

Nalog za ispitivanje: 185/10

RN: 72160804

Zagreb, 2010-04-26

## IZVJEŠTAJ O ISPITIVANJU BR. 2160-051/10

Naručitelj: ZM-DAL d.o.o., Brodarica b.b., HR-22 000 Šibenik

Ugovor/narudžba: ponuda 2160-0-1321/09 od 2009-06-01

Proizvod: Jednostruka element fasada ZM-DAL SKY E70

Proizvođač: ZM-DAL d.o.o., Brodarica b.b., HR-22 000 Šibenik

Datum zaprimanja uzoraka: 2009-12-14 i 2010-02-09

Mjesto ispitivanja: Institut IGH d.d., Laboratorij IGH, Laboratorij za građevinsku fiziku, Janka Rakuše 1, HR-10000 Zagreb

Laboratorijska oznaka uzorka: LGF 018/10 element fasada s otvarajućim dijelom  
 LGF 394/09 element fasada s otvarajućim dijelom  
 LGF 395/09 otvarajući dio s ostakljenjem  
 LGF 396/09 aluminijski profili vertikalni  
 LGF 397/09 aluminijski profili horizontalni

Ispitana svojstva: A dio: zrakopropusnost; B dio: vodonepropusnost; C dio: otpornost na opterećenje vjetrom; D dio: zvučna izolacija; E dio: koeficijent prolaska topline profila  $U_{f,w}$  otvarajućeg dijela element fasade; F dio: koeficijent prolaska topline vertikalnih aluminijskih profila  $U_{f,v-F}$  element fasade i G dio: koeficijent prolaska topline horizontalnih aluminijskih profila  $U_{f,h-F}$  element fasade

Odgovorne osobe:

za A, B, C, E, F, i G dio: Zlatko Franolić

za D dio: Maro Puljizević, dipl. ing. građ.

Voditelj laboratorija:

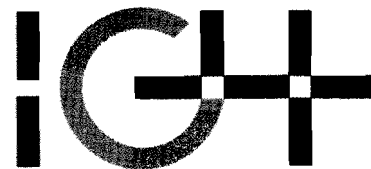
dr. sc. Ivica Kušević, dipl. ing. fizike



Laboratorij za građevinsku fiziku akreditiran je od Hrvatske akreditacijske agencije (HAA) prema zahtjevima norme HRN EN ISO/IEC 17025 za ispitivanja toplinsko-izolacijskih proizvoda za primjenu u graditeljstvu, izabranih ispitivanja: građevnih materijala i proizvoda s obzirom na toplinu, vlagu i akustička svojstva, toplinskih značajki zgrada, svojstava prozora i vrata, boja i lakova, te građevnih materijala i elemenata u požaru, prema Prilogu potvrde o akreditaciji br. 1033/09.

Institut IGH d.d., Zagreb, ovlašten je od Ministarstva zaštite okoliša, prostornog uređenja i graditeljstva Republike Hrvatske za radnje ispitivanja prozora i vrata, evidencijski broj 1/05, ovlaštenje klasa: UP/1 360-01/09-08/12, urbroj: 531-01-09-3 od 9. studenog 2009.

Rezultati ispitivanja odnose se samo na ispitane uzorke. Djelomično umnožavanje ovog izvještaja nije dopušteno bez pismenog odobrenja Voditelja laboratorija.

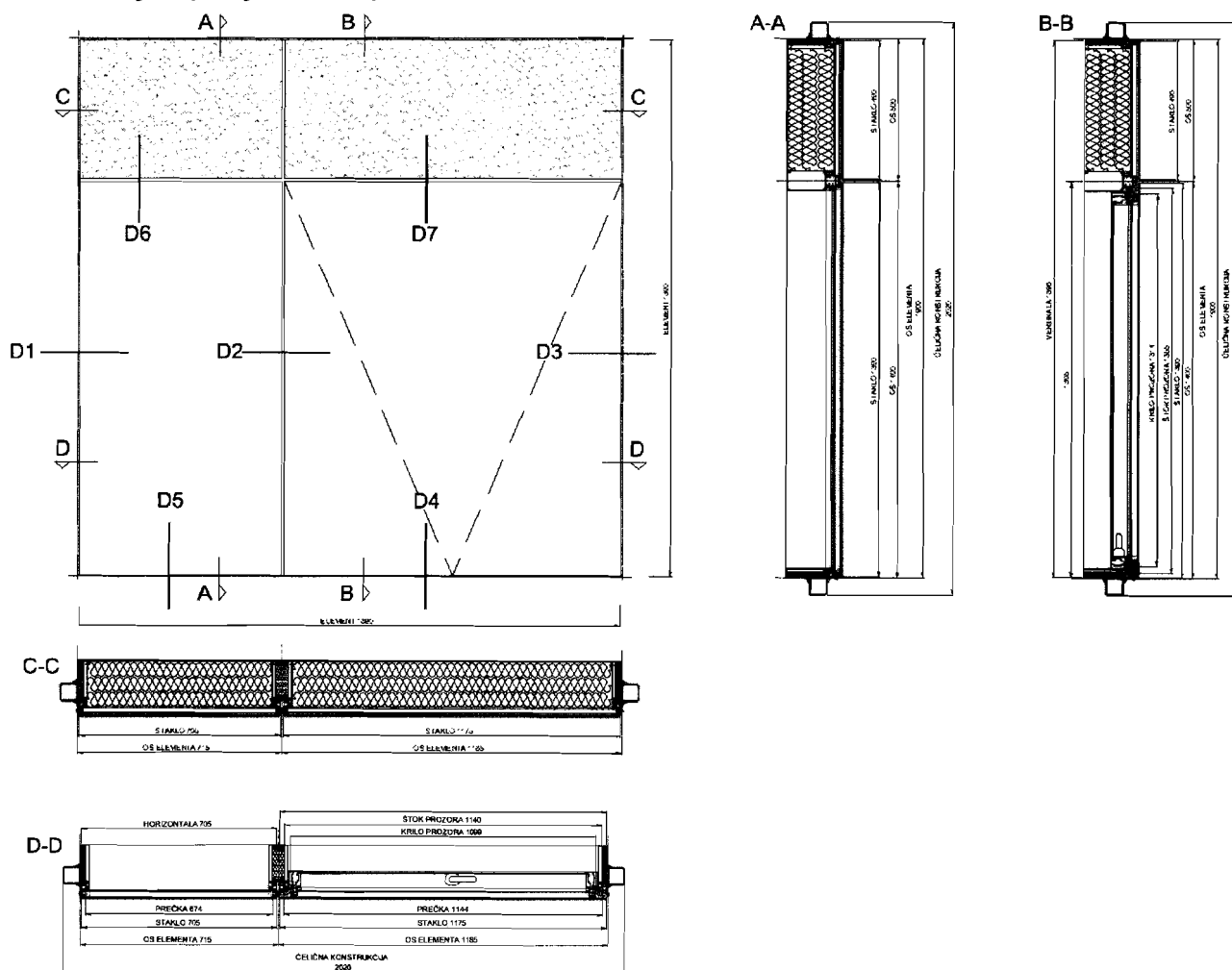


## Opis ispitnih uzoraka:

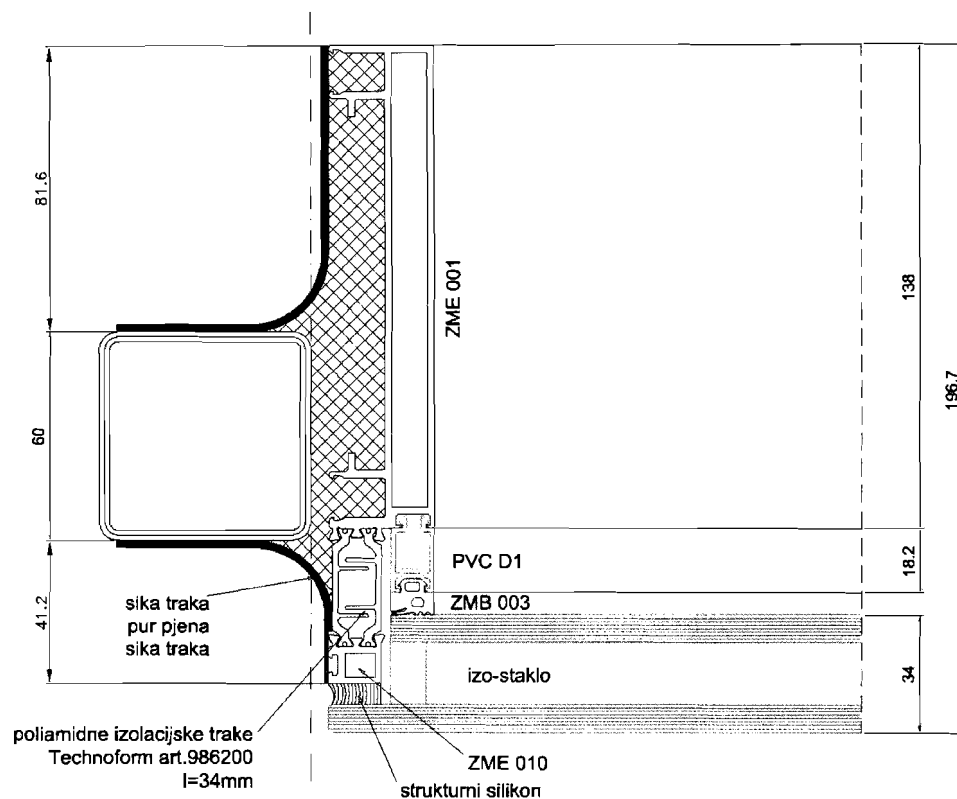
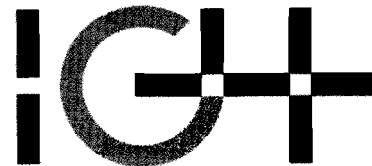
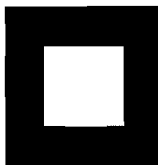
## a) JEDNOSTRUKA ELEMENT FASADA ZM-DAL SKY E70

(ispitni uzorak na kojem je provedeno ispitivanje zrakopropusnosti, vodonepropusnosti, otpornosti na opterećenje vjetrom i zvučne izolacije).

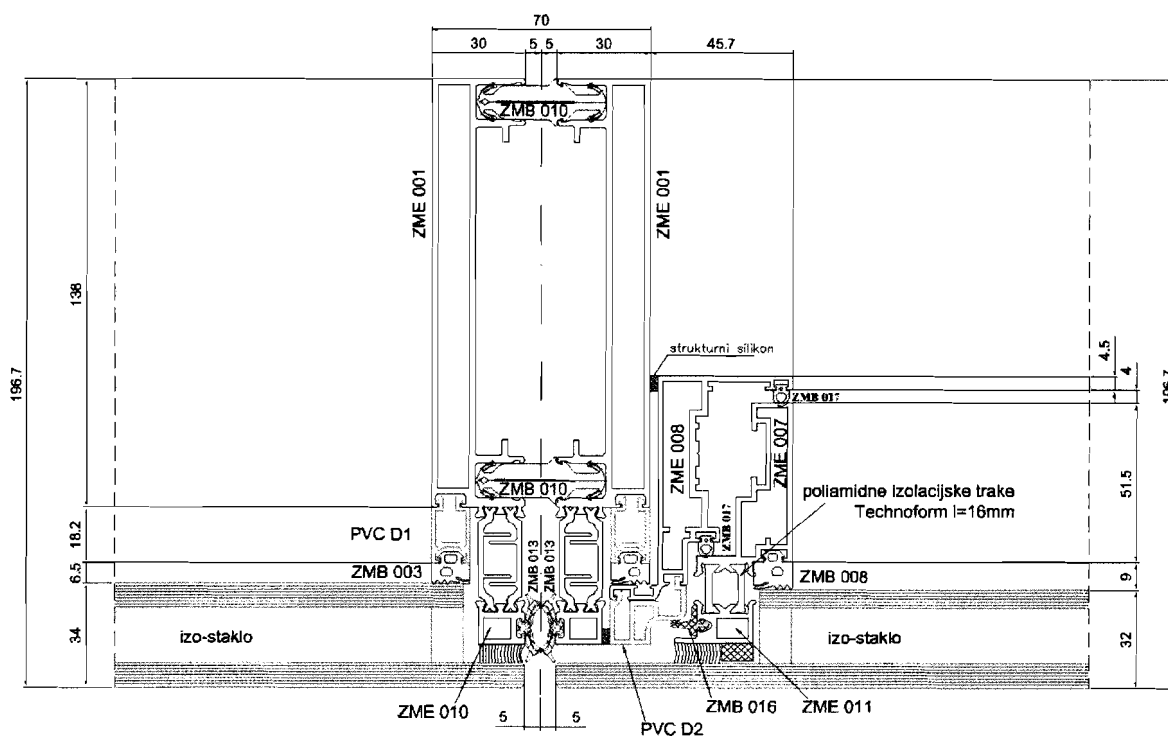
Ispitni uzorak jednostruke element fasade ZM-DAL SKY E70 izrađen je od četiri segmenta: jednog prozorskog otvarajućeg dijela, jednog fiksnog ostakljenja i dva neprozirna fiksna parapetna dijela. Prozorski dio izrađen je kao samostalan prozor (okvir+krilo) unutar elementa za koji se učvršćuje vijcima. Otvara se prema van oko gornje horizontalne osi, ostakljen izolacijskim staklom: 8 mm staklo kaljeno SunGuard Solar Green 20 + 18 mm plin argon + 6 mm staklo low-e, lijepljenim na aluminijski profil krila prozora, te opremljen odgovarajućim okovom za otvaranje (inox škare, ručka i zapinjači). Segment fiksnog dijela ostakljenja ostakljen je izolacijskim staklom: 8 mm staklo kaljeno SunGuard Solar Green 20 + 18 mm plin argon + 8 mm staklo low-e. Neprozirni parapetni dio ostakljen je jednostrukim kaljenim brušenim emajliranim staklom 8 mm SunGuard Solar Green 20. Otvarajući dijelovi fasade (prozori) i fiksni dijelovi imaju identične fuge između stakala od 10 mm. Pričvršćenje stakla (kako IZO tako i jednostrukog) prozorskog, fiksnog i parapetnog dijela izvedeno je lijepljenjem strukturnim silikonskim kitom (Dow Corning) na osnovnu konstrukciju elementa. Skice detalja s presjecima i opisom dane su u nastavku.



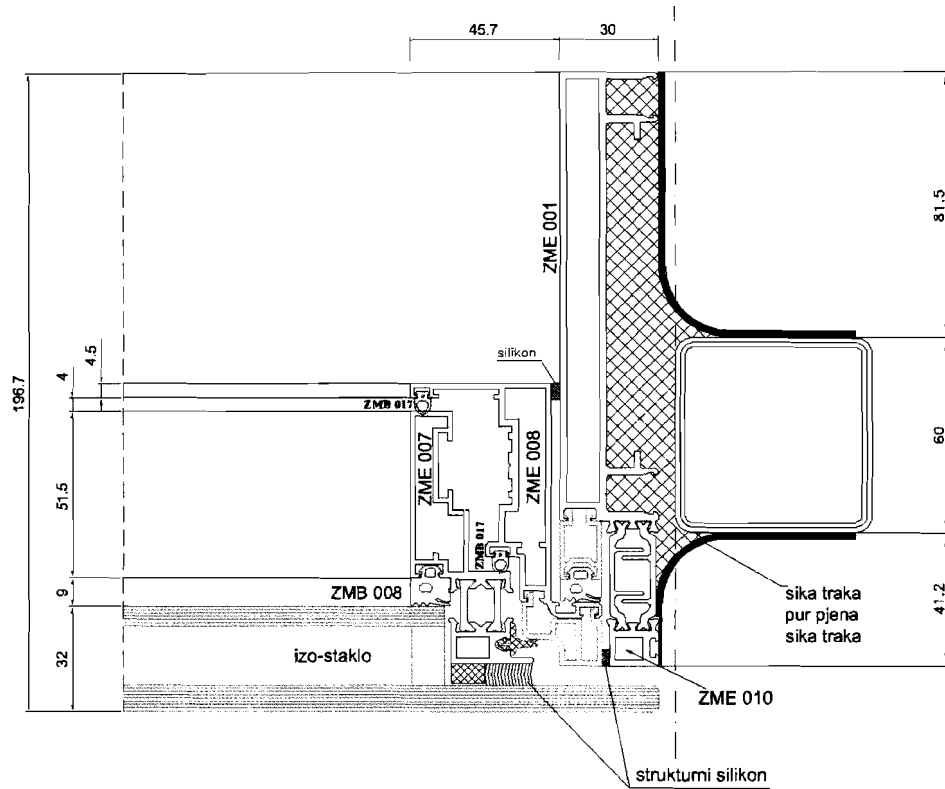
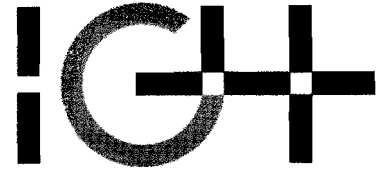
Skica 1: ispitni uzorak jednostruke element fasade ZM-DAL SKY E70 s presjecima.



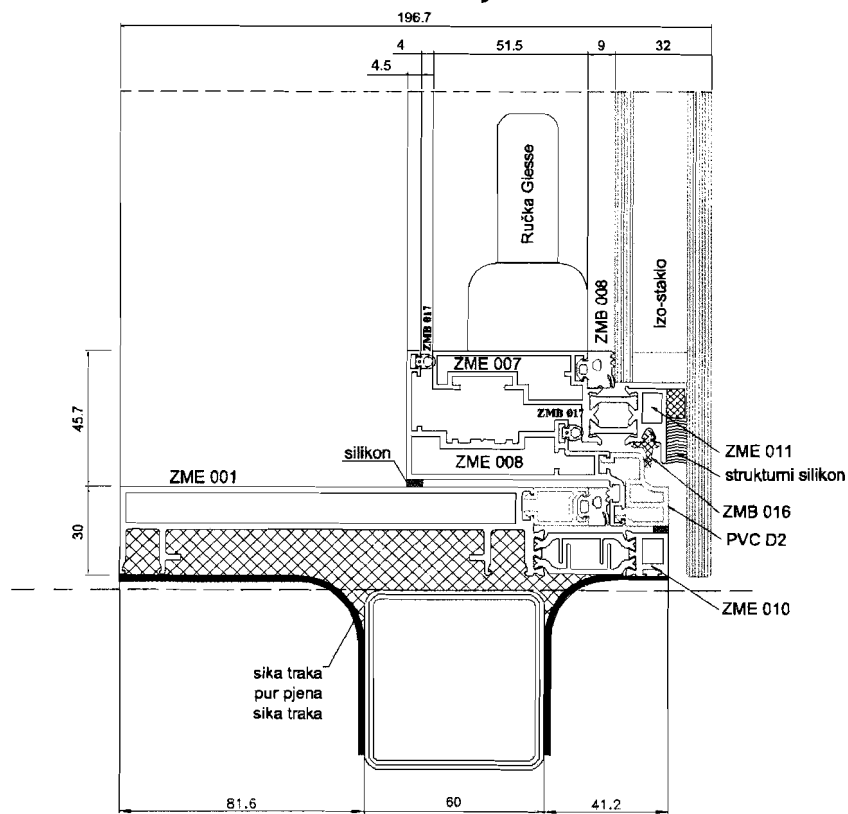
Skica 2: detalj D1.



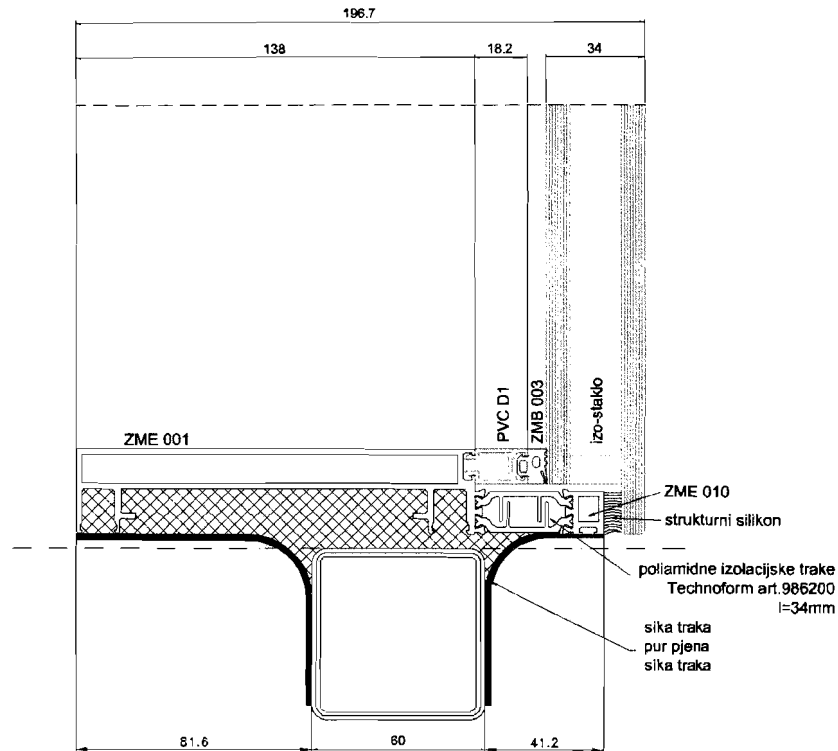
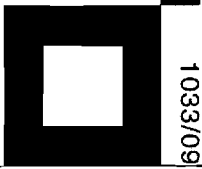
Skica 3: detalj D2.



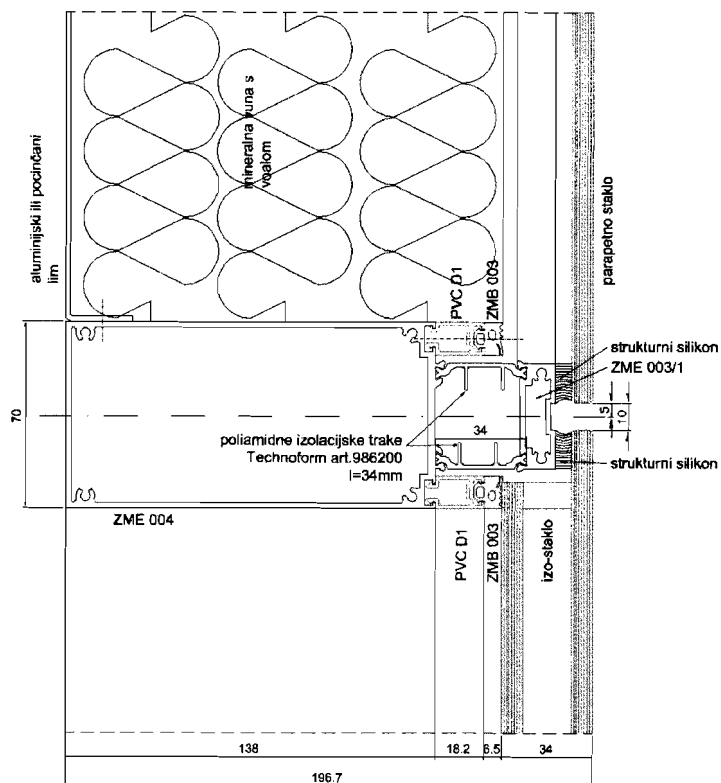
Skica 4: detalj D3.



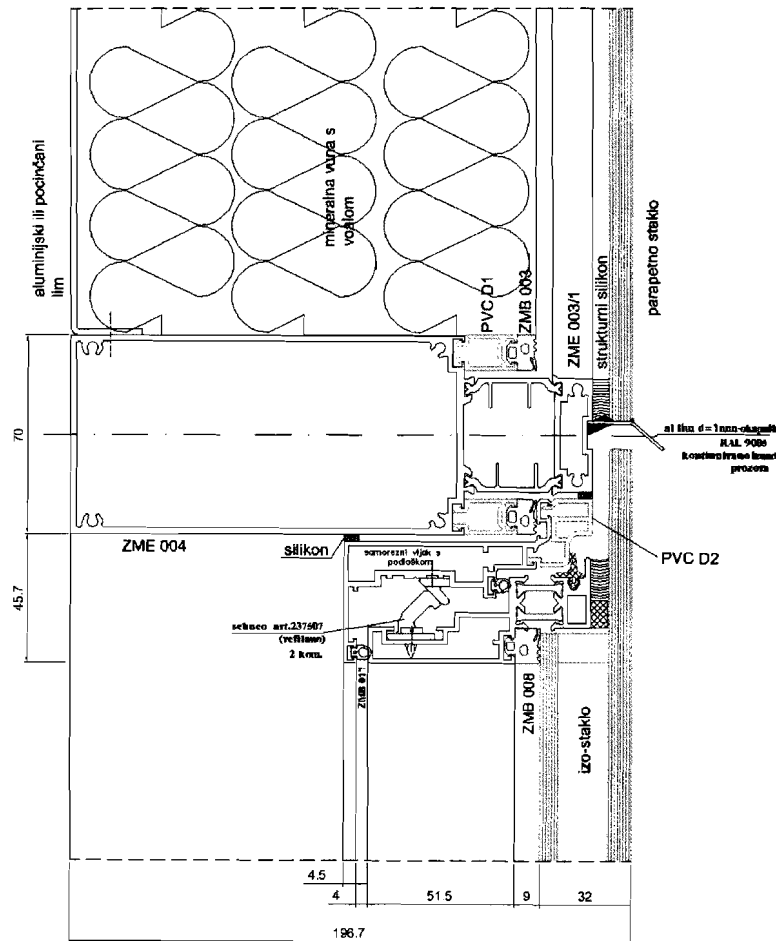
Skica 5: detalj D4.



Skica 6: detalj D5.



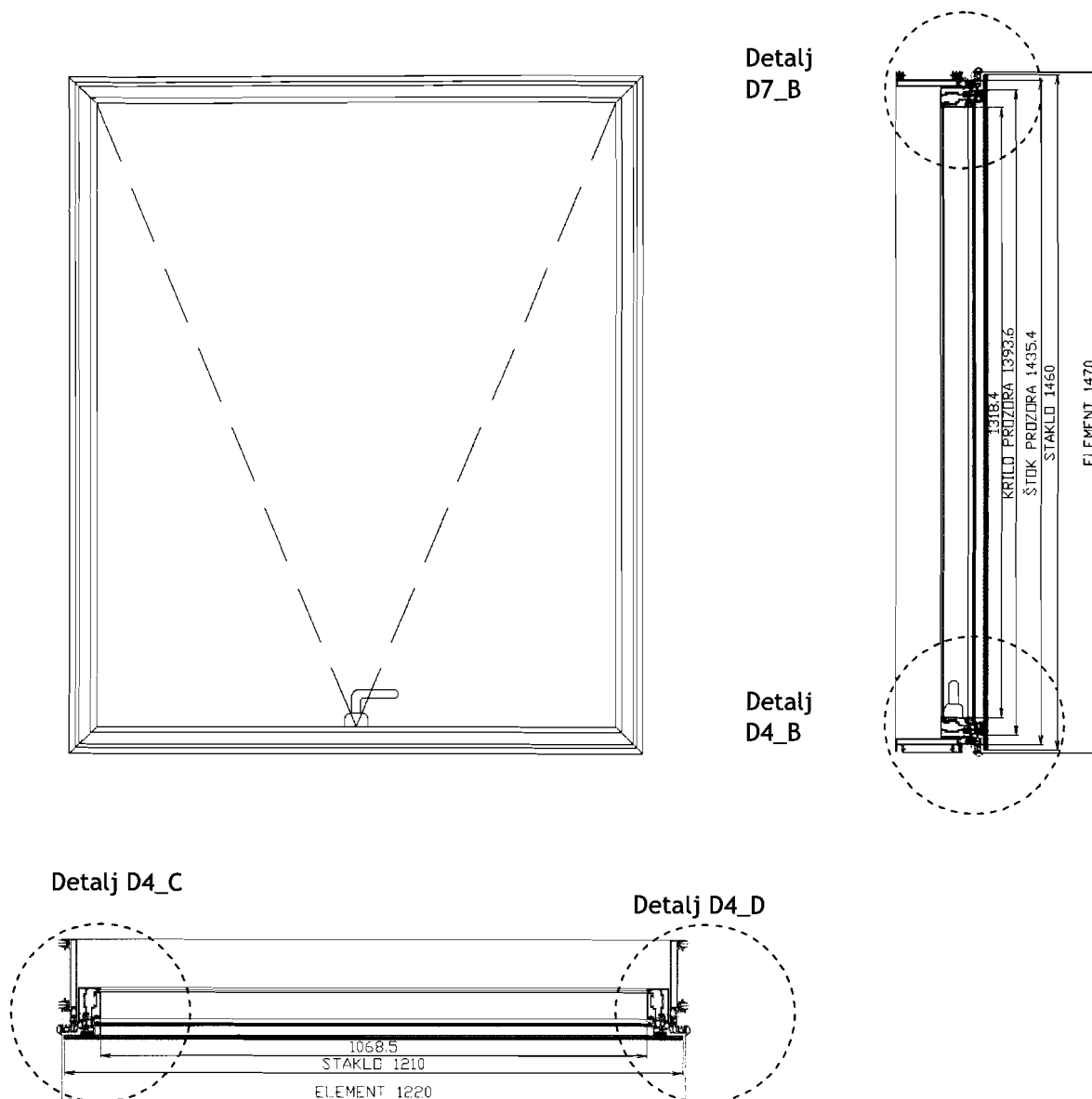
Skica 7: detalj D6.



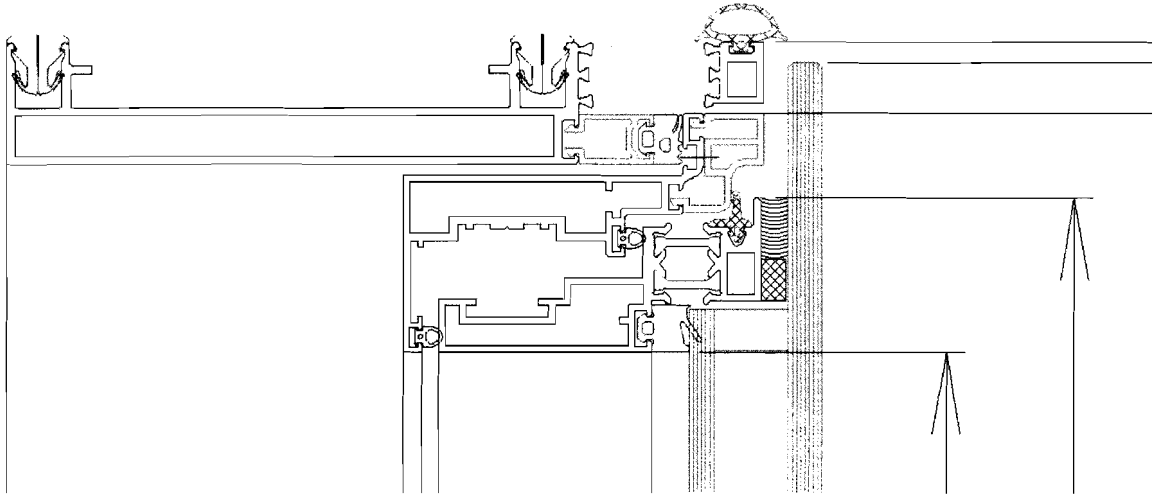
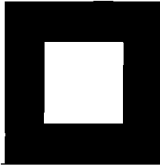
Skica 8: detalj D7.



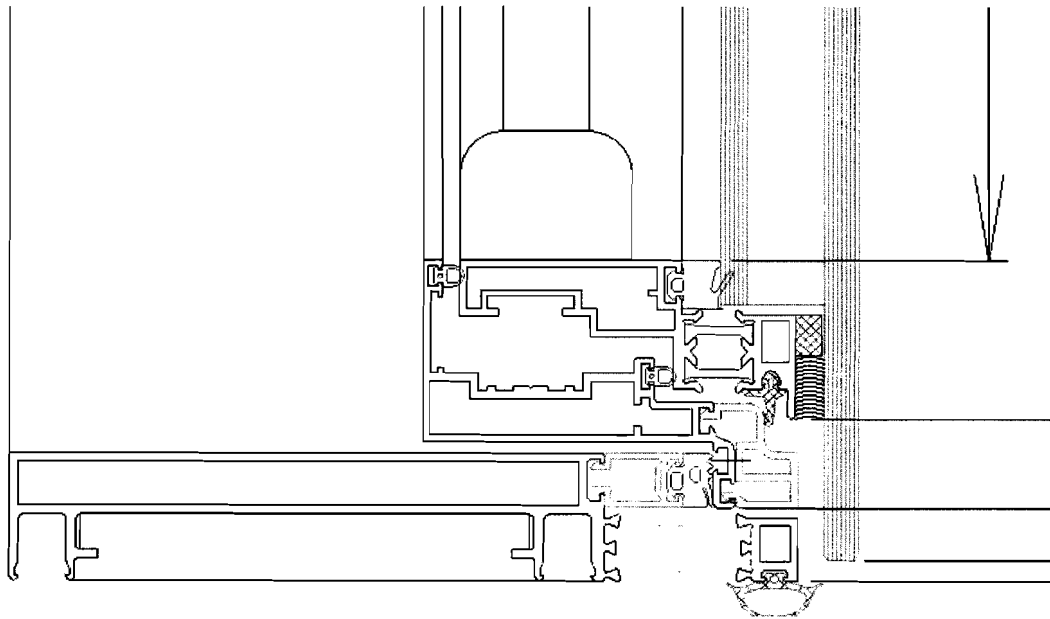
b) OTVARAJUĆI DIO JEDNOSTRUKÉ ELEMENT FASADE ZM-DAL SKY E70  
(ispitni uzorak na kojem je provedeno ispitivanje koeficijenta prolaska topline profila otvarajućeg dijela).



Skica 9: ispitni uzorak otvarajućeg dijela jednostruke element fasade ZM-DAL SKY E70 s presjecima.

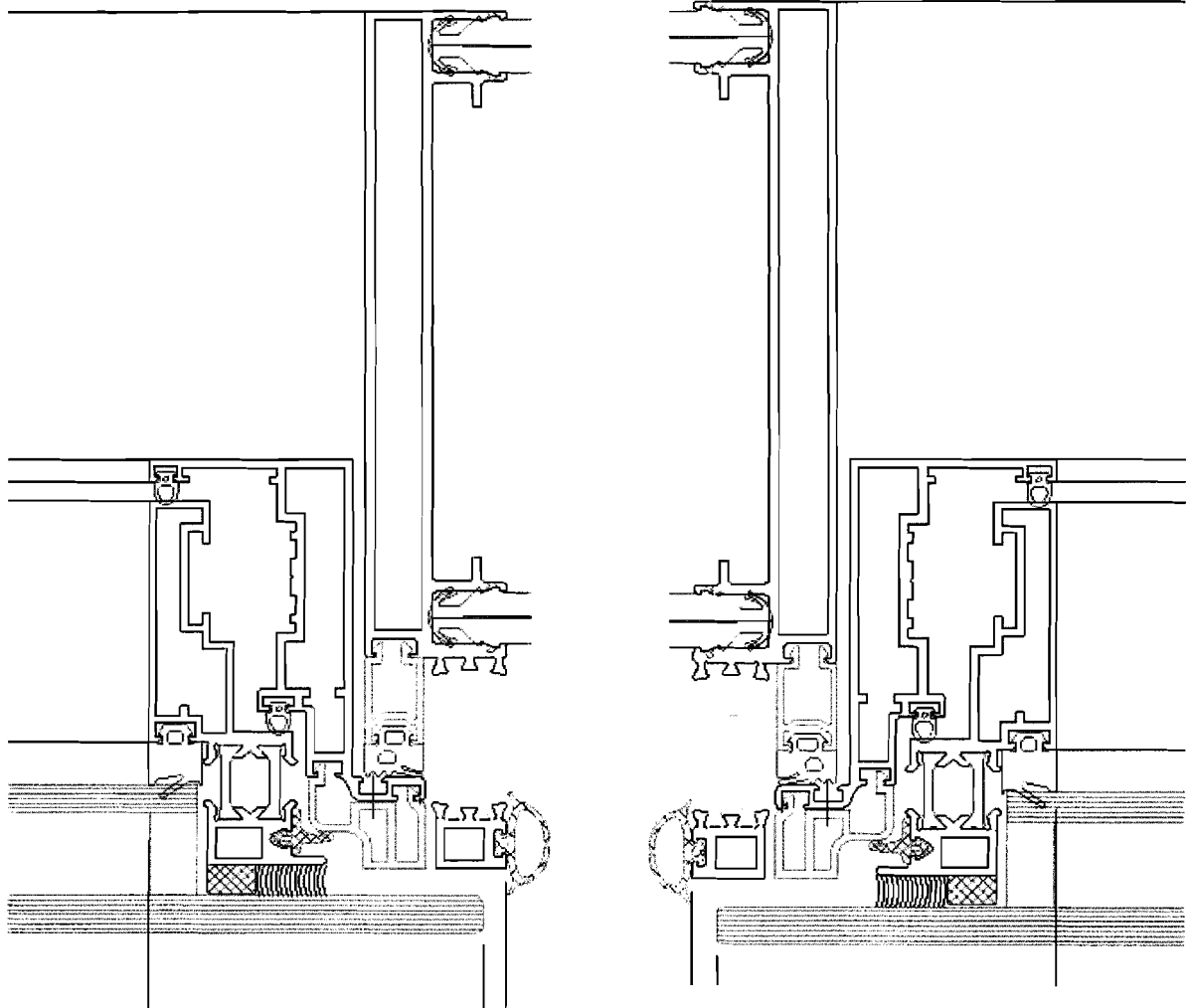
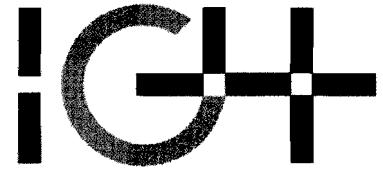


Skica 10: detalj D7\_B.



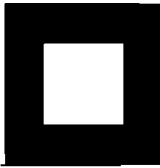
Skica 11: detalj D4\_B.



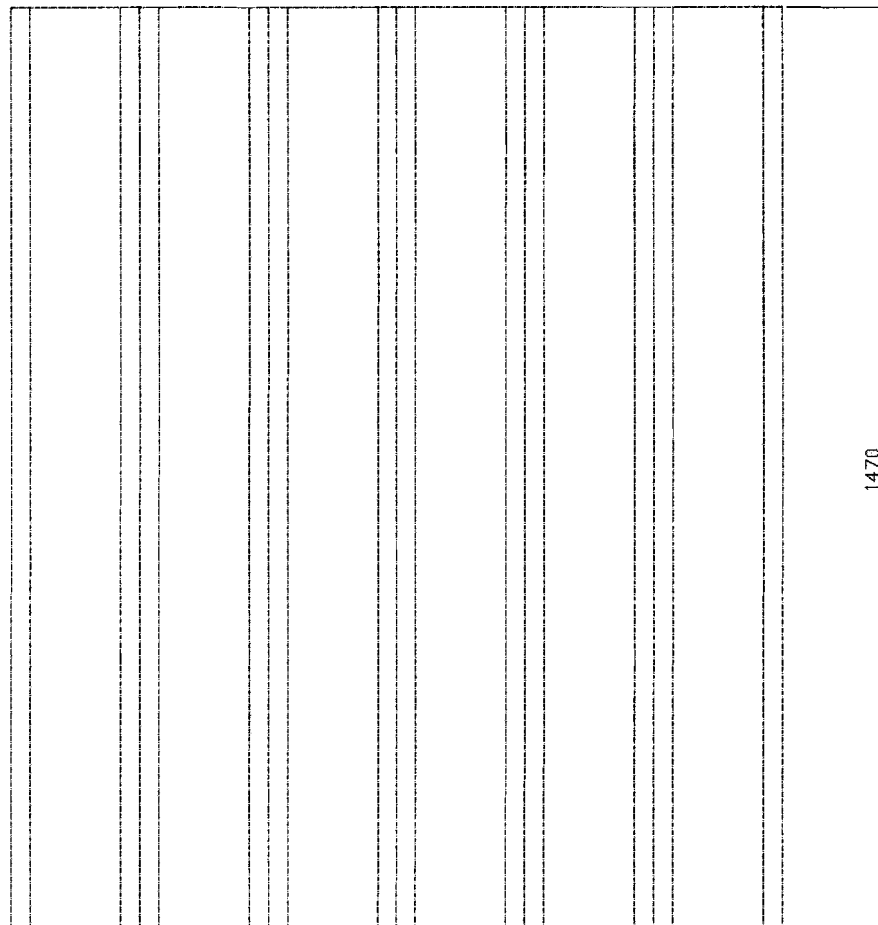


Skica 12: detalj D4\_C.

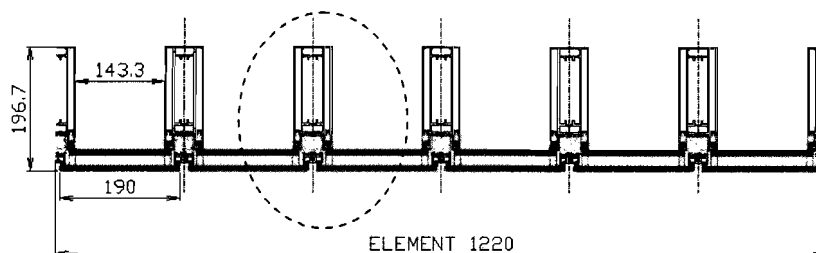
Skica 13: detalj D4\_D.



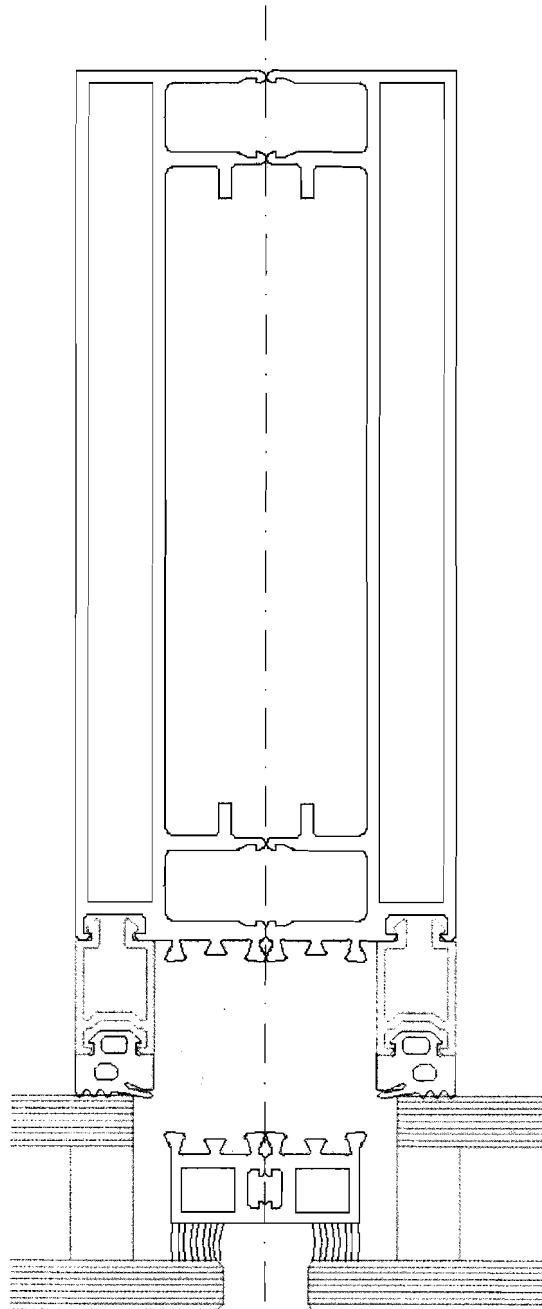
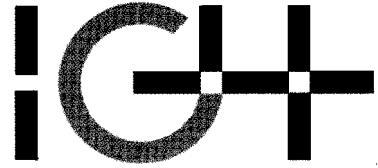
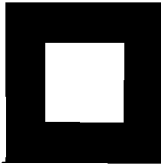
c) ALUMINIJSKI VERTIKALNI PROFIL JEDNOSTRUKI ELEMENT FASADE ZM-DAL SKY E70  
(ispitni uzorak vertikalnih profila na kojem je provedeno ispitivanje koeficijenta prolaska topline).



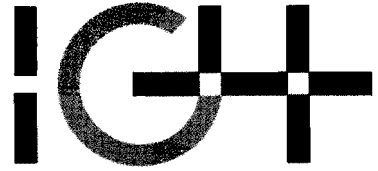
Detalj V



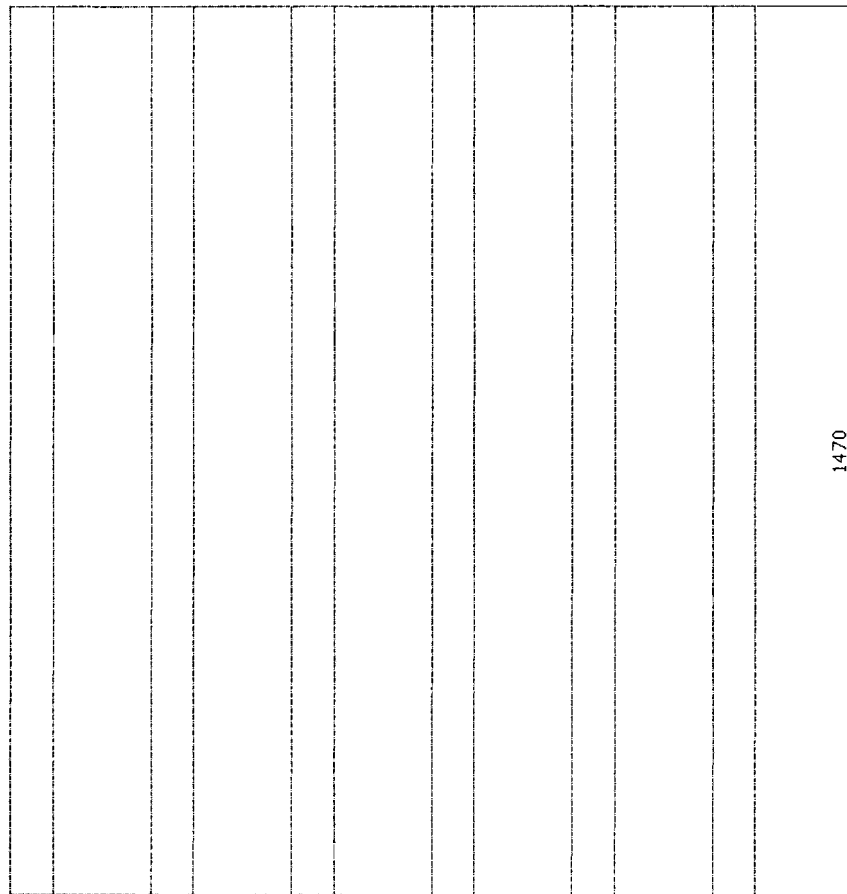
Skica 14: ispitni uzorak vertikalnih profila dijela jednostruke element fasade ZM-DAL SKY E70 s presjecima.



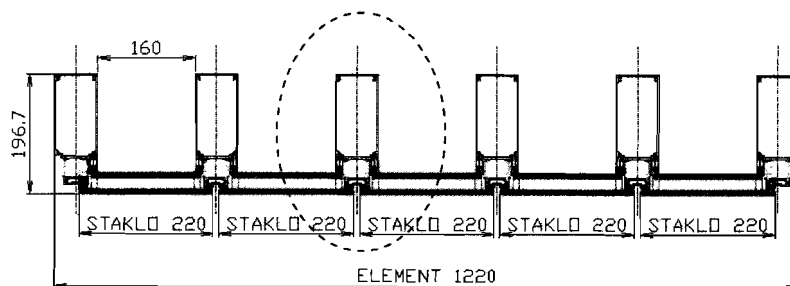
Skica 15: detalj V.



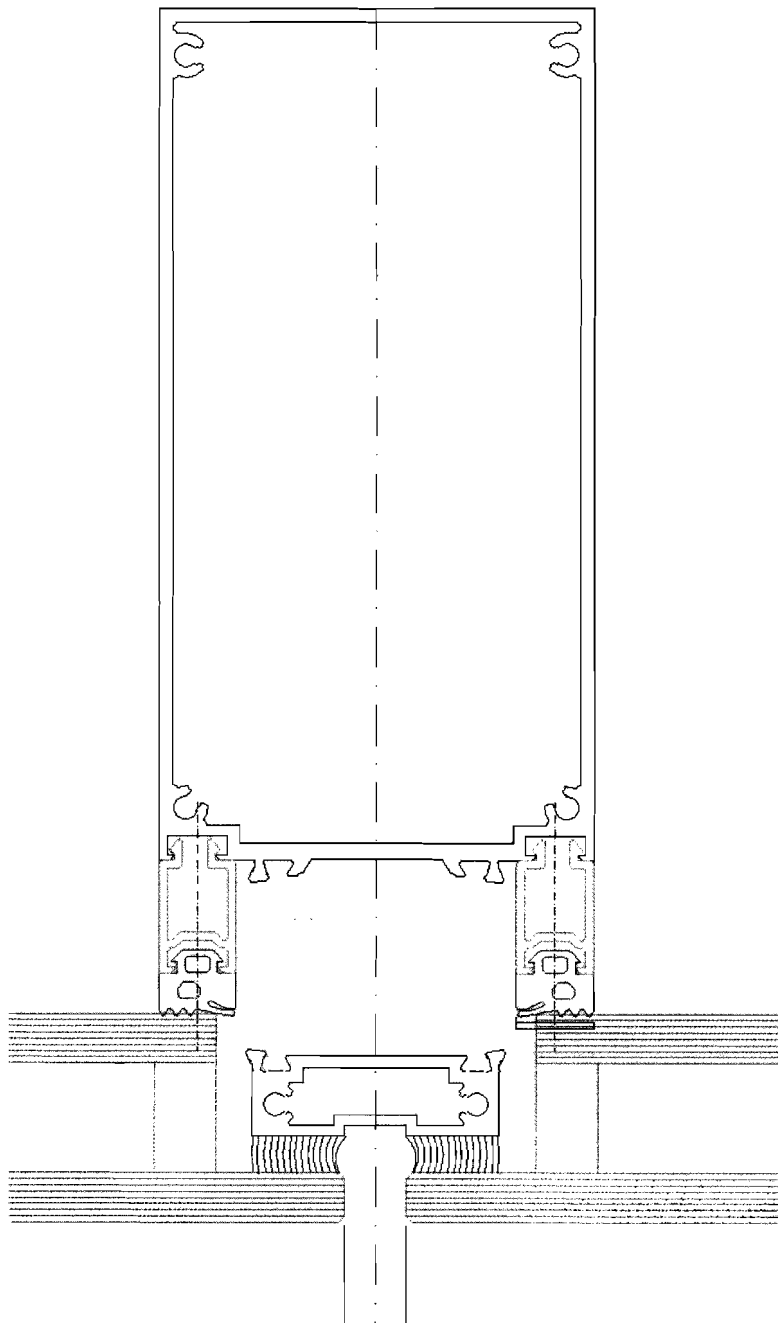
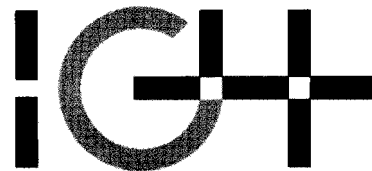
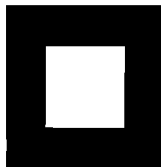
d) ALUMINIJSKI HORIZONTALNI PROFIL JEDNOSTRUKI ELEMENT FASADE ZM-DAL SKY E70 (ispitni uzorak horizontalnih profila na kojem je provedeno ispitivanje koeficijenta prolaska topline).



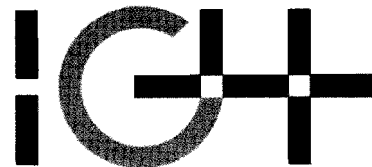
Detalj H



Skica 16: ispitni uzorak horizontalnih profila dijela jednostruke element fasade ZM-DAL SKY E70 s presjecima.



Skica 17: detalj H.



## A DIO: ZRAKOPROPUSNOST

Zadatak: Ispitati svojstvo zrakopropusnosti jednostruke element fasade ZM-DAL SKY E 70 oznake LGF 018/10, posebno za fiksni dio uzorka i posebno za otvarajući dio

Ispitano prema normama: HRN EN 12153:2001 za fiksni dio uzorka  
HRN EN 1026:2001 za otvarajući dio uzorka

Datum ispitivanja: 2010-02-10

Temperatura, relativna vlažnost zraka i atmosferski tlak tijekom ispitivanja: 24 °C, 36% i 1001 hPa.

### Mjerna i ispitna oprema:

- uređaj za ispitivanje prozora proizvođača HOLTEN, tip "Type VAEPC", oznaka mjerila 1674,
- termohigrometar, ROTRONIC, tip Hygroclip S, oznaka mjerila 1679,
- metalni metar.

## REZULTATI ISPITIVANJA ZRAKOPROPUSNOSTI

### A.1 Ispitivanje fiksnog dijela

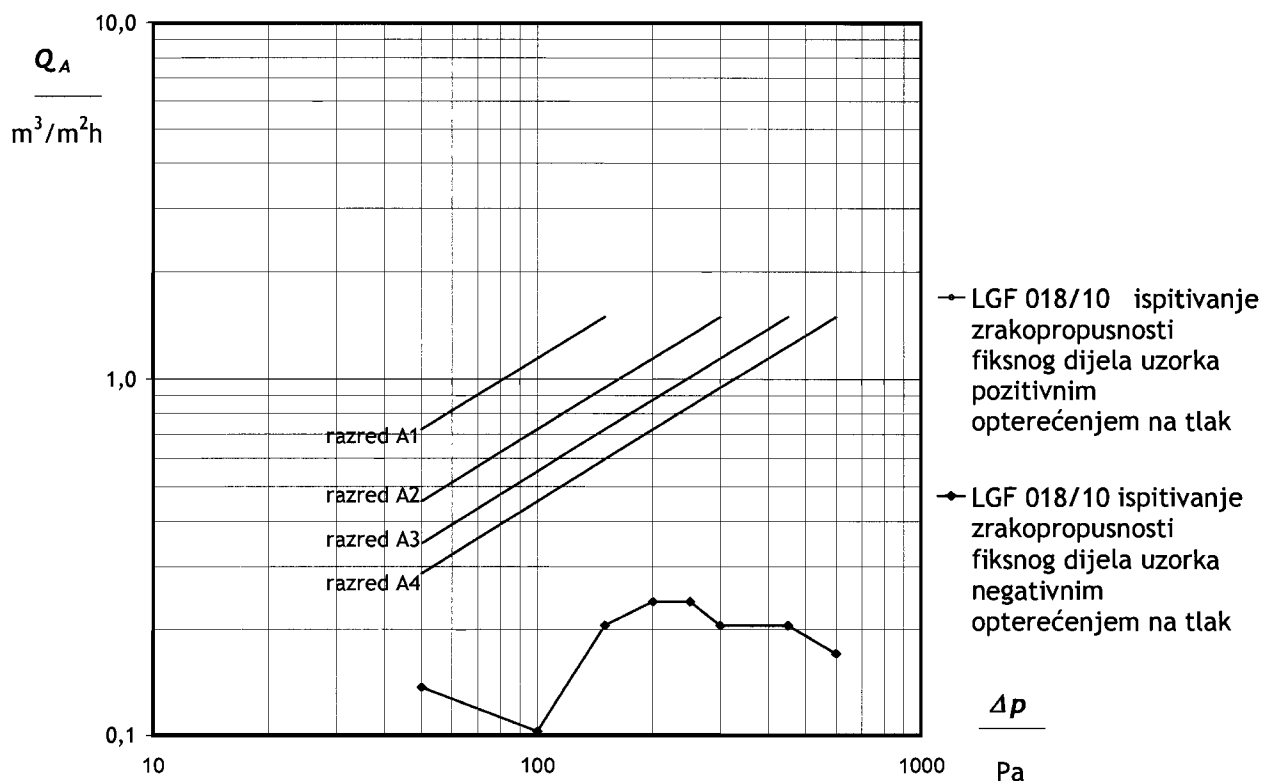
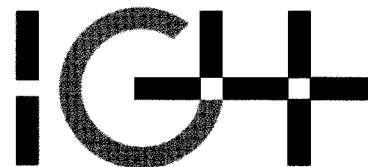
Ispitivanje fiksnog dijela ispitnog uzorka provedeno je u skladu s HRN EN 12153:2001, pozitivnim i negativnim opterećenjem na tlak.

Protok zraka po jedinici ploštine uzorka  $Q_A$  prikazan je, kao funkcija razlike tlakova  $\Delta p$ , dijagramom i tablicom.

Ploština fiksnog dijela ispitnog uzorka:  $A = 1,91 \text{ m}^2$ .

Tablica 1: ispitivanje zrakopropusnosti fiksnog dijela pod djelovanjem pozitivnog i negativnog opterećenja na tlak.

$\Delta p$ (Pa)	$Q_A$ ( $\text{m}^3/\text{hm}^2$ ) LGF 018/10	$\Delta p$ (Pa)	$Q_A$ ( $\text{m}^3/\text{hm}^2$ ) LGF 018/10	$Q_A$ ( $\text{m}^3/\text{hm}^2$ )			
				RAZRED (HRN EN12152:2002)			
				A1	A2	A3	A4
50	0,00	-50	0,14	0.72	0.45	0.35	0.29
100	0,00	-100	0,10	1.14	0.72	0.55	0.45
150	0,00	-150	0,20	1.50	0.94	0.72	0.60
200	0,00	-200	0,24		1.14	0.87	0.72
250	0,03	-250	0,24		1.33	1.01	0.84
300	0,00	-300	0,20		1.50	1.14	0.94
450	0,00	-450	0,20			1.50	1.24
600	0,07	-600	0,17				1.50



Dijagram 1: ispitivanje zrakopropusnosti fiksnog dijela pod djelovanjem pozitivnog i negativnog opterećenja na tlak.

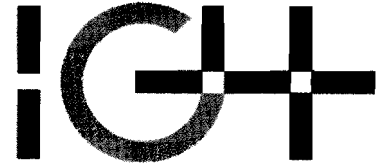
## A.2 Ispitivanje otvarajućeg dijela

Ispitivanje otvarajućeg dijela uzorka provedeno je u skladu s HRN EN 1026:2001, pozitivnim i negativnim opterećenjem na tlak.

Ploština ispitivanog otvarajućeg dijela fasade:  $A = 1,659 \text{ m}^2$ .

Duljina sljubnica ispitivanog otvarajućeg dijela fasade:  $l = 4,87 \text{ m}$ .

Protok zraka po jedinici duljine sljubnica  $Q_l$  i po jedinici ploštine otvarajućeg dijela uzorka  $Q_A$  prikazan je, kao funkcija razlike tlakova, dijagramima i tablicama.



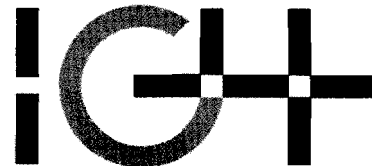
Tablica 2: prvo ispitivanje zrakopropusnosti otvarajućeg dijela fasade s pozitivnim opterećenjem na tlak.

<b>prvo ispitivanje zrakopropusnosti:</b>										
$\Delta p$ (Pa)	Ispitni rezultat	$Q_L$ (m <sup>3</sup> /hm)				Ispitni rezultat	$Q_A$ (m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )			
		razred (prema HRN EN 12207:2001)					razred (prema HRN EN 12207:2001)			
		1	2	3	4		1	2	3	4
50	0,21	7,87	4,25	1,42	0,47	0,60	31,5	17,0	5,7	1,9
100	0,27	12,50	6,75	2,25	0,75	0,78	50,0	27,0	9,0	3,0
150	0,37	16,38	8,85	2,95	0,98	1,08	65,5	35,4	11,8	3,9
200	0,41		10,71	3,57	1,19	1,21		42,9	14,3	4,8
250	0,39		12,43	4,14	1,38	1,15		49,7	16,6	5,5
300	0,41		14,04	4,68	1,56	1,21		56,2	18,7	6,2
450	0,37			6,13	2,04	1,08			24,5	8,2
600	0,33			7,43	2,48	0,96			29,7	9,9

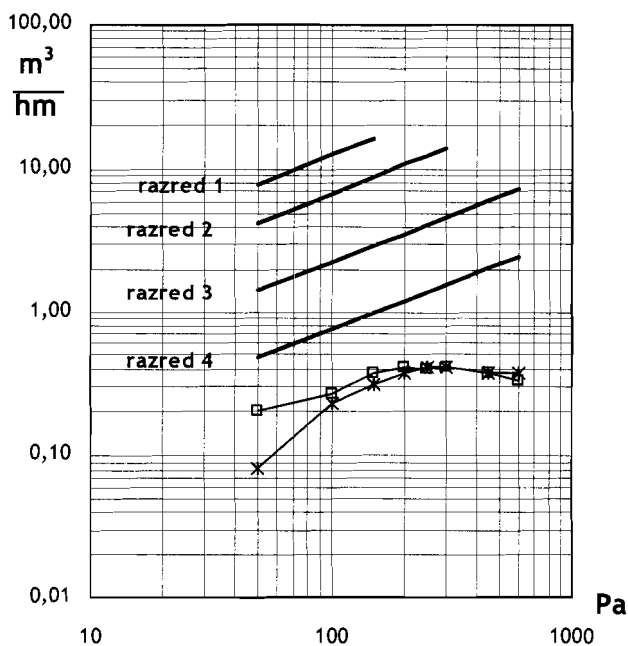
Tablica 3: drugo ispitivanje zrakopropusnosti otvarajućeg dijela fasade s pozitivnim opterećenjem na tlak nakon ispitivanja otpornosti na opterećenje vjetrom.

<b>ispitivanje zrakopropusnosti nakon ispitivanja otpornosti na opterećenje vjetrom:</b>										
$\Delta p$ (Pa)	ispitni rezultat	$Q_L$ (m <sup>3</sup> /hm)				ispitni rezultat	$Q_A$ (m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )			
		razred (prema HRN EN 12207:2001)					razred (prema HRN EN 12207:2001)			
		1	2	3	4		1	2	3	4
50	0,08	7,87	4,25	1,42	0,47	0,24	31,5	17,0	5,7	1,9
100	0,23	12,50	6,75	2,25	0,75	0,66	50,0	27,0	9,0	3,0
150	0,31	16,38	8,85	2,95	0,98	0,90	65,5	35,4	11,8	3,9
200	0,37		10,71	3,57	1,19	1,08		42,9	14,3	4,8
250	0,41		12,43	4,14	1,38	1,21		49,7	16,6	5,5
300	0,41		14,04	4,68	1,56	1,21		56,2	18,7	6,2
450	0,37			6,13	2,04	1,08			24,5	8,2
600	0,37			7,43	2,48	1,08			29,7	9,9



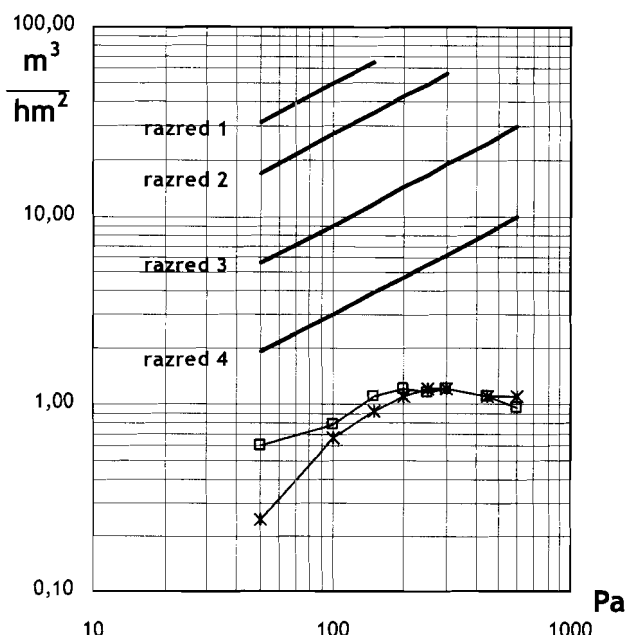


Izveštaj broj: 2160-051/10



—□— LGF 018/10 - prvo ispitivanje zrakopropusnosti  
 —\*— LGF 018/10 - ispitivanje zrakopropusnosti nakon ispitivanja otpornosti na opterećenje vjetrom

Dijagram 2: zrakopropusnost po jedinici duljine sljubnice prozora

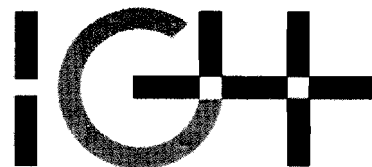


—□— LGF 018/10 - prvo ispitivanje zrakopropusnosti  
 —\*— LGF 018/10 - ispitivanje zrakopropusnosti nakon ispitivanja otpornosti na opterećenje vjetrom

Dijagram 3: zrakopropusnost po jedinici ploštine prozora.

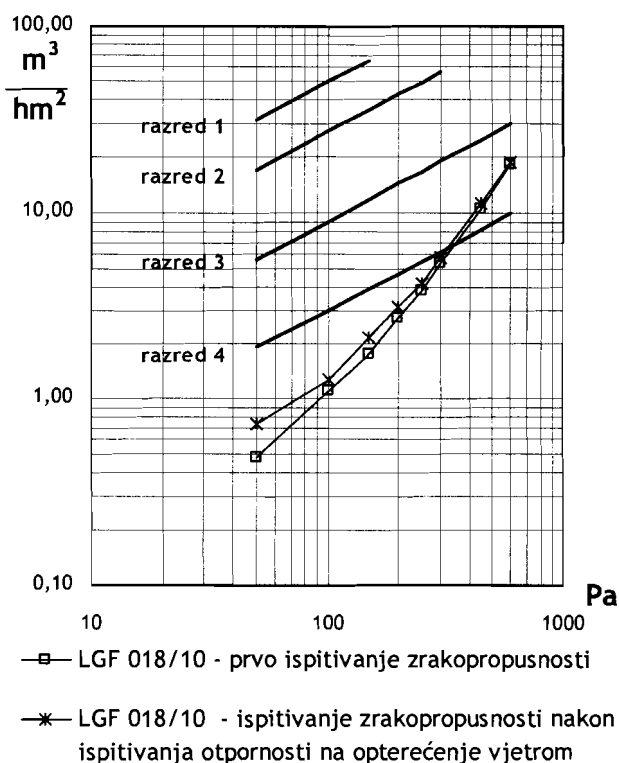
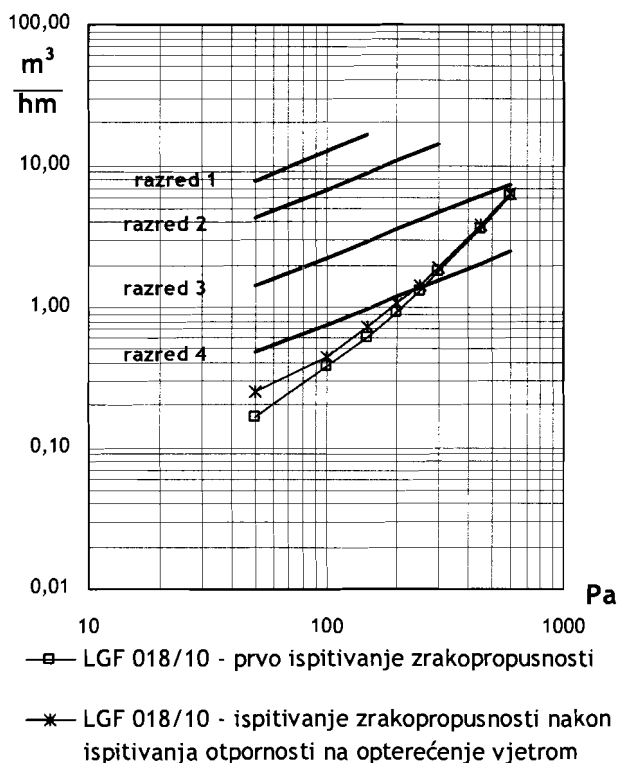
Tablica 4: prvo ispitivanje zrakopropusnosti otvarajućeg dijela fasade s negativnim opterećenjem na tlak.

prvo ispitivanje zrakopropusnosti:										
$\Delta p$ (Pa)	Ispitni rezultat	$Q_L$ (m <sup>3</sup> /hm)				$Q_A$ (m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )				
		razred (prema HRN EN 12207:2001)				Ispitni rezultat	razred (prema HRN EN 12207:2001)			
		1	2	3	4		1	2	3	4
- 50	0,16	7,87	4,25	1,42	0,47	0,48	31,5	17,0	5,7	1,9
- 100	0,37	12,50	6,75	2,25	0,75	1,08	50,0	27,0	9,0	3,0
- 150	0,60	16,38	8,85	2,95	0,98	1,75	65,5	35,4	11,8	3,9
- 200	0,92		10,71	3,57	1,19	2,71		42,9	14,3	4,8
- 250	1,29		12,43	4,14	1,38	3,80		49,7	16,6	5,5
- 300	1,83		14,04	4,68	1,56	5,36		56,2	18,7	6,2
- 450	3,57			6,13	2,04	10,49			24,5	8,2
- 600	6,14			7,43	2,48	18,02			29,7	9,9



Tablica 5: drugo ispitivanje zrakopropusnosti otvarajućeg dijela fasade s negativnim opterećenjem na tlak nakon ispitivanja otpornosti na opterećenje vjetrom.

ispitivanje zrakopropusnosti nakon ispitivanja otpornosti na opterećenje vjetrom:										
$\Delta p$ (Pa)	ispitni rezultat	$Q_L$ ( $m^3/hm$ )				$Q_A$ ( $m^3/hm^2$ )				
		razred (prema HRN EN 12207:2001)				razred (prema HRN EN 12207:2001)				
		1	2	3	4	1	2	3	4	
- 50	0,25	7,87	4,25	1,42	0,47	0,72	31,5	17,0	5,7	1,9
- 100	0,43	12,50	6,75	2,25	0,75	1,27	50,0	27,0	9,0	3,0
- 150	0,72	16,38	8,85	2,95	0,98	2,11	65,5	35,4	11,8	3,9
- 200	1,07		10,71	3,57	1,19	3,13		42,9	14,3	4,8
- 250	1,44		12,43	4,14	1,38	4,22		49,7	16,6	5,5
- 300	1,95		14,04	4,68	1,56	5,73		56,2	18,7	6,2
- 450	3,82			6,13	2,04	11,21			24,5	8,2
- 600	6,24			7,43	2,48	18,32			29,7	9,9

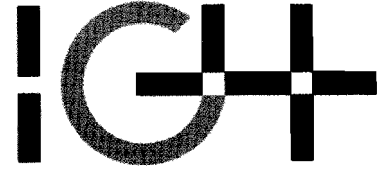
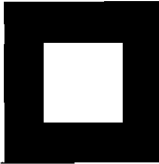


Dijagram 4: zrakopropusnost po duljini sljubnice prozora. Dijagram 5: zrakopropusnost po ploštini prozora.

### ZAKLJUČAK

#### Vrednovanje zrakopropusnosti prema HRN EN 12152:2002 i HRN EN 12207:2001

S obzirom na zrakopropusnost, ispitani fiksni dio jednostruke element fasade ZM-DAL SKY E70 (bez otvarajućeg dijela), laboratorijske oznake LGF 018/10, proizvođača ZM-DAL iz Šibenika, može se prema HRN EN 12152:2002 svrstati u *razred A4*.



S obzirom na **zrakopropusnost**, ispitani otvarajući dio jednostruke element fasade ZM-DAL SKY E 70 (bez fiksnog dijela), laboratorijske oznake LGF 018/10, proizvođača ZM-DAL iz Šibenika, može se prema HRN EN 12207:2001 svrstati u **razred 3**.

## B DIO: VODONEPROPUSNOST

Zadatak: Ispitati svojstvo vodonepropusnosti ispitnog uzorka  
 Ispitano prema normi: HRN EN 12155:2001 i HRN EN 1027:2001  
 Datum ispitivanja: 2010-02-10  
 Temperatura, relativna vlažnost zraka i atmosferski tlak tijekom ispitivanja: 24,0 °C, 36,0 %, 1001 hPa.

### Mjerna i ispitna oprema:

- uređaj za ispitivanje prozora proizvođača HOLTEN, tip "Type VAEPC", oznaka mjerila 1674,
- termohigrometar, ROTRONIC, tip Hygroclip S, oznaka mjerila 1679,
- metalni metar.

TLAK $\Delta p$ (Pa)	VRIJEME $\tau$ (min)	LGF 018/10	razred ( HRN EN 12154:2001)	razred (HRN EN 12208:2001)
0	15	+		1 A
50	5	+		2 A
100	5	+		3 A
150	5	+	R 4	4 A
200	5	+		5 A
250	5	+		6 A
300	5	+	R 5	7 A
450	5	+	R 6	8 A
600	5	+	R 7	9 A

+ ..... Znači da nije došlo do propuštanja vode.

∇ ..... Znači da je došlo do propuštanja vode.

### ZAKLJUČAK

Vrednovanje vodonepropusnosti prema HRN EN 12154:2001 i HRN EN 12208:2001

#### a) vodonepropusnost cijele jednostruke element fasade

S obzirom na vodonepropusnost, ispitana jednostruka element fasada ZM-DAL SKY E70 (kao cjelina), laboratorijske oznake LGF 018/10, proizvođača ZM-DAL iz Šibenika, može se prema HRN EN 12154:2001 svrstati u **razred R7**.

#### b) vodonepropusnost otvarajućeg dijela (prozora) cijele jednostruke element fasade

S obzirom na vodonepropusnost, ispitani otvarajući dio (prozor) jednostruke element fasade ZM-DAL SKY E70, laboratorijske oznake LGF 018/10, proizvođača ZM-DAL iz Šibenika, može se prema HRN EN 12208:2001 svrstati u **razred 9A**.



## C DIO: OTPORNOST NA OPTEREĆENJE VJETROM

**Zadatak:** Ispitati svojstvo otpornosti na opterećenje vjetrom otvarajućeg dijela (prozora) jednostruke element fasade ZM-DAL SKY E70, laboratorijske oznake LGF 018/10, vanjskih izmjera 1,19 m x 1,40 m.

Ispitano prema normi: HRN EN 12211:2001

Datum ispitivanja: 2010-02-10

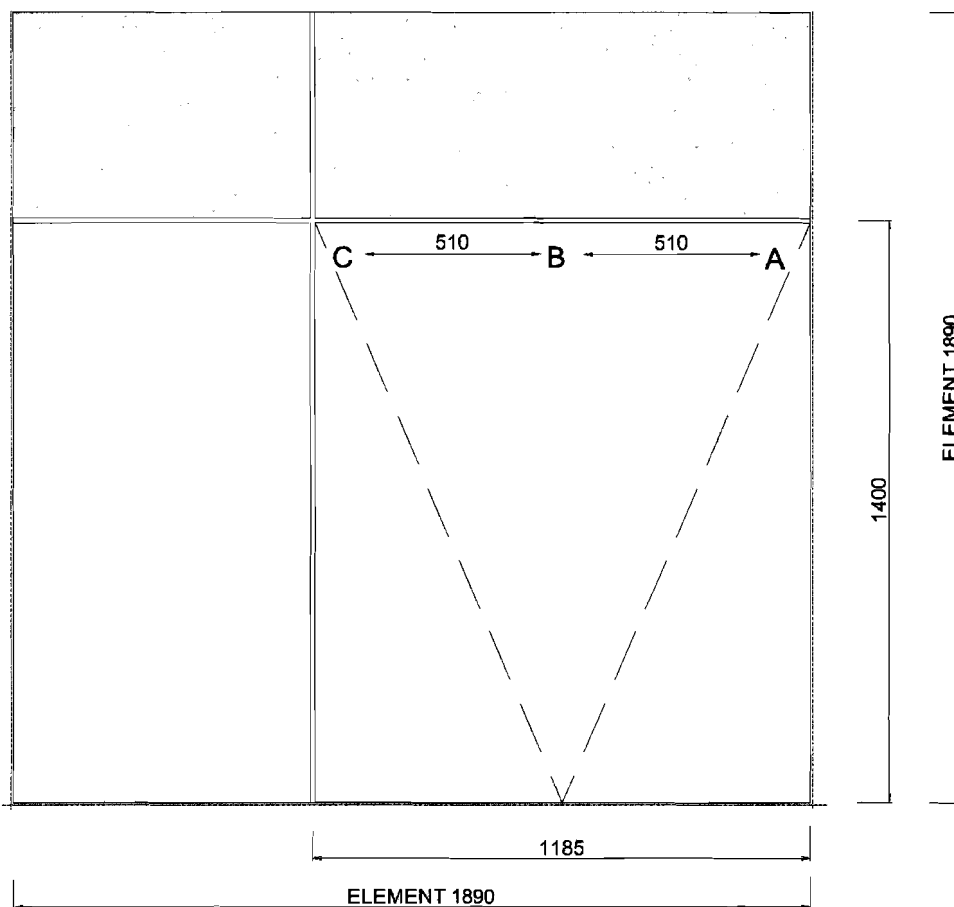
Temperatura, relativna vlažnost zraka i atmosferski tlak tijekom ispitivanja: 24 °C, 30 % i 1010 hPa.

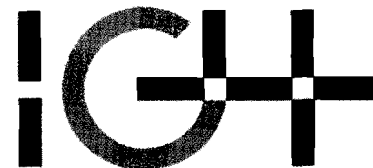
### Mjerna i ispitna oprema:

- uređaj za ispitivanje prozora proizvođača HOLTEN, tip "Type VAEPC", oznaka mjerila 1674,
- termohigrometar, ROTRONIC, tip Hygroclip S, oznaka mjerila 1679,
- metalni metar.

### C1. REZULTATI ISPITIVANJA ČEONOG SAVIJANJA

Ispitivanje je provedeno na gornjem horizontalnom profilu otvarajućeg dijela (prozora) elementa fasade, na dijelu gdje postoji najveći razmak između dva susjedna učvršćenja krila prozora za doprozornik.





## Izveštaj broj: 2160-051/10

B - mjesto na sredini između A i C mjesta (oznaka na crtežu),

A - mjesto u gornjem desnom kutu (za pogled izvana) horizontalnog profila prozorskog krila, na mjestu gdje se nalazi zglobnica (oznaka na crtežu),

C - mjesto u gornjem lijevom kutu (za pogled izvana) horizontalnog profila na mjestu gdje se nalazi zglobnica (oznaka na crtežu),

$A_0, B_0, C_0$  - početno stanje s obzirom na pomak koje je ugođeno tako da pokazuje 0 mm pri  $\Delta p = 0$  (Pa),

$A_p$  - čeonu pomak na mjernom mjestu A pri iskazanoj razlici tlakova  $P_1$ ,

$B_p$  - čeonu pomak na mjernom mjestu B pri iskazanoj razlici tlakova  $P_1$ ,

$C_p$  - čeonu pomak na mjernom mjestu C pri iskazanoj razlici tlakova  $P_1$ ,

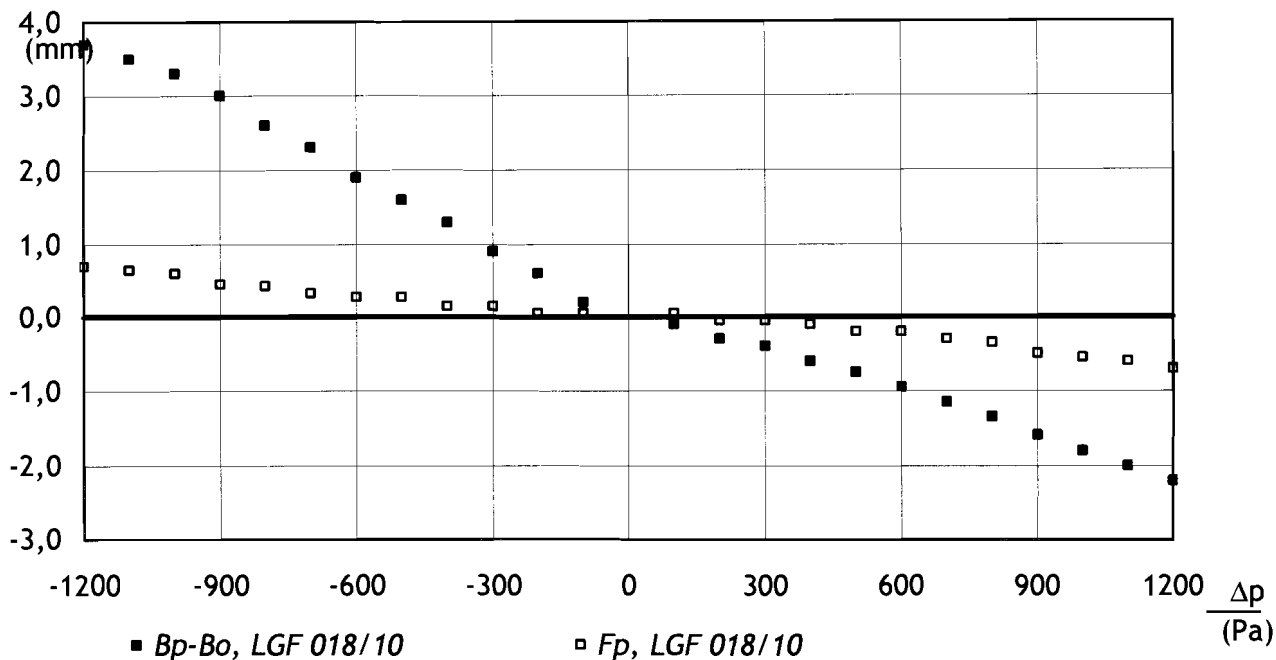
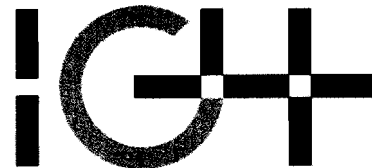
$F_p = (B_p) - ((A_p) + (C_p))/2$  - čeonu savijanje,

$L = 1,02$  m - razmak između točaka A i C,

$F_{rp} = F_p / L$  - relativno čeonu savijanje.

Tablica 6: rezultati ispitivanja čeonog savijanja.

tlak $\Delta p$ (Pa)	ispitni rezultat					tlak $\Delta p$ (Pa)	ispitni rezultat				
	$A_p - A_0$ (mm)	$B_p - B_0$ (mm)	$C_p - C_0$ (mm)	$F_p$ (mm)	$F_{rp}$ ( $\times 10^{-4}$ )		$A_p - A_0$ (mm)	$B_p - B_0$ (mm)	$C_p - C_0$ (mm)	$F_p$ (mm)	$F_{rp}$ ( $\times 10^{-4}$ )
100	-0,2	-0,1	-0,1	0,05	0,49	-100	0,2	0,2	0,1	0,05	0,49
200	-0,3	-0,3	-0,2	-0,05	-0,49	-200	0,7	0,6	0,4	0,05	0,49
300	-0,4	-0,4	-0,3	-0,05	-0,49	-300	0,9	0,9	0,6	0,15	1,47
400	-0,5	-0,6	-0,5	-0,10	-0,98	-400	1,3	1,3	1,0	0,15	1,47
500	-0,7	-0,8	-0,5	-0,20	-1,96	-500	1,5	1,6	1,2	0,28	2,70
600	-0,8	-1,0	-0,8	-0,20	-1,96	-600	1,8	1,9	1,5	0,28	2,70
700	-0,9	-1,2	-0,9	-0,30	-2,94	-700	2,0	2,3	2,0	0,33	3,19
800	-1,0	-1,4	-1,1	-0,35	-3,43	-800	2,1	2,6	2,3	0,43	4,17
900	-1,1	-1,6	-1,1	-0,50	-4,90	-900	2,3	3,0	2,8	0,45	4,41
1000	-1,2	-1,8	-1,3	-0,55	-5,39	-1000	2,4	3,3	3,0	0,60	5,88
1100	-1,3	-2,0	-1,5	-0,60	-5,88	-1100	2,5	3,5	3,2	0,65	6,37
1200	-1,4	-2,2	-1,6	-0,70	-6,86	-1200	2,6	3,7	3,4	0,70	6,86



### C1.1 Vrednovanje čeonog savijanja prema HRN EN 12210:2001

S obzirom na **relativno čeono savijanje**, ispitano otvarajućeg dijela (prozora) jednostruke element fasade ZM-DAL SKY E70, proizvođača ZM-DAL iz Šibenika, laboratorijske oznake LGF 018/10, može se prema HRN EN 12210:2001 svrstati u razred C ( $F_{rp} < 1/300$ ), budući da je maksimalno relativno čeono savijanje iznosilo 1/1457.

### C2. REZULTATI ISPITIVANJA OTPORNOSTI PROMJENJIVIM TLAKOM P2

Ispitivanje je provedeno s 50 impulsa promjenjivog tlaka P2 od  $\pm 600$  Pa, koji iznosi polovicu maksimalnog tlaka P1.

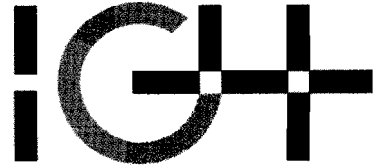
Nakon provedenog opterećenja na uzorku LGF 018/10 nije bilo vidljivih oštećenja niti promjena u funkcionalnosti prozora.

### C3. REZULTATI SIGURNOSNOG ISPITIVANJA

Ispitivanje sigurnosti je provedeno s jednim impulsom od +1800 Pa. Nakon provedenog opterećenja na uzorku LGF 018/10 nije bilo vidljivih napuknuća na bilo kojem dijelu uzorka (staklo, okvir i okovi), niti je došlo do otvaranja prozora.

### ZAKLJUČAK

S obzirom na ispitivanje **otpornosti na opterećenje vjetrom** i ponovljeno ispitivanje zrakopropusnosti nakon ispitivanja otpornosti na opterećenje vjetrom, koje pokazuje da nije došlo do povećanja vrijednosti zrakopropusnosti od 20 % u odnosu na prvo ispitivanje zrakopropusnosti, ispitani otvarajući dio (prozor) jednostruke element fasade ZM-DAL SKY E70, proizvođača ZM-DAL iz Šibenika, laboratorijske oznake LGF 018/10, može se prema HRN EN 12210:2001 svrstati u **razred C3**.



## D DIO: ISPITIVANJE ZVUČNE IZOLACIJE

Zadatak: Ispitati zvučnu izolaciju jednostruke element fasade ZM-DAL SKY E 70.

Ispitano prema normi: HRN EN ISO 140-3:1998; HRN EN ISO 717-1:1998

Datum ispitivanja: 2009-12-18

### Mjerna i ispitna oprema:

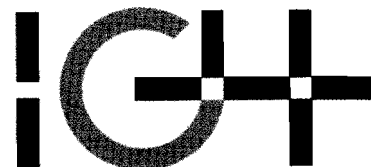
- modularni analizator zvuka, tip 2260 Investigator, Bruel & Kjaer, serijski broj: 2418322,
- kalibrator razine zvučnog tlaka, tip 4231, Bruel & Kjaer, serijski broj: 2094668,
- termohigrometar, ROTRONIC, tip Hygroclip S, oznaka mjerila 1679, serijski broj: 23535 012,
- kondenzatorski mikrofoni, tip 4189, Bruel & Kjaer, serijski broj: 2417824 i 2662954,
- predpojačala, tip ZC 0026, Bruel & Kjaer, serijski broj: 2877 i 4222,
- pojačalo snage, Bruel & Kjaer, tip 2716, serijski broj: 2486522,
- izvor zvuka, tip 4296, Bruel & Kjaer, serijski broj: 2485310.
- rotacijski stalci za mikrofone, tip 3923, Bruel & Kjaer, serijski broj: 1213978 i 2500962.

### Rezultati ispitivanja:

Indeks zvučne izolacije ( $R$ ) ispitivanog uzorka prikazan je kao funkcija frekvencije tablicom i dijagramom.

Pri iskazivanju rezultata ispitivanja rabljene su sljedeće oznake:

- $f$  - središnja frekvencija terce (Hz),
- $R$  - indeks zvučne izolacije (dB),
- $R_w$  - vrednovani indeks zvučne izolacije (dB).



## Izveštaj broj: 2160-051/10

Proizvođač: ZM-DAL d.o.o., Brodarica b.b., HR-22 000 Šibenik

Naručitelj: ZM-DAL d.o.o., Brodarica b.b., HR-22 000 Šibenik

Oznaka proizvoda: LGF 394/09, jednostruka element fasada ZM-DAL SKY E70.

Prijemna prostorija: donja južna prostorija akustičkog laboratorija.

Predajna prostorija: donja sjeverna prostorija akustičkog laboratorija.

Predmet ispitivanja ugradio: Ispitni laboratorij

Nadnevak ispitivanja: 2009-12-18

Površina S ispitivanog uzorka: 3,5 m<sup>2</sup>

Temperatura zraka: 19,7 °C

Vlažnost zraka: 53,1 %

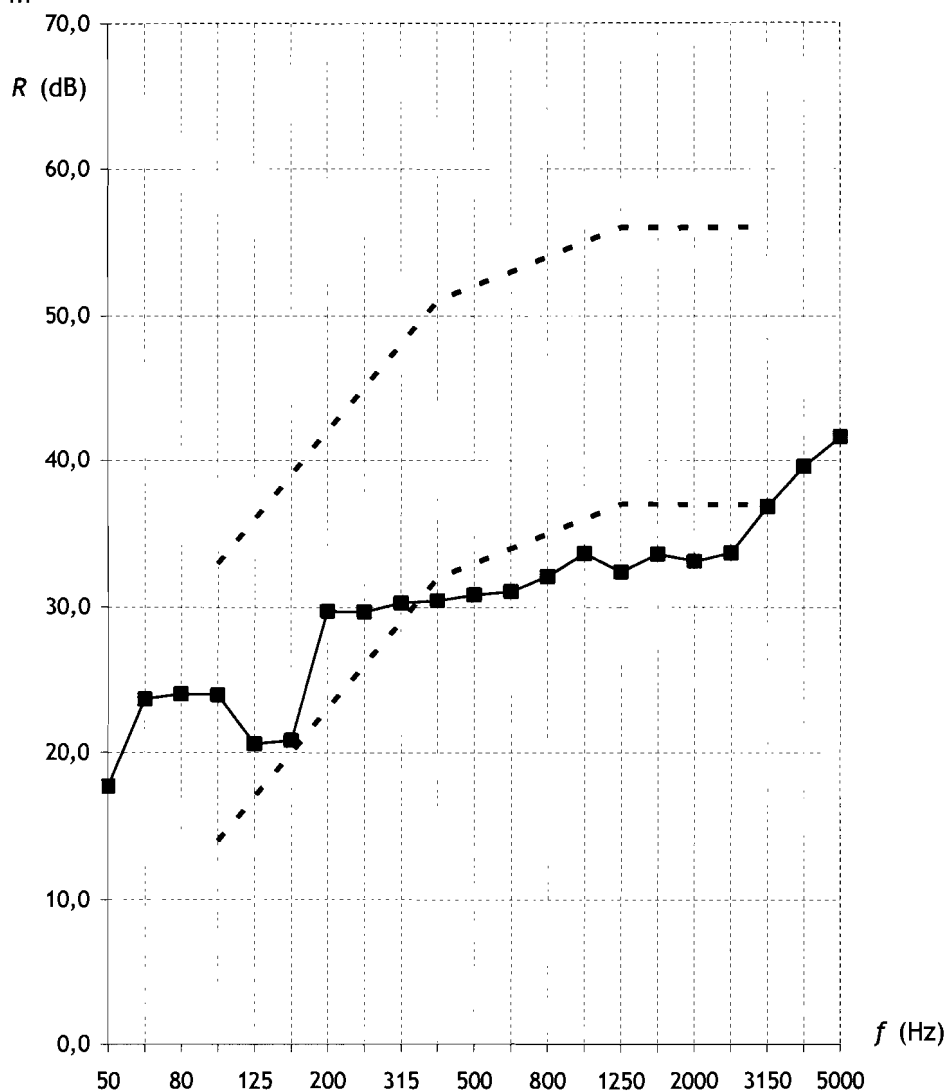
Volumen predajne prostorije: 77,5 m<sup>3</sup>Volumen prijemne prostorije: 78,3 m<sup>3</sup>

—■— Indeks zvučne izolacije

- - - Referentna krivulja izolacije od zračnog zvuka, 52 dB

- - - Pomaknuta referentna krivulja izolacije od zračnog zvuka, 33 dB

Frekvencija <i>f</i> (Hz)	Terca <i>R</i> (dB)
50	17,7
63	23,7
80	24,0
100	23,9
125	20,6
160	20,8
200	29,7
250	29,7
315	30,3
400	30,5
500	30,9
630	31,1
800	32,1
1000	33,7
1250	32,4
1600	33,6
2000	33,2
2500	33,8
3150	36,9
4000	39,6
5000	41,6

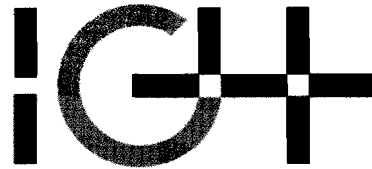


## ZAKLJUČAK

Ispitana jednostruka element fasada ZM-DAL SKY E70, laboratorijske oznake LGF 394/09, proizvođača ZM-DAL iz Šibenika, prema HRN EN ISO 717-1:1998 ima indeks zvučne izolacije:

$$R_w (C; C_{tr}; C_{50-5000}; C_{tr,50-5000}) = 33 (-1; -2; 0; -3) \text{ dB.}$$



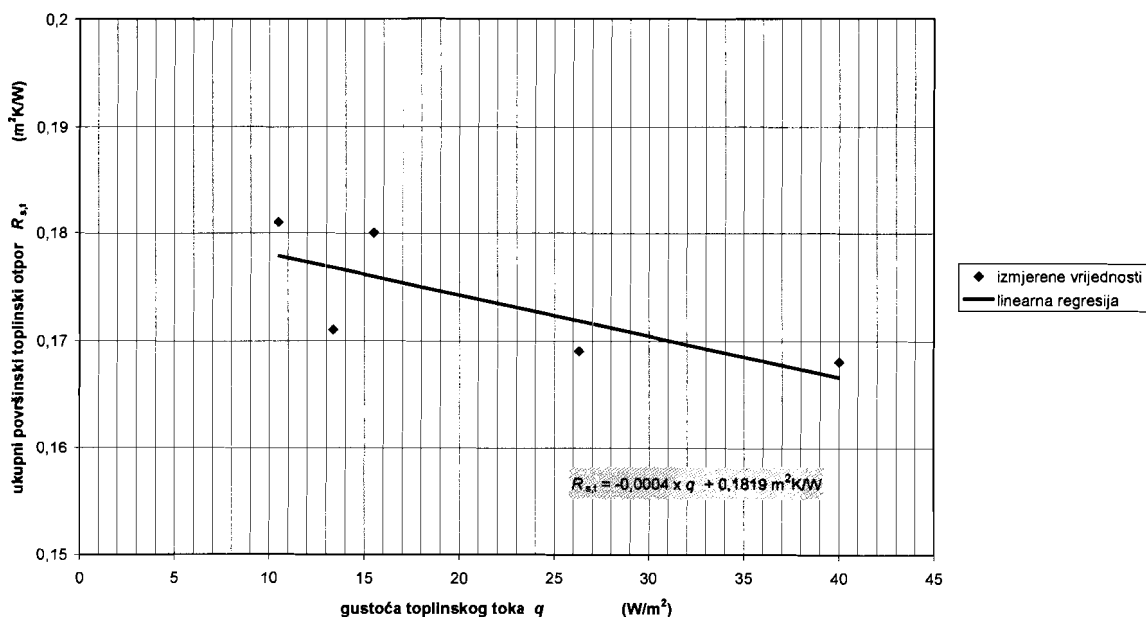


## E DIO: ISPITIVANJE KOEFICIJENTA PROLASKA TOPLINE $U_{f,w}$ PROFILA OTVARAJUĆEG DIJELA JEDNOSTRUKÉ ELEMENT FASADE ZM-DAL SKY E70

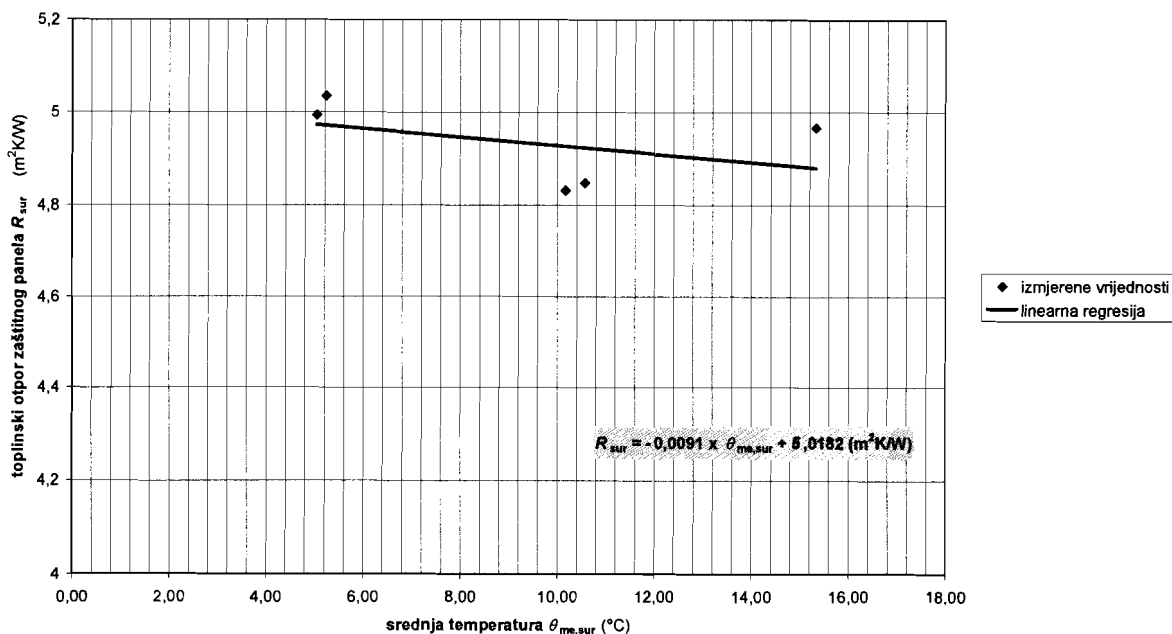
U nastavku su dani dijagrami s rezultatima umjeravanja koja su zajednička za sva ispitivanja koeficienata prolaska topline profila dana u dijelovima E, F i G ovog izvještaja.

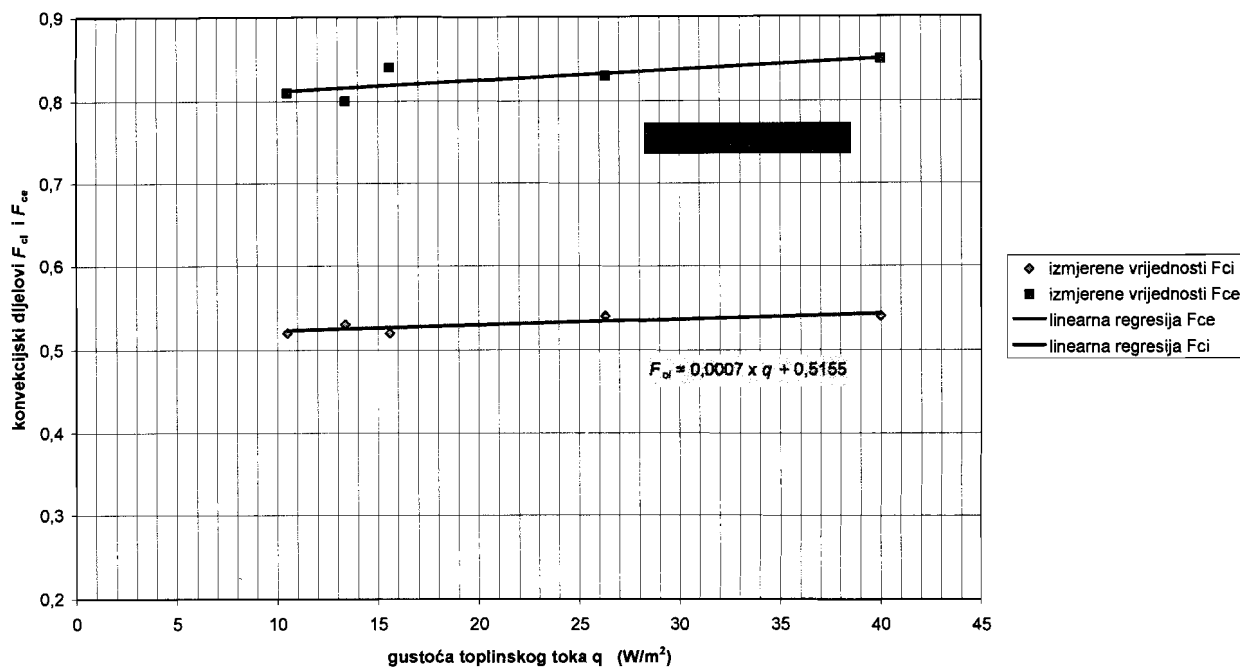
### DIJAGRAMI S REZULTATIMA UMJERAVANJA

Ukupni površinski toplinski otpor  $R_{s,t}$



toplinski otpor zaštitnog panela



prikaz konvekcijskih dijelova tople  $F_{ci}$  i hladne  $F_{ce}$  strane

Zadatak: Ispitati koeficijent prolaza topline  $U_{f,w}$  profila za izradu otvarajućeg dijela jednostruke element fasade ZM-DAL SKY E70

Ispitano prema normi: HRN EN ISO 8990:1998 i HRN EN 12412-2:2004

Datum ispitivanja: Ispitivanje je provedeno od 15. do 18. prosinca 2009.

#### Mjerna oprema:

Komora sa zaštićenom vrućom komorom TK-20/45-45QM, proizvođač: LT d.o.o. - Slovenija.

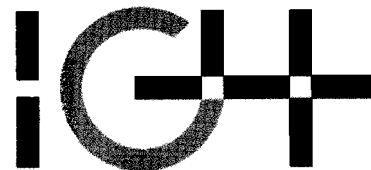
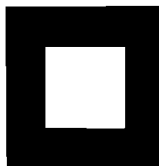
#### SASTAV MJERNOG SLOŽAJA

$w$  (širina ispitivanih profila) = 0,197 m,  $d_{sur}$  (debljina zaštitnog panela) = 0,200 m,  $A_{sp}$  (ploština prozora) = 1,22 m · 1,47 m = 1,79 m<sup>2</sup>,  $A_{sur}$  (ploština zaštitnog panela) = 3,01 m<sup>2</sup>,  $A$  = 1,79 m<sup>2</sup>,  $L$  (duljina opsega prozora) = 5,38 m

#### računske emisivnosti:

- zaslona:  $\epsilon_b = 0,89$ , uzorka (prozora):  $\epsilon_{sp} = 0,89$  i zaštitnog panela:  $\epsilon_{sur} = 0,89$ .

Skica ispitnog uzorka dana je točkom b u opisu ispitnih uzoraka.


**REZULTATI ISPITIVANJA KOEFICIJENTA PROLASKA TOPLINE PROFILA PROZORA  $U_{f,w}$** 

temperature hladne strane:		jedinica	vrijednost
$\theta_{ce}$	(zrak)	°C	0,47
$\theta_{se,b}$	(zaslon)	°C	0,67
$\theta_{se,p}$	(rub zaštitnog panela)	°C	2,14
$\theta_{se,sur}$	(zaštitni panel)	°C	0,81
temperature tople strane:			
$\theta_{ci}$	(zrak)	°C	20,13
$\theta_{si,b}$	(zaslon)	°C	19,05
$\theta_{si,p}$	(rub zaštitnog panela)	°C	18,17
$\theta_{si,sur}$	(zaštitni panel)	°C	19,98
$\Phi_{in}$	ukupna ulazna snaga	W	75,16
$v_i$	brzina toka zraka topla strana	m/s	0,2
$v_e$	brzina toka zraka hladna strana	m/s	1,5

IZRAČUN KOEFICIJENTA PROLAZA TOPLINE PROFILA PROZORA		jedinica	vrijednost
$\theta_{me,sur}$	(srednja temperatura zaštitni panel)	°C	10,39
$R_{sur}$		m <sup>2</sup> ·K/W	4,924
$\lambda_{sur}$		W/(K·m)	0,041
$\psi_{ed}$		W/(K·m)	0
$\Delta\theta_{s,sur}$	(temperaturna razlika zaštitni panel)	K	19,17
$\Delta\theta_c$	(temperaturna razlika zrak)	K	19,66
$\Phi_{in}$	(ulazna snaga hot box)	W	75,16
$\Phi_{sur}$	(zaštitni panel toplinski tok)	W	11,72
$\Phi_{ed}$	(rubni dio toplinski tok)	W	0,00
$q_t$	(gustoća toplinskog toka kroz ispunu i profile prozora)	W/m <sup>2</sup>	35,37
$U_{m,t}$	(izmj. koeficijent prol. topline ispunu i profila)	W/(m <sup>2</sup> ·K)	1,879
$F_{ci}$	(konvekcijski dio-topli)		0,491
$F_{ce}$	(konvekcijski dio-hladni)		0,844
$R_{s,t}$	(ukupni površinski otpor)	m <sup>2</sup> ·K/W	0,168
$\theta_{ri}$	(temperatura zračenja-topla)	°C	19,00
$\theta_{re}$	(temperatura zračenja-hladna)	°C	2,10
$\theta_{ni}$	(temperatura zraka-topla)	°C	19,55
$\theta_{ne}$	(temperatura zraka-hladna)	°C	0,73
$\Delta\theta_n$	(razlika temperature zraka)	K	18,82
$U_{f,w}$	(izmj. koeficijent prol. topline profila)	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,50



### ZAKLJUČAK

Ispitani aluminijski profili koji služe za izradu otvarajućeg dijela jednostruke element fasade ZM-DAL SKY E70, proizvođača ZM-DAL iz Šibenika, imaju koeficijent prolaska topline:

$$U_{f,w} = 2,5 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$$

### F DIO: ISPITIVANJE KOEFICIJENTA PROLASKA TOPLINE $U_{f,V-F}$ VERTIKALNIH FIKSNIH PROFILA JEDNOSTRUKHE ELEMENT FASADE ZM-DAL SKY E70

Zadatak: Ispitati koeficijent prolaza topline  $U_{f,V-F}$  vertikalnih fiksnih profila jednostruke element fasade ZM-DAL SKY E70

Ispitano prema normi: HRN EN ISO 8990:1998 i HRN EN 12412-2:2004

Datum ispitivanja: Ispitivanje je provedeno od 14. do 16. siječnja 2010.

#### Mjerna oprema:

Komora sa zaštićenom vrućom komorom TK-20/45-45QM, proizvođač: LT d.o.o. - Slovenija.

#### SASTAV MJERNOG SLOŽAJA

$w$  (širina ispitivanih profila) = 0,197 m,  $d_{sur}$  (debljina zaštitnog panela) = 0,200 m,  $A_{sp}$  (ploština prozora) = 1,22 m · 1,47 m = 1,79 m<sup>2</sup>,  $A_{sur}$  (ploština zaštitnog panela) = 3,01 m<sup>2</sup>,  $A$  = 1,79 m<sup>2</sup>,  $L$  (duljina opsega prozora) = 5,38 m

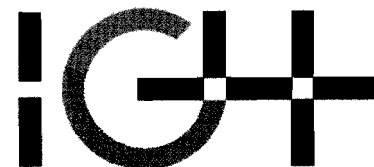
#### računske emisivnosti:

- zaslona:  $\epsilon_b = 0,89$ , uzorka (prozora):  $\epsilon_{sp} = 0,89$  i zaštitnog panela:  $\epsilon_{sur} = 0,89$ .

Skica ispitnog uzorka dana točkom c u opisu ispitnih uzoraka.

#### REZULTATI ISPITIVANJA KOEFICIJENTA PROLASKA TOPLINE VERTIKALNIH FIKSNIH PROFILA $U_{f,V-F}$

temperature hladne strane:		jedinica	vrijednost
$\theta_{ce}$	(zrak)	°C	0,52
$\theta_{se,b}$	(zaslon)	°C	0,85
$\theta_{se,p}$	(rub zaštitnog panela)	°C	2,95
$\theta_{se,sur}$	(zaštitni panel)	°C	0,95
temperature tople strane:			
$\theta_{ci}$	(zrak)	°C	19,41
$\theta_{si,b}$	(zaslon)	°C	18,82
$\theta_{si,p}$	(rub zaštitnog panela)	°C	18,21
$\theta_{si,sur}$	(zaštitni panel)	°C	19,94
$\Phi_{in}$	ukupna ulazna snaga	W	93,84
$v_i$	brzina toka zraka topla strana	m/s	0,2
$v_e$	brzina toka zraka hladna strana	m/s	1,5



IZRAČUN KOEFICIJENTA PROLAZA TOPLINE VERTIKALNIH FIKSNIH PROFILA		jedinica	vrijednost
$\theta_{me,sur}$	(srednja temperatura zaštitni panel)	°C	10,44
$R_{sur}$		m <sup>2</sup> ·K/W	5,113
$\lambda_{sur}$		W/(K·m)	0,039
$\psi_{ed}$		W/(K·m)	0,033
$\Delta\theta_{s,sur}$	(temperaturna razlika zaštitni panel)	K	18,99
$\Delta\theta_c$	(temperaturna razlika zrak)	K	18,89
$\Phi_{in}$	(ulazna snaga hot box)	W	93,84
$\Phi_{sur}$	(zaštitni panel toplinski tok)	W	11,18
$\Phi_{ed}$	(rubni dio toplinski tok)	W	3,35
$q_t$	(gustoća toplinskog toka kroz ispunu i profile prozora)	W/m <sup>2</sup>	44,22
$U_{m,t}$	(izmj. koeficijent prol. topline ispunu i profila)	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,422
$F_{ci}$	(konvekcijski dio-topli)		0,546
$F_{ce}$	(konvekcijski dio-hladni)		0,856
$R_{s,t}$	(ukupni površinski otpor)	m <sup>2</sup> ·K/W	0,164
$\theta_{ri}$	(temperatura zračenja-topla)	°C	18,79
$\theta_{re}$	(temperatura zračenja-hladna)	°C	2,57
$\theta_{ni}$	(temperatura zraka-topla)	°C	19,13
$\theta_{ne}$	(temperatura zraka-hladna)	°C	0,87
$\Delta\theta_n$	(razlika temperature zraka)	K	18,26
$U_{f,v-F}$	(izmj. koeficijent prol. topline profila)	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,60

### ZAKLJUČAK

Ispitani aluminijski fiksni vertikalni profili jednostruke element fasade ZM-DAL SKY E70, proizvođača ZM-DAL iz Šibenika, imaju koeficijent prolaska topline:

$$U_{f,v-F} = 2,6 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}.$$



## G DIO: ISPITIVANJE KOEFICIJENTA PROLASKA TOPLINE $U_{f,H-F}$ HORIZONTALNIH FIKSNIH PROFILA JEDNOSTRUKÉ ELEMENT FASADE ZM-DAL SKY E70

**Zadatak:** Ispitati koeficijent prolaza topline  $U_{f,H-F}$  horizontalnih fiksnih profila jednostruke element fasade ZM-DAL SKY E70

**Ispitano prema normi:** HRN EN ISO 8990:1998 i HRN EN 12412-2:2004

**Datum ispitivanja:** Ispitivanje je provedeno od 20. do 22. siječnja 2010.

### Mjerna oprema:

Komora sa zaštićenom vrućom komorom TK-20/45-45QM, proizvođač: LT d.o.o. - Slovenija.

### SASTAV MJERNOG SLOŽAJA

$w$  (širina ispitivanih profila) = 0,197 m,  $d_{sur}$  (debljina zaštitnog panela) = 0,200 m,  $A_{sp}$  (ploština prozora) = 1,22 m · 1,47 m = 1,79 m<sup>2</sup>,  $A_{sur}$  (ploština zaštitnog panela) = 3,01 m<sup>2</sup>,  $A$  = 1,79 m<sup>2</sup>,  $L$  (duljina opsega prozora) = 5,38 m

#### računske emisivnosti:

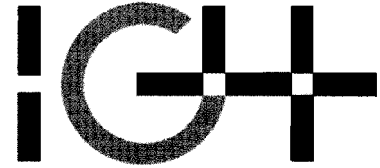
- zaslona:  $\epsilon_b = 0,89$ , uzorka (prozora):  $\epsilon_{sp} = 0,89$  i zaštitnog panela:  $\epsilon_{sur} = 0,89$ .

Skica ispitnog uzorka dana točkom d u opisu ispitnih uzoraka.

### REZULTATI ISPITIVANJA KOEFICIJENTA PROLASKA TOPLINE HORIZONTALNIH FIKSNIH PROFILA

$U_{f,H-F}$

temperature hladne strane:		jedinica	vrijednost
$\theta_{ce}$	(zrak)	°C	0,51
$\theta_{se,b}$	(zaslon)	°C	0,83
$\theta_{se,p}$	(rub zaštitnog panela)	°C	2,87
$\theta_{se,sur}$	(zaštitni panel)	°C	0,85
temperature tople strane:			
$\theta_{ci}$	(zrak)	°C	19,39
$\theta_{si,b}$	(zaslon)	°C	18,71
$\theta_{si,p}$	(rub zaštitnog panela)	°C	17,93
$\theta_{si,sur}$	(zaštitni panel)	°C	19,87
$\Phi_{in}$	ukupna ulazna snaga	W	101,68
$v_i$	brzina toka zraka topla strana	m/s	0,2
$v_e$	brzina toka zraka hladna strana	m/s	1,5



IZRAČUN KOEFICIJENTA PROLAZA TOPLINE HORIZONTALNIH FIKSNIH PROFILA		jedinica	vrijednost
$\theta_{me,sur}$	(srednja temperatura zaštitni panel)	°C	10,36
$R_{sur}$		m <sup>2</sup> ·K/W	4,924
$\lambda_{sur}$		W/(K·m)	0,041
$\psi_{ed}$		W/(K·m)	0,033
$\Delta\theta_{s,sur}$	(temperaturna razlika zaštitni panel)	K	19,02
$\Delta\theta_c$	(temperaturna razlika zrak)	K	18,88
$\Phi_{in}$	(ulazna snaga hot box)	W	101,68
$\Phi_{sur}$	(zaštitni panel toplinski tok)	W	11,63
$\Phi_{ed}$	(rubni dio toplinski tok)	W	3,35
$q_t$	(gustoća toplinskog toka kroz ispunu i profile prozora)	W/m <sup>2</sup>	48,34
$U_{m,t}$	(izmj. koeficijent prol. topline ispunu i profila)	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,653
$F_{ci}$	(konvekcijski dio-topli)		0,549
$F_{ce}$	(konvekcijski dio-hladni)		0,861
$R_{s,t}$	(ukupni površinski otpor)	m <sup>2</sup> ·K/W	0,163
$\theta_{ri}$	(temperatura zračenja-topla)	°C	18,67
$\theta_{re}$	(temperatura zračenja-hladna)	°C	2,17
$\theta_{ni}$	(temperatura zraka-topla)	°C	19,07
$\theta_{ne}$	(temperatura zraka-hladna)	°C	0,84
$\Delta\theta_n$	(razlika temperature zraka)	K	18,23
$U_{f,V-F}$	(izmj. koeficijent prol. topline profila)	W/(m <sup>2</sup> ·K)	2,73

### ZAKLJUČAK

Ispitani aluminijski fiksni horizontalni profili jednostruke element fasade ZM-DAL SKY E70, proizvođača ZM-DAL iz Šibenika, imaju koeficijent prolaska topline:

$$U_{f,H-F} = 2,7 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}.$$