

POSTARINA PLACENA U GOTOVU!

2

# Ceste i mostovi

ZAGREB

VELJAČA – 1969.

GODINA XV



# Roads and Bridges

Periodical for Designing, Construction, Maintenance of Roads and Bridges and for Road Traffic  
February 1969. No. 2  
Volume XV

## CONTENTS

Prof. Dr. Josip Grčić, Zagreb An Experimental Investigation of Snow Drifting Problem on the New Road Karlobag-Gospic (Kubus Tunnel)	49
Makso Pahor, Zagreb The Report of the Discussion Led at the Meeting on 10 January, 1969 in Zagreb	56
Stjepan Lamer, Zagreb Construction of Big Tunnels in Switzerland, Zagreb	60
Anton Vrečko, Zagreb Winter Service in the New Conditions of Traffic Increase and Road Modernization on the Territory of the Enterprise for Road Maintenance, Zagreb	71
Vladimir Kos, dipl. inž., Zagreb Temporary Instructions for Injecting the Cement Mortar in the Canals for Prestressing, Recommendations for the Mortar for Injecting and Injecting of the Canals for Prestressing	74
Ervin Majetić, Zagreb From Foreign Periodicals	76
Ervin Majetić, Zagreb Discussion on Traffic Safety in the Assembly Committees of Social Republic of Croatia	77
Maksimilijan Vukelić The New Service of Informations of Highway Research in the USA	84
Ervin Majetić, Zagreb From the Yugoslav Society for Roads	86
Milan Sporičić, Zagreb In Memoriam - Viktor Sipek	90
Congresses, Consultations, Seminars, Exhibitions	91

# Ceste i mostovi

Časopis za projektiranje, gradnju, održavanje cesta i mostova i celoviti saobraćaj  
Godina XV Broj 2  
Veljača 1969.

## SADRŽAJ

Josip Grčić, prof. dr. inž., Zagreb Eksperimentalno istraživanje problema snježnih zapuha na novoj cesti Karlobag-Gospic (tunel Kubus)	49
Makso Pahor, dipl. inž., Zagreb Prikaz diskusije vodene na sastanku održanom 10. 1. 1969. u Zagrebu u organizaciji Društva za ceste Hrvatske	56
Stjepan Lamer, dipl. inž., Zagreb Izgradnja velikih tunela u Švicarskoj	60
Anton Vrečko, dipl. inž., Zagreb Zimska služba u novim uvjetima povećanja saobraćaja i modernizacije cesta na području Poduzeća za ceste Zagreb	71
Vladimir Kos, dipl. inž., Zagreb Privremene smjernice za injektiranje cementnog morta u kanale za prednaprezanje	74
Ervin Majetić, Zagreb Internacionalne preporuke za mori za injektiranje i injektiranje kanala za prednaprezanje	76
Ervin Majetić, Zagreb Sa stranica inozemnih časopisa	77
Ervin Majetić, Zagreb Raspreda o sigurnosti saobraćaja pred obaranim Saboru SR Hrvatske	78
Maksimilijan Vukelić, dipl. inž., Zagreb Nova služba informacija istraživanja autoputova u USA	84
Ervin Majetić, Zagreb Iz Jugoslavenskog društva za putove	86
Milan Sporičić, Zagreb In memoriam Viktoru Sipeku	90
Kongresi, savjetovanja, seminari, izložbe	91

## POZIV NA KOLEKTIVNO UČLANJENJE

Časopis »Ceste i mostovi« Društva za ceste Hrvatske, člana Jugoslavenskog društva za putove, ponovo redovito izlazi. Pozivamo sve kolektive čija djelatnost zadire u područje cestogradnje, mostogradnje i općenito cestovnog saobraćaja da se učlane u Društvo za ceste Hrvatske. Časopisu »Ceste i mostovi« je osnovna svrha da članstvo upozna s najnovijim dostignućima i iskustvima u projektiranju, gradnji, održavanju cesta i svim akcijama na unapređenju cestovne mreže. Kolektivna članarina određuje se razmjerno veličini poduzeća kolektivnog člana.

<b>Bruto-predjuht poduzeća</b>	<b>Kolektivna članarina godišnje dinara</b>
a) do 2.000.000	500
b) do 4.000.000	1000
c) do 6.000.000	2000
d) do 20.000.000	4000
e) preko iznosa od 20.000.000	6000

Uredništvo: editor, inž. glavni i odgovorni urednik, Vladimir Bedeković, dipl. inž., zamjenik glavnog i odgovornog urednika, članovi: Ivo Baranjes, Mirko Babić, Miroslav Baranjes, Miroslav Baranjes, dipl. inž., Milan Lamer, dipl. inž., Ervin Majetić, Makso Pahor, dipl. inž., Aleksandar Časarić, dipl. inž., Ulica Šonje-Cmić, prof., Dolimir Valentić, dipl. inž., na cesti Karlobag-Gospic, Zagreb, izlazi mjesечно. Zira račun bank. Zagreb 3011-1033. Tisk štamparije »Vjesnik«, Zagreb, Ljubitelc Grotovac b. b., tel. 515-555.

Slika s naslovne stranice: Cesta Karlobag-Gospic, dionica Karlobag-Sušani  
Foto: Ladislav Jurčić, Zagreb

## Ceste i mostovi

- RADNE ORGANIZACIJE UČLANITE SE KOLEKTIVNO U DRUŠTVO ZA CESTE HRVATSKE
- PREPLATITE SE NA ČASOPIS »CESTE I MOSTOVI«
- OGLAŠUJTE U ČASOPISU »CESTE I MOSTOVI«

# PROJEKTI BIR

## ZAGREB

Palmotičeva 45  
Telefon: 37-986

## PROJEKTIRA SVE VRSTE NISKOGRADNJI

GRAĐEVNO PODUZEĆE

# HIDROTEHNA

ZAGREB

Ulica Svetozara Markovića br. 3

Telefon br. 412-500, 412-483

Pošanski pretnac br. 103

Izvodl sve radove iz oblasti hidrotehnike, niskogradnje, visokogradnje i industrogradnje

IMA VLASTITI PROJEKTNI BIRO I PLOVNI PARK

GRAĐEVNO PODUZEĆE

# »GRADNJA«

OSIJEK, Gornjodravška obala 25, tel. 38-80, 34-55, 34-66

IZVODI SVE VRSTE RADOVA NISKOGRADNJE I VISOKOGRADNJE

IMA VLASTITI VOZNI I STROJNI PARK

# IGH

## Institut građevinarstva Hrvatske

ZAGREB, JANKA RAKUŠE 1 – TEL. 514-600

### PREUZIMA NALOGE I OBAVLJA:

- naučnoistraživačke i unapređivačke radove iz svih područja građevinarstva;
  - sva ispitivanja građevinskih materijala i materijala za građevinarstvo;
  - sva ispitivanja građevinskih elemenata i prefabrikata;
  - sve vrste ispitivanja tla za visoko i niskogradnju, uključivo sve vrste sondažnih radova;
  - sva ispitivanja gotovih zgrada (zvučna, toplinska, vodotoziona);
  - sva ispitivanja gotovih konstrukcija mostova, hala i sl. i njihovih konstruktivnih elemenata;
  - na bazi teoretskih i eksperimentalnih studija i ispitivanja, sastavlja recepture za sve vrste betona, zbuca, mortova, izolacionih masa, asfalta za kolovoze, hidrotehničke radove i hidroizolacije;
  - obavlja stručne provjere statičkih proračuna za sve vrste konstrukcija;
  - rješava probleme fundiranja u visoko i niskogradnji, kao i probleme sanacije odrona i klizišta tla;
  - rješava probleme sanacija zgrada, mostova i brana;
  - rješava probleme stabilizacije i konsolidacije svojih vrsta tla injekcionim masama, odnosno drugim odgovarajućim sistemima.
- SVOJIM NARUDBAMA INTERESNI SE MOGU OBRACATI I NA PODRUČNE ISPOSTAVE OVOG INSTITUTA KOJE SU OPREMLJENE STRUČNO I INSTRUMENTIMA DA U ODREĐENIM OKVIRIMA I SAHE OBAVLJAJU POJEDINE ZADATKE NAVEDENE DJELATNOSTI INSTITUTA.

### NAŠE ISPOSTAVE SU:

INSTITUT GRAĐEVINARSTVA HRVATSKE, ISPOSTAVA SPLIT,

ULICA OSLOBODENJA 14, TELEFON 25-61

INSTITUT GRAĐEVINARSTVA HRVATSKE, ISPOSTAVA OSIJEK,

TRG VLADIMIRA NAZORA 24, TELEFON 43-48

INSTITUT GRAĐEVINARSTVA HRVATSKE, ISPOSTAVA RIJEKA,

NARODNOG USTANKA 103, TELEFON 22-727

INSTITUT GRAĐEVINARSTVA HRVATSKE, ISPOSTAVA SKOPJE,

ULICA 254 BR. 8, TELEFON 35-617

INGENJERSKI PROJEKTNI BIROR

Zagreb

Spedište Biroa: Draškovićeva 35, tel. 415-218, 416-242  
Arhitektonska grupa: Petrinjska ul. 7/IV tel. 32-573

Projektira: Elektroinstalacije (jaka i slaba struja)

Klimatizacije

Rashladne uređaje

Centralna grijanja

Vodovod i kanalizacije

Konstrukcije

Statiku

Niskogradnju

Arhitekturu

Geodeziju

Žiro račun broj: 301-1-5181

»PROJEKT«

PROJEKTNO PODUZEĆE  
ZAGREB

Trg Maršala Tita br. 8/II

Telefoni: 35-284, 38-807, 36-128 — Brojovi: PROJEKT ZAGREB

— Poštanski pretinac broj 467 — Žiro račun broj: 400-18-1-1317

građevinsko projektiranje

geodetsko projektiranje  
hidrograđevinsko projektiranje

agrarne operacije

arhitektonsko projektiranje

# Ceste i mostovi

Časopis za projektiranje, građenje, održavanje cesta i mostova i cestovni saobraćaj  
VELJAČA – 1969. GODINA XV BROJ 2  
ZAGREB

JOSIP GRČIĆ, prof. dr inž., Zagreb

## EKSPERIMENTALNO ISTRAŽIVANJE PROBLEMA SNJEŽNIH ZAPUHA NA NOVOJ CESTI KARLOBAG–GOSPIĆ (tunel Kubus)

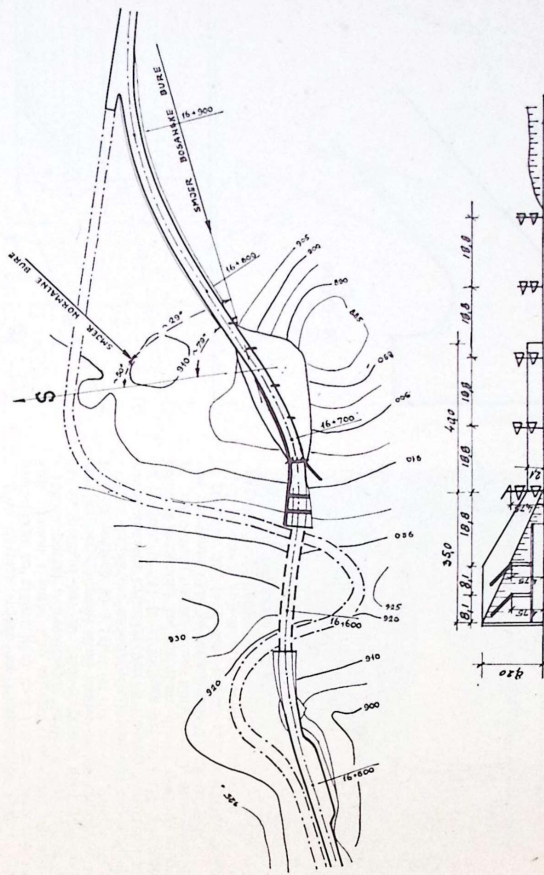
(Nastavak iz prošlog broja)

Medutim ovu je varijantu trebalo dopuniti s obzirom na zapuhe stvorene na cesti izvan djelovanja vjetrobrana (vidi prilog 9). Portal sa skošanim zidovima na gornjem kraju s dodatnim trokutnim portalom prema prilogu br. 9, smanjuje brzinu vjetra za cca 35% u odnosu na brzine u tunelu bez dodatnih portala. Za smanjivanje zapuha na nasipu ceste bilo je potrebno produljiti bočni vjetrobran za 40,0 m u odnosu na prethodnu varijantu. Trokutasti deflektori vjetra smješteni uz desni rub ceste potpomažu znatno u skretanju snijega sa ceste na bočnu stranu nasipa i time smanjuju promosnje snijega duž ceste u tunel.

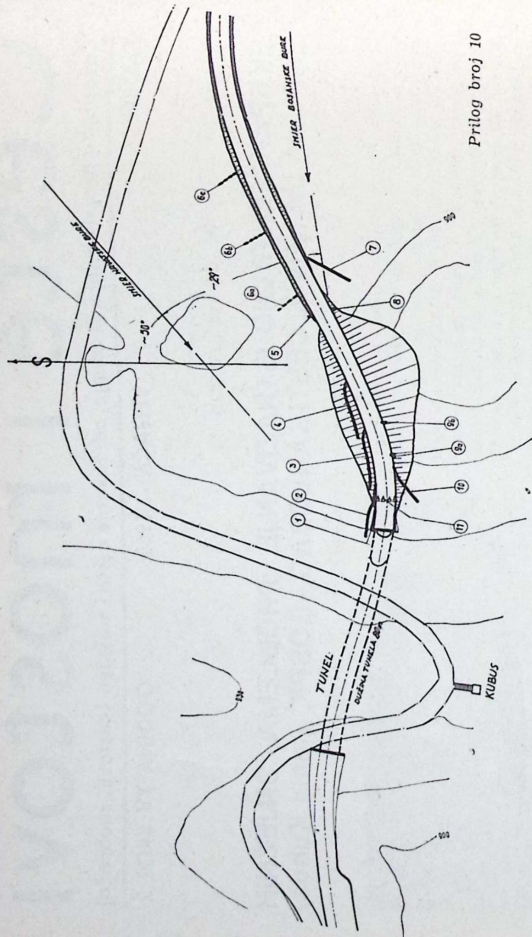
Ova bi se varijanta mogla predložiti za izvedbu ali se smatra da u tunelu ima još previše nanesenog snijega. Za vrijeme mirnog sniježenja napadali snijeg uz vjetrobran duž lijevog ruba ceste ne može biti nikada vjetroom odstranjen već izravno odnesen u tunel.



Sl. 14. Snježni zapusi na cesti kod izlaza portala bez ugrađenih snijegobrana i vjetrobrana (usporedi sa sl. 24).



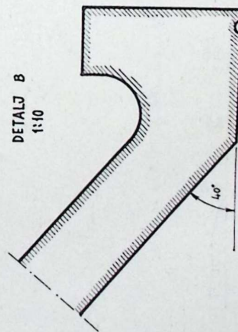
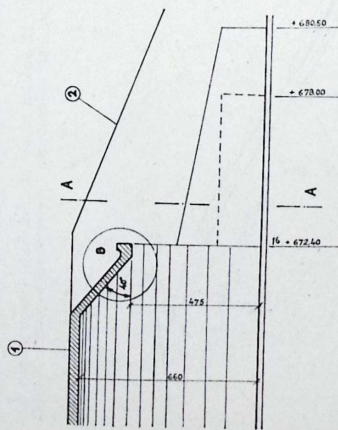
Prilog broj 9



Prilog broj 10

IV. Snjegobrani i vjetrobrani, predloženi za izvedbu

4. 1. Opis razvojnih faza  
Prilikom istraživanja opisanih varijanata primijećeno je da usjek izlaznog portala djeluje kao »lijevak«



Prilog broj 11

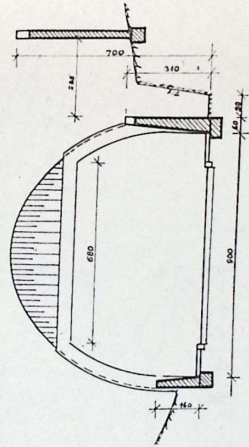
koji koncentriira količinu zraka od vjetra na ulazu u tunel čime se dobije relativno veliko brzina vjetra u tunelu.

Da bismo ulaznu površinu za vjetar smanjili na mogući minimum »izvučena« je cijev tunela posve izvan terena, i to do stacionaže 16 + 672,40 (vidi prilog 10. i 11). Time je tunel produžen za 22,64 m. Radi deflektiranja vjetra gornji dio tunelske kalote je skosen pod 40° (vidi prilog 11).

Kao daljnja mjera za smanjivanje brzine vjetra predviđaju se zidovi broj 2, 3 i 4 uz lijevi rub ceste koji ujedno i služe kao snjegobrani (vidi priloge 10. i 12), te portal s trokutastim krilima označen brojem 11 na prilogu br. 10 (vidi i prilog broj 13). Isključivo kao snjegobrani služe zidovi br. 6a, 6b, 6c, 7 i broj 10 (vidi priloge 10. i 14).

Kao deflektori za odvlačenje snijega sa ceste služe još trokutasta krila br. 9a, 9b i bočna trokutasta krila na portalu br. 11 (vidi priloge br. 10 i 13). Trokutasta krila (4 komada) na gornjem dijelu portala nagrnuta su pod 45° u odnosu na horizontalu. Razvojne faze ove varijante vide se na slikama 21, 22, 23. i 24.

Na slici 22. je dodan portal s trokutastim krilima i još posebna pojedinačna trokutasta krila duž ceste



Prilog broj 12

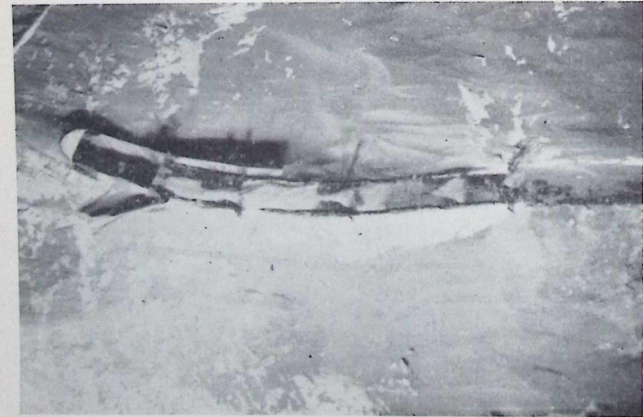


Sl. 20. Pogled na vjetrobrane i snjegobrane prema crtežu na prilogu br. 9

na nasipu. U odnosu na sl. 21. na cesti kao i u tunelu je znatno manje snijega ali je cesta na nasipu još uvijek neprohodna. Isto tako u usjeku oko stacionaže 16 + 800 imade još mnogo snijega (sl. 22). Na slici 23. učinjena je znatna promjena u odnosu na starije od sl. 22. Vjetrobran uz lijevi rub ceste je razdijeljen na dva samostalna zida koji se nešto preklapaju u međusobnom razmaku od cca 1,50 m. Time se snijeg, koji se je taložio uz vjetrobran a djelomično pronosio u tunel, ispuše izvan kolovoza ceste. Osim toga su još dodani snjegobrani br. 6a, 6b, 6c, 17 (vidi prilog broj



Sl. 21. Snježni zapusi na cesti i ispred tunela



Sl. 22. Uz dodatak portala i trokutastih krila, na nasipu imade manje zapuhata u odnosu na sl. 21.

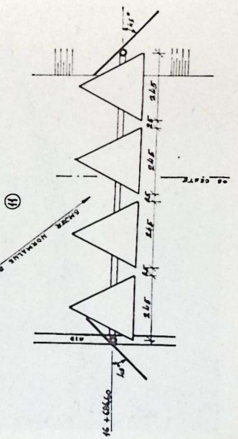
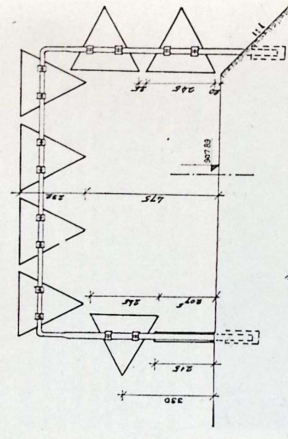
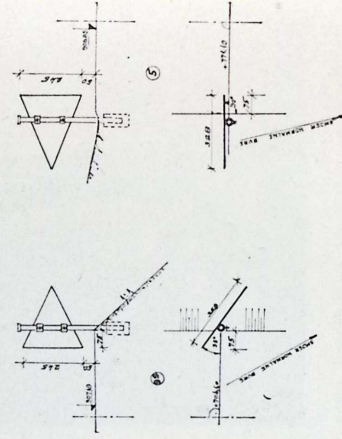
se tumaci time što je otvor za »ispuhavanje« snijega sa ceste između zidova 2, 3, i 4, veći ako nasip ostane prema prethodnom projektu (tj. konture nasipa označene punom crtom na prilogu broj 15).

4. 2. Proračun aerodinamičnog opterećenja na pojedine vjetrobrane i snjegobrane

Na objektima br. 2, 3, 4, 6a, 6b, 6c najveće opterećenje od vjetra nastaje prilikom puhanja normalne bure dok na ostalim najveće aerodinamičko opterećenje prouzrokuje tzv. »bosanska« bura (vidi prilog br. 10).

Iz mehanike fluida je poznato da sila kojom neki strujajući fluid djeluje na nepokretni objekt iznosi:

$$F = C \rho A \frac{V^2}{2} \quad (2)$$



Prilog broj 13

10. Usporedivši ovu varijantu s onom na sl. 22, vidi-mo da na cesti, bilo na nasipu ili u usjeku imade znatno manje snijega. Osim toga je portal s trokutastim krilima pomaknut bliže tunelu tako da je još više smanjena brzina vjetra u tunelu, tj. za cca 40% u odnosu na vjetar koji puše u zoni samog spomenika Kubusa.

Da bismo još više smanjili količinu snijega koja se taloži u neznatnoj visini uz lijevi bok u tunelu, produžen je i razdijeljen na 3 dijela vjetrobran uz lijevi rub ceste (vidi priloge 10, i 12, i sl. 24). U svrhu lakšeg ispuhavanja snijega s nasipa u stranu bio je na desnom rubu od stacionaže 16 + 700 do 16 + 718 odstranjen čelični odbojnik i nadomješten kolobranom.

Slika 24. prikazuje varijantu do koje se došlo nakon 60. Pokusa s raznim varijantama. Ovo stanje je predloženo na priložima broj 10, 11, 12, 13, 14 i 15 pa se predlaže za izvedbu u naravi. Uvjereni smo da će tunel i cesti biti prohodna neposredno do tunela na lijevoj strani i na kraju često puše. Isto tako smatramo da dio ceste, koji je preobito štiti od snježnih zapuha, jer se ovi premanjaju opazivanjima u prirodnoj nameni stvaraju, a napadali su i kod mirnog vremena na prilozima broj 15 prikazani su presjeci presjeci stavljaju eventualnu mogućnost da se sav do zida dena ispitana na modelu. Na samoj cesti neće biti nekih značajnijih promjena u odnosu na sliku 24, ali u tunelu imade nešto više snijega negoli ako nasip ceste s lijeve strane ostane prema prethodnom projektu. To

gdje je: C = koeficijent otpora (ovisan o obliku tijela i Reynoldsovom broju)

ρ = gustoća fluida (ovdje zraka)

A = površina sjene tijela na ravninu okomitu na smjer strujanja fluida

V = brzina strujanja fluida

Da bismo pojednostavili proračun izračunat ćemo aerodinamičko opterećenje na 1 m<sup>2</sup> površine zida, i to ono koje djeluje okomito na zid. Prema tome za 1 m<sup>2</sup> površine sjene vrijedi:

$$F = C \rho \frac{V^2}{2} \quad (2a)$$

$$p = \frac{F}{A} = \sin \alpha \left[ \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right] \quad (2b)$$

gdje je α = kut što ga zatvara smjer puhanja vjetra sa smjerom zida.

Prema tome je:

$$p = C \rho \frac{V^2}{2} \sin \alpha \quad (3)$$

Za nadmorsku visinu od 900 m gustoća zraka je (prema međunarodnoj standardnoj atmosferi):

$$\rho = 0,1145 \text{ kg/m}^3$$

Koeficijenti otpora za zidove možemo vidjeti iz raznih priručnika. Prema [8] su određeni koeficijenti C (u narednoj tablici) za zidove. Koeficijent otpora za trokutasta krila je određen prema [9].

Sva opterećenja od vjetra na pojedine vjetrobrane i snjegobrane prikazana su u stupcima 6, 7, 8, 9, na sljedećoj tablici:

Tabličarni pregled aerodinamičkog opterećenja na pojedine objekte

Objek- kat broj	C	V [km/h]	V [m/s]	V <sup>2</sup> [m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> ]	α <sup>0</sup>	sin α	p [kg/m <sup>2</sup> ]	F [kg]	Napomena
1	2								10
2	2,01	130	36,1	651	51,2	0,780	117	—	
3	2,01	130	36,1	651	32,5	0,537	30,30	—	
4	2,01	130	36,1	651	20,0	0,342	51,3	—	Najveće opterećenje od normalne bure
6 b	1,29	130	36,1	651	90,0	1,0	96,2	—	
7	1,40	110	30,6	468	48,7	0,751	56,4	—	Najveće opterećenje od »bos.« bure
10	1,40	110	30,6	468	29,0	0,485	36,4	—	
5	2,20	110	30,6	468	90	1,0	—	470	
8	2,20	110	30,6	468	90	1,0	—	470	
9 a	2,20	110	30,6	468	90	1,0	—	470	
9 b	2,20	110	30,6	468	90	1,0	—	470	
11	2,20	110	30,6	468	90	1,0	—	1880	
gore								—	470
11	2,20	110	30,6	468	90	1,0	—	—	
11	2,20	110	30,6	468	90	1,0	—	—	
des.								—	940

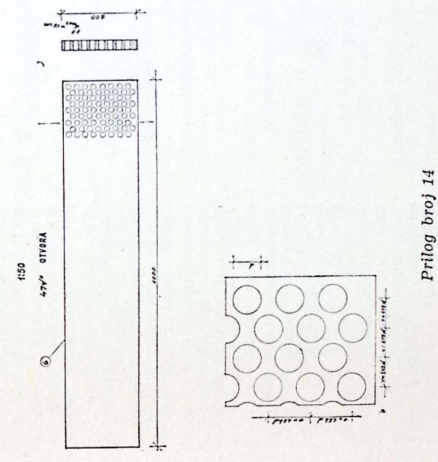
Postoji mogućnost direktnog djelovanja vjetra pod 90° za smjerove između normalne i »bosanske« bure.

ZAKLJUČAK

Veoma teški klimatski uvjeti — jake bure i snježni zapusi — zahtijevali su detaljno eksperimentalno istraživanje problema snijega i jakog vjetra koji bi ugrožavali prohodnost tunela Kubus na novoj cesti Karlovač—Gospić.

Mjerenjem strukture vjetra u predjelu Kubusa, opazanjem snježnih zapuha kroz dvije zime, došlo se do vrijednih podataka na temelju kojih je bilo moguće izvršiti opširnu eksperimentalnu studiju u aerodinamičkom laboratoriju Zavoda za hidrotehniku Građevinskog fakulteta u Zagrebu.

Iako postoje mnogi tipovi snjegobrana i vjetrobrana koji su razvijeni u polarnim krajevima, u SSSR, Danskoj, Finskoj, Kanadi itd., treba kod gradskih terena istraživati lokalne vjetrove i snježne zapuhe, te onda u laboratoriju tražiti optimalne oblike zaštite. Laboratorijska istraživanja i terenska mjerenja vodio dr. inž. Josip Grčić.



Prilog broj 14