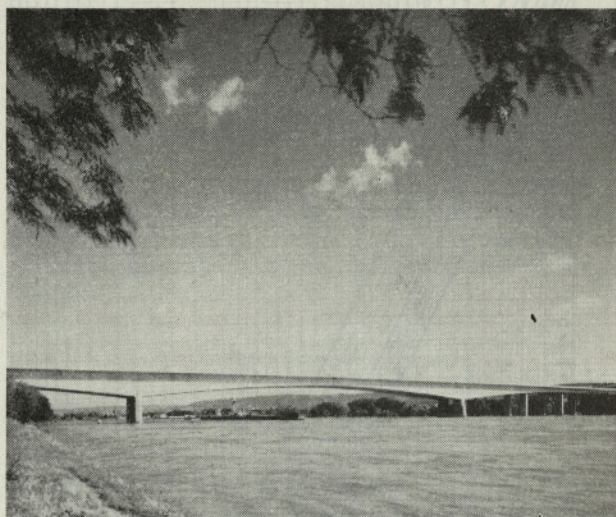


Sl. 1

Na temelju teh spoznanj, potem pa s sistematičnimi študijami ponašanja materiala in z izboljšanjem različnih lastnosti členov za napenjanje je bilo mogoče prevzeti težavne izvedbe v napetem betonu in razviti take napetobetonske konstrukcije, ki so vodile k novim oblikam in novim gradbenim načinom. Pred nadaljnjim razpravljanjem bi rad prikazal le nekatere primere napetega betona Dywidag.

V gradnji mostov je bila omogočena izvedba nosilcev v prosti predgradnji —

* Dipl. inž. dr. Georg Kern iz Münchna nam je odstopil v objavo skrajšani tekst svojega predavanja pod gornjim naslovom, ki ga je imel v okviru Zveze gradbenih inženirjev in tehnikov v Ljubljani. V članku je objavljena tudi originalna dokumentacija.

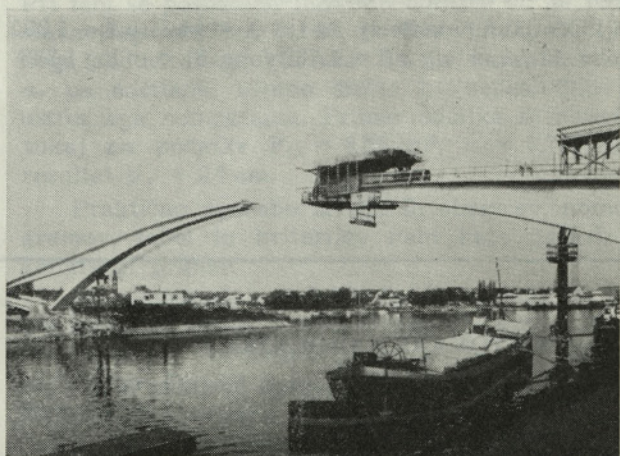


Sl. 1a

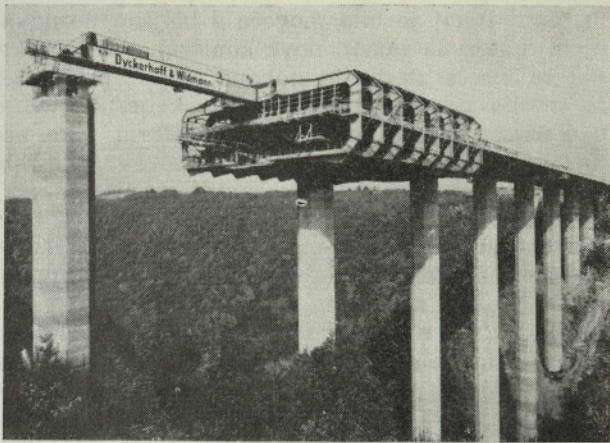
gradbeni postopek, ki zavzema danes v mednarodni gradnji mostov pomembno mesto (slika 1, 1 a). Napeti beton je omogočil, da so bili na ta način zgrajeni mostni nosilci, neodvisno od višine trase in brez pomoči čvrstega ogrodja, tako da visoke vode, vožnja ladij ali led ne morejo ovirati gradnje.

Nadaljnji razvoj gradbenih materialov je vodil pri nosilcih iz napetega betona do uporabe lahkega betona, s katerim je mogoče lastno težo nosilca znatno zmanjšati. Most v prosti predgradnji iz lahkega betona je bil z uspehom zgrajen lansko leto pri Wiesbadnu (slika 2).

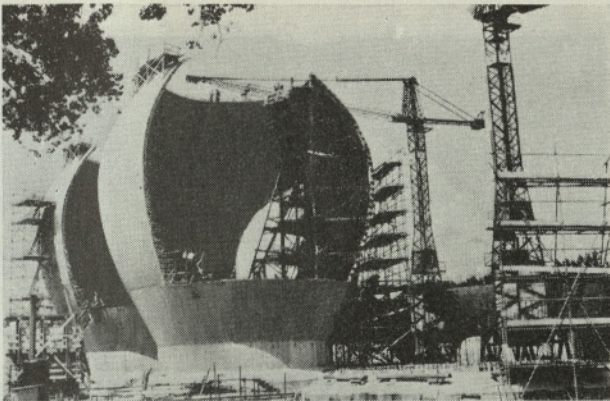
Nadaljnji zanimivi razvoj v gradnji mostov imamo v izdelavi zgornjega ustroja v odsekih s pomočjo opažnega voza. Ta opažni voz omogoča, da lahko betoniramo no-



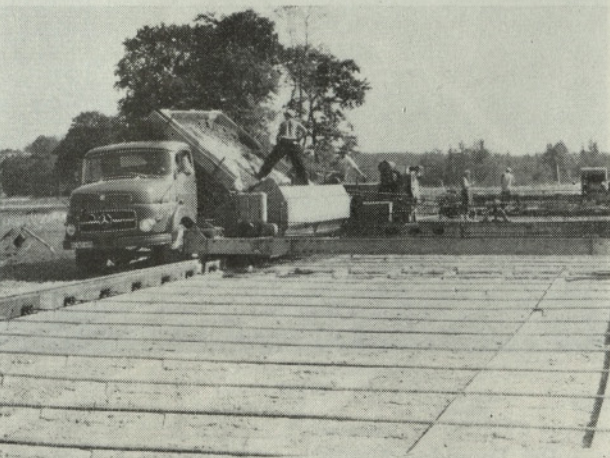
Sl. 2



Sl. 3



Sl. 4



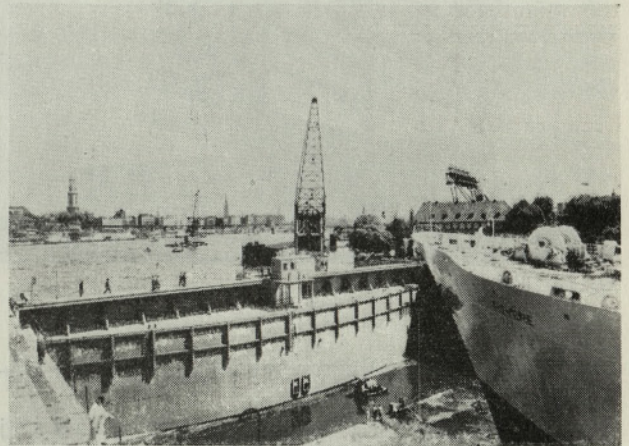
Sl. 5

silce z eno samo vrsto sredinskih opornikov do razpetine 45 m in v enem samem kosu (slika 3).

Tak način gradnje omogoča, da s pomočjo gradbenega materiala »napeti beton« in specialnega gradbenega postopka gradbeni način in gradbeni obrat racionaliziramo, to pa je vidik, ki je pri sedanjem stanju na delovnem trgu odločilnega pomena.

Enak ugodni napredek ob pomoči napetega betona je praktično opaziti na vseh področjih gradbene tehnike. Tako se je npr. v gradnji velikih rezervoarjev (slika 4) uveljavila sektorska izvedba rezervoarske stene, ker je mogoče s tem znatno znižati stroške opaževanja.

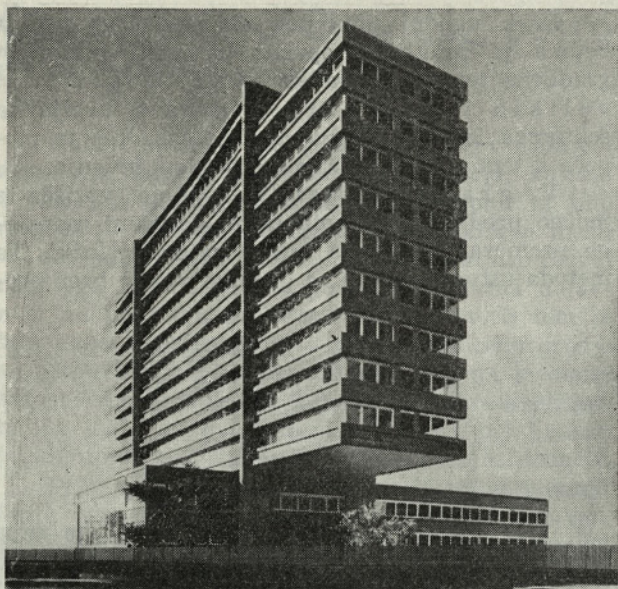
V gradnji cest izgrajujejo vozišča z močno prednapetimi betonskimi palicami manjšega premera, ki služijo kot armaturni vložki. Ta metoda ustvarja pogoj za gradnjo vozišč brez pro-



Sl. 6



Sl. 7



Sl. 8

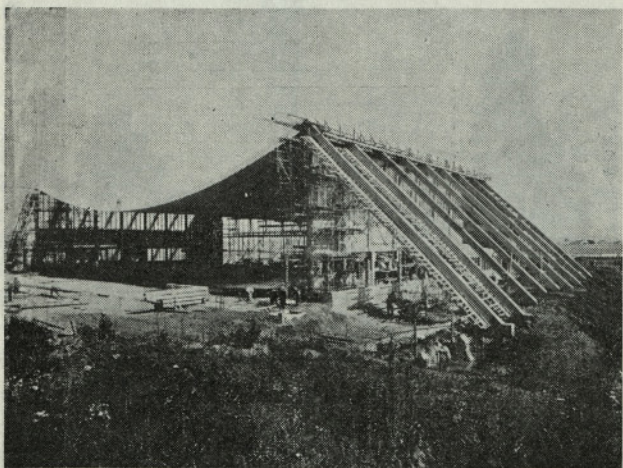
storskih fug in z odličnim mozničenjem plošč (slika 5).

Kot primer s področja vodnih gradenj navajam izgradnjo zapore doka. Tu je bila zastavljena nenavadna naloga, da se ob ohranitvi zahtevane plovne stabilnosti zgradi 15 m visok vhod iz napetega betona, ki ga je bilo treba napeti na razdaljo 60 m (slika 6).

Tudi gradnja vodnih stolpov je dobila z napetim betonom nove, oblikujoče impulze (slika 7). Kot primer navajam na sliki prikazani vodni stolp, ki je bil zgrajen na Finskem.

Poudariti bi hotel še skeletno gradnjo v napetem betonu (slika 8), ki omogoča, da se lahko dosti svobodneje razvija notranje prostorsko oblikovanje pri visokih stavbah.

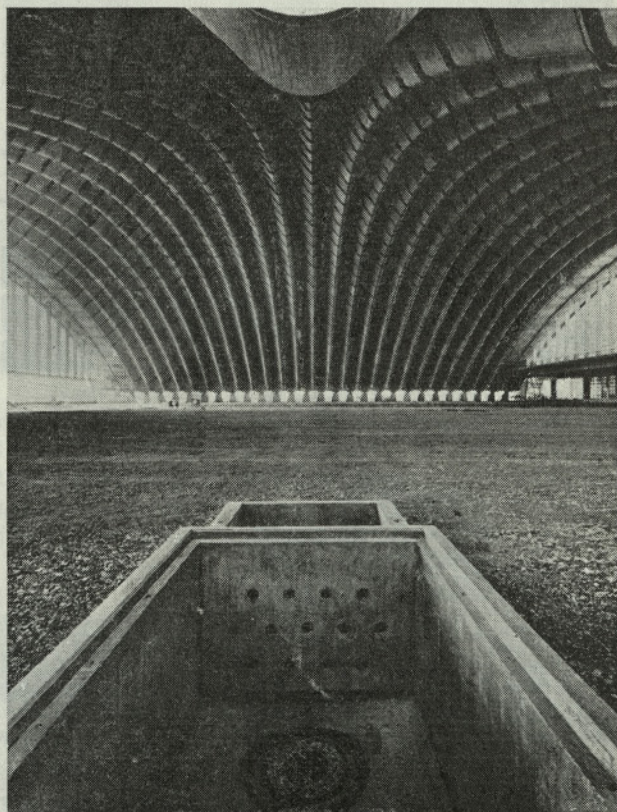
Nazadnje moram omeniti še mnogostransko uporabnostno območje napetega betona pri gradnji dvoran, zlasti zelo obsežnih dvoran (slika



Sl. 9

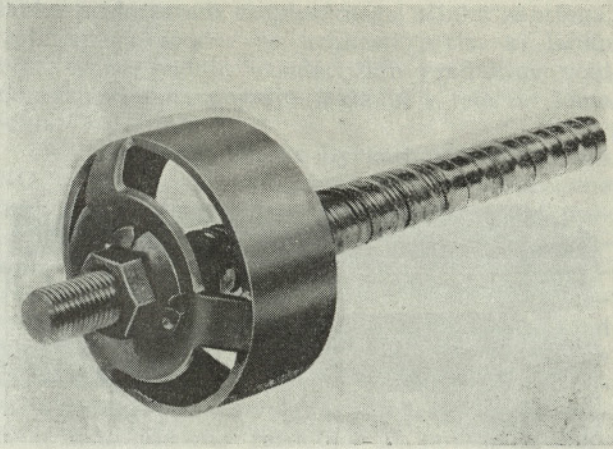
9). Tudi tukaj je bilo mogoče z boljšim poznavanjem materiala razviti nove konstrukcijske oblike, kot so viseče strehe in gubane oblike, pri čemer so seveda zelo pomembne konstrukcije, ki štedijo z opazem, ker je oblikovanje dostikrat tako nenavadno, da so stroški opazovanja sorazmerno zelo visoki (slika 10).

Da je danes mogoče gospodarno uresničiti tako drzne gradnje najbolj pestrih oblik, pri čemer se doseže tudi zelo trajna konstrukcija, nikakor ni neodvisno od načina in delovne metode pri postopku napenjanja. Brezpogojno mora biti zagotovljeno, da izkazujejo uporabljeni členi za napenjanje zanesljivo trajnost. To zadeva v prvi vrsti sidra, povezave z mufami in seveda samo jeklo. Nadalje mora biti zagotovljen brezhiben sprijem, da lahko tudi v praksi dosežemo računsko predvideno sodelovanje členov za napenjanje.



Sl. 10

Pri Dywidag členih za napenjanje s posameznimi palicami iz jekla 80/105 (slika 11) je bila tem vidikom vedno posvečena posebna pozornost. Zanimiv nadaljnji razvoj tega postopka napenjanja je »navojna palica«, ki jo lahko uporabljamo namesto dosedaj navedenega okroglega jekla. Pri tem gre za rebrasto jeklo, katerega posebnost je v tem, da tvorijo rebra dele navoja (slika 12) in so razvrščena po celi dolžini palice na dveh straneh obsega. Oblikovanje reber na zgornji in spodnji strani jekla kot navoji je bilo omogočeno z re-

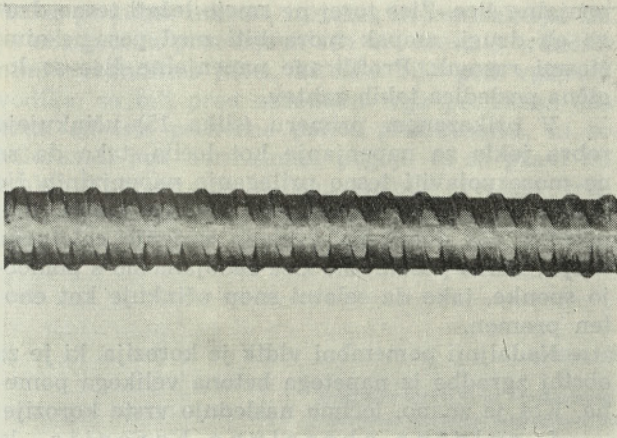


Sl. 11

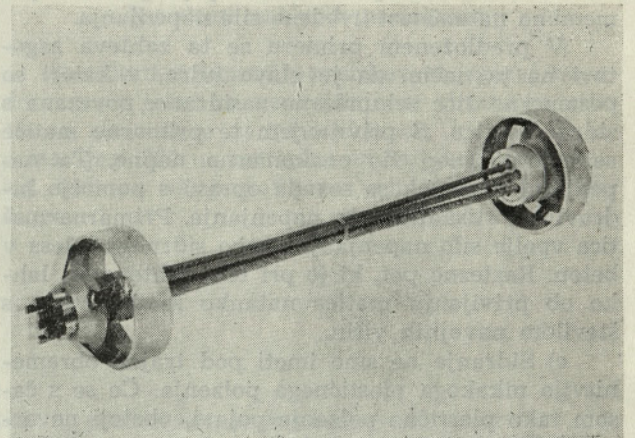
šitvijo posebnega problema valjanja, namreč s sinhronizacijo zgornjega in spodnjega valja na valjčnem stanju v jeklarni, kar je novost na področju valjarske tehnike. Tako so torej ti navoji pripravljene že v proizvodnem procesu, torej med valjanjem v jeklarni. Zato so postala nepotrebna kakršnakoli naknadna oblikovalna dela kot npr. navaljanje navoja (aufrollen), kot je običajno pri normalni izdelavi navojev. S tem novim razvojem torej odpade celoten del delovnega postopka.

S tem, da je palica po vsej svoji dolžini opremljena z vijačnim navojem — odtod tudi ime navojna palica — je na vsakem mestu, ko je treba na gradbišču jeklo prerezati, takoj na razpolago ustrezeni navoj, na katerega je mogoče priviti mufo ali sidro.

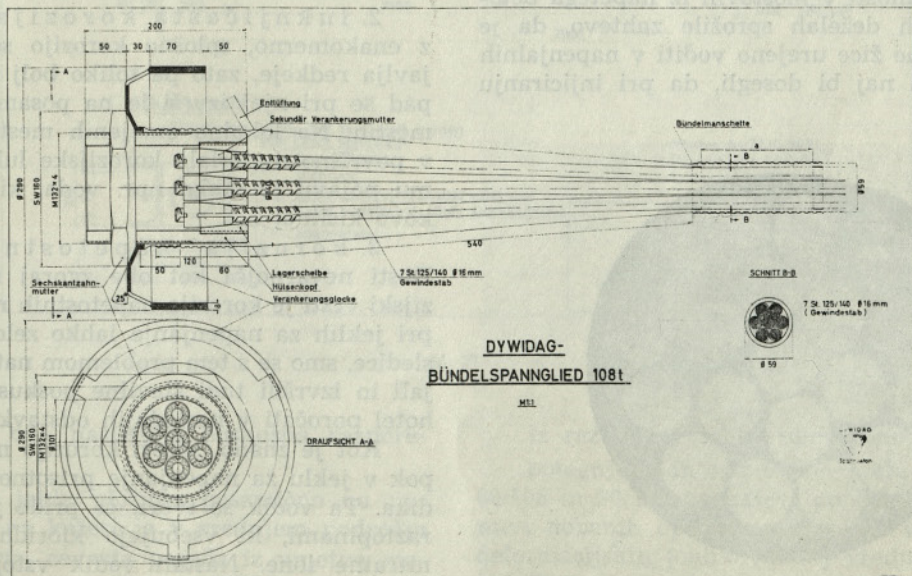
Da dosežemo zgoraj navedene zahteve tudi pri snopovnih členih za napenjanje, je treba upoštevati naslednje vidike (slika 13). Te točke



Sl. 12



Sl. 13



Sl. 14

bi hotel obrazložiti ob sliki sidrne glave novo razvitega Dywidag snopovnega člena za napenjanje:

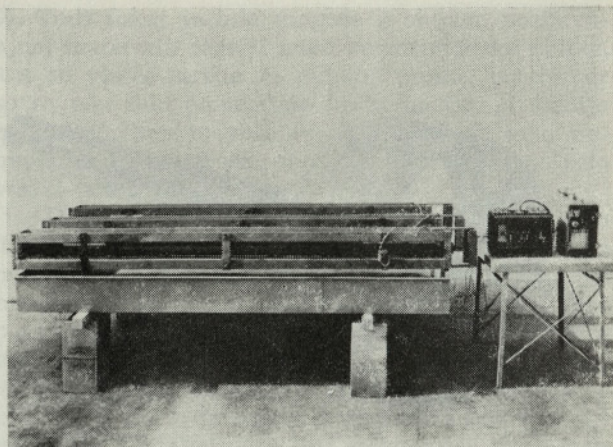
a) Sidranje posameznih napenjalnih žic je treba tako izvesti, da so vsa jekla enakomerno obremenjena, da torej niso možne pomembne prenapetosti posameznih žic. To zahtevo dosežemo na ta način, da se ne uporablja klinasto sidranje, pač pa vijačno sidranje (slika 14). Napenjalne žice so profilirane, pri čemer so rebra prav tako deli navoja (navojna palica). S takim oblikovanjem jekla za napenjanje so lahko posamezne napenjalne palice v sidrni glavi posamič zasidrane in s tem dolžine natanko postavljene. Ta način povezave torej omogoča, da natanko fiksiramo dolžine palic in tako v veliki meri izločimo preobremenitve.

b) Morali bi stremeti za tem, da natanko dosežemo raztezne poti, da bi tudi v praksi dosegli računsko določeno silo napenjanja. Pri današnjem visokem izkoriščenju konstrukcij je posebno pomembna natančnost uvedene sile napenjanja.

V predloženem primeru se ta zahteva zagotovi na ta način, da je glava tulca, v kateri so posamezne žice sekundarno zasidrane, povezana s sidrno matico. S privijanjem te primarne matice se celotni snop žic enakomerno napne. Ta napenjalni postopek se seveda opravi s pomočjo hidravlične stiskalnice za napenjanje. Primarna matica vpelje silo napenjanja preko sidrnega telesa v beton. Raztezno pot, ki jo pri tem zahtevamo, lahko ob privijanju matice natanko kontroliramo s številom navojnih višin.

c) Sidranje ne sme imeti pod trajno obremenitvijo nikakega plastičnega polzenja. Če se s časom tako plastično polzenje pojavi, obstoji nevarnost, da se v konstrukcijskem betonu pokažejo razpoke, ker se prednapetost zaradi plastičnega polzenja zmanjša in se s tem lahko sprostijo natezne napetosti.

d) Nepravilnosti v mostovih iz napetega betona so v raznih deželah sprožile zahtevo, da je treba napenjalne žice urejeno voditi v napenjalnih kanalih. S tem naj bi dosegli, da pri injiciranju



Sl. 16

napenjalnega kanala malta brezhibno ovije napenjalne žice. Žice torej ne smejo ležati tesno druga ob drugi, ampak mora biti med posameznimi žicami razmak. Profilirane napenjalne žice so logična posledica takih zahtev.

V prikazanem primeru (slika 15) učinkujejo rebra jekla za napenjanje kot ločila, tako da se ne more pojaviti tesno prileganje napenjalnih žic druga ob drugo. Injekcijski poskusi so to tudi potrdili. Da dosežemo urejeno vodenje celotnega snopa, lahko posamezne žice zaobjamemo s pomočjo sponke, tako da celotni snop učinkuje kot enoten pramen.

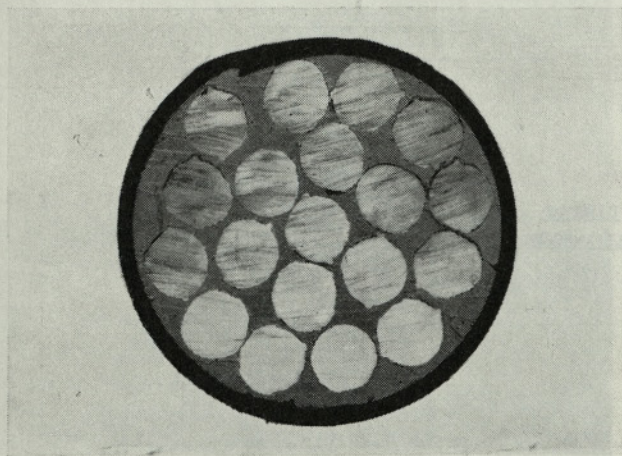
Nadaljnji pomembni vidik je korozija, ki je za obstoj zgradbe iz napetega betona velikega pomena. Kot je znano, ločimo naslednje vrste korozije:

1. splošna abrazivna korozija, ki se pojavlja najpogosteje. Tej vrsti korozije odpomoremo na ta način, da bi morala biti jekla zavarovalno uskladiščena, po drugi strani pa v zgradbi brezhibno oblita s cementno malto;

2. luknjičasta korozija. V primerjavi z enakomerno, splošno korozijo se ta vrsta pojavlja redkeje, zato pa toliko bolj neprijetno. Napad se pri njej izvrši le na posameznih, izbranih mestih. Na lokalno omejenih mestih se zagrizajo v površino materiala korozijske luknje. Vzrok temu pojavu je lahko npr. voda, ki vsebuje ogljikovo kislino;

3. korozija napetostnih razpok. Dosti nevarnejša kot obe zgoraj navedeni korozijski vrsti je korozija napetostnih razpok. Ker ima pri jeklih za napenjanje lahko zelo neugodne posledice, smo se s tem problemom natančneje ukvarjali in izvršili tudi številne poskuse, o katerih bi hotel poročati v naslednjih odstavkih.

Kot je znano, sproži korozijo nepetostnih razpok v jeklu za napenjanje prisotnost prostega vodika. Ta vodik se tvori, če pride jeklo v dotik z raztopinami, ki vsebujejo kloridne, sulfidne ali nitratne ione. Nastali vodik vstopa v atomarni obliki v površinsko področje jekla in se pod ustreznim visokim pritiskom izloča na mejah zrn. Pri tem



Sl. 15

lahko pride zaradi eksplozivnega učinka zaprtega, vplinjenega vodika do krhkosti jekla, ki lahko brez tvorbe vidnih oksidacijskih produktov vodi do razpoklin na površju jekla in s tem do loma jekla.

V laboratoriju tvrdke Dyckerhoff & Widmann KG v Uttingu pri Münchnu so bile postavljene poskusne serije (slika 16), s katerimi naj bi preiskali ponašanje centrično napetih jekel pod vplivom vodika. V ta namen so spravili napete preizkušance v dotik z amonijevim rodanidom — raztopino, v kateri postane trajnost jekla odvisna od časa. Pri tem gre za raztopino, ki po preiskavah prof. Matthaesa vodi pri občutljivih jeklih do lomov zaradi vpivanja vodika. Kot trajnost je označeno tisto časovno razdobje, ki poteče od trenutka vstavitve preizkušancev do njihovega loma.

Neporušene preizkušance po 800 urah vzamemo iz priprav, v katerih so vpeti, in na njih ugotovimo trdnostne karakteristike kot so meja raztezka, pretržna trdnost, raztezek in kontrakcija. Da je omogočena primerjava teh vrednosti s trdnostnimi vrednostmi jekel, ki niso bila pod vplivom vodika, so bili pred začetkom tega preizkusa odvzeti od iste poskusne palice preizkušanci, ki so odležavali pod normalnimi pogoji, to se pravi na zraku. Tudi na teh palicah so bile izvršene trdnostne preiskave.

Napeta jekla potegnemo skozi posodo. Koncentracija vodne raztopine je znašala:

100 g amonijevega rodanida na 1 l vode.

Napetost, s katero so bila obremenjena jekla za napenjanje, je znašala 70 % natezne trdnosti.

Pod takimi preiskovalnimi pogoji smo preizkusili vsa v trgovini običajna jekla za napenjanje in žice za napenjanje. Navajamo pa rezultate tistih jekel za napenjanje, ki se uporabljajo pri napenjalnem postopku Dywidag.

Tu gre za naslednje vrste jekel:

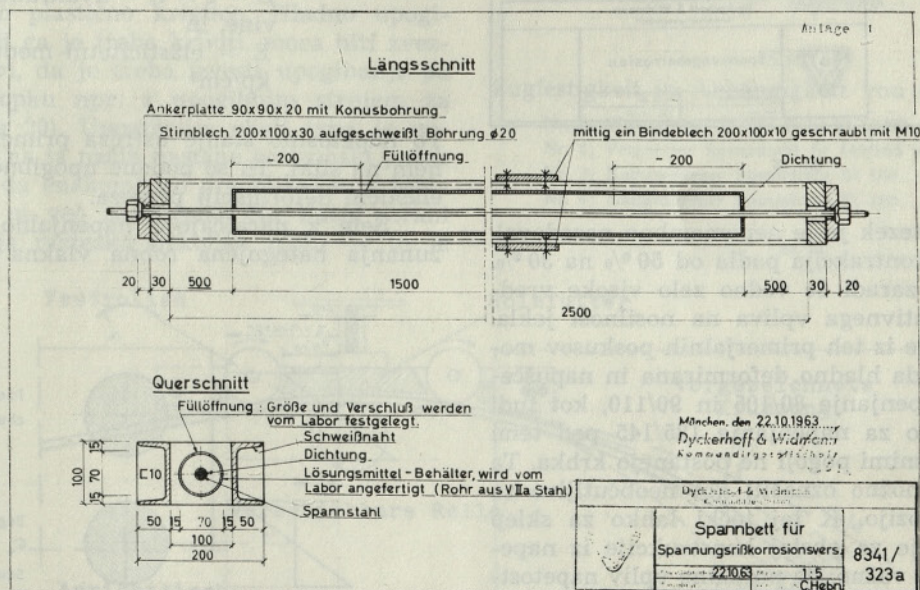
jeklo za napenjanje SIGMA — St 80/105 ϕ 26 mm, gladko (jeklarna Rheinhausen),

navojna palica St 90/110 ϕ 12 mm, dvostransko rebrasto (železarna Ilseder Peine),

poboljšano jeklo za napenjanje SIGMA — St 125/140 ϕ 12,2 mm, gladko (jeklarna Rheinhausen).

Rezultati nateznih preizkusov

Rezultati trdnostnih preiskav za zgoraj navedene vrste jekel za napenjanje so zbrani na sliki 18, in sicer tako za preizkušance, ki so bili izpostavljeni 800 ur raztopini amonijevega rodanida, kot tudi za neizpostavljene primerjalne preizkušance.



SI. 17

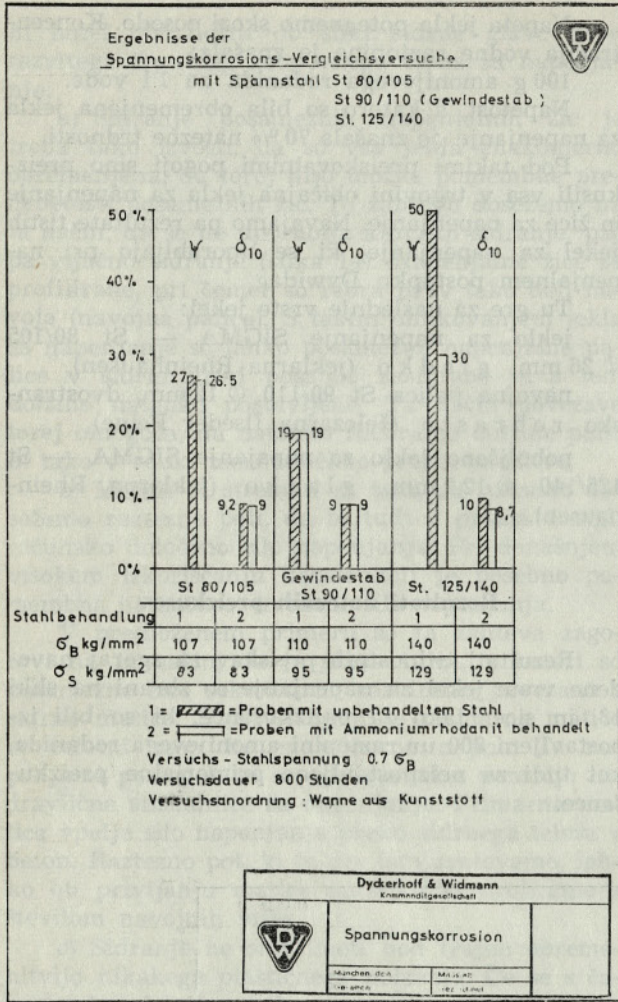
Izbrana je bila naslednja poskusna razporeditev:

Napenjalna jekla vložimo posamično na napenjalno stezo, na kateri je v srednjem področju nameščena zaprta, cevasta posoda iz umetne mase in v njej vodna raztopina. Na sliki 17 je v detajlu prikazana razporeditev preizkusa.

Iz rezultatov lahko ugotovimo naslednje:

potegnjena in napuščena jekla za napenjanje 80/105 in 90/110 ne kažejo po tej skrajni obremenitvi nobenih opaznih sprememb v trdnostnih in deformacijskih (oblikovalnih) vrednostih.

Tudi pri poboljšanem jeklu za napenjanje 125/150 se meja raztezka in natezna trdnost nista



Sl. 18

spremenili. Raztezek je le nepomembno nazadoval, medtem ko je kontrakcija padla od 50 % na 30 %. Zmanjšanje je zaradi še vedno zelo visoke vrednosti brez negativnega vpliva na nosilnost jekla.

Zaključno je iz teh primerjalnih poskusov mogoče ugotoviti, da hladno deformirana in napuščena jekla na napenjanje 80/105 in 90/110, kot tudi poboljšano jeklo za napenjanje 125/145 pod temi ostrimi preizkusnimi pogoji ne postanejo krhka. Ta jekla je torej možno označiti kot neobčutljiva za napetostno korozijo. K tej točki lahko za sklep ugotovimo, da je za obstoj konstrukcije iz napetega betona zelo važno, da poznamo vpliv napetostne korozije pri različnih jeklih za napenjanje, ker si s tem prihranimo presenečenja, ki se lahko pojavijo šele po mnogih letih.

Pred dobrim pol letom smo imeli priložnost, izvršiti tovrstne preiskave na skoraj 20 let starem mostu iz napetega betona, ki ga je bilo treba porušiti blizu Münchna ob priliki gradnje nove avtoceste. Lahko smo z zadovoljstvom ugotovili, da takrat vgrajeno jeklo ϕ 26 mm kvalitete 105 kg na mm² z navaljanim navojem tako na svoji površini kot v svojih trdnostnih lastnostih ni pokazalo no-

bene spremembe, čeprav so takrat za injiciranje jekel za napenjanje še uporabljali malto s kloridnimi dodatki.

Neomejena uporaba določenega postopka za napenjanje je bistveno odvisna tudi od oblikovalnosti uporabljenega jekla za napenjanje. Raztezek in kontrakcija sta faktorja, ki vplivata na delovno zmogljivost palic za napenjanje zlasti še v zakrivljenem stanju. Tu navajamo kot najmanjši zahtevi 7 % raztezka in 20 % kontrakcije.

Zmotno je mišljenje, da debelejših jekel za napenjanje npr. jekla 80/105 ϕ 26 mm ni mogoče uporabiti v napetobetonski konstrukciji v zakrivljenem stanju. H krivljenju takih jekel za napenjanje nekaj pojasnil.

Ponašanje jekla za napenjanje pri upogibanju čez krivino kaže slika 19. Iz nje lahko razvidimo, da se pri tem natezna cona raztegne, tlačna cona pa stisne. Velikost upogibne napetosti, ki pri tem nastopa, je odvisna od premera jekla in od radija krivine. Za elastično področje linije napetost—raztezek jekla je mogoče izračunati to upogibno napetost iz formule:

$$\sigma = \frac{d}{D} \cdot E$$

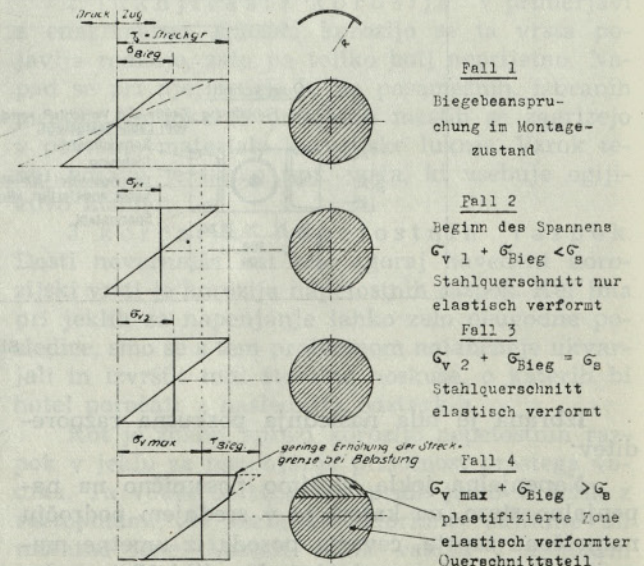
pri čemer je d = premer jekla

D = 2 × R = dvakratni polmer krivine, in

E = elastični modul = 2 100 000 kp/cm²

To napetostno stanje ustreza primeru 1, prikazanem na sliki. Tu so podane upogibne napetosti pri elastični deformaciji prereza.

Šele z naraščajočo napenjalno silo dosežejo zunanja nategnjena robna vlakna zaradi super-



Sl. 19

pozicije upogibne napetosti na natezno iz sile prednapetja ($\sigma_{upog} + \sigma_{V1,2}$) mejo raztezka, kar sta na sliki primera 2 in 3. Z nadaljnjim naraščajočim raztezanjem je meja raztezka prekoračena. Tu se potem začne v področju zunanjih robnih vlaken pojav plastifikacije, ki ustreza pojavu natezanja, ki ima za posledico majhen dvig meje raztezka in s tem učvrstitev plastificirane cone, glej primer 4. Dokler leži upogibno—natezna cona v krivini pod mejo raztezka, se jeklo za napenjanje elastično prilagaja predvidenim krivinam. Pri manjših radijih, pri katerih je v upogibno-natezni coni meja raztezka dosežena ali prekoračena, je priporočljivo poprej jeklo na upogibnem stroju za predvideno krivino plastično ukriviti. S tem hladnim oblikovanjem bo proces utrjevanja z dvigom meje raztezka v nategnjem delu preseka ohranjen. Tako dosežemo, da se raztezajoče se jeklo za napenjanje tudi pri majhnih radijih povsem elastično ponaša. Za ugotovitev velikosti raztezaja se tudi v takem primeru vzame za osnovo E modul $2\,100\,000\text{ kp/cm}^2$, ki je bil določen pri ravnih palici.

Pri jeklu za napenjanje $80/105\ \phi\ 32\text{mm}$ se mora začeti plastično predupogibanje pri radiju $R < 24\text{ m}$, za $\phi\ 26\text{ mm}$ pri radiju $R < 20\text{ m}$. Pri gradnji rezervoarjev in sicer pri krožnem armiranju so takšna hladna oblikovanja nujna, ker so tukaj radiji relativno majhni. Nobene težave ne predstavlja, da take palice debelejšega premera do radija 4 m plastično krivimo. Hladno upogibanje jekla, ki ga je treba kriviti, mora biti zvezno, to se pravi, da je treba izvesti upogibanje po tekočem postopku npr. z upogibnim strojem za tračnice (slika 20). Upogibanje okoli trna je nedopustno, ker na ta način nastane poligonski potek krivine, tako da enakomerno preoblikovanje jekla v robni coni ni več zajamčeno. Na tlačni strani palice se meja raztezka nekoliko zniža — to je

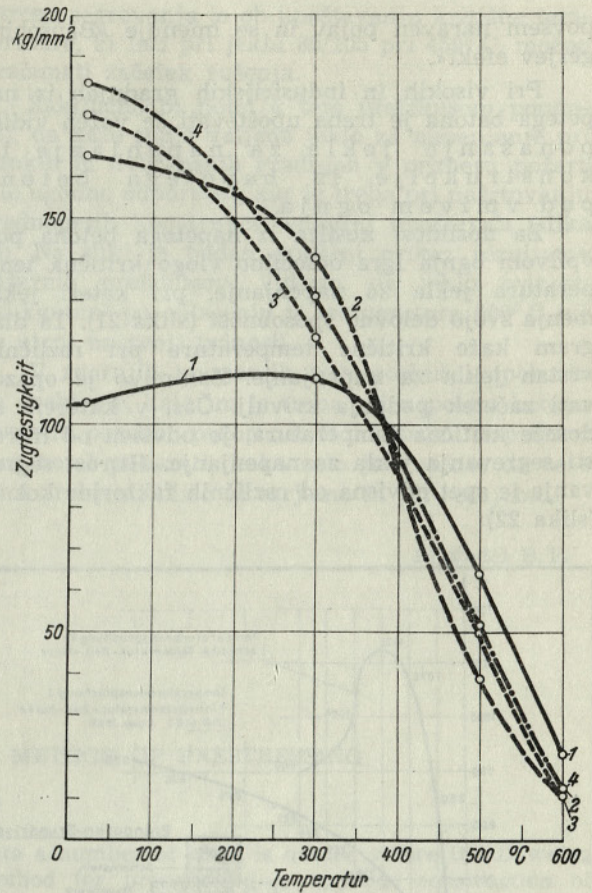


Bild 10.

Zugfestigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur

- Nr. 1: Warmgewalzter Stabstahl St 60/90 von 26 mm ϕ
- Nr. 2: Vergüteter Spanndraht St 145/165 von 5,2 mm ϕ
- Nr. 3: Kaltgezogener Spanndraht St 160...180 von 5 mm ϕ
- Nr. 4: Kaltgezogener Spanndraht St 180...200 von 5 mm ϕ

Sl. 21

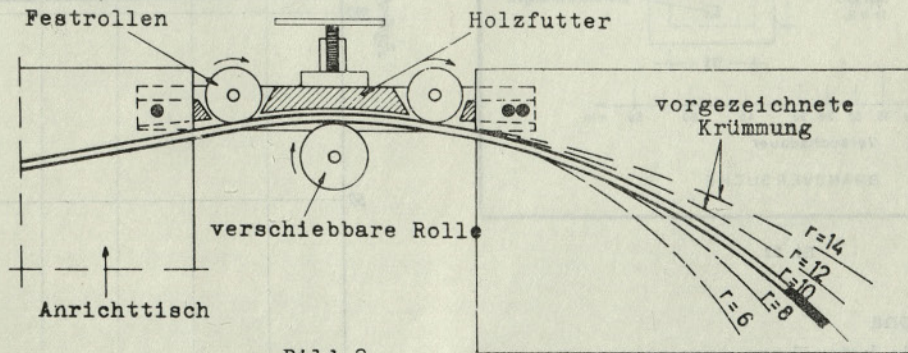


Bild 2

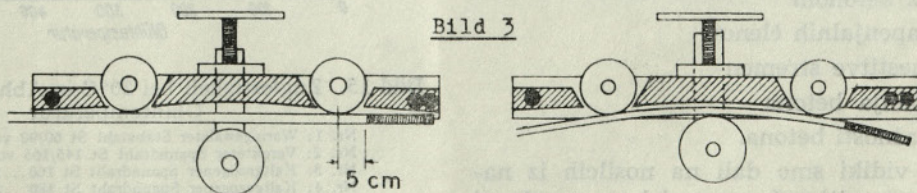
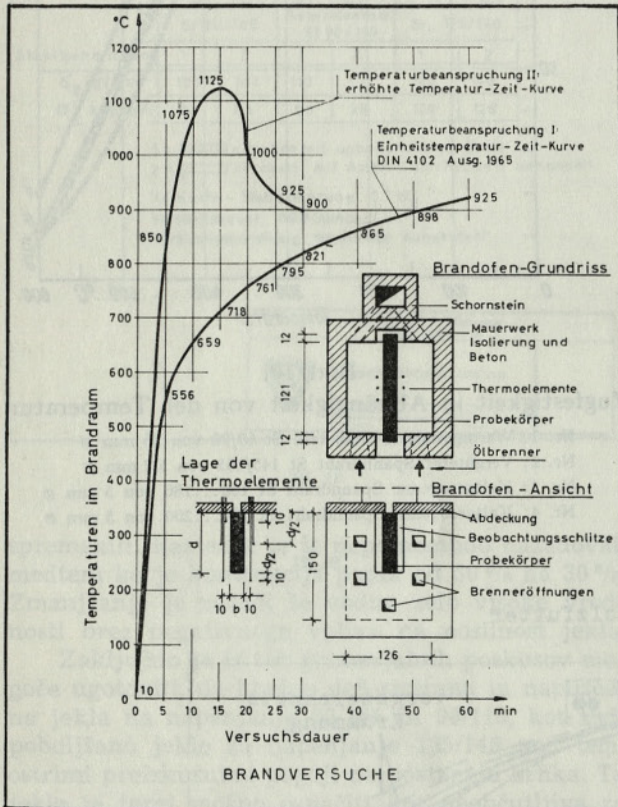


Bild 3

povsem naraven pojav in se imenuje »Bauschingerjev efekt«.

Pri visokih in industrijskih gradnjah iz napetega betona je treba upoštevati še važen vidik: ponašanje jekla za napenjanje in konstrukcije iz napetega betona pod vplivom ognja.

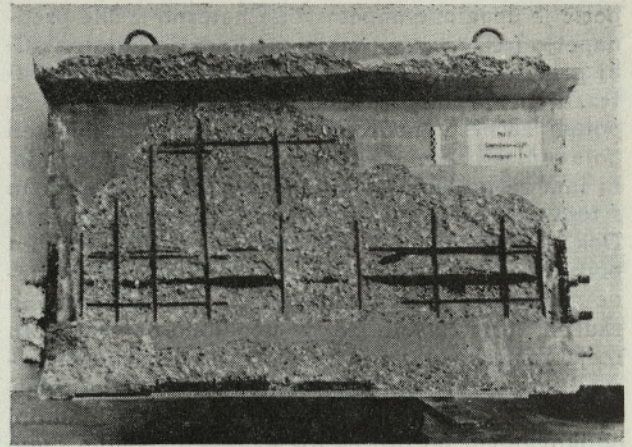
Za nosilnost nosilca iz napetega betona pod vplivom ognja igra odločilno vlogo kritična temperatura jekla za napenjanje, pri kateri jeklo menja svojo delovno sposobnost (slika 21). Ta diagram kaže kritične temperature pri različnih vrstah jekla za napenjanje. Zanimivo je opazovati začetek padanja krivulj. Čas, v katerem se doseže kritična temperatura, je odvisen od hitrosti segrevanja jekla za napenjanje. Hitrost segrevanja je spet odvisna od različnih faktorjev kot so (slika 22):



Sl. 22

- sestava betona
- izoblikovanje betonskega prereza
- prekritje z betonom
- vodenje napenjalnih členov
- način namestitve stremen
- čas odstopanja betona
- stopnja vlažnosti betona.

Pod temi vidiki smo dali na nosilcih iz napetega betona opraviti požarne preizkuse v požarni postaji TH Braunschweig. Razpored poskusov kaže



Sl. 23

citirana slika. Vpliv ognja se je izvajal po predočeni enotni temperaturni krivulji. Pri tem smo izbrali naslednje profile nosilcev:

a) prvi tip so bili T nosilci debeline 10 cm z enoslojno in trislojno armaturo, višina nosilcev 50 cm in 90 cm;

b) pri drugi vrsti nosilca smo vzeli T profil, okrepljen v vznožju na 20 cm, prava debelina no-

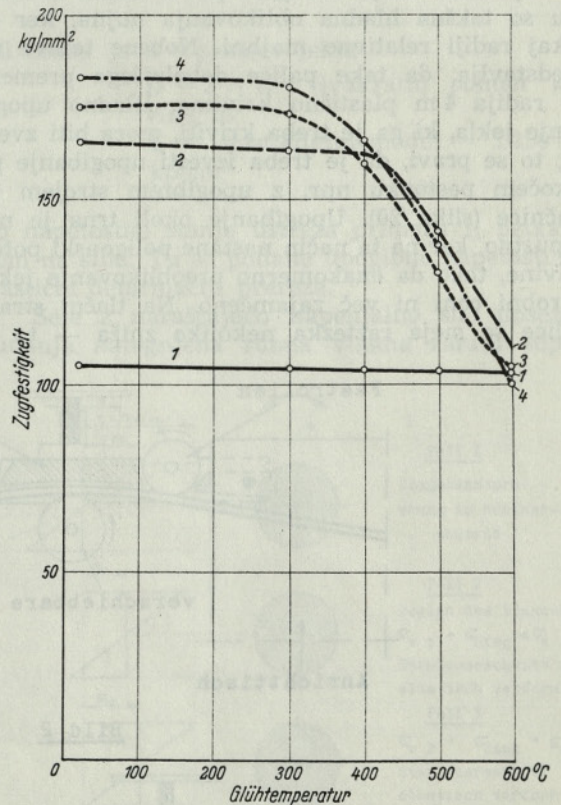


Bild 15. Zugfestigkeit bei 20°C in Abhängigkeit von der Glühtemperatur

- Nr. 1: Warmgewalzter Stabstahl St 60/90 von 26 mm Ø
- Nr. 2: Vergüteter Spanndraht St 145/165 von 5,2 mm Ø
- Nr. 3: Kaltgezogener Spanndraht St 160...180 von 5 mm Ø
- Nr. 4: Kaltgezogener Spanndraht St 180...200 von 5 mm Ø

Sl. 24

silca pa je bila zmanjšana od 10 cm na 8 cm. Višina nosilca je pri enoslojni armaturi znašala prav tako 50 cm in pri trislojni armaturi 90 cm.

Oba tipa nosilca sta bila naknadno prednapeta, in sicer za najneugodnejši stadij z maksimalno tlačno napetostjo na spodnji strani, ki je znašala do 170 kg/cm². Vлага betona je bila poprečno 3 0/0. Uporabljeno je bilo jeklo za napenjanje 80/105.

Najugodneje se je seveda ponašal nosilec, pri katerem je bilo jeklo najdebeleje prekrito in je torej segrevanje jekla potekalo najpočasneje. To so nosilci z okrepitevijo v vznožju. Rušenje se je pričelo šele po 90 do 120 minutah vpliva ognja.

Pri čistih T profilih se je začelo rušenje med 30 in 45 minutami vpliva ognja.

Slika 23 prikazuje enega izmed nosilcev po končanem preizkusu na ogenj.

Hitrost segrevanja je pri prekritju z betonom v debelini 4 cm znašala ca. 5⁰ C na minuto. Iz te

hitrosti segrevanja je ob upoštevanju kritične temperature, ki leži pri jeklu 80/105 pri 450⁰ C, možno izračunati začetek rušenja.

Zaključno bi hotel k tem preizkusom poudariti, da kaže toplo valjano jeklo za napenjanje pri visokih in dvoranskih gradnjah v primeru požara zelo ugodno odpornost, kar je treba pri načrtovanju prednapetih konstrukcij vnaprej upoštevati (slika 24). Na sliki je podan grafični prikaz rezultatov požarnih preizkusov. Vidimo, da jeklo trdnosti 105 kg/mm² po ohlajenju iz temperature 600⁰ C nič ne utrpi na svoji trdnosti.

V zgornjih izvajanjih sem poskušal opozoriti na probleme, katerim je treba pri napetem betonu posvetiti posebno pozornost. S pojasnilnimi primeri sem hotel pokazati, kako zelo je vredno, da se s temi problemi bliže ukvarjamo in jih rešujemo.

Prevedel B. F.

G. KERN

OBSERVATIONS ON THE DYWIDAG METHOD OF PRESTRESSING

Synopsis

In the beginning the author refers to the progress made in the past decennium in the field of prestressed concrete in the structural engineering. Today it is possible to make use of types of concrete of a much higher quality and concrete for special structural works. In this conjunction some better types of steels for prestressing or anchorage are available by which a reliable durability and greater resistance are warranted. With the aid of some illustrations and technical

data a number of cases is quoted where the Dywidag method for prestressing is applied: construction of bridge girders, great water towers, roads, halls, great tanks and skeleton structures. The problem of corrosion in the steel for prestressing is also dealt with and the results obtained from the performed tests are quoted. The article concludes with a discussion of the behaviour of Dywidag steels exposed to the fire attack.

iz naših kolektivov

EKSKURZIJA DRUŠTVA GRADBENIH INŽENIRJEV IN TEHNIKOV CELJE

DGIT Celje je dne 14. maja 1968 priredilo strokovno ekskurzijo na mariborsko področje. Ekskurzija je zelo uspela, saj se je udeležilo lepo število članov, skupaj kar 47.

V Mariboru je bilo najprej kratko predavanje v domu inženirjev in tehnikov, nato pa ogled regulacije Pesnice. Predavanje je imel direktor Vodne skupnosti Drava—Mura ing. Drago Mišič, ki je navzoče seznanil z glavnimi podatki in pomenu HMS Pesnice.

Po ogledu HMS Pesnica je Društvo nadaljevalo pot v Gornjo Radgono, vmes pa je bil še ogled cerkve Sv. Trojice, ki predstavlja biser baročne umetnosti.

Most prek Mure je dober primer meddržavnega tehničnega sodelovanja Jugoslavije in Avstrije, konkretno podjetij GIP »Gradis« in »Mayreder« iz Graza. Sama konstrukcija in sodobna tehnologija izvajanja del je bila za nas poučna. Karakteristični podatki: na mostu, ki je dolg ca. 110 m in širok ca. 16 m z dvema rečnimi oporniki, dela vsega 30 ljudi. Dela so se pričela izvajati v novembru 1967, po pogodbi obvez pa bodo končana proti koncu leta. Vsa gradbena in druga dela mostu z obrežnimi priključki bodo veljala okoli 550.000.000 S din, projekt, ki je izdelan pri podjetju »Mayreder« pa ca. 9.000.000 S din.

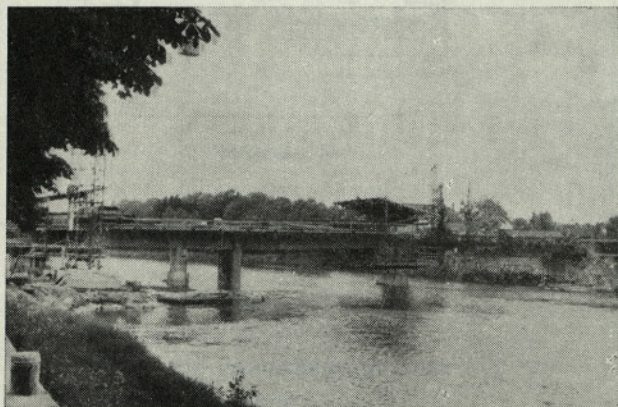
Dinamika gradbenih in drugih del se odvija po solidno pripravljenem terminskem planu, ki pa ni niti dolg, niti kratek. Strokovno razlago nam je nudil vodja gradbišča tov. Kanzian Robert, za kar se mu v imenu Društva najlepše zahvaljujem.

Pri povratku v Celje smo si ogledali še vinsko klet v Ormožu, ki je dala gradbeni operativi in projektivi zopet novih tehničnih znanj.

Tudi preizkušnja v kleti deponiranega blaga ob koncu ni bila odveč, saj smo se vsi veselili in dobre volje vrnili v Celje.

Ob koncu se zahvaljujem DGIT iz Maribora za prisrčen sprejem, katerega jim bomo Celjani vrnili. Zato Mariborčani — na svidenje v Celju.

Henrik Čmak, dipl. gr. inž.



Most prek Mure v Radgoni

OBJEKT »SINALCO« ODDAN INVESTITORJU

Dne 5. junija je bila slavnostna otvoritev tovarne za proizvodnjo brezalkoholnih pijač, ki jo je »Ingrad« zgradil v 100 dneh. Investitor je KK Žalec.

Glavni podatki objekta:

Hala je tlorisne površine 50 × 25, višine 6 m, prostor pa se deli v proizvodno halo in skladiščne prostore. Konstrukcija so železobetonski stebri, na katerih je montirana jeklena strešna konstrukcija razpetine 25 m.

Strop je siporex, stene pa durisol, kombinirane z valovitim salonitom, okna montažna, beneton profili, ostali deli sten pa so obdelani s kopelit steklom.

Z gradnjo objekta, oziroma pripravljalnimi deli smo pričeli 1. februarja 1968, v 100 delovnih dneh pa so bila končana vsa gradbena ter obrtniška dela. Vrednost vseh opravljenih del je 1.400.000 N din, medtem pa so bila izvršena še dodatna dela za ca. 440.000 N din. Vrednost celotnega objekta z opremo, ki so jo montirali Nemci pa je preko 7.000.000 N din.

Glavne porabljene in izvršene količine na objektu:

izkopa za točkovne temelje in odstranitev humusa	ca. 930 m ³
zasipa v hali	ca. 1140 m ³
vseh betonov, od katerih je največ vidnih opaža za vidne betone	ca. 500 m ³ ca. 1435 m ³
vse jeklene konstrukcije za ostrejšje, za razne razdelilne stene in betonska jekla za armirani beton	ca. 70 ton

Kanalizacija in tlaki so izvedeni iz kislinško odpornega keramičnega materiala.

Za zunanjo ureditev je bilo navoženo 4000 m³ nasisa, 650 m³ robnikov, Cestno podjetje Celje pa je opravilo 2.500 m² asfaltnih del.

Vsa instalacijska in energetska dela na objektu je opravilo združeno podjetje »Smelt«, iz Ljubljane.

Projekt je izdelal ing. Žerovnik iz projektivne organizacije Velenje, jekleno konstrukcijo pa ing. Vedlin iz Zavoda za metalne konstrukcije iz Ljubljane.

Objekt je bil zgrajen v rekordnem času, kar je nedvomno zasluga kolektiva, predvsem pa neposrednega izvajalca gradbišča Žalec. Prav ta objekt nam lahko služi kot dokaz, da je »Ingrad« zmožen ob pravilnem organiziranju del opraviti dela solidno in v kratkih rokih.

BETONARNA GP »TEHNIKA« STOŽICE

Slovenska in jugoslovanska gradbena podjetja uvajajo v zadnjih letih vedno več ukrepov, ki naj racionalizirajo delovne postopke, skrajšajo izdelavne roke, prispevajo k zmanjšanju delovne sile in ki naj v končni fazi pocenijo gradnje.

Beton in način njegove priprave je pri gradnjah eden od bistvenih elementov. Vse predolgo že vztrajajo gradbena podjetja pri tem, da pripravljajo beton na vsakem gradbišču posebej. Sodobnejše je centralno pripravljanje betona, ki lahko zajame več gradbišč oziroma podjetij, ali pa določeno področje. Transportni beton lahko z avtomešalci prevažamo do razdalje 40 kilometrov.

Centralna betonarna ima vrsto prednosti:

1. možno je betonirati na gradbišču takoj, brez večjih predhodnih pripravljalnih del;
2. nismo vezani na dovod vode, ki povzroča večsah težave;
3. odpadejo vsi stroški pripravljalnih del, razen postavitve prekladalnega silosa ali črpalne naprave za beton, ki pa so minimalni;
4. rešen je problem preskrbe betona na gradbiščih, kjer betonarne zaradi pomanjkanja prostora ni mogoče postaviti;
5. prihranek pri delovni sili in mehanizaciji;
6. možno centralno ogrevanje betona v zimskem času;

7. konstantna kontrola in kvaliteta betona.

Res je, da so potrebne za moderno betonarno večjih kapacitet velike začetne investicije in specialna vozila za prevoz betona, vendar nam prednosti, ki smo jih našli, odtehtajo te pomanjkljivosti.

Ze bežen izračun ekonomičnosti centralne betonarne nam za manjša gradbišča (do 3000 m³ betona) opravičuje njen obstoj. Če pa upoštevamo še vse prednosti, ki so bolj organizacijskega in ne toliko finančnega značaja, o tem ne bomo več razmišljali. Za podjetje je zelo veliko breme vzdrževanje velikega števila mešalcev in naprav. Zraven tega je bilo potrebno k tem mešalcem priskrbeti strojnike, ki so se v glavnem ukvarjali s stroji, pa četudi je bil mešalec izkoriščen v 8 urnem delovnem času le z 10%, večkrat pa še manj. Izračuni so pokazali, da znaša poprečna izraba gradbiščnih betonarn le ca. 20 do 25% celotnega delovnega časa. K temu dodajamo še to, da se je na manjšem gradbišču v času betoniranja vrtelo okrog betonarne tudi do 5 delavcev vključno s strojnikom, čeprav se je tega dne zabetoniralo le 30 m³ betona. In če ima podjetje hkrati 8 majhnih gradbišč, ki so v visokogradnji običajna, je to 40 neracionalno zaposlenih delavcev. Centralna betonarna bo zaposlovala le dva in lahko opravi enako delo v enakem času z znatno manjšimi stroški in naporom.

Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij je prevzel nalogo, da izvede moderno separacijo gramoznih agregatov. To se je uresničilo v letu 1960/61, ko je šla v pogon separacija s kapaciteto 80.000 m³ agregatov letne proizvodnje. Redna proizvodnja gramoznice pa je stekla šele leta 1963. Separacijo in gramoznico je prevzelo podjetje »Cementar«, strokovno vodstvo pa je še vedno imel ZRMK. Že zgodaj pa so ugotovili, da sama separacija ni dovolj, da podjetja kupujejo naravno mešanico, ki je bila razmeroma poceni, in jo sami separirajo, saj je kvalitetna in nima mnogo humuznih primesi. S takim načinom izkopavanja in izrabe gramoznice pa se je delala gospodarska škoda, saj gramoznica in separacija nista služili tistemu namenu, za kar sta bili postavljeni. Podjetje »Cementar« je skušalo to pomanjkljivost odpraviti s tem, da postavi betonarno in začne s proizvodnjo betona. Betonarna je bila v letu 1964/65 dograjena, služila pa je zaradi premajhne kapacitete le potrebam podjetja. Sredstev ni bilo, separacija pa ni služila toliko, da bi ostala na skladih kaj večja sredstva. Zato so se člani kolektiva odločili za združitev s podjetjem, ki ima hotenje, strokovnjake in velike potrebe po peščenih agregatih in betonih.

Naše podjetje je postavilo provizorično centralno betonarno v svoji separaciji na Fužinah že leta 1965. S to betonarno je podjetje oskrbovalo le del svojih večjih gradbišč v Ljubljani in njeni neposredni okolici. Več nam ta betonarna pri kapaciteti 12 m³/h ni dopuščala.

Po pripojitvi podjetja »Cementar« je delavski svet podjetja »Tehnika« izglasoval dva sklepa:

1. celotno separacijo je treba v najkrajšem času generalno popraviti, ker so bile vse naprave precej dotrajane;

2. takoj je treba pristopiti k investiciji moderne centralne betonarne s kapaciteto do 50 m³/h.

Oba sklepa sta danes izpolnjena. Generalni remont separacije je bil izvršen do spomladi, pri čemer so stroški znašali približno 300.000 N dinarjev. Montirana in odprta je nova betonarna.

Sama investicija betonarne je potekala takole: strokovne službe podjetja so v poznem poletju lanskega leta analizirale, kakšna betonarna nam je potrebna za naslednjih 10 do 15 let, kakšna naj bo kapaciteta, kakšen naj bo način povezave s separacijo in koliko naj bo avtomatizirana. Strokovnjaki podjetja so si v jeseni ogledali več betonarn v Jugoslaviji, Avstriji in Zahodni Nemčiji. Podjetje je zbralo več ponudb renomiranih firm kot na primer: Arnab, Liebherr, Eirich, Zyklos in Pfister, — vse iz Zahodne

Nemčije, ponudbe firme Johnson iz ZDA in ponudbe firme Compagnia italiana forme acciaio. Poleg tega je posebno ponudbo stavilo tudi podjetje »Itas« iz Kočevja skupno s firmo Pfister iz Augsburga v Zahodni Nemčiji. Ponudbe se med seboj niso bistveno razlikovale v ceni. Večje razlike so bile pri sistemih krmiljenja in pri razporeditvi posameznih peščenih agregatov in cementov.

Odločili smo se za ponudbo podjetja »Itas«. Pri tem je podjetje »Itas« izdelalo jekleno konstrukcijo, silose za peščene agregate, silose za cement, priključke na obstoječo separacijo in razvejišče ob separaciji. Transportni trak od razvejišča do vrha betonarne je izdelalo kovinsko podjetje Ajdovščina. Betonski mešalec je od firme »Teksa« iz Zahodne Nemčije, vsa ostala oprema z elektromehanskim krmiljenjem, merjenjem vlage, doziranjem vode, cementa in peščenih agregatov, ter doziranjem dveh kemičnih dodatkov, je od firme Pfister. Ta firma je tudi opremila betonarno z avtomatičnim regulatorjem, ki na vsaki dobavnici zabeleži vse dejanske komponente v betonu za vsako vrsto proizvedenega betona.

Podjetje »Itas« je začelo z montažo betonarne dne 2. aprila 1968 in jo končalo v dobrih dveh in pol mesecih. V času poizkusnega obratovanja je bilo potrebno odpraviti samo nekaj manjših pomanjkljivosti, kar je pri takem objektu pravzaprav normalno.

Z novo betonarno želi podjetje »Tehnika« modernizirati in racionalizirati vgrajevanje betona na svojih gradbiščih in doseči večjo in konstantno kvaliteto. Kapaciteta betonarne je taka, da računa podjetje tudi s prodajo betona vsem tujim koristnikom, ki bodo za tako vgrajevanje betona zainteresirani. Podjetje prevaža beton s kamioni kiperji in z avtomešalci. Prevoz je možen do razdalje 40 km. Za vgrajevanje betona bomo imeli specializirane grupe betonercev, ki bodo prišli vgraditi beton tudi »na dom«, če bodo kupci za to zainteresirani. Beton bodo dobili že izgotovljen in v času, ko ga bodo potrebovali, da jim ne bodo na skopo odmerjenih prostorih gradbišča v napoto nepotrebne deponije gramozov. Kvaliteta kakršnekoli mešanice in marke betona bo konstantna in pod stalnim nadzorstvom laboratorija.

Investicijski stroški za betonarno znašajo približno 2.500.000 dinarjev.

Za prekladanje betona iz kamionov v žerjavne posode je podjetje osvojilo izdelavo posebnih hidravličnih prekladalnih silosov kapacitete 3 m³ in 4 m³. Ti silosi so na našem tržišču novi in jih do sedaj ne proizvaja nobeno jugoslovansko podjetje. Izdelali smo jih že večje število za gradbena podjetja po vsej Jugoslaviji.

Lokacija nove betonarne je v neposredni bližini separacije. Zato je možno urediti transport glavnih težkih materialov (gramoza) direktno iz separacije s transportnimi trakovi. V višinskih silosih betonarne — kapacitete 200 m³ se gramoz deponira in ocedi. Cement se transportira iz cementarne v cisternah ter se nato pnevmatično črpa v silose. Predvidena je uporaba dveh vrst cementa. Voda priteka direktno iz industrijskega vodovoda ter se dozira prek vodnega števca. Kemični dodatki se črpajo iz sodov s pomočjo črpalk ter dozirajo preko mernih cilindrov. Maksimalna kapaciteta betonarne znaša 50 m³ betona na uro. Predpostavljamo, da bo obratovala s polno zmogljivostjo le ob konicah, poprečno pa s 60% na uro ali 50.000 m³ letno v rednem delovnem času. Vse naprave na betonarni so popolnoma avtomatizirane, vključno z merjenjem vlage z električnim higroskopom in dovozom gramoza v silose betonarne. Možno bo izdelovati poljubno število vrst betonov s tem, da s pritiskom na določeni gumb lahko dobimo katerokoli mešanico med desetimi, istočasno vloženi programi. Doziranje vode se vrši dvakratno. Prvič do neke določene temeljne vlažnosti, ki je kontrolirana s higrometrom Rost in jo pogojuje vlažnost agregatov, in drugič preko avtomatske električne ure do vnaprej določene konsistence. Na

ta način bodo odstranjena nihanja, ki nastajajo zaradi različnih vlažnih agregatov. Po dodaji vseh komponent v mešalec se prične mokro mešanje, ki je določeno s posebnim časovnim relemem tako, da je možno odpreti loputo mešalca za praznjenje šele po preteku vnaprej določenega časa. Prav tako so v avtomatiko vnešena električna zapirala, da ni možno polnjenje tehtnice prej, preden ni le-ta popolnoma izpraznjena. Na komandni plošči so nadalje vgrajeni signali, ki sporočajo stanje surovin v posameznih silosih. Silosi pa so v ta namen opremljeni z elektronskimi merilci nivojev. Posebno stikalo avtomatično zapre zapiralo bunkerja v separaciji, da ne more priti do presipavanja gramozna preko silosov betonarne. Kot neko posebnost moramo omeniti še, da je možno tudi avtomatično mešati mešanice s polovičnim polnjenjem mešalca in tako prodajati tudi 0,5, 1,5, 2,5 m³ itd. betona na eno vozilo. Mešanje betona na eno vozilo se izvrši popolnoma avtomatično s predhodno nastavitvijo števila ciklusov mešanja. Omeniti moramo še napravo za tiskanje dobavnice, kjer bo vsaka mešanica dobila dokument, kako je sestavljena. Dobavnica bo istočasno služila za evidenco prodanih količin betona prodajalcu in kupcu ter za knjiženje. Betonarna bo tudi lahko proizvajala suhe betonske mešanice v primeru, da so predvideni daljši prevozi. Dodaja vode in mešanje se bo izvršilo šele v avtomatiku tik pred vgraditvijo. Izlivni lijak iz mešalca, oziroma iz suhe mešanice bo možno prilagoditi višini, oziroma kapaciteti transportnih sredstev (2,0 m³, 3,5 m³, 5,5 m³) po tipih vozil za beton, ki jih bo izdeloval ITAS Kočevje. Centralno krmiljenje transportnih trakov za polnjenje silosov betonarne se bo vršilo na komandni plošči v betonarni. V primeru prodaje gramozov drugim kupcem na razvejišču bo možno krmiljenje trakov z dodatne komandne plošče, ki bo

nameščena v prodajnem oddelku ob separaciji, vendar le v primeru, ko bo dal glavni strojnik na betonarni privoljenje, s posebnim, za to namenjenim stikalom.

Celotna nosilna konstrukcija betonarne, kakor tudi silosov za gramoz in cement je v jekleni izvedbi. Temelji so iz armiranega betona. Prva in druga etaža betonarne sta na zunanjih straneh obloženi s salonitnimi ploščami. Osvetlitev notranjih prostorov je zagotovljena z lesenimi okni. Kabina za krmiljenje je z notranje strani dodatno izolirana z lesenimi iver ploščami in stiroporom deb. 5 cm.

S temi napravami bo omogočeno kupcem, da točno ugotovijo, kaj so prejeli in to s točnostjo $\pm 5,00$ kg.

Vse odpadne vode, ki bodo nastajale zaradi pranja mešalca in drugih naprav, se bodo prečistile s posebnim usedalnikom in odvajale v kanalizacijo.

Tehnični podatki:

Maksimalna kapaciteta	50 m ³ /uro
Računska kapaciteta	25—30 m ³ /uro
Kapaciteta silosov za gramoz	200 m ³
Kapaciteta silosov za cement	a) 150 t b) 80 t
Kapaciteta tehtnice za gramoz	2500 kg
Kapaciteta tehtnice za cement	500 kg
Mešalec »TEKA« kapaciteta	1500 l svežega betona ali 1000 l vgrajenega betona
Kapaciteta transp. traku za polnjenje	100 m ³ /uro
Vodovodni priključek	3—6 atm
Električni priključek	3 × 120 mm ² — 380 V
Kompresor	1000 l/min
Roothovo pihalo za rahljanje cementa.	

iz strokovnih revij in časopisov

NAŠE GRADEVINARSTVO — 1968 ŠT. 5

Ing. M. Korica, programer Energoprojekta: Prime-mena elektronskih digitalnih računskih mašina u građevinarstvu, NG str. 69—71.

A. Barjaktarović, dipl. ek.: Uticaj stambene izgradnje na zaposlenost, NG str. 72—78, 4 tab.

Ing. M. Debeljković: Mogućnost transporta boksita žičarom za potrebe aluminijumskog kombinata u Titogradu, NG str. 78—85, 6 sl., 2 tabl.

Stručne knjige i časopisi — NG str. 85—87.

Dr. S. Marjanović: Istraživanje i razvoj, OR str. 97—98.

Ing. D. Bošković, direktor inst. za org. rada i automatizaciju poslovanja u Beogradu: Uvod u tehniku mrežnog planiranja (PERT, CPM), OR str. 98—106, 14 sl.

Mgr. ek. M. Tourki-Pantelić, asist. univ.: Model optimalnog programa ulaganja deviznih sredstava u uvoz repromaterijala, OR str. 106—109.

Stručne knjige i časopisi:

- Knjiga za inženjere: »Tehnologija upravljanja«.
- Napredno rukovođenje u preduzeću.
- »Moderna organizacija« — 1/1968
- Radni dan »prosečnog« direktora, OR str. 117—120.

IZGRADNJA — Beograd, 1968

M. Jarić: Građevinarstvo na komercijalnim sajmovima, str. 1—3, 4 sl.

Ing. A. Marković: Sistem inženiringa kod proiz-

vodnje stanova za tržište (Iskustva Poslovnog udruženja »INPROS«), str. 4—13, 5 sl.

Ing. S. Pejanović: Aktuelna problematika individualne stambene izgradnje, str. 14—22, 7 sl., 11 tab.

Ing. P. Daničić: Modernizacija glavne magistralne železničke pruge u SR Srbiji (Beogradski železnički čvor), str. 22—30, 13 sl.

Ing. Đ. Radovanović: Problem saobraćajnog čvora na Trgu branilaca Beograda (»Mostar«), str. 31 do 33, 1 sl.

Iz inostranih časopisa — str. 33—34, 2 sl.

Iz Saveza građev. inž. i tehn. Srbije, str. 35

Pregled mesečne periodike i knjiga str. 35—36

Smotra projektantskih i građevinskih preduzeća, proizvođača građevinskog materijala i proizvođača mehanizacije, sredstava za rad i opreme za građevinarstvo, str. 37—64

STANDARDIZACIJA — 1968

Ing. V. Lubičić: XVII zasjedanje tehničkog komiteta ISO TC/61 plastične mase, str. 3—6

Anotacija predloga standarda iz oblasti građevinarstva — Asbestcementni proizvodi — Asfaltni beton — tehnički uslovi za izradu livenih asfalta, str. 11

Međunarodna standardizacija — Prilježena dokumentacija, str. 20—22

Novi objavljeni jugoslovenski standardi, str. 23—25

Zaštita od korozije, str. 24

Šuplji blokovi od gline za međuspratne konstrukcije, str. 24

Dokumentacija, publikacije, referati, sinopsi, bibliografski podaci, kratak sadržaj publikacija, str. 24 do 25

DOKUMENTACIJA ZA GRAĐEVINARSTVO I ARHITEKTURU, 1968 — ŠT. 152

- ILG — 344. Proizvodnja u gradjevinarstvu u januaru 1968. g.
 ILG — 345. Lični dohoci u gradjevinarstvu i ostalim oblastima privrede u decembru 1967. g.
 ILG — 346. Poslovna udruženja u gradjevinarstvu i industriji gradjevinskog materijala
 DGA — 919. Kontrola kvaliteta postavljanja krovnih hidroizolacionih materijala
 DGA — 920. Zaštita fabričkih dimnjaka sa prstenovima
 DGA — 921. Prethodno dimenzioniranje prednapregnutih betonskih konstrukcija
 KIG — 57. Klasifikovani indikatori za gradjevinarstvo

DOKUMENTACIJA ZA GRAĐEVINARSTVO I ARHITEKTURU, 1968 — ŠT. 153

- DGA — 922. Opšta uputstva za izdavanje uverenja za pregrade od gipsa
 INPROS — 3 (separat). Pregled stručnih časopisa:
 — Architecture d'aujourd'hui 37 — 1967
 — Architecture d'aujourd'hui 38 — 1968

- Arhitektura SSSR 1 — 1968
 — Bauplanung-Bautechnik 2 — 1968
 — Beton i železobeton 2 — 1968
 — Cahiers du C. S. T. B. 90 — 1968
 — Deutsche Bauzeitschrift 3 — 1968
 — Pozemny Stavby 2 — 1968
 — Stroitelnyje materialy 3 — 1968
 TKD — 128. Cene gradjevinskog materijala u februaru 1968. g.

MATERIJALI I KONSTRUKCIJE, 1967 — ŠT. 5

- Š. Slimak: Prvi rezultati rezistivimetrijskih mjerenja, str. 3—9, 8 sl., 1 tab.
 Ing. L. Jovanović: Dvadeset godina instituta »Jaroslav Černi«, str. 10—16, 8 sl.
 Arh. S. Pejanović, direktor instituta: Institut za ispitivanje materijala SR Srbije, str. 17—27
 Savetovanja, str. 28
 Iz Jugoslovenskog društva za mehaniku stena i podzemne radove, str. 28
 Iz Saveza jugoslovenskih laboratorija, str. 29
 Iz Jugoslovenskog nacionalnog komiteta za visoke brane, str. 29—30

Ing. A. S.

ocene in prikazi

UREDITVENI NAČRT ŠKOFJE LOKE

Čeprav z zamudo, želimo vendarle registrirati to pomembno urbanistično dokumentacijo, ki sta jo v lični brošuri pod zgornjim naslovom izdala skupščina občine Škofja Loka in Urbanistični zavod — Projektivni atelje v Ljubljani. Dokumentacijo je pod vodstvom dipl. ing. arh. Staneta Koviča izdelal navedeni zavod ob sodelovanju institucij: Projekt nizke zgradbe, Ljubljana; Elektro Kranj in Splošni projektivni biro Ljubljana.

Publikacija obsega naslednja poglavja:

A. OPREDELITEV VPLIVNEGA OBMOČJA
 B. OSNOVNE UGOTOVITVE URBANISTIČNEGA PROGRAMA

- perspektivna razporeditev in dinamika prebivalstva;
 — prognoza zaposlitve;
 — bodoče osnove prometa;
 — vodna oskrba.

C. PROGRAMSKE OSNOVE UREDITVENEGA NAČRTA ŠKOFJE LOKE

- prostorske karakteristike;
 — zgodovinski razvoj Škofje Loke;
 — zaščita kulturno-zgodovinskih spomenikov in pomembnejših urbanističnih ambientov;
 — izhodišča za ureditev Škofje Loke:
 razpoložljivi urbanski prostor;
 organizacija naselitve, soseske in razporeditev prebivalstva v mestu;
 pričakovane spremembe v strukturi prebivalstva;
 potrebe po rasti in strukturi stanovanjskega fonda;
 bodoči razvoj osnovne in regionalne oskrbe;
 organizacija oskrbe prebivalstva;
 organizacija javnih funkcij;
 turistična vloga Škofje Loke;
 izhodišča za dimenzioniranje proizvodnega coninga.

C. PROSTORSKA UREDITEV MESTA ŠKOFJA LOKA

- obstoječi coning;
 — ureditveno območje:
 stanovanjski coning;
 industrija;
 cona rekreacijskih in zelenih površin;
 — daljinski in krajevni promet:
 cestni promet;
 parkingi in garaže;
 železniški promet;
 — komunalne naprave:
 vodovod;
 kanalizacija;
 električno omrežje in naprave;
 — etapni načrt in utemeljitev razvoja mesta.

Iz navedenega pregleda vsebine je viden širok prijem, s katerim so se avtorji urbanistične dokumentacije za ureditev Škofje Loke lotili perečega problema. Tudi tu se je bilo treba spoprijeti z močnim procesom urbanizacije, ki se je po vojni bolj kot kdaj uveljavil tudi v škofjeloški občini in zajel večji mestni center z bližnjim in oddaljenim zaledjem. Gospodarski razvoj na področju mesta je povzročil močno imigracijo vaškega prebivalstva v mesto. Ker pa niso bili na razpolago urbanistični programi in zazidalni načrti, so bile pri izgradnji stanovanjskih in drugih objektov storjene mnoge napake v obliki zgrešenih ali nesmotrnih izvedb.

Generalni urbanistični načrt Škofje Loke je moral rešiti vrsto problemov, ki rastejo iz zelo različnih in mnogostranskih funkcij tega starega in lepega slovenskega mesta. Gre zlasti za to, da se dragocena dediščina preteklosti čimmanj boleče vključi v sodobni utrip novega časa. Za nove stanovanjske in industrijske gradnje so potrebne nove zazidalne površine, ki pa jih je treba tako oblikovati, da nastane harmonična celota, ki ne bo škodljivo vplivala na prirodne danosti

in zgodovinski značaj srednjeveškega mesta. Posebno poglavje je ureditev mestnega prometa, kajti ob ohranitvi zgodovinskih in prirodnih vrednot je vendarle treba ustreči sodobni naraščajoči motorizaciji.

Program urbanističnega razvoja Škofje Loke ima naslednja izhodišča:

1. Demografske analize so pokazale, da bo mestno prebivalstvo naraslo od 8830 oseb v letu 1964 na 14.300 oseb v letu 1994, torej se bo v 30 letih skoraj podvojilo. Zaradi prometnega razvoja bo pomembna tudi satelitska vloga Škofje Loke glede na samo 24 km oddaljeno slovensko glavno mesto Ljubljano. Generalni načrt je zato moral rezervirati površine za nadaljnjih 10.000 prebivalcev. Mestni regulacijski načrt je torej usmerjen na 25.000 prebivalcev.

2. V generalni mestni načrt so vključena tudi okoliška, zdaj še večidel vaška naselja.

3. Organizacija mestne aglomeracije Škofje Loke upošteva oblikovanje štirih stanovanjskih področij:

— osrednji stanovanjski prostor Škofje Loke, ki ga sestavljajo srednjeveško mestno jedro in najbližji mestni deli (Puštal, Hosta, Stari dvor). Na tem področju je predvideno 6500 prebivalcev (danes 3805);

— vzhodno od osrednjega stanovanjskega naselja bi se razvila manjša soseska Suha s 3300 prebivalci;

— kot tretja stanovanjska naselbina je predvidena soseska Stara Loka (4500 prebivalcev);

— rezervne stanovanjske površine so v načrtu v severnem mestnem delu za hribom Kamnitnikom, ki sicer ostane zelena površina mesta. Tu naj bi se oblikovala samostojna soseska z 10 000 prebivalci.

4. V soglasju s planirano organizacijo naselja je predvidena tudi njegova oprema. V središčih posameznih stanovanjskih področij bodo zgrajeni preskrbovalni in servisni objekti, osnovne šole s telovadnicami in športnimi parki, ustanove otroškega varstva, zdravstveni domovi in domovi za kulturne ter družabne dejavnosti v vsaki soseski.

Glavni center v osrednji stanovanjski coni Škofje Loke mora obsegi celotne osrednje funkcije mestne regije. Večina teh dejavnosti bo situirana v starem mestnem delu, tako zlasti kulturna in upravna dejavnost, potem nekateri specializirani obrati in specializirane trgovine. V novem delu centra je predvidena velika trgovina, kulturni dom s kino dvorano za 500 gledalcev, hotel, restavracija, nove šole in povečanje avtobusne postaje kot osnovnega prometnega vozlišča v mestu.

5. Izvajanje tega programa zahteva letno izgradnjo 92 stanovanj ali 206.000 m³ stanovanjske površine, izgradnjo 7.500 m² poslovnih prostorov s pritliklinami, 5.200 m² novih gostinskih objektov, 4.700 m² raznih servisnih prostorov, 14.000 m² šol, 4.600 m² otroških vrtecev in tako dalje.

6. V ureditvenem načrtu Škofje Loke — obseg skoraj 500 hektarjev — je predvideno 126 ha za stanovanjske površine, 8,8 ha za zgraditev centra, 53 ha za mestno jedro pod spomeniškim varstvom, 73,3 ha za industrijo, obrt in drobno dejavnost, 20 ha za rekreacijske prostore, 5,7 ha za šole, 14 ha za vrtove in 4 ha za novo mestno pokopališče. Ostale površine pripadajo prometu in javnim parkirnim prostorom.

7. Generalni ureditveni načrt Škofje Loke upošteva tudi čim popolnejšo ohranitev zgodovinskih vrednot, ki so zbrane v starem mestu. Škofja Loka mora dobiti status kulturnega središča s posebnim poudarkom na srednjeveški razvoj slovenskih mest, in status mesta, ki naj zbere izredno bogastvo slovenske etnografske dejavnosti. V svojem prelepem naravnem okolju naj postane Škofja Loka kulturno zgodovinsko središče naše bogate srednjeveške dediščine.

Kot primer našega urbanističnega urejanja podajamo gornji izvleček iz dokumentacije o ureditvenem načrtu Škofje Loke, ki je tudi kot publikacija izdan v lepi, grafično zelo ustrezni obliki. Škoda samo, da je bil jezikovni pregled zelo pomanjkljiv in je v tekstu ostalo veliko pravopisnih in jezikovnih napak.

B. F.



Ureditev starega dela mesta

Uvajanje novih tehnoloških postopkov v gradbeništvo:

OSUŠEVANJE ZIDOV Z ELEKTROOSMOZO

I. Vlažno zidovje

Voda in vlaga sta največja sovražnika vseh zgradb in konstrukcij, ker sta nosilca kvalitativne spremembe v strukturi in sestavi materiala. Voda vnaša v materiale objektov škodljive prvine (sulfate, kloride, nitrati itd.), ki vplivajo in razkrajajo predvsem topljive snovi v gradbenih materialih (apno) in tako spremenijo material, razkrojene in izlužene snovi pa odlagajo na površini zidovja pri prehodu vlage v zrak. Proces razkrajanja materiala pod gornjimi vplivi imenujemo korozijo, ki v splošnem ni odvisna od temperature.

Voda in vlaga se dvigata v materialih po porah navzgor tako, da se vlaga z vsemi škodljivimi solmi prenaša od temeljev po zidovih v višino in iz notranjosti zidovja na površino zidu, kjer soli razkrajajo omet in okolico. Škodljivi vplivi vlage in transportiranih soli so večstranski, najprej škodljivi za prebivalce in opremo ljudi v stanovanjih, sicer pa škodujejo materialu zidovja, ometov in zlasti slik na zidovju s tem, da zmanjšujejo trdnosti in obstojnost uporabljenih materialov zaradi kemijskega in mehanskega razkrajanja.

Dviganje vode v porah materiala, to je tako imenovani kapilarni dvig, seže v višino lahko do 20 m tako, da je praktično pod vplivom korozije pretežno večina objektov. To je predvsem primer pri starih objektih, kjer temelji niso izolirani in se kapilarna vlaga iz terena prenaša v gornje zidovje.

II. Princip elektroosmoze

Elektroosmoza je potovanje delcev pod vplivom električnega polja. Naboj delcev določa smer gibanja glede na polje. Električno polje lahko ustvarimo z zunanjim virom istosmerne električne napetosti (aktivna elektroosmoza), ali pa primerno izrabimo napetosti, ki nastanejo pri gibanju tekočine v poroznem telesu (pasivna elektroosmoza).

Oba načina ustvarjanja električnega polja uporabljajo v svetu za osuševanje v gradbeništvo in drugje.

Najprej se je v praksi uporabljal sistem elektroosmoze. Vendar se zaradi trajne porabe električne energije in velike porabe elektrod ni preveč razširil. Zato se je iskala boljša rešitev na bazi pasivne elektroosmoze brez stalnega toka in brez

elektrod, ki se trošijo, boljša rešitev torej predvsem iz ekonomsko-tehničnih razlogov.

Zato dajemo to informacijo le za sistem pasivne elektroosmoze, ki je v praksi lahko izvedljiva in uspešna.

Pri pasivni elektroosmozi nastopa v materialu električna napetost le tam, kjer je prisotna dvigajoča se kapilarna vlaga. Rezultati osuševanja, ugotovljeni okularno in z meritvami, pa so doseženi samo takrat, če so za to ustvarjeni fizikalni pogoji za izkoriščanje takih napetosti. To pa dosežemo z vgrajevanjem posebnih elementov v vlažno zidovje (nosilec napetosti), ki vsebujejo tehnično-fizikalne pogoje za odvajanje vlage. S tem odpadajo naprave za stalno napetost in dovajanje električnega toka.

V teku časa in z mnogimi meritvami je uspelo določiti tudi metode za merjenje potenciala, ki sicer vsebuje za zidovje z različnimi solmi eksperimentalno določene konstante.

Najbolj učinkuje pasivna elektroosmoza pri maltah, kjer je dviganje vlage (kapilarno) dvakrat hitrejšo kakor pri žilindrinah kamnih. Tako je pri opečnem zidu (opeka in malta) apneni vezivo pri močni vlagi izluženo (apneni cvet na ometu) in malta v spojnicač močno porozna.

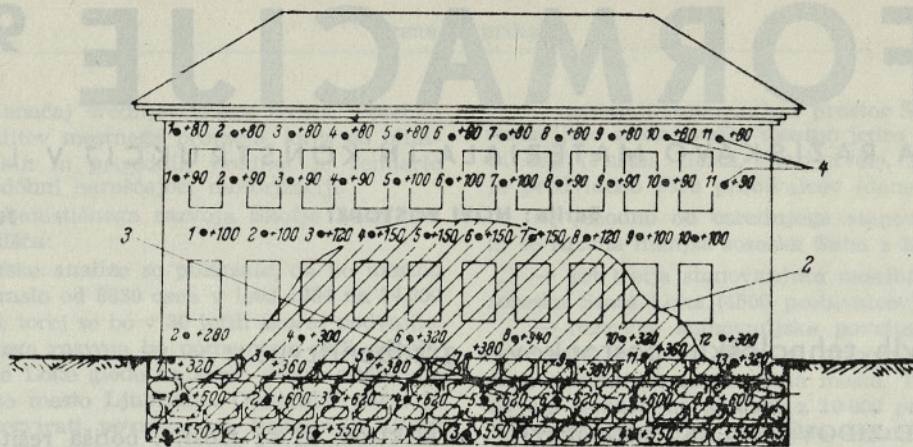
Zato obstaja mišljenje iz praktičnih izkušenj, da se odvija proces osuševanja z elektroosmozo pretežno v opeki in da predstavlja malta v spojnicač s porno tekočino le funkcionalni most celotnega procesa.

Za razlago in pregled prevodnih vrednosti pri različnih tekočinah (voda, vode s primesmi) navajajo naslednje upore pri gibanju skozi materiale:

kvaliteta vode (porna vlaga)	specifični upor Ω m
destilirana voda	260
rečna voda	50—70
talna voda	0,01—0,1
slana voda (NaCl)	0,00005

Sicer pa je znano, da so stari in vlažni zidovi kisli zaradi soli (sulfati, kloridi, nitrati) in zato prevodni.

Številne meritve napetosti na vlažnem zidovju dajejo med zidom in zemeljskim zasipom razlike napetosti do 900 mV. Tako je zid neke vrste akumulator, kjer je pozitivni pol nad zemljo, negativni pol pa v talni vlagi oziroma na vrhu fundamenta.



Skica 1

1 shematski prikaz
2 cona dvigajoče se zidne vlage

3 cona naravne vlage
4 merilna mesta

III. Praktična rešitev osuševanja s pasivno elektroosmozo

V Zavodu za raziskavo materiala in konstrukcij v Ljubljani smo v času poslednjih let opravljali poskuse za osuševanje zidov na podlagi elektroosmoze. V teku je tudi osuševanje zidovja Lutrove kleti v Sevnici z aktivno električno napetostjo (Fizikalni oddelek ZRMK).

Medtem pa je prevzel Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij način osuševanja zidov po švicarski licenci na temelju poskusno izkoriščene pasivne elektroosmoze. V teku tega leta bo ta metoda v Zavodovih laboratorijih in paralelno v praksi preiskana tudi pri nas zaradi atestiranja sistema in uvajanja v našo prakso. Zato se je odločil ZRMK za lastne preiskave, ker je ta sistem relativno ekonomičen, po inozemskih atestih pa v vseh materialih zidov funkcionalno uspešen in trajen, saj daje nosilec licence desetletno garancijo, ki je po upravno-pravnih predpisih najvišja možna garancijska doba v Švici (licenčni nosilec).

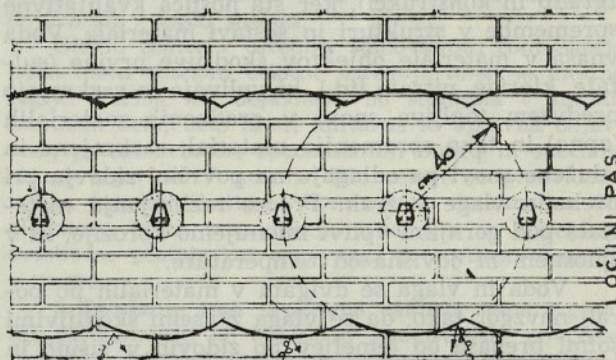
Elementi za osuševanje zidov s pasivno elektroosmozo, ki je uvedena na zahodu, tvorijo sistem RAEM. V nadaljevanju dajemo kratek opis elementov s spremnimi tehničnimi in uporabnimi podatki in slike nekaterih izvedenih primerov.

1. Opis in sestava elementa

Z elementi se prepreči kapilarni dvig v zidu. V primerni razdalji vzdani elementi, katerih akcijsko polje je kroglja z radijem razdalje vzdanih elementov, ustvarijo v zidu ločilni pas, ki odvaja vlago in prepreči njeno nadaljnje kapilarno dviganje. Na ta način se v nekaj mesecih osuši vse zidovje nad ločilnim pasom zidu.

Element je cev trapezaste oblike, izdelana iz posebnega materiala (keramični material) z visoko poroznostjo in prepustnostjo in je po višini predeljena v dva prekata, ki omogočata cirkulacijo zraka skozi element.

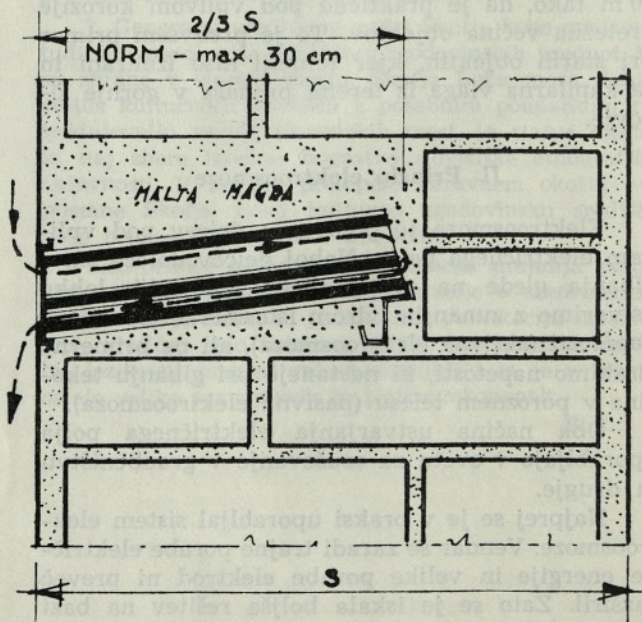
Dve dvojni bakreni žici kot elektrodi med prekati sta povezani z bakrenim ležiščem na kraju elementa v zidu. To ležišče omogoči pravilen pa-



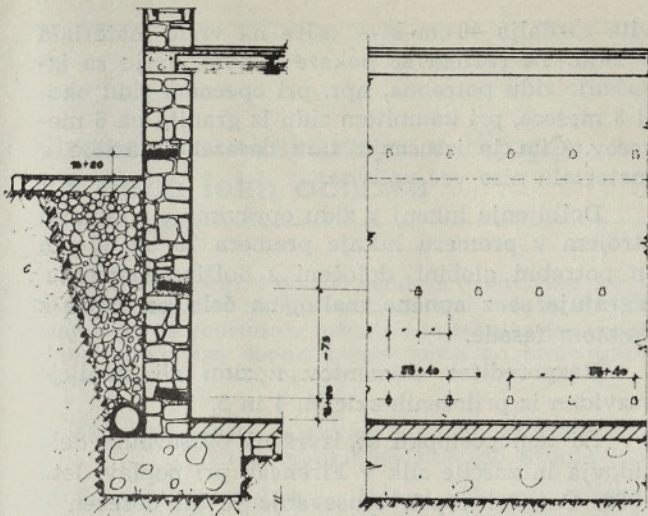
Skica 2. Vplivni, ločilni pas učinka osuševanja zidu

dec in cirkulacijo zraka skozi element ter električni stik z zidom.

Tako opremljen element deluje po spredaj opisanem principu elektroosmoze in ustvari lahko, istosmerno električno polje jakosti nekaj sto mV.



Skica 3. Presek zidu z elementom



Skica 4. Položaj elementov v zidu. Kletno zidovje

Material elementa je žgana keramika, sestavljena iz več vrst glin posebnih kvalitiet, ki omogočajo stalno poroznost materiala, tako da je stalno prepusten tudi za vodi primešane soli in je onemogočeno odlaganje ter sinteranje teh soli v porah materiala. Možnost dihanja tj. prepustnosti materiala za elemente je funkcionalni pogoj za opisani sistem pasivne elektroosmoze.

Dimenzije elementa so površina prečnega preseka, ki je stalna, in dolžina elementa, ki je odvisna od debeline zidu (glej skico št. 3), razpoložljive dolžine pa so 5, 10, 15, 20, 25 in 30 cm, lahko pa se naročijo še posebne dolžine pri izredno močnih zidovih.

2. Funkcioniranje elementa

Tehnični podatki za funkcioniranje elementa so naslednji:

k = prepustna moč elementa za cirkulacijo zraka skozi prekate v 24 urah, znaša $28\text{--}30\text{ m}^3$ zraka;

b = absorpcijska sposobnost ostenja elementa;
 m = fizikalna moč pasivnega elektro-osmotskega in enosmernega električnega polja (do 900 mV).

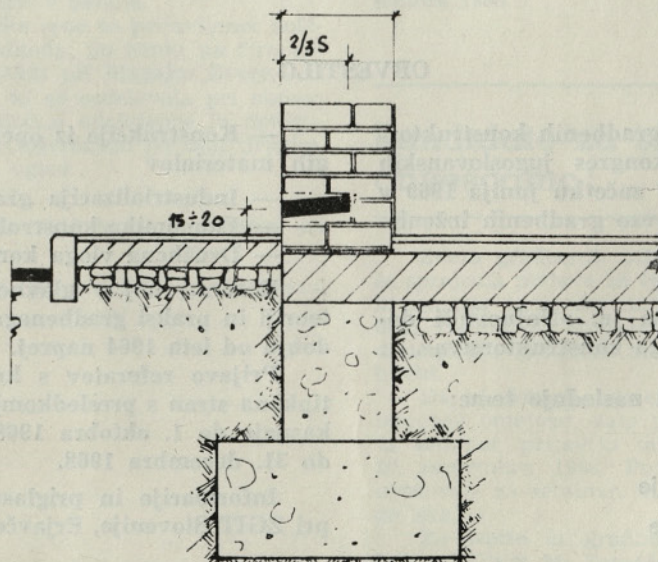
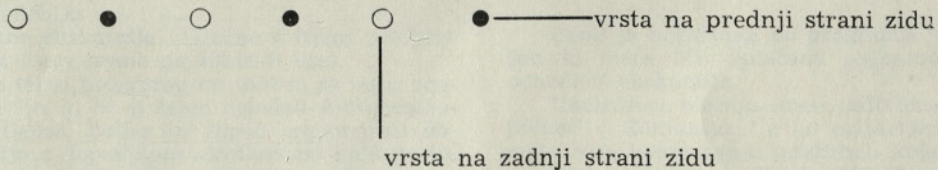
Čim večja je vlaga, tem večja je tudi napetost polja in učinek osuševanja.

Delovanje elementa v praksi je odvisno od zraka. Cirkulacija je toliko boljša, čim nižja je zunanja temperatura zraka.

Lahko pa se pojavijo tudi posebni atmosferski pogoji, ki so nasprotni od opisanih, tako da prodira v element tudi zunanji vlažen zrak. V tem primeru bakrene elektrode, ki so prevodno povezane preko ležišča z zidom, ustvarijo v notranjosti poroznih sten elementa s kratkim stikom enak električni naboj v vsem elementu, ki je različen od naboja zidu in sten in ki prepreči vdor v zidovje. Zračna cirkulacija še vedno obstaja in onemogoči nasičenje poroznega materiala.

IV. Vgrajevanje elementov in izvedeni primeri

Elementi za osuševanje se vgradijo do $2/3$ debeline zidovja. Zato imamo 6 standardnih dolžin elementov. Pri večjih debelinah zidov vgrajujemo elemente obojestransko in aksialno pomaknjene za polovico medsebojne razdalje po spodnji skici.



Skica 5. Položaj elementov v zidu. Pritlično zidovje



Sl. 6. Vzidavanje elementov RAEM v zid

Medsebojna oddaljenost elementov se posebej določa, vendar je iz prakse preizkušena in učinko-

vita razdalja 40 cm brez ozira na vrsto materiala v zidu. Ta razlika se pokaže v dobi, ki je za izsušenje zidu potrebna, npr. pri opečnem zidu okoli 3 mesece, pri kamnitem zidu iz granita pa 6 mesecev. Čim je izsušenje zidu doseženo, razlike v materialu niso več vplivne.

Dolbljenje lukenj v zidu opravimo s posebnim strojem v premeru luknje premera 70 do 80 mm in potrebni globini, določeni z dolžino elementa. Vgrajuje se z apneno malto, na čelu pa zapre z ometom fasade.

Razporeditev elementov v zidu ali steni je razviden iz priloženih skic št. 4 in 5.

Po tem postopku so izvršena osuševalna dela zidovja in zaščite slik v Firencah pri poplavi leta 1966. Časovni uspeh osuševanja je bil dosežen v teku 3 mesecev in je neprekinjen tako, da ni prišlo do škode na slikarskih delih starih svetovnih mojstrov.

Albert Plemelj, dipl. inž.
Maks Zaloker

OBVESTILO

Jugoslovansko društvo gradbenih konstruktorjev obvešča, da bo IV. kongres jugoslovanskih gradbenih konstruktorjev v začetku junija 1969 v Portorožu v organizaciji Zveze gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije.

Kongres bo trajal 5 dni.

Osnovno geslo kongresa je: »Najnovejši dosežki na področju gradbenega konstruktorstva«.

Kongres bo obravnaval naslednje teme:

- Teorija konstrukcij
- Betonske konstrukcije
- Metalne konstrukcije

— Konstrukcije iz opeke, kamna, lesa in drugih materialov

— Industrializacija graditve

— Ekonomika konstrukcij

— Družbena vloga konstruktorjev

Referati naj v glavnem obsegajo dosežke v teoriji in praksi gradbenega konstruktorstva v obdobju od leta 1964 naprej.

Prijavo referatov s kratkim povzetkom (ena tipkana stran s presledkom) je treba dostaviti najkasneje do 1. oktobra 1968, kompletni referat pa do 31. decembra 1968.

Informacije in prigrasnice za kongres dobite pri ZGIT Slovenije, Erjavčeva c. 15, tel. 23 158.

Strokovna ekskurzija v Skopje po petih letih obnove

Ob peti obletnici obnovitvenih del slovenske gradbene operative v Skopju organiziramo od 15. do 19. septembra za sodelujoče inženirje in tehnike ter druge člane ogled tega obnovljenega mesta po naslednjem programu:

15. IX. 1968: **nedelja** — Odhod iz Ljubljane z brzovlakom (ležalniki) ob 15.02 do Skopja.
16. IX. 1968: **ponedeljek** — Prihod v Skopje ob 6.54. Ogled urbanističnega programa razvoja mesta Skopje in seznanitev s pomembnejšimi objekti in primestnimi naselji, po izbiri pa rekonstruiranih poslopij. Sodelujejo člani Zveze gradbenih inženirjev in tehnikov Makedonije. Kosilo, večerja in prenočitev.
17. IX. 1968: **torek** — Ogled hidroenergetskega sistema HC Tikveš—Kavadarci. Ogled ruševin mesta Stobi. Kosilo. Večerja in prenočišče v Skopju.
18. IX. 1968: **sreda** — Ogled tovarne montažnih elementov in montažnih naselij ter nekaterih zgodovinskih znamenitosti Skopja in okolice. Kosilo in večerja. Vrnitev z vlakom ob 21.30 (ležalniki).
19. IX. 1968: **četrtek** — Prihod v Ljubljano ob 13.41.

Prevozi po Makedoniji z avtobusom. Strokovno vodstvo bo preskrbela Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov Makedonije.

Cena celotne ekskurzije vključno s tremi polobroki 460.00 N din (brez hrane pa 400.00 N din).

Dodatno k temu programu bo možno za tiste udeležence ekskurzije, ki bi si želeli ogledati hidrocentralo Špilje pri Debru, Debar in Ohrid organizirati **dodatno ekskurzijo** z doplačilom stroškov po kalkulaciji. Pogoji je zadostno število interesentov in prijava istovčasno s prijavo za ekskurzijo v Skopje.

Zaradi razmeroma nizke cene so prijavitelci dolžni poravnati stroške do odhoda; po banki na žiro račun 501-8-114/1 ali v gotovini pri blagajni Zveze.

Prosimo vsa podjetja, ki so sodelovala pri obnovi porušenega Skopja, da določijo udeležence in omogočijo udeležbo tehnikom in inženirjem pa tudi drugim, ki so zainteresirani za ta ogled.

Prijave sprejemamo do vključno 4. septembra na naš naslov:

Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov, Ljubljana, Erjavčeva 15.

Izredna priložnost!

Ogled celotnega objekta HC Djerdap, en dan v Romuniji

Da bi se naši člani spoznali z graditvijo HC Djerdap tudi na romunski strani, se nam je prvič posrečilo dogovoriti se za kompleten ogled gradnje tega največjega objekta na Donavi.

Izvedbo programa je prevzel General-turist Beograd. Zagotovljeno je strokovno vodstvo na naši in romunski strani objekta.

Program:

26. septembra 1967 — četrtek: Odhod ob 7.22 z brzim vlakom iz Ljubljane v Beograd. Prihod ob 16.16 in prevoz do hotela, kjer bo prenočišče.
27. septembra 1968 — petek: Ob 6.30 odhod s hidroglicerjem do Kladova. Strokovni ogled gradbišča, zatem kosilo, večerja in prenočišče.
28. septembra 1968 — sobota: Ob 8. uri zajtrk, trajektni prevoz v Turn—Severin, ogled gradbišča in razgovor z romunskimi gradbeniki. Prihod v Kladovo ob 13.30 kosilo in prevoz s hidroglicerjem v Beograd. Prihod ob 18.40. Vrnitev v Ljubljano z brzim vlakom (ležalniki) ob 23. uri.
29. septembra 1968 — nedelja: Zjutraj prihod v Ljubljano.

Cena za aranžman po programu je 430.00 N dinarjev, ki mora biti vplačana najkasneje tri dni pred odhodom ekskurzije.

Udeleženci morajo imeti individualni potni list za prehod v Romunijo. Če bo prijavitelcev, ki tega nimajo, več, bomo zanje priskrbeli kolektivni potni list.

Prijave sprejema Zveza GIT Slovenije do 10. septembra 1968.

Kandidate za strokovne izpite obveščamo:

Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov Slovenije že sprejema prijave za četrti informativno-pripravljalni seminar za strokovne izpite: gradbeni tehnik, gradbeni inženir I. stopnje, arhitekt inženir I. stopnje, diplomirani gradbeni inženir, diplomirani inženir arhitekt.

Da bi dosegli namen seminarja, je število udeležencev omejeno, zato prosimo, da se interesenti za ta seminar prijavijo takoj oziroma najkasneje do 20. septembra 1968. Pozneje prispelne prijave bomo upoštevali za seminar, ki bo šele v začetku naslednjega leta.

Za izpite iz gradbene mehanizacije potrebujete tudi priročnik M. Ferenščaka: Mehanizacija u gradjevinarstvu, ki ga dobite skupaj s prilogami pri Zvezi za ceno 74.00 N din.



NOVO V GRADBENIŠTVU — NOVO V GRADBENIŠTVU — NOVO V GRADBENIŠTVU — NOVO

izolirka

Ljubljana

NOVO V GRADBENIŠTVU — NOVO V GRADBENIŠTVU — NOVO V GRADBENIŠTVU — NOVO

KOMBI nove lahke gradbene plošče

Lastnosti

KOMBI plošče so lahke gradbene plošče, sestavljene iz dveh materialov — plasti stiropora in izolita (heraklita).

So lahko **dvoslojne** — stiropor + izolit, ali **troslojne** — izolit + stiropor + izolit. Oba materiala sta med samim proizvodnim postopkom monolitno vezana. Stiropor dobi v kombinaciji z izolitom večjo trdnost — kompaktnost in prijemljivo površino za vse vrste ometov.

Tehnični podatki

Dimenzije: 500 × 1000 mm

500 × 2000 mm

Teža: 140 do 160 kg/m².

Toplotna prevodnost: $\lambda = 0,028 \text{ kcal/m h } ^\circ\text{C}$
pri 0° C.

DVOSLOJNE PLOŠČE stiropor + izolit

mm	20	+	5	=	25 mm
mm	30	+	5	=	35 mm
mm	40	+	5	=	50 mm

TROSLOJNE PLOŠČE izolit + stiropor + izolit

mm	5	+	15	+	5	=	25 mm
mm	5	+	25	+	5	=	35 mm
mm	5	+	40	+	5	=	50 mm

Uporaba

KOMBI plošče je mogoče vsestransko uporabiti. Lahko se žagajo na poljubne zelene oblike in formate. Pritrjujejo se z žebli ali vijaki,

oziroma s specialnim vezivom. Zaradi majhne teže in dobre toplotne ter zvočne izolacije služijo kot obloge fasadnih sten, zidov in stropov — opečnih ali betonskih. Vgrajujejo se v stropove pod podi, služijo kot izolatorji ravnih betonskih streh in šednih konstrukcij. Posebno so primerne za gradnjo predelnih sten kot samostojni nosilni elementi ali obloga lesenega ogrodja. Vgrajujejo se v opaže kot izolatorji betonskih sten. Troslojne plošče se lahko uporabljajo kot opaži in obenem obojestranska obloga betonskih sten betoniranih na mestu, kar predstavlja za gradbeništvo velik prihranek. Zmanjša se procent bruto proti neto kvadraturi objekta — majhna debelina sten zaradi odličnih termičnih in akustičnih svojstev plošč.

Način pritrjevanja

KOMBI plošč na opečni ali betonski zid oziroma strop:

Kot vezivo se uporablja fina cementna malta, ki se ji doda jubinol lepilo. Vezivo se nanaša na KOMBI ploščo točkovno, nato se plošča pritiska na želeno podlago. Stike med ploščami prekrijemo s steklenim voalom in premažemo z razredčenim vezivom. Na tako pripravljeno površino lahko izvršimo vse vrste ometov.

Receptura za vezivo

1,5 dela jubinol 5 A

3 dele cementa

7 delov mivke

Vode se doda toliko, da se dobi konsistenca zidne malte.

ZA VSE DETAJLNEJŠE INFORMACIJE IN POJASNILA SE OBRNITE NA TEHNIČNO-INFORMATIVNO SLUŽBO — IZOLIRKA LJUBLJANA, TELEFON 313 557

SPECIALIZIRANO TRGOVSKO PODJETJE
Z GRADBENIM MATERIALOM

gramex

LJUBLJANA, KURILNIŠKA 10

Za nakup gradbenega materiala nudi trgovsko podjetje Gramex
1,000.000 S din posojila.

Za nakup zlasti priporoča:

- prvovrstno salonitno kritino »SALONIT Anhovo«
- kvalitetne vrste cementa: Trbovlje, Anhovo, Umag
- betonsko železo, na željo kupcev krivljeno po načrtih
- bogat asortiment keramike
- vse vrste apna
- stavbno pohištvo in parket
- vse vrste opečnih izdelkov in okensko steklo ter ves drugi gradbeni material

Vse informacije dobite v prodajnem oddelku na Kurilniški 10.
Telefon 310 140. Ob torkih, sredah, četrkih in petkih izkoristite
možnost nakupa tudi v popoldanskem času.

Za obisk se priporoča GRAMEX Ljubljana.

GRADBENO PODJETJE

Megrad

Ljubljana, Celovška c. 34

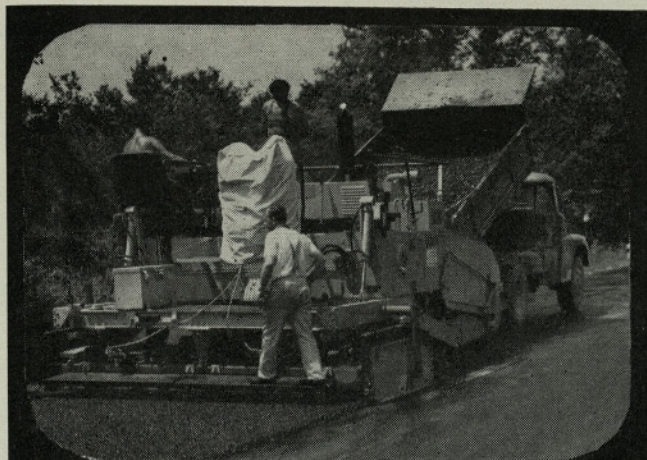
izvršuje vse vrste gradbenih in
projektivnih del ter gradi
stanovanja za tržišče
solidno in poceni

Gradbeno podjetje

tehnika

LJUBLJANA, VOŠNJAKOVA ULICA 8

gradi in projektira vse inženirske zgradbe, prodaja gradbene objekte na tržišču, izvršuje usluge tujim naročnikom in prodaja lastne izdelke v ekonomskih enotah: obrata za zemeljska in betonska dela, opažarski obrat, zidarski obrat, železokrivski obrat, avtopark, mehanični servis, ključavničarstvo in obrat mehanizacije, opravlja zunanjetrgovinski promet, izvaja investicijska dela v tujini



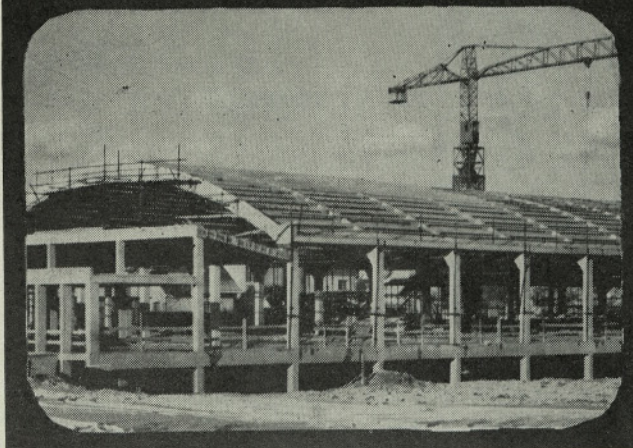
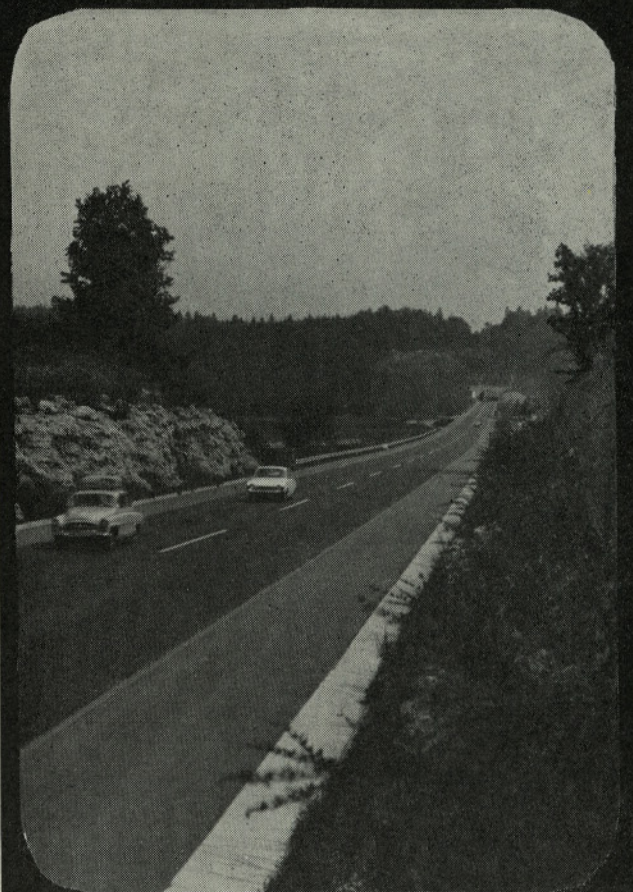
Splošno
gradbeno
podjetje



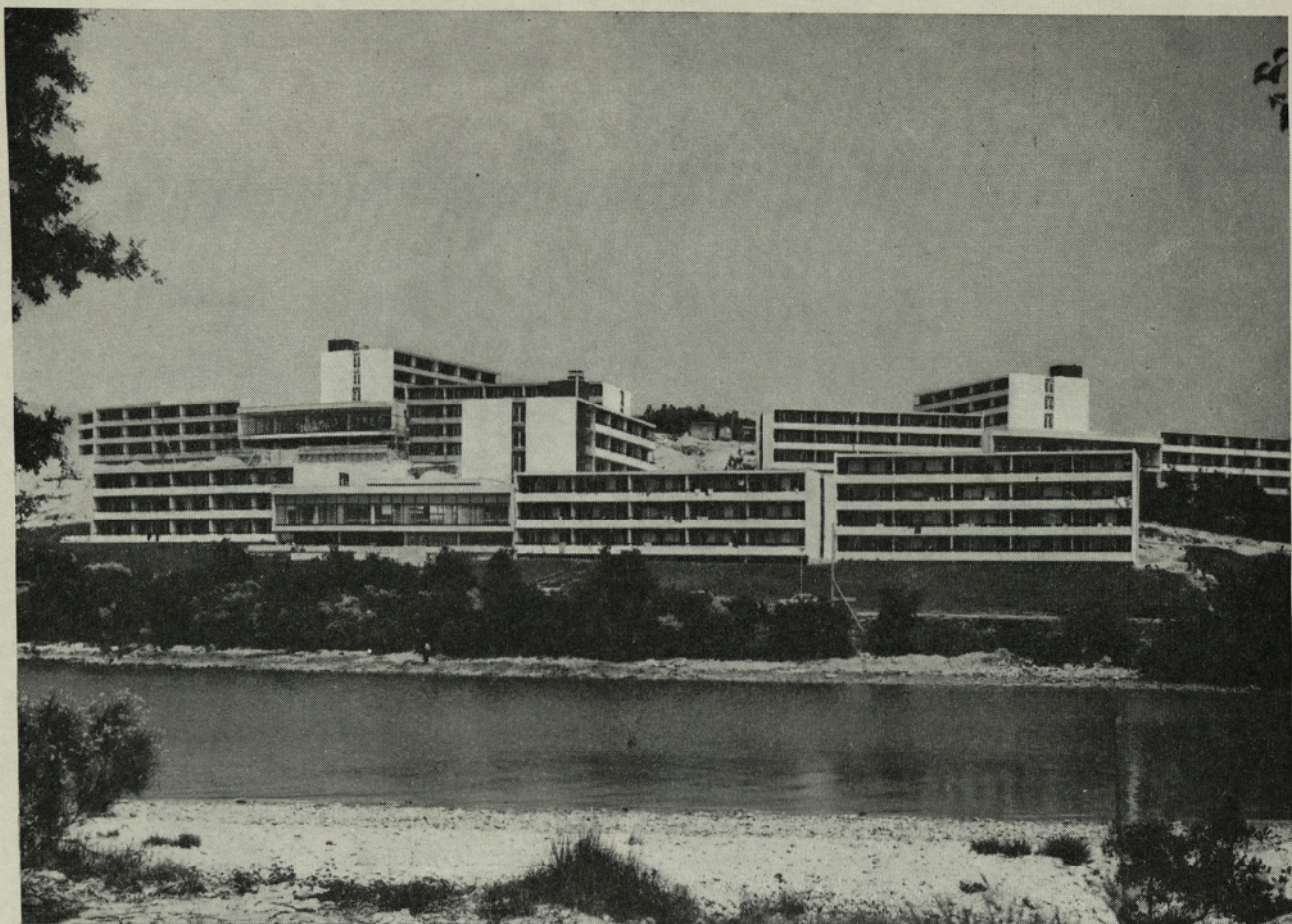
direkcija : LJUBLJANA, TITOVA C. 38

Program dejavnosti podjetja :

- Podjetje gradi vse vrste objektov s področja nizkih in visokih gradenj v tuzemstvu in inozemstvu
- Specializacija podjetja je v gradnji in modernizaciji cest s težkim asfaltnim ali betonskim voziščem
- Podjetje gradi mostove, predore in letališča
- Opravlja gradbena dela za industrijo in družbeni standard
- Izvaja vsa v asfaltno stroko spadajoča dela, kot so ureditve parkirnih površin in komunikacij v naseljih, liti asfalt za tlake in kritine v industriji itd.
- Posebne ekipe izvajajo izolacije in tlake, ki so visoko kemično in mehansko odporni za objekte v industriji in arhitekturi v vseh niansah – po postopku »ARALDIT«-CIBA
- V mehaničnih obratih opravlja remont gradbenih strojev. Izdeluje opremo za separacije kamnolomov in gradbeništvo
- Iz obratov gradbenega materiala dobavlja opečne izdelke in apnenčeve agregate
- Projektivni biro podjetja izdeluje po naročilu projekte za objekte nizkih in visokih gradenj



- Asfaltni finiše ABG, kapaciteta vgrajevanja 300 ton mase na uro.
- Hitra cesta na Gorenjskem, odsek pri Ljubnem.
- Javna skladišča v Ljubljani. Hala »A« v gradnji, objekt 300 × 60 m.



Turistični objekti v Poreču — Zelena laguna

SPLOŠNO GRADBENO PODJETJE

PIONIR

NOVO MESTO

Gradi vse vrste visokih in nizkih gradenj kvalitetno
in v postavljenih rokih. Velika proizvodnja stanovanj
za tržišče