

Nalog za ispitivanje: 110/10

RN: 72160804

Zagreb, 2010-10-04

IZVJEŠTAJ O ISPITIVANJU BR. 2160-206/10

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

Ugovor/narudžba: ponuda 2160-0-1898/10 od 2010-06-16

Proizvod: dupla fasada ZM-Dal SKY ED 220

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

Datum zaprimanja uzoraka: 2010-07-07

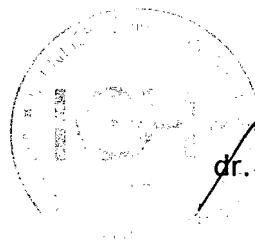
Mjesto ispitivanja: Institut IGH d.d., Laboratorij IGH, Laboratorij za građevinsku fiziku,
Janka Rakuše 1, HR-10000 Zagreb

Laboratorijska oznaka uzorka: LGF 196/10

Ispitana svojstva: A dio: zrakopropusnost; B dio: vodonepropusnost i C dio: otpornost
na opterećenje vjetrom

Odgovorna osoba:

za A, B i C dio: Zlatko Franolić

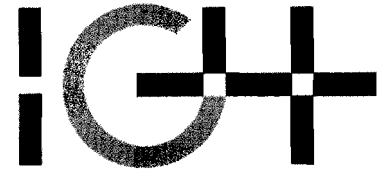


Voditelj laboratorija:

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.

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



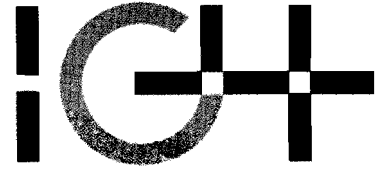
Izvještaj broj: 2160-206/10

Opis ispitnog uzorka:

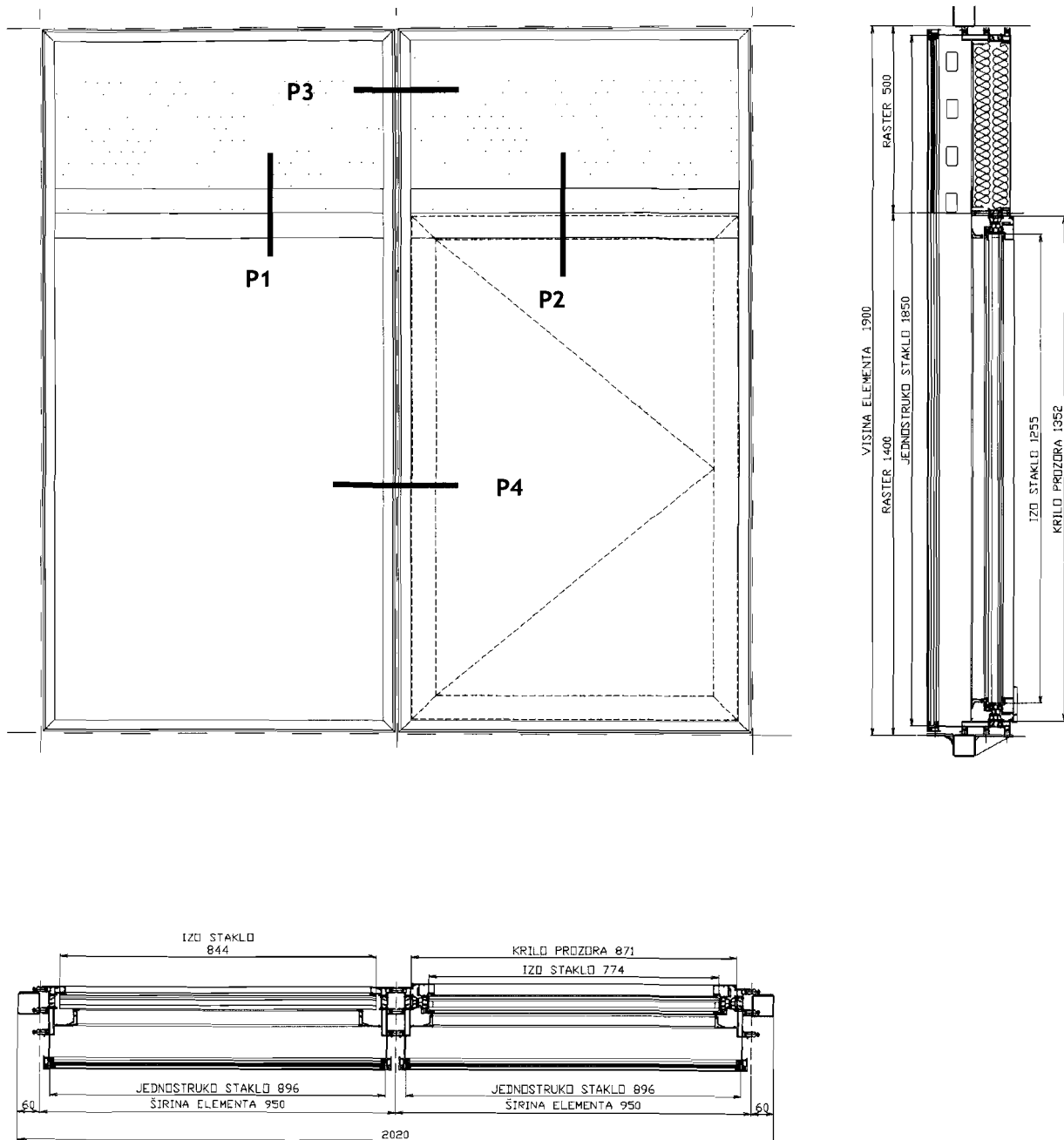
Samonosiva dupla element fasada serije SKY ED 220 se sastoji od pojedinačnih modula koji se u cijelosti, zajedno s ostakljenjem izrađuju u tvornici i gotovi dopremaju na gradilište. Zrako-tijesnost i vodo-nepropusnost ostvaruju se pomoću trostrukih brtvenih uložaka izrađenih iz EPDM-a, koji po cijelom obodu nasjedaju u aluminijske profile okvira elementa. Pri montaži gumeni ulošci nam osiguravaju međusobnu povezanost elemenata a ujedno služe i kao dilatacijska brtvila između elemenata. Ispitni uzorak duple element, fasade serije SKY ED 220 sastoji se od četiri segmenata, dva fiksna neprozirna segmenata i dva prozirna segmenta. Unutarnje dijelove prozirnih segmenata fasade čine jedan otvarajući (zaokretni prozor) i jedan fiksni dio. Izmjere cijelog elementa kao i pojedinih segmenata dane su na crtežu 1. Sam element izveden je kao sustav duple element fasade, kojeg čine:

- a) vanjsko ostakljenje (u jednom komadu pokriva jedan prozirni i jedan neprozirni dio):
 - fiksno ostakljenje čini jednostruko kaljeno staklo debljine 10 mm, koje je po cijelom obodu pričvršćeno aluminijskim letvicama,
- b) unutarnji neprozirni dio (opis sastava od vanjskog ostakljenja prema unutarnjem prostoru) :
 - ventilirani sloj zraka 10 cm,
 - lakirani aluminijski lim debljine 2 mm,
 - kamena vuna sa staklenim voalom debljine 100 mm i
 - aluminijski lim debljine 1,5 mm.
- c) unutarnji prozirni dio (opis sastava od vanjskog ostakljenja prema unutarnjem prostoru):
 - ventilirani sloj zraka 14 cm i
 - IZO-staklo sastava: 8 mm float clear staklo + 20 mm zrak + 10 mm laminirano staklo 4.4.1.

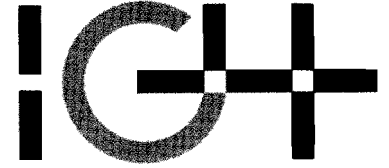
Fasada je projektirana kao viseći tip, što zači da se u gornjem dijelu elementa ugrađuje čelično sidro s mogućnošću trodimenzionalne regulacije (nepomičan zglobo), pomoću kojeg je element vezan za armirano betonsku konstrukciju objekta. U donjem dijelu, element je povezan preko kliznog ležaja s elementom ispod, na čijem vrhu je ležaj ugrađen. Navedena konstrukcija omogućava vertikalnu i horizontalnu dilataciju.



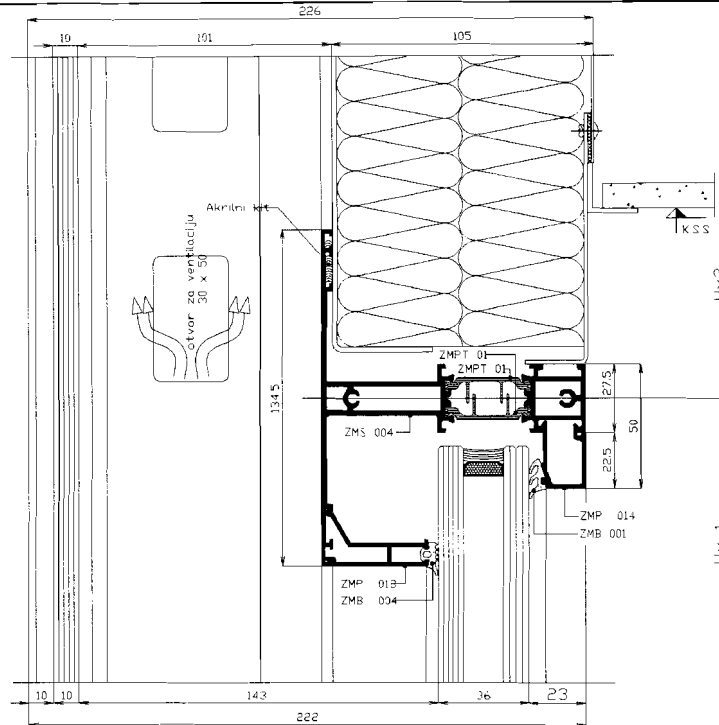
Izveštaj broj: 2160-206/10



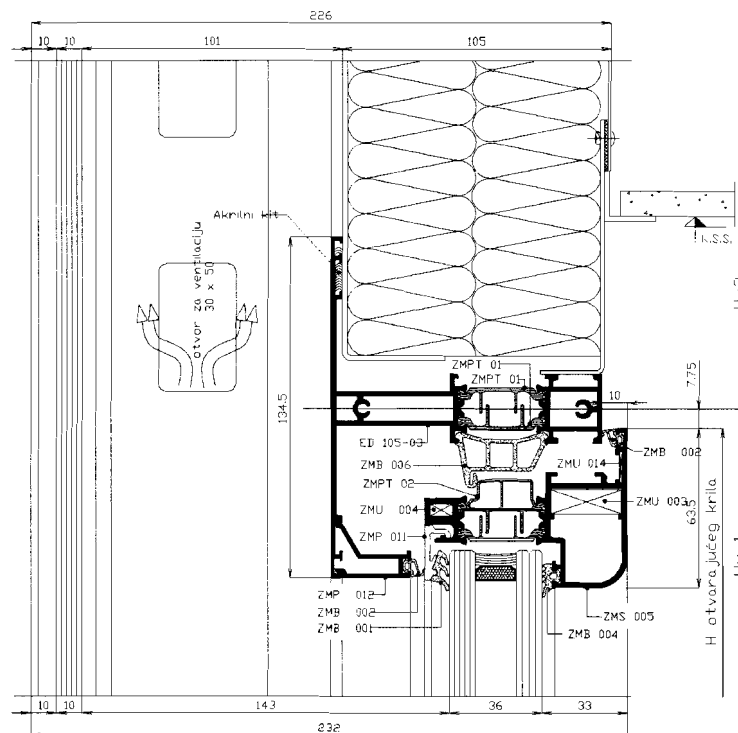
Skica 1: ispitni uzorak duple fasade ZM-Dal SKY ED 220 s vertikalnim i horizontalnim presjecima i presjecima na mjestima P1 do P4 (koji su dani skicama u nastavku).



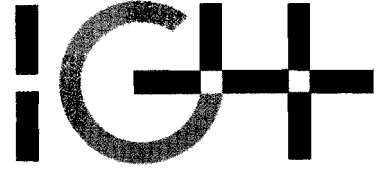
Izvještaj broj: 2160-206/10



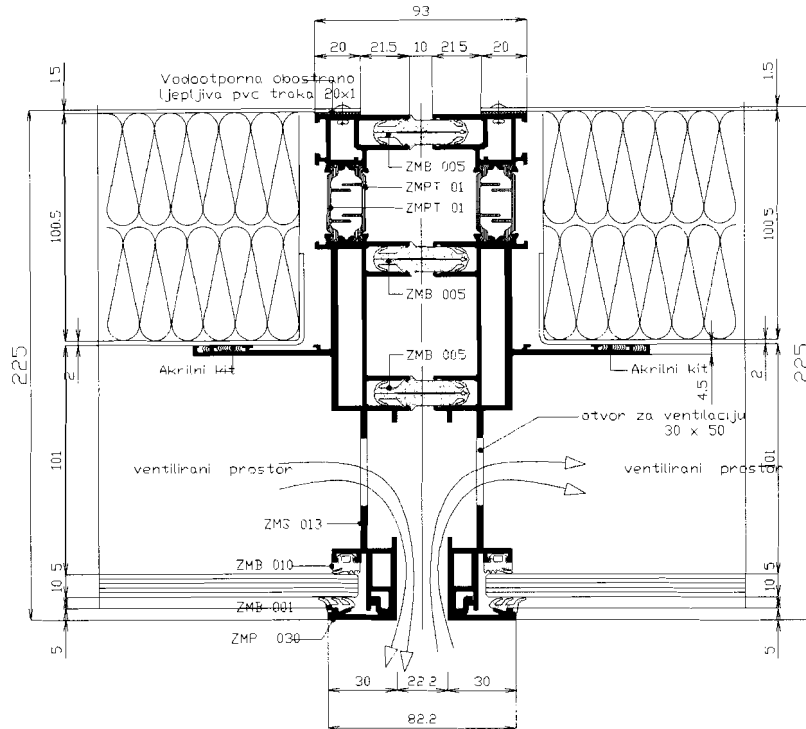
Skica 2: presjek detalja P1.



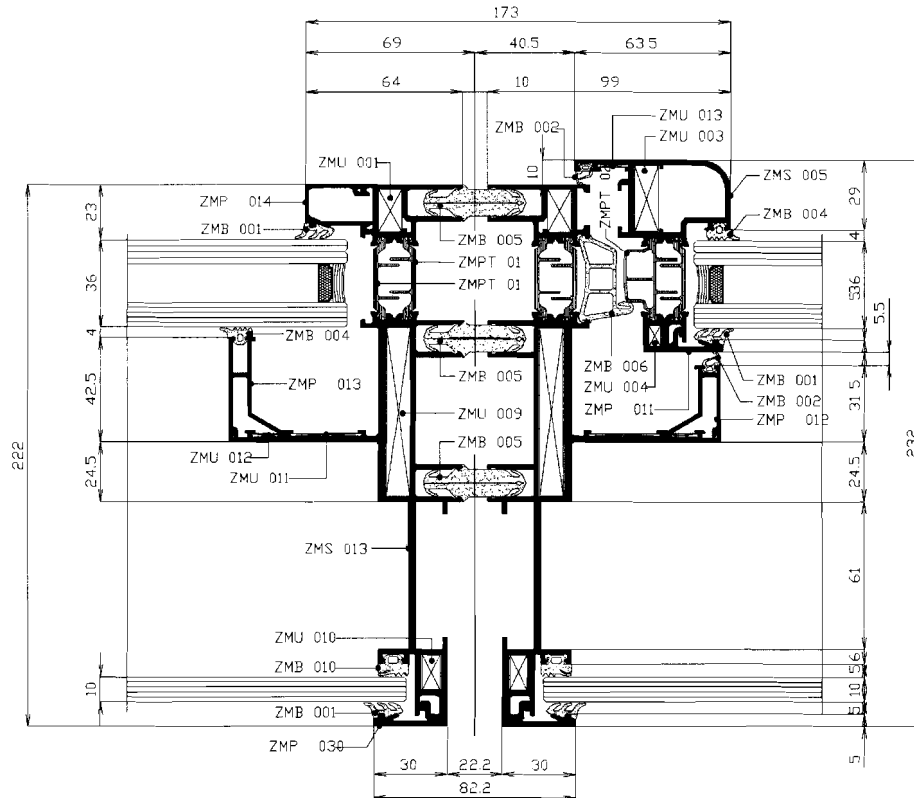
Skica 3: presjek detalja P2.



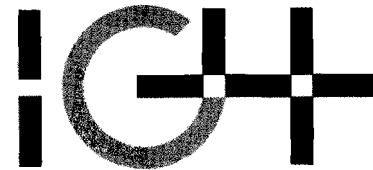
Izveštaj broj: 2160-206/10



Skica 4: presjek detalj P3.



Skica 5: presjek detalj P4.



Izveštaj broj: 2160-206/10

A DIO: ZRAKOPROPUSNOST

Zadatak: Ispitati svojstvo zrakopropusnosti duple fasade ZM-Dal SKY ED 220 oznake LGF 196/10, 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 - metoda akreditirana od strane HAA

Datum ispitivanja: 2010-07-23

Temperatura, relativna vlažnost zraka i atmosferski tlak tijekom ispitivanja: 28,1 °C, 45,8 % i 998 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

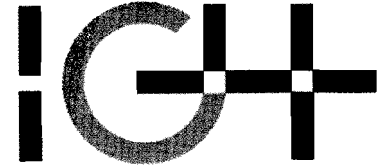
Ispitivanje fiksnog dijela ispitnog uzorka provedeno je u skladu s HRN EN 12153:2001, pozitivnim i negativnim opterećenjem na tlak.

Protok zraka po jedinici ploštine uzorka Q_A prikazan je, kao funkcija razlike tlakova Δp , dijagramom i tablicom.

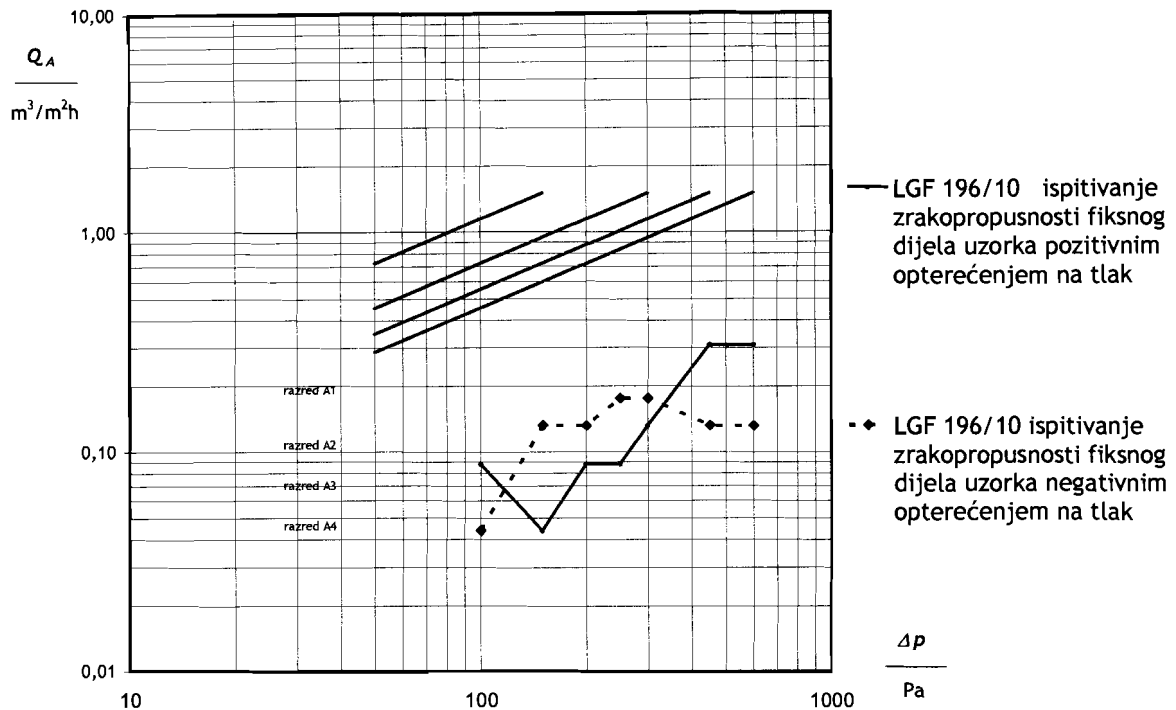
Ploština fiksnog dijela ispitnog uzorka: $A = 2,28 \text{ m}^2$.

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

Δp (Pa)	Q_A (m^3/hm^2) LGF 196/10	Δp (Pa)	Q_A (m^3/hm^2) LGF 196/10	Q_A (m^3/hm^2)			
				RAZRED (HRN EN 12152:2002)			
				A1	A2	A3	A4
50	0,00	-50	0,00	0,72	0,45	0,35	0,29
100	0,09	-100	0,04	1,14	0,72	0,55	0,45
150	0,04	-150	0,13	1,50	0,94	0,72	0,60
200	0,09	-200	0,13		1,14	0,87	0,72
250	0,09	-250	0,18		1,33	1,01	0,84
300	0,13	-300	0,18		1,50	1,14	0,94
450	0,31	-450	0,13			1,50	1,24
600	0,31	-600	0,13				1,50



Izveštaj broj: 2160-206/10



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: $A = 1,33 \text{ m}^2$.

Duljina sljubnica ispitivanog otvarajućeg dijela fasade: $l = 4,46 \text{ m}$.

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.

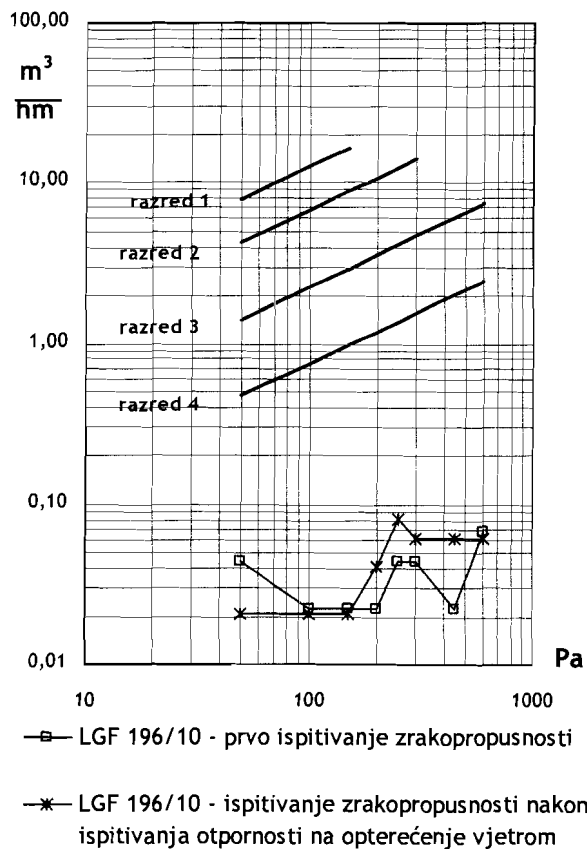
Tablica 2: prvo ispitivanje zrakopropusnosti otvarajućeg dijela fasade s pozitivnim opterećenjem na tlak.

prvo ispitivanje zrakopropusnosti:										
Δp (Pa)	Ispitni rezultat	Q_L (m^3/hm)				Q_A (m^3/hm^2)				
		razred (prema HRN EN 12207:2001)				Ispitni rezultat	razred (prema HRN EN 12207:2001)			
		1	2	3	4		1	2	3	4
50	0,04	7,87	4,25	1,42	0,47	0,15	31,5	17,0	5,7	1,9
100	0,02	12,50	6,75	2,25	0,75	0,08	50,0	27,0	9,0	3,0
150	0,02	16,38	8,85	2,95	0,98	0,08	65,5	35,4	11,8	3,9
200	0,02		10,71	3,57	1,19	0,08		42,9	14,3	4,8
250	0,04		12,43	4,14	1,38	0,15		49,7	16,6	5,5
300	0,04		14,04	4,68	1,56	0,15		56,2	18,7	6,2
450	0,02			6,13	2,04	0,08			24,5	8,2
600	0,07			7,43	2,48	0,23			29,7	9,9

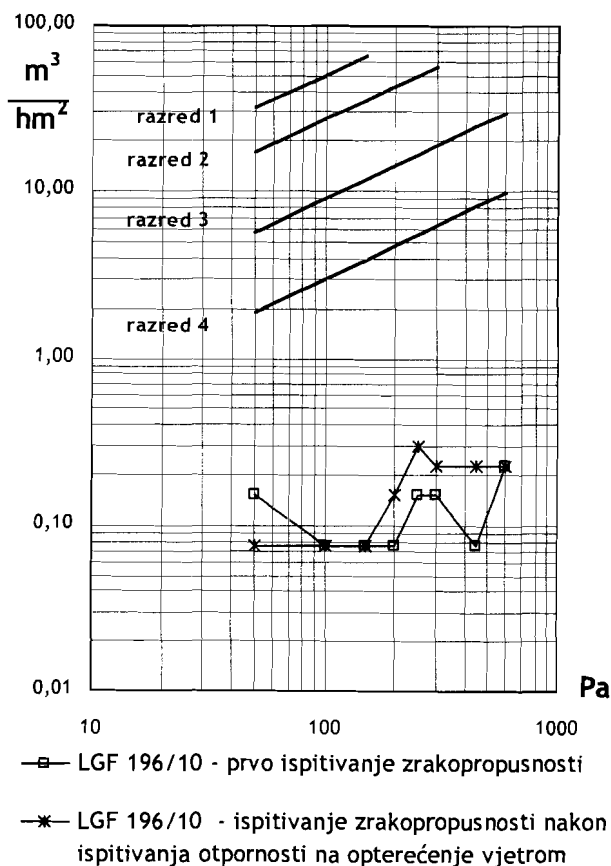
Izveštaj broj: 2160-206/10

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

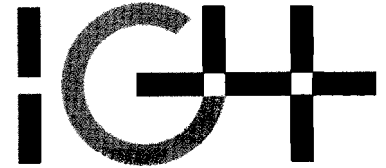
ispitivanje zrakopropusnosti nakon ispitivanja otpornosti na opterećenje vjetrom:										
Δp (Pa)	ispitni rezultat	Q_L (m ³ /hm)				ispitni rezultat	Q_A (m ³ /hm ²)			
		razred (prema HRN EN 12207:2001)					razred (prema HRN EN 12207:2001)			
		1	2	3	4		1	2	3	4
50	0,02	7,87	4,25	1,42	0,47	0,08	31,5	17,0	5,7	1,9
100	0,02	12,50	6,75	2,25	0,75	0,08	50,0	27,0	9,0	3,0
150	0,02	16,38	8,85	2,95	0,98	0,08	65,5	35,4	11,8	3,9
200	0,04		10,71	3,57	1,19	0,15		42,9	14,3	4,8
250	0,08		12,43	4,14	1,38	0,30		49,7	16,6	5,5
300	0,06		14,04	4,68	1,56	0,23		56,2	18,7	6,2
450	0,06			6,13	2,04	0,23			24,5	8,2
600	0,06			7,43	2,48	0,23			29,7	9,9



Dijagram 2: zrakopropusnost po jedinici duljine sljubnice prozora



Dijagram 3: zrakopropusnost po jedinici ploštine prozora.



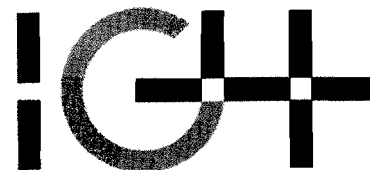
Izveštaj broj: 2160-206/10

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

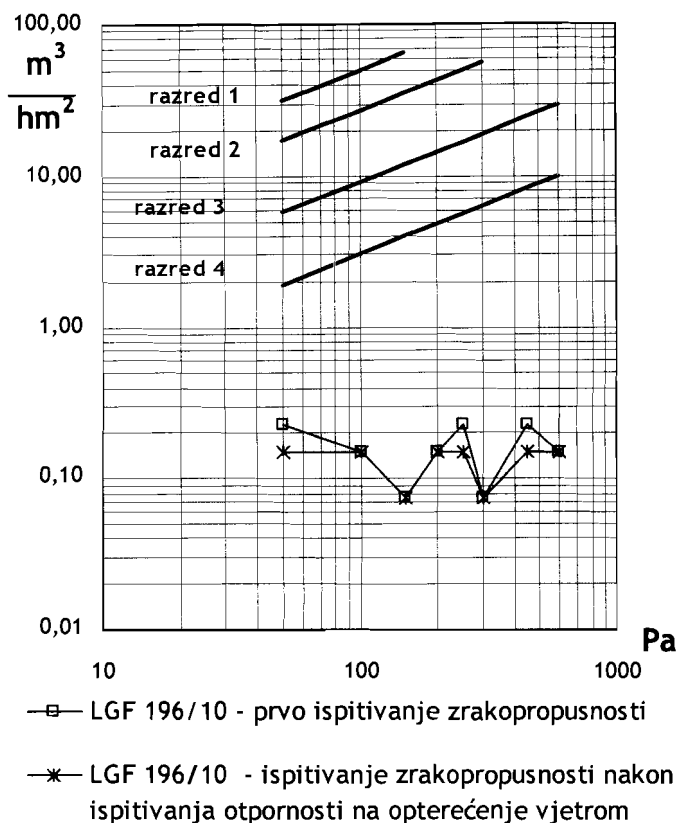
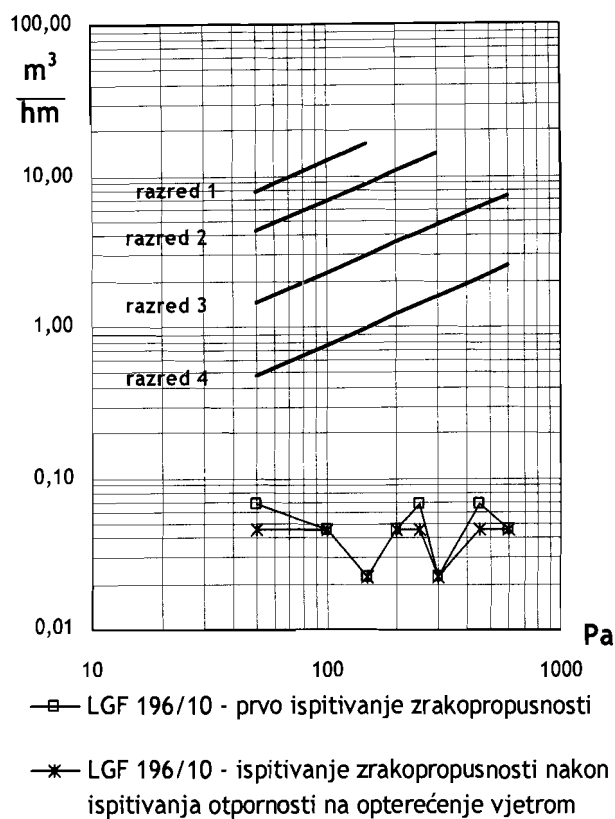
prvo ispitivanje zrakopropusnosti:										
Δp (Pa)	Ispitni rezultat	Q_L (m ³ /hm)				Ispitni rezultat	Q_A (m ³ /hm ²)			
		razred (prema HRN EN 12207:2001)					razred (prema HRN EN 12207:2001)			
		1	2	3	4		1	2	3	4
- 50	0,07	7,87	4,25	1,42	0,47	0,23	31,5	17,0	5,7	1,9
- 100	0,04	12,50	6,75	2,25	0,75	0,15	50,0	27,0	9,0	3,0
- 150	0,02	16,38	8,85	2,95	0,98	0,08	65,5	35,4	11,8	3,9
- 200	0,04		10,71	3,57	1,19	0,15		42,9	14,3	4,8
- 250	0,07		12,43	4,14	1,38	0,23		49,7	16,6	5,5
- 300	0,02		14,04	4,68	1,56	0,08		56,2	18,7	6,2
- 450	0,07			6,13	2,04	0,23			24,5	8,2
- 600	0,04			7,43	2,48	0,15			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:										
Δp (Pa)	ispitni rezultat	Q_L (m ³ /hm)				ispitni rezultat	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	0,15	31,5	17,0	5,7	1,9
- 100	0,43	12,50	6,75	2,25	0,75	0,15	50,0	27,0	9,0	3,0
- 150	0,72	16,38	8,85	2,95	0,98	0,08	65,5	35,4	11,8	3,9
- 200	1,07		10,71	3,57	1,19	0,15		42,9	14,3	4,8
- 250	1,44		12,43	4,14	1,38	0,15		49,7	16,6	5,5
- 300	1,95		14,04	4,68	1,56	0,08		56,2	18,7	6,2
- 450	3,82			6,13	2,04	0,15			24,5	8,2
- 600	6,24			7,43	2,48	0,15			29,7	9,9



Izveštaj broj: 2160-206/10



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 duple element fasade serije SKY ED 220 (bez otvarajućeg dijela), laboratorijske oznake LGF 196/10, proizvođača ZM-DAL iz Šibenika, može se prema HRN EN 12152:2002 svrstati u **razred A4**.

S obzirom na zrakopropusnost, ispitani otvarajući dio duple element fasade serije SKY ED 220 (bez fiksnog dijela), laboratorijske oznake LGF 196/10, proizvođača ZM-DAL iz Šibenika, može se prema HRN EN 12207:2001 svrstati u **razred 4**.

B DIO: VODONEPROPUSNOST

Zadatak:

Ispitati svojstvo vodonepropusnosti ispitnog uzorka

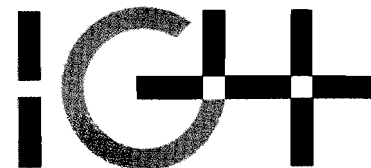
Ispitano prema normi:

HRN EN 12155:2001 i HRN EN 1027:2001 - metoda akreditirana od strane HAA

Datum ispitivanja:

2010-07-23

Temperatura, relativna vlažnost zraka i atmosferski tlak tijekom ispitivanja: 28,1 °C, 45,8 % i 998 hPa.



Izveštaj broj: 2160-206/10

Mjerna i ispitna oprema:

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

Ispitivanje vodonepropusnosti provedeno je na djelovanje pozitivnog tlaka do 600 Pa prije i nakon ispitivanja otpornosti na vjetar.

TLAK Δp (Pa)	VRIJEME τ (min)	prvo isp.	nakon isp. vjetra	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 duple element fasade

S obzirom na vodonepropusnost, ispitana dupla element fasade serije SKY ED 220 (kao cjelina), laboratorijske oznake LGF 196/10, proizvođača ZM-DAL iz Šibenika, može se prema HRN EN 12154:2001 svrstati u *razred R7*.

b) vodonepropusnost otvarajućeg dijela (prozora) duple element fasade

S obzirom na vodonepropusnost, ispitani otvarajući dio (prozor) duple element fasade serije SKY ED 220, laboratorijske oznake LGF 196/10, proizvođača ZM-DAL iz Šibenika, može se prema HRN EN 12208:2001 svrstati u *razred 9A*.

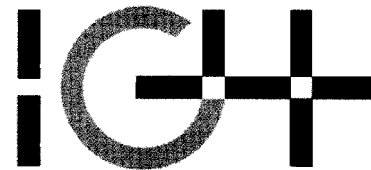
C DIO: OTPORNOST NA OPTEREĆENJE VJETROM

Zadatak: Ispitati svojstvo otpornosti na opterećenje vjetrom otvarajućeg dijela (prozora) duple element fasade serije SKY ED 220, laboratorijske oznake LGF 196/10, vanjskih izmjera 1,40 m x 0,95 m.

Ispitano prema normi: HRN EN 12211:2001 - metoda okreditirana od strane HAA

Datum ispitivanja: 2010-07-23

Temperatura, relativna vlažnost zraka i atmosferski tlak tijekom ispitivanja: 28,1 °C, 45,8 % i 998 hPa.



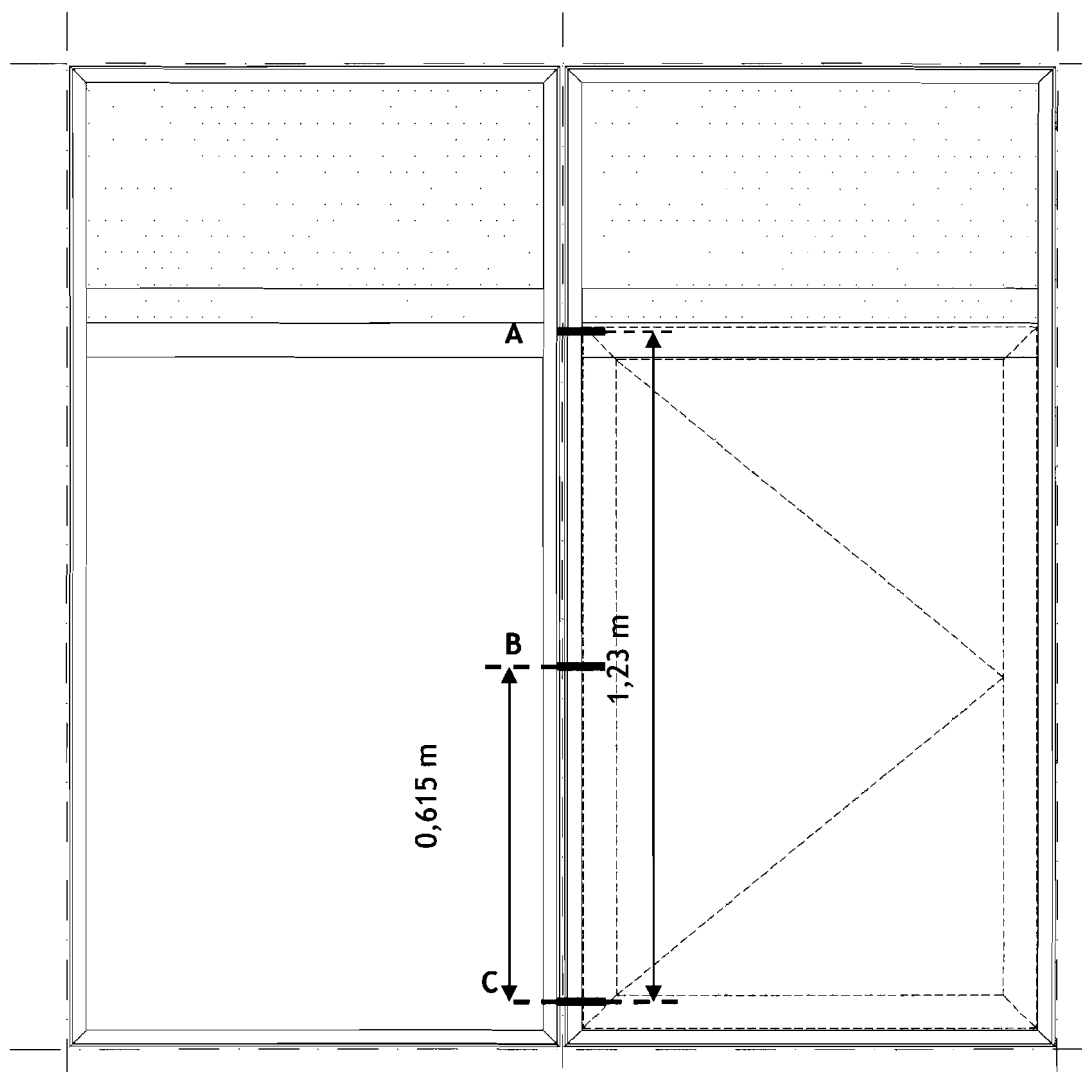
Izveštaj broj: 2160-206/10

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 vertikalnom profilu otvarajućeg dijela (prozora) elementa fasade, na dijelu gdje postoji najveći razmak između dva susjedna učvršćenja krila prozora za doprozornik.



- B - mjerno mjesto na sredini između A i C mjesta (oznaka na crtežu),
 A - mjerno mjesto u gornjem lijevom kutu (za pogled izvana) verikalnog profila prozorskog krila, na mjestu gdje se nalazi zglobnica (oznaka na crtežu),
 C - mjerno mjesto u donjem lijevom kutu (za pogled izvana) verikalnog profila na mjestu gdje se nalazi zglobnica (oznaka na crtežu),

Izveštaj broj: 2160-206/10

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 P1,

B_p - čeonu pomak na mjernom mjestu B pri iskazanoj razlici tlakova P1,

C_p - čeonu pomak na mjernom mjestu C pri iskazanoj razlici tlakova P1,

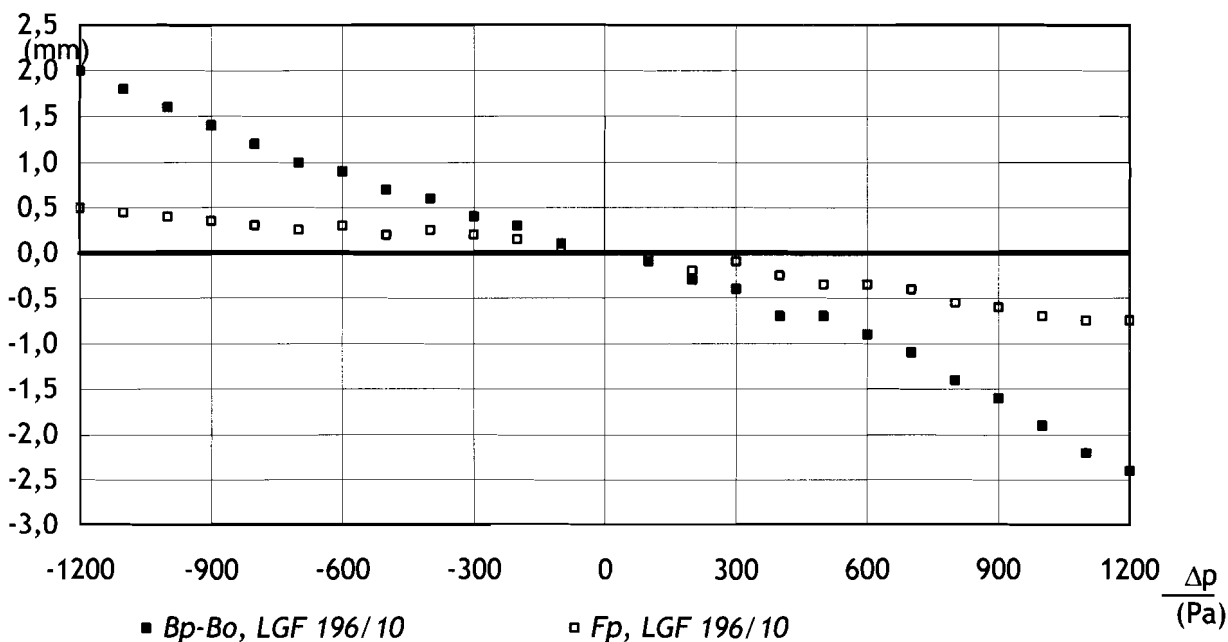
$F_p = (B_p) - ((A_p) + (C_p))/2$ - čeonu savijanje,

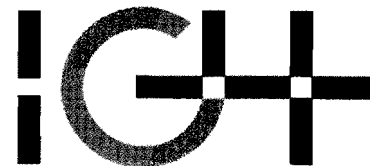
$L = 1,23$ m - razmak između točaka A i C,

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

Tablica 6: rezultati ispitivanja čeonog savijanja.

tlak Δp (Pa)	ispitni rezultat					tlak Δp (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	0,0	-0,1	-0,1	-0,05	-0,41	-100	0,1	0,1	0,0	0,05	0,41
200	-0,1	-0,3	-0,1	-0,20	-1,63	-200	0,2	0,3	0,1	0,15	1,22
300	-0,3	-0,4	-0,3	-0,10	-0,81	-300	0,3	0,4	0,1	0,20	1,63
400	-0,5	-0,7	-0,4	-0,25	-2,03	-400	0,5	0,6	0,2	0,25	2,03
500	-0,4	-0,7	-0,3	-0,35	-2,85	-500	0,6	0,7	0,4	0,20	1,63
600	-0,6	-0,9	-0,5	-0,35	-2,85	-600	0,7	0,9	0,5	0,30	2,44
700	-0,8	-1,1	-0,6	-0,40	-3,25	-700	0,9	1,0	0,6	0,25	2,03
800	-1,0	-1,4	-0,7	-0,55	-4,47	-800	1,1	1,2	0,7	0,30	2,44
900	-1,1	-1,6	-0,9	-0,60	-4,88	-900	1,3	1,4	0,8	0,35	2,85
1000	-1,4	-1,9	-1,0	-0,70	-5,69	-1000	1,5	1,6	0,9	0,40	3,25
1100	-1,6	-2,2	-1,3	-0,75	-6,10	-1100	1,7	1,8	1,0	0,45	3,66
1200	-1,9	-2,4	-1,4	-0,75	-6,10	-1200	1,9	2,0	1,1	0,50	4,07





Izveštaj broj: 2160-206/10

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

S obzirom na relativno čeono savijanje ispitivanog otvarajućeg dijela (prozora) duple element fasade serije SKY ED 220, proizvođača ZM-DAL iz Šibenika, laboratorijske oznake LGF 196/10, što se može prema HRN EN 12210:2001 svrstati u razred C ($F_{rp} < 1/300$), budući da je maksimalno relativno čeono savijanje iznosilo 1/1640.

C2. REZULTATI ISPITIVANJA OTPORNOSTI PROMJENJIVIM TLAKOM P2

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

Nakon provedenog opterećenja na uzorku LGF 196/10 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 196/10 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) duple element fasade serije SKY ED 220, proizvođača ZM-DAL iz Šibenika, laboratorijske oznake LGF 196/10, može se prema HRN EN 12210:2001 svrstati u razred C3.