

31-32



# GRADBENI VESTNIK

1954

**VSEBINA:**

Ing. Stane Avanzo: PREISKAVE OPECNIH IZDELKOV SLOVENIJE V DOBI PO VOJNI — Ing. Ernest Udovč: ZNACILNOSTI LEPIL IN PROBLEM ADHEZIVNOSTI BITUMENA — Ing. Matej Kleindienst: VODNO GOSPODARSTVO IN ELEKTROGOSPODARSTVO — Dr. Ing. Lujo Suklje: POROČILO O EVROPSKI KONFERENCI ZA PROBLEME STABILNOSTI POBOCIJ V STOCKHOLMU SEPTEMBRA 1954 — Ing. Janko Bleiweis: POROČILO O PRVEM POSVETOVANJU HIDRAVLIKOV FLRJ — Ing. L. Treppo: MOSTNA LEZISCA IZ UMETNE GUME — KNJIZNA POROČILA



izvršujemo  
v lastnih laboratorijih  
in na terenu vse preiskave  
s področja elasto-mehanike,  
geomehanike, kemije materialov,  
keramike, toploprovodnosti,  
preiskave ekonomičnosti strojev,  
modelne preiskave, ugotavljamo  
statične in nihalne trdnosti  
materialov in konstrukcij  
ter izdelujemo eko-  
nomske ekspertize

ZAVOD  
ZA  
RAZISKAVO  
MATERIALA  
IN  
KONSTRUKCIJ  
LJUBLJANA  
DIMIČEVA  
11

PROJEKTANJSKO PODJETJE

# PROJEKTIVNI ATELJE, LJUBLJANA,

izdeluje urbanistične projekte (regionalne, krajevne in zazidalne projekte ter dajanje lokacij),

projekte splošne arhitekture,

specialne projekte za mlekarne,

projekte za kanalizacijo in vodovode

statiko za vse vrste konstrukcij visokih in nizkih gradenj.

Sedež podjetja je Ljubljana, Cankarjeva 18 IV.

telefon: 21-316, 20-309, 20-234, 20-320, 23-062.

# ELEKTROPROJEKT

podjetje za projektiranje elektroenergetskih in prenosnih naprav

**LJUBLJANA, Hajdrihova 2/III.**

V izdelavo prevzemamo projekte za:

hidroelektrarne

kalorične elektrarne

transformatorske postaje vseh napetosti

daljnovode vseh napetosti

pregrade

hladilne stolpe

rekonstrukcije hidroelektrarn in kaloričnih elektrarn

Nudimo tehnična posvetovanja za hidrogradbeno in elektrostrojno dejavnost.

Ing. Stane Avanzo

### Preiskave opečnih izdelkov Slovenije v dobi po vojni

Od vseh vrst gradbenega materiala še vedno najpogosteje uporabljamo opečne izdelke.

Kljub vsestranski uporabnosti betona in železobetona so razni opečni izdelki, bodisi kot zidaki najrazličnejših oblik ali kot strešniki, skoraj neogibno potrebni za dokončno izvedbo raznih zgradb.

Vzrok temu je predvsem v pripravnosti in preprostosti zidanja samega, kakor tudi v tehničnih lastnostih raznih opečnih izdelkov.

Popolnoma naravno je, da tudi pri opečnih izdelkih vpliva kvaliteta na njih uporabnost, to pa v takem obsegu, da je izdelek popolnoma enakovreden vsakemu drugemu materialu ali pa je vsled raznih pomanjkljivosti popolnoma neuporaben.

Produksijski postopek pri izdelavi opečnih izdelkov je v bistvu že zelo star, vendar je moderni razvoj tehnike tudi tu bistveno posegel v razvoj in poenostavitve postopka in hkrati tudi v izpopolnitev.

Vse to je omogočilo opečnim izdelkom, da so vzdržali tako v tehničnem kakor tudi v finančnem pogledu ostro konkurenco vseh ostalih gradbenih materialov.

Pri nas je opekarska industrija zelo močno razvita. Saj imamo vsega skupaj preko 30 večjih opekarskih obratov. Poudariti pa je treba, da je njihov tehnični nivo na zelo različni stopnji. To je seveda popolnoma razumljivo, ker posamezni objekti nimajo enakih tehničnih sredstev, niti glede surovin, niti glede tehnične opreme.

Pred drugo svetovno vojno sploh ni bilo mogoče primerjati objektivno izdelke različnih obratov, ker je bilo zelo malo takih lastnikov, ki so kazali interes, da se njihov izdelek na objektivni način presodi in vzporedi z ostalimi izdelki drugih tovarn. Konkurenca se je zrcalila izključno na reklamni bazi, kar večkrat ni bilo v skladu z dejanskimi prednostmi posameznih izdelkov.

Danes je položaj popolnoma drugačen. Prvič po osvoboditvi nam je mogoče podati pregled dejanskih razmer v pogledu kvalitete posameznih obratov. Danes, ko je prešla vsa ta važna panoga industrije v državni sektor, nam je bilo šele mogoče zbrati popol-

noma objektivne podatke, na podlagi katerih lahko vzporedimo istovrstne izdelke med seboj ter jih primerjamo z dejanskimi potrebami današnjega tehničnega mivoja na splošno.

Prve preiskave opečnih izdelkov, ki so bile izvedene v Sloveniji, segajo v leto 1930. Možnosti preiskovanja so bile takrat ustvarjene v Institutu za tehnično mehaniko Univerze v Ljubljani, katerega je vodil in ustvaril univ. prof. dr. ing. A. Kral.

Vse preiskave, iz te dobe do osvoboditve pa so bile le slučajne, naročene od enega ali drugega lastnika opekarn, po veliki večini pa niti ne od opekarn, temveč iz gradbišč, tako, da ni bil znan niti izvor preiskanih opečnih izdelkov. Načelno takrat sploh ni bilo mogoče misliti na izvedbo kakih sistematskih preiskav, ki bi pokazale pravo stanje glede kvalitete izdelkov. Lastnika — privatnika ni zanimalo, kakšno kvaliteto proizvajava v svojih opekarnah, če je izdelke lahko prodal. V kolikor pa je tako preiskavo naročil, jo je naročil zaradi izvedbe reklamne akcije in je poslal v preiskavo pač svoj najboljši izdelek. Poleg tega je bilo v tej dobi izvedenih še toliko manj kompletnih preiskav, tako da nam ti rezultati v ničemer ne morajo služiti za merilo sedanjim preiskavam.

Šele po letu 1945, ko je bil ustvarjen tudi v tej panogi industrije državni sektor, je tedanji Gradbeni odsek Ministrstva za industrijo omogočil, da smo lahko začeli s sistematičnim odzemanjem in preiskovanjem opečnih iz-

delkov pri vseh opekarnah, ki so takrat sodile v kompetenco imenovane-ga odseka.

Po tedanjem programu naj bi vsako leto preiskusili vse opečne izdelke iz vseh opekarn, da bi na ta način po nekaj letih dobili dokaj jasno sliko o kvaliteti posameznih obratov kakor tudi o variiranju kvalitete.

Nedvomno bi bil na ta način zbrani material izredno dragocen in bi lahko služil kot podlaga vsem nadaljnjim študijem ekonomije in rentabilnosti posameznih obratov.

S tem delom pa se, žal, ni nadaljevalo zaradi reorganizacije MIR. Razmere so se šele nekoliko popravile, ko je bila ustanovljena Glavna direkcija gradbenega materiala pri bivšem Ministrstvu za gradnje. Omenjena direkcija je spoznala potrebo in koristnost teh preiskav ter naročila vsem obratom, ki so sodili v njen delokrog, naj redno vsako leto pošiljajo svoje izdelke v preiskavo. Ta ukrep je zopet pripomogel, da je bilo izvršenih nekaj več preiskav. Po ukinitvi te direkcije pa je zopet nastalo popolno zatišje, ker obrati oziroma opekarniška podjetja ne čutijo te potrebe, kar je brez dvoma v škodo napredku naše opekarske industrije.

Vse to fluktuiranje se jasno vidi tudi iz naslednjega statističnega pregleda preiskav od leta 1930 dalje.

Značaj vseh v spodnji tabeli navedenih preiskav pa je tako različen, da ne morejo služiti vse preiskave za medsebojno primerjavo, kar je namen tega odstavka.

Leto:	Število izvršenih preiskav zidakov, votlakov in radialne opeke	Strešnikov
1930—1945	39	3
1946	32	16
1947	35	22
1948	8	—
1949	—	—
1950	16	3
1951	64	27
1952	68	20
Skupaj po osvoboditvi	223	88
V celoti	262	91

Nekatere preiskave so bile samo informativnega značaja, torej nepopolne, druge zopet po naročilu koristnika, zaradi česar največkrat ni bila znana ali pa vsaj zanesljivo znana provenienca opeke itd.

Zaradi tega smo lahko pri nadaljnji analizi kvalitete upoštevali, posebeno pri zidakih za ca. 60% omenjenih preiskav, pri strešnikih pa skoro 100 %.

#### A) Analiza rezultatov zidne opeke:

V naslednji tabeli so podani rezultati preiskav zidne opeke iz 36 obratov. Od omenjenih 36 obratov je bilo preiskanih 91 serij preiskav, katerih rezultate navajamo v celoti.

### Pregled rezultatov preiskav zidne opeke(zidakov, in votlakov, ter radialne opeke od 1945. do konca 1952.

#### A. ZIDAKI

Zar. št.	Opekarna:	Dimenzije min. max. v mm			Prostor. teža kg/dm <sup>3</sup>	Upijanje vode %	Trdnost		
		dolž.	šir.	deb.			min.	sred. kg/cm <sup>2</sup>	max.
1.	I.						123	138	154
2.	II.	248	120	63	1,65	12,0	98	108	117
		254	120	65			143	168	181
3.	III.	238	115	62	1,66	11,8	194	245	415
		247	122	67					
		253	124	65					
		258	125	67	1,65	11,8	151	171	184
		250	120	65					
		257	126	68	1,65	11,8	142	182	214
		247	120	62					
		254	127	67	1,76	17,1	122	241	314
		250	120	65					
262	131	70	1,56	19,9	94	104	116		
4.	IV.	240	113	60	1,74	19,3	89	176	258
		256	121	69					
		243	116	58	1,70	18,4	188	248	259
		250	120	65					
5.	V.	246	115	65	1,69	14,8	226	248	293
		250	120	70					
6.	VI.						141	175	212
7.	VII.	248	118	60	1,70	12,0	107	149	233
		250	122	62					
		250	120	64					
		261	125	66	1,58	11,6	172	202	285
		247	114	62					
252	120	65	1,66	16,5	207	250	280		
8.	VIII.	248	122	64	1,69	11,8	111	126	141
		250	125	67					
		249	120	65					
		256	126	70	1,65	19,5	106	145	166
		240	114	60					
250	121	65	1,85	13,5	196	328	392		
9.	IX.	259	117	62	1,63	21,1	34	53	78
		265	120	66					
		250	118	60					
		253	120	71	1,82	16,8	188	239	315
		250	117	60					
		258	121	66	1,77	18,9	144	174	237
		250	120	60					
		264	124	65	1,70	19,6	90	112	140
		238	114	57					
		258	122	60	1,86	12,5	133	190	259
		247	113	58					
		258	120	67	1,76	16,8	165	203	239
		246	116	61					
251	120	65	1,73	18,5	172	213	255		

Zep. št.	Opekarna:	Dimenzije			Prostor. teža kg/dm <sup>3</sup>	Upijanje vode %	Trdnost				
		min. dolž.	max. šir.	max. deb.			min.	sred. kg/cm <sup>2</sup>	max.		
10.	X.	242	119	65	1,69	11,7	166	176	199		
		250	124	69							
		245	120	64							
		251	125	68							
		11.	XI.	250	117	65	1,53	76	100	126	
				253	120	65					
				242	116	63	1,69	17,6	93	116	154
				252	122	67					
				250	115	70	1,64	17,8	117	130	145
				247	118	63					
				255	125	69	1,73	16,5	128	177	321
				245	119	64					
				252	125	66	1,72	18,2	125	165	212
				245	120	62					
250	126	65	1,71	19,3	141	184	212				
249	120	63									
254	128	66	1,75	16,9	161	181	223				
240	117	62									
250	123	67									
12.	XII.	247	117	63	1,8	11,4	199	254	324		
		247	122	66							
		229	113	61	1,78	17,8	173	358	575		
		250	121	65							
13.	XIII.	253	117	65	12,5	95	98	101			
		256	120	66							
		255	123	65							
		265	127	69							
14.	XIV.	254	119	63	1,61	12,2	116	130	151		
		257	123	65							
		255	123	60							
		258	129	62							
15.	XV.	248	115	62	1,51	26,2	77	117	140		
		266	122	67							
16.	XVI.	250	117	63	1,51	12,5	155	237	310		
		254	120	66							
		251	122	60							
		256	127	63							
		249	120	63	1,70	11,6	111	127	143		
		255	124	67							
		246	120	64	1,69	101	153	242			
		255	125	67							
17.	XVII.	241	117	61	1,96	12,6	307	311	315		
		251	125	70							
					1,86	14,7	196	203	211		
					1,76	16,0	161	164	167		
			1,67	16,5	113	117	122				
			1,77	16,4	181	236	262				
18.	XVIII.	240	114	60	1,73	21,4	162	208	257		
		252	123	68							
		244	115	60							
		251	120	68							
19.	XIX.	252	124	65	1,68	17,6	183	277	327		
		260	128	68							
20.	XX.	245	116	66	1,68	12,0	181	228	280		
		258	123	68							
21.	XXI.	245	116	66	1,59	12,0	118	234	418		
		258	123	68							
21.	XXI.	238	115	62	1,66	11,8	194	245	415		
		257	122	67							

Zap. št.	Opekarna:	Dimenzije			Prostor. tež. kg/dm <sup>3</sup>	Upijanje vode %	Trdnost		
		min. dolž.	max. šir.	v mm deb.			min.	sred. kg/cm <sup>2</sup>	max.
22.	XXII.	260	125	68	1,65	11,9	127	142	164
		264	125	68					
		245	120	66					
		245	115	65	1,62	12,2	60	83	98
		241	115	65	1,75		87	129	178
		240	118	62	1,73	17,1	128	174	236
		245	116	63	1,79	15,9	162	284	455
23.	XXIII.	250	120	65	1,55	12,5	67	108	158
		250	120	65					
		243	125	60	1,65	23,7	67	86	111
		250	121	67					
24.	XXIV.	241	113	60	1,69	21,5	232	279	326
		255	125	68					
		244	117	61	1,76	18,7	46	55	65
		237	113	62	1,58	23,5	63	99	133
		251	122	68					
		251	122	68	1,66	18,1	246	322	415
25.	XXV.	248	120	63	1,65	12,0	98	108	117
		254	120	66					
		249	119	60	1,73	19,6	165	205	262
		252	123	65					
26.	XXVI.					101	150	226	
27.	XXVII.	240	115	60	1,8	17,5	144	204	268
		249	122	67					
28.	XXVIII.	234	115	60	1,63	18,7	99	171	236
		250	122	65					
29.	XXIX.	238	110	61	1,73	20,5	63	140	185
		253	123	66					
30.	XXX.	195	144	74	1,8	14,6	130	172	190
		290	135	61					
31.	XXXI.	254	112	63	1,37	30,9	44	83	100
		261	120	69					
32.	XXXII.	243	116	62	1,64	25,3	55	98	100
		256	122	67					
		238	116	62	1,77	17,9	118	265	300
		250	121	68					
		242	107	59	1,7	17,9	96	183	268
		252	120	65					
		243	120	62	1,8	17,9	138	154	186
		250	125	60					
242	119	62	1,8	16,1	87	196	309		
250	123	65							
33.	XXXIII.	240	105	65	1,35	33,4	76	119	171
		265	115	69					
		245	107	63	1,36	36,7	63	122	158
		260	120	75					
34.	XXXIV.	248	116	64	1,53	23,9	34	74	100
		254	120	68					
35.	XXXV.	242	117	63	1,81	17,6	88	129	203
		250	125	68					
36.	XXXVI.	242	118	65	1,61	12,0	95	132	166
		248	121	65					
		242	114	62	1,74	15,7	147	213	250
		252	124	65					



V prednji tabeli so navedeni rezultati dimenzij, prostorninske teže, upijanja vode in tlačne trdnosti. Vendar tudi tu niso preiskave popolne, temveč:

- dimenzije so bile ugotovljene pri 79 preiskavah;
- prostorninska teža ugotovljena pri 76 preiskavah;
- upijanje vode je bilo ugotovljeno pri 78 preiskavah;
- trdnost je bila ugotovljena pri 91 preiskavah.

Dalje so zastopane nekatere operkarne samo z eno preiskavo, dočim so druge zastopane z dvema, tremi ali več preiskavami, kot slede:

Št. preiskav ene opekame	Št. opekarn z odg. števil preiskav
1	14
2	10
3	4
4	1
5	4
6	1
7	1
8	1

Pri analizi navedenih rezultatov posameznih preiskav glede na obstoječe tehnične predpise in glede na posamezne vrste preiskav dobimo sledečo sliko:

### 1) V pogledu dimenzij:

V pogledu dimenzij mora vsak zidak ustrezati v mejah dopustne tolerance, sledečim meram:

- dolžina . . . . . 250 ± 8 mm
- širina . . . . . 120 ± 5 mm
- debelina . . . . . 65 ± 3 mm

Od navedenih 91 preiskav je le 79 preiskav, ki vsebujejo rezultate dimenzij. Odstopanja od predpisanih mer, upoštevajoč tolerance, so sledeča:

	Pri dolžinah		Pri širinah		Pri debelinah	
	Štev. preisk.	%	Štev. preisk.	%	Štev. preisk.	%
Prekoračen minimum	17	21,5	17	21,5	15	19,0
Prekoračen maksimum	9	11,4	7	8,8	11	13,9
Prekoračenje v obeh mejah	3	3,8	1	1,2	2	2,5
V mejah dopustnosti	50	63,3	54	68,5	51	64,6
<b>Skupaj:</b>	<b>79</b>	<b>100,0</b>	<b>79</b>	<b>100,0</b>	<b>79</b>	<b>100,0</b>

V absolutnih iznosih so se dimenzije posameznih zidakov gibale v sledečih mejah:

- dolžine: 234-266 mm, tj. -16 oz. +16 mm
- širine: 100-120 mm, tj. -10 oz. + 9 mm
- debeline: 57-75 mm, tj. -8 oz. +10 mm

Iz prednjega je razvidno, da ustreza glede dimenzij le ca. 65% izvršenih preiskav normnim predpisom.

Vzrok prevelikim diferencam v dimenzijah je v glavnem nepoznavanje lastnosti glin, iz katerih se izdeluje opeka, in neenakomerni proces sušenja. Le v manjši meri je tej pomanjkljivosti vzrok proces žganja samega.

Da bi odpravili to pomanjkljivost, bi bilo potrebno v tej smeri izboljševati fabrikacijo opečnih izdelkov.

### 2) V pogledu prostorninske teže:

Prostorninska teža je tudi pri opečnih izdelkih važen kriterij enakomernosti strukture. Glina, ki je enakomerno predelana, sušena in končno enakomerno žgana izkazuje razmeroma enakomerno prostorninsko težo.

Tehnični predpisi sicer ne predpisujejo nikakih mej, v katerih se mora ta gibati, vendar je poleg vsega tudi važen podatek konstrukterjem, ki ta material uporabljajo.

Iz prednjega pregleda izvršenih preiskav je razvidno, da variira prostorninska teža v sledečih mejah:

- minimum 1,35 kg/dm<sup>3</sup>
- maksimum 1,96 kg/dm<sup>3</sup>
- srednja 1,68 kg/dm<sup>3</sup>

Od povprečka odstopa minimum za 19,7% maksimum za 16,7%.

Na osnovi teh mej v prostorninski teži in idealni prostornini enega zidaka (1,95 dm<sup>3</sup>) bi variirala teža posameznih opek v sledečih mejah:

- minimum 2,64 kg
- maksimum 3,82 kg
- srednja 3,28 kg

Obrati, ki so dostavili tri ali več preiskav, izkazujejo v pogledu prostorninske teže sledečo sliko:

Obrat	Štev. preisk.	Prostorninska teža variira			Od abs. povprečka variira v sledečih mejah		
		od	do	sr.	min.	sr.	max.
III.	5	1,58	1,76	1,66	-6,0	-1,3	+ 4,8
VII.	3	1,58	1,70	1,65	-6,0	-1,8	+ 1,2
VIII.	3	1,65	1,69	1,73	-1,8	+3,0	+ 0,6
IX.	7	1,63	1,86	1,75	-3,0	+4,2	+10,7
X.	8	1,53	1,75	1,68	-8,9	0,0	+ 4,2
XVI.	4	1,51	1,70	1,63	-9,0	-3,0	+ 1,2
XVII.	5	1,67	1,69	1,80	-0,7	+7,1	+16,7
XXII.	5	1,62	1,79	1,71	-3,5	+1,8	+ 6,5
XXIV.	4	1,58	1,76	1,67	-5,9	-0,7	+ 4,8

### 3) V pogledu tlačne trdnosti

Tlačna trdnost je neposredno odločilna za uvrstitev opek v posamezne kategorije po markah.

V smislu PTP predpisov je marka opeke definirana s srednjo tlačno trdnostjo 5 opek, pri čemur pa posamezni minimum ne sme biti manjši od predpisane minimuma, ki je za ca. 20% nižji od srednje trdnosti.

Zato je zelo pogosto odločilen minimum 5 rezultatov in ne srednja trdnost, ako hočemo uvrstiti opeko v ustrezajoče marke. Tudi odstopanja so lahko znatno večja, če je srednja vrednost višja od srednje markine trdnosti.

- N. pr. 1. primer: srednja tlačna trdnost petih opek 190 kg/cm<sup>2</sup>  
 minimalna trdnost med petimi opekami 130 kg/cm<sup>2</sup>

Prednjo opeko lahko uvrstimo v kategorijo marke »150«, ker je srednja trdnost večja od 150 kg/cm<sup>2</sup> in poedini minimum večji od 120 kg/cm<sup>2</sup>.

Odstopanje pri tej opeki pa je zelo veliko in sicer preko 37%.

2. primer: srednja tlačna trdnost petih opek 152 kg/cm<sup>2</sup>  
 minimalna trdnost med petimi opekami 117 kg/cm<sup>2</sup>

To opeko zaradi prenizkega minimuma ne moremo uvrstiti v marko »150«, dasiravno je odstopanje od srednje vrednosti le 23%, torej mnogo manjše od odstopanja v prvem primeru (37%). In tudi najnižji trdnosti se v obeh primerih razlikujeta le za ca. 11%, kar vsekakor ni mnogo.

Če uvrstimo vse spredaj navedene preiskave in njih rezultate tlačnih trdnosti v marke, kakor jih predvidevajo naši začasni predpisi, dobimo sledečo sliko:

Mer	Pri dolžinah		Pri širinah		Pri debelinah	
	Štev. preisk.	%	Štev. preisk.	%	Štev. preisk.	%
Prekoračen minimum	17	21,5	17	21,5	15	19,0
Prekoračen maksimum	9	11,4	7	8,8	11	13,9
Prekoračenje v obeh mejah	3	3,8	1	1,2	2	2,5
V mejah dopustnosti	50	63,3	54	68,5	51	64,6
<b>Skupaj:</b>	<b>79</b>	<b>100,0</b>	<b>79</b>	<b>100,0</b>	<b>79</b>	<b>100,0</b>

Če uvrstimo vse spredaj navedene preiskave in njih rezultate tlačnih trdnosti v marke, kakor jih predvidevajo naši začasni predpisi, dobimo sledečo sliko:

Marka opeke:	Št. preisk. ki marki ustreza:	Izraženo v %:
30	5	5,5
70	16	17,6
110	25	27,5
150	22	24,2
200	23	25,2
<b>Skupaj:</b>	<b>91</b>	<b>100,0</b>

Navedeni pregled je po posameznih obratih, predvsem onih, ki so bili zastopani najmanj z 3 preiskavami, sledeč:

Pripomba: Prva številka pri navodbi trdnosti pomeni minimalno, druga srednjo vrednost in tretja maksimalno:

Število preiskav:	Obrat:	Število preiskav po doseženih markah (od n. %)				
		30	70	110	150	200
5	III.	—	1	—	3	—
3	VII.	—	—	1	—	—
3	VIII.	—	—	2	—	1
7	IX.	1	—	1	2	3
8	X.	—	1	2	5	—
3	XII.	—	—	—	1	2
4	XVI.	—	—	2	2	—
5	VII.	—	—	1	1	3
6	XXII.	—	1	2	1	2
5	XXIV.	1	2	—	—	2
5	XXXII.	—	1	3	1	—
3	XXXVI.	—	—	2	1	—
35	Vse ostalo	3	10	9	5	—
Skupaj:		5	16	25	22	22
v %		5,5	17,6	27,5	24,2	25,2

Odstopanja posameznih rezultatov od srednjih vrednosti so sledeča:

navzdol od 1,2 do 71,5 % povprečno 26,0 %

navzgor od 1,8 do 69,5 % povprečno 27,5 %

Manjše odstopanje od predpisanega, to je ca. 20 % izkazuje 35 preiskav ali 39 %.

Iz prednjega je razvidno, da je odstopanje od srednjih vrednosti zelo veliko, čemur je vzrok predvsem v nenakomernem žganju.

Poleg navedenih preiskav zidakov je bila izvršena serija preiskav, pri katerih smo ugotovili poleg tlačne trdnosti po normah, to je na prežaganih vzorcih in nato zlepljenih s cementno malto, tudi upogibno trdnost. Naši novi tehnični predpisi predvidevajo namreč poleg tlačne trdnosti tudi upogibno trdnost.

Upogibno trdnost pri opeki predvidevajo tako ameriški kakor tudi ruski predpisi. Praktična stran uvedbe upogibne trdnosti v predpise je v glavnem ta, da je možno upogibno trdnost opeke ugotoviti na dokaj primitivni improvizirani napravi, dočim tlačno trdnost ni mogoče ugotoviti brez specialnih stiskalnic.

Ker v tem pogledu pri nas nihče ni imel kakih lastnih izkušenj, je bilo izvršeno 10 serij takih poizkusov s sledečimi rezultati:

malno vrednost, ki je bila ugotovljena na 5 opekah.

Ako primerjamo odstopanja pri tlačnih trdnostih z odstopanji, ki jih opažamo pri upogibnih trdnostih, moramo ugotoviti, da so druga mnogo večja kakor prva. In sicer:

Ostopanja pri tlaku:		Odstopanja pri upogibu:	
—18,0	+20,0	—38,2	+17,5 %
—17,0	+15,0	—23,2	+25,4 %
—16,7	+20,4	—27,0	+27,9 %
—41,2	+27,9	—28,1	+32,3 %
—17,2	+24,2	—21,6	+44,8 %
—3,0	+16,3	—31,7	+25,0 %
—20,1	+19,5	—18,7	+44,6 %
—28,6	+44,4	—52,0	+51,3 %
—6,4	+12,2	—46,8	+14,7 %
—38,5	+37,5	—17,8	+28,1 %

Zap. št.	Obrat:	Tlačna trdnost po normah v kg/cm <sup>2</sup>	Upogibna trdnost v kg/cm <sup>2</sup>
1	I.	170—207—248	25,2—58,5—68,7
2	III.	83—100—115	32,3—42,6—53,4
3	VI.	90—108—130	33,8—46,3—59,2
4	VII.	97—165—211	47,9—66,6—88,1
5	VIII.	106—128—159	40,2—51,3—74,3
6	XIII.	161—166—193	30,4—44,5—55,6
7	XXII.	115—144—172	37,4—46,0—66,5
8	XXVI.	126—162—234	35,6—70,0—112,0
9	XXVII.	131—140—157	37,7—70,8—81,2
10	XXXIII.	77—120—165	24,9—30,3—38,8

Odnos med upogibno in tlačno trdnostjo, izračunan na podlagi gornje serije preiskav variira v sledečih mejah:

0,213	—	0,283	—	0,277
0,389	—	0,426	—	0,464
0,376	—	0,429	—	0,455
0,494	—	0,404	—	0,418
0,380	—	0,400	—	0,467
0,189	—	0,268	—	0,288
0,325	—	0,320	—	0,386
0,283	—	0,457	—	0,479
0,288	—	0,506	—	0,517
0,324	—	0,252	—	0,235
V povprečju: 0,326 — 0,374 — 0,399				

Iz statističnih podatkov, ki jih navaja prof. dr. Hahamovič v svoji brošuri »Problem čvrstoče naše zidne opeke« je razvidno, da je razmerje med upogibno trdnostjo in tlačno trdnostjo toliko manjše, kolikor boljša je opeka.

Tako navaja:

pri opeki marke	70 je	33,0%
pri opeki marke	110 je	30,2%
pri opeki marke	150 je	29,6%
pri opeki marke	200 je	25,0%

Iz tega je nadalje razvidno, da je to razmerje pri naših opekah mnogo

večje od razmerij pri opekah, ki so bile preiskane v ostalih republikah.

V omenjeni brošuri navaja avtor sledečo matematično relacijo med upogibno in tlačno trdnostjo v odvisnosti od tlačne trdnosti opeke.

$K'' = \text{tlačna trdnost opeke}$

$K_0 = 25 + (200 - K'') \cdot 0,065 \text{ (v \%)}$

Na podlagi te enačbe so bile določene tudi markam ustrezne upogibne trdnosti, kot jih navajajo PTT predpisi.

B) VOTLAKI

Zap. št.		Dimenzije v mm min. oz. max.			Prostor. teža kg/dm <sup>3</sup>	Upijanje vode %	Trdnost kg/cm <sup>2</sup>		
		dolž.	šir.	deb.			min.	sr.	max.
1. Votlaki 1/1									
1.	XXIV.	247 263	118 122	63 68	1,13	18,6	33	48	
2.	IX.	246 254 250 255	120 123 120 133	65 67 65 70	1,19	19,0 19,2	27 74	57 92	81 112
3.	XXII.	271 276	137 140	64 60	1,33		75	83	90
4.	VII.	246	120	60	1,28		49	83	111
5.	II.	248 266	119 120	66 67	1,09	24,9	52	76	97
2. Votlaki 2/1									
1.	XIX.	250 257	144 252	118 125	1,19			30	
2.	III.	243 254	114 121	133 140	1,40		80 59	134 79	241 99
3.	XII.	250 259	120 126	130 145	1,30	14,7	47	72	89
4.	X.						34	36	38
3. Votlaki 4/1									
1.	III.	240 250 236 250	240 245 241 250	130 145 140 146	1,12	17,1	54	60	81
					0,99		27	48	60
2.	VII.	250	240	130		14,4	92	117	142
3.	VIII.	260 250	240 250	135 135	1,11		52	52	52
4.	IX.	246 259	240 252	130 142	1,22	16,5	58	67	75
5.	X.	249 252 250 250	240 250 236 240	130 146 130 146	1,06		49	60	68
					1,07		34 34	51 36	67 38
6.	XII.	249 260 245 252	238 250 234 241	130 141 137 140	1,17	17,8	48	60	75
								80	
7.	XIV.	260	250	127	1,05			60	
8.	XXXVI.	250 257	247 248	148 148	1,12		34	34	10
4. Votlaki 6/1									
1.	XXIII.	367 364	246 246	130 132				29	

Iz pregleda preiskav votlakov, katerih je bilo 26 serij, lahko ugotovimo sledeče ekstremne in srednje vrednosti v pogledu tlačne trdnosti.

### C. Radialna opeka

Radialna opeka je bila preiskana v 40 primerih, pri katerih je bil izvor opeke nedvomljiv.

Posamezne dolžine opeke so izkazovale sledeče minimalne, srednje oziroma maksimalne tlačne trdnosti.

Vrsta votlakov	Trdnosti v kg/cm <sup>2</sup>				
	abs. min.	srednji min.	srednja vr.	sred. max.	abs. max.
1/1	27	52	75	90	112
2/1	34	47	54	75	99
4/1	27	46	58	67	75

Dosežene trdnosti so razmeroma nizke in ne dosežejo marke 70, kakor to okvirno predvidevajo PTP predpisi.

Tlačna trdnost, za katero se v smislu predpisov zahteva srednja vrednost 200 kg/cm<sup>2</sup>, pri čemer poedini minimum ne sme pasti izpod 160 kg/cm<sup>2</sup>, je bila pri opravljenih preiskavah sledeča:

Dolž. opeke	Zap. štev.	Obrat	Tlačna trdnost v kg/cm <sup>2</sup>		
			min.	srednja	maksimalna
150	1	V.	259	296	322
			181	203	239
			223	290	331
250			278	350	407
			237	285	351
100	2	X.	175	215	254
			231	267	321
			182	236	268
150			173	224	239
			162	192	216
			222	237	311
			165	210	257
			222	257	311
			134	200	255
200			160	190	228
			116	165	228
			177	141	305
			165	205	264
250			116	150	159
			66	132	185
			158	183	199
			72	111	118
			103	177	220
			256	300	359
250	3	IX.	122	228	292
			306	326	344
			255	378	378
250	4	XII.	47	72	111
			165	245	333
			171	311	452
			384	489	531
300			384	448	534
150	5	XVII.	139	154	169
200			143	171	198
250			112	160	209
150	6	XXXIII.	146	195	230
200			179	191	179
250			180	217	261
300			115	149	185
			114	140	179

Dolžine opek :	Tlačna trdnost v kg/cm <sup>2</sup>		
	minimum	srednja	maksimum
100	175	239	231
150	134	218	322
200	116	208	381
250	47	247	513
300	114	246	534

Iz prednje tabele je razvidno, da imajo radialne opeke večje odstopanje v pogledu tlačne trdnosti čim večji je format. Do istega zaključka pridemo tudi, če primerjamo dosežene tlačne trdnosti s trdnostmi, predpisanimi po normah. Čim večji je format, teže doseže oziroma ustreza PTP predpisom. V tem pogledu je slika sledeča:

Format opeke	Št. preiskav	Normam ustrezajo št. preiskav v %
100	3	3
150	10	6
200	7	3
250	17	9
300	3	1

### STREŠNIKI

Medtem ko obstojajo za zidake vsaj za polne, tehnični predpisi, ki urejajo vprašanje kvalitete jasno in natančno, nam še vedno manjkajo taki predpisi za strešnike.

Tehnični predpisi za strešnike so bili že izdelani v dokončni obliki, vendar še do danes niso bili objavljeni in sprejeti kot standard.

Da pa sploh moramo preiskati kvaliteto strešnikov, uporabljamo v Zavodu za raziskavo materiala in konstrukcij dokončni predlog tega standarda, ki je bil objavljen v publikaciji »Standardizacija« št. 5 iz l. 1950.

Da bi bila tudi naša tehnična javnost obveščena o tem predlogu, citiram v Prilogi celoten tekst tega predloga.

PREGLED REZULTATOV STRESNIKOV OD LETA 1945 do 1952

A) Bobrovci

Zap. št.	Opekarna	Dimenzije			Teža kg	Upij. vode.	Zmrzovan.	Nosilnost v kg		
		dolž.	šir.	deb.				min.	povp.	max.
1.	II.	363	191	13	1,58	20,4	—	166	223	263
		367	195	15						
2.	III.	388	189	15	1,87	11,4	—	131	140	150
		395	193	16						
		380	180	13	17,4	pr.	89	126	176	
		395	192	14						
		380	180	14						
399	190	14	15,5	0,29	100	115	127			
3.	VII.	365	174	13	15,0	3,3	70	94	124	
		380	180	14						
4.	VIII.	381	190	15	2,07	11,6	—	134	145	165
		412	200	15						
		380	180	12	17,2	1,98	75	101	130	
		390	199	16						
		380	180	14						
393	192	15	ni pr.	95	115	160				
5.	XII.	390	195	15	1,98	11,4	91	138	160	
		402	197	15						
		380	180	14	16,8	ni pr.	78	92	99	
		383	196	15						
		364	173	14						
390	183	21	12,8	0,62	143	165	—			
6.	XIV.	385	188	15	1,83	11,5				
		387	190	15						
7.	XVII.	350	180	14						
		380	191	17						
8.	XX.	353	195	14	1,72	1,7		72	75	83
		358	196	15						
9.	XIX.	393	179	13	1,57	11,7		130	157	172
		397	197	13						
10.	XXI.	385	215	12	2,05	11,5		104	174	193
		390	220	13						
11.	XXII.	410	187	14	1,95	11,6		95	112	130
		417	190	14						
		380	180	14	17,6	84	102	110		
		394	194	15						
		380	180	10						
394	191	14	17,8	60	88	110				
12.	XXXIII.	344	193	15	1,65	21,2		130	151	186
		354	198	16						
		378	290	14	1,89	19,4		83	107	135
		394	194	15						
13.	XXXVI.	372	186	15	1,77	11,5		75	121	172
		384	193	15						
		370	180	14	16,0	delno	66	101	144	
		385	191	15						
		372	180	13						
		384	194	14						
16,0	4,0	105	113	125						

B) Vlečeni zarezniki

1.	II.	365	217	14	2,24	20,0		405	440	492
		375	226	15						
		389	216	14	21,7	118	194	220		
		395	221	14						
		389	217	14						
394	220	14	21,6	190	212	259				
2.	III.	391	209	14	14,1	18,7		122	143	160
		400	221	14						

Zap. št.	Opekarna	Dimenzije			Teža kg	Upij. vode.	Zmrzovan.	Nosilnost v kg			
		dolž.	šir.	deb.				min.	povp.	max.	
3.	IV.	396	208	13							
		401	218	14		17,2	0,7	149	194	223	
4.	V.	400	218	12							
		410	221	14	2,38	13,5	pres.	155	201	230	
5.	VII.	387	216	15							
		395	222	15	2,54	11,7		174	212	260	
		370	210	14							
		400	218	15			6,0	95	160	230	
		391	218	13							
6.	VIII.	410	223	14			18,6	3,9	87	117	
		386	213	14							
7.	X.	400	220	23			19,1	9,0	95	132	
		402	216	12							
8.	XI.	408	218	13	2,21	11,7			107	119	
		400	217	18							
		404	221	20	2,22	15,3			195	253	
		402	216	18							
		405	221	20	2,21	16,2			166	240	
		400	218	11							
		410	220	14					90	106	
9.	XXXVII							63	79	100	
		400	220	14	2,06	12,2			143	148	
10.	XIII.	400	220	14							
		410	230	17			18,7	0,5	113	142	
		400	218	14							
		403	224	19	2,40	18,3			106	123	
11.	XVI.	392	212	10							
		398	216	10	2,27	11,5			90	127	
12.	XVII.	410	226	10							
		415	230	12	2,51	11,8			146	155	
		400	218	13							
		403	225	14					135	157	
		400	218	12							
		414	222	14			19,2	0,53	90	113	
		400	217	13							
13.	XXII.	408	220	15					48	121	
		393	212	14							
14.	XXIII.	411	220	27			15,4	2,7	114	179	
		383	212	14							
15.	XXIV.	400	220	14			17,4	0,87	65	122	
		396	218	10							
16.	XXV.	398	220	10	2,09	11,9			100	119	
		383	215	19							
		401	226	21	2,19	18,8			220	272	
		375	213	12							
17.	XXXII.	395	224	14	2,48	14,8			135	276	
		388	218	14							
		400	223	27	2,63	16,1	2,8	126	178	257	
		405	220	13							
18.	XXXIII.	412	223	13	2,41	12,0			125	143	
		391	215	12							
19.	XXXVII.	398	220	13	2,25	19,9			250	251	
		395	215	11							
		400	220	13	2,18	16,7			223	263	
		398	243	12							
		405	250	13	2,89	14,1			293	351	
		387	214	8							
		400	218	14			21,1	0,45	148	167	
		399	216	12							
		402	222	15			20,1	2,39	101	162	
		380	219	7							
		400	225	14			19,9	13,50	90	120	
		20.	XXXVIII.	400	218	16					
				410	225	18	2,43	20,4			244
									340		

Zap. št.	Opekarna	Dimenzije			Teža kg	Upij. vode.	Zmrzovan.	Nosilnost v kg		
		dolž.	šir.	deb.				min.	popv.	max.
<b>C) Stiskani strešniki</b>										
1.	IV.	411	240		2,66	18,4	0,37	256	281	296
		420	251							
		385	225		2,22	18,3		193	222	265
		393	229							
		400	236	11						
418	244	14	19,7	135	219	260				
2.	XVIII.	400	238	10	1,80	17,2	0,11	250	314	348
		410	250	14						
3.	XXVII.	390	223		2,86	17,3	0,11	260	294	348
		410	250							
4.	XXXII.	383	219		1,80	17,2	0,49	165	201	233
		391	230							
		410	243		2,66	18,5		268	335	363
		418	250							
		388	218	10						
400	227	14	20,1	100	115	140				
5.	XXXIII.	293	229		2,29	22,9	0,11	166	254	372
		400	239							

Od 88 preiskav, ki so registrirane v dobi po osvoboditvi, je bilo možno upoštevati 71 preiskav, kakor je razvidno iz prednjega pregleda. Ostale preiskave so bile izvršene na strešnikih katerih izvor ni bil znan, ali pa na posameznih kosih, tako da rezultati niso odločilni za presojo kvalitete.

Posamezni obrati so bili zastopani v prednjih preiskavah s posameznimi vrstami strešnikov s sledečimi števili preiskav:

propustnost, trdnost proti udarcu. Trdnosti proti udarcu pogosto nismo preiskovali, ker je bilo le redko dostavljeno zadostno število strešnikov. Vodopropustnost smo ugotavljali. Vendar so predpisi v tem pogledu tako mili, da so vse preiskave izpadle pozitivno, zato v preglednih tabelah ti rezultati sploh niso navedeni.

Poleg predpisanih preiskav smo redno ugotavljali tudi težo strešnikov.

Celotna slika o izvršenih preiskavah je tedaj sledeča:

Vrsta strešnikov	Dimenz.	Teža	Upij.
Bobrovci	24	12	23
Vlečeni streš.	36	19	33
Stiskani str.	9	6	9
<b>Skupaj:</b>	<b>69</b>	<b>37</b>	<b>65</b>

Zap. št.	Obrat	St. preiskav po posameznih vrstah			
		Bobrovci	Vlečeni	Stiskani	Skupaj
1.	II.	1	3		4
2.	III.	3	2		5
3.	IV.		1	3	4
4.	V.		1		1
5.	VII.	1	3		3
6.	VIII.	3	1		4
7.	X.		5		5
8.	XI.		1		1
9.	XXXVII.		2		2
10.	XII.	3			3
11.	XIII.		1		1
12.	XIV.	1			1
13.	XVI.		4		4
14.	XVII.	1	1		2
15.	XIX.	1	1		2
16.	XVIII.			1	1
17.	XX.	1			1
18.	XXI.	1			1
19.	XXII.	3			3
20.	XXIII.		2		2
21.	XXIV.		2		2
22.	XXV.		1		1
23.	XXVII.			1	1
24.	XXXII.		6	3	9
25.	XXXIII.	3	1	1	5
26.	XXXVI.	4			4
<b>Skupaj:</b>		<b>26</b>	<b>38</b>	<b>9</b>	<b>73</b>

Celotna preiskava strešnikov obsega, sledeče preiskave: dimenzije, upijanje vode, zmrzovanje, nosilnost, vodone-

od vseh 73 preiskav, ki so obravnavane v navedeni statistiki, sta pa le dve preiskavi popolnoma izvedeni.

Vrsta strešnikov	Zmrz.	Nosil.	Kompl.
Bobrovci	10	24	—
Vlečeni streš.	13	38	2
Stiskani str.	3	9	—
<b>Skupaj:</b>	<b>26</b>	<b>71</b>	<b>2</b>

V pogledu dimenzij je bila ugotovljena sledeča slika:

#### Pri bobrovcih:

Predpisi predvidevajo pri bobrovcih sledeče dimenzije z dopustnim odstopanji:

dolžina 380 + 7 mm, to je med 373 — 387 mm

širina 180 + 7 mm, to je med 173 — 187 mm

debelina 14 + 1, — 3 to je med 11 — 15 mm.

V naslednji tabeli je prikazano, koliko preiskav strešnikov je v tem pogledu odstopalo od predpisov. In to:

- koliko strešnikov (preiskav) je imelo dolžine pod dopustnim minimumom,
- koliko preiskav je izkazovalo dolžine nad dopustnim maksimumom,
- koliko preiskav je izkazovalo maksimalne dolžine, ki so bile pod dopustnim minimumom,
- koliko preiskav je izkazovalo minimalne dolžine nad dopustnim maksimumom.

Isto je prikazano dalje za širine in debeline.

	Pri dolž.	Pri šir.	Pri deb.
a) pod minim.	7	—	—
b) nad max.	14	22	5
c) max. pod min.	3	—	—
d) min. nad max.	4	9	—

V mejah predpis. 2 2 19  
V mejah predpisov pri vseh treh dimenzijah: 1 preiz. to je 4,2 %

#### Pri vlečenih strešnikih:

Predvidene dimenzije za vlečene strešnike z dopustnimi odstopanji so: dolžine 400 + 8 mm to je med

392 in 408 mm

širine 218 + 4 mm to je med 214 in 222 mm

debeline 14 + 1 — 4 mm to je med 10 in 15 mm.

Na podlagi preiskav je bilo ugotovljeno:

	Pri dolž.	Pri šir.	Pri deb.
a) pod minim.	15	7	4
b) pod max.	8	14	9
c) max. pod min.	1	—	2
d) min. nad max.	1	2	4

V mejah predpis. 15 19 26  
V mejah predpisov pri vseh treh dimenzijah: 7 to je 19,5 %

#### Pri stiskanih strešnikih:

Predvidene dimenzije so v glavnem iste kot pri vlečenih strešnikih. Poleg teh dimenzij pa so predvidene tudi dimenzije strešnikov z dvojnimi utorom, pri katerih je širina predvidena na 238 + 4 mm to je med 234 in 242 mm.

Pri preiskavah smo ugotovili sledeče:

	Pri dolž.	Pri šir.	Pri deb.
a) nad minim.	3	— (5)	—
b) nad max.	3	9 (5)	—
c) max. pod min.	—	—	—
d) min. nad max.	1	—	—

V mejah predpisov:

pri dolžinah : 4 preiskave  
pri širinah : 0 preiskav  
pri debelinah : 3 preiskave

V vseh treh dimenzijah ni ustrezala predvidenim predpisom niti 1 preiskava.

Iz prednjih pregledov je razvidno, da strešna opeka le malo ustreza predlaganim dimenzijam po novih predpisih.

Naravno je, da te pomanjkljivosti trenutno še ne moremo pripisati opekarnam, temveč dejstvu, da še nima mo veljavnih predpisov.

V pogledu teže posameznih vrst strešnikov je položaj sledeč:

Pri bobrovcih:

minimum 1,57 kg to je — 13,7 %  
maksimum 2,07 kg to je + 73,8 %  
povpreček 1,82 kg

Pri vlečenih strešnikih:

minimum 2,06 kg to je — 7,5 %  
pod povprečkom  
maksimum 2,89 kg to je + 29,5 %  
nad povprečkom  
povpreček 2,23 kg.  
Pri stiskanih strešnikih:  
minimum 1,80 kg, to je — 25,5 %  
pod povprečkom  
maksimum 2,86 kg, to je + 18,2 %  
nad povprečkom  
povpreček 2,42 kg.

Dejstvo, da je teža stiskanih strešnikov v nekaj primerih manjša od teže vlečenih strešnikov, je v tem, ker je oblika tako zelo različna.

V pogledu upijanja vode:

Predlog novih predpisov predvideva, naj ne bo upijanje večje od 14 %, ker ima upoštevanja vreden vzrok v odpornosti proti zmrzovanju.

Tudi v tem pogledu je rezultat izvršenih preiskav razmeroma slab. Ugotovljeno je bilo namreč sledeče:

	Bobrovci	Vlečeni streš.	Stiskani streš.
Povprečno upijanje	14,9 %	16,7 %	18,9 %
Minimalno upijanje	11,4 %	11,5 %	17,2 %
Maksimalno upijanje	21,2 %	21,7 %	22,9 %
V mejah predpisov	10 preis.	10 preis.	0 preis.
V % od preiskanih	42,5 %	30,3 %	0 %

#### Zmrzovanje:

Iz prednjega pregleda, iz katerega je razvidno, da je le 42 % preiskav izkazalo pozitivne rezultate, je lahko zaključiti, da je odpornost proti zmrzovanju eden izmed najresnejših problemov v fabricaciji strešnikov.

Dosledno opazimo na preiskanih strešnikih to, da so vsi strešniki, ki so izkazali neobstojnost na mrazu, izkazali tudi upijanje vode preko dopustne meje. Tako nas lahko upijanje vode neposredno opozarja, kakšna bo obstojnost na mrazu.

Kriterij za obstojnost na mrazu, ki ga navajajo tehnični predpisi za zidno opeko, to je razmerje upijanja vode po 48 urah in upijanja pri popolni nasičenosti, nam ni dal zanesljive slike. Verjetno bi dobili v tem pogledu zanesljiveše rezultate, če bi ugotavljali upijanje vode pri visokem pritisku, tako da bi imeli resnično maksimalno upijanje vode in s tem resnično sliko o velikosti prostora, ki ostane še prazen pri namakanju po 48 urah.

Dalje seveda nastane vprašanje ali da 25 kratno zmrzovanje pri —15° že zadostno jamstvo o odpornosti ope-

mih izdelkov proti zmrzovanju. Amerikanci gredo tu zelo daleč in zmrzujejo tudi do 100 krat. Prof. dr. M. Roš je mnenja, da bi morali v določenih primerih opraviti zmrzovanje vsaj 50 krat.

Vsekakor pa ni nobenega dvoma, da je strešnik neuporaben, če pokaže po 25 katnem zmrzovanju ali pa še celo preje jasne pomanjkljivosti.

Mnenje nekaterih, da je ta preiskava prestroga in da so razmere v praksi m'lejšje, ni z ničimer utemeljeno.

Nosilnost:

V nasprotju z ugotavljanjem tlačne trdnosti pri zidni opeki pa pri strešnikih ugotavljamo le silo, pri kateri se strešnik poruši, če ta deluje na gornji strani strešnika, ki je spodaj podprt na dveh podporah v razdalji, ki ustreza vrsti strešnika (25 ali 30 cm).

Pri navedenih preiskavah so v pogledu nosilnosti ugotovili sledeče:

Pri bobrovcih:

Minimalna nosilnost je  
varirala med 50 in 166 kg  
povprečno 97 kg  
srednje vrednosti so varirale med 68 in 223 kg  
povprečno 124 kg  
maksimalne vrednosti so varirale med 83 in 263 kg  
povprečno 141 kg  
Predlog za standard predvideva srednjo nosilnost pri bobrovcih 75 kg, minimum pa 60 kg.

Nosilnost torej dokaj ustreza. Med

zahtevanimi vrednostmi je bila le ena preiskava, kar predstavlja ca. 2,8 %.

Pri vlečnih strešnikih, pri katerih se v smislu predloga zahteva srednja nosilnost 120 kg, pri čemur ne sme minimum pasti izpod 100 kg, je bilo ugotovljeno sledeče:

minimum od 48 — 405 kg, pov. 142 kg  
sred. vr. 79 — 440 kg, pov. 184 kg  
maksimum 100 — 492 kg, pov. 228 kg

Od 38 preiskav je bilo 11 preiskav, pri katerih je minimum padel pod 100 kg.

7 preiskav, pri katerih je bila srednja vrednost pod 120 kg.

Pri 6 preiskavah je bila tako srednja vrednost kakor tudi minimum pod 120, oziroma pod 100 kg.

Ta izpad predstavlja 15,8 %.

Pri stiskanih strešnikih, pri katerih so zahteve iste kot pri vlečenih, je slika še bolj ugodna:

min. od 100 — 268 kg pov. 199 kg  
sred. vr. 115 — 314 kg pov. 393 kg  
max. 142 — 348 kg pov. 248 kg

Iz prednjega je razvidno, da so vse preiskave izkazovale nosilnost v mejah predlaganih predpisov.



## Značilnosti lepil in problem adhezivnosti bitumena

### A. O načinu ugotavljanja lastnosti in kakovosti

Tehnika preiskave lastnosti materialov je dognala veliko število fizikalnih in kemičnih konstant, ki danes služijo kot osnovna za ocenjevanje kakovosti posameznih snovi. Mnoge take konstante so že sprejete v okvir mednarodno veljavnih standardov kot splošno veljavne metode dela pri preiskavah materialov, mnogo pa je še takih lastnosti snovi, ki so za prakso važne, niso pa še izdelani postopki za njih meritve. Med take lastnosti, ki jih danes še ne moremo neposredno meriti, sodi tudi adhezivnost ali lepljivost materialov. Zaenkrat poznamo le nekaj posrednih metod preizkušnje lepljivosti snovi, pri katerih delamo na ta način, da merimo strižno ali natezno trdnost vzorcev iz zalepljenih lesenih desčic. To vrsto meritve lahko uporabljamo pri amorfno-trdih lepilih, ki kažejo zelo nizke elastične in nizke plastične deformacije. Poizkusi te vrste z desčicami, ki so lepljene s kostnim klejem, na pr. kažejo, da je klej dobro lepljiv, kadar se pri nategu odtrga les in ne klej. Če bi se pri tem odtrgal klej, ga moramo kot neustreznega zavreči. Metoda, ki na ta način primerja adhezivnosti lepil med seboj, lahko smatramo le za arbitrarno, ker pri merjenju natezne ali strižne trdnosti ne ugotovimo niti adhezije, niti kohezije lepila, ampak le odpornost, to je kohezijo lesa. Seveda je v pozitivnem izidu preizkušnje adhezija med lesom in lepilom večja od kohezije lesa. Če gre za take meritve napetosti pri termoreaktivnih lepilih in pri kleju ter ostalih vodotopnih lepilih, bi jih lahko sprejeli kot primerjalne, ker je znano, da so ta lepila po osušenju izredno slabo elastična in plastična (v smislu Houwinka, ki definira telesa z elastično deformacijo izpod 1% kot slabo elastična in tista z večjimi deformacijami, kot močno elastična). Način merjenja zdržljivosti lepil na strig je sicer normiran, predstavlja pa eno od tistih nepopolnih metod preiskave materialov, ki ne dajo neposrednih kvantitativnih rezultatov glede adhezivnosti. Za izvajanje strižnih preizkušenj je točno predpisana hitrost raztezanja, kljub temu pa pri nobenem organskem adhezivu ni jamstva za to, da bodo rezultati primerjalni in da bodo pogoji merjenja v vseh primerih ko uporabljamo različne vrste lepil, enaki. To bi se moglo dogoditi samo v tem primeru, če bi bila vsa preizkušena lepila popolnoma neplastična in če bi imela vsa slični modul elastičnosti. Kadar pa imamo opravka s snovmi, pri katerih sta ti dve lastnosti bitumena različni, potem tudi z enakimi postopki doseženih rezultatov ni mogoče vrednotiti po istem merilu. V današnji praksi se sicer zadovoljujemo, če je zagotovljeno, da ima lepilo v primerjavi z

lepljenim lesom večjo trdnost; pri tem se ne vprašamo, kakšni sta njegovi adhezija in kohezija. Tako je tudi razumljivo, da glede na nekatere vrste lepil puščamo v nemar natančnost pri reševanju naloge za merjenje lepljivosti.

Bolj drastične pa so razmere in pojavi, ki spremljajo poskus meritve adhezivnosti bitumena kot vroč termoplastičnega materiala. Metoda preizkušnje bitumena in termoplastičnih lepil sploh na njihovo natezno in strižno trdnost ni priznana kot način meritve adhezivnosti, ker terjaja značaj materiala samega glede tega spremenjen postopek. Kar se tiče bitumena zahtevajo nemški predpisi preizkušnjo z njim premazanih vzorcev na ležanje v vodi. Ta način preizkušanja pa je bolj odvisen od trdnosti, elastičnosti in specifične teže bitumena kot od njegove adhezije in kohezije. Teoretično lahko da preizkušnja ležanja v vodi zelo dober rezultat, če-tudi se je premaz odlučil od predmeta, ker je v tem primeru odločilna le hermetičnost premaza, neglede na to, ali je prilepljen ali ne. V tistih redkih primerih, kjer imamo opravka z mehkim bitumeni, ki jih voda lahko izpodrine, in pa pri višji temperaturah, nam ta metoda daje — kot danes edina — možnost, da vsaj približno ocenimo adhezivnost bitumena. Trditve pa, ki jih lahko slišimo v praksi, češ, da bitumen slabo lepil, pa samo s to metodo preizkušnje ležanja v vodi ne bo mogoče ovreči, ker vplivajo na moč lepljenja bitumena še mnogi drugi momenti, ki niso odvisni samo od ležanja v vodi. Sprejemljivost snovi opazujemo v vrsti zapletenih fizikalno-kemičnih pojavov, ki danes še niso razvozlani in ki ne dovoljujejo, da bi kar preprosto postavili trditve glede lepljivosti kake snovi, ki ni z ničmer dokazana. Največkrat so take označbe o slabi kakovosti kakega materiala tako iz trte zvitje in ne pomenijo nič drugega, kot da je kritika izrečena brez vsake strokovne utemeljitve.

### B. O lepilih in lepljivosti

Za vsako vrsto lepila velja določen način uporabe; tudi namen, kateremu naj posamezna lepila služijo, je različen. Dekstrin in kostni klej sodita v tisto skupino lepil, ki jih moramo pred uporabo raztopiti v vodi. Poznamo pa tudi lepila, ki jih moramo raztapljati v organskih topilih, in taka, ki jih uporabljamo brez topil; vsako pa mora biti pred uporabo v tekočem stanju, kar omogoča postopek pri lepljenju in ker le tekoče lepilo lahko hitro nanesemo na predmet, ki ga je treba zalepiti. Premaz se na predmetu posuši oziroma strdi in se pri tem postopoma veča njegova viskoznost in adhezivnost. Na ta način lahko zlepimo eno ali več vrst materialov. Pri premazovanju mora biti lepilo tako goste, da lahko delamo s čopičem,

lopatico ali drugo napravo za klejenje. Deluje pa lepilo šele, ko je strjeno. Od lepila v tekočem stanju zahtevamo samo, da dobro »omoči« predmet, če ga pa ne »omoči«, je to znak, da je njegova adhezivnost za ta material slaba. Večina lepil prihaja v promet v trdi ali prahasti obliki in jih pred uporabo utekočinimo na tri možne načine:

a) z dodatkom vode ali organskih topil (bencin, bencen, toluol in dr.)

b) s segrevanjem brez dodatka topil in

c) s tem, da se lepilo v vodi emulgirajo, če se v njej ne topi.

V praksi bomo od teh treh načinov izbrali tistega, ki bo najbolje ustrezal namenu in kakovosti samega lepila. V smislu se sheme delimo lepila v taka, ki se topijo v vodi, v taka, ki se tope v organskih topilih, in v taka, ki jih uporabljamo brez dodatka topil. Termoplastične smole je treba pred uporabo segreti, pri ohlajevanju pa se strjujejo. Termoreaktivne kleje je treba kondenzirati na samem zalepljenem predmetu z dodatki trdil in deloma s segrevanjem, pri čemer se dokončno strdijo. V obliki emulzij uporabljamo lepila tam, kjer to zahtevajo pogoji in način dela (n. pr. ognjevamost) in kjer za to govore tudi ekonomski momenti. Od znanih lepil sodijo v posamezne skupine:

pod a): kostni in kožni klej, dekstrin, kazein, gumiarabikum,

pod b): bitumeni, umetne termoplastične smole (akrilne smole, polistrol, polivinil in pod.), termoreaktivne smole kot podskupina,

pod c): lateks, bitumenske emulzije, emulzije iz umetnega gumija in umetnih smol.

Razen tega je znana tudi skupina anorganskih lepilk, ki pa jih prištevamo bolj med cemente kakor med »lepila«, ker delujejo pod drugačnimi pogoji in jih zato tukaj tudi ne omenjam podrobneje. Sem sodijo: portlandski cement, soro-cement, fosfatni cementi, glajenka z glicerinom in vodno steklo.

Kadar je govora o lepilih, mislim predvsem na njihovo lepilno moč, ki je odlična za to, ali imamo lepilo za dobro ali ne. Ravno adhezivnost lepil pa je danes še nekoliko nedoločen pojem, ki ga ne izražajo številčno. V tem pogledu smo navezani le na empirične izkušnje in na meritve strižnih trdnosti vzorcev, v nekaterih primerih na natezne trdnosti zalepljenih predmetov, ki nas pouče posredno o kakovosti določenega lepila. Ker kažejo malone vse organske snovi najbolj raznotere mehanske lastnosti, ki prav gotovo vplivajo na meritve pri strigu (in trganju, ne morejo te metode posrednega merjenja pokazali resničnih razlik adhezivne vrednosti posameznih lepil. Take lastnosti, ki uveljavljajo svoj vpliv pri vseh mehansko-

tehnoških meritvah, so predvsem: elastičnost, plastičnost, viskoznost, penetracija, žilavost, trdota, krhkost in druge. Pri bitumenu, ki je tipično visko-elastičen material, so težave merjanja lepljivosti zelo očitne, je pa vprašanje adhezivnosti ravno pri bitumenu najbolj pereče. Empirična izkušnja nas je poučila, da je malo takih snovi, na katerih bitumen ne lepi — če so suhe — in bi lahko imeli vprašanje bitumena vsaj glede na veliko večino mineralnih materialov zadovoljivo in v načelu rešeno, če ne bi bila dana možnost, da pride bitumen v dotik z vlažnimi ali mokrimi agregati. Voda pa je največji sovražnik bitumena in bo zaradi tega važno, poiskati način, po katerem bi določili in okreplili adhezivnost bitumena na vlažnih (mokrih) ploskvah in na takih mineralih, ki so močno hidrofilni in ki vsled raznoterih okoliščin še kasneje privlačijo vodo, kar so vse razlogi, da se bitumenska prevleka odlušči.

Kar je tukaj omenjeno o lepljivosti bitumena, velja lahko za vsa termoplastična lepila. Na ostala topna organska lepila pa se nanašajo ugotovitve o adhezivnosti le deloma in sicer le toliko, kolikor so plastična ali elastična. V splošnem se laik glede lepljivosti kaknega materiala ravna po tem, kako se lepilo »vleče«, t. j. ali daje dolgo nit in če je njegova duktilnost velika. Razumljivo je, da pomeni dolga nit pri lepilu dobro kohezijsko moč, ne pa tudi dobre adhezije. Duktilnost sama nam nič ne pove o adheziji, niti tega ne, če je manjša ali večja od kohezije. Dolej še niso dognani vsi momenti, ki vplivajo na lepljivost snovi, vendar pa sedaj že vemo, da so za adhezivnost lepila sodločujoči naslednji fizikalno-kemijski pojavi:

- molekularna teža,
- površinska napetost udeleženih snovi,
- kontaktni kot,
- dipolarni momenti udeleženih snovi,
- energetska gostota površine,
- parahor in površinska energija,
- odnosi na medfaznih obmejnih ploskvah,
- viskoznost, plastičnost, elastičnost in temperatura,
- molekularna struktura in kristaliničnost snovi, ki so v dotiku.

Kakor je viskoznost v neposredni odvisnosti od molekularne teže, tako so že nekatere druge lastnosti bitumena tesno povezane s posameznimi navedenimi pojavi. Če predpostavimo, da ni drugih zunanjih sil in vplivov, ki bi razen navedenih spremljali agregatno stanje določene snovi, potem lahko rečemo, da sta od vseh navedenih pojavov površinska napetost (kontaktni kot) in polarnost udeleženih komponent odločilna za moč adhezije (kar pa še ne pomeni lepljivost). Razmere na skupnih obmejnih ploskvah dveh faz so odvisne od površinskih napetosti, pojavi energetskih gostot in parahor pa v zvezi z adhezijo in pojavom lepljivosti snovi še niso dovolj dognani.

Zadnjih dveh zato tudi ne moremo upoštevati, kot zanesljivih faktorjev pri ocenjevanju lepljivosti. Duktilnost, ki predstavlja le en del kriterija za oceno adhezivnosti in kvalitete bitumena, je tesno povezana z nekaterimi pod a) in h) navedenimi konstantami. Nekatera lepila sploh ne kažejo duktilnosti, kot jo ima bitumen. Kohezija in adhezija delujeta skupno kot lepljivost neke snovi, pri tem pa je kohezija tista, ki moti, kadar določamo adhezijo s pomočjo raztezanja zalepljenih delov. Zato so poskusi, pri katerih gre za tem, da bi merili adhezijo s trganjem (strig ali nateg) po dosedanjih metodah, obsojeni vnaprej na neuspeh. Ta način trganja poskusnih vzorcev je uporaben samo za trdga telesa, ali pa ga je treba predelati tako, da se nateg zalepljenega vzorca ne bo mogel reducirati na meritev duktilnosti in na deformacije pod vplivom časa in sile ob istočasnem delovanju elastičnih in plastičnih momentov ter trdnostne meje materiala. S tem smotrom pred očmi moramo misliti na to, da ob delovanju hitrih udarcev na elastične materiale permanentna deformacija ne pride v poštev kot posledica takih vplivov. Zato imamo lahko tako narejene deformacije brez pomisleka za čisto elastične. Tu je tudi vzrok, zakaj lahko zdrže asfaltni plasti z daleč manjšo odpornostjo na prelom in upogib kot beton, iste mehanske vplive prometa kot debelejša betonska plošča. Elastičnost in plastičnost bitumena sta vedno povezani z njegovo trdnostjo, ki je odvisna od temperature. Skoraj vsa lepila so v trenutku uporabe tekoča, ko pa se strdijo, imajo še vedno značaj več ali manj visko-elastičnih snovi. Pri študiju maksimalnih pogojev za napetosti, pri preizkušnji njihove natezne trdnosti bo zato treba upoštevati sledeče okoliščine, ki jih narekuje narava organskih lepil, in sicer:

- Pri kateri temperaturi naj preizkusimo lepilo glede njegove mehanske trdnosti?
- Za ugotovitev napetosti, ki vlada v materialu ob določeni deformaciji pod delovanjem obremenitve skozi določeno dobo trajanja, mora biti znana konstanta, ki ima značaj elastičnega (plastičnega) modula zaradi visko-elastičnih lastnosti lepil. Trajanje obremenitve je v tem primeru zelo kratko, temperatura nizka.
- Ugotovitev natezne trdnosti je potrebna, četudi se vprašamo, kako jo je mogoče določiti, kadar je material elastičen in viskozen obenem. S katero maksimalno hitrostjo obremenitve se bo izvršila ta preizkušnja? Seveda pa to še ni merilo za lepljivost.
- Pri višjih temperaturah se material (če je termoplastičen) ne bo podredil zakonu o deformacijah pri maksimalnih obremenitvah, ampak je podvržen zakonu o viskoznosti. Čas obremenitve bo v takih primerih poljubno dolg.

Za primer b) in c) velja Hookov zakon

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

seveda to le za majhne obremenitve in minimalne deformacije. Za primer natezne trdnosti bitumena je ugotovljeno, da se  $t_a$  (trdnost) s trajanjem obremenitve zmanjšuje, kar je razumljivo, če pomislimo, da se elastična deformacija takih snovi, kot je bitumen, s časom spremeni v trajno deformacijo. V primerih, kjer ima tudi čas svoj pomen, lahko upoštevamo edino razmerje, ki je izraženo s sledečo enačbo.

$$\eta = \frac{\sigma \cdot dt}{d\varepsilon} = \frac{\sigma}{\varepsilon} \cdot t$$

kjer pomeni:

$$\begin{aligned} \eta &= \text{viskoznost} \\ \sigma &= \text{napetost} \\ \varepsilon &= \text{deformacija} \\ t &= \text{čas.} \end{aligned}$$

K temu je treba pripomniti, da je merjenje kakršnihkoli napetosti pri visko-elastičnih snoveh zamotan problem, da pa kljub temu, če bi nam ga tudi uspelo rešiti ustrezno zgoraj navedenim momentom, ne bi s tem dobili tistega, kar smo nameravali, namreč merilo za adhezijo. Vsaka obremenitev bitumena povzroči deformacije pod elastičnimi, plastičnimi ali viskozitetnimi vplivi, n'kako, pa vrednost adhezije (ki pa sama tudi še ne pomeni lepljivosti). Lepljivost ima sicer pri takih obremenitvah na kontaktni ploskvi tudi svoj vpliv, ki pa ni edini. Merjenje lepljivosti pri maksimalnih obremenitvah bi bilo možno le s praktično slabo elastičnimi, trdimi lepili in s pomočjo lepljenega materiala, ki bi take obremenitve tudi zdržal. Pa še v takih primerih je vprašanje, ali bo kohezija manjša ali večja od adhezije in bo od tega odvisno, kje se bo lepilo odrgalo. Če hočemo dobiti vrednost za lepljivost, moramo poznati vrednosti za kohezijo in za adhezijo. Kot primer za snovi z razmeroma visoko adhezijo in nizko kohezijo naj služijo olja, masti in tudi voda, ki dobro »pomočijo« večino suhih predmetov, ki pa ne »lepjajo«. Dobra lepila pa morajo kazati dobro adhezijo in imeti obenem tudi visoko kohezijsko silo.

Vsa izvajanja glede odnosov med lepljivostjo in adhezijo oziroma kohezijo ter tudi vse, kar je rečeno v naslednjih odstavkih glede na medsebojna razmerja lepljivosti in fizikalno-kemičnih pojavov, ki nanjo vplivajo, ob prisotnosti vode in brez nje, se nanašajo samo na lepila, ki se v vodi ne topijo; razumljivo je, da so razmere v primerih, če voda lepilo raztopi, čisto druge, kot pri netopljivih snoveh.

## C. PROBLEM ADHEZIVNOSTI PRI BITUMENU

### 1. Kemični značaj, kakovost in polarnost bitumena

Izraz »bitumen« naj pomeni v tej razpravi tisto temno ali črno snov, ki jo pridobivamo pri destilaciji surove

nafte ali pa s čiščenjem (rafinacijo) prirodnih asfaltov in ki je popolnoma topljiva v ogljikovem žveplecu. Asfaltni bitumen je termoplastičen material. Poznamo ga več vrst, ki se med seboj razlikujejo po svoji kemični sestavi, po trdoti, žilavosti in še po nekaterih drugih fizikalnih lastnosti, ki so značilne zanj in ki so posledica njegovega izvora, čiščenja, sestave in predelave. Naravni bitumeni so večinoma bolj trdi kot petrolejski, ker vsebujejo manj oljnatih in hlapljivih sestavin. Bitumena v večini primerov v praksi ne uporabljamo čiste, temveč v zmeseh s mineralnimi agregati in polnili raznih vrst (plutovina, kreča, gumi, žveplo itd.). Katranske smole so po kemičnem sestavu sorodne bitumenu, niso pa identične z njim. Ker se od bitumena razlikujejo tudi po svojih fizikalnih konstantah (značilna je predvsem njihova manjša lepljivost), o njih tukaj ne bomo govorili kot o bitumenih, četudi se nekatere od njihovih lastnosti ujemajo s tukaj omenjenimi pojavi.

Kot snov s precej inertnim značajem, bitumen ne vpliva opazno na tiste materiale, s katerimi je v zmeseh v dotiki, in dognano je, da je bitumen pri navadnih temperaturah le malo podvržen oksidaciji. Vpliv kisika nanj je slab tudi pri visokih temperaturah in še po letih le neznatno oksidira. Oksidacija kot motnja pri praktični uporabi skoraj ne pride v poštev, še celo pa ne tam, kjer lahko izberemo bolj mehke vrste bitumena, če bi bile glede njegove eventualne oksidacije postavljene stroge zahteve.

Kakovost bitumena normalno ocenjujemo na podlagi njegove penetracije, ki predstavlja zanesljiv kriterij za interpretacijo njegove elastičnosti in plastičnosti in deloma viskoznosti v odvisnosti od temperature ter na podlagi njegove nekviviskozne temperature, ki je merilo za njegovo zmečičišče, ko ima bitumen ca. 12.000 poissov. Razen tega služijo kot merilo za njegovo kakovost še nekatere druge konstante, ki so merilo za krhkost (Fraass), za natezno trdnost in za njegovo duktilnost kot osnovni izraz za plastičnost (elastičnost) in kohezijo bitumena. Določitev teh štirih konstant bitumena na splošno zadostuje za vse praktične namene, če lahko predpostavljamo, da je bitumen zgoraj omenjenega izvora in da ne vsebuje katranskih in drugih manj vrednih primesi, ki mu jemljejo njegov značaj.

Kemični sestav in struktura bitumena sta razmeroma zapletena; deloma je raztopina, deloma pa zmes visokomolekularnih spojin parafinske, aromatske in naftenske strukture, katerih od sedaj še ni uspelo ločiti. Za temeljitejšo proučevanje lastnosti bitumena je potrebno ugotoviti še dve nadaljnji značilnosti, ki pa sodita že med tiste preiskave materiala, ki jih ne moremo izvršiti na preprost način in v navadnih operativnih laboratorijih. Ti dve značilnosti, ki izvirata iz kemične narave in sestave, sta: molekularna teža in stopnja aromatično-

sti bitumena. Posamezne skupine sestavin bitumena lahko razstavljamo po znanih laboratorijskih metodah s pomočjo ekstrakcije z raznovrstnimi topili, pri čemer se izločujejo tisti deli bitumena z molekularno težo od 500 do 1.000, ki so topljivi v lahkih alifatskih frakcijah, in tisti deli, ki so v imenovani frakciji netopljivi, z molekularno težo od 5.000 do 100.000. Odstotek posameznih ekstraktov, ki jih lahko dobimo na ta način, je odvisen v veliki meri od vrste ekstrakcijskega sredstva in od načina postopka. Od teh faktorjev je odvisen tudi kemičen sestav ekstrahiranih komponent, ki je od primera do primera različen. Stopnja aromatičnosti ekstraktov bitumena je na preprost način izražena z razmerjem med količino vsebovanega ogljika in količino vodika. Ta koeficient ( $\text{C/H ratio}$ ) je za komponente bitumena značilen in se giblje pri maltenih v mejah med 0,6 in 0,9, pri asfaltnih pa med 0,8 in 1,2. Kadar je razlika med koeficienti obeh frakcij majhna, imamo opravka s tisto vrsto asfaltnov, ki so topljivi v maltenih; tak bitumen sodi v skupino takoj imenovanih »sol-tipov«. Temu nasproti vsebuje »gel-tip« asfaltene z visokim  $\text{C/H ratio}$ , ki niso topljivi v ostalih komponentah bitumena. Vrsta bitumena, ki vsebuje take asfaltene, predstavlja koloidno mešanico visokomolekularnih snovi, iz katere lahko oljnat dele izločimo na mehanski način (z iztiskanjem ali filtriranjem, izsesavanjem), kar pri sol-tipih ni možno.

Bitumen kaže proti vsem materialom, razen v dotiku z vodo, največjo adhezivno moč in spada med tiste snovi, ki imajo tudi razmeroma veliko kohezijo; to je eden od vzrokov za njegovo žilavo strukturo. Ti dve lastnosti mu dajeta sposobnosti in značilnosti dobrega lepila. Kakor že omenjeno, ena sama od teh dveh značilnosti ne zadostuje, da bo neka snov lepljiva. Preden pa bomo bolj podrobno govorili o možnostih merjenja adhezije in o njenih vzrokih, se bo treba pomuditi pri razmerah, ki vladajo, če pride bitumen v dotik z mineralnimi snovmi v suhem stanju in takrat, kadar je prisotna voda.

Kaj se torej dogaja, če se srečata na površini nekega substrata (les, mineralne materije, kovine itd.) bitumen in voda? Obe ti snovi sta si med seboj povsem tuji in sovražni. Vsaka od njih bo skušala izpodrinuti drugo in nato »omočiti« površino substrata. Če bo bitumen dosti viskozen, žilav in trd, ga voda ne bo mogla odlučiti od kamna, če je na njem zalepljen. Kadar pa se bo ta poskus z istim bitumenom izvršil pri povišani temperaturi, se bo bitumen vsled svoje manjše površinske napetosti skepil in zbral v manjših kapljicah na vlažni površini materiala. Pri še trših bitumenih je zadeva analogna, le da moramo pojačiti segrevanje, če želimo doseči isti efekt. Pri bitumenih z nizko viskoznostjo (outback) bomo ta pojav lahko opazili že pri navadni sobni

temperaturi. Razni bitumeni in razni mineralni agregati se pri tem ponašajo različno. Voda ima skoraj brezizjemno veliko moč »omoečevanja« za vse minerale, zaradi česar je klasifikacija slednjih po liniji »hidrofilnih« in »hidrofobnih« v tem smislu zgrešena. Kjer imamo opravka s kamnitimi agregati, so kohezivske sile vode veliko manjše od adhezivskih. S sposobnostjo »omoečevanja« mineralnih agregatov z bitumenom, vodo, oljem in drugimi, pa je tesno povezana nič manj odločilna polarnost snovi, ki ima svoj glavni izvor v njihovi kemični sestavi. Polarne sile na površini kake snovi so lahko zelo močne ali slabe, pri tem pa so organske materije navadno bolj slabo polarne kot amorganske. Čim bolj so pri nekem materialu izražene polarne sile, tem večji je tudi njegov dipolarni moment. Vrednost tega dipolarnega momenta je pri vodi zelo visoka, ca. 1,8, medtem ko ima bitumen dipolmoment v bližini ničle. Večina silikatov ima še večje dipolmomente kot voda in zato na površini močno privlačijo druge snovi. Silikati adsorbirajo zaradi svoje močne polarne sile vodo na svoji površini tako dolgo, dokler se na istem mestu ne pojavi druga snov še z večjim dipolmomentom. Taka snov bo izpodrinila vodo in bo namesto nje »omoečila« ta substrat. Apnenici imajo nižjo polarne sile kot silikatno kamenje, zato le v tem smislu lahko govorimo o neki »hidrofobnosti« apnenec v primerjavi s silikatnimi (kislimi) hribinami. Hidrofoben v polnem pomenu besede pa tudi apnenec ni v nobenem primeru. Približno enako polarnost kot voda imajo fenoli, etilni alkohol, metilkloridi višje dipolmomente kot voda pa imajo: nitrobenzol (okrog 4), klorisilani, silikonske spojine, acetoni, aceton in sploh ketoni. Pri bitumenu so nepolarni alifatski sestavni deli, če so nasičeni, asfaltni pa so polarni, ker vsebujejo mnogo aromatskih spojin. Polarne so v bitumenu tudi sestavine žvepla, kisika in dušika. V katranskih smolah so močno polarne baze in fenoli, vsled česar povzročajo ti večje adhezije katrana v primerjavi z bitumenom in glede na nekatere mineralne materiale. Nekateri voski in njihovi sestavni deli pa imajo tudi dobra polarna svojstva. Če upoštevamo vse te podrobnosti, ki govorijo o polariteti snovi, obstoja možnost, da izmed takih materialov izberemo tiste z visokim dipolmomentom, ki pridejo v poštev kot dodatki k bitumenu z nalogo, da se poveča njegova moč sprijemljivosti z nekaterimi materiali v prisotnosti vode. O materialih za povečanje sprijemljivosti bitumena (Haftmittel) bomo govorili še pozneje, ko bomo obravnavali lastnosti bitumena v zvezi s površinsko napetostjo in kontaktnim kotom, ki oba vplivata glede na adhezivnost.

## 2. Povezanost adhezije in površinske napetosti. Kontaktni kot

Površinska napetost in kapilarnost sta v tesni genetski zvezi. Če ugotovimo višino stebra kake tekočine v ka-

pilarni cevi, lahko izračunamo njeno površinsko napetost po formuli

$$\sigma = \frac{h \cdot r \cdot d \cdot g}{2}$$

kjer pomeni:

- $\sigma$  = površinska napetost (dyn/cm)
- $h$  = višina stebra tekočine v kapilari (v cm)
- $r$  = radij kapilarne cevi v centimetrih
- $d$  = specifična gostota tekočine
- $g$  = gravitacijska konstanta = 981.

Na ta način pa je žal nemogoče določiti kapilarnost, če ne gre ravno za vodo ali kako drugo tekočino in steklo. Površinske napetosti med bitumenom in vodo na ta način ne moremo neposredno ugotavljati, ampak jo določujemo posredno s pomočjo drugih metod merjenja površinske napetosti. Temu namenu lahko služi tudi merjenje kontaktnega kota, ki ga neka tekočina tvori s trdo snovjo, na kateri leži. V takem primeru, kjer so voda, substrat in bitumen v ravnovesju med seboj, bodo odnosi površinskih napetosti ob upoštevanju kontaktnih kotov med posameznimi fazami sledeči:

$$\sigma_1 = \sigma_2 + \sigma_3 \cdot \cos \theta$$

$$\sigma_3 \cdot \cos \theta = \sigma_1 - \sigma_2$$

tu so:

- $\sigma_1$  . . . . . površinska napetost med podlogo in vodo
- $\sigma_2$  . . . . . površinska napetost med podlogo in bitumenom
- $\sigma_3$  . . . . . površinska napetost med bitumenom in vodo
- $\theta$  . . . . . kontaktni kot bitumena proti podlogi.

Ta poslednji izraz  $\sigma_3 \cdot \cos \theta$  predstavlja razliko med površinsko napetostjo vode in med napetostjo bitumena nasproti podlogi, z drugo besedo, to je tista sila, s katero si bo voda prizadevala izpodriniti bitumen. Ta izraz nam pove za koliko je adhezija vode večja od adhezije bitumena. Čim manjša je vrednost tega izraza, tem manjša bo tista sila, ki bo odpravila bitumen. V tabeli I so zaradi primerjave navedene vrednosti za kontaktni kot  $\theta$  in za površinsko napetost medploskve nekaterih snovi.

TABELA I.

MOČLJIVOST NEKATERIH SNOVI NA POLIRANEM STEKLU OB PRISOTNOSTI VODE

Preizkušeni material	$\cos \theta$	Površinska napetost (dyn/cm) = $\sigma$	Sila izpodrivanja = $\sigma \cdot \cos \theta$
Katran iz vertikalne retorte	0,45	17	7,6
Katran iz horizontalne retorte	0,60	21	12,0
Bitumen	0,91	24	21,9
Kreozotno olje	0,53	20,7	10,9
Mineralno olje	0,90	22,3	20,1
Petrolej	0,93	38	35,2

Katran črnega premoga iz vertikalnih retort in kreozotno olje dajeta boljše rezultate omočljivosti kot katran iz horizontalnih retort, bitumen in mineralna olja. Rezanji bitumeni z dodatkom katrana vertikalnih retort in kreozotnega olja so zato bolj zanesljivi in lepljivi kot bitumeni z dodatkom mineralnega olja ali petroleja. Tudi katranska olja, ki so bila predhodno oprana z jugom, iz katerih so odstranjeni fenoli, so kot primesi bitumenu brez efekta. Dodatek snovi z močno izraženim dipol-momentom

zniža površinsko napetost bitumena. Dodatek že manjših odstotkov takih polarnih snovi zmanjša vrednost  $\sigma \cdot \cos \theta$  bitumena, tudi če ne vsebuje katrana. V praksi so tekom let preizkusili veliko množino raznih snovi z močnim dipol-momentom na njihovo sposobnost zmanjšati kontaktni kot in povečati adhezivnost bitumena v prisotnosti vode. V naslednji tabeli II so navedeni podatki o nekaterih snoveh, ki jih imenujejo sredstva za povečanje sprijemljivosti (Haftverbesserungsmittel).

TABELA II.

POVRŠINSKE NAPETOSTI NEKATERIH SREDSTEV ZA SPRIJEMLJIVOSTI V OBLIKI 2-ODSTOTNE RAZTOPINE V KEROZINU OB PRISOTNOSTI ČISTE VODE IN APNE NE VODICE:

Vrsta sredstva za 2-odstotna raztopina sprijemljivost	v kerozinu vsebuje	Površinska napetost ob prisotnosti dest. vode	apnene vodice	Pripomba
brez	samo kerozin	38	15	—
milo težke kovine	Fe — oleat	18	10	dober
kovinsko milo	Ca — oleat	6	10	dober
Smolno milo	Ca — rezinat	12	11	slabši
sulfurirano olje	turško rdeče olje bromid	15	8	dober
kvatern. baza heterocikl. aldehyd	etil-prridin'um furfural	1	1	najboljši zelo dober

Od tukaj navedenih sredstev za sprijemljivosti bitumena so dali najboljše rezultate kvaternarna baza (sol) in furfural, ki pa ima nizko površinsko napetost le ob prisotnosti apna. Sledi jima turško rdeče olje in kalcijev

oleat, prvi z dobro adhezijo ob prisotnosti apna, drugi brez apna. Naslednja tabela pokaže vrednosti za  $\sigma \cdot \cos \theta$  različnih snovi, ki so bile preizkušane v obliki raztopin v dekalinu.

TABELA III.

VREDNOSTI ZA  $\sigma \cdot \cos \theta$  ZA RAZNE SNOVI V OBLIKI RAZTOPINE V DEKALINU

Raztopine v dekalinu vsebuje	Površinska napetost pH orig. (z HCl snovi ali (brez KOH) dekalina)	Vrednost $\sigma \cdot \cos \theta$ po		Pripomba
		1 min	20 min	
0,025% visoko molekularna amino-maščo-kislina	2 30,5 12	0 0 0	0 0 0	najboljša od vseh
1% raztopina montanskega voska v dekalinu	31,6 12	17,9 0	17,3 0	zelo dober v alkalnem
Tall-oil (0,05% raztopina)	7 33,2	26,4 5,5	20,3 3,2	dober v alkalnem
Visoko molekularna maščo-kislina 0,05% raztopina v dekalinu	7 32,9 12	22,5 5,0	19,6 2,5	zelo dobra samo v alkalnem

Ti primeri kažejo razlike v kontaktnih kotih pod vplivom koncentracije vodikovih ionov in časa. Pripomniti je treba, da niso vsa površinsko aktivna sredstva tudi dobra sredstva za sprijemljivost bitumena. Kot znan primer za ta pojav so emulgatorji, ki le neznatno povečajo adhezivnost samega bitumena nasproti določenim mineralnim agregatom, četudi znižajo vrednost  $\sigma \cdot \cos \theta$ , ker pač za sprijemljivost

dveh snovi ni odločilna samo adhezija ene od komponent, temveč igrajo vlogo še drugi momenti, ki so omenjeni tukaj na drugem mestu. Za povečanje lepljivosti je važno, da se po dotiku lepila in substrata na obmejni ploskvi izvrši tista orientacija površinsko aktivnih sestavnih delov bitumena, ki bo omogočila njegovo adsorbcijo na površini substrata (minerala), da bo tam zasidran in da ga voda s svojo

večjo silo odtravanja ne bi odluščila. Zato so boljše hrupave, raskave površine minerala, ker bolj povoljno vplivajo na adsorbcijo bitumena kot gladke površine (steklo). Že pred vojno so delali poskuse, da bi se povečala adsorbtivnost mineralnih agregatov za bitumen in sicer na ta način, da so agregatom pred mešanjem z bitumonom dodali cementa ali hidratiziranega apna. Mislili so, da bodo tako dosegli cilj; tak dodatek naj bi deloma vezal vodo (vlago) kamna, deloma pa s tem postaja površina posameznih komadov agregata bolj hrupava in se na ta način kamen »hidrofobizira«. Samo s temi primesmi pa niso dosegli vidnih rezultatov. Danes trdijo, da leži vzrok za izboljšanje adhezivnosti v povečanju adsorbcije površine mineralnih agregatov in pri kislih agregatih razen tega še v nekakšni kemični reakciji, ki pa ni z ničemer dokazana. Danes menijo, da so najboljša sredstva za povečanje adhezivnosti (Haftmittel, Wetting Agents) visokomolarni amini, organske kisline, homologi amilina in piridina, višje organske baze, ki so v vodi netopljive in topljive v bitumenu, kvaternarne baze (alifatske in aromatske) in nekateri voski s svojimi sestavinami. Iz doslej razpoložljivih podatkov lahko sklepamo, da največ uporabljajo višje amine, kvaternarne baze in voske ter včasih katrane črnega premoga (fenole), ricinosulfolate in tall-olje ter zlasti kalcijev oleat, vse pa vedno bolj ob alkalni kot kisli reakciji. Kot sredstva za sprijemljivost omenjajo tudi tako imenovana »Dippels-olja«, ki so v bistvu kostna olja in ki učinkujejo vsled vsebine aminske kisline. Na podoben način bi kot sredstvo za sprijemljivost lahko preizkusili tudi kostni kilej, četudi bo treba od te skupine snovi dodajati večje odstotke, kot je to v primerih z zgoraj omenjenimi kemikalijami. Že iz predvojnega časa znani rezani bitumeni uporabljajo z dobrim uspehom katranske frakcije s fenoli in montanski vosek kot sredstva za povečanje sprijemljivosti. Za kisle agregate so odlične kvaternarne baze kot primesi k bitumenu, ker dajejo že v množinah okrog 0,1% dobre rezultate. V novjšem času so se uveljavili tudi silikoni in halogensilani kot dobri in učinkujoči.

Voda ima zelo visoko površinsko napetost ( $\sigma = 73$ ), dočim je ta pri bitumenu le ca. 52. Čim manjša je površinska napetost na obmejnih ploskvah med dvema tekočinama, tem lažje se mešata med seboj. Ob dodatku kapilarno aktivnih snovi se površinska napetost neke tekočine lahko zmanjša do ničle in se na ta način zabiše meja med dvema tekočinama, ki se sicer ne mešata. Tako n. pr. bencen v vodi ni topljiv. Z merjenjem površinske napetosti bencena v dotiku z vodo so ugotovili, da le-te hitro padajo, če vodi ni topljiv. Z merjenjem površinskega na koncu se obe tekočini pomešata in vrednost  $\sigma \cdot \cos \theta$  je postala enaka 0. Če bi imeli pri rokni metodi merjenja površinske napetosti za vse

materiale in vse primere, ki se pojavijo v praksi, bi že imeli na razpolago način meritve in ugotavljanja sprememb medploskovnih napetosti in s tem tudi adhezije materialov, ki nas zanimajo.

Kadar vsebuje bitumen nekaj več parafina, lahko opazimo, da je njegova površina včasih motna. To se zgodi, če se alifatski del bitumenske zmesi zaradi svoje nepolarnosti orientira na ven, kadar leži bitumen v zraku. Če pa je obdan z vodo kot močno polarno snovjo, potem se nepolarni delci obračajo proti notranjosti, na površini pa se pojavijo polarne aromatske sestavine bitumena, ki kažejo v vodi mnogo manjši kontaktni kot kakor praftin. Vsled take orientacije posameznih sestavin bitumena je ta močno vodo-odbijajoč, kadar se ohladi na zraku, kadar pa vročega vlijamo v vodo, ga ta bolje omoči in je kontaktni kot v tem primeru manjši. To lastnost bitumena izkoriščajo pri fabricaciji emulzije, kjer se mora zlivati bitumen v vodo in ne obratno.

Apnenčeva moka se kot polarna snov v asfaltni zmesi ponaša nasprotno nepolarnemu parafinu. Zato se apnenec v bitumenu ne obrača proti površini, pač pa se v bitumenski masi ponaša podobno kot parafin tudi aluminijski prašek. Njegovi delci stalno silijo proti površini, četudi je njegova specifična teža večja od bitumena. Ta pojav omogoča uporabo aluminija kot »srebne« barve v bitumenskih premazih. Tudi od drugih barvil za bitumen je cela vrsta polarnih in ravno tako nepolarnih. Tista, ki so nepolarna, bodo lahko služila za bitumenske barve, ker bodo njeni delci na površini prišli do veljave. Polarna barvila v bitumenu pa se bodo podobno apnenčevi moki pogreznila v maso in prevzela le funkcijo polnila.

Pri razglabljanju o kakovostih bitumena in o njegovem ponašanju v zvezi z drugimi materiali ter o njegovih adhezivnih lastnostih, že nehote pridemo do zaključka, da za lepljivostakega materiala ne nosi odgovornosti le on sam, temveč, da so kar se tega tiče odločilni tudi drugi momenti, kot vrsta in količina primesi, oblika in kakovost primesi ter kemična struktura snovi s katerimi je bitumen pomešan, vlaga materiala in tudi način, kako se postopa pri obdelavi bitumenskih zmesi, temperatura do katere se asfaltne mešanice segrevajo, vrednost pH in trajanje procesa mešanja pri predelavi bitumena, ker je tudi človeška roka element, ki je soodločilen pri pojavih adhezije.

#### D. OBSTOJEČA MOZNOST ZA UGOTAVLJANJE ADHEZIVNOSTI. ZAKLJUČKI

Če se hočemo približati kakršni koli praktično uporabni metodi merjenja adhezije in kohezije lepil, ki sta ključna problematike lepljivosti ne samo bitumena, moramo upoštevati, da pri bitumenu razlike niso velike, ker kaže bitumen za veliko večino snovi razmeroma visoko adhezivnost in je treba

iskati vzroke za spremembe, ki jih opazimo pri lepljivosti bitumena tudi drugje in manj pri njem samem. Zelenč nakazati pot do katerekoli možnosti meritve adhezivnosti, je treba računati z vsemi tistimi lastnostmi bitumena kemičnega in mehansko-tehnološkega značaja, ki so omenjene v prejšnjih odstavkih in ki bodo vplivale na vse meritve tudi v bodoče. Pri meritvah bo soodločilno tudi dejstvo, da za vrednost viskoznosti ni več merodajna samo penetracija bitumena, ker posebno pri bitumenih z nizko penetracijo močno učinkuje elastična deformacija.

Glede na to se nam nudi že sama dva načina, ki trenutno prihajata kot edina v poštev za ugotavljanje tistih konstant, ki bodo odločilne pri ocenjevanju vrednosti bitumena kot lepila. Če sta pa ti dve metodi, ki sta tukaj omenjeni, tudi praktično hitro izvedljivi, bo morala pokazati praksa, sicer ne bomo mogli priti do tistih podatkov, ki so potrebni za računanje adhezije, kohezije in lepljivosti sploh.

a) Prva možnost ugotavljanja lepljivosti neke snovi po neposredni poti obstoji v tem, da poiščemo metodo, po kateri bomo lahko merili površinsko napetost bitumena nasproti trdi podlagi ter kontaktni kot z raznoterimi materiali (medploskovna energija) ob ko-eksistenci sistemov vode in bitumena. Dokler ne bomo mogli izmeriti vseh teh posameznosti, tako dolgo ne bomo mogli ugotoviti vrednosti za adhezijo, kohezijo in lepljivost.

Če se bomo hoteli ukvarjati z meritvami adhezije in kohezije, ki sodijo v področje fizikalno-kemičnih merilnih metod, se bo treba prej ozreti na nekatere zakonitosti medsebojnih odnosov, ki vladajo na medfaznih ploskvah, kjer se dotikajo snovi raznih agregatnih stanj in raznih lastnosti.

V primeru, kjer sta pomešani 2 tekoči fazi, velja za dokazano, da je končna medfazna napetost obeh tekočin izražena z razliko površinskih napetosti obeh tekočin

$$\sigma_{AB} = \sigma_A - \sigma_B$$

Sistemu bo treba dovajati energijo, če bomo fazi hoteli razdvojiti in čim manjša bo ta interfacionalna energija, tem večja bo adhezija. Tukaj naj pomenijo » $\sigma_A$ « in » $\sigma_B$ « površinske napetosti obeh tekočin in » $\sigma_{AB}$ « napetost medploskve. Če označimo z » $W_{AB}$ « tisto energijo, ki naj pomeni delo za ločitev obeh faz (t.j. moč adhezije, ki jo je treba premagati), potem velja enačba:

$$W_{BA} = \sigma_A + \sigma_B - \sigma_{AB}$$

Ta energija je tudi že merilo za adhezijo obeh tekočin. Kadar pa imamo namesto dveh tekočin

eno samo, izgineta dve različni površinski napetosti in na njih mesto stopi izraz:

$$W = 2\sigma$$

ki ni nič drugega kot primer za delovanje adhezije po enoti prereza znotraj same tekočine, pri čemer je adhezijska energija tekočine enaka dvojni vrednosti ugotovljene površinske napetosti iste tekočine. Ta izraz je po Harkins-u imenovan »kohezija«.

V sistemu treh faz, kjer je ena zrak, druga tekočina in tretja trda podlaga, se spremenijo formule o ravnotežju treh površinskih napetosti na sledeč način:

$$W_{SL} = \sigma_{SA} + \sigma_{LA} - \sigma_{SL}$$

kjer pomeni:  $W_{SL}$  adhezijo med trdno in tekočo fazo  
 $\sigma_{BA}$  površinsko napetost med trdno in plinsko fazo  
 $\sigma_{LA}$  površinsko napetost tekočine  
 $\sigma_{SL}$  površinsko napetost med trdno in tekočo fazo.

Če hkrati upoštevamo tudi formulo, ki nam pomeni odnos napetosti v ravnotežju sistema: tekočina (bitumen), trda podlaga in voda (ali zrak), kot je to že omenjeno tukaj v tretjem delu pod C2 s potrebno spremembo

$$\sigma_{SA} = \sigma_{SL} + \sigma_{LA} \cdot \cos \theta$$

dobimo po spojitvi obeh poslednjih enačb, da je

$$W_{LS} = \sigma_{LA} \cdot (1 + \cos \theta)$$

$T_a$  enačka nam pove sledeče:

če je kontaktni kot  $\theta$  enak ničli, je  $W_{SL} = 2 \cdot \sigma_{LA}$ . V tem primeru privlači trda faza tekočino z isto silo, kot »ona privlači sama sebek«, z drugo besedo adhezija tekočine nasproti trdem telesu je v tem primeru enaka koheziji tekočine. Kadar je  $W_{SL} > 2 \cdot \sigma_{LA}$ , potem je adhezija večja od kohezije če pa je  $W_{SL} < 2 \cdot \sigma_{LA}$ , je adhezija manjša kot kohezija. Če kontaktni kot  $\theta = 180^\circ$ , pomeni, da adhezije med tekočino in podlagi sploh ni, kar potrjuje tudi matematični izraz  $W_{SL} = 0$ .

Meritve vseh teh napetosti med posameznimi fazami in meritve kontaktnih kotov med posamez-

nimi fazami pa niso preproste. Zaradi tega je razumljivo, če se še do danes ni uveljavil način, kako priti do živega vsem tem konstantam.

b) Druga možnost, ki jo lahko smatramo za metodo merjenja lepljivosti, leži v območju mehansko-tehnoških meritev. Denimo, da bi nam nekako uspelo določiti vrednost za adhezijo neke snovi, da nam pa pri tem ni znana njena moč kohezije. V tem primeru še ne bi imeli pri roki kriterija, ki bi nam omogočil zaključek, da je dotična snov lepljiva in ali je sploh lepljiva. Če nam je namesto adhezije znana približna vrednost za kohezijo, bomo v grobih mejah že lahko

zaključili, ali je mogoče, da je dotična snov lepljiva ali ne.

Za približno ugotovljene kohezije bitumena bi lahko služila modificirana metoda merjenja duktilnosti ali natezne trdnosti ob upoštevanju vseh, že tukaj v drugem delu omenjenih vplivov, ki imajo svoj vzrok v visko-elastični naravi bitumena. Temu problemu bi se lahko približali tako, da bi določili način hitrega raztezanja (trganja) z maksimalno obremenitvijo, ki bo do minimuma zmanjšala možnost plastičnih deformacij. Treba je pa za ta primer natančno določiti način trganja ter čas trajanja in naraščanja obremenitve. Nadaljnjo važno funkcijo pri takih obremenitvenih poskusih ima tudi temperatura. Zato bo važno, da se trganje izvede pri ekvivalentni temperaturi. Za presojo žilavosti bitumena namreč ne zadostuje, če se meritve duktilnosti ali natezne trdnosti izvršijo pri poljubnih temperaturah, kot je to običaj danes. Kadar imamo opravka z dvema bitumenoma, na primer s takim penetracije 100 in s takim penetracije 10, ne moremo doseči primerjalnih rezultatov,

če merimo duktilnost pri 25°C, v obeh primerih enako. Razumljivo je, da se morata vrednosti za obe vrsti bitumena v tem primeru razlikovati med seboj, ker sta snovi različno trdi. Ta način merjenja bo za nekatere namene zadostoval, razlika kvalitete obeh vrst pa bo opazna šele tedaj, ko se bodo meritve izvršile pri tistih temperaturah, kjer bosta obe vrsti imeli isto penetracijo (ali pa pri temperaturah, ki bodo enako oddaljene od zmečičišča). V tem primeru šele bi dobili pravilno razmerje med kohezijo enega in drugega bitumena. Bitumeni istega izvora in iste kemične strukture, različnih trdnostnih stopenj, bi dali pri takih pogojih podobne, če ne enake rezultate. Snovi različnega izvora in sestava pa bi se v tem pogledu razlikovale mnogo bolj.

Ti naši zaključki, ki jih bo morala praksa še potrditi, gredo za tem, da spoznamo moč kohezije kake snovi, ne da bi poznali natančno vrednost za adhezijo. Ker pri sedanjih izkustvih »lepljivosti« določamo le kohezijo lepljenega materiala, bo treba v bodoče poskrbeti, da bomo našli material, ki bo lahko izdržal maksimalne napetosti lepila. Za večino lepil les ne ustreza, ker se mora preiskava ustaviti v tistem trenutku, ko se pri nategu odtrga les. Sicer pa bomo morali uporabiti v našem primeru tudi les kot material za predposkuse, da bomo ugotovili, če adhezija vsaj prekaša kohezijo, ali pa je obratno in se trga lepilo. V takih primerih nas pa najbrže tudi kohezija ne bo zanimala.

#### LITERATURA

1. Dr.R.N.J. Saal: Asphaltic Bitumen as an adhesive.
2. J.Ph. Pfeiffer: The Properties of Asphaltic Bitumen.
3. Anthony M. Schwartz and James W. Perry: Surface Active Agents.
4. Dr. W. Becker: Die Bedeutung von Haftmitteln bei kalteinbaufähigen Belägen (Bitumen Heft 7, Sept. 1953).
5. R. N. J. Saal: Die mechanischen Eigenschaften von Bitumen («Bitumen», Heft 2, März 1954.)
6. J. Duclaux: Capillarité IV.

## Vodno gospodarstvo in elektrogospodarstvo

Slovenija je zlasti v svojem alpskem območju zelo bogata z vodami. Velik del dežele leži pod vplivom ugodnih mediteranskih vetrov, ki prinašajo z morja velike količine vlage, ta se pri dviganju oblakov ob gorskih pobočjih v višino zaradi ohlajevanja zgoščuje in v obliki dežja in drugih padavin pada na zemljo. V zahodnem delu Slovenije, t. j. v območju Juljskih Alp presega letno višina padavin 3000 mm, v ozkih višinskih območjih pa celo doseže 4000 mm in več.

Glavni reki, ki izvirata na našem ozemlju, Sava in Soča, imata v Sloveniji značaj gorskih tokov z močnim padcem in več ali manj globoko zarezanimi dolinami. Drava, ki prihaja v Slovenijo že kot velika reka, ima do Maribora tudi še značaj gorske reke z relativno velikim padcem.

Na ozemlju Slovenije sta torej v izobilju na razpolago oba glavna faktorja, potrebna za pridobivanje vodne sile: voda in padec. Ker pa so, vsaj v nekaterih predelih, morfološke in geološke razmere ugodne za gradnjo naprav za izrabo vodnih sil, je razumljivo, da je Slovenija med republikami Jugoslavije relativno najbolj bogata z vodnimi silami.

Med vsemi vodnogospodarskimi pomagami je v Sloveniji, zlasti še v njenem severozahodnem delu, energetika na prvem mestu. Vse druge panoge gospodarstva, vezane na vodo, kakor n. pr. preskrba pitne in uporabne vode za potrebe naselij in industrije, urejevanje rek, melioracija zemljišč z namakanjem in osuševanjem, odvajanje odpadnih voda, rečna plovba itd., še daleč niso tako pomembne kot izraba vode za pridobivanje električne energije.

Izkušnje v vseh deželah modernega sveta kažejo, da je električna energija osnovni pogoj za razvoj vseh tehniških panog gospodarstva in civilizacije sploh. Potrebe po električni energiji v vseh državah naraščajo vedno hitreje in v večini razvitih evropskih dežel tehniška in zlasti ekonomska sredstva, ki jih je mogoče zbrati le z največjimi naporji, komaj zadostujejo za pravočasno dovršitev naprav, potrebnih za pridobivanje zadostnih količin električne energije.

V večini dežel kažejo izkušnje zadnjih desetletij, da se količina porabljene električne energije vsakih deset let približno podvoji, v mnogih državah pa potrebe po električni energiji še hitreje naraščajo. Prenasičenost z električno energijo se pravzaprav še nikjer ni zares pojavila, čeprav so strokovnjaki mnenja, da je treba le računati s tem, da bo v državah s povprečnim mešanim značajem konzuma električne energije hitrost naraščanja potrošnje energije začela poje-

mati, ko bo specifična poraba električne energije, računana na 1 prebivalca, dosegla 3000 do 3500 KWh na leto.

V Sloveniji, kjer je bila poraba električne energije v l. 1952 okroglo 700 KWh na 1 prebivalca, smo torej še dosti daleč od vsake verjetnosti, da bi doseganje naraščanje konzuma električne energije začelo kaj kmalu pojmati. Nasprotno, če bomo v doglednem času hoteli doseči stopnjo elektrifikacije naprednih dežel, bomo morali v začetku skrbeti za hitrejši razvoj potrošnje energije, kakor ustreza navedenemu zakonu podvojitve konzuma vsakih 10 let. Za primerjavo naj navedemo velikost specifične potrošnje električne energije na 1 prebivalca v l. 1950, v nekaterih državah:

Jugoslavija	151 KWh na 1 preb.
Grčija	80 » » » »
Italija	535 » » » »
Francija	795 » » » »
Avstrija	799 » » » »
Švica	2126 » » » »
Švedska	2516 » » » »
Norveška	5356 » » » »

Gotovo je, da bodo energetske investicije zahtevale izredno velike ekonomske žrtve, ki jih ena sama generacija ne more prevzeti. Zato je tudi edino mogoče, da se te kapitalno tako intenzivne investicije finansirajo z dolgoročnimi posojili.

Električno energijo je danes mogoče pridobivati predvsem iz dveh virov: iz kaloričnih in vodnih elektrarn. Čeprav so kalorične elektrarne, zlasti tiste, ki uporabljajo t. im. odpadni, t. j. danes za druge namene ekonomsko še neuporabni premog, iz čisto komercialnega stališča rentabilne in dostikrat gospodarsko celo bolj ugodne kakor vodne elektrarne, so s širokega narodno gospodarskega stališča, vodne naprave brez dvoma koristnejše, ker po eni strani zajemajo energijo tekoče vode, ki sicer neizrabljena teče mimo nas, po drugi strani pa ne trošijo omejenih rezerv substanc, ki jih lahko že danes uporabljajo v druge namene in ki utegnejo postati v prihodnosti nemadomestljive surovine za industrijo.

Po podatkih osnovnih projektov, ki so v študiju pri Elektroprojektu v Ljubljani, je v LR Sloveniji mogoče iz hidroelektrarn pridobiti letno naslednje količine električne energije:

V porečju Drave	4,07 milijard KWh
» » Save	3,55 » »
» » Soče	1,56 » »
» » Notranj, Reke	0,23 » »
» » Kolpe (1/2 v NRH)	0,14 » »
Skupaj	9,55 milijard KWh

Če upoštevamo še manjše naprave, katerih energija v zgoraj navedenih

vrednostih ni vračunana, ter energijo akumulirane vode v nizvodnih stopnjah, tobimo skupno 10,5 milijard KWh v hidrološko srednjem letu razpoložljive električne energije v Sloveniji. Ker računajo, da ima Jugoslavija letno skupno okrog 50 milijard KWh izrabljive električne energije\*, ima torej Slovenija ca. 19—21% skupne količine v Jugoslaviji razpoložljive energije, medtem ko ima le ca. 8% prebivalcev in ca. 9% površine cele Jugoslavije.

Pri okroglo 1,5 milijona prebivalcev in 20.192 km<sup>2</sup> površine ima Slovenija letno okroglo 7000 KWh na 1 prebivalca in 5200 KWh na 1 hektar površine razpoložljive el. energije. To so zelo visoke številke, tudi v primerjavi z ustreznimi vrednostmi v državah, hi so znane kot bogate vodnih virov energije. Naslednja razpredelnica naj pokaže nekaj številke za primerjavo:

Država	KWh/prebiv.	KWh/ha
Italija	970	1490
Francija	1400	1090
Jugoslavija	3090	1950
Avstrija	4220	3580
Švica	5740	6750
Slovenija	7000	5200
Švedska	7140	1220
Norveška	31670	1220

Podatki so preračunani na število prebivalcev v 1950. letu. Navedene vrednosti za posamezne države so deloma ugotovljene po različnih kriterijih glede »ekonomsko izrabljive« količin vodne energije. Ti kriteriji se s časom in stopnjo izgradnje energetskih virov neprestano izpreminjajo.

Ne gleda na navedeno pa lahko iz primerjave gornjih številke le zanesljivo sklepamo, da je Slovenija z vodno energijo zelo bogata in da bo lahko krila svoje lastne potrebe po električni energiji v največji stopnji industrijskega razvoja in splošne potrošnje; poleg tega pa bo mogla dolgo vrsto let, ali pa tudi stalno, oddajati znaten del svoje razpoložljive električne energije sosednjim, z energijo revnejšim ali s konzumom bogatejšim deželah.

Iz zgoraj navedenih podatkov je jasno razviden odločilni pomen vodne energetike v vodnem gospodarstvu in celotnem narodnem gospodarstvu Slovenije.

Da bomo omogočili ekonomsko ugodno izgradnjo in redno in trajno izrabljanje zgrajenih energetskih naprav, pa moramo deloma šele ustvariti potrebne pogoje.

Da izboljšamo odtočne razmere v porečjih, t. j. zmanjšamo odtok v deževni in povečamo vodne količine v

vodotokih v suhi letni dobi, moramo ustvariti akumulacijo in povečati retenzijsko padavinske vode. Z gojenjem obstoječih in zasajanjem novih gozdnih kompleksov ter z razširjanjem travnate odeje lahko dosežemo velik in najbolj splošno pomemben del te naloge. Z urejanjem hudourniških strug, posebno pa s stabilizacijo ogroženih ali že načetih površin zemljišča, s katerim proces denudacije dovaja v hudournike, potoke in reke velike količine naplavin, dosežemo drugi zelo pomembni del ukrepov za izboljšanje režima tekočih voda.

Umetni akumulacijski bazeni izravnava pretoke rek med letom, t. j. zmanjšujejo poplave in povečajo nizke vode ob zimski in poletni suši. Ti umetni akumulacijski in retenzijski prostori, zgrajeni z velikimi žrtvami, pa bodo mogli svojo nalogo trajno opravljati le, če bodo zavarovani pred preneglim zapolnjevanjem z naplavinami z ureditvijo vzvodno ležečih hudourniških področij.

Na ta način morajo ukrepi splošnega vodnega gospodarstva in gozdnega gospodarstva zagotoviti možnost redne in trajne izrabe vodnih sil.

Na drugi strani pa prav gradnja dolinskih pregrad in jezov na rekah, določenih predvsem za energetske namene, obenem avtomatično rešuje celo vrsto nalog splošnega vodnega gospodarstva: zadrževanje naplavin, urejevanje in zavarovanje izgrajenih odsekov vodnih tokov pred vodno erozijo, izravnavanje prebočnih količin vode, zlasti povečanje nizkih voda, preskrbo vode za namakanje zemljišč in ustvaritev padca za možnost dovajanja vode na melioracijska področja, dvig gladine in povečanje količine talne vode, ustvaritev stopenji in zagotovitev potrebne vode za rečno plovbo itd.

Iz zgoraj navedenih ugotovitev, ki pa seveda zajemajo le del področij, v katerih se kaže pomen vode v življenju in v gospodarstvu, je razvidno, kako odločilnega pomena je vodno bogastvo v narodnem gospodarstvu. Iz tega spoznanja je čisto naraven zaključek, da je potrebno s tem bogastvom čimbolj pametno gospodariti, ker bi z nepravilnim vodnim go-

\*) Opomba: Po nekaterih, vsekakor še ne dovolj preverjenih podatkih doseže ta vrednost celo 70 milijard KWh.

spodarstvom neizbežno nastala nepregledna škoda za narodno gospodarstvo.

Švicarji, ki znajo zaradi pomanjkanja drugih naravnih bogastev posebno dobro ceniti vrednost vode, pravijo, da »slabo gospodarstvo z vodo lahko povzroči narodu večjo škodo kakor izgubljena vojna«. V Zahodni Nemčiji, je izšla publikacija z naslovom, ki že sam dovolj pove: »Voda, skrb Evrope«. Švicarji so izdelali poučno-propagandni film: »Voda v nevarnostih, v katerem nazorno kažejo zlasti posledice onesnaženja vode z odpadnimi vodami. Vse res napredne države posvečajo študiju problemov vodnega gospodarstva veliko skrb in žrtvujejo v ta namen znaten del narodnega dohodka.

Brez posebnega utemeljevanja je jasno, da je za upravljanje vodnega bogastva potrebna ustrezna organizacija.

Vse tako zamotano med seboj povezane in glede interesov dostikrat nasprotnne probleme vodnega gospodarstva moramo najprej temeljito analizirati s tehniške in ekonomske strani in nato postaviti rešitve in načela, katerih se morajo koristniki vode držati. Na podlagi študij, vodenogospodarskih osnov in osnovnih projektov je treba sprejemati sklepe in izdajati navodila za izvajanje del na vodah in za uporabo vode. Z vodno zakonodajo je treba urediti pravne odnose koristnikov vode med seboj in do skupnosti ter obenem določiti dolžnosti skupnosti do vode kot skupne dobrine. Izvajanje osnovnih smernic in določb vodnega zakona pa je treba stalno nadzirati ter obenem načelne določbe v vsakem konkretnem primeru pravilno tolmačiti.

Za vse našete naloge je potrebna močna in stalna organizacija, ki ima obenem strokovno tehnično in upravno nadzorstveni značaj. Posebno važna je stalnost, t. j. kontinuiteta v upravljanju z vodami.

Ni potrebno, da bi vodna uprava sama imela tudi svoj lastni aparat za znanstvene preiskave in študije, za terenska preddela in samo projektiranje. Te naloge lahko prevzamejo obstoječe ustanove, instituti in biroji. Pač pa mora uprava skrbeti za postavljanje nalog, za usmerjanje in vsklajevanje dela na študiju postavljenih problemov ter za izvajanje

zaključkov na podlagi rezultatov obdelanih posameznih elaboratov. Ti zaključki postanejo končno obvezna podlaga za izvajanje del na vodah in v zvezi z vodami ter za usmerjanje celotne vodenogospodarske politike.

Za uspešno reševanje naštetih nalog so seveda poleg strokovnih ljudi potrebna tudi materialna sredstva. Med terenskimi deli so najvažnejše hidrološke in geološke preiskave ter geodetske meritve. Ne moremo dovolj poudariti važnosti dobre organizacije hidrometeorološke službe, ki mora dati najosnovnejše in najvažnejše podatke za študij vseh vodenogospodarskih vprašanj.

Žal smo pri nas tudi po osvoboditvi od leta do leta odlašali z izvedbo dobro premišljene organizacije vodenogospodarskih ustanov in njihovih pomožnih organov, zlasti hidrometeorološke službe. Že od začetka skromno in preskromno postavljeni programi preddel, raziskav in študij ter proračuni za ta dela potrebnih kreditov so bili vsako leto bolj reducirani, že vsaj deloma vpeljane upravne in operativne organizacije pa so se razpuščale ali pa brez utemeljene potrebe neprestano reorganizirale, tako da v vodnem gospodarstvu nikdar ni moglo priti do tako potrebne kontinuitete pri delu in pri posredovanju izkušenj.

Z ustanovitvijo Uprave za vodno gospodarstvo LRS je bil končno le storjen prvi korak za ureditev vodnega gospodarstva tudi v Sloveniji. Z ustanovitvijo sklada za urejanje voda so bila nato zagotovljena tudi potrebna sredstva za preddela, raziskave in študije ter za izvajanje najnujnejših del, zlasti za vzdrževanje obstoječih zgradb. Težave pa so in bodo še nekaj časa posebno zaradi pomanjkanja strokovnega kadra, zlasti nižjih tehniških strokovnjakov, ki bi imeli potrebne izkušnje.

Res je bil že skrajni čas, da so bili tudi na tem važnem področju storjeni vsaj prvi najnujnejši ukrepi. Nužno potrebno je, da pristojni vprašanju pravilnega upravljanja z vodnim bogastvom posvete v prihodnje tako skrb in razumevanje, kakor to važno področje gospodarstva in življenja zasluži. Če se to ne bo zgodilo, bomo tudi mi kmalu morali napisati knjigo: »Voda, skrb Slovenije«.

DK 624.131.537 : 624.137.2 : 061.3 (485)

Dr. ing. Luja Šuklje:

## Poročilo o Evropski konferenci za probleme stabilnosti pobočij v Stockholmu septembra 1954

V času od 20. do 25. septembra 1954 se je vršila v Stockholmu Evropska konferenca za stabilnost pobočij (European Conference on Stability of Earth Slopes). Konferenco je organiziral Švedski kraljevski geotehnični institut (Statens Geotekniska Institut, Narvågägen 25, Stockholm) v sodelovanju

s Švedskim geotehničnim društvom in v okviru Mednarodnega društva za mehaniko tal in fundiranje. Konferenca se je udeležilo 64 strokovnjakov iz 13 evropskih držav. Število udeležencev je bilo omejeno. Vsaki državi je bilo določenih nekaj mest in vabila so bila razposlana po priporočilih nacionalnih

društev za mehaniko tal. Na osnovi prijav svojih članov je odbor Jugoslovanskega društva za mehaniko tal in fundiranje predlagal za udeležbo prof. inž. Dušana Krstanovića (Univerza Sarajevo), ing. Ervina Nonveillera (Podjetje »Geoistraživanja«, Zagreb) in prof. dr. ing. Luja Šukljeta (Univerza Ljubljana).



na). Prvi se je udeležil konference na stroške Zveze društev gradbenih inženirjev in tehnikov FLRJ, druga dva s sredstvi svojih ustanov.

Program konference je obsegal a) razpravljanje o problemih stabilnosti pobočij po 7 sekcijah (21., 22., 24. in 25. septembra) v Stockholmu, b) ekskurzijo od Göteborga do Stockholma z ogledom mest velikih plazov pri krajih Surte, Guntorp in Sköttorp (20. septembra), c) demonstracijo sondažnih naprav Švedskega geotehničnega inštituta na terenu pri Upsali (23. septembra) in d) ogled inštitutskega laboratorija v Stockholmu. Po teh štirih točkah bo podano tudi to poročilo o konferenci. Na kraju bodo dodani splošni vtisi o organizaciji, poteku in uspehu konference.

### A) RAZPRAVE

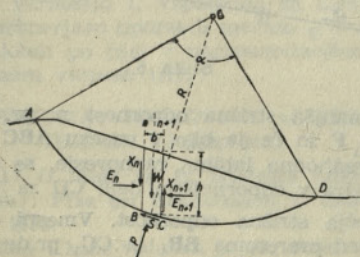
Razprave, ki so bile prijavljene in pripravljene za konferenco, so izšle že pred konferenco v dveh zvezkih z naslovom »Proceedings of the European Conference on Stability of Earth Slopes« (Sweden, September 20—25, 1954, Volume 1, Volume 2, Stockholm 1954) in v dveh separatih publikacijah (razpravi 3/3 in 6/4). Delo konference je bilo predvideno po 7 sekcijah. Toda za zadnjo sekcijo (Plazovi v živem pesku) ni bila prijavljena nobena razprava. Zato je ta sekcija odpadla. Skupno je bilo predloženih konferenci 23 razprav. Skušal bom podati pregled vsebine teh razprav in sicer po sekcijah, v katere so bile razvrščene.

Ker so bile razprave razmnožene in razposlane udeležencem pred konferenco, je lahko na konferenci odpadlo vsako obnavljanje referatov in je bilo mogoče ves čas posvetiti diskusiji. Ta je bila živahna, v splošnem tehtna in plodna. V izvlečkih bo objavljena v mednarodni reviji Géotechnique (London). V tem poročilu jo bom, mogli samo deloma rekapitulirati.

#### 1. SEKC IJA: SPLOŠNA TEORIJA STABILNOSTI POBOČIJ (6 razprav)

(1/1) Alan W. Bishop (Vel. Britanija): Uporaba drsnega kroga v stabilnostni analizi pobočij.

Pri stabilnostnih analizah s krožnimi drsinami po metodi odsekov (»slices«) se navadno ne upoštevajo reakcijske sile ( $E_n$ ,  $X_n$  — slika 1)



Slika 1.

med odseki. Bishop podaja popolno rešitev z upoštevanjem teh reakcijskih sil. Po njej se dobe večji varno-

stni količniki. Vpliv je velik zlasti pri drsnah z velikim središčnim kotom (slika 1). Popolna iterativna metoda je dokaj zamudna. Toda avtor ugotavlja, da se dobe s supozicijo

$$K_n - X_{n+1} = 0 \text{ (slika 1) zelo zado-}$$

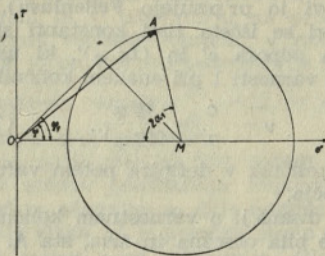
voljive aproksimativne rešitve. S to poenostavitvijo pa postane metoda, ki jo podaja Bishop, preprosta. Vpliv tlakov porne vode je upoštevan.

(1/2) W. Kjellman (Švedska): Ali drsne ploskve obstoje?

Kjellman podaja kritiko dosedanjega pojmovanja drsnih ploskev, ki naj bi nastale v smereh, v katerih imajo napetosti proti normalam največji nagib. Zrnasti sestav zemljin onemogoča nastanek takšnih drsnih ploskev. »Nevarne ploskve«, ki jih iščemo s stabilnostnimi analizami, slede po Kjellmanovem tolmačenju drsnim slojem ali pasovom, katerih širina je odvisna od velikosti zrn, od konsistence zemljine in od obremenitve. Smer teh slojev ali pasov je po Kjellmanu smer ničnih linearnih deformacij, in v izotropskih tleh naj bi bil kot med to smerjo in smerjo večjih glavnih napetosti podan z enačbo

$$\alpha_1 = \arccos \sqrt{\frac{d+1}{2}}, \quad (1)$$

če je  $d$  specifična prostorninska deformacija. Tudi »drsna ploskva« direktnih strižnih preizkusov je takšen drsni sloj (pas), ki se v svoji smeri linearno ne deformira. Če je vektor  $OA$  (slika 2) vektor napetosti v tem sloju (pasu) ob porušitvi (zdrsnitvi),



Slika 2.

lahko določimo glavni napetosti in Mohrov krog, upoštevajoč nagibni kot  $\alpha_1$  po enačbi (1). S slike 2, kjer je takšna konstrukcija Mohrovega kroga izvedena, je razvidno, da ugotovimo z direktno strižno preiskavo neki navidezni drsni kot  $\varphi$ , ki je manjši od resničnega drsnega kota  $\varphi_1$ . Toda vprav zaradi sličnega značaja drsnih slojev (pasov) pri plazovih v narodnih pobočjih in pri prestrigu v direktnem strižnem aparatu je prav, da se uvede v račun stabilnosti »navidezni« strižni kot  $\varphi$ , ki se dobi s takšnim preizkusom. (Avtor obžaluje, da je direktne strižne aparate težko uporabiti za intaktno vzorce.) Nasprotno se dobe z ovojnico Mohrovih krogov triaksialnih preizkusov resnični strižni koti ( $\varphi_1$ ). Po Kjellmanu sta kota  $\varphi$  in  $\varphi_1$  v razmerju

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\sqrt{1-d^2} \cdot \sin \varphi_1}{1-d \sin \varphi_1} \quad (2)$$

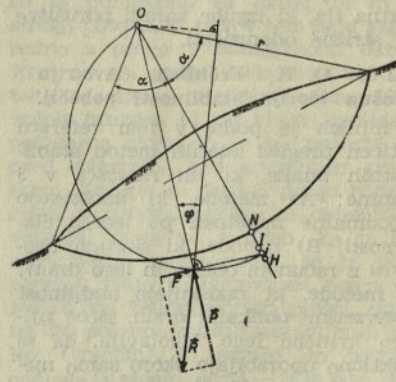
Razlika je tem večja, čim manjša je specifična prostorninska deformacija  $d$  — ki je lahko tudi negativna — in čim večji je kot  $\varphi_1$ .

(1/3) Bernt Jakobson (Švedska): Izotropija glin.

S preiskavami strižne, odporosti, propustnosti in stišljivosti vzorcev neke postglacialne gline ( $w_1 = 79$  do 91 %,  $w_p = 33$  do 36 %,  $w_o = 81$  do 85 %), izrezanih v istem horizontu v različnih smereh, je Jakobson ugotovil, da se te lastnosti v različnih smereh bistveno ne razlikujejo in da zato pri stabilnostnih analizah v teh glinah anizotropije ni treba upoštevati. Pač pa lahko na pojav in obliko drsnim vpliva stratigrafija plasti. Tako n. pr. sledi v zgornjem delu plazov pri vasi Surte drsna kontakta med sloji, ki sestojijo izmenoma iz drobnejših in debelejših zrn.

(1/4) A. Caquot (Francija): Eksaktna metoda za račun porušitve po valjasti drsini.

Caquot obravnava ugotovitev varnosti pobočja ob upoštevanju vseh treh ravnovesnih pogojev. Rezultat, ki ga podaja v obliki enačb, bi mogli nazorno tolmačiti (po sliki 3) v naslednji obliki:



Slika 3.

Vzemimo, da predstavlja sila  $R$  rezultanto vseh dejavnih sil, ki učinkujejo na zemeljno telo med površino in drsino, in tistega dela tangencialnih reakcijskih sil, ki ustrezajo enakomerni strižni odporosti vzdolž drsine. Preostalo reakcijsko silo razstavimo na komponento  $F$ , ki gre skozi središče krožne drsine, in na komponento  $F'$ , ki je na  $P$  normalna. Sila  $F$  seče simetralo krožne drsine v točki  $H$  (slika 3), če suponiramo enakomerno razvrstitev reakcijskih tlakov vzdolž drsine, in v točki  $I$ , če suponiramo razvrstitev teh tlakov v obliki krožnega segmenta; pri tem je

$$\overline{OH} = r \frac{\alpha}{\sin \alpha}, \quad (3)$$

$$\overline{NI} = 0,6 (\overline{NH}). \quad (4)$$

Ker razstoj  $IH$  ni velik, lahko izberemo presečišče  $i$  (slika 3), ki ustreza neki suponirani razdelitvi med enakomerno in segmentno, po približni

presoji mekije v tem intervalu. Presečišče obeh komponent reakcijske sile ( $P$  in  $F$ ) in s tem kot strižnega odpora  $\varphi$  ( $F = P \operatorname{tg} \varphi$ ) dobimo v presečišču smerne sile  $R_s$  polkrožnim lokom nad  $O_1$ .

Po mnenju pisca tega poročila Caquotjeva metoda ne prinaša več kot druge znane metode za ugotovitev kota  $\varphi$  (Krey, Ohde, Taylor). Koristno pa jo lahko uporabimo, če nimamo pri roki tabel s korekcijskimi količniki.

(1/5) J. Frontard (Francija): Drsine in nevarna višina zemeljnega telesa, omejenega z ravnim pobočjem.

L. 1922 je Frontard objavil rezultate analistične raziskave »nevarne višine«, osnovane na naslednjih supozicijah: 1) V vsaki točki tal je snov od porušitvi v Rankinovem ravnovesju. 2) Tla niso odporna na nateg. 3) Porušitev ob drsinih je progresivna. — Glede na ugovore, da v večjih globinah drsne ploskve Rankineovo zdršno stanje ne velja več, in upoštevajoč eksperimentalne s konsistentno mastjo, prihaja avtor do naslednjih zaključkov:

Felleniusova metoda, ki suponira krožne drsine in istočasno polno aktiviranje strižne odpornosti vzdolž drsine, velja za zelo plastična tla, ki se med rušenjem sproti zopet zlepljajo. — Avtorjeva metoda velja za kompaktna tla, ki izgube zaradi porušitve del strižne odpornosti.

(1/6) O. K. Fröhlich (Avstrija): Splošna teorija stabilnosti pobočij.

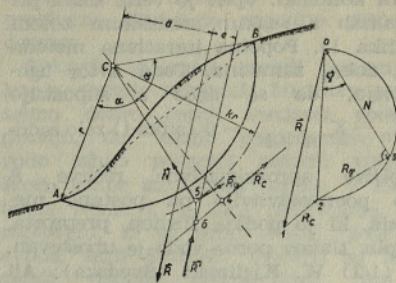
Fröhlich je podal v tem referatu kritičen pregled znanih metod stabilnostnih analiz, ki jih razvršča v 3 skupine: A) metode, ki upoštevajo maksimalne napetosti po teoriji elastičnosti; B) metode, ki skušajo ugovoviti z računom obliko in lego drsin; C) metode, ki raziskujejo stabilnost s privzetimi oblikami drsin, iščeč njihovo kritično lego. Ugotavlja, da se praktično uporabljajo skoro samo metode pod C. — Obsežno obravnava ugotovitev varnostnega količnika. Po njem je varnostni količnik pri stabilnostnih analizah pobočij podan z razmerjem med vrtilnim momentom dejavnih sil in vrtilnim momentom razpoložljivih reakcijskih sil ob drsinah. Pri krožnih drsinah upošteva momente glede na krivinsko središče, ki je v tem primeru identično s središčem rotacije v kinematičnem smislu. »Razpoložljive« reakcijske sile izbere tako, da ima rezultanta ( $R'$ ) isto velikost in obratno vzporedno smer kot rezultanta vseh dejavnih sil ( $R$ ) ter da ustreza obenu popolnemu in istočasnemu izčrpanju strižne odpornosti ( $t$ ) ob drsinah;

$$t = c + \operatorname{tg} \omega \cdot \sigma \quad (5)$$

$c$  = kohezija,  $\varphi$  = kot strižnega odpora,  $\sigma$  = tlak.

Na sliki 4 je prikazana konstrukcija takšne rezultante ( $R'$ ) reakcijskih

sil  $R' = R_c + R_\varphi + N$ ;  $|R_c| = c \cdot AB$ ,



Slika 4.

$\overline{C_4} = r \frac{\alpha}{\sin \alpha}$ ,  $\overline{C_5} = r \cdot k$ ,  $k$  = korekcijski količnik po Kreyu, Ohdeju ali Tayloru, 56 || O 2). Varnostni količnik v je tedaj

$$v = 1 + \frac{e}{\alpha} \quad (6)$$

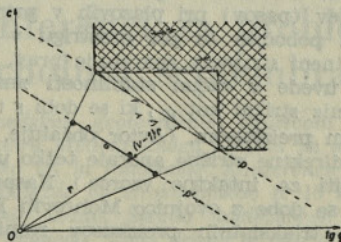
S takšnim tolmačenjem varnostnega količnika se nekateri diskutanti niso strinjali. Med temi je bil tudi pisec tega poročila. Po njegovem mnenju bi mogli z isto upravičenostjo primerjati moment dejavnih sil z momentom katerekoli rezultante, ki ustreza popolnemu izčrpanju strižne odpornosti vzdolž drsine. V vsakem primeru je namreč treba danemu sistemu dodati — da bi bil ravnovesen takšnim reakcijskim silam — sile ali dvojice, ki nimajo s sistemom aktivnih sil nobene zveze. Sicer pa postane nedoločena Fröhlichove metode očita za kakršnokoli drsino, ki ni krožna. Zato je diskutant priporočal že zelo splošno uvedeno metodo (v osnovi jo pripisujejo Felleniusu), po kateri se iščeta tista konstanti strižnega odpora  $c'$  in  $(\operatorname{tg} \varphi)'$ , ki ustrežata varnosti 1 pri enakem količniku v

$$v = \frac{c}{c'} = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{(\operatorname{tg} \varphi)'} \quad (7)$$

Ta količnik v definira potem varnost pobočja.

V diskusiji o varnostnem količniku, ki je bila obsežna in živa, sta A. Lazard (Francija) in — v nekoliko varirani obliki — J. P. Zehnle (Belgija) — predlagala uvedbo novega pojma varnostnega področja v naslednjem smislu:

Varnosti 1 nekega zemeljskega nasipa lahko ustrezajo različne kombinacije strižnih konstant  $c'$  in  $(\operatorname{tg} \varphi)'$ . Po izkušnji je odvisnost med temi koordiniranimi konstantami približno linearna (premica  $p'$  na sliki 5). Pred-



Slika 5.

pisani varnosti bi tedaj ustrezal po njunem tolmačenju vsak material, čigar konstanti  $c$  in  $\operatorname{tg} \varphi$  sta izven premice  $p'$ , ki je od koordinatnega izhodišča  $O$  oddaljena  $(1 + v)$  - krat bolj od premice  $p'$ . — Diskutanta podrobneje tega območja nista omejila. Pi sec tega poročila je mnenja, da bi bilo treba varnostno področje omejiti na dvakrat šrafirano ploskev (slika 5), ako se ne poda v obravnavanem primeru poseben dokaz za uporabnost enkrat šrafirane področja.

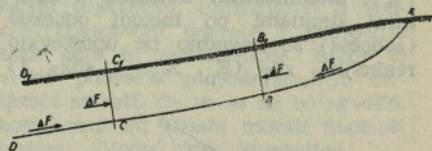
2. SEKCIJA: STABILNOST POBOČIJ V NASIČENIH NERAZPOKANIH GLINAH (3 razprave)

(2/1) H. Q. Golder — D. J. Palmer (Vel. Britanija): Raziskava porušitve nasipa pri Scrapsgate-u.

Avtorja podajata podrobno analizo te porušitve, ki je nastala ob poplavi v februarju 1953. Naknadna raziskava stabilnosti je bila oprta na rezultate strižne preiskave na mestu, izvršene s krilnim svedrom, kakor tudi na rezultate laboratorijske preiskave intaktnih vzorcev. Po zaključkih avtorjev dajo preiskave s krilnim svedrom (vane tests) previsoke vrednosti v primerih, ko lahko občutljiva<sup>1)</sup> tla zdrse progresivno. Zato naj bi se rezultati takšnih preiskav strižne odpornosti uporabljali v stabilnostnih analizah z redukcijo, ki bi bila odvisna od občutljivosti tal.

(2/2) W. Kjellman (Švedska): Mehanika velikih švedskih plazov.

Veliki plazovi, ki so nastali v švedskih glacialnih in postglacialnih glinah, so večinoma sukcesivni: retrogresivni, ki se razvijajo od spodnjega proti zgornjemu delu pobočja, ali progresivni, ki se širijo v smeri drsenja. Kjellman ugotavlja, da so raziskave nekaterih največjih plazov pokazale, da je v obeh primerih najverjetnejša enovita, v pretežnem osrednjem delu skoro ravna glavna drsina, ki sledi stratigrafskemu kontaktu ob nekem sloju, ki je mehkejši od ostalih. — Progresivni plaz se po Kjellmanu razvije tako: Ako v zgornjem delu ( $AB$  na sliki 6) potencialne drsine porni tlak naraste, se



Slika 6.

zmanjša strižna odpornost n. pr. za  $\Delta F$  in če je bilo v odseku  $ABC$  že predhodno labilno ravnovesje, se aktivira v odpornejšem delu  $CD$  za  $\Delta F$  večja strižna odpornost. Vmesni del med prerezoma  $BB_1$  in  $CC_1$  pride tedaj pod dodatni pritisk  $\Delta F$  in se pod njegovim učinkom za  $\Delta 1$  skrči. Ta

<sup>1)</sup> Občutljivost (sensitivity) tal je razmerje med strižno odpornostjo intaktnega in pregnetenega vzorca.

premik se prenese tudi v potencialno drsino, zaradi premika pa se strižna odpornost »občutljivih« glin vzdolž AB in — v manjši meri — tudi vzdolž BC zmanjša. Tako se mora v spodnjem delu aktivirati še večji del strižne odpornosti in ko je po takšnem procesu tudi v naslednjem delu odpornost izčrpana, se proces širi dalje.

V Skandinaviji označujejo gline za »žive« (quick clay), če je njihova občutljivost večja od 50. Kjellman meni, da je z zgornjim tolmačenjem v skladu že občutljivost normalnih švedskih glin, ki je okrog 10; zato za nastanek teh velikih plazov ni majen obstoj slojev »žive« glin.

Diskusija o tem in o nadaljnjih referatih o plazovih v skandinavskih glinah je pokazala, da obstoje različna naziranja in tolmačenja o neposrednih vzrokih in o razvoju teh plazov. (T<sub>0</sub> bo deloma razvidno tudi iz vsebine referatov 3. sekcije.) Čitatelji, ki se za te stvari podrobneje zanimajo, naj prečitajo posnetek diskusije v Géotechnique.

(2/3) H. Raedschelders (Belgija): Studija stabilnosti ukopa v terciarni glini.

Obravnavana je stabilnostna analiza za pobočij do 43 m globokega kanala. Zelo obsežno so bili raziskovani tlaki podzemne vode, ki nastopa v dveh peščenih horizontih in v temeljnem apnencu, ki je že pod dnom kanala. Med peščenima horizontoma in izven njih so peskaste glinice, ki preprečujejo bistveno komunikacijo med posameznimi horizonti podzemne vode. Za konsolidirano stanje so ugotovili v celičnem aparatu naslednje srednje vrednosti strižnih karakteristik:

melj (41 vzor.):  $\varphi = 27^\circ$ ,  $c = 0,2 \text{ t/m}^2$ ,  
pesek (39 vzor.):  $\varphi = 30^\circ$ ,  $c = 0,1 \text{ t/m}^2$ ,  
glina (174 vzor.):  $\varphi = 25^\circ$ ,  $c = 0,5 \text{ t/m}^2$ .

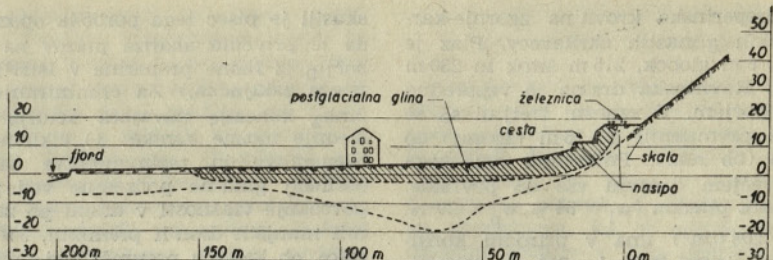
Razen tega so ugotovili z enosmernimi preiskavami prostih vzorcev srednjo strižno trdnost glin  $10,3 \text{ t/m}^2$ .

Stabilnostne analize so bile izvršene tako za posamezne stopnje pobočja med bermami kakor tudi za več stopenj hkrati in končno za vse pobočje kot celoto. Za raziskavo po Felleniusovi metodi krožnih drsin so zahtevali varnost najmanj 1,50 pri normalnem stanju vode. Za hitro popolno izpraznitev kanala so se zadovoljili z varnostjo 1. Vzporedno so samo za primerjavo uporabili metodo  $\varphi = 0$  in dobili po njej v najneugodnejšem primeru varnost 1,11.

### 3. SEKCIJA: PLAZOVI V »ŽIVIH« GLINAH, (3 razprave)

(3/1) O. Eide in L. Bjerrum (Norveška): Plaz pri Bekkelagetu 7. oktobra 1953.

Slika 7 kaže vzdolžni prerez skozi ta plaz, ki je nastal v področju Osla in zahteval tudi človeške žrtve. V širino je zajel okrog 200 m blago nagnjenega spodnjega dela pobočja in ga pomaknil za 15 — 20 m proti fjordu, medtem ko so se zgornje mase s ce-



Slika 7.

sto in železnico premaknile za blizu 100m. Drsina se je razvila v glavnem v postglacialni »živi« glini ( $w = 39\%$ ,  $w_l = 26\%$ ,  $w_p = 17\%$ , občutljivost:  $s_t > 80$  delci  $< 2 \mu$ :  $45\%$ ,  $\text{NaCl} : 0,3 \text{ g/l}$ ); vendar plaz ni tipičen za plazove v živih glinah, ki so navadno retrogresivni. — Raziskava je pokazala, da so se morale nahajati mase že od l. 1920, ko je bil postavljen blizu strmega skalnega pobočja nasip (iz kamnja in gramoza) za železnico, le nekoliko nad labilnim ravnovesnim stanjem. S konsolidacijo se je sicer strižna odpornost v zgornjem delu relativno izboljševala, vzdolž vse potencialne drsine pa se je zmanjševala zaradi izluževanja soli iz glinice. Pritisk v porni vodi je ustrezal hidrostaticnemu, to je gladni talne vode, ki sega blizu površine. Šele po zdrsnitvi je narasel do velikosti, ustrezajoče vsej teži plazine. Stabilnostna analiza je pokazala za drsino, vrtano na sliki 7, varnost blizu 1 pri supoziciji  $\varphi = 0$  in z vrednostmi strižne trdnosti  $c$ , ugotovljene na mestu s krilnim svedrom in v laboratoriju na prostih intaktnih valjastih vzorcih; v globini drsine (5 do 7 m pod površino) je bilo ugotovljeno razmerje  $\frac{e}{p} = 0,12$ , če je  $p$  efektivni tlak na drsino.

Pred zdrsnitvijo ni bilo opaziti nobenih znakov premikanja. Neposredni povod za zdrsnitev so dale najbrže vibracije vlaka, ki je prevozil mesto plazu 5 minut pred splazitvijo. Glavni premiki so se odigrali v manj kot pol minute.

(3/2) L. Bjerrum (Norveška): Stabilnost prirodnih pobočij v živih glinah.

V zaključkih te študije poudarja avtor, da so raziskave te vrste v preli-minarnem stanju in da zato še ni mogoče podati končnih zaključkov. Iz rezultatov njegovih dosedanjih raziskav pa povzamemo zlasti naslednje: Te vrste plazovi nastanejo navadno brez očitnih zunanjih vzrokov, ki bi pojasnili redukcijo stabilnosti, in zajemajo pogosto skoro vodoravna pobočja. Najverjetnejši vzrok za njihov nastanek je izluževanje soli, kar povzroči povečanje občutljivosti in znanjšanje strižne trdnosti morske glinice. Ker je ta proces sedaj živ, je treba upoštevati stalno naraščanje nevarnosti plazenja. — Takšni plazovi se razvijajo navadno retrogardno. Toda vzdolž

trenutne drsine se uveljavlja strižni odpor simultano. — Ob splazitvi se gnote židke glinice premaknejo na velike razdalje.

(3/3) Bror Fellenius (Svedska): Poročilo o plazu pri Guntorpu na progi Kil — Göteborg (13. 4. 1953).

Tudi ta plaz je nastal v postglacialnih glinah, ki so v obsežnih slojih tako občutljive ( $s_t > 50$ ), da se uvrščajo med žive glinice (mestoma  $s_t > 220$ ).

Okrog 9 m visoko pobočje je rotacijsko zdrsnilo na dolžini okrog 60 m. Plaz se je s strmim odlomnim robom utrgal tik za tiro, ki je obvisel nad ugreznjenim pobočnim nasipom. V manj kot pol minute se je plaz progresivno razširil na zelo položni spodnji del pobočja, čigar mase žive glinice so se pomaknile za okrog 10 m v strugo potoka, ki teče v tem delu vzporedno s progo v oddaljenosti okrog 75 m od osi proge. Zelo verjetno poteka tu drsina v globini okrog 6 m vzdolž tankega (1 do 10 cm) meljasto peščenega sloja, ki je bil najbrže že pred splazitvijo pod artilerijskim pritiskom. Najprej so skušali progo restavrirati z obnovo nasipa in obtežiti vnožja. Toda po 5 dneh, ko je bil novi nasip ravno gotov, se je plaz ponovil. Nato so obnovljeni nasip temeljili na železobetonski plošči, oprti na 330 posevno zabitih sestavljenih kolo (tračnic), ki segajo do prodne podlage (v globini od 14 — 26 m pod ploščo). Izven te temeljne plošče so posevno zabili skozi nasip do prodne podlage skupno 7700 m lesenih kolo. Tudi obnovljeno potočno korito so na dolžini 35 m zavarovali s koli in z razpornimi bruni. Razen tega so s cevnicami vodnjak ustvarili zvezo zgornjih pobočnih vodnih horizontov, ki so bili pod večjim pornim tlakom, z nižjo podtalnico prodne osnove. — Ta plaz so že več mesecev preje napovedovala usedanja proge, v značilnih delih ob potoku pa je prišlo že v prejšnjih letih do dveh manjših plazov.

4. SEKCIJA: DOLGOTRAJNA STABILNOST — RAZPRAVE O RAZPOKANIH TRMIH GLINAH (2 razpravi)

(4/1) D. J. Henkel — A. W. Skemp-ton (Anglija): Plaz pri Jackfieldu.

Plaz je nastal brez posebnega zunanega vpliva nad reko na pobočju, ki ima srednji nagib  $10 \frac{1}{2}^\circ$ . Pobočje pokriva trma, nekoliko razpokana glina, vsebujoča kamnite drobe in kose; to

je preperinska krovina zgornje-karbonskih glinastih skrilavcev. Plaz je 5 do 6 m globok, 215 m širok in 230 m dolg. Ravniška drsina je vzporedna s pobočjem. V vznožni tretjini so se mase premaknile za 26 m (zgoraj) do 15 m (ob reki). Podzemna voda sega po večjem deževju vse do površine. Glinata plazina ( $w_1 = 54\%$ ,  $w_p = 20\%$ ,  $\gamma = 2,08 \text{ t/m}^3$ ) ima v prirodni konsistenci strižni kot  $\varphi' = 21^\circ$  pri koheziji  $c' = 0,73 \text{ t/m}^2$ , v pregnetenem stanju pa isti strižni kot brez kohezije. Kohezijska trdnost ( $c$ ) nedreniranih vzorcev plazine nad drsino ( $w = 20\%$ ) je  $7,8 \text{ t/m}^2$ , vzorcev z drsine ( $w = 30\%$ ) pa  $2,2 \text{ t/m}^2$ .

Stabilnostna analiza je pokazala varnostne količnike ( $v$ ):

po metodi  $\varphi = 0$ :

$$v = 4 \text{ za } c = 7,8 \text{ t/m}^2, \\ v = 1,12 \text{ za } c = 2,2 \text{ t/m}^2;$$

po metodi efektivnih napetosti:

$$v = 1,45, \text{ če se upoštevata } c' \text{ in } \varphi', \\ v = 1,07, \text{ če se upošteva samo } \varphi'.$$

Avtorja zaključujeta, da je treba analizirati stabilnost takšnih pobočij po metodi efektivnih napetosti brez upoštevanja »navidezne« kohezije. (V di-

skusiji je pisec tega poročila opozoril, da je privedla analiza plazov na pobočjih iz flišne preperine v Istri<sup>2)</sup> do istega zaključka.) Za eliminiranje učinkov kohezije navajata avtorja naslednje možne vzroke: 1) ciklične obremenitve in razbremenitve zaradi oscilacij gladne podzemne vode; 2) povečanje vlažnosti v drsini po začetnih manjših drsnih premikih, 3) razpoke, ob katerih povzroči voda nabrekanje zemljine in s tem zmanjšanje povprečne vrednosti navidezne kohezije.

(4/2) R. Pietkowski — F. Zalewski (Poljska): Plaz neobičajne razsežnosti v nekem železniškem ukopu.

Avtorja opisujeta več sto metrov dolg plaz ob nekli železniški progi, ki je bila l. 1931 ukopana v blago nag-njenem terenu (7°) 13 m globoko (merjeno v osi proge) pri nagibu pobočij 1:1,5. Na višji strani je pobočje splazilo že takoj po dograditvi; kasneje so se plazovi trgali postopoma tako, da je bil odlomni rob zadnjega plazu (l. 1952) oddaljen od proge že 64 m. Obsežne sondaže in geotehnične raziskave, ki so bile izvršene po l. 1952, so pokazale, da sestojeta tla do globine 10 m iz menjajočih se plasti puhlice

(bolj ob površini), meljaste glin, glin in lapornate glin s tanjšimi vložki melja in peska, po katerih priteka površinska (atmosfera) voda. Iz večjih globlin, kjer se nahaja kompaktna gлина, voda v plazino ne priteka. V sondažnih zasekah so ugotovili več drsin v razmočenih kontaktnih ploskvah ob propustnih vložkih ali med plastmi, ki vise pod kotom okrog 34° proti progi.

Pripravili so sanacijo s površinskim cirkularnim jarkom nad plazom in z obložitvijo plaznih mas z 20 do 30 cm debelim slojem stabilizirane puhlice. Za stabilizacijo so uporabili natrijev silikat. Ta vododržni krov so pokrili z rušo.

V razpravi ni podana podrobna analiza za stabilnost. Zadostnost opisanih zaščitnih del se piscu tega poročila ne zdi prepričljiva.

(Nadaljevanje bo sledilo)

<sup>2)</sup> L. Šuklje, Plaz pri Lupoglavu v cencskem flišu. Gradb. vest. št. 17—18, str. 133—138, Ljubljana 1953.

L. Šuklje, Discuss'on to the Session 8, Proc. Third Intern. Conf. Soil Mech., Vol. III, p. 211—212, Zürich 1953.

Ing. Janko Bleiweis

627:061.3 (497.1)

## Poročilo o prvem posvetovanju hidravlikov FLRJ

V Beogradu je bilo med 7. in 9. novembra 1954 prvo posvetovanje hidravlikov FLRJ. Posvetovanje je organiziral Koordinacijski odbor za hidravlične preiskave. Ta odbor je bil osnovan predvsem za namenom, da organizira to prvo posvetovanje, kjer naj bi se pred kritično publiko pregledala dejavnost s tega področja. Tak pregled je bil potreben prav sedaj zaradi tega, da bi izbrali potrebne referate, ki naj bi reprezentirali Jugoslavijo na prihodnem kongresu za hidravlične preiskave, ki bo avgusta 1955 v Delftu.

### ODZIV

Odziv na posvetovanje je bil proti pričakovanju velik. Glede na precejšnjo specializiranost področja, ki služi sicer za teoretično osnovo vsej hidrotehnik in s katero se razen naših vodogradbenih laboratorijev in univerzitetnih institutov ukvarja sorazmerno ozek krog inženirjev, je povprečno število 80 do 100 poslušalcev vsekakor pomembno. Razen Beograda so poslale udeležence ostale Univerze, laboratoriji, Oceanografski institut v Splitu, Turbinstitut, ustanove za projektiranje hidroenergetskih objektov, projektiranje pristanišč, dalje zastopstva uprav za vodno gospodarstvo, zastopstva industrij, ki izdelujejo hidromehansko opremo, razne komunalne ustanove, ki se ukvarjajo s hidrotehniko itd. Razme-

roma slabo je bila zastopana operativna.

Iz Slovenije je bila udeležba številčno sicer slaba, zato pa verjetno najbolj pestra. Zastopani so bili: Univerza, Vodogradbeni laboratorij, Institut za turbo stroje SAZU, Elektropjekt, Zavod za preiskavo materiala, Litostroj, Mestni vodovod in Mestna kanalizacija iz Ljubljane.

### REFERATI

Referatov se je v štirih poldnevnihih zasedanjih razvrstilo 22. Referentov je bilo skupaj 20 in so pripadali 10 različnim ustanovam. Od teh 8 iz Hidrotehničnega instituta »Jaroslav Černik Beograd, 3 iz Vodogradbenega laboratorija iz Ljubljane, 3 iz Hidrotehničnega laboratorija v Toulouse, 2 iz TVŠ Beograd ter po eden iz TVŠ Zagreb, TVŠ Ljubljana, iz Uprave rečnega prometa Bgd., Hidrografskega instituta Split, Zvezne komisije za vodno gospodarstvo Bgd. in Projekta-nizke gradnje Ljubljana.

Zasedanja, katerim so izmenoma predsedovali predsedniki najštevilnejše zastopanih republiških skupin, je po kratkem uvodnem administrativnem delu pričel prof. Bogič-Knežević. V svojem referatu je podal zgodovinski razvoj hidravličnih preiskav in hidravlike splošno na ozemlju, ki ga danes vključuje Jugoslavija. Ta prvi poizkus, zajeti historični razvoj hidravlike pri nas, je bil sicer morda na nekaterih mestih še

pomanjkljiv, vendar gre prof. Kneževiću velika zasluga, da se je te teme lotil in odlično podal značilne razvojne preobrate te znanstvene panoge, ki je privedla našo državo »daleč od meje, ki loči napredne države od nerazvitih na področju hidravličnih preiskav«. V diskusiji, ki je neposredno sledila, so bila načeta vprašanja tako koordiniranja oz. dirigiranja znanstvenih preiskav, kakor tudi umestnosti gradnje novih raziskovalnih tovrstnih ustanov pri nas. Načeto je bilo vprašanje sestave standardne »Hidravlike«, ki bi služila inženirjem v praksi in pri študiju.

Ostale referate bi lahko razdelili v tri skupine. V prvo skupino sodijo referati s širšim pomenom. Referenti tu me prihajajo do zaključkov, veljavni le za določeno grupo objektov, ampak do taktih, ki so splošno pomembni za cela poglavja hidravlike. Tu sem bi uvrstili referate prof. Frankoviča, ki rešuje na svojstven način tok podtalnice v vodovodni propustni plasti in pride do rezultatov, ki se razlikujejo od običajnih, ki jih dobimo s konformnim preslikavanjem. Podobno snov obravnava dr. Borelli, ki proučuje diferencialne enačbe toka v propustnem tlu, zlasti v singularnih točkah dotika s prosto gladino. V to skupino sodita še referat prof. Goljevščka, ki z uvedbo novega brezdimenzionalnega parametra dodaja doslej znanim sredstvom še novo pomožno

sredstvo za proučevanje zakonitosti toka, in referat ing. Bate, kjer na podoben način kot pri računu nestalnega toka v cevovodih pod pritiskom uvaja relativne vrednosti za račun trenutnih gladin nestalnega toka s prosto gladino.

V drugo in najštevilnejšo skupino sodijo referati, ki se bolj ali manj nanašajo na določene vrste hidrotehničnih objektov. Taki so referati gostov iz Toulousea, ki jih je zelo precizno podal akademik prof. Escande. V svojem lastnem referatu navaja primer, ko se pri grafični analizi pritiskov v tlačnih ceveh pojavijo ob razpoki v cevi kavitacija. Ing. Gerber obravnava v svojem referatu stabilnost vodostanov, ki je dosti večja kot jo določa Thoma, če je vodostan disponiran za dolgim kanalom s prosto gladino in sledečim kratkim tlačnim rovom. Ing. Nougare pa daje diagrame za določitev višine nestacionarnega vala v kanalu s prosto gladino pri raznih oblikah močnejšega stalnega toka. Objekte visokotlačnih naprav obravnavajo nadalje prof. Goljevšček, ki opozarja na možnost nastopa kavitacije pri cistronobnih odcepih izpušnih cevi, ing. Jevdjevič, ki z ejektorsko instalacijo pri stranskih dovodih v glavni rov pod pritiskom rekuperira določen del energije, ing. Grčić, ki določa vidike, po katerih je treba projektirati varnostne vodostanske zapornice, in ing. Hajd'm, ki obravnava možnost in oblike izkoriščanja prostornine dovodnega rova za akumulacijo. Prav tako, kot je bil s področja morske hidravlike podan samo referat ing. Vojinoviča, ki utemeljuje modelne preiskave na primeru luke Bar, je bil tudi iz rečne hidravlike podan samo en referat in to ing. Bobrova, ki popisuje rezultate gradnje rečnih objektov ob izkoriščanju povprečne cirkulacije toka. Referata doc. Bleiweisa in ing. Vukoviča obravnavata vsedalnike in njihovo izpiranje in se do neke mere dopolnjujeta.

V tretjo skupino sodijo referati z bolj hidrološkim značajem. Semkaj bi prištel referat ing. Jovanoviča o opažanjih in analizi pretoka ledbečega nanosa na Neretvi, Rami in Drini, referat ing. Jevdjeviča o možnosti preračunavanja pretočnih režimov

pri kraških poljih, in referat poročnika Tešiča o mareografski službi na Jadranu. V njem je bilo morda nekoliko preveč podrobnosti o načinih in organizaciji dela, medtem ko bi želeli kaj več o značnih in morskih tohovich. Referat ing. Gavriloviča podaja originalno konstrukcijo aparata za sočasno opazovanje pretokov na različnih mestih pri nalihvih. Referat odkriva pravzaprav veliko revščino v pogledu opreme s sodobnimi instrumenti, s katero se morajo boriti naše agilne ustanove. Referat ing. Jenka govori o hidrologiji Krasa s tezami, ki so bile v glavnem objavljene v našem glasilu, dočim obravnava referat ing. Šegviča demineralizacijo podtalne vode, kar ima velik pomen za večino naših nizkih kraških predelov.

Splošno lahko sodimo, da prinašajo vsi referati nove prispevke v področja, ki jih obravnavajo, in jih lahko neposredno ali posredno uporabljamo pri projektiranju in izvajanju hidroobjektov. S tega najvažnejšega gledišča je bilo posvetovanje zelo plodno. Pohvaliti je treba zlasti skupino iz beogradskega Hidroinstituta, ki je poleg kvalitete referatov že znanih eksperimentatorjev morda še bolj presenetila s številnimi mladimi referenti, ki s svojim nastopom dajejo najlepše izpričevalo svoji ustanovi.

Referatom je sledila administrativna seja, na kateri so prisotni z veliko večino glasov sklenili, da se ustanovi namesto dosedanjega koordinacijskega odbora Društvo za hidravlične preiskave kot sekcija DGIT. Do ustanovitve društva (ne pa n. pr. sekcije ali odbora) je prišlo zato, ker bi sicer pri povezavi z mednarodno organizacijo, v katero se lahko vključili, prišlo do raznih komplikacij. V odbor društva so bili izbrani prof. Knežević in ing. Vojinović iz Beograda, ing. Sentić iz Zagreba, ing. Pečornik iz Ljubljane, prof. Trumčič iz Sarajeva, poročnik Tešič iz Splita ter ing. Božinović iz Skoplja.

Glede referatov s posvetovanja je bilo sklenjeno, da bodo v pol leta objavljeni v različnih strokovnih časopisih, poleg tega pa bodo kot separati vezani v posebno knjigo.

## O ORGANIZACIJI IN ŠE NEKATERE PRIPOMBE

Posvetovanje je bilo odlično organizirano. Ker so se zasedanja pričela natančno ob določenem času in zaradi disciplina referentov glede odmerjenega jim časa, je posvetovanje gladko poteklo. Z izjemo zadnjega popoldneva, ko je zaradi dopoldanskih obiskov v treh laboratorijih, kjer so zanimive preiskave pogosto predolgo zadržale nekatere skupine obiskovalcev, organizacija nekoliko zdrsnila iz rok, kot rečeno ni bilo pomanjkljivosti. Tu ne štejem pomanjkljivosti, ki je že skoro tradicionalna: referati tudi tokrat niso bili tiskani, tako da se diskusija ni mogla prav razviti. Težko je namreč v debati nepripravljeno posegati v ozka specialna področja, ki imajo najpogostejše samo po enega protagonista v državi. Debata, ki naj bi bila za referenta najkoristnejša, kritična presoja, je tako skoro odpadla. Če bi bili referati tiskani in razmnoženi vsaj nekaj dni pred posvetovanjem, bi medvomno več oseb preštudiralo to ali ono področje in bi moglo tako s koristnimi nasveti ali dopolnitvami mnogo koristneje prispevati k razvoju hidravlike. Kot rečeno, to ni bila le napaka tega posvetovanja, ampak trpe na tem mnoga podobna posvetovanja. Če moremo za inozemske kongrese poslati referate tudi pol leta prej, zakaj jih doma ne bi mogli zbrati vsaj en mesec pred posvetovanjem. Še ena stvar nekoliko moti pri teh posvetovanjih, to je silno počilo odmerjeni čas trajanja. Mnogo udeležencev, ki imajo redko priložnost obiskati kraj zasedanja, bi gotovo želelo obiskati strokovne znanke po ustanovah in podjetjih in tam izmenjati mišljenja. Za to pa kratko malo ni časa: z vlaka na zasedanje in od zasedanja na vlak to je običajni način. Zaradi zaposlenosti je to sicer razumljivo, vendar bi bilo vseeno primerno pustiti kako popoldne prosto v ta namen.

Posvetovanje je zaključil družabni večer v Klubu Društva inženirjev in tehnikov, kjer so se v prijetnem razpoloženju poslovili zunanji udeleženci od beogradskega kolegov.

## Mostna ležišča iz umetne gume

Uporaba gume za ublažitev sunkov je že stara. Angleške železnice so že l. 1938 uporabljale gumijaste podložne ploščice, katere so polagali med tirnice in pragove. Tudi francoske drž. železnice uporabljajo od l. 1932 pri mostnih gradnjah pod glavnimi železnimi ležišči gumijaste podložne ploščice. V novejšem času po l. 1948 pa uporabljajo francoske železnice tudi gumijasto podložno ploščo i.s. kot se-

stavni element elastične pritrditve tirnice na lesen prag.

Nova pa je uporaba gume pri mostnih ležiščih, kar dopušča:

a) svobodno dilatiranje in vrtnje konstrukcije

b) stabilnost pod vplivom vertikalnih in horizontalnih sil.

Francoske državne železnice (S.N.C.F.) so se l. 1948 odločile (po dveh predhodnih serijskih laboratorijskih

poizkusih), uporabiti pri mostu Bourget gumijaste ležiščne plošče. Od tedaj naprej se je postopek nenehno razvijal in zgrajene so bile že številne konstrukcije z uporabo gumijastih ležišč. Naj omenim le nekatere mostove:

Rösbrück, Crevechamps, Flavigny (vse Moselle)

Longjumeau (Oise), Bineau à Courbevoie (Seine)

La Perriere, Monistrol (Morbihan),  
 Qued-Dier (Alžir 8 mostov)

Ben-Metir (Tunis 5 mostov), Prek-Te  
 (Saigon (Indokina))

Wouri (Camerun)

Mehanične lastnosti za to novo funkcijo so dosežene s pomočjo »armiranja gume«. »Armirana guma« more brez škode prenesti večje tlake, kot so dopustni za beton. Njena iskrivljenost dopušča določene deformacije pravokotno na smer reakcije v ležišču brez zapaznih sprememb na sami gumi. Vrtenje v opor; povzroča novo porazdelitev glavnih napetosti, ki ostanejo vedno pritiski brez nasprotnega momenta, ki se upira tej rotaciji.

Ležišče izvršimo tako, da vstavimo med opornik in mostno konstrukcijo več leg (plošč) umetne gume med katere vložimo pocinkane mreže, ki imajo tu funkcijo armiranja. Betonsko površino je potrebno predhodno napraviti hrapovo (štokanje), da s tem povečamo koeficient trenja med gumo in betonom. Armiranje je bolj uspešno ako so plošče tanjše, (navadno uporabljamo le 5 mm plošče). Možno pa je tudi uporabiti namesto teh sestavljenih ležišč blokovna armirana ležišča iz gume.

Tako je možno izdelati ležišča manjših dimenzij v pogledu ekonomičnosti, (deb. le nekaj cm), poleg tega pa je ta ležišča tudi zelo lahko izdelati. Tako ležišče zagotavlja svobodno dilatiranje in rotacijo v obeh pravokotnih smereh, kar je posebno važno pri širokih mostovih. V primerjavi s kladnimi ležišči iz armir. betona so gumijasta ležišča tudi enostavnejša in cenejša. Kot gumo uporabljamo polimerizirano elastično umetno gumo, ki ima veliko odpornost proti atmosferilijam in temperaturi. V zvezi s poizkuski v ZDA je možno ugotoviti, da je imela umetna guma po 10 letih, ko je bila izpostavljena atmosferilijam in sončni toploti, še 72% začetne natezne trdnosti in 85% raztežka pri pretrganju.

Karakteristika plošč iz umetne gume, ki jih je možno dobiti na trgu v Franciji, so ledeče:

trdota Shore 40—60

gostota 1.35

raztezek pri pretrg. 800%

trdnost pri porušenju 150 kg/cm<sup>2</sup>

za dimenzioniranje je potrebno:

dopustna trdnost  $n = 80 \text{ kg/cm}^2$

dopustna iskrivljenost  $j = d/a = 1/2$

kjer je  $a =$  debelina ležišča

$d =$  horizont. pomiki

koeficienti trenja na jeklo  $f = 0.30$

koeficienti trenja na beton  $f = 0.50$

moduli, ki so izpremenljivi v zvezi s trdoto Shore so sledeči:

trdota Shore	45	60
tlak (armiranje) E	1000	2000
strig G	8	12
moduli tlaka $E_1 = 2 \times (1 + \sigma) \times G \# 3 G$		

### Dimenzioniranje mostnih ležišč

Osnove: trdota Shore 45—50

$l =$  dolž. ležiščne plošče

$l_1 =$  šir. ležiščne plošče

$e =$  deb. ležiščne plošče

$a =$  celotna deb. ležiščnih plošč ( $a = p \times e$ ) kjer je  $p$  število plošč

$S =$  površina ležiščne plošče  $S = 1 \times l_1$

$R =$  vertikal. reakcija na ležišča (max)

$D =$  variacija dolžine mostne konstrukcije = max horizontalni pomiki konstr.

$d_1 + d_2$  horizont. pomiki

$$(d_1 + d_2 = D)$$

$\alpha =$  vrtenje v ležiščih

$L =$  razpet. mostu

$F =$  horizont. sile na ležišču

$d =$  premik konstrukcije zaradi sile  $F$ .

### Dimenzioniranje prereza ležišča plošče

Zmanjšanje armiranja na robih ležiščnih plošč ima za posledico zmanjšanje tlačnih napetosti v teh conah. Aproximativni račun nam pokaže, da moremo paralizirati te motnje z zmanjšano uporabno širino plošče

$$c = 0.8 \times e/f \text{ in}$$

$R$

$$u = \frac{R}{(1-2c) \times (l_1-2c)} = 80 \text{ kg/cm}^2$$

Ta popravek kaže važnost »armiranja«. Ako imamo  $c/l$  sred. = 8% potem naj bo  $\frac{e}{l \text{ sred.}} = 0.10 f$ . Zmanjšanje

nje koristne površine na pritisk doseže že 35%! Tako moramo limitirati  $e$  za sledeč pogoj:

1) »armiranje« z betonom (ena sama lega gume)

$$\frac{l \text{ sred.}}{e} > 20$$

2) »armiranje« z železom (mreža) več leg gume

$$\frac{l \text{ sred.}}{e} > 33$$

Ako v 1. aproksimaciji ne upoštevamo gornje korekcije, moramo omejiti tlak

$$n a' = \frac{R}{l \times l'} = 60 \text{ kg/cm}^2.$$

### Debeline ležiščnih plošč

Maksimalni raztezek celotne konstrukcije  $D$  mora vsebovati: deformacijo zaradi krčenja in plazanja konstrukcije in deformacijo zaradi

toplotnih diferenc. Pogoj:  $j = \frac{a_1}{d_1} =$

$$= \frac{a_2}{d_2} = 2 \text{ nam da } a_1 + a_2 = 2D.$$

Pri normalnih pogojih, pri katerih izvajamo gradbena dela, in za srednje francosko podnebje imamo  $D = 0.6 \times$

$$\times \frac{L}{1000} \text{ in } (a_1 + a_2) / \text{mm} = 1.2L / \text{m}$$

Stabilnost objekta glede na vpliv vodoravnih sil določa izbiro ležišča simetrično ležišče  $a_1 = a_2 = D$  ali nesimetrično ležišče.

### Stabilnost ležišč glede na horizontalne sile

Horizontalne zavorne sile določimo po predpisu z določenim procentom maksimalne vertikalne koristne obtežbe. Te sile razdelimo enakomerno na celotno število nosilcev. Horizontalne sile morajo biti v ravnotežju s strižnimi silami na obeh ležiščih glede na pomik  $d$  celotne konstrukcije.

$$\left( \frac{d}{a_1} + \frac{d}{a_2} \right) \times G \times S = F \text{ in}$$

$$d = \frac{F}{G \cdot S} \times \left( \frac{a_1 a_2}{a_1 + a_2} \right).$$

Stabilnost zahteva, da je  $d < d_0$ . Za  $d_0$  moramo vzeti  $d_0 = 4 \text{ mm}$ , če je sorazmerno šibek promet na mostu oz.  $d_0 = 2 \text{ mm}$ , če je promet znaten. Ta pogoj je navadno izpolnjen pri simetričnih ležiščih do razpona mostu  $l < 50 \text{ m}$  za šibek promet in za  $l < 25 \text{ m}$  za znaten promet. Če je stabilnost nezadostna je treba uporabiti dvoje različnih ležišč, od katerih je fiksno nepremično ležišče možno izdelati v betonu.

### Minimalna debelina ležišča

Vrtenje podpore konstrukcije povzroča parcialno raztežitev ležišča. Ta pogoj določa minimalno debelino ležišča glede na njeno širino.

$$\frac{l'}{n} < \frac{a \cdot n}{E} \text{ in } \frac{e'}{a} < \frac{2n}{E \alpha}$$

Velikost drugega člena je normalno 25, torej zadostuje le pregledati  $\frac{l'}{e} < 25$ .

Temu pogoju je potrebno zadostiti le pri nesimetričnih ležiščih, kar povzroča omejitve širine  $l'$  tega ležišča.

### Armiranje

Armirana guma je v stanju hidrostatičnega pritiska. Armatura položena med 2 legi gume mora vzdržati silo  $n \times e$  na enoto dolžine z  $n = 80 \text{ kg/cm}^2$ . Po poizkusih so ugotovili, da je armiranje zadostno, ako izvršimo ležišče z mrežo debeline 1.3 mm in zanjkami 4.2 mm, katero položimo med gume debeline 5 mm. Da se izognemo oksidaciji železne mreže je treba uporabiti pocink. mrežo.

(Po francoskih podatkih prireditelja T. L.)

## „Die Klotoide als Trassierungselement“ („Klotoida kot trasirni element“)

V začetku druge polovice 1954. leta je v založbi Ferd Dümmers Verlag-Bonn izšla knjiga »Die Klotoide als Trassierungselement«. Njeni avtorji so trije priznani nemški strokovnjaki in sicer profesor Dr. Ing. Hugo Kasper, Dr. Ing. Walter Schürba ter višji vladni gradbeni svetnik Hans Lorenz. Knjiga obsega skupno 324 strani večjega formata. Tiskana je zelo pregledno in na finem papirju. Njena cena znaša 48 DM.

V izredno izčrpnem uvodu, obsegajočem 83 strani, podajajo avtorji strokovna navodila posebej za gradbene inženirje in posebej za geodetske inženirje.

V navodilu za gradbene inženirje so obravnavane vse različne možnosti uporabe klotoide kot prehodnice, lastnosti klotoide ter napotki za uporabo tabel pri projektiranju cest.

Drugi del uvoda, to je navodilo za geodetske inženirje, pa obsega geometrične osnove klotoide in načine

reševanja različnih nalog pri zakoličevanju klotoide na terenu, od enostavnih primerov pa do najbolj kompliciranih. Velika pozornost je posvečena vprašanju točnosti in pa približnim metodam reševanja.

Tabelni del knjige je sestavljen iz različnih tabel.

Tabela I obsega podatke klotoide s parametrom  $l$  (Einheitsklotoide) od dolžine  $l = 0,000$  do  $l = 2,200$  za vsako tisočinko dolžine. S pomočjo teh podatkov lahko izračunamo elemente klotoide, ki ima drug parameter.

Poleg te glavne tabele za klotoido s parametrom  $l$  sta še pregledni tabeli II in III, ki nam pokažeta elemente klotoide s parametrom  $l$  za okrogle vrednosti tangentnega kota  $\tau$  in sicer tabela II za kote od  $0^\circ$  do  $150^\circ$  nove razdelbe in tabela III za kote od  $0^\circ$  do  $135^\circ$  stare razdelbe. Ti dve tabeli nam olajšata izračun klotoide, če je dan kot, ki ga oklepa

tangenta v končni točki klotoide s tangento v njeni začetni točki.

Tabele IV, V in VI so specialne tabele za olajšanje praktične uporabe klotoide v primeru, da trasiramo ne samo z okroglimi vrednostmi polmerov, ampak tudi z okroglimi vrednostmi klotoid.

Tabela VIII pa vsebuje podatke za izračun S-krivin v primeru, da sta oba polmera okrogle vrednosti.

Vsebina in razporeditev snovi te lepo opremljene knjige nam kaže, da je sestavljena na osnovi temeljitega teoretičnega znanja in izredno bogatih praktičnih izkušenj, ki so si jih avtorji knjige pridobili v teku svoje dolgoletne prakse pri projektiranju cest. Zato bo knjiga dobrodošel pripomoček vsem projektantom našega cestnega omrežja.

(Dr. ing. Branko Žnidaršič)  
univ. profesor

# SPLOŠNI PROJEKTIVNI BIRO LJUBLJANA

Kidričeva I/III, IV tel. 23-112, 20-816

(prej Mestni projektivni biro)

projektira:

## VISOKE GRADNJE

objekte družbenega standarda  
industrijske zgradbe  
javne in kulturne zgradbe  
šole  
objekte sanitarne arhitekture z vsemi pripadajočimi instalacijami: centralna kurjava, klima—naprave, šibki in jaki tok, vodovod, kanalizacija).

## NIZKE GRADNJE

ceste v mestih in izven mest  
mostove  
vodovode in kanalizacijo mest in naselij

URBANISTIČNE IN ZAZIDALNE NACRTE  
za manjše in večje mestne predele

## KONSTRUKCIJE IZ PREJ NAPETEGA BETONA

zgradbe za industrijo in  
mostove

PROJEKTIRANJE IZGRADNJA INDUSTRIJE

## INDUSTRIJSKI BIRO

Ljubljana - Parmova 33

Telefon 39-141, 30-102, 31-205

IMPORT EXPORT

Oprema, stroji, konstrukcije, elektromaterial,  
orodje

čestita vsem delovnim ljudem  
k 10 obletnici osvoboditve

Podjetje za izdelavo žičnih  
transportnih in drugih  
strojnih naprav

## Ž I Č N I C A

LJUBLJANA, TRŽAŠKA 69

TEL. 21-686

Projektiramo, izdelujemo in  
montiramo vse vrste industrijskih,  
gozdnih, turističnih in športnih ŽIČNIC  
ter ŽIČNIH ŽERJAVOV. Za lesno  
industrijo izdelujemo in popravljamo  
razne stroje in opremo.

Zahtevajte naše ponudbe.



# UPRAVA ZA CESTE LRS

## sprejme v službo:

1. GRADBENE INŽENIRJE ZA CESTNO-VZDRŽEVALNA IN GRADBENA DELA NA CESTAH IN OBJEKTIH S SEDEŽEM SLUŽBOVANJA PRI TEHNIČNIH SEKCIJAH AJDOVŠČINA, NOVO MESTO, CELJE IN MARIBOR, TER ZA NADZORSTVO NA NOVOGRADNJAH CEST IN MOSTOV NA GRADBIŠČIH.

2. GRADBENE TEHNIKE ZA CESTNO-VZDRŽEVALNA IN GRADBENA DELA NA CESTAH IN OBJEKTIH S SEDEŽEM PRI TEHNIČNIH SEKCIJAH IN PRI CESTNIH NADZORSTVIH ŠIROM LR SLOVENIJE.

PLAČA IN DOPOLNILNA PLAČA PO UREDBI. PROŠNJE JE POSLATI NA UPRAVO ZA CESTE LRS, LJUBLJANA, BETHOVNOVA UL. 10.

UPRAVA ZA CESTE LRS VABI VSE PROJEKTNE ORGANIZACIJE IN PROJEKTANTE, KI BI HOTELI PROJEKTIRATI CESTE IN MOSTOVE V LETU 1955, DA SE PRIJAVIJO ČIMPREJE Z NAVEDBO SVOJIH POGOJEV UPRAVI ZA CESTE LRS, LJUBLJANA, BEETHOVNOVA UL. 10.

**LJUBLJANA**

**MEDVODE**

**GROSUPLJE**

**JESENICE**

**GRADIS**

**KRŠKO**

**RAVNE**

**ŠOŠTANJ**

**ŠKOFJA  
LOKA**

**KIDRIČEVO**

**MARIBOR**

**ZENICA**

**DEKANI**

---

---

Gradi objekte

kapitalne izgradnje

in družbenega

standarda

---

---

## LIGNOLIT

(TLAK IN STENSKÉ OBLOGE)

### Tehnični podatki:

dimenzije plošč cm 25×25 (20×20)  
debelina za tlak mm 15—16  
debelina obloge mm 10—11

barva poljubna

sestavina — 75% lesenega prahu  
25% kemičnih primesi

vzdržlivo obtežbo 240 kg/cm<sup>2</sup>

je negorljiv, izolira in je odporen proti kislinam.

Uporaba: Za tla v eni masi ali v ploščah ter za stenske obloge. Nadomešča ladijski in parketni pod.

Proizvod izdeluje:  
LESNO INDUSTRIJSKO  
PODJETJE  
LJUBLJANA

## IMPREGNIRAN LES

### Tehnični podatki:

Uporabljena impregnacijska sredstva: antiseptična olja in soli, kreozotno olje, Wolman sol, Wolmanit VA sol, cinkov klorid floran.

Impregnacija se vrši po Riping metodi z vakuumom in pritiskom 8—10 atm.

Vpijanje olja: 80—150 kg/m<sup>3</sup>  
globina 4—10 mm

Uporaba: Za TT in E drogove, železniške pragove, lesene konstrukcije, odre, žičnice, lesene kocke za tlak itd.

Proizvod izdeluje:  
Podjetje za impregniranje  
lesa — HOCE

## PLUTOVE PLOŠČE

### Tehnični podatki:

toplovodni koeficient  $\lambda = 0,035$   
prostorninska teža 160 kg/m<sup>3</sup>  
3 cm debela plošča ustreza 45 cm  
zidu v pogledu toplotne izolacije

Uporaba: Za toplotno in zvočno izolacijo tal, sten, stropov, hladilnik, kotlov, rezervoarjev, itd.

Proizvod izdeluje:  
Tovarna zamaškov  
LJUBLJANA

## ACETILENSKO APNO

### Tehnični podatki:

belosiv prah vsebujoč  
90—95% Ca (OH)<sub>2</sub> in

do 2% vlage. Je kalcijevo  
mastno gašeno apno.

Uporaba: Za zidanje na prostem. Se ne priporoča za barvan omet zaradi sive njanse.

Proizvod izdeluje:  
JUGOVINIL  
Tvornica plastičnih masa  
i kemijskih proizvoda  
KASTEL SUCURAC

# J U V I D U R elektro-cevi

## Tehnični podatki:

specifična teža	kg/dm <sup>3</sup>	1,4
vlečna trdnost	kg/cm <sup>2</sup>	500—600
trdnost po Brinellu	kg/cm <sup>2</sup>	1150—1200
odpornost proti toploti	°C	60

Uporaba: Za električno napeljavo nadomeščajo Bergman cevi. Se lahko montirajo in po potrebi upogibajo, so negorljive in odporne proti kislinam, izolirajo. Polagajo se pod ali na omet.

Proizvod izdeluje:  
JUGOVINIL  
Tvornica plastičnih masa  
i kemijskih proizvoda  
KASTEL SUCURAC

# L E S O N I T

## Tehnični podatki:

	trde plošče	izolacijske plošče
debelina	mm 3,5; 4; 5	8; 10; 12,7; 15; 20
širina	cm 122	122
dolžina	cm 183,244,274,305, 366,549	183,244,274,305,366
prostorninska teža	kg/m <sup>3</sup> 1000	240
trdnost	kg/cm <sup>2</sup> 450	20

Izolacija plošče debeline 12,7 mm ustreza izolaciji 25 cm debelega opečnega zidu.

Uporaba: Za izdelavo pohištva, letoviških hišic, predelnih sten, kabin, tabel itd. za oblaganje sten, prevoznih sredstev, dvoran, izložbenih prostorov. Za izolacijo proti mrazu, toploti in zvoku.

Proizvod izdeluje:  
LESONIT »SUTJESKA«  
FOČA

# R A V N O S T E K L O - L I T O

## Tehnični podatki:

debelina	širina	dolžina	teža
mm	cm	cm	kg/m <sup>2</sup>
4			9,2
4—5	111,114,117	120,150,180 210,240,270 300,330	ca 11
5—6	120	360	ca 13,5
žično			
6—7			ca 13,5
tolerance	0,5 —0,3	+ 1 —0,5	

Uporaba: Za posebne zasteklitve. Izdelujejo ornamentno, brazdasto, surovo in žično steklo.

Proizvod izdeluje:  
INDUSTRIJA STAKLA  
PANČEVO

# R A V N O S T E K L O - V L E Č N O

## Tehnični podatki:

debelina	traki		plošče		teža
	širina	dolžina	širina	dolžina	
mm	cm	cm	cm	cm	kg/m <sup>2</sup>
2	—	160	—	—	5,2
3	24—70	130—222	72—180	130—222	7,8—10,4
4—5		130—266		180—266	ca. 11—14
5—6	24—69	do 360	72—180	do 360	
6—7					ca. 16
—0,4 do + 0,5	—0,3	—0,5	—0,3	—0,5	tolerance

Uporaba: Za gradbene svrhe, na pohištvo, ogledala itd. Steklo debeline 2—4 mm je okensko, debelejše pa je specialno. Izdeluje se v 3 kakovostih.

Proizvod izdeluje:  
INDUSTRIJA STAKLA  
PANČEVO

Ing. Stane Avanzo:

DK 666.74 (803.74)

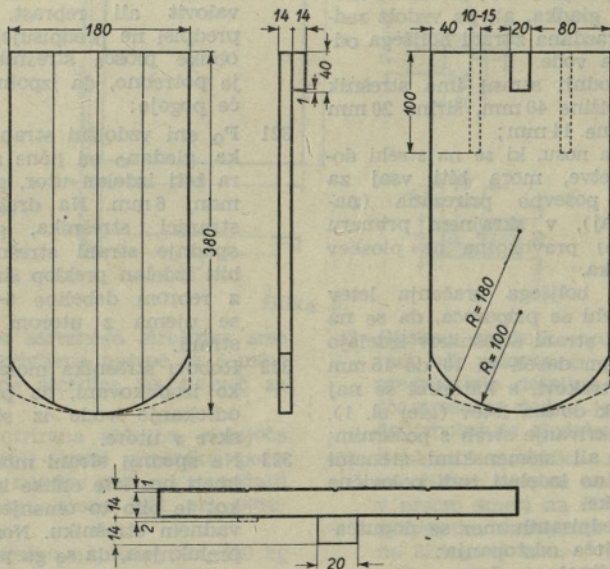
### Predlog standarda za strešnike

#### 1 Splošni predpisi

- 11 Strešnik je žgan opekarski proizvod za pokrivanje streh, ki se proizvaja iz glinastih prirodnih mešanic z eventualnimi dodatki drugih primesi.
- 111 Glina, iz katerih se izdeluje strešnik, ne smejo vsebovati soli, ki se v vodi raztapljajo in ki bi mogle kvarno vplivati na končni proizvod. Dalje ne sme vsebovati zrn apnenca, ki bi lahko povzro-

čala luščenje in razpadanje strešnika.

- 12 Strešnik mora imeti sledeče osnovne lastnosti:
- 121 da je izdelan v predpisani obliki in meri
- 122 da je raven, neizkrivljen, z gladko površino na gornji strani,
- 123 da je dobro žgan, jasnega zvoka, enakomerne strukture, brez votlin in enakomerne barve,



Slika 1.

- 124 da ne propuščá vode,
- 125 da je obstojen na mrazu,
- 126 da je odporen proti udarcu,
- 127 da ustreza predpisom o trdnosti,
- 128 da ne kaže znake izločanja apna,
- 129 da ne vsebuje škodljivih soli preko dopustnega odstotka.

### 13 Vrste strešnikov

- 131 navaden strešnik ali bobrovec
- 132 zarezni strešnik
- 133 stiskan strešnik
- 134 slemenjak ali žlebnjak
- 135 slemenjak z utorom

#### 2 Navaden strešnik ali bobrovec

- 21 Navaden strešnik ali bobrovec se izdeluje ročno v kalupih ali pa strojno z iztiskanjem gline skozi ustnik. Ima obliko pravokotne plošče dolžine 380 mm, širine 180 mm in debeline 14 mm; ena krajša stranica je krožno izoblikovana in sicer s polmerom kroga 180 mm ali 100 mm.
- 22 Lice (gornja stran) strešnika mora biti gladka, ali pa vzdolž redko izbrazdana zaradi boljšega odvajanja vode.  
Na spodnji strani ima strešnik nos dolžine 40 mm, širine 20 mm in višine 14 mm; stranica nosu, ki se na strehi dotika letve, mora biti vsaj za 1 mm poševno prirezana (navznotraj), v skrajnem primeru pa vsaj pravokotna na ploskev strešnika.
- 221 Zaradi boljšega zračenja letev na strehi se priporoča, da se na spodnji strani strešnikov izdelajo ca. 2 mm debeli in 10 do 15 mm široki trakovi, s katerimi se naj strešnik dotika letev (glej sl. 1).
- 222 Za prekrivanje streh s požarnimi zidovi ali stenskim stenami je možno izdelati tudi polovične strešnike.
- 23 Od predpisanih mer se dopuščajo sledeča odstopanja:
  - 231 pri dolžinah  $\pm$  7 mm
  - 232 pri širinah  $\pm$  7 mm

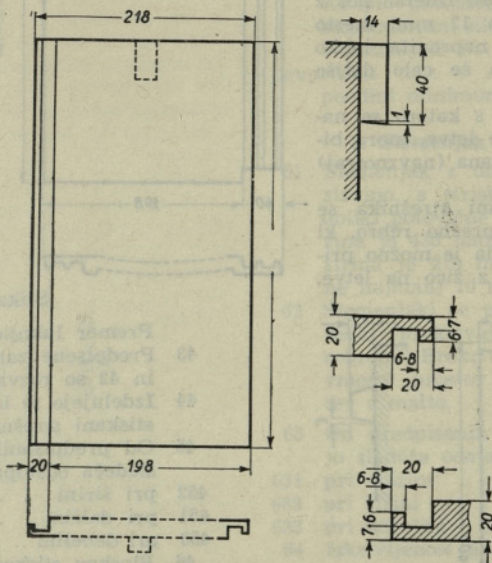
- 233 pri dobelinah  $\pm$  1 mm — 3 mm
- 234 pri dolžini nosa  $\mp$  2 mm.

- 24 Ploskev navadnega strešnika ali bobrovca sme biti izkrivljena največ za 5 mm, vzdolžne stranice pa največ za 2 mm.
- 25 Koncentrirana obtežba, delujoča na gornji strani strešnika, položenega na dve podpori v razdalji 1 = 25 cm, mora biti pri porušitvi v povprečku . . . . . 75 kg; poedini minimum ne sme biti manjši od 60 kg.

### 3 Zarezni strešniki

- 31 Zarezni strešniki se izdelujejo strojno z iztiskavanjem gline skozi ustnik.  
Imajo obliko pravokotne plošče dolžine 400 mm, širine 218 mm in debeline 14 mm na najtanjšem mestu, izvzemši pri utoru.
- 32 Zarezni strešnik mora biti raven, valovit ali rebrast. Navedeni predpisi ne predpisujejo detajlne oblike plošče strešnika, vendar je potrebno, da izpolnjuje sledeče pogoje:
  - 321 Po eni vzdolžni stranici strešnika, gledano od lije strani, mora biti izdelan utor, globok najmanj 6 mm. Na drugi vzdolžni stranici strešnika, gledano iz spodnje strani strešnika, mora biti izdelan preklap širine 20 mm z rebrom debeline 6—8 mm, ki se ujema z utorom na gornji strani.
  - 322 Robovi strešnika morajo biti tako izoblikovani, da preprečujejo odtokanje vode iz strešne ploskve v uture.
  - 323 Na spodnji strani mora strešnik imeti nos iste oblike in velikosti, kot je bilo to omenjeno pri navadnem strešniku. Nos je lahko preluknjan, da se ga lahko z žico pritrdi na strešne letve. Premer je 2 mm.

- 33 Predpisane zahteve iz tč. 31 in 32 so razvidne iz sl. 2.
- 34 Izdelujejo se lahko tudi polovični zarezni strešniki.
- 35 Od predpisanih mer se dopuščajo odstopanja:
- |     |                    |                   |
|-----|--------------------|-------------------|
| 351 | pri dolžini . . .  | $\pm 8$ mm        |
| 352 | pri širini . . .   | $\pm 4$ mm        |
| 353 | pri debelini . . . | $\pm 1$ mm — 4 mm |
| 354 | pri dolžini nosa   | $\pm 2$ mm        |



Slika 2.

- 36 Ploskev zareznega strešnika sme biti izkrivljena največ za 6 mm: vzdolžne stranice pa največ za 2 mm.
- 37 Koncentrirana obtežba, delujoča na gornji strani strešnika, položena na dve podpori v razdalji  $l = 30$  cm, mora biti pri poružitvi
- |   |        |
|---|--------|
| v povprečku najmanj . . .                       | 120 kg |
| poedini minimum ne sme biti manjši od . . . . . | 100 kg |

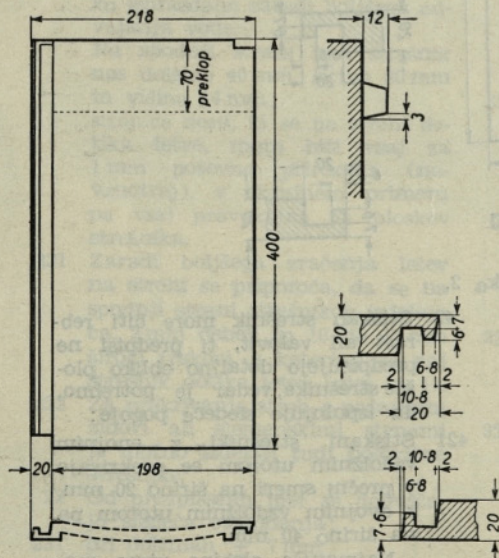
#### 4. Stiskani strešniki

- 41 Stiskani strešniki se izdelujejo s strojem, s stiskanjem kalupov. Imajo obliko pravokotne plošče dolžine 400 mm, širine 218 mm pri strešnikih z enojnim utorom, ter 238 mm pri strešnikih z dvojnimi utorom; debelina 14 mm na najtanjšem mestu, izvzemši v utorih.

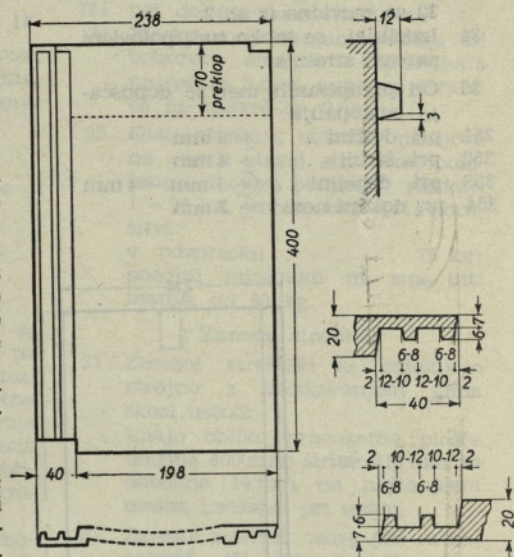
- 42 Stiskan strešnik more biti reb-rast ali valovit, ti predpisi ne predpisujejo detaljno obliko plošče strešnika, vendar je potrebno, da izpolnjuje sledeče pogoje:
- 421 Stiskani strešniki z enojnim vzdolžnim utorom se prekrivajo v prečni smeri na širino 20 mm, z dvojnimi vzdolžnimi utorom pa na širino 40 mm.
- Najmanjša globina utora mora biti 6 mm, dočim morajo biti

rebra, ki so prilagojena utorom na dnu debela 6–8 mm.

- 422 V vzdolžni smeri se stiskani strešniki prekrivajo za najmanj 70 mm. Z ustreznimi utori mora biti urejen odtok vode in medsebojna povezava strešnikov.
- 423 Robovi strešnikov morajo biti tako oblikovani, da preprečujejo odtekanje vode iz strešne ploskve v utore.
- 424 Na spodnji strani stiskanega strešnika mora biti izdelan nos z najmanjšo višino 12 mm; mesto enega nosa se napravita lahko tudi dva ali pa še celo daljše rebro.
- Stranica nosa, s katero se naslanja na strešne letve, mora biti poševno prirezana (navznotraj) za največ 3 mm.
- 425 Na spodnji strani strešnika se more napraviti prečno rebro, ki je preluknjano, da je možno pričvrstiti strešnik z žico na letve.



Slika 3.



Slika 4.

Premer luknjice naj bo 2 mm.

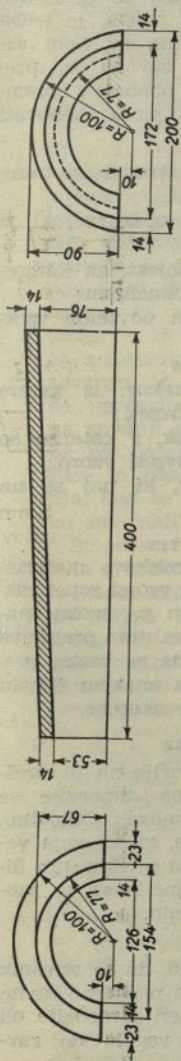
- 43 Predpisane zahteve odstavkov 41 in 42 so razvidne iz slik 3 in 4.
- 44 Izdelujejo se lahko tudi polovični stiskani strešniki.
- 45 Od predpisanih mer se dopušča sledeča odstopanja:
- 452 pri širini . . . ± 0 mm
- 451 pri dolžini . . . ± 10 mm
- 453 pri debelini . . . ± 1 mm—4 mm
- 46 Ploskev stiskanega strešnika sme biti zvita (izkrivljena največ za 5 mm; vzdolžne srtnice pa največ za 2 mm).
- 47 Za porušeno obtežbo pri upogibnem prizkusu velja isto, kot pri zarezem strešniku pod toč. 37.

### 5. Slemenjak, žlebak ali korec

- 51 Gladki slemenjaki ali korci se izdelujejo v obliki žleba, ki je po dolžini nekoliko stisnjen. Dolžina teh slemenjakov je 400 mm; presek je krožni segment čigar celotna višina na šir-



šem korcju znaša 90 mm, a celotna širina na istem delu 200 mm. Debeljina stene je 14 mm. (Glej sl. 5).



Slika 5.

- 52 Obe strani slemenjaka morata biti izdelani gladko.
- 53 Od predpisanih mer se dopuščajo sledeča odstopanja:
- 531 p<sup>r</sup> dolžini . . . . .  $\pm 10$  mm
- 532 pri širini . . . . .  $\pm 4$  mm
- 535 pri višini . . . . .  $\pm 2$  mm
- 534 pri debeljini . . . . .  $\pm 2$  mm
- 54 Slemenjaki ne smejo biti izkrivljeni za več kot 6 mm, robovi ne za več kot za 6 mm.
- 55 Obtežba pri poružitvi, ugotovljena pri preizkusu na upogib pri koncentrirani sili v sredini podpor v razdaljini  $l = 10$  cm, mora biti v povprečku . . . . . 150 kg  
poedini minimum . . . 120 kg

### 6. Slemenjak z utorom

- 61 Slemenjak z utorom se izdeluje strojno, s striskanjem kalupa v obliki polovične cevi. Njegova dolžina je 435 mm, celotna vunanja širina je 210 mm, debeljina stene najmanj 10 mm (glej sl. 6).
- 62 Slemenjaki se pri pokrivanju med seboj prekrivajo z utorom in rebrom. Prekrivanje znaša 30 mm, vmesni prostor služi za izpolnitev z malto.
- 63 Od predpisanih mer se dopuščajo sledeča odstopanja:
- 631 pri dolžini . . . . .  $\pm 8$  mm
- 632 pri širini . . . . .  $\pm 4$  mm
- 633 pri debelini . . . . .  $\pm 2$  mm
- 64 Izkrivljenost ploskev in robov ne sme presegati 6 mm.
- 65 Obtežba pri poružitvi mora ustrezati tč. 55.

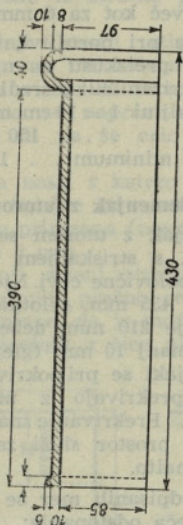
### 7. Preiskava strešnikov

- 71 Vzorci, na katerih se izvede preiskava, morajo resnično predstavljati povpreček proizvodnje oziroma dobave.

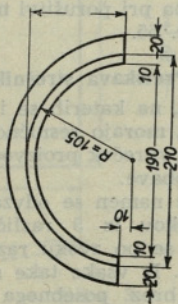
V ta namen se odvzame po 10 strešnikov iz 5 različnih mest, kateri se po zvoku razdelijo v 5 skupin. Iz vsake take skupine se nato brez posebnega izbiranja

vzame po 5 strešnikov, skupno torej 25 strešnikov za vse preiskave, ki jih predvidevajo ti predpisi.

- 711 Če se izvršijo samo nekatere preiskave, mora biti število odbranih vzorcev najmanj za 5 večje od



Slika 6.



števila vzorcev, ki so potrebni za izvedbo dotičnih preiskav.

- 712 Vsak odbrani vzorec je treba označiti s podpisom ali posebnim znakom. V kolikor se preiskave ne vrše na licu mesta, je treba vzorce v primerno močnem zaboju odpremiti zavodu za preiskavo materiala obenem s spremnim pismom, ki mora vsebovati sledeče podatke:

popoln naslov stranke, ki naroča preiskavo;

popoln naslov opekarne, ki je strešnik izdelala;

gradbišče in objekt, za katerega je strešnik namenjen;

kraj in datum odvzema vzorcev;

vrsta strešnikov;

količina strešnikov, iz katere so bili vzorci odvzeti;

podpis ali znak, s katerim so bili označeni odvzeti vzorci;

vrste preiskav, ki naj se na vzorcih izvrše.

- 72 Razvrstitev vzorcev

V zavodu za preiskavo materiala se dostavljeni vzorci zopet razvrste v 5 skupin po zvoku, narkar se glede na zahteve preiskave razdelijo tako, da se vsaka preiskava izvede na enakem številu vzorcev iz vsake skupine.

- 73 Velikost in oblika

Velikost se ugotavlja na 10 strešnikih. Posamezne dimenzije se merijo na dveh mestih. Odločilno je tisto merjenje, ki izkazuje večje odstopanje od predpisanih dimenzij. Posamezne mere se zaočkrožijo na cele mm.

- 731 Izkrivljenost

se ugotavlja tako, da se strešnik z licem položi na primerno ravno ploskev ter odmerijo razdalje od privzdignjenega vogala do ravnine.

### 7311 Izkrivljenost robov

se ugotovi tako, da se na posamezni rob položi ravno ravnilo in odmeri največje odstopanje robu od ravnila.

### 74 Vodopropustnost

Vodopropustnost se ugotavlja na 5 strešnih. Ob robovih strešnika se napravijo 70 mm visoke stene, ki jih s primernim materialom pritrdimo in zagostimo, tako da tvori strešnik dno tako nastale posode. Nato se v tako posodo nalije voda do 50 mm višine, računajoč od najglobljega dela strešnika, vendar mora biti najvišji del strešnika vsaj 10 mm pod vodo. Prostor, v katerem se izvaja ta poskus, mora imeti temp. + 18 do + 20° C in oziroma relativne vlage 70 %. Pri opazovanju, ki traja najdalj 6 ur, se ugotavlja kdaj so nastopile na spodnji strani strešnika vlažne lise, kdaj so se pojavile kapljice in kdaj je prišlo do kapljanja. Čas se računa od trenutka, ko smo nalili nad strešnik vodo.

Stopnja vodopropustnosti se izračuna s količnikom, ki ga dobimo, če maks. dobo opazovanja ( $t_0$  je 6) delimo s dobo, v kateri je prišlo do kapljanja. Za uporaben smatramo tak strešnik, pri katerem ni prišlo do kapljanja pred 2 urama, pri čemer je stopnja vodopropustnosti  $6/2 = 3$ .

Stopnja propustnosti mora biti torej vedno manjša od 3. Posamezno nastopanje kapljic ne sme nastopati pred 1,5 ure.

### 75 Obstojnost na mrazu

Obstojnost na mrazu se ugotavlja na 5 z vodo napojenih strešnih. Strešniki se najprej do stalne teže suše pri temperaturi 105 do 110° C. Po ohlilitvi na suhem prostoru se stehajo s točnostjo 1 gr., nakar se postavijo v vodo s temperaturo 15 do 20° C do polovične širine. Po preteku dveh

ur se voda dolije do 3/4 širine, po ponovnih 22 urah se dolije toliko vode, da so strešniki popolnoma pod vodo. Nato se izpostavi 15 krat zmrznjenju pri temperaturi — 15 do — 20° C in to vsakokrat za dobo 5 ur. Med vsako fazo zmrzovanja se za 5 ur vložijo v vodo sobne temperature. Ako se po tem postopku ne pojavijo nobeni znaki zmrznjenosti t. j. luščenje ali razpadanje, se smatra, da je strešnik obstojen na mrazu.

Poškodbe vsled zmrzovanja se morejo v sumljivih primerih ugotoviti s primerjanjem teže suhih strešnikov pred namakanjem in teže osušenih strešnikov po zmrzovanju. Sprememba v teži ne sme biti večja od 3%. V izvidu o preiskavi obstojnosti na mrazu je potrebno navesti, po katerem ciklusu zmrzovanja so se pokazale prve poškodbe.

### 76 Odpornost proti udarcu

Odpornost proti udarcu se ugotavlja na 5 suhih strešnih. Strešnik se postavi na valjasta ležišča v razdalji 20 do 30 cm, na isti način kot pri ugotavljanju upogibne trdnosti, le da tu ni potrebno napraviti na strešnih mavčnih trakov. Iz višine 25 cm se nato spusti na sredo strešnika jeklena krogla teže 500 gr. Strešnik se pri tem ne sme razbiti.

### 77 Trdnost pri upogibu

Trdnost pri upogibu se ugotavlja na 5 suhih strešnih. Strešniki se posamezno vstavljajo v preizkuševalni stroj z razdaljo podpor, ki ustreza vrsti strešnika. Obremenitev se vrši v sredini razpona na gornji strani preko posebnega ležišča. Ležišča so valjaste oblike premera 20 do 30 mm ali prizmatična z zaobljenimi robovi. Od teh ležišč marata biti

dve vrtljivi ravnini pravokotni na dolžino strešnika. Zaradi enakomerne porazdelitve obremenitve je potrebno na spodnji strani strešnikov napraviti mavčne trakove v ustrezni razdalji in sicer 20 mm široke in 5 mm visoke. Obremenitev se mora vršiti enakomerno stopnjujoče brez sunkov s hitrostjo največ 5 kg/sek.

771 Meri se sila v kg, pri kateri nastopi prelom.

772 Srednja vrednost se določi z aritmetično sredino petih posameznih rezultatov. Minimalna trdnost pri upogibu je najslabši posamezni rezultat od petih poiskusov.

#### 78 Izločanje apna

Pet tsrešnikov se pusti ležati dve uri v vodi. Nato se pustijo

14 dni v prostoru z relativno vlago 100%. Ves ta čas ne smejo strešniki izkazati nikakega luščenja ali razpadanja ter pojavljanja apna.

#### 79 Izločanje soli

Vsebina magnezijevega sulfata se ugotovi tako, da se drobno zmlet strešnik preseje na situ z 1600 luknjicami na 1 dm<sup>2</sup>, nakar se z ekstrakcijo ugotovi vsebina MgCO<sub>4</sub>, ki ne sme biti večja od 0,05%.

791 Ugotavljanje magnezijevega sulfata je treba posebej zahtevati i sicer le tedaj, če ohostoja za to upravičen sum.

Poleg omenjenega teksta vsebuje predlog tega standarda še poglavja o pogojih za dobavo strešnikov, uporabnost poškodovanih strešnikov in navodila o načinu pokrivanja streh.