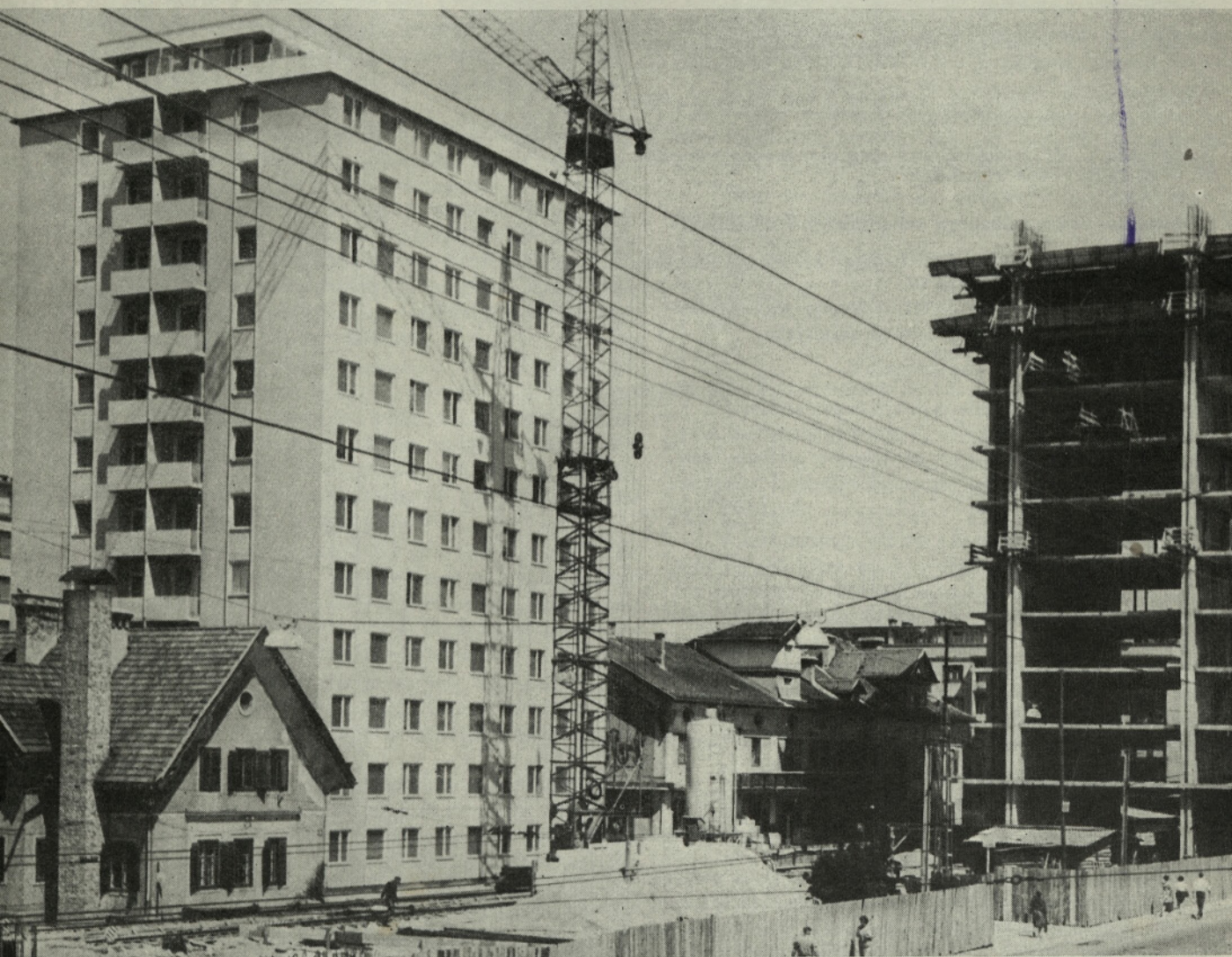


GRADBENI VESTNIK

LETO XV

JANUAR 1966

ŠTEVILKA 1



SGP «GROSUPLJE»: GRADNJA STANOVANJSKIH IN POSLOVNIH OBJEKTOV ZA TRŽIŠČE OB TITOVI CESTI V LJUBLJANI

VSEBINA

Marjan Ferjan, dipl. inž.: Primernost materialov za gradnjo stanovanjskih objektov	1	M. Ferjan: Adequacy of materials used for building of dwelling houses
Zdravko Joksić, dipl. inž.: Razmerje med stopnjo komprimacije in modulom stisljivosti pri kohezivnih materialih, ki se uporabljajo za gradnjo cest	8	Z. Joksić: The ratio between compression grade and the coefficient of compressibility with cohesive materials used in road construction
Poceski Apostol, mgr. inž.: Poročilo o tretjem svetovnem kongresu za antiseizmično gradnjo	13	
In memoriam ing. Lojze Kerin	16	
Vesti		
Združenje za armirani beton (RCA), skupina za lahke betone, Anglija	17	
Marjan Prezelj, dipl. inž.: Drugi cevovod vodovoda Boudensko Jezero—Stuttgart	18	
Obvestilo o IV. posvetovanju Jugoslovanskega društva za hidravlične raziskave	18	
Obvestilo Vodogradbenega laboratorija v Ljubljani		
Eksperimentalna potrditev teorije kritičnega prereza (Konec)	18	
Informacije Zavoda za raziskavo materiala in konstrukcij v Ljubljani		
Dušan Vendramin, dipl. inž.: Akustika in elektroakustične naprave v hali Tivoli	18	

Odgovorni urednik: Sergej **Bubnov**, dipl. inž.

Uredniški odbor: Janko **Bleiweis**, dipl. inž., Lojze **Blenkuš**, dipl. inž., Lojze **Cepuder**, Vladimir **Cadež**, dipl. inž., prof. Bogo **Fatur**, Marjan **Ferjan**, dipl. inž., Vekoslav **Jakopič**, dipl. inž. arh., Hugo **Keržan**, dipl. inž., Maks **Megušar**, dipl. inž., Bogdan **Melihar**, Mirko **Mežnar**, dipl. inž., Bogo **Pečan**, Boris **Pipan**, dipl. inž., Marjan **Prezelj**, dipl. inž., Dragan **Raič**, Franc **Rupret**, Vlado **Sramel**, dipl. inž.

Revija izdaja Zveza gradbenih inženirjev in tehnikov za Slovenijo, Ljubljana, Erjavčeva 15, telefon 23-158. Tek. račun pri Narodni banki 503-608-109. Tiska tiskarna »Toneta Tomšiča« v Ljubljani. Revija izhaja mesečno. Letna naročnina za nečlane 15.000 dinarjev. Uredništvo in uprava Ljubljana, Erjavčeva 15.

Primernost materialov za gradnjo stanovanjskih objektov

DK 691.728

MARJAN FERJAN, dipl. inž.

Splošno

Za zdravo bivanje človeka v prostoru je potrebno, da se zrak prostora izmenja do 2-krat na uro, pri čemer pa človek ne sme občutiti neprijetnega prepiha. Hitrost krožečega in menjajočega se zraka mora biti pod 0,2 m/sek.

Izmenjava zraka v prostoru se pri tradicionalni zgradbi vrši preko por obodnih zidov. Celotno lastnost prepuščanja zraka imenujemo prepustnost materiala za zrak ter je dokaj različna in odvisna od uporabljenih osnovnih materialov ali surovin, iz katerih je pripravljeno zidovje, prav tako pa tudi od načina graditve, zunanjih pogojev izmenjave zraka in končno od vrste uporabljenih obdelav notranjih in zunanjih površin sten.

Nadaljnja možnost menjave zraka v stanovanju obstaja zaradi netesnosti oken in vrat. Po redu velikosti je ta menjava pri proizvodih, dobljenih na tržišču zahodne Evrope, znatno manjša od menjave zraka zaradi poroznosti pri zidovih, pri nas pa je relativno večja, računajoč seveda pri tem na ploskev, preko katere se menjava vrši.

Medtem ko smo imeli pri stanovanjih, grajenih po klasičnem načinu, zagotovljeno menjavo zraka preko zidov kot preko oken, imamo npr. pri monolitnih betonskih stavbah menjavo samo preko oken, kar je v največ primerih preskromno.

Zaradi te okolnosti je nujno, da mislimo na uporabo prezračevalnih, t. im. klimatskih naprav, katerih pa do sedaj v naši industriji praktično nismo osvojili.

Osnova, na katero mora biti dimenzionirano stanovanje, je človek, kateri potrebuje za nemoten življenjski proces 0,5 m³ zraka na uro pri oddaji ca. 100 kcal/h in pri oddaji 47 g/h vodne pare.

Ti podatki močno variirajo po okoliščinah; navedeni so za normalno temperaturo prostora ca. 22° C in za normalno oblečenega človeka.

Močnejše spremembe zgornjih podatkov, ki se povzročijo z zunanjimi okoliščinami, lahko dovedejo človeka celo do nezavesti. Dobro se pa človek počuti samo v določeni temperaturi zraka in okolice (sten), pri določeni vlažnosti in pri določeni hitrosti premika zraka.

Temperatura zraka

Normalno se vzame kot primerna srednja temperatura prostora do 22° C za zimsko obdobje in ca. 21° C za letno obdobje.

Tu naj velja pripomba, da v poletnih dneh preveč hladni prostori povzročajo motnje v zdravju tako npr. pri zunanji temperaturi 28° C povzroči prostor z 21° C pri daljšem zadrževanju že prehlad.

Tako se smatrajo kot primerne naslednje temperature prostorov:

	Zima		Poletje		
temperatura prostora	20° C	20° C	25° C	30° C	32° C
	22° C	22° C	23° C	25° C	26° C

Temperatura stene

Srednja temperatura obdajajočih sten vključno s kurilnimi površinami ustvarja t. im. temperaturo sevanja v prostoru, ki je odločujoča za oddajo človeške toplotne energije, kar tvori osnovo za dobro počutje.

S konvencijo oddana človekova toplotna energija je približno enaka s sevanjem oddani energiji pri pogoju, da človek miruje. Iz tega razloga sledi dejstvo, da padec temperature stene za 1° C pomeni pri mirujočem človeku isto kot padec 1° C srednje zračne temperature. Temperatura zraka in temperatura stene imata enak vpliv na počutje človeka. Za dobro počutje človeka v prostoru mora biti temperatura zraka enaka temperaturi sten prostora.

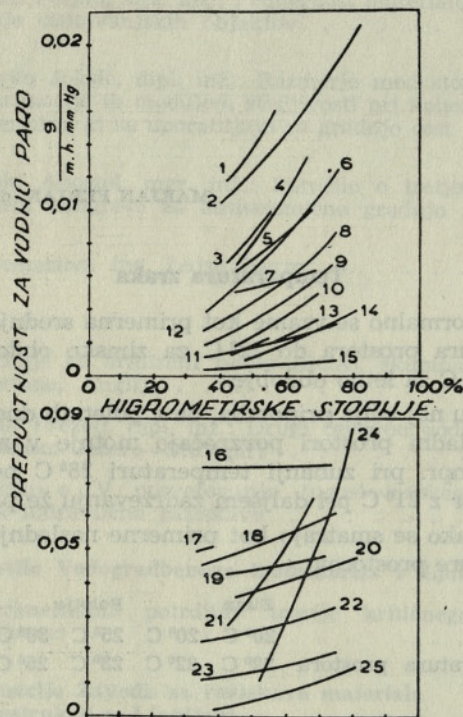
Iz tega razloga bodo počutja človeka npr. v stanovanju z betonskimi stenami neprimerno slabša kot sicer.

Vlažnost zraka

Kot omenjeno, človek izloča določene količine vodnih par. Iz tega razloga vlažnost v prostoru raste. Primerno počutje ima človek pri naslednji relativni vlažnosti v prostoru:

	Zima		Poletje		
vlažnost min.	35 %	20° C	25° C	30° C	32° C
maks.	70 %	70 %	66 %	60 %	56 %

Ker se vlažnost v prostoru naglo veča pri bivanju človeka, zlasti še pri operacijah kot so kuhanje, likanje, pranje itd., je potrebna menjava zraka v prostoru. Pri t. i. kritičnih temperaturah površin sten se nam začne izločati vlaga na stenah ali predmetih v obliki kapljic — na primer na betonskih



Sl. 1. Prepustnost za paro različnih materialov v odvisnosti od stopnje relativne vlažnosti. Stevilke posameznih krivulj se ujemajo z oznakami v tabeli

stenah. Te kapljice prično teči navzdol s sten na pod itd. Da ta pojav preprečimo, je potrebno zrak z vlažnostjo izmenjavati in sicer pri dobro izoliranem stanovanju:

	Močno zasedeni stanov. prostori in kuhinjski deli	Normalno zasedeni stanov. prostori
	proizvodnja pare	
	5 g/m ³ h	8 g/m ³ h
20° C	0,55 × m ³ /h	0,90
15° C	0,75	1,35
12° C	1,00	1,80

pri slabo izoliranem stanovanju:

20° C	0,85 × izmena zraka	1,35 × izmena zraka
15° C	1,15	1,35
12° C	1,45	2,35

Pri tej izmenjavi zraka ne sme priti do hitrih premikov zraka v prostoru. Njegova hitrost premika mora biti pod 0,2 m/sek.

Prepustnost nekaterih materialov za zrak

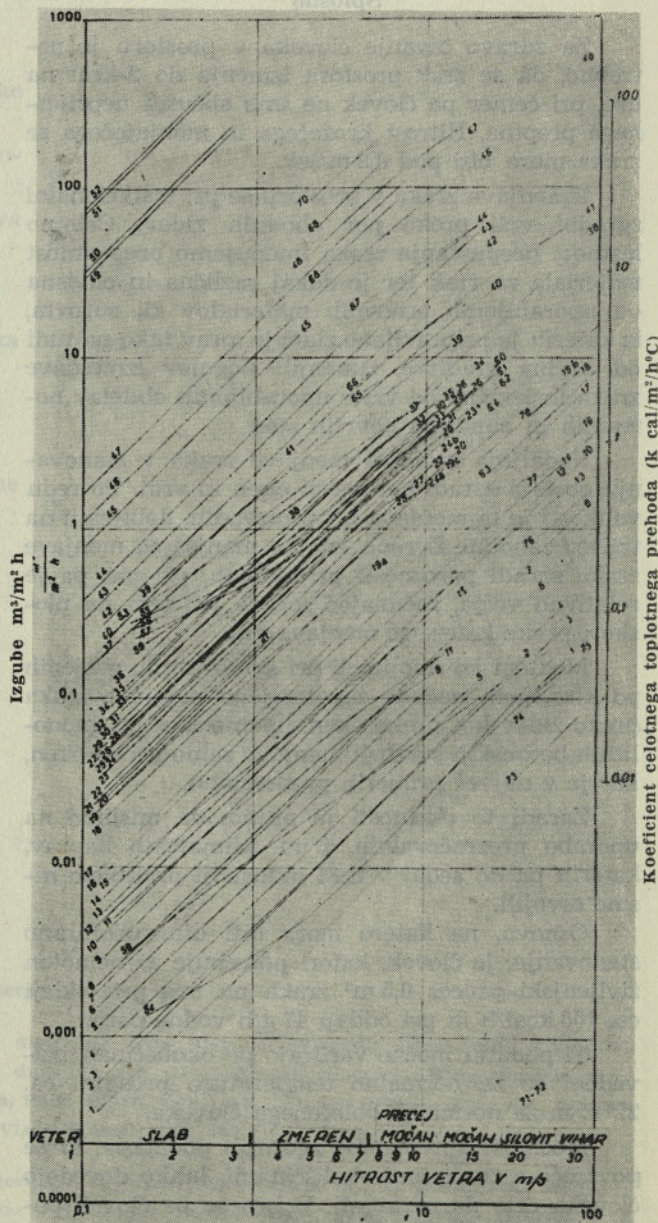
Z ozirom na povedano velja, da je potrebno računati predvsem na menjavo zraka zaradi zračne prepustnosti sten in kolikor je ta omejena, na zrač-

no prepustnost oken in vrat preko pripir itd. Seveda morajo pa biti prepustnosti za zrak omejene, ker v nasprotnem primeru lahko v prostoru nastane preprih.

Tudi zračna prepustnost materialov mora biti omejena, ker se nam sicer znižajo koeficienti toplotne prevodnosti. Zlasti velja to za luknjičave materiale, kjer ne smemo dopustiti prehitre menjave zraka, saj je ta nosilec toplotne zaščite.

Zračna prepustnost nekaterih tradicionalnih materialov je podana v diagramu sl. 2 in sl. 3 (1).

Zaradi lažje orientacije v zvezi s čitanjem tega diagrama pripominjam, da leže vrednosti, interesantne za uporabo, v področju prehodov 2 m³/m² h, pri vrednosti celotnega toplotnega prehoda kcal na



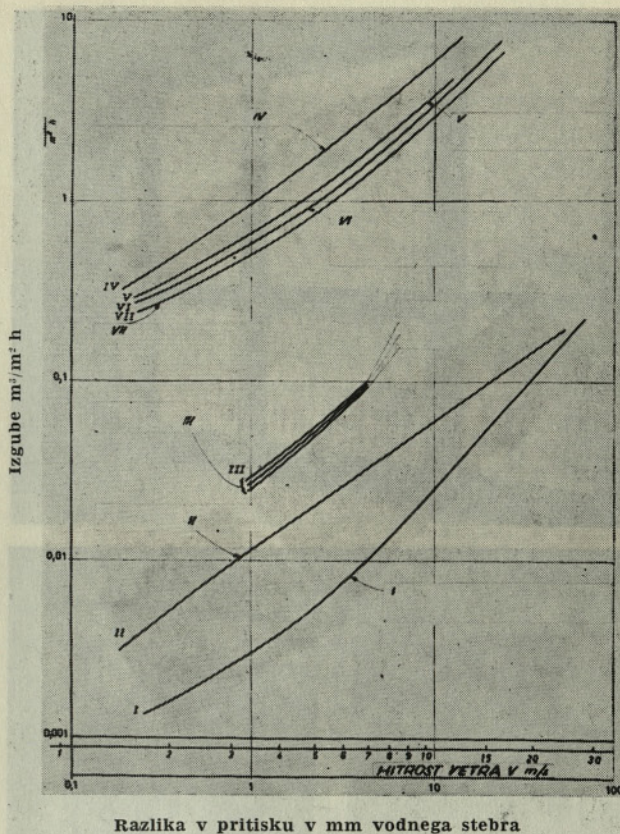
Razlika v pritisku (v mm vodnega stebra)

Sl. 2.

$m^2 h \text{ } ^\circ C = 1$ in pri diferenci ca. 2,5 mm nadpritiska. Posamezne številke krivulj ustrezajo posameznim materilom, navedenim v tabeli.

Tabela karakteristik zračne prepustnosti nekaterih zidov

Krivulja št.	Karakteristike zidu	Avtor
1	40 mm omet, ki vsebuje: primarno plast malte v sestavi: apno + cement + pesek = 1 + 2 + 5 vol. delov in sekundarno plast malta 2 vol. apna + 1 vol. peska	Raisch (1928)
2	opeka 6,5 cm, sama	Raisch (1928)
3	celični beton debeline 9,9 cm, gostota 797 kg/m ³ , vlažen	Raisch (1934)
5	20 mm omet, ki vsebuje: primarno plast malte v razmerju 1 vol. apna + 1/2 vol. cementa + 5 vol. peska in sekundarno plast fine malte iz 2 vol. apna + 1 vol. peska	Raisch (1928)
6	apneni omet, dve plasti	Raisch (1928)
7	celični mavec debeline 8 cm, gostota 625 kg/m ³ , suh	Raisch (1934)
8	celični beton debeline 10,1 cm gostota 1011 kg/m ³ , suh	Raisch (1934)
9	opečni zid z malto iz apna in cementa, z notranjim ometom na kovinski mreži	Larson (1930)
10	celični beton debelina 7,6 cm, gostota 597 kg/m ³ , vlažen	Raisch (1934)
11	opečni zid z malto iz apna, z notranjim ometom	Larson (1930)
12	celični beton kot pri krivulji 3, vendar suh	Raisch (1934)
24a	opečni zid z malto iz apna in cementa, znotraj z oljnato barvo	Larson (1930)
24b	opečni zid z malto iz apna in cementa, znotraj pleskan	Larson (1930)
25	opečni zid 40 cm, obojestranski omet	Raisch (1934)
28	opečni zid z malto iz cementa in apna, brez ometa	Larson (1930)
35	opečni zid kot pri krivulji 36, toda znotraj z oljnato barvo	Larson (1930)
36	opečni zid z malto iz cementa in apna	Larson (1930)
39	opečni zid kot pri krivulji 11, toda brez ometa	Larson (1930)
53	zid iz polnih opek 33 cm	Houghten (1931)
	elementi iz el. filtrskega pepela Šoštanj, Trbovlje	ZRMK (1961)
65	mineralna volna debelina 10 cm gostota 320 kg/m ³	Allcut (1939)
66	mineralna volna debelina 10 cm gostota 320 kg/m ³	Allcut (1939)
67	mineralna volna debelina 10 cm gostota 128 kg/m ³	Allcut (1939)



Sl. 3. Vpliv na prepustnost zidu pri različnih notranjih obdelavah sten

Legenda h krivuljam:

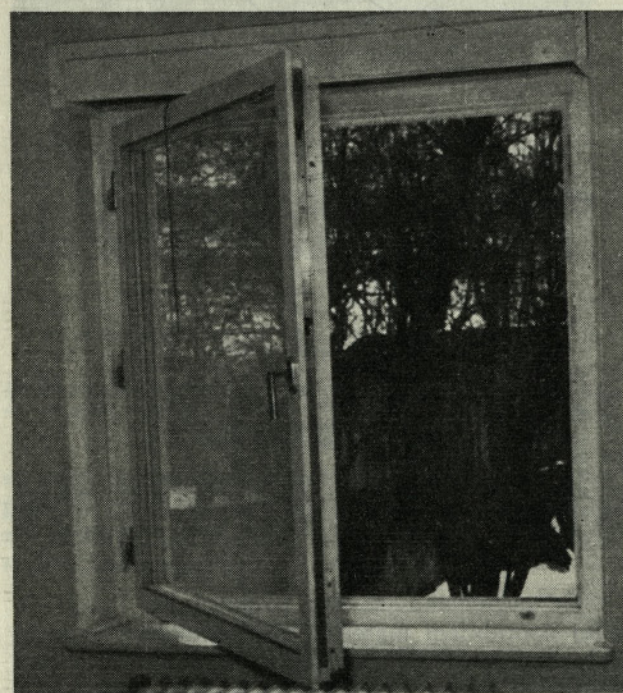
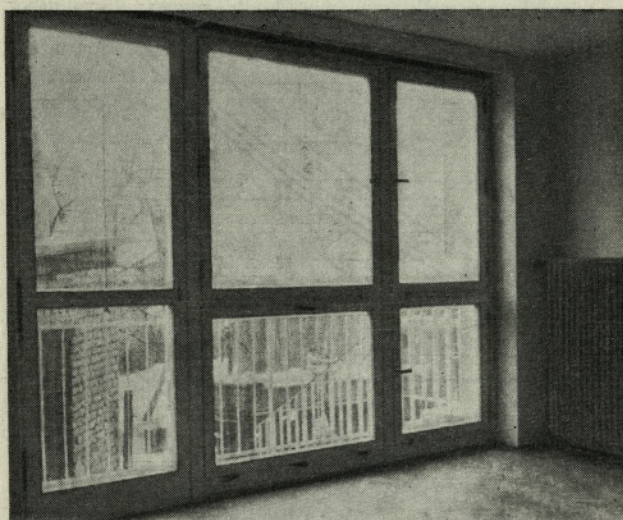
- I Zid 33 mm iz polne opeke, mavčni omet, notranji plesk
- II Zid 33 cm iz polne opeke, mavčni omet
- III Zid 40 cm, obojestranski omet
- Sušenje: 20 mesecev, 3 mesece, 2 meseca
- IV Zid 33 cm iz polne opeke
- V Zid 40 cm iz polne opeke, mavčni omet, zadelane fuge
- VI Zid 33 cm iz polne opeke, mavčni omet, fuge zadelane, 1 plast oopleska
- VII Zid 33 cm iz polne opeke, mavčni omet, fuge zadelane, 2 plasti oopleska

Če pogledamo, kakšne prepustnosti imajo do sedaj uporabljeni materiali pri normalnih pogojih nadpritiskov, ki vladajo v bivalnih prostorih, potem lahko ugotovimo, da je zgornji pogoj 2-kratne menjave zraka skozi pore zagotovljen pri normalno poroznih materialih kot so opeka in podobna gradiva, seveda pri normalnih debelinah zidov s slikarijami.

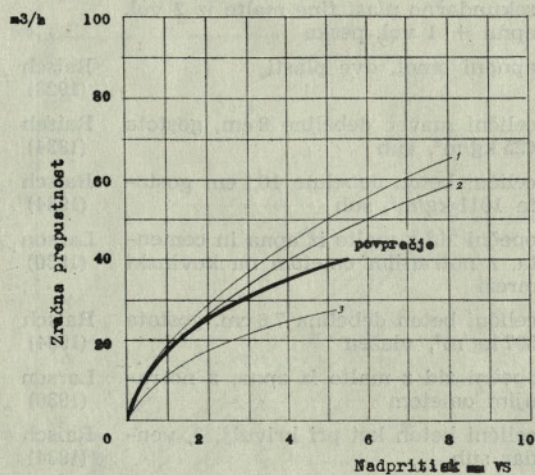
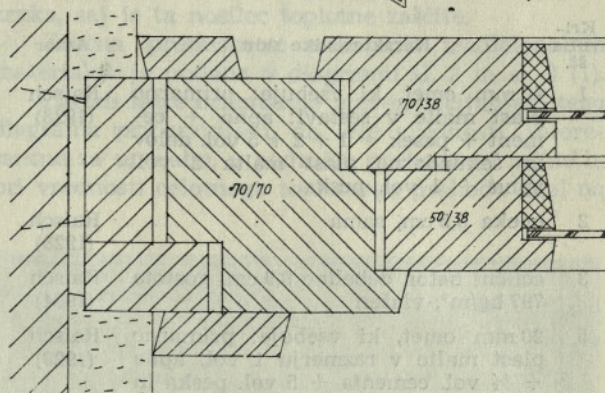
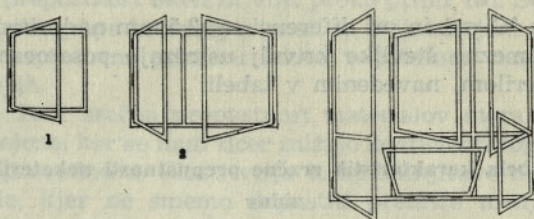
Gornje lastnosti se spremenijo na primer pri mavčnih ometih. Bistveno se spremenijo te stvari pri betonu, penastem betonu in podobnih materialih, kjer praktično nastopi prekinitev tega procesa. Tako je na primer pokazal beton pri dozi cementa 240 kg/m³ in pri starosti 7 dni in debelini 15 cm prepustnost $5,4 \times 10^{-4} m^3/m^2 h$, kar pomeni praktično neprepustno steno.

Zračna prepustnost oken in vrat

V tem pogledu so bile izvedene nekatere meritve v ZRMK (2), o katerih podajamo v naslednjem rezultate.



Sl. 4 a. Okno tipa A



Sl. 4 b. Okno tipa A

Podatki za okno tipa A

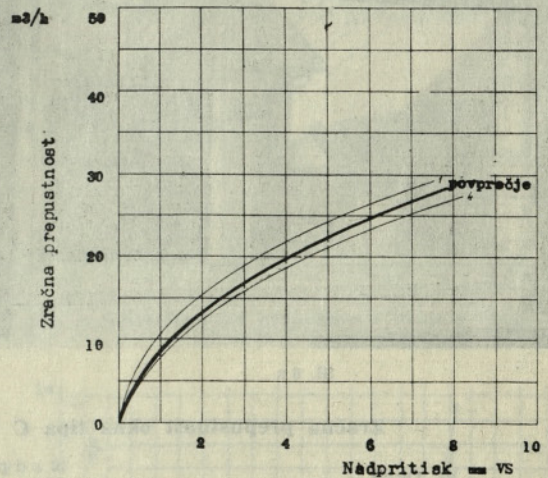
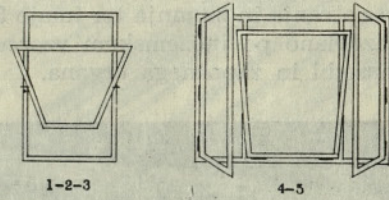
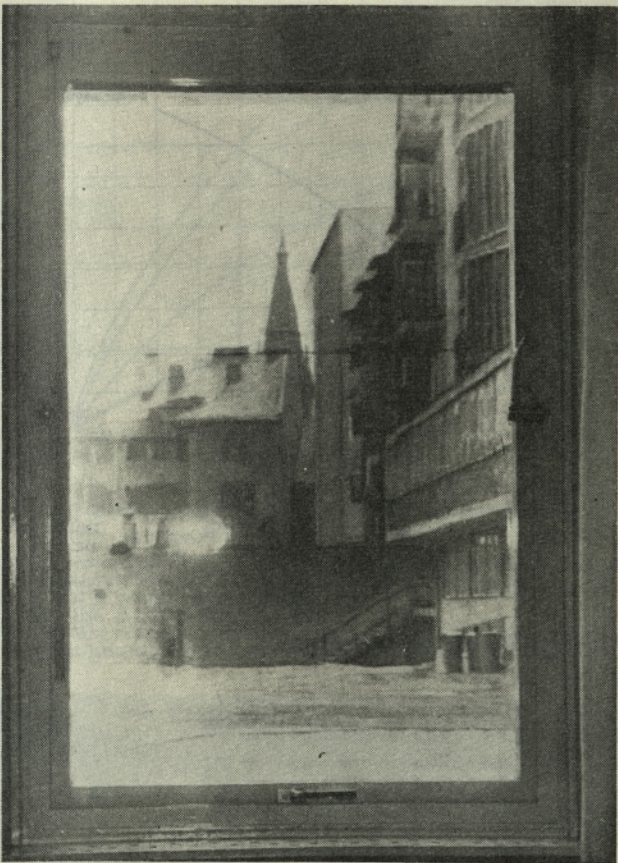
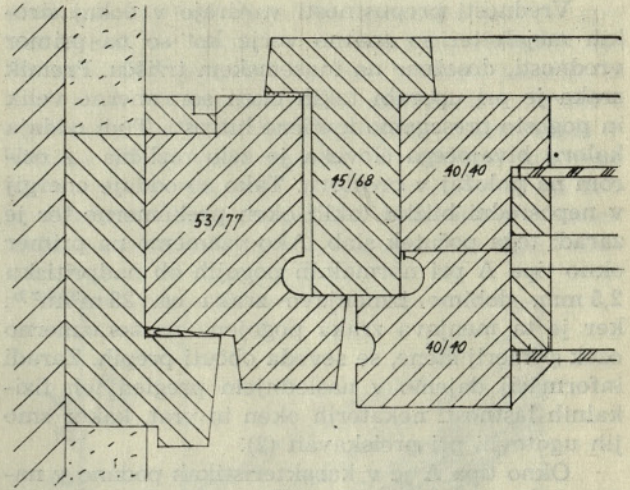
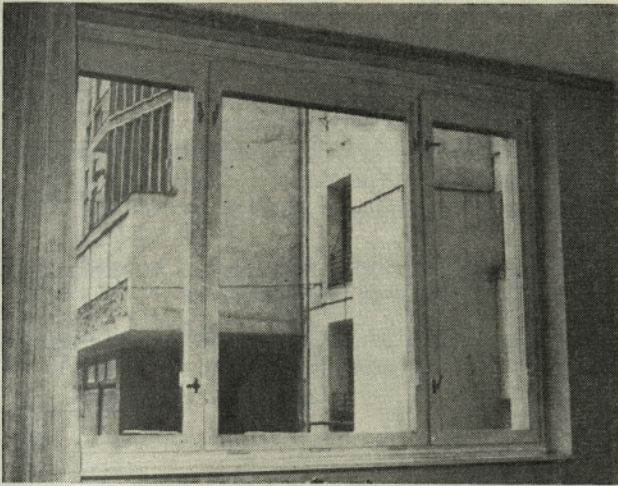
Okno	Širina m	Višina m	Površina m ²	Dolžina pripire m
1	1,15	1,18	1,36	4,06
2	2,12	1,38	2,92	9,06
3	2,97	2,43	7,22	21,76

Zračna prepustnost okna tipa A v m³/h, preračunano na dolžinski meter pripire

Okno	Nadpritisik v mm VS								
	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8
1	3,80	6,56	9,68	12,7	14,5	15,8	18,5	20,1	22,0
2	5,32	6,75	8,60	10,7	12,4	13,7	15,6	17,1	19,0
3	2,55	4,14	5,60	6,62	8,17	9,16	—	—	—
Poprečje	3,89	5,82	7,96	10,0	11,7	12,9	—	—	—

Zračna prepustnost okna tipa A v m³/h, preračunano na kvadratni meter površine

Okno	Nadpritisik v mm VS								
	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8
1	11,3	19,6	28,9	37,9	43,4	47,1	55,1	60,0	65,8
2	16,5	21,0	26,7	33,4	38,5	42,6	48,3	52,8	59,0
3	7,67	12,5	16,8	19,9	24,6	27,6	—	—	—
Poprečje	11,8	17,7	24,1	30,4	35,5	39,1	—	—	—



Sl. 5 b. Okno tipa B

Sl. 5 a. Okno tipa B

Podatki za okno tipa B

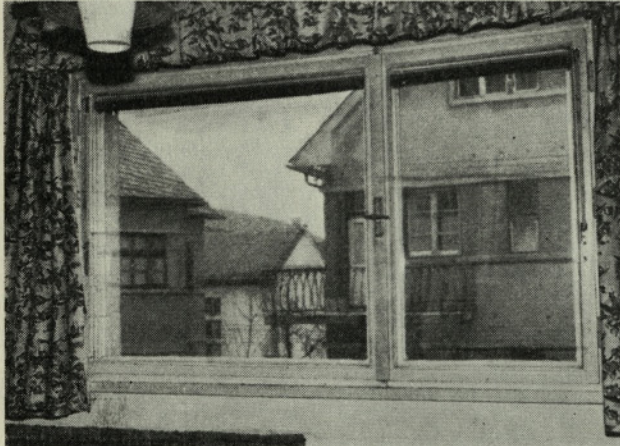
Okno	Širina m ²	Višina m	Površina m	Dolžina pripire m
1, 2, 3	1,15	1,80	2,07	5,22
4, 5	2,33	1,80	4,2	14,10

Zračna prepustnost okna tipa B v m³/h, preračunano na dolžinski meter pripire

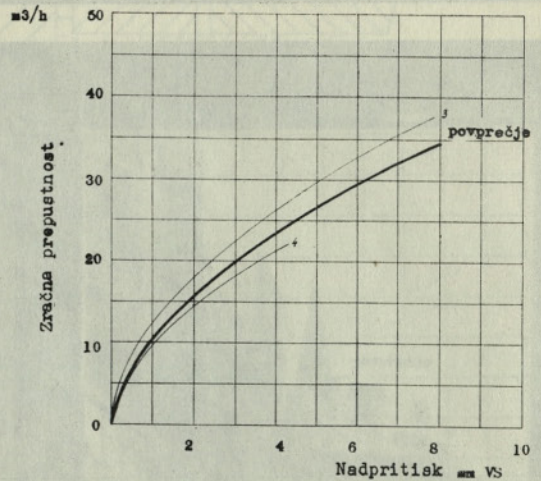
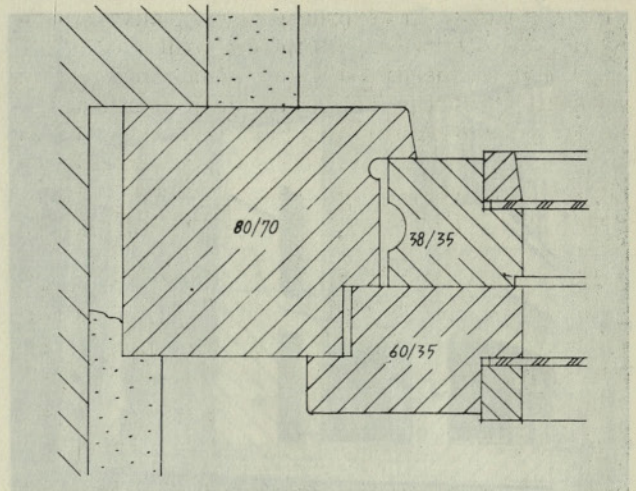
Okno	Nadpritisek v mm VS									
	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	9,25	12,2	17,7	22,2	25,9	28,4	31,6	33,9	—	
2	7,87	11,2	15,1	19,9	24,1	26,8	29,7	31,8	34,1	
3	8,33	11,5	17,1	22,8	26,4	30,1	32,8	35,1	—	
4	6,78	10,5	14,1	—	—	—	—	—	—	
5	6,39	9,30	12,5	—	—	—	—	—	—	
Poprečje	7,72	10,9	15,3	—	—	—	—	—	—	

Vrednosti prepustnosti variirajo v dokaj širokih mejah ter so znatno večje kot so na primer vrednosti, dosežene na inozemskem tržišču. Premik zraka je pri uporabi takih oken sorazmerno velik in pogosto presegamo kritične hitrosti. Tudi oddaja kalorij bivačočega človeka je zelo različna z ozirom na položaj v prostoru. Tako so oddaje energij v neposredni bližini takih oken prekomerne ter je zaradi tega počutek slab. Ako vzamemo na primer okno tipa A pri normalnih pogojih ob nadpritisku 2,5 mm, dobimo izmenjavo zraka ca. $25 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ h}$; ker je ta menjava zraka pogojena na sorazmerno ozek pomerij stene, se seveda občuti prepah. Zaradi informacij dajemo v naslednjem pregled teh fizikalnih lastnosti nekaterih oken in vrat, kakor smo jih ugotovili pri preiskavah (2).

Okno tipa A je v karakteristikah podano v načrtu in s slikovnim materialom (glej slike 4); krila pri oknu so notranja in zunanja ter imajo 3 pripire. Okovje je izdelano po inozemskem vzorcu ter se stoji iz 3 nasadil in zapornega organa.



Sl. 6 a



Sl. 6 b. Okno tipa C

Podatki za okno tipa C

Okno	Širina m	Višina m	Površina m^2	Dolžina pripire m
1, 2, 3, 4, 5	1,96	1,26	2,47	7,0

Zračna prepustnost okna tipa C v m^3/h , na dolžinski meter pripire

Okno	Nadpritisak v mm VS								
	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8
1	5,88	8,65	13,7	18,8	20,8	23,8	26,1	—	—
2	6,43	9,20	14,1	16,1	19,8	22,8	25,1	—	—
3	7,02	10,3	14,6	16,6	19,5	22,5	24,4	25,9	—
4	5,71	8,30	12,7	15,9	18,9	21,5	23,2	25,5	—
5	7,50	10,3	14,9	17,4	20,4	22,9	24,9	—	—
Povprečje	6,51	9,35	14,0	16,6	19,9	22,7	24,7	—	—

Zaradi izkrivljenja krila se ne da več tesno pritisniti ob pripiro in posledica je velika prepustnost. Karakteristični diagram prikazuje menjavo zraka v $\text{m}^3/\text{m}^2 \text{ h}$ površine, izmerjeno na 3 komadih izdelkov.

Okno tipa B ima karakteristično velike izmere kril. Prikazano je na priloženih slikah. Krilo je horizontalno vrtljivo, v pripirno rego pa je vstavljeno gostilo.

Zaradi velike izmere krila se to krivi tako, da je zapiranje težko. Gostilo se je obarvalo z barvo in je zaradi tega postalo togo ter ne gosti več. Po-

sledica so velike prepustnosti, ki jih kaže diagram (glej slike 5).

Okno tipa C je prikazano na slikah 6. Ima 3 pripire, 3 nasadila in en pripirnik. Krilo je sorazmerno veliko in tanko, zaradi česar prihaja do izkrivljenja in velikih prepustnosti. Potek menjave zraka v m^3/m^2 površine je prikazan na diagramu

Te primere, ki so povzeti po omenjeni študiji ZRMK in ki so le izsek iz večjega števila meritev, podajam zaradi tega, da se v glavnem vidi nivo, na katerem se gibljemo na tem področju. Vse posnetke smo napravili s posebno aparaturo za to-

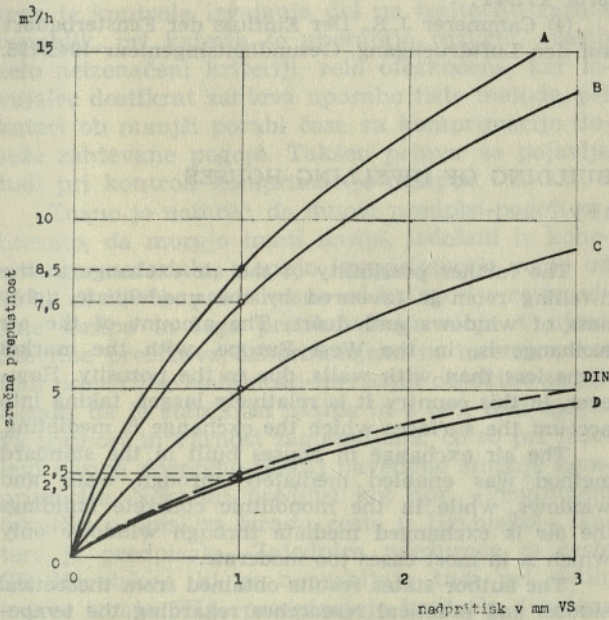
vrstne meritve, ki je prikazana na sliki 8, ko se ravno vrše meritve na vgrajenem oknu.

Če za primerjavo vzamemo podobne meritve, izvedene v Franciji (3), vidimo, da je menjava zraka preko oken sorazmerno nizka, saj se v glavnem giblje pod $20 \text{ m}^3/\text{m}^2 \text{ h}$ pri diferenci pritiskov $2,5 \text{ mm}$.

Menjava zraka v stanovanjih ob takem stanju je pa razumljivo odvisna od velikosti oken samih.

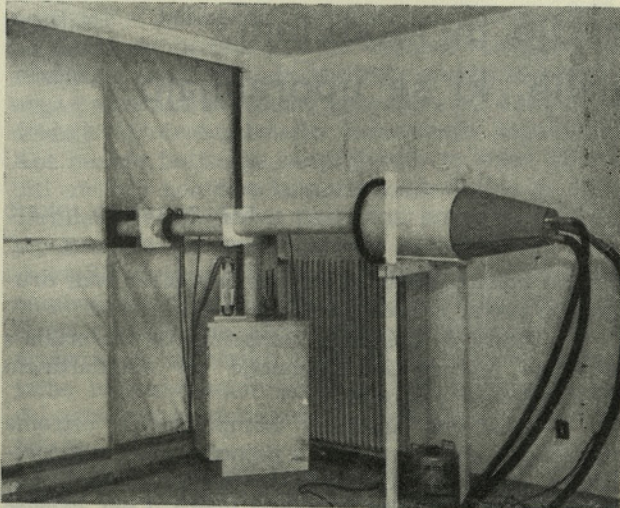
Zračna prepustnost težkih monolitnih in montažnih zgradb

Kot je iz prikazanega razvidno, lahko računamo v splošnem na kombinirano menjavo zraka v



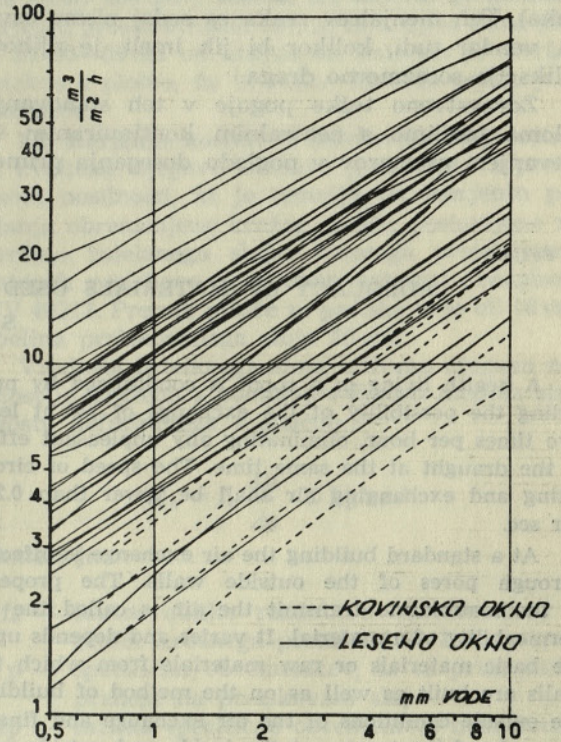
Sl. 7. Zračna prepustnost oken v m^3/h , preračunana na dolžinski meter rege

- A Krivulja poprečnih vrednosti raznih tipov vezanih oken, izmerjenih na stanovanjskih stavbah v Ljubljani
 - B Krivulja poprečnih vrednosti
 - C Krivulja poprečnih vrednosti
 - D Krivulja poprečnih vrednosti tipa B, toda s tesnilom (ZRMK)
- Črtkana krivulja — karakteristične prepustnosti po DIN

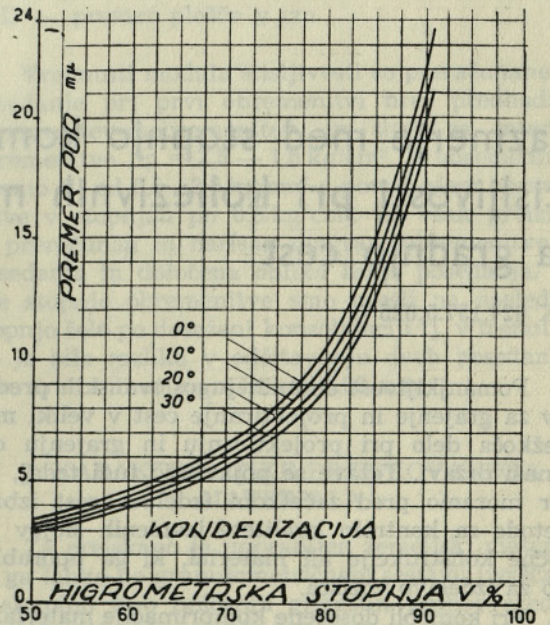


Sl. 8. Aparature za ugotavljanje zračne propustnosti

prostorih. Kriterij dopustne menjave smo že opisali zgoraj ter znaša 1- do 2-kratno menjavo volumna zraka prostora na uro, pač po zasedbi in ciperacijah v opazovalnem stanovanju. Meritve opravljene na nekaterih montažnih stanovanjih v Nemčiji (4), so pokazale, da ta vrednost menjave variira po izvedbi med 1 in 15 volumnom na uro po diferenci tlakov 1 mm . Kot je razvidno iz nekaterih meritev, izvedenih na stanovanju tipa »Ju-



Sl. 9. Karakteristike prepustnosti dvojnih oken — izdelava v kovini in v lesu



Sl. 10. Kondenzacija vlage v porah

gomont«, so vrednosti teh menjav ugodne, zaradi tipa prednje montažne stene v sobah, ki že sama zadošča pogoju do 2-kratne menjave zraka v prostoru. Tudi ni zanemariti dejstva, da so betonski paneli sestavljeni in je zaradi tega prepustnost velika.

Take menjave pa pri monolitnih betonskih objektih ne bomo zabeležili. Za te se mi zdi primerno, da bi bili opremljeni z avtomatskimi menjalci zraka (istodobno grelci, hladilci in vlažilci zraka). Teh menjalcev zraka za sedaj nismo osvojili, vendar tudi, kolikor bi jih imeli, je njihova aplikacija sorazmerno draga.

Zdravstveno težke pogoje v teh stanovanjih deloma omilimo s centralnim kontinuiranim segrevanjem prostorov v pogledu doseganja primer-

nih temperatur, deloma tudi z aplikacijo absorbentnih folij za korekcijo vlažnosti, ki jih običajno lepimo na stene.

Literatura

(1) Cadiergues M. R., La perméabilité des bâtiments à l'air, aux gaz et aux vapeurs, Annales de l'Institut Technique BTP, Paris 1953

(2) Študija ZRMK »Ispitivanje prozora«, Ljubljana 1962

(3) Cadiergues M. R., Rapport sur la spécification de perméabilité à l'air des menuiseries. Document interne ITBTP.

(4) Cammerer J. S., Der Einfluss der Fensterbauart auf den Luftdurchgang. Gesundheitsingenieur 1942/135.

M. Ferjan:

ADEQUACY OF MATERIALS USED FOR BUILDING OF DWELLING HOUSES

Summary

A health living in a room is conditioned by providing the possibility of the exchange of air at least two times per hour, eliminating any unpleasant effect of the draught at the same time. The speed of circulating and exchanging air shall be lower than 0.2 m per sec.

At a standard building the air exchange is effected through pores of the outside walls. The property of the material to transmit the air is called the air permeability of a material. It varies and depends upon the basic materials or raw materials from which the walls are built as well as on the method of building, the outside conditions of the air exchange and finally on mode of the treatment the inside and outside wall surfaces.

The further possibility of the air exchange in the dwelling room is favoured by the unadequate tightness of windows and doors. The amount of the air exchange is, in the West Europe, with the market items less than with walls, due to the porosity. However, in this country it is relatively larger, taking into account the surfaces which the exchange is mediating.

The air exchange in houses built in the standard method was enabled mediate through walls and windows, while in the monolithic concrete buildings the air is exchanged mediate through windows only which is in most cases too moderate.

The author states results obtained from theoretical studies and practical researches regarding the temperature of air, humidity air permeability of some building materials as well as windows and doors.

Razmerje med stopnjo komprimacije in modulom stisljivosti pri kohezivnih materialih, ki se uporabljajo za gradnjo cest

DK 624.157.5:625.7

INŽ. ZDRAVKO JOKSIC

Pomanjkljivost enotnih jugoslovanskih predpisov za grajenje in projektiranje cest v veliki meri otežkoča delo pri projektiranju in grajenju cest v naši državi. Težave se pojavljajo tudi tedaj, kadar moramo pred začetkom izdelave cest izbrati metode za kontrolo kvalitete izvršenih slojev voziščne konstrukcije ali material, ki ga uporabljamo za izdelavo vozišča.

Pri kontroli dosežene komprimacije materialov, vgrajenih v spodnji ustroj ali posamezne sloje vo-

ziščne konstrukcije, se pri nas, kot sicer tudi drugod po svetu, največ uporabljata dve metodi:

— kontrola dosežene komprimacije materiala s pomočjo metode komprimacije po standardnem Proctorjevem postopku,

— kontrola dosežene komprimacije oziroma nosilnosti izdelanih slojev s pomočjo ploščnega preizkusa po švicarski oziroma nemški metodi. Potrebno je pripomniti, da se v Srbiji, Črni gori in Makedoniji uporablja švicarska metoda SNV

40317, v Hrvatski ista metoda z modifikacijami glede velikosti uporabljene plošče (ϕ 30 namesto ϕ 16), in v Sloveniji nemška metoda. Razlike v velikosti modula stisljivosti ME, določenega po švicarski metodi, in modula deformacije E_y , določenega po nemški metodi po večkratni obremenitvi — razbremenitvi so znatne (gl. inž. Zdravko Joksić: Metode koje koriste opit pločom i neke razlike u njihovoj primeni kot gradnjenja puteva u Jugoslaviji, Naše gradjevinarstvo, br. 11/1964).

Nepravilna uporaba katerekoli od navedenih metod ali nezadostno pojasnjeni kriteriji, uporabljeni za oceno dosežene kvalitete, se lahko zelo neugodno odrazijo na trajnosti zgrajene ceste. Razen tega je kontrola izvajanja del na teritoriju raznih republik, pri katerih se uporabijo različni, včasih zelo neizenačeni kriteriji, zelo otežkočena, ker izvajalec dostikrat zahteva uporabo tiste metode, pri kateri ob manjši porabi časa za komprimacijo doseže zahtevane pogoje. Takšen primer se pojavlja tudi pri kontroli komprimacije nasipov.

Znano je namreč, da mnogi predpisi-pogoji zahtevajo, da morajo imeti nasipi, izdelani iz kohezivnega materiala, stopnjo komprimacije večjo od 95 % ali 100 %, pač odvisno od kategorije ceste, višine nasipa in lege preiskovanega sloja v njem. Številne preiskave, laboratorijske in terenske, kot tudi preveritve stabilnosti izvršenih objektov so pokazale, da je stabilnost nasipa in s tem tudi njegova trajnost in varnost zagotovljena, če so pri izdelavi nasipa dosežene zgoraj navedene stopnje komprimacije. Nekateri predpisi kot npr. »Privremeni tehnički propisi za izradu cesta u Hrvatskoj«, katere je predpisala »Zajednica preduzeća za ceste SR Hrvatske«, ki se uporabljajo tudi pri delih, katere izvaja JNA, predpisujejo kontrolo dosežene komprimacije nasipov iz kohezivnih materialov po ploščnem preizkusu, z zahtevo, da je minimalna vrednost modula stisljivosti večja od $ME = 150 \text{ kg na cm}^2$. Ker minimalna predpisana vrednost modula stisljivosti ni v skladu z zahtevnimi stopnjami komprimacije in ker se pri nasipih, izdelanih v slojih, na katerih so dosežene vrednosti modula stisljivosti $ME = 150 \text{ kg/cm}^2$, ne more pričakovati stisljivna stabilnost in zato tudi ne trajnost voziščne konstrukcije, smatramo, da kontrole s pomočjo ploščnega preizkusa ne smemo opravljati pri nasipih, izdelanih iz drobnozrnatih kohezivnih materialov. Kot mnogo boljše in zanesljivejše je treba uporabiti metodo kontrole komprimacije nasipa po standardnem Proctorjevem postopku, kot je to storjeno pri kontroli del med gradnjo avtomobilske ceste skozi SR Srbijo. Številne preiskave, opravljene z namenom primerjave teh dveh metod in vzpostavljanja medsebojne odvisnosti so nam omogočile, da pridemo do določenih izkušenj in sklepov, katere jasno in nedvoumno potrjuje tudi izvršeni terenski preizkus komprimacije, prikazan v nadaljnjem tekstu.

Podali bomo prikaz metod, uporabljenih za preiskavo karakteristik preiskovanega materiala, faktorjev, kateri vplivajo na medsebojna razmerja

stopnje komprimacije in velikosti modula stisljivosti ME, ter sklepe na temelju dobljenih rezultatov.

1. METODE PREISKAVE

1.1 Merjenje prostorninskih tež na materialih, vgrajenih v posamezne sloje voziščne konstrukcije je bilo opravljeno z odvzemom nepoškodovanih vzorcev s pomočjo stožca premera 10 cm (prostornina okoli 650 cm^3). Mesta, na katerih je izvršeno merjenje prostorninskih tež, so bila izpod same plošče in 50—60 cm od mesta, na katerem je izvršen preizkus s ploščo, da bi lahko opravili primerjavo rezultatov.

1.2 Merjenje nosilnosti izdelanega sloja oziroma kvalitete njegove izdelave je izvršeno s preizkusom nosilnosti, ki je temeljil na merjenju posedanja obremenjene krožne plošče, postavljene na površino izdelanega sloja, katerega preiskujemo. Postopek preiskave je v vsem ustrezal predpisom SNV 40317. Premer plošče za preiskavo je bil 16 cm, debelina preiskovanega sloja 20 cm.

Vrednost izdelanega sloja oziroma njegova nosilnost je izražena s pomočjo velikosti modula stisljivosti, definiranega z enačbo:

$$M_e = f_0 \frac{\Delta p}{\Delta s} \cdot D \text{ kg/cm}^2$$

v kateri je:

- f_0 — faktor oblike razdelitve obremenitve; za plošče krožnega preseka $f_0 = 1$
- p — specifična obremenitev, ki se prek plošče prenese na preiskovani sloj
- Δp — razlika specifične obremenitve med dvema stopnjama obremenitve v kg/cm^2
- Δs — razlika v posedanju plošče za interval obremenitve
- D — premer plošče v cm

Vrednosti modula stisljivosti so preračunane na posedanje pri prvi obremenitvi brez predhodnih obremenitev-razbremenitev, in sicer za interval obremenitve $\Delta p = 2,5 - 1,5 \text{ kg/cm}^2$. Z obremenitvijo smo šli od $0,5 - 3,5 \text{ kg/cm}^2$ s povečanjem obremenitve v stopnjah po $0,5 \text{ kg/cm}^2$. Za vsak preizkus je preračunan in narisani diagram obremenitve — posedanja in določena oblika linije posedanja. Od ene stopnje obremenitve smo prešli na naslednjo stopnjo šele po doseženi konsolidaciji tj. v trenutku, ko je bila razlika v odčitavanju dveh posedanj v času treh minut manjša kot $0,05 \text{ mm}$.

2. KARAKTERISTIKE PREISKOVANEGA MATERIALA

Za preiskavo je uporabljen zemeljski material, ki ga lahko po granulometričnem sestavu uvrščamo v skupino fino peščenih glinastih prahov srednje plastičnosti, ki po klasifikaciji A. Casagrandeja

spada v skupino srednje plastičnosti peščenih glinastih prahov (CI), a po klasifikaciji ameriške uprave za javne ceste v skupini A-6 (slika 1).

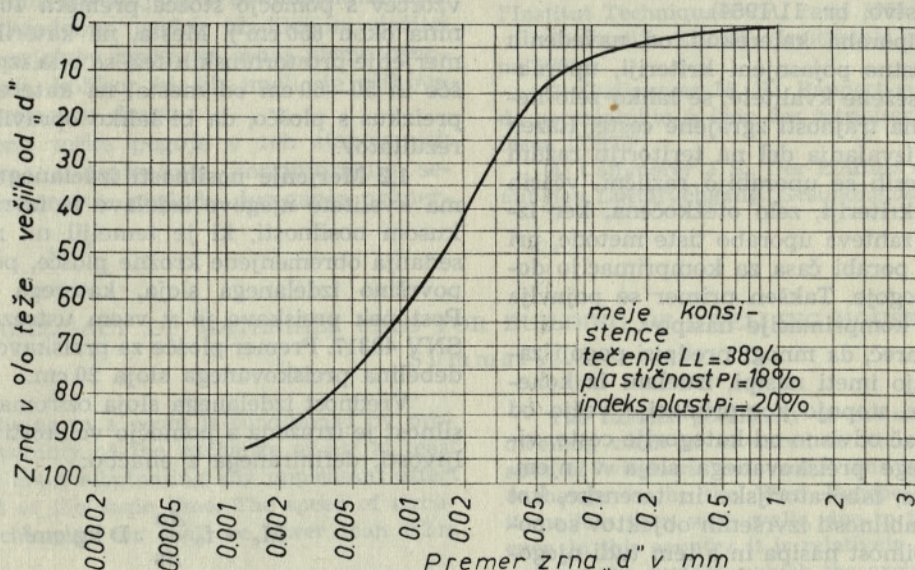
Meje konsistence so dobljene s preiskavo:

meja tečenja	LL = 38 %
meja plastičnosti	PL = 18 %
indeks plastičnosti	PI = 20 %

krat večjo energijo komprimacije ($E = 120 \text{ tm/cm}^3$) in je dobljeni rezultat, označen s številko 5, prikazan prav tako na sliki 2.

3. REZULTATI PREISKAVE

Preiskave so opravljene z namenom, da bi določili odvisnost med maksimalnimi karakteristikami nosilnosti izdelanega sloja, izraženimi z modulom



Sl. 1

Maksimalna prostorninska teža (γ_{max}) je določena po standardnem laboratorijskem Proctorjevem postopku, pri optimalni vlažnosti $W_{opt} = 20 \%$, in znaša $1,63 \text{ gr/cm}^3$ (slika 2 — linija 4).

Razen standardnega laboratorijskega Proctorjevega postopka z energijo komprimacije $E = 60 \text{ tm}$ na cm^3 je opravljen tudi Proctorjev preizkus z dva-

stisljivosti M_e in faktorji, ki vplivajo na doseganje navedenih vrednosti. Glavni faktorji, ki vplivajo na vrednost modula stisljivosti, so:

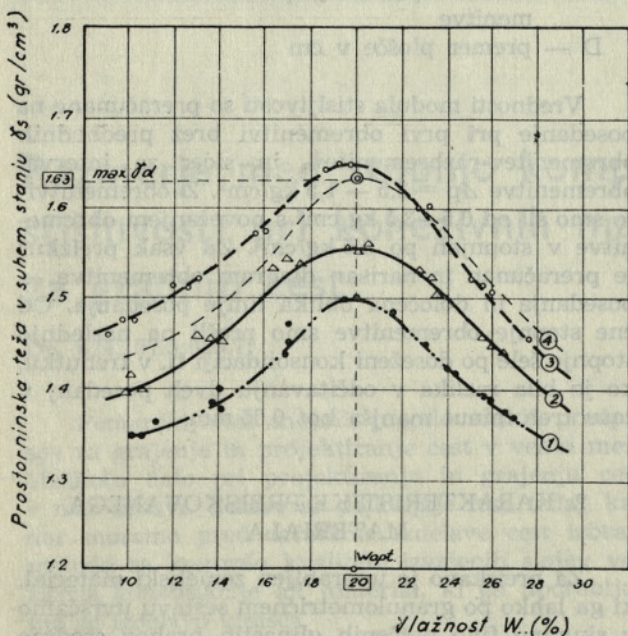
- stopnja komprimacije (gostost) izdelanega sloja,
- granulometrični sestav materiala in njegova plastičnost,
- vlažnost materiala pri preiskavi.

3.1 Vpliv komprimacije (gostote) materiala na velikost modula stisljivosti M_e .

Komprimacija materiala je najvažnejši faktor, ki vpliva na velikost modula stisljivosti. Komprimacija materiala je izražena s stopnjo komprimacije, ki je definirana z razmerjem med prostorninsko težo v suhem stanju (γ_s), določeno na mestu preiskave, in maksimalno prostorninsko težo v suhem stanju (γ_{max}), določeno po standardnem laboratorijskem Proctorjevem postopku. To razmerje (γ_s/γ_{max}) je izraženo v odstotkih.

Linearna odvisnost velikosti modula stisljivosti in dosežene stopnje komprimacije je dobljena na temelju rezultatov preiskav, prikazanih na sliki 3, na kateri je razen linije srednjih vrednosti podano tudi širše področje, v katerem so rezultati preiskav. Iz tega lahko izvedemo naslednje sklepe:

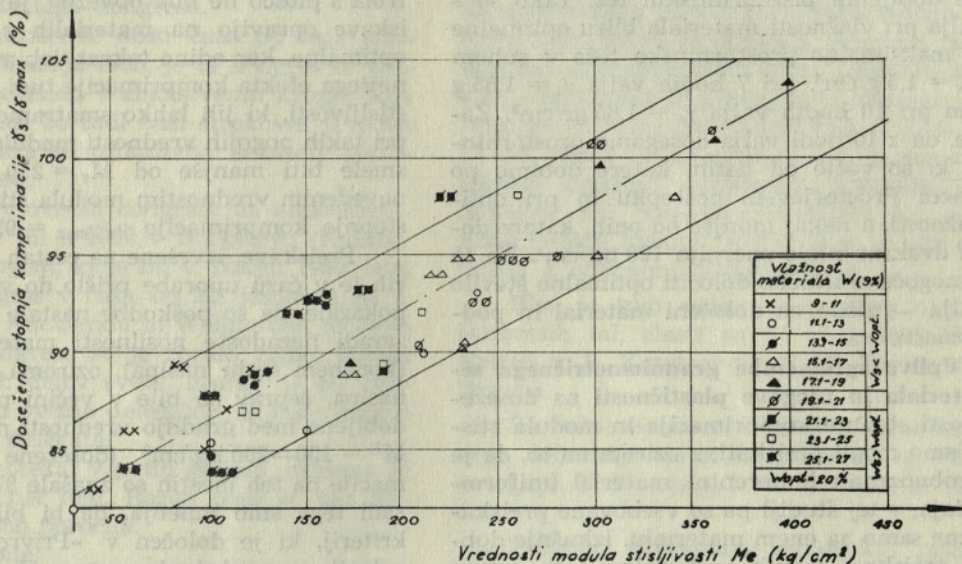
- pri materialih s stopnjo komprimacije 90 do 95 % so dosežene vrednosti modula stisljivosti $M_e = 150\text{--}300 \text{ kg/cm}^2$,
- pri materialih s stopnjo komprimacije 95 do 100 % so dosežene vrednosti modula stisljivosti $M_e = 300\text{--}400 \text{ kg/cm}^2$,



Sl. 2

— pri materialih s stopnjo komprimacije nad 100 % se lahko dosežejo vrednosti modula stisljivosti $M_e = 350\text{--}400 \text{ kg/cm}^2$.

Ker se pri izdelavi nasipov na cestah v odvisnosti od njihove višine zahtevajo stopnje komprimacije 95—100 %, izhaja iz prikazanega diagrama, da minimalne vrednosti modula stisljivosti, določene na vsakem sloju vgrajenega materiala z vlažnostjo manjšo ali enako maksimalni, ne smejo biti manjše kot $M_e = 300\text{--}400 \text{ kg/cm}^2$.



Sl. 3

Pri materialih večje plastičnosti (prašnate gline in visoko plastične gline manj ugodnega granulometričnega sestava) morajo biti te zahteve še ostrejše.

Iz diagrama je jasno videti, da so moduli stisljivosti v »Privremenih tehničkih uslovih za izradu ceste u Hrvatskoj« zelo majhni in ne zagotavljajo potrebne stabilnosti ter trajnosti izvršenih nasipov, in prav tako ne voziščnih konstrukcij, izdelanih nad tako slabo komprimiranim in nezadostno nosilnim spodnjim ustrojem.

Iz slike 3 je delno videti tudi vpliv vlažnosti materiala na medsebojno razmerje karakteristik nosilnosti in komprimacije. Najmanjše vrednosti stopnje komprimacije in modula stisljivosti so dosežene pri vlažnosti, ki so ali mnogo manjše ali mnogo večje od optimalne vlažnosti po standardnem Proctorjevem postopku.

3.2 Vpliv vlažnosti materiala pri preiskavi na vrednost modula stisljivosti M_e in stopnjo komprimacije.

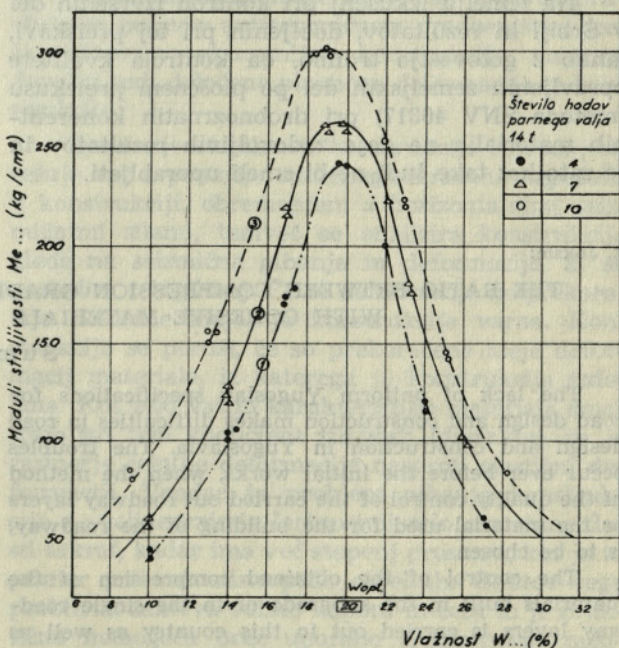
Vlažnost materiala pri vgrajevanju je odločilnega pomena tako za doseganje določene stopnje komprimacije kot tudi za samo nosilnost, ki je izražena z modulom stisljivosti.

3.21 Vpliv vlažnosti materiala pri vgrajevanju na velikost modula stisljivosti je prikazan na sliki 4, iz katere je razvidno, da s porastom vlažnosti do določene stopnje, ki je nekaj manjša od optimalne vlažnosti, rastejo tudi vrednosti modula stisljivosti. S povečanjem vlažnosti nad optimalno vrednosti

modula stisljivosti dosežejo pri vlažnosti $W = 19\%$, kot v primeru vlažnosti, manjše od optimalne. Iz diagramov je razvidno, da se maksimalne vrednosti modula stisljivosti dosežejo pri vlažnosti $W = 19\%$, tj. za 1 % manjši od optimalne ($W_{opt} = 20\%$) na sliki 4 so narisane tri linije, s katerim smo želeli prikazati vpliv komprimacije materiala na velikost modula stisljivosti z ozirom na to, da je preiskava izvršena na materialih, ki so komprimirani z različnimi energijami. Tako so vrednosti za linijo 1

dobljenje na sloju, ki je komprimiran s 4 hodi parnega valja na gladkih jeklenih kolesih, linija 2 s 7 hodi, a linija 3 z 10 hodi istega valja.

3.22 Vpliv vlažnosti materiala pri vgrajevanju na doseženo komprimacijo, izražen s prostorninskimi težami v suhem stanju, je prikazan na sliki 2,



Sl. 4

iz katere je razvidno, da s povečevanjem vlažnosti do optimalne rastejo tudi prostorninske teže preiskovanih materialov. Pri nadaljnjem povečanju vlažnosti nad optimalno se dosežejo znatno manjše prostorninske teže, kar nedvoumno kaže na potrebo vgrajevanja materiala pri vlažnosti, ki je v bližini optimalne, pri čemer imamo v vidu dosežene komprimacije, efekt komprimiranja in stroške dela pri komprimiranju. Na sliki 2 je prikazan vpliv vlažnosti materiala in energije komprimiranja na doseganje dobljenih prostorninskih tež. Tako so s 4 hodi valja pri vlažnosti materiala blizu optimalne dosežene maksimalne prostorninske teže v suhem stanju: $\gamma_s = 1,5 \text{ g/cm}^3$, pri 7 hodih valja $\gamma_s = 1,55 \text{ g/cm}^3$, in pri 10 hodih valja $\gamma_s = 1,65 \text{ gr/cm}^3$. Zanimivo je, da z 10 hodi valja dosegamo prostorninske teže, ki so večje od tistih, katere dobimo po standardnem Proctorjevem postopku in pri optimalni vlažnosti, a nekaj manjše od onih, katere dobivamo z dvakrat večjo energijo 120 tm/cm^3 . Na ta način je mogoče praktično določiti optimalno število hodov valja — glede na določeni material in področje vlažnosti.

3.23 Vpliva spremembe granulometričnega sestava materiala in njegove plastičnosti na dosežene vrednosti stopnje komprimacije in modula stisljivosti nismo mogli preiskati, z ozirom na to, da je šlo za drobnozrnati koherentni material uniformnega značaja, v tej študiji pa so vsebovane preiskave, izvršene samo na enem materialu. Izkušnje dobljene pri preiskavi raznih materialov nam dajejo pravico, da podčrtamo pomembno vlogo granulometričnega sestava in plastičnosti za doseganje določenih karakteristik pri drobnozrnatih koherentnih materialih nizke, srednje in visoke plastičnosti.

4. SKLEPI

Na temelju izkušenj pri kontroli izvršenih del v Srbiji in rezultatov, dobljenih pri tej preiskavi, lahko z gotovostjo trdimo, da kontrola kvalitete opravljenih zemeljskih del po ploščnem preizkusu (metoda SNV 40317) pri drobnozrnatih koherentnih materialih ne daje zadovoljivih rezultatov in je zato kot take tudi ne bi smeli uporabljati.

Z. Joksić:

THE RATIO BETWEEN COMPRESSION GRADE AND THE COEFFICIENT OF COMPRESSIBILITY WITH COHESIVE MATERIALS USED IN ROAD CONSTRUCTION

Summary

The lack of uniform Yugoslav specifications for road design and construction makes difficulties in road design and construction in Yugoslavia. The troubles occur ever before the initial works, when the method of the quality control of the carried out roadway layers or the material used for the building of the roadway, is to be chosen.

The control of the obtained compression of the materials built in the subgrade or in the single roadway layers is carried out in this country as well as in the other countries according to two methods:

Mnogo boljši in vernejši rezultati se dobijo s kontrolo kvalitete komprimiranja pri zemeljskih delih v zgoraj opisanih materialih s pomočjo Proctorjeve metode, zasnovane na določanju dosežene stopnje komprimacije s pomočjo prostorninskih tež. Pri tem je treba zahtevati, da znaša komprimacija materialov, vgrajenih v spodnji ustroj 95—100 % od one, katero dobimo po standardnem Proctorjevem postopku (γ_{max}) pri optimalni vlažnosti (W_{opt}).

Kolikor bi z ozirom na tehnične pogoje kontrola s ploščo ne bila obvezna, je nujno, da se preiskave opravijo na materialih z vlažnostjo blizu optimalne, ker edino takrat dobimo razen najugodnejšega efekta komprimacije tudi vrednosti modula stisljivosti, ki jih lahko smatramo kot realne. Celo pri takih pogojih vrednosti modula stisljivosti ne bi smele biti manjše od $M_e = 250\text{—}300 \text{ kg/cm}^2$, ker navedenim vrednostim modula stisljivosti ustrežajo stopnje komprimacije $\gamma_s/\gamma_{\text{max}} = 95\%$ (slika 3).

Preiskave, izvršene na cestah v Srbiji, na katerih je v času uporabe prišlo do večjih poškodb, so pokazale, da so poškodbe nastale med drugim tudi zaradi nezadostne nosilnosti materiala v posteljici (končnem sloju nasipa), oziroma zaradi posedanja nasipa, čeprav so bile v večini preiskovanih mest dobljene med gradnjo vrednosti modula stisljivosti $M^B = 150\text{—}200 \text{ kg/cm}^2$ (dosežene stopnje komprimacije na teh mestih so znašale 87—95 % γ_{max}). Zaradi tega smo mnenja, da bi bilo treba poopriliti kriterij, ki je določen v »Privremenih tehničnih uslovih za gradnjenje cesta u Hrvatskoj« z uvedbo vrednosti modula stisljivosti $M^B = 250 \text{ kg/cm}^2$ kot minimalne, s tem, da damo prednost kontroli po Proctorjevi metodi, kot je v navadi v večini evropskih držav.

Vlažnosti materiala, ki so večje od optimalne, otežkočajo njegovo vgrajevanje in komprimacijo ter doseganje željene stopnje komprimacije (gostosti), ker terjajo povečanje energije komprimiranja; če pa vlažnost preseže določeno mejno vrednost, se želena stopnja komprimacije ne more ustvariti, kot je jasno razvidno na sliki 2, na kateri je prikazan vpliv vlažnosti in potrošene energije komprimiranja na doseganje komprimacije materiala.

Prevedel B. F.

- control of the obtained compression of materials according to the standard Proctor method,
- control of the obtained compression, respectively bearing capacity of layers by plate test according to Swiss, resp. German method.

The author states the methods used for testing the characteristics of the materials, factors that are important for the ratio between compression grade and the coefficient of compressibility with cohesive materials used in road construction.

Poročilo o tretjem svetovnem kongresu za antiseizmično gradnjo

APOSTOL POCESKI, MGR. ING., SKOPJE

Tretji svetovni kongres za antiseizmično gradnjo bo dolgo časa ostal v spominu vseh udeležencev, tako glede na dobro organizacijo, kakor tudi glede na rezultate tega kongresa.

Čeprav je minilo že dosti časa od tega kongresa, ki je bil januarja 1965, je ta kongres še vedno in bo ostal aktualen v znanstvenih krogih tega področja. Vsekakor bo tudi naši strokovni javnosti koristilo, če na kratko prikažemo nekatere rezultate tega kongresa.

Po prvem svetovnem kongresu za antiseizmično gradnjo, ki je bil l. 1956 v Berkeleyu (Kalifornija ZDA) in drugem, ki je bil v Tokyu 1960. leta, je bil tretji kongres v času od 22. januarja do 1. februarja 1965 v Aucklandu in Wellingtonu na Novi Zelandiji. Na kongresu se je zbralo veliko število delegatov iz vseh delov sveta, čeprav je bil kongres zelo daleč za večino delegatov. Iz naše države ni bilo uradnega delegata.*

Kongres je potekal v petih sesijah, oziroma je bil razdeljen na pet tem. Razen tega so bila podana tudi specialna poročila.

Te teme so bile:

1. nosilna tla in pogoji temeljenja glede na učinek potresa,
2. analiza konstrukcij in instrumenti,
3. seizmičnost in gibanje tal pri potresu,
4. projektiranje in gibanja potresno varnih konstrukcij in predpisi,
5. novejši močni potresi in poškodbe objektov zaradi potresov. — Specialna poročila.

Istočasno sta poslovali po dve sesiji. Bilo je veliko zanimivih prispevkov na vseh sesijah, tako je bila odločitev za delo v eni sesiji pogosto dokaj težavna.

Za prvo temo je bilo predloženih 18 prispevkov. Proučeni so bili različni problemi s področja geomehanike in temeljenja raznih objektov, kakor tudi podobni problemi v zvezi s potresi. Večji del teh prispevkov je bil zelo zanimiv. Tukaj bomo navedli samo nekatere.

1. Herrera in E. Rosenblueth sta v študiji pod naslovom »Spektralna analiza za stratificirana tla« uporabila teorijo verjetnosti za analizo nihanja sistema z eno stopnjo prostosti z viskoznim dušenjem, ki se nahaja na stratificiranih visko-elastičnih tleh. E. Rosenblueth, ki je zelo znan po svojih aplikacijah verjetnostne teorije v antiseizmičnem gradbe-

ništvu, skupaj z I. Herrero in O. Rasconom v študiji »Prognoziranje potresnega spektra v dolini Mexico« ravno tako uporablja verjetnostno teorijo ob upoštevanju rezultatov v laboratoriju in na terenu. Zelo dobro je obdelala problem rajonizacije skupina strokovnjakov z Nove Zelandije pod naslovom »Tektonska in potresna rajonizacija Nove Zelandije«. R. Scott je v prispevku »Potres v Aljaski 27. III. 1964 z vidika geomehanike in temeljenja objektov« prikazal velikanske poškodbe gradbenih objektov kot posledico temeljnih tal in številne zdrse velikih blokov zemljin, kar je bilo dokumentirano z odličnimi fotografijami.

Bilo je tudi nekaj prispevkov o dinamičnih lastnostih tal, zlasti so jih prispevali avtorji: R. Krizen in R. Kondner ter P. W. Teylor in J. N. O. Hugens.

Še vedno ne dovolj raziskani problem vzajemnega delovanja tal in konstrukcije so obravnavali avtorji J. F. Fleming, F. N. Scruwal in R. L. Konder.

Problem stabilnosti zemeljskih pregrad pod vplivom potresa sta obdelala v svojem prispevku J. Krishna in S. Prakash »Zemeljske pregrade pod vplivom potresa«. Posebno je bilo obdelano vprašanje 122 m visoke pregrade Ramganga.

Druga tema je imela največ prispevkov. Bilo jih je 50. Večji del prispevkov je bil posvečen analizi »nelinearnih« konstrukcij, oziroma konstrukcij iz elastoplastičnih materialov, kar je pravzaprav običajen pojav v antiseizmičnem gradbeništvu, ker če zahtevamo ekonomično konstrukcijo, moramo dovoliti tudi določene plastične deformacije te konstrukcije.

Vprašanje stabilnosti konstrukcije se sedaj ne rešuje več s pomočjo statičnega izračuna napetosti v konstrukciji, obremenjeni s horizontalnimi seizmičnimi silami, temveč se analizira konstrukcija glede na seizmična gibanja in deformacije, ki so posledica teh gibanj. Če te deformacije ne prekoračijo določene meje, je konstrukcija varna. Konstrukcija se poruši, če so prekoračene meje deformacij materiala, iz katerega je konstrukcija izdelana. Kot zelo važno karakteristiko materiala smatrajo pri tem koeficient žilavosti (ductility), to je razmerje celotne deformacije nasproti elastični deformaciji. Vendar je problem nihanja konstrukcije z »nelinearnimi« lastnostmi zelo zamotan, zlasti takrat, kadar ima več stopenj prostosti, kot je to primer pri večnadstropnih objektih. Rešitev tega problema zahteva veliko napora in časa in je praktično nemogoča brez uporabe elektronskih računalnikov.

* Avtor tega članka se je udeležil kongresa kot neuradni delegat naše države. Udeležbo na kongresu mu je omogočila Fordova fundacija. Avtor uporabi to priložnost, da se pristržno zahvali Fordovi fundaciji za omogočeno udeležbo na kongresu in za posredovanje pri obisku nekaterih institucij v Tokyu.

Zato je razumljivo, da je bilo sedaj, ko je uporaba elektronskih računalnikov že dokaj razširjena, na kongresu veliko prispevkov posvečeno prav temu problemu.

Hisada, Nakagava in Izumi so prikazali rezultate raziskav nihanja 20-nadstropne zgradbe pod vplivom določenega potresa. Izračunali so maksimalne premike etaž za elastični in neelastični nosilni sistem z viskoznim dušenjem v vrednosti 5% kritičnega pri prvem tonu nihanja, in sicer za dva sistema z dolžino lastne nihalne dobe 1,4 in 2,0 sek. Zelo zanimiv in pomemben je sklep, do katerega so ti avtorji prišli: da so maksimalni premiki pri elastičnem in neelastičnem sistemu približno enaki.

Vendar so avtorji Clough, Benuska in Wilson za podoben sistem konstrukcije ugotovili, da so maksimalni premiki neelastičnega sistema znatno večji kot pri elastičnem sistemu. Ti avtorji so ugotovili, da se v primeru, če ostanejo stebri v konstrukciji v elastičnem območju, preklade pa prevzamejo energijo potresa, na ta način lahko reši vprašanje antiseizmične zasnove objekta.

H. Kobayaši je analiziral nihanje 33-nadstropne zgradbe ob vplivu potresa, ki so ga registrirali pri El Centro (ZDA). Poleg analize za sistem s 33 stopnjami prostosti je analiziral tudi poenostavljeni nosilni sistem in ugotovil, da obstajajo dokajšnje razlike v rezultatih.

Bilo je še nekaj prispevkov, posvečenih problemu nihanja večnadstropnih zgradb, ki jih tukaj ne bomo navajali.

Še en zanimiv predmet študija je bilo tako imenovano ekvivalentno viskozno dušenje kot posledica popuščanja materiala oziroma njegovih plastičnih deformacij. P. C. Jennings je študiral nihanja elastoplastičnega sistema, izpostavljenega gibanju tal, ki je bilo zelo podobno potresu. Ugotovil je, da je maksimalni hysteresis energije, ki se zgublja v konstrukciji z določeno mejo popuščanja, omejen glede na ekvivalentno viskozno dušenje, ki znaša približno 16% kritičnega dušenja. To pomeni, da ne bi smeli računati z večjim dušenjem od zgoraj navedenega, ki je posledica plastičnih deformacij, oziroma hysteresisne energije.

D. Hudson je študiral isti problem in je ugotovil, da znaša maksimalna vrednost ekvivalentnega viskoznega dušenja pri bilinearnem hysteresis sistemu s pozitivnim nagibom 15,9% kritičnega in da ima večina hysteresis sistemov manjši odstotek kot je navedeni. Za nek določen sistem je ugotovil, da znaša dušenje zaradi dinamičnih vplivov, podobnih potresnim vplivom, približno 4 do 5% kritičnega.

Veletsos, Newmark in Chelapati so predložili spektralno analizo deformacije elastičnega in elastoplastičnega sistema z eno stopnjo prostosti, izpostavljenega gibanju tal, podobnemu kot so potresna gibanja. Avtorji so prikazali enostaven način ugotavljanja deformacij neelastičnega sistema in spektra za elastični sistem.

Poleg študija neelastičnih sistemov je bilo podanih precej prispevkov študija elastičnih sistemov. Bilo je tudi veliko prispevkov o uporabi strojev in naprav kot na primer uporaba analognih računskih strojev, projekt vibracijske ploščadi in podobno. Bilo je tudi nekaj prispevkov o specialnih konstrukcijah.

Korčinski in Bikovski sta obravnavala obnašanje konstrukcije velikega tlorisa, ki ni vsa naenkrat izpostavljena vibraciji tal v isti fazi, kar lahko povzroči torzijske vibracije konstrukcije, čeprav konstrukcija nima ekscentricitete. Okamoto, Hakuano, Kato in Kavakami so analizirali obnašanje zemeljske pregrade pod vplivom potresa. Yošida in Baba so analizirali vpliv potresa na pristaniške pregrade.

Kot posebno poglavje lahko smatramo obravnavo eksperimentalnega določanja dinamičnih karakteristik konstrukcij. Karapetjan je prikazal rezultate raziskave 70 konstrukcij, ki so bile izpostavljene eksplozijam. Funahashi in Kinoshita sta zasnovala nihanje stolpa. Cherry in Brady sta razpravljala o določanju dinamičnih karakteristik konstrukcij s pomočjo statistične analize nihanj.

Seznam prispevkov za to ožjo temo je precej dolg. Čeprav je bil včasih večkrat obravnavan isti problem, je vsak prispevek vendar imel svojo posebno vrednost, kar je prispevalo k boljšemu spoznavanju obnašanja konstrukcij med potresom. Kljub tako mnogim prispevkom številni problemi še vedno niso rešeni. Preostaja še vedno veliko dela, kot je to poudaril poročevalec o tej temi, eden izmed najbolj znanih strokovnjakov s tega področja G. Housner. Vprašanja rušenja konstrukcij pod dinamičnimi vplivi še vedno ni dovolj proučeno. Deformacije zemeljskih pregrad zaradi dinamičnih vplivov niso bile obdelane. Potrebno bo še veliko eksperimentov na konstrukcijah realnih velikosti, če bi hoteli pojasniti številne še nepojasnjene probleme.

Za tretjo temo: »Seizmičnost in potresno gibanje tal« je bilo pripravljeno 18 del. Poročevalec te teme D. Hudson (ki osebno ni bil navzoč), je ta dela glede na tematiko razdelil na naslednje podskupine: Instrumenti in meritve, Bazične metode opisov, Tehnične analize, Geološka in tektonska razmerja, Seizmičnost posameznih rajonov, Seizmična rajonizacija in mikrorajonizacija in Napovedovanje potresov. Že sami naslovi kažejo, da so bili obravnavani problemi s širokega področja zelo zanimivi in velikega praktičnega pomena. Za to temo je bilo predloženih več del znanstvenikov iz Sovjetske zveze, ki obravnavajo te probleme na specifičen način.

Četrta tema: »Projektiranje in gradnja potresno varnih konstrukcij in predpisi« je bila za drugo temo največja po številu pripravljenih prispevkov, ki jih je bilo 39. Od teh 39 se jih nanaša 25 na zgradbe in predpise grajenja in samo nekaj jih obravnava regionalne probleme.

Že prej je bilo omenjeno, da ni pri dinamični analizi elastoplastičnih konstrukcij osnovno vpra-

šanje problem seizmičnih sil, temveč problem deformacij konstrukcije pod vplivom potresa. Toda tak pristop k problemu je kompliciran in neprimeren za prakso. Zato je treba najti bolj enostaven način, kar je možno spet le z analizo delovanja seizmičnih sil, bodisi po statični ali dinamični teoriji.

Poleg tega se v dinamični analizi pogosto ne upoštevajo nekateri elementi, kot na primer vpliv nekonstruktivnih elementov. Zato so zelo pomembni rezultati praktičnih eksperimentov na modelih, zlasti pa na realnih konstrukcijah. Nelinearnost napetosti in deformacij v materialnih in s tem tudi v konstrukcijah je zelo važen problem, na katerem je treba še dosti delati. Glede na to je koeficient žilavosti (ductility) zelo pomemben faktor. Kapaciteta absorpcije same konstrukcije je merilo odpornosti konstrukcije glede na dinamične vplive. Energetski pristop k projektiranju potresno varnih konstrukcij zavzema v zadnjih letih pomembno mesto v antiseizmični tehniki. Kje naj se energija potresa absorbira v konstrukciji? V celi konstrukciji ali pa samo v posameznih šibkih točkah te konstrukcije?

Zgoraj navedeni problemi kakor tudi sodobne tendence v razvoju konstruktivnih sistemov, njih projektiranje ter statična in dinamična analiza so bili predmet številnih prispevkov na kongresu v zvezi s to temo. Nekateri bomo tukaj še posebno omenili.

Poljakov in Konovodčenko sta prikazala sodobne tendence v antiseizmični gradnji v ZSSR, zlasti pri naslednjih sistemih: 1. Opečna gradnja, ojačena z železobetonskimi horizontalnimi vezmi, deloma pa tudi z vertikalno armaturo. 2. Opečna gradnja z železobetonskimi okvirji. 3. Gradnja z velikimi betonskimi bloki. 4. Gradnja z velikimi montažnimi paneli. 5. Težka montaža prefabriciranih velikih elementov velikosti ene ali več sob.

Krishna in Chandra sta podala rezultate raziskave opečnega zidu z različnimi maltami, ki so bile izpostavljene statičnim in dinamičnim obremenitvam. Avtorja sta ugotovila, da opečnega zidu ne moremo smatrati kot žilav material, temveč je ta material dokaj krhek in nima prednosti, ki jih imajo elastoplastični materiali pri potresno varni gradnji.

Železobetonske konstrukcije so obravnavali Čurajan, Džabua, Chandrasekaran in Krishna. Prednapeti beton je obravnaval Despeyroux in prikazal negativne in pozitivne strani tega materiala. Sutherland je podal prikaz sodobne prakse uporabe prednapetega betona v ZDA, Novi Zelandiji, Japonski in obnašanje prednapetega betona med potresom v Skopju, Aljaski in Niigati.

Kot posebno skupino prispevkov lahko izločimo prispevke, ki so obravnavali analizo večnadstropnih zgradb. Unemura, Osawa in Shibata so analizirali več zgradb za potrese srednje jakosti, z uporabo elektroanalognega računskega stroja. Ugotovili so, da je večetažna stavba varnejša, če seizmične koeficiente določamo kot za stavbo z eno stopnjo prostosti, upoštevajoč pri tem dejansko ni-

halno dobo in dušenje te stavbe. Prav tako so ugotovili, da bi bila razporeditev seizmičnih sil po višini stavbe lahko kombinacija trikotne obremenitve in koncentrirane sile na vrhu stavbe.

J. Bustamante je ugotovil, da trikotna razporeditev sil po višini daje vedno varno rešitev konstrukcije, lahko je pa tudi varna, če na vrhu vzamemo silo, ki znaša 5 % od skupne prečne sile v temeljih konstrukcije.

Čeprav je antiseizmično gradbeništvo v zadnjih letih veliko napredovalo, kot je to bilo prikazano na kongresu, se še vedno v številnih državah uporablja statična metoda dimenzioniranja ali pa se dinamična analiza izvršuje samo za prvi ton nihanja. Seizmične koeficiente določajo na podlagi lastne nihalne dobe, ki jo ugotavljajo na podlagi močno približanih metod, tako da je ponekod napaka lahko večja kot 100 %. V zvezi s tem je vredno omeniti predlog S. Džuzenkoviča (SZ), da bi Mednarodno združenje za gradnjo v potresnih področjih (IAEE) izdelalo in priporočilo osnove za projektiranje potresno varnih konstrukcij, ki bi služile za izdelavo predpisov za gradnjo v potresnih področjih v vsem svetu. To bi bilo treba izdelati do konca leta 1966.

Originalno rešitev za potresno varno zgradbo sta prikazala Izumi in Matsushita. Z namenom, da bi ločila nihanje tal od nihanja stavbe, sta predvidela izvedbo z dvojno kletjo. Spodnji del stavbe (do višine terena) je predviden kot zelo tog, zgornji pa zelo elastičen. Ta predlog spominja na tistega, ki je bil podan že pred 30 leti pod imenom »elastična prva etaža«. Vprašnje projektiranja pregrad v seizmičnih področjih je obravnaval S. Napetvaridze. Podal je predlog raziskovanj v Sovjetski zvezi. S. Medvedov in A. Sinicin sta obravnavala seizmične vplive na zemeljske pregrade. Pri tem sta uporabila metodo definitivnih razlik, upoštevajoč tudi deformacije terena kot posledico površinskih valov. C. Crawford je analiziral nihanje pristaniških pregrad. J. Bustamante je podal rezultate raziskav nihanja pregrad na modelih.

Poleg zgoraj navedenih del je bilo še nekaj prispevkov, ki so obravnavali specialne objekte kot so: vodni rezervoarji, viseči mostovi, temeljenje mostov in podobno.

V peti temi: »Novejši potresi in poškodbe zaradi njih« so bili zajeti potresi, ki so se zgodili med drugim in tretjim kongresom, razen najnovejših, ki so bili posebno proučeni. Bili so obdelani naslednji potresi: Iranski potres 1962 (Ambraseys in Omote), Acapulko (Mexiko) 1962 (R. Binder), Libijski potres 1963 (Minami), Italijanski potres avgusta 1962 (Cavallo in Penta).

Poleg tega je J. Kodera podal svoj prispevek o rušenju mostov in njihovih temeljev pod vplivom potresa. E. M. Fournier d'Albe je podal kratko poročilo o aktivnosti Unesca na področju antiseizmičnega gradbeništva.

V vseh zgoraj navedenih analizah potresov so bili poleg seizmoloških, geoloških in tektonskih po-

datkov o potresih navedeni tudi podatki o vplivu potresa na zgradbe. Kot je to podal poročevalec o tej temi K. Steinbrugge, je bil vzrok velikih rušenj in poškodb ter človeških žrtev najpogosteje v slabi kvaliteti materiala. Intenziteta potresov, ki jih navajajo posamezni avtorji, se pogosto dosti razlikuje med seboj, kar pomeni, da pri določanju intenzitete potresa obstaja še vedno veliko subjektivne presoje.

Kongres je končal svoj strokovni del z obravnavo najnovejših potresov: skopskega 1963, Anchorage (Aljaska) 1964 in Niigata (Japonska) 1964.

O potresu v Aljaski je podal poročilo K. Steinbrugge. Prav tako kot nekateri predgovorniki je navedel, da so bili bolj poškodovani visoki objekti in da so velika rušenja predvsem posledica slabe kvalitete nosilnih tal.

Številni prispevki o potresu v Niigati, ki so bili uradno obravnavani na kongresu ali pa so bili razdeljeni med delegate brez obravnave, so pokazali, da so tudi tam bili glavni vzrok velikih poškodb slaba nosilna tla. Veliko stavb se je prevrnilo, ni se pa porušilo, tako da sploh ni bilo žrtev, kar je dokaz, da so bile stavbe dobro zgrajene. To se je zelo

dobro videlo iz filma o tem potresu, ki je bil na koncu predvajan.

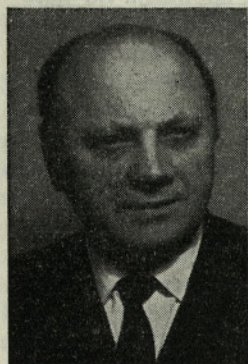
Poročilo o skopskem potresu je podal G. Berg. Iz naše države žal ni bilo nobenega prispevka, čeprav so bile izdelane obsežne študije in porabljena velika sredstva. Gotovo, da je bil opravičljiv očitak zavodom in inštitutom, ki so izdelovali študijo o potresu, povsem utemeljen, ker jim poldrugo leto ni zadostovalo za izdelavo te študije. Sicer se skopski potres smatra kot šibkejši potres, toda z velikimi rušenji. Vzrok temu je po mnenju poročevalca v slabi kvaliteti materiala in gradnje, kakor tudi neupoštevanje možnosti pojava potresa.

Na koncu je treba še omeniti, da je bilo poleg prispevkov, ki jih je kongres obravnaval, veliko prispevkov, ki so bili prejeti prepozno in so bili samo razdeljeni udeležencem, toda bodo vsebovani v materialih kongresa. Nekateri prispevki, katerih avtorji niso bili navzoči na kongresu, niso bili obravnavani, toda tudi le-ti bodo vsebovani v materialih. Zato smo jih tudi omenili v tem poročilu.

Materiali kongresa, vključno z diskusijo, zaenkrat še niso objavljeni, toda verjetno bodo do 1966. leta v obsegu več zvezkov.

Prevedel S. B.

in memoriam



In memoriam ing. Lojze Kerin

Kot žrtev nesrečnega nalključja je dne 10. januarja 1966 umrl ing. Lojze Kerin, nedavno upokojeni direktor Zavoda za vodno gospodarstvo SR Slovenije. Z njim je vodno gospodarstvo izgubilo enega svojih vodilnih strokovnjakov, ki je postavljaj temelje organizaciji vodnega gospodarstva v zveznem in republiškem merilu.

Rojen je bil 12. II. 1906 v Brodu na Dolenjskem. Gimnazijo je dovršil v Novem mestu, univerzo pa v Ljubljani.

Po diplomu leta 1934 se je zaposlil pri Gozdnotehničnem odseku za urejanje hudournikov v Ljubljani, kjer je služboval skoraj do osvoboditve.

Pod okupacijo se je takoj vključil v osvobodilno fronto ter je opravljal številne funkcije zaupne narave. Tudi v zaporu je politično delal. Za delo v NOB je bil leta 1946 odlikovan z redom za narod II. stopnje.

Po osvoboditvi je pomagal pri obnovi naše dežele v okviru tedanjega ministrstva za gozdarstvo, kjer je bil zadolžen za investicije. Leta 1947 je zapustil Slovenijo, ker je v Beogradu prevzel posle pomočnika ministra v Komisiji za vodno gospodarstvo. Na tem položaju je s svojimi izkušnjami veliko prispeval k organizaciji vodnega gospodarstva. Iz zdravstvenih razlogov se je po dveh letih naporenega dela vrnil v Slovenijo. Leta 1950 je kot predsednik Komiteja za vodno gospodarstvo, pozneje kot direktor Glavne uprave in od leta 1954 kot direktor Uprave za vodno gospodarstvo aktivno sodeloval na organizaciji vodnogospodarske službe v Sloveniji. Delal je na raznih osnut-

kih zakonov, pravnih predpisov, uredb in pravilnikov s področja vodnega gospodarstva. Zasluga njegovega osebnega prizadevanja je bila ustanovitev splošnih vodnih skupnosti. Njemu gre tudi glavna zasluga, da je bil izdan republiški Zakon o varstvu voda, to je predpis, ki je služil za vzor vsem drugim republikam pri pripravi njihovih predpisov s področja vodnega gospodarstva.

Aktivno je sodeloval tudi pri tezah za zvezni Zakon o vodah. Bil je torej duša vsemu na pripravah predpisov, kjer je požrtvovalno sodeloval v številnih komisijah, ki so te predpise pripravile.

Leta 1960 je bil imenovan za direktorja Zavoda za vodno gospodarstvo SRS. Na položaju direktorja Zavoda je forsiral študijsko delo o vodnem gospodarstvu ter je tudi sam aktivno sodeloval pri pomembnejših študijsko-raziskovalnih nalogah. Zlasti se je angažiral na študijah v zvezi z ureditvijo hidrosistema Pesnica, na študijah za ureditev Ljubljanskega barja ter na študijah ureditve Planinskega in Cerknškega polja. Več let je bil tudi predsednik v jugoslovansko-avstrijski komisiji za Muro in Dravo, ter nekaj let tudi redni član jugoslovansko-madžarske komisije za probleme vodnega gospodarstva.

Kot vodilni uslužbenec se je torej ing. Lojze Kerin vsa leta po osvoboditvi požrtvovalno predal nalogam, zlasti onim, ki so bile v neposredni zvezi z organizacijo vodnogospodarske službe. Poslovil se je ravno v času, ko vodno gospodarstvo dobiva tako mesto kot si ga je on želel.

Njegova smrt je globoko odjeknila med njegovimi sodelavci in prijatelji, ki so visoko cenili njegove sposobnosti in opravljeno delo.

Vsi se bomo pokojnega ing. Lojzeta Kerina spominjali s hvaležnostjo in spoštovanjem.

vesti

Združenje za armirani beton (RCA), skupina za lahke betone, Anglija

Skupina za lahke betone, ki je podskupina Združenja za armirani beton, je bila ustanovljena z namenom, da pospešuje razvoj in uporabo lahkih betonov. Čeprav uporabljajo lahke betone že vrsto let za stavbe in druge konstrukcije, so arhitekti šele razmeroma pred kratkim docela spoznali možnost njihovih raznovrstnih uporab. Prav zato se je Združenje za armirani beton, ki ima glavno vlogo pri pospeševanju razvoja na vseh področjih betonske gradnje, odločilo, da je sedaj prišel čas za ustanovitev take skupine. Nova skupina bo posebno važna za interese obeh, vlade in industrije, ob povečani mehanizaciji, učinkovitosti in produktivnosti gradbene industrije. Skupina za lahke betone bo vzdrževala tesne stike z Laboratorijem za gradbene preiskave (B. R. S.) in z Združenjem za cimente in betone (RCA). Njena dejavnost bo vključevala organizacijo sestankov za izdajo člankov, preiskavo in priporočilo raziskave, primerjavo in širjenje informacij. Poleg tega bo skupina pošiljala mnenja svojih članov odgovarjajočim komitejem za uzakonjeno prakso in standarde, nudila bo nasvete in priporočila oddelkom vlade in drugim uradnim organom, odgovornim za uredbe, specifikacije itd. Člani Skupine za lahke betone lahko postanejo vsi, ki so člani Združenja za beton.

RCA (Združenje za arm. beton) so spodbudili pri tem načrtu odgovori, ki so jih dobili od svojih članov, in zanimanje, ki so ga pokazali tisti, ki še niso člani.

Besedo »beton« navadno spremlja vtis trdega, gostega materiala, ki ga sestavljajo cement, mivka in gramoz ali zdrobljen kamen, in ki ima gostoto 140 do 155 lb na kubičen čevljev. Danes razpolagamo z betoni, ki imajo gostoto, nizko do 30 lb na kubičen čevljev. Pri nas (Angl.) jih proizvajajo v ogromnih količinah.

Betoni, ki imajo manjšo gostoto kot 120 lb na kubičen čevljev, so znani kot »lahki« betoni. To lahko dobe z uvajanjem zraka v sestavo betona. Imamo dva glavna tipa lahkih betonov:

1. lahki beton (beton z lahkim agregatom),
2. avtoklavirani aerirani beton.

Prvi beton vsebuje lahke agregate celične strukture namesto naravnega gramozja in kamna, kar je drugače navadni beton. Pri nas izdelujemo take agregate na umeten način, toda zgodovina takega tipa betona sega vse do rimskih časov, ko je beton vseboval naravni plovec kot agregat in so ga uporabili pri gradnji Panteona.

Glavni, obdelani lahki agregati, ki jih danes uporabljamo, so:

1. Penjena žilindra, ki jo pridobivamo z obdelavo raztopljene plavžne žilindre s kontrolirano dodatno količino vode, s čimer žilindro ekspandiramo in jo spremenimo v delce s celično strukturo, ki je podobna plovcu.

2. Ekspandirano glino, ki jo vrsto let uporabljali v ZDA in na kontinentu (v Evropi brez Anglije), proizvajamo sedaj v velikih množinah tudi pri nas (Angl.). Surovo glino žgemo ali na premični sintri postelji (s katero se npr. proizvaja [trgovsko ime za ekspandirano glino] Aglite), ali v rotacijski peči (tj. Leca). Na ta način se ekspandira glina tako, da dobimo večkratni prvotni volumen, kar je rezultat celične strukture.

3. Sintriani pulverizirani premogov pepel. Pepel je ostanek, ki ga dobimo po gorenju premoga v prahu v modernih pečeh mnogih elektrarn. Pepel najprej oblikujemo v kroglice, nato ga podvržemo žganju ali »sintranju«, npr. Lytag (trgovsko ime). Montirano je bilo precejšnje število zgradb iz lahkega betona, armiranega na gradbišču. (Razpolagamo s polbarvnimi ilustracijami vseh konstrukcij, ki so tu omenjene in še z nekaterimi drugimi.)

Velike škatlaste nosilce iz lahkega betona so uporabili za razširjenje B. O. A. C. hangarjev za krila na letališču v Londonu. Nosilci z razpetino 198 čevljev, 16 čevljev globoki in 4 čevlje široki so bili vlti na gradbišču. Pri tem so uporabili agregat Lytag. Uporabili so lahki beton namesto jeklenih mrežastih nosilcev iz dveh vzrokov. Prvič, ker je bila postavljena zahteva po dvehurni odpornosti proti ognju, in drugič ker bi bila uporaba jeklenih mrežastih nosilcev precej dražja.

Na starih temeljih so postavili novo trgovino za kooperativno družbo Worksop. Lahki beton z agregatom Aglite je bil uporabljen za podne in strešne plošče, stopnišča, hodnike in za oblogo stebrov, tako da dodatna tla niso povzročila nobenega večjega bremena na temelje, kot ga je prvotno poslopje.

Trinajstnadstropni stanovanjski blok v Wimbledonu in 12-nadstropnega v Kocherstru so konstruirali iz nearmiranih nosilnih sten, pri čemer so uporabili Leca (Irg, ime za ekspandirano glino iz rotacijske peči). Beton, pripravljen na gradbišču, združuje ustrezno trdnost in je dovolj toplotno izoliran, tako da niso potrebni dragi izolacijski materiali. Penjeno žilindro uporabljajo za ravne strehe, vključujoč strešnike z nosilnim delom zato, da bi se povečala toplotna izolacija in eliminirala kondenzacija.

Drugi od teh betonov je aerirani beton, ki se razlikuje od lahkega betona po tem, da se doseže celična struktura z uvajanjem zraka v betonsko mešanico, ko je ta v plastičnem stanju. Aerirani beton je sestavljen iz cementa ali apna, s silicijevim materialom, kot sta mivka ali pulverizirani premogov pepel. Pridobivanje aeriranega betona je zapleten tovarniški proces in ga ni mogoče izvršiti na gradbišču. Beton vlivajo v velike modele in ga nato sekajo, ko je še v plastičnem stanju, v plošče ali v bloke, preden ga obdelajo v avtoklavu, ki deluje kot ogromen lonec na pritisk. V Veliki Britaniji proizvajajo ta tip betona v gostotah, ki variirajo od 30 do 50 lb na kubičen čevljev. Tipični primeri, kjer so rajši uporabili aerirani beton, so zgradba servisov Združenja za cement in beton (C & CA) v Wexham Springsu, streha Fordove tovarne v Halewoodu in stanovanjski projekt za Basildon New Town. C & CA poslopje ima okvirno konstrukcijo do višine prvega nadstropja in plošče v višini prvega nadstropja iz armiranega betona. Toda drugo je vse zgrajeno iz aeriranih betonskih elementov. Zunaj je okvir obložen s ploščami v velikosti višine nadstropja in 8 inch. debeline. Streha je sestavljena iz armiranih plošč, debeline 8 inch. in z razpetino 20 čevljev. Notranje pregrade so povsod iz 4 inch. debelih, armiranih elementov. Za Fordovo tovarno so porabili približno 25 akrov (40,467 ara) armiranih strešnih plošč. Stanovanjski projekt za Balidon New Town je največji samostojen projekt te vrste, ki uporablja aerirani beton pri nas (Angl.); 18 takih hiš so zgradili kot prototipe, sedaj jih je več kot 800 v gradnji. Zunanje stene, stropovi, strehe in pregrade so zgrajene samo iz armiranih aeriranih betonskih elementov.

Pokazalo se bo, da se ta dva tipa betonov precej dopolnjujeta. Lahki beton, ki ga je možno napraviti na gradbišču in ima visoko gostoto, je primeren za večino tipov zgradb, ki so konvencionalno grajene z betonom, ki vsebuje pesek, medtem ko je aerirani beton, ki je tovarniški proizvod, v oblikah prefabriciranih plošč za strehe, stene, stropove in pregrade.

Druga važna uporaba lahkih betonov je za nenosilne toplotno izolacijske strešnike za strehe. Strešniki iz lahkega agregata imajo navadno grobo gradacijo lahkih agregatov, kot je zgoraj omenjeno. Aerirani betonski strešniki seveda ne morejo biti avtoklavirani.

OBVESTILA

VODOGRADBENEGA LABORATORIJA V LJUBLJANI

Eksperimentalna potrditev teorije kritičnega prereza

((Konec objave iz GV 1965/11))

Hidravlični računi so pokazali, da nastopi kritični režim v infleksnem prerezu gladine, tj. v prerezu, kjer ukrivljenost gladine prehaja iz konveksne v konkavno, ne pa v kritičnem prerezu samem. V infleksnem prerezu odpadejo centrifugalne sile, ker gladine niso ukrivljene, tako da je ohranjen zakon linearnega naraščanja hidrostatičnega pritiska z globino. Ta ugotovitev v hidravliki doslej ni bila precizno formulirana.

Navzlic temu, da nad zožitvijo nismo dosegli teoretično predpostavljanih globlin, kar je zopet posledica zaradi centrifugalnih sil zmanjšane hidrostatičnega pritiska, pa gladine nad zožitvijo niso več odvisne od višine gladin pod kritičnim prerezom, tako da je ta kritični prerez z zajezbo dejansko odločilni ali kontrolni prerez. Vodne množine, ki se pretakajo skozi ta prerez, je mogoče izraziti z enostavno parabolično funkcijo globine, namreč $Q = C \cdot t^\beta$. Iz naših poizkusov določene vrednosti parametrov C in β so pokazale pri različnih vodnih množinah tako majhne razlike, da jih smemo šteti za konstantne. To dejstvo pa usposablja kritični prerez z zajezitvijo, preračunan po obravnavanih novih metodah, kot hidrometrično pripravo Venturijevega tipa, pri čemer imamo to ugod-

nost, da sta parametra C in β za konkreten primer konstantna, kar pri običajnih Venturijevih vsaj glede parametra C ne drži, saj so potrebni dodatni popravni koeficienti, odvisni od globine vode.

Rezultati teoretične študije in eksperimentalnih raziskav imajo za praktično hidrotehniko naslednji pomen: Pri gradnji stopenj v manjših melioracijskih vodotokih z zelo majhnimi padci naj bi bil končni prerez tik nad stopnjo izoblikovan kot kritični prerez brez zajezbe, s čimer bi bila odpravljena depresija vodne gladine nad stopnjo in eliminirana nevarnost erozije. Konstruktivno bi bilo priporočljivo izvesti krajši konvergenten prehod iz normalnega prereza v kritični prerez, dno in brežine struge v tem prehodnem odseku pa utrditi.

Kritični prerez z zajezbo, pri čemer naj zajezba, predpostavljena v računu, ne bi bila manjša od 25 ‰, pa bi prišel v poštev kot merska priprava v namakalnih kanalih in drugod. Odtočno množino bi bilo treba izraziti kot funkcijo globine tik pred začetkom konvergentnega dela, za določitev parametrov C in β pa bi bilo treba po eni ali drugi hidrometrični metodi izmeriti vsaj dve, čim bolj različni vodni množini.

Obvestilo

IV. POSVETOVANJE JUGOSLOVANSKEGA DRUŠTVA ZA HIDRAVLICNE RAZISKAVE

Septembra 1966 (natančen datum bo še določen) bo v Sarajevu IV. posvetovanje Jugoslovanskega društva za hidravlične raziskave. Za posvetovanje so določene naslednje teme:

- I. Problemi nestalnega toka
- II. Tok s prosto gladino
- III. Problemi usedanja in erozije
- IV. Vpliv toka na hidrotehnične objekte
- V. Elektronika v hidravliki

Interesenti naj pošljejo referate, ki bodo natiskani pred posvetovanjem, do 1. maja 1966 na naslov: Zavod za hidrotehniko, Sarajevo, Stjepana Tomića 1 (IV. Savetovanje za hidravlična istraživanja).

(Nadaljevanje s strani 17)

Povzetek glavnih prednosti lahkih betonov:

1. zmanjšana teža vodi k:
 - a) ekonomičnosti pri načrtih za temelje in konstrukcije,
 - b) ekonomičnost pri stroških prevoza,
 - c) lažja obdelava in hitra postavitev zaradi stroškov tovarne in dela;
2. poprečna toplotna izolacija, ki prihrani stroške za ogrevanje in gorivo. Toplotna prevodnost (»K« vrednost) lahkih betonov je v območju od ca. 0,75 do 3,5, medtem ko ima navaden beton »K« vrednost ca. 10,0;
3. večja odpornost proti ognju.

F.

Drugi cevovod vodovoda

Bodensko jezero — Stuttgart

Deset let se že oskrbuje Stuttgart z okolšnim industrijskim področjem z vodo iz Bodenskega jezera. Obstoječi cevovod pa ne more več pokriti vedno večje potrebe. Združenje porabnikov vode iz Bodenskega jezera se je zato odločilo, da zgradi drug cevovod, ki naj po najkrajši poti poveže Bodensko jezero in Stuttgart. Geološke raziskave in vrtanja so že od poletja v teku, gradbeni načrti so odobreni.

Novi cevovod bo 110 km dolg in bo imel premer 1300 mm ter bo dajal na sekundo 3000 litrov vode. Višinska razlika med začetno in končno točko znaša 170 m, zato niso potrebne posebne prečrpovalne postaje.

Tehnične težave nastajajo le v območju Švabskih Alp, kjer je treba izvrtati rov dolžine 24 km. Rov vrtajo z najmodernejšimi stroji z dveh strani ter računajo, da bodo dnevno poprečno izvrtali 20 metrov rova. Rov ima premer 2,65 m in bo obbetoniran z 20 cm deblo oblogo.

Gradbena dela bodo trajala 3 leta in bodo predvidoma zaključena v poletju 1969. Gradbeni stroški so preračunani na 68,7 milijard din.

Marjan Prezelj, dipl. inž.

Akustika in elektroakustične naprave v hali Tivoli

Uvod

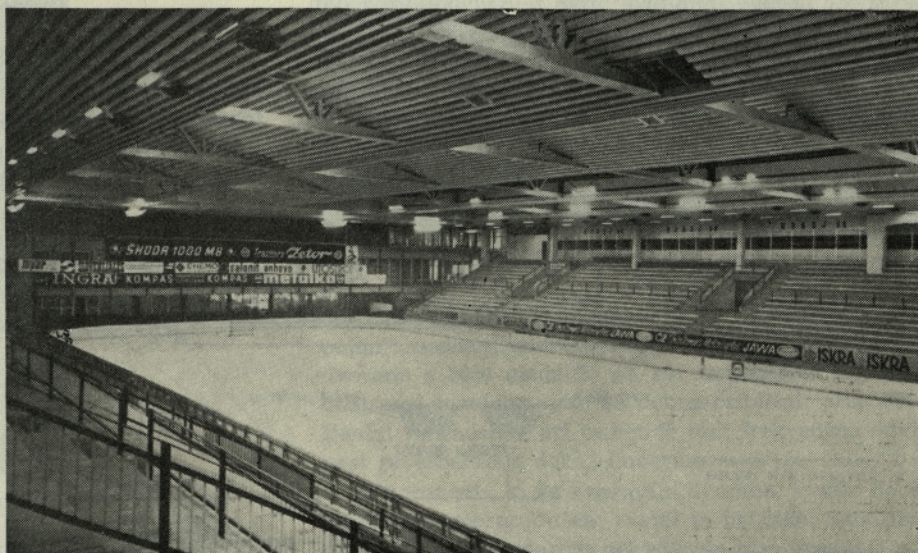
Število velikih hal za javne prireditve se je v povojnem času v svetu močno povečalo. Prve hale so bile namenjene predvsem potrebam športa, kjer so množični nastopi pred velikim številom gledalcev že tradicija. Kmalu so se pojavile potrebe po velikih prireditvenih prostorih tudi na področju glasbe, kjer so rabili prostore za prirejanje glasbenih revij, festivalov itd. Ker so se interesi prirediteljev združevali dostikrat v enem samem kraju, je iz ekonomskih razlogov prišlo do gradnje hal za vse vrste prireditev.

Športne hale so akustično nezahtevne, saj gre v tem primeru le za vidni vtis. Če pa hočemo halo uporabiti za glasbene nastope, je stvar drugačna, saj je v tem primeru slušni vtis primaren. Akustična ureditev hal je precej težavna. Zaradi tipične oblike — areno omejujejo tribune — je mogoče akustično obdelati in oblikovati le strop, saj sten praktično ni. Ker se zvok razširja na vse strani in ga moremo voditi do poslušalcev le po stropu, zgubimo mnogo zvočne energije. Zaradi velikih razsežnosti pride do zakasnitev

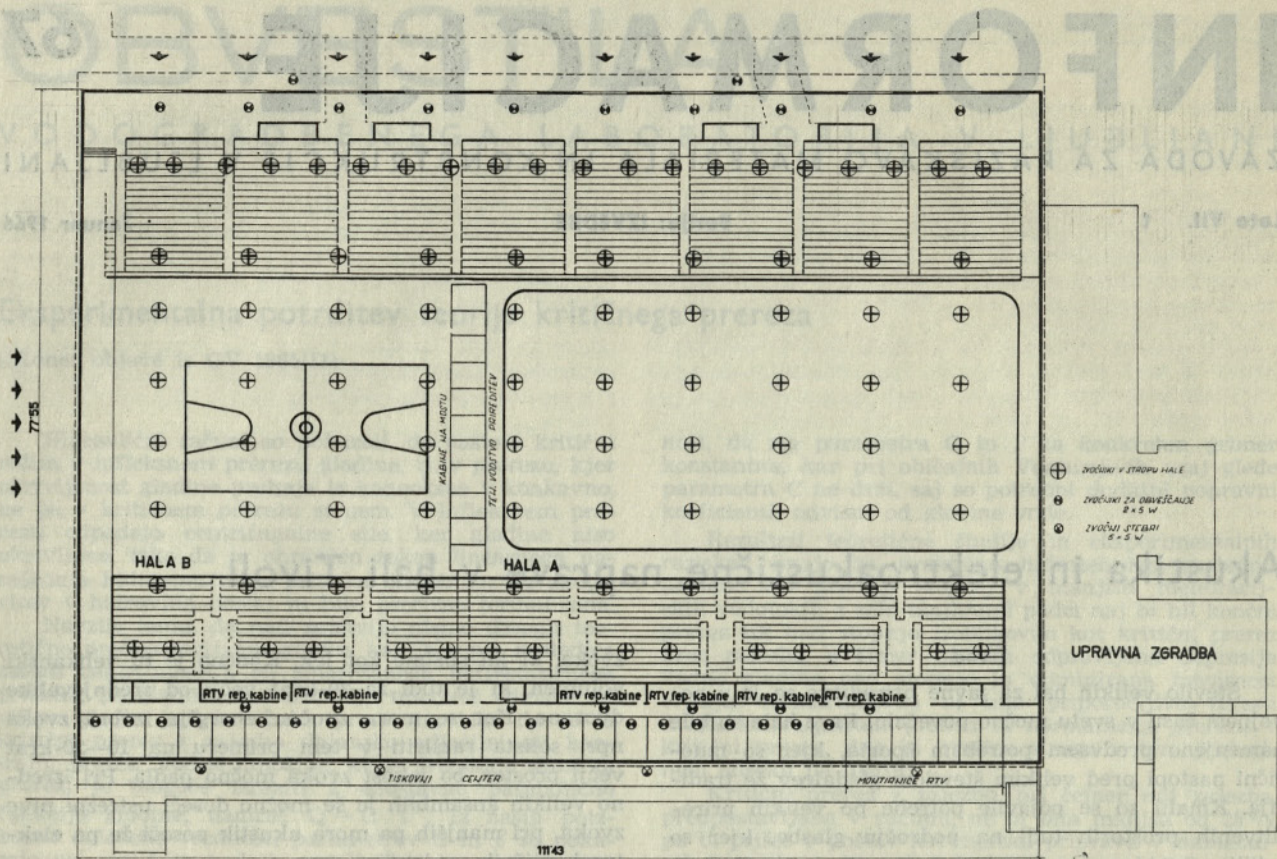
zvoka, ki jih slišimo kot jek. Končno je tu velikanski volumen, ki je tudi za 20-krat večji od srednjevelike dvorane. Ker se mora zvočna energija izvora zvoka npr. solista razširiti v tem primeru na 10—20-krat večji prostor, bo jakost zvoka močno padla. Pri izredno velikih ansamblih je še možno doseči ustrezní nivo zvoka, pri manjših pa mora akustik poseči že po elektroakustičnih sredstvih.

Hala Tivoli spada po svoji velikosti prav gotovo med največje tovrstne zgradbe. Dolga je 111 m, široka 77 m, strop nad areno pa je 11 m visok. S svojimi 65.600 m³ prostora je večja od marsikatere hale na svetu. Na njenih tribunah je prostora za 8000 gledalcev, s stojišči pa more gledati prireditve nad 10.000 ljudi.

Hala je bila postavljena v pičlih šestih mesecih. Projektiral jo je ing. arh. M. Božič (Projekt Ljubljana) glavna dela so izvajala podjetja Metalna Maribor in GP Tehnika, inženiring pa Ljubljanski investicijski zavod.



Notranjost hale Tivoli, pripravljene za »Hokej 66« (Ing. arh. M. Božič, foto D. Škerlep)



Hala Tivoli — tloris

Akustična ureditev hale

Za akustično ureditev velikih del hal nimamo ustaljenih pravil. Pri športnih halah v splošnem zadošča, da z akustično obdelavo zmanjšamo velik hrup. V primerih, ko so hale namenjene tudi drugim prireditvam — zlasti glasbenim, pa je treba vsaj smiselno upoštevati splošna pravila za akustično ureditev dvorane.

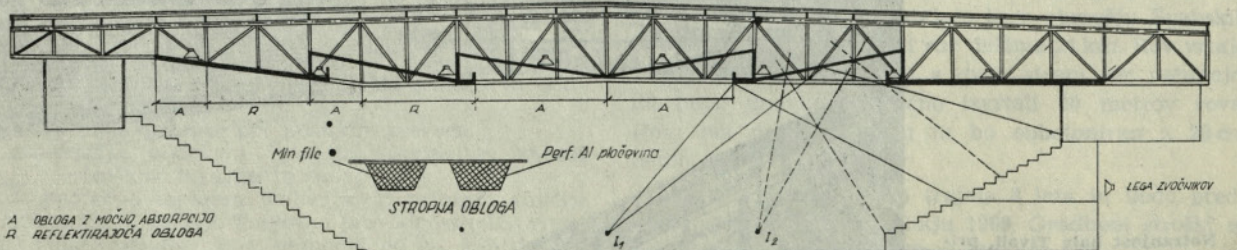
Eden važnih faktorjev pri akustični ureditvi je čimbolj ustrezna dolžina odmeva oz. kot se strokovno izražamo, dolžina reverberacije. Ker se absorpcija zvoka s številom obiskovalcev močno spreminja, so razlike v dolžini odmeva med polno zasedenim in praznim, akustično neobdelanim prostorom zelo velike. Pri halah so te razlike toliko večje, ker so sedeži gladki, netapecirani, sten ni, arena pa je prav tako gladka ploskev, ki ne absorbira zvoka. In če ni akustično obdelan niti strop, je situacija zares kritična. Za dobro akustičnost je zelo važen kriterij faktor akustične kvalitete. To je razmerje med energijo koristnega in škodljivega zvo-

ka, ki pride do poslušalca. Odvisnost od raznih parametrov: volumena prostora, dolžine odmeva, razdalje od izvora zvoka in motnjami je precej zamotana. Ustrezni obrazec navajamo le informativno.

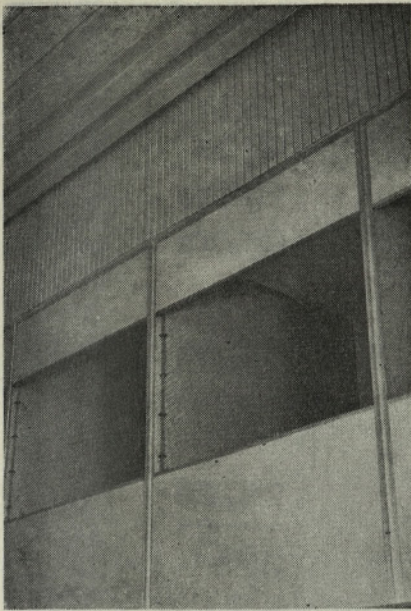
$$Q = \frac{N/2\pi r^2 + 24,8 N t (1 - e^{-0,862/t})/V + E_{rn}}{24,8 N t - 0,862/t/V + E_{rs} + E_{st}}$$

- N = moč izvora zvoka
- E_{rn} = koristni odbiti zvok
- E_{rs} = škodljivi odbiti zvok
- E_{st} = nivo hrupa
- V = volumen
- t = dolžina odmeva

Čim večji je faktor akustične kvalitete, tem boljše akustičnost lahko pričakujemo. Če se zadovoljimo s faktorjem $Q = 1$ tj. če je energija koristnega zvoka enaka energiji nekoristnega in nivo motenj zelo nizek, je pri kvalitetnem radiju 10–12 m odmev lahko dolg



Hala Tivoli — prečni preseki

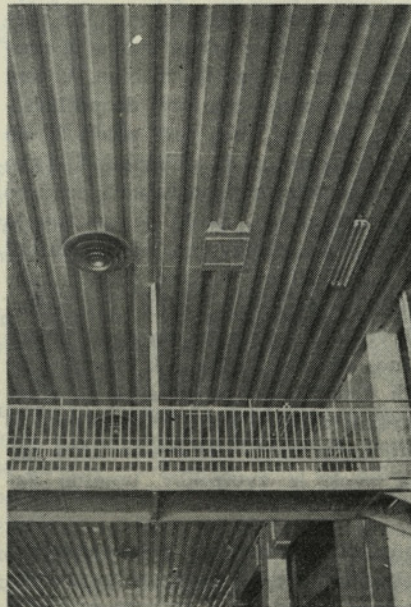


Reportažna kabina RTV

3—3,2 sekunde. Za bolj oddaljene sedeže dobimo pod isto predpostavko dolžino odmeva 1,25 sekunde, če pa upoštevamo tudi motnje, bi moral biti odmev še krajši.

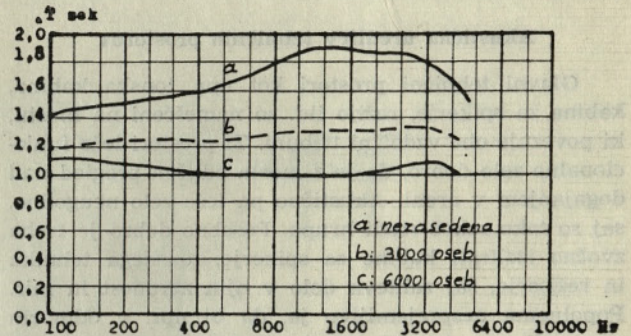
Pri akustični ureditvi hale Tivoli smo prišli do sklepa, da bo najprimernejša dolžina odmeva pri polni zasedbi 1 sekundo, pri polovični zasedbi pa 1,1 sekunde. Frekvenčna odvisnost naj bo kolikor mogoče linearna. Po preračunu bi dobili v akustično neobdelani prazni hali pri frekvencah 500—1000 Hz okrog 13 sekund dolg odmev, ki bi pri 100% obisku padel na približno 3 sekunde. Pri nižjih frekvencah in $\frac{2}{3}$ obisku pa bi dobili kakih 7 sekund odmeva.

V hali Tivoli smo akustično obdelali predvsem strop. Obložili smo ga s posebnimi oblogami iz aluminijaste pločevine. Posamezni elementi so trapezne oblike oz. preseka ter polnjeni z mineralnim filcem. Uporabili smo tri vrste elementov, ki se razlikujejo le po perforaciji. Elementi z gosto perforacijo imajo fre-



Detalji stropa z oblogami, zvočnikom in anemostatom

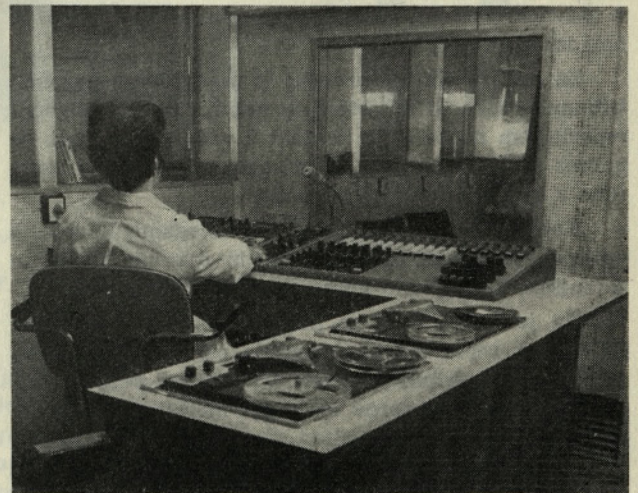
kvenčno skoraj neodvisen koeficient absorpcije, elementi z redko perforacijo pa dušijo predvsem frekvence med 100 do 400 Hz. Elemente iz neperforirane pločevine pa smo uporabili predvsem kot reflektorje zvoka, saj je njih koeficient absorpcije minimalen. Vertikalne ploskve stropa in zunanega dela vzdolžnih sten smo prekrili z industrijskimi oblogami IZAL. Te obloge smo v tem primeru uporabili za preprečevanje škodljivih reflektov.



Frekvenčna odvisnost reverberacije v hali Tivoli

Celotno ploskev stropa smo s prej opisanimi stropnimi elementi močno razgibali, posamezna polja pa nagnili tako, da smo dobili koristne reflekse na tribunah ter zmanjšali možnost nastanka večkratnega odboja med ploskvijo arene in stropom. Da bi pri močnih virih zvoka le ne prišlo do nevšečnosti, smo namestili obloge z največjo absorpcijo na srednjo ploskev stropa, na stranskih ploskvah pa smo razvrstili vse tri tipe oblog, upoštevajoč pravila geometrične akustike.

Dolžino odmeva smo kontrolirali z meritvami. Rezultati so razvidni iz diagrama frekvenc. Merili smo



Mešalni pult v tonski kabini

pri nezasedeni dvorani (krivulja a), krivulji b in c (za polno zasedeno halo s 6000 gledalci in delno zasedeno dvorano s 3000 gledalci) pa sta izračunani. Kot je iz diagrama razvidno, smo se dobro približali prepostavljenim vrednostim, pri čemer je tudi frekvenčna odvisnost reverberacije dokaj linearna.

Zvočni vtis, ki ga napravlja dvorana, je zelo dober. Zvok je primerno dušen, svetel in prijeten. Škodljivih reflektov pri dosedanjih prireditvah niso opazili. Da je

akustična ureditev hale uspela, pričajo tudi ugodne ocene domačih in tujih strokovnjakov, vendar si moramo biti na jasnem, da ni mogoče, da bi akustika hale ustrezala vsaki prireditvi in vsakemu ansamblu. Zato je treba pred vsako prireditvijo dobro premisliti, kakšen nastop lahko v tako ogromnem prostoru uspe. To pa zahteva seveda izkušenj pri nameščanju in oblikovanju odra ter dobro tonsko tehniko in režijo.

Akustična ureditev tehničnih prostorov

Glavni tehnični prostori kot npr. tonska kabina, kabina za spikerje, režijo itd. so nameščeni na mostu, ki povezuje obe vzdolžni tribuni. Ti prostori leže funkcionalno zelo dobro, da je z mosta odličen pregled nad dogajanjem v areni. Akustično pa leže zelo neugodno, saj so tako rekoč sredi hrupa. Posebno dobro je treba zvočno izolirati kabine za spikerje, tonskega tehnika in režiserja, saj zahteva delo v njih zbranost in mir. Popolnoma nesprejemljivo je, da bi npr. v odmorih napovedi oz. obvestil slišali skozi mikrofonski spikerja ropot in klice, in prav tako tudi ne gre, da bi tonski tehnik in režiser uravnavala in kontrolirala ton sredi hrupa.

Zaradi omejene teže smo za stene kabin na mostu uporabili posebno lahko konstrukcijo. V bistvu sestoji iz dveh plošč iz jeklene pločevine, med katerima je nameščen mineralni filc. Poleg tega smo hrup v kabinam dušili z oblogami iz perforiranih lesenitnih plošč. Okna kabin se neprodušno zapirajo ter imajo dvojno zasteklitev. Teža konstrukcije zunanjih sten kabine je le 35 kg/m^2 , zvočna izolacija pa približno 42–45 dB. Če bi uporabili za omenjene stene namesto dvojne enojno homogeno konstrukcijo, bi za isto izolacijo potrebovali steno s težo 160 do 200 kg/m^2 . Dosežena izolacija kabin v glavnem ustreza, le spikerske kabine bi kazalo še bolj izolirati.

Za radijske in TV prenose je predvidenih na obeh tribunah preko 60 reporterskih kabin. Da bi omogočili reporterjem neposreden kontakt z vzdušjem v hali, so kabine proti hali odprte, med seboj pa so dobro izolirane z lahkimi dvojnimi stenami.

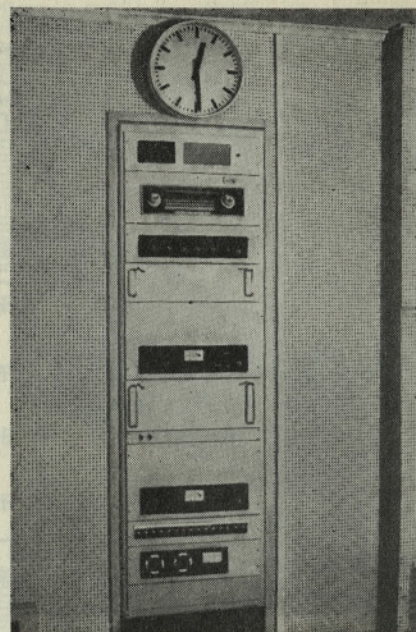
Kabine smo znotraj obložili z oblogami, ki močno vpijajo zvok tako, da je hrup iz dvorane nekoliko zmanjšan, kar ugodno vpliva na delo reporterjev.

Na jekleni tribuni so predvidene tudi montirnice RTV, kjer reporterji dopolnjujejo oz. snemajo reportaže mimo direktnih prenosov. Ti prostori imajo funkcijo študijskih prostorov in bi jih morali enako izolirati kot kabine na mostu.

V tem primeru smo najnujnejšo zvočno izolacijo dosegli kar s porazdelitvijo prostorov tako, da leže zvočno bolj občutljivi prostori zraven mirnih prostorov, namenjenih za arhive. Predvideli smo tudi najnujnejšo akustično ureditev, ki pa je izvedena le provizorično.

Naprave za zvočne efekte in ozvočenje

Kot smo že uvodoma povedali, izgubi naravni zvok v velikih halah na svoji poti do poslušalca toliko energije, da ga moramo ojačiti z elektroakustičnimi sred-



Aparatura za objavlanje

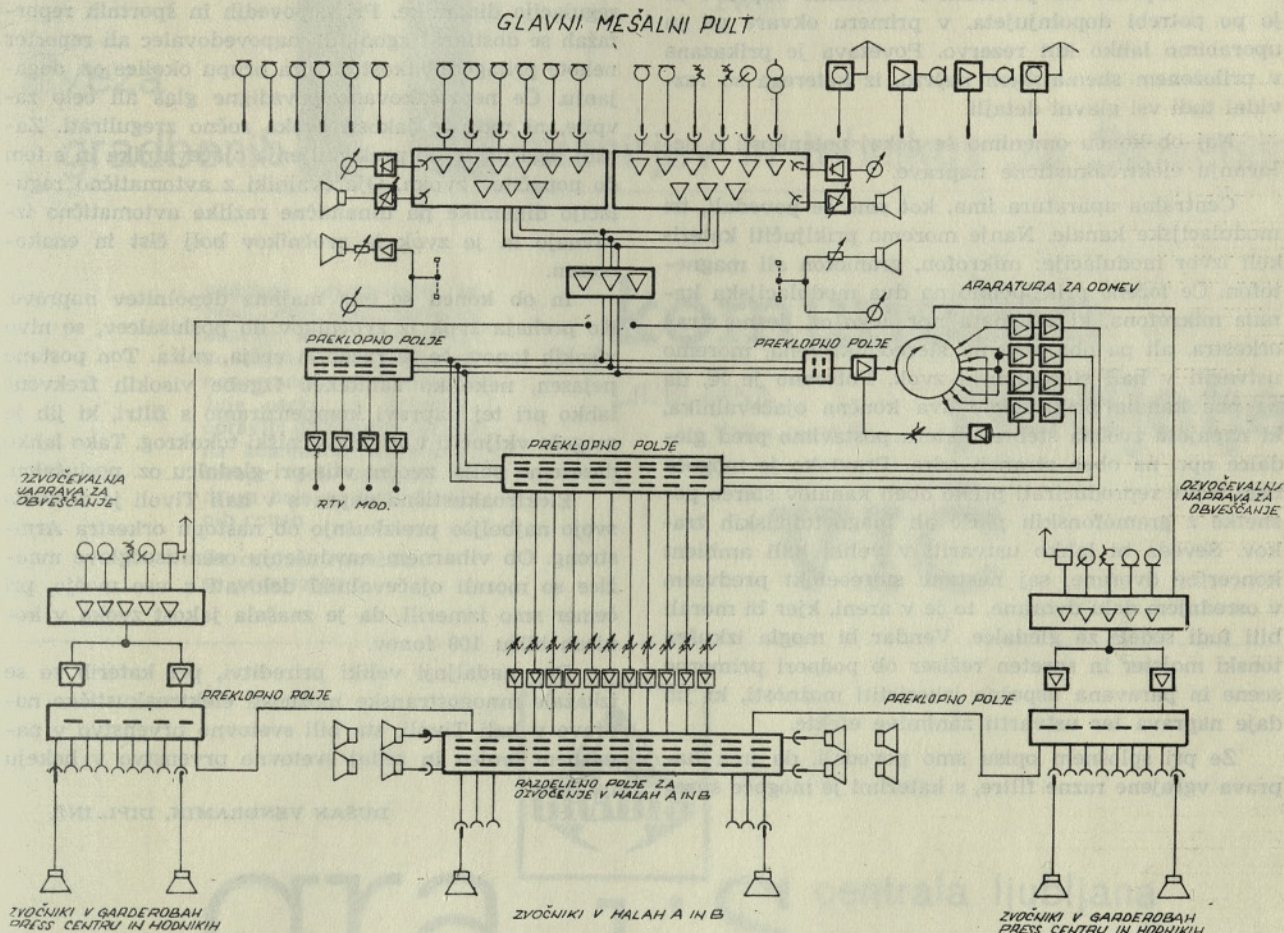
stvi. Ojačenje zvoka moramo izvesti tako, da poslušalec ne opazi, da je prireditev ozvočena in mora imeti vtis, da sliši naravni zvok. Seveda velja to pravilo samo za tiste nastope in prireditve, kjer praviloma poslušamo naravni zvok kot npr. pri koncertih v koncertnih dvoranah. Drugačnja pa je stvar, če imamo prireditev, ki se v osnovni izraznosti naslanja na elektroakustične naprave. V tem primeru pa ne gre več za podpiranje osnovnega izvora zvoka, temveč za nov efekt oz. nov zvok. Da dobimo res dober in kvaliteten zvok, ni dovolj, da uporabimo napravo s čim manjšim popačenjem. Pri razporeditvi zvočnikov v velikem prostoru moramo paziti, da ne pride med primarnim, direktnim zvokom izvora ter zvokom iz zvočnikov do prevelikih časovnih razlik. Prav tako ne sme priti do prevelikih časovnih razlik med zvokom iz posameznih zvočnikov. Iz prečnega preseka hale je razvidno, da napravi direktni zvok precej krajšo pot do poslušalca, kot pa odbiti zvok. Razlika je tem večja, čim bližje je izvor zvoka prvim vrstam sedežev na tribunah. Še večjo razliko dobimo med potjo direktnega zvoka in zvokom iz zvočnikov na zadnjih sedežih trubine. V tem primeru pride zvok iz zvočnikov celo prej do poslušalcev kot direktni zvok. Razlika obeh poti znaša 26 do 27 m oz. časovno izraženo okrog 80 milisekund. Tako velika časovna razlika že zelo moti poslušalca, saj uho posamezne zvoke že diferencira. Zvoki se ne zlivajo več v eno celoto, temveč jih zaznavamo ločeno. Zaradi prehitvevanja zvoka iz zvočnikov nastane dodatna neprijetnost: uho izgubi orientacijo za zvok. Pri poslušanju nimamo več vtisa, da prihaja zvok od izvora zvoka, ampak slišimo, da zvok prihaja iz smeri, kjer je nameščen zvočnik. Dezorientacija ušesa se ne spremeni, tudi če je direktni zvok močnejši. Če hočemo to nevšečnost popraviti, mora imeti elektroakustična naprava možnost, da zvok iz zvočnikov umetno zakasnimo.

Iz akustičnih pogojev in razmer v prostoru izhaja še ena zahteva na elektroakustično napravo: to je možnost dodajanja umetnega odmeva v samem prostoru.

Kadar je nastop solista pri nekem koncertu izključno vezan na prenos preko elektroakustičnih naprav, pride do zahteve oz. želje, da ob njegovem partu ves prostor zazveni, skratka da prične prostor odmevati. Efekt dodajanja umetnega odmeva je v snemalni tehniki že dolgo znan, redko pa ga uporabljajo pri ozvočenjih dvoran. Naravni odmev sestoji v bistvu iz velikega števila odbitih zvočnih valov, ki prihajajo z velikimi časovnimi zakasnitvami do ušesa poslušalca. Čim boljše reflektirajo stene zvočne valove, tem močnejši in dalj

časa trajajoči so ti refleksi, skratka dalj časa traja odmev. Če napajamo zvočnike z elektroakustično napravo tako, da prihaja zvok iz njih s primernimi časovnimi zakasnitvami, dobimo podoben efekt, kot če bi se stene prostora razmaknile in pričele močno reflektirati zvok. Tako dobimo vtis, da je prostor postal odmeven.

Elektroakustična naprava, ki bi ustrezala vsem prej omenjenim zahtevam, ni več preprosta. Po tehnični strani mora ustrezati zahtevam na prvovrstne profesionalne naprave: imeti majhno popačenje, šum itd.,



Hala Tivoli — shema povezave elektroakustičnih naprav

po funkcionalni strani pa mora omogočati prenašanje zvoka z več mikrofoni, reprodukcijo plošč in magnetofonskih trakov, imeti mora napravo za umetno zakasnitev zvoka, filtre za korekcijo tona itd.

Elektroakustična naprava v hali Tivoli je zgrajena in zasnovana po najmodernejših vidikih in ustreza vsem tehničnim in funkcionalnim zahtevam.

Centralna apratura pa sestoji iz mešalnega pulta, ki ima 12 vhodov za mikrofone, gramofone in magnetofone, na katere je s preklopom možno priključiti kar 24 izvorov modulacije. Ton oz. modulacijo je mogoče poljubno regulirati, korigirati in mešati, za kar so predvideni razni filtri in regulatorji. Posamezne vhode lahko združujemo v skupine, t. i. modulacijske kanale, na katere lahko priključimo končne ojačevalnike, ki napa-

jajo zvočnike, napravo za umetno zakasnitev zvoka ter ločilne ojačevalnike za prenos osnovne modulacije za prenose RTV. Preklopno polje ima 98 preklopnikov, s katerimi je mogoče vključevati in izključevati posamezne ojačevalnike, napravo za umetni odmev itd. Končni ojačevalniki imajo 550 W moči in je nanje mogoče priključiti 95 zvočnikov v stropu hale ter 8 zvočnih stebrov. Naprava za umetno zakasnitev zvoka ima 4 kanale, katerih zakasnitev je možno poljubno nastaviti od 50 m/sek dalje. Uporabljeni zvočniki so 10-vatni in imajo frekvenčni obseg od 60—12.000 Hz.

Tehnični podatki celotne naprave ustrezajo zahtevam študijske tehnike: frekvenčna karakteristika je linearna od 30—15.000 Hz \pm 1 dB, popačenja pa so manjša od 1%; šum naprave je — 125 dBm.

Za dnevno uporabo ter za objave in obvestila za publiko sta bili predvideni še 2 manjši napravi z močjo 250 vatov. Imata 6 vhodov in je mogoče nanje priključiti 2 mikrofona, gramofon, magnetofon in radijski sprejemnik. Namenjeni sta v prvi vrsti za dajanje obvestil in objav ter klicanje oseb v prostorih izven hale, po potrebi pa je nanje mogoče priključiti tudi te zvočnike.

V preklopno polje moremo ločeno vklopiti deset skupin zvočnikov, tako da kličemo samo v tiste prostore, kjer so ljudje, ki jim je obvestilo namenjeno, in pri tem ne motimo drugih.

Obe napravi sta povezani s centralno napravo in jo po potrebi dopolnjujeta, v primeru okvare pa ju uporabimo lahko kot rezervo. Povezava je prikazana v priloženem shematskem načrtu, iz katerega so razvidni tudi vsi glavni detajli.

Naj ob koncu omenimo še nekaj potankosti o delovanju elektroakustične naprave.

Centralna aparaturna ima, kot smo že povedali, tri modulacijske kanale. Nanje moremo priključiti katerikoli izvor modulacije: mikrofona, gramofon ali magnetofon. Če ločeno priključimo na dva modulacijska kanala mikrofona, ki zajemata npr. levo oz. desno stran orkestra, ali pa oba sistema stereomikrofona, moremo ustvariti v hali stereofonski zvok. Potrebno je le, da na oba kanala priključimo dva končna ojačevalnika, ki napajata zvočna stebra, katera postavimo pred gledalce npr. na obeh straneh odra. Pravtako je mogoče brez težav reproducirati preko obeh kanalov stereo posnetke z gramofonskih plošč ali magnetofonskih trakov. Seveda ni lahko ustvariti v veliki hali ambient koncertne dvorane, saj nastane stereoeffekt predvsem v osrednjem delu dvorane, to je v areni, kjer bi morali biti tudi sedeži za gledalce. Vendar bi mogla izkušen tonski mojster in spreten režiser ob podpori primerne scene in paravana uspešno izkoristiti možnosti, ki jih daje naprava ter ustvariti zanimive efekte.

Že pri splošnem opisu smo povedali, da ima naprava vgrajene razne filtre, s katerimi je mogoče spre-

minjati barvo in sestavo tona. Novost v tehniki elektroakustičnih naprav so filtri za prisotnost (Präsenz-filter). Ti filtri tako preoblikujejo zvok, da imamo vtis, da se nam je govornik bolj približal: govor zveni bolj neposredno nekako tako, kot da bi govornik govoril v ožjem krogu. Efekt prisotnosti ni pri vseh glasovih enako izrazit in ga more tonski mojster naravnati in poljubno stopnjevati. To velja deloma tudi za soliste, katerih izvajanje je prav tako mogoče bolj približati poslušalcem. Seveda mora v tem primeru tonski mojster uporabljati filter z velikim občutkom, da ne pokvari barve naravnega tona.

Nadaljnja pridobitev so ojačevalniki z avtomatično regulacijo dinamike. Pri napovedih in športnih reportažah se dostikrat zgodi, da napovedovalec ali reporter nehote prilagodi jakost govora hrupu okolice oz. dogajanju. Če nepričakovano povzdigne glas ali celo zapviije, ni mogoče jakosti zvoka ročno zregulirati. Zaradi tega pride do prekrmljenja ojačevalnika in s tem do popačitev zvoka. Ojačevalniki z avtomatično regulacijo dinamike pa dinamične razlike avtomatično izravnavajo in je zvok iz zvočnikov bolj čist in enakomeren.

In ob koncu še ena majhna dopolnitev naprave. Ko prehaja zvok iz zvočnikov do poslušalcev, se nivo visokih tonov, če je razdalja večja, zniža. Ton postane nejasen, nekoliko zamolkel. Izgube visokih frekvenc lahko pri tej napravi kompenziramo s filtri, ki jih je mogoče vključiti v vsak zvočniški tokokrog. Tako lahko dosežemo boljši zvočni vtis pri gledalcu oz. poslušalcu.

Elektroakustična naprava v hali Tivoli je doživela svojo najboljšo preizkušnjo ob nastopu orkestra Armstrong. Ob viharnem navdušenju osemtisočglave množice so morali ojačevalniki delovati z vso močjo, pri čemer smo izmerili, da je znašala jakost zvoka v konicah blizu 100 fonov.

Dve nadaljnji veliki prireditvi, pri katerih so se izkazale mnogostranske možnosti elektroakustične naprave v hali Tivoli, sta bili svetovno prvenstvo v namiznem tenisu in sedaj svetovno prvenstvo v hokeju na ledu.

DUŠAN VENDRAMIN, DIPL. INŽ.

Zveza

gradbenih **it** inženirjev in tehnikov za Slovenijo

organizira spomladi naslednje strokovne ekskurzije:

v tovarno SIPOREX, Pula
na gradbišče letališča SPLIT z ogledom cestnih
objektov na jadranski magistrali

v Djerdap

v Kairo - Asuan - Luxor

na EXPOMAT v Pariz

PODROBNA POJASNILA LAHKO DOBITE PRI NAŠI
ZVEZI

vzdržuje, rekonstruira in
gradi ceste, kanalizacijsko
omrežje, ureja okolico sta-
novanjskih in poslovnih
novogradenj, gradi in vzdr-
žuje parke in zelenice,
opravlja priključke zgradb
na komunalne napeljave,
izkope vseh kategorij ter
druga dela po konkurenč-
nih cenah

Za cenjena naročila
se priporočamo

komunalno

LJUBLJANA

Viška cesta 65

podjetje

VIČ



gradis centrala ljubljana

Organizira, projektira, nadzoruje in izvaja enostavno
in razširjeno reprodukcijo stanovanjskega in poslov-
nega fonda, gospodari s poslovnimi prostori v druž-
beni lastnini in realizira vsa dela tekočega in inve-
sticijskega vzdrževanja stanovanjskega oziroma po-
slovnega fonda preko lastnega servisa za vzdrževanje
hiš, razvija organizacijo namenskega varčevanja za
gradnjo stanovanj in poslovnih prostorov ter nudi
vso potrebno pomoč hišnim in delovnim organizacijam

Stanovanjsko podjetje DOM

Ljubljana

Kersnikova 6/4

