



Instytut Techniki Budowlanej

00-611 Warszawa, ul. Filtrowa 1, tel. 825-04-71, fax 825-52-86

**Ocena techniczna ścian z pustaków
szklanych systemu Steckfix**

NL-0871/P/08

WARSZAWA marzec 2009



INSTYTUT TECHNIKI BUDOWLANEJ
00 - 950 Warszawa ul. Filtrowa 1

Skrytka pocztowa 998
Telefony: Dyrektor
251303
Centrala 25-04-71
fax: (48 22) 25 77 30

Zakład Konstrukcji i Elementów Budowlanych

Tytuł pracy Ocena techniczna ścian z pustaków szklanych systemu Steckfix

Nr Rejestru Działu Prac Usługowych NL-0871/P/08

Zleceniodawca: ABH „NOMOS” Sp. z o.o.
Ul. Kępną 17A, 03-730 Warszawa

Wykonawca: dr inż. Artur Piekarczyk

Kierownik zespołu: dr inż. Artur Piekarczyk

Weryfikacja: dr inż. Paweł Sulik

Pracę rozpoczęto: grudzień 2008
zakończono: luty 2009

Wykonano w ilości 4 egzemplarzy

Spis treści

1. Podstawa formalna oceny	str. 1
2. Przedmiot oceny.....	str. 1
3. Cel i zakres oceny technicznej	str. 1
4. Wykorzystane materiały.....	str. 1
5. Opis.....	str. 1
6. Wyniki badań i ocena	str. 2
7. Wniosek	str. 3

Załącznik 1 – Raport z badań nr NL-0871/P/LL-290/K/08

1. Podstawa oceny

Podstawą formalną oceny jest zlecenie firmy ABH „NOMOS”, zarejestrowane w Zakładzie Badań Konstrukcji i Elementów Budowlanych ITB pod numerem NL-0871/P/08.

2. Przedmiot oceny

Przedmiotem oceny są ściany osłonowe działowe wykonywane z pustaków szklanych w systemie Steckfix.

3. Cel i zakres oceny technicznej

Celem oceny jest określenie właściwości technicznych ścian osłonowych i działowych.

4. Wykaz wykorzystanych materiałów

[1] Raport z badań NL-0871/P/LL-290/K/08.

5. Opis

Ściany osłonowe i działowe wykonywane są tą samą technologią montażu. Elementem nośnym jest płaskownik stalowy 50x3mm układany pionowo co drugą warstwę pustaków szklanych. Na płaskownik w miejscu styku z pustakiem nasuwany jest tworzywowo profil „combi klip”, ten sam profil układany jest pod każdym pustakiem. Spoiny wypełniane są silikonem konstrukcyjnym. W ścianie osłonowej profilem zamykającym (obwodowym) jest profil aluminiowy z przekładką termiczną typu WD 35, w ścianie działowej jest to profil aluminiowy typu U 10 bez przekładki termicznej. Kształt i wymiary profili zamykających zestawiono w raporcie z badań [1]

6. Wyniki badań i ocena

6.1. Ściana osłonowa

Wyniki badań ściany osłonowej z profilem WD 35 zestawiono w tablicy 1

Tablica 1. Wyniki badań i klasyfikacja ściany osłonowej WD 35

Właściwość	Opis	Podstawa klasyfikacji	Klasa
Wodoszczelność	Bez przecieku do 600Pa	PN-EN 12154:2002	R7
Odporność na napór wiatru	Ugięcie $H/200$ lub 15mm przy 800Pa przy wysokości 2,3m, gdzie H jest wysokością ściany.	PN-EN 13116:2004	1,0kN/m ²
Przepuszczalność powietrza	Przy ciśnieniu 600Pa: $0,12\text{m}^3/(\text{m}\cdot\text{h}) < 0,5\text{m}^3/(\text{m}\cdot\text{h})$ $1,12\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h}) < 1,5\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{h})$	PN-EN 12152	A4
Odporność na uderzenia	Bez uszkodzeń przy uderzeniu z wysokości 950mm ciałem o masie 50kg	PN-EN 14019:2000	E5, I5

Uwaga:

w przypadku gdy wysokość ściany innej (wyższej lub niższej) niż ta, która była przedmiotem badań (2,3m) oraz szerokość ściany jest dwukrotnie większa od jej wysokości, ugięcie ściany powinno być określone jak dla belki jednoprzęsłowej (z uwzględnieniem wyłącznie płaskownika stalowego jako elementu nośnego) wg zależności:

$$f = \frac{5 \cdot q \cdot b \cdot H^4}{384EI}$$

gdzie

f – ugięcie

q – charakterystyczne obciążenie wiatrem,

b – rozstaw płaskowników (podwójna szerokość pustaka $2 \times 19\text{cm} = 38\text{cm}$),

E=205000 MPa moduł Younga stali,

I=3,125cm⁴ moment bezwładności płaskownika,

H – wysokość ściany.

Zasada obliczeń dotyczy ścian osłonowych i działowych.

6.2. Ściana działowa

Wyniki badań ściany działowej z profilem U 10 zestawiono w tablicy 2

Tablica 2. Wyniki badań i klasyfikacja ściany działowej U10

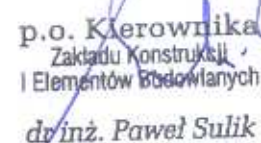
Właściwość	Opis	Podstawa klasyfikacji	Klasa
Odporność na obciążenie liniowe	Ugięcie przy obc. 0,5kN/m $f=1,65$ mm Ugięcie przy obc. 1,0kN/m $f=3,95$ mm. Ugięcie dopuszczalne $H/400=5,75$ mm, gdzie H jest wysokością ściany	Instrukcja ITB nr 222	Wymaganie spełnione przy obciążeniu 1,0kN/m
Odporność na uderzenia. Zakres użytkowania	Brak uszkodzeń przy uderzeniu ciałem twardym o masie 0,5kg z energią 2,5Nm Odształcenie trwałe 1,52mm przy uderzeniu ciałem miękkim o masie 50kg . Maksymalne ugięcie podczas uderzenia z energią 120Nm wynosi 21,6mm	ETAG 003	Klasa II
Odporność na uderzenia. Zakres bezpieczeństwa	Braku uszkodzeń przy uderzeniu ciałem twardym o masie 1,0kg z energią 10Nm i ciałem miękkim o masie 50kg z max. energią 500Nm	ETAG 003	Klasa IV

7. Wniosek

Na podstawie badań laboratoryjnych, Zakład Konstrukcji i Elementów Budowlanych stwierdza, podaje w p. 6 właściwości ścian osłonowych i działowych systemu Steckfix.

Opracował:


dr inż. Artur Piekarczyk
ADIUNKT


p.o. Kierownika
Zakładu Konstrukcji
i Elementów Budowlanych
dr inż. Paweł Sulik

ZAŁĄCZNIK NR 1
Raport z badań

NL-0871/P/LL-290/K/08



ZAKŁAD KONSTRUKCJI I ELEMENTÓW BUDOWLANYCH

LK

RAPORT Z BADAŃ LL- 0871/P/LL-290K/08

Strona 1/13

LABORATORIUM KONSTRUKCJI I ELEMENTÓW BUDOWLANYCH

ul. Ksawerów 21, 02-656 Warszawa, fax (+ 48 22) 56 64 215

Klient: ABH „NOMOS” Sp. Z o.o.
Ul. Kępna 17A, 03-730 Warszawa

Obiekty badania: Ściany osłonowe i działowe z pustaków
szklanych wykonanych w systemie Steckfix

Przyjęty do badania dnia: 20.11.2008

Przy protokole : NL-0871/P/LL-290/K/08

Zgodnie z procedurą
zarządzania : nr 18

Badany w okresie: od 27.11.2008 do 9.12.2008 r

1. Metoda badań

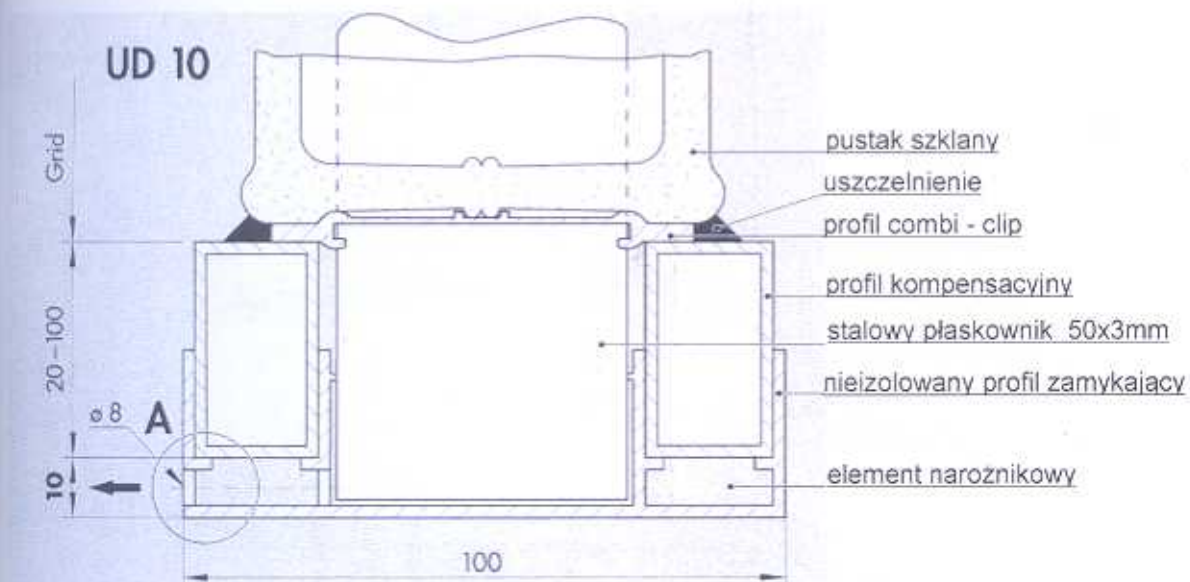
Do badań zastosowano metodę własną z wykorzystaniem:

- PN-EN 12179:2002 - odporność na napór wiatrem,
- PN-EN 12153:2002 - przepuszczalność powietrza,
- PN-EN 12155:2000 – wodoszczelność,
- PN-EN 14019:2000– odporność na uderzenia ścian osłonowych,
- ETAG 003 – odporność na uderzenia ścian działowych,
- PB LL-105/1/01-2001 – odporność na działanie liniowej siły poziomej.

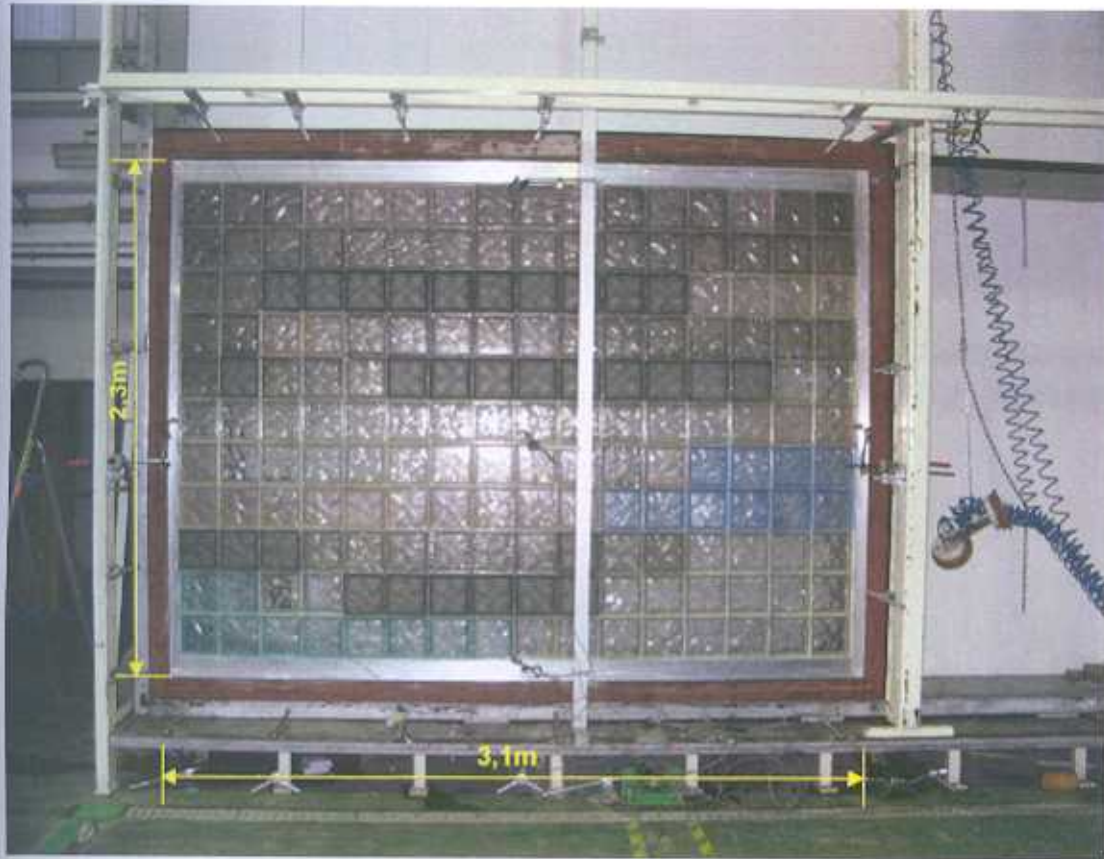
2. Element do badań

Do badań przyjęto:

- a) model ściany działowej o wymiarach 3,1x2,3m wykonany z pustaków szklanych z ramą systemu U 10 (rys.1, fot. 1),
- b) model ściany osłonowej o wymiarach 3,1x2,3m wykonany z pustaków szklanych z ramą systemu WD 35 (rys.2, fot. 2.).



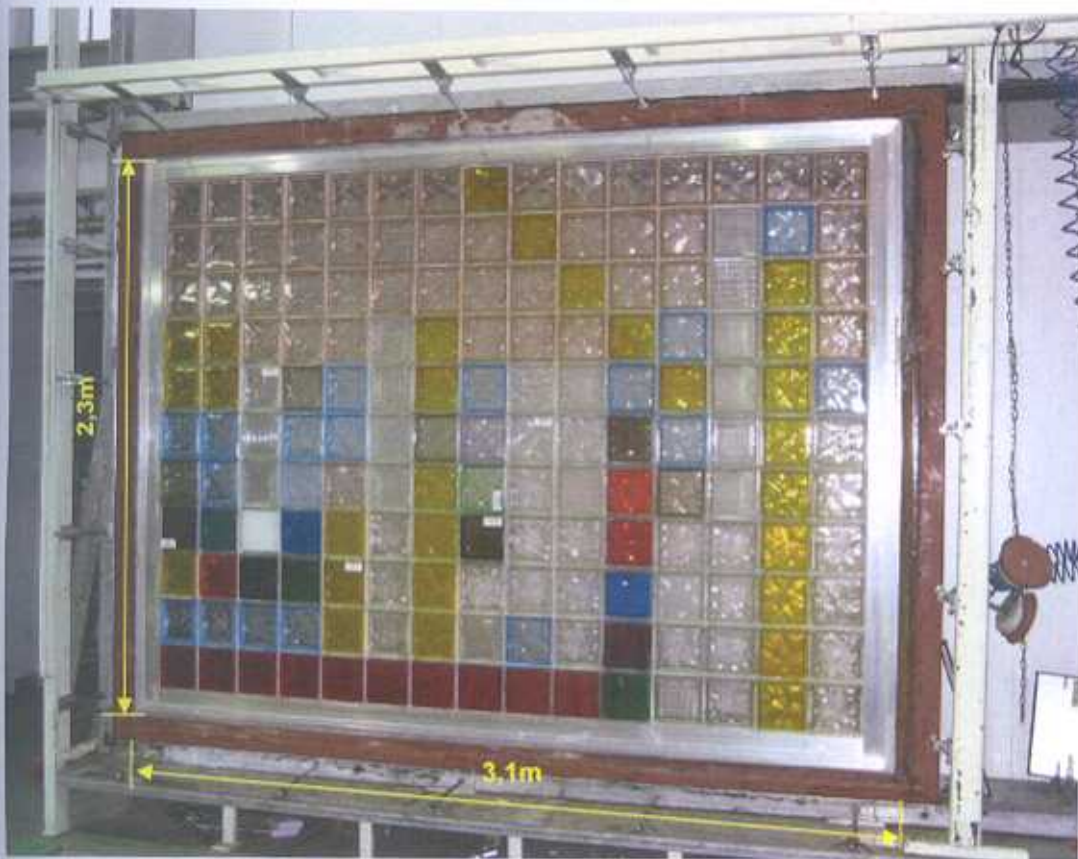
Rys.1 Rama ściany działowej systemu U 10



Fot.1 Ściana działowa systemu UD 10.



Rys.1 Rama ściany osłonowej systemu WD 35



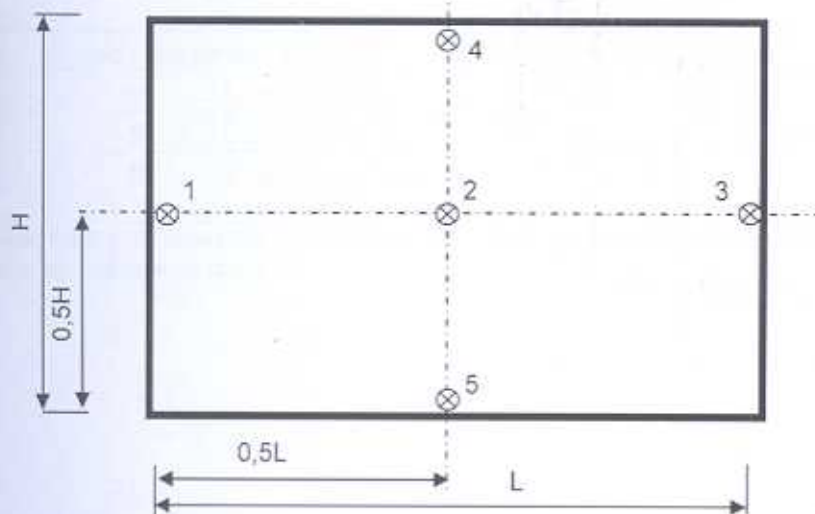
Fot.2 Ściana osłonowa systemu WD 35

3. Wyniki badań

3.1. Odporność na napór wiatru

Punkty pomiaru przemieszczeń przedstawiono na rys. 3

Wyniki badań zestawiono w tabelicy 1 - ściana U 10 i tabelicy 2 – ściana WD 35.



⊗ - miejsce i numer czujnika pomiaru do przemieszczeń $H = 2,3\text{m}$ – wysokość $L = 3,1\text{m}$ - szerokość

Rys. 3. Punkty pomiaru przemieszczeń

Tablica 1. Przemieszczenia przy ob. wiatrem
Ściana działowa U 10

Obc.[Pa]	Przemieszczenia w punktach pomiarowych [mm]				
	parcie				
	1	2	3	4	5
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
200	0,1	4,2	1,3	0,5	0,3
400	1,8	8,4	2,3	0,9	0,5
600	2,7	12,6	3,3	1,2	0,7
800	3,7	17,0	4,4	1,6	0,9
1000	4,7	19,1	5,1	1,9	1,1
1200	5,8	24,4	5,8	2,0	1,1
0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
-	ssanie				
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-200	-1,2	-4,3	-1,4	-0,4	-0,4
-400	-2,2	-8,6	-2,4	-0,7	-0,7
-600	-3,5	-13,2	-3,4	-1,0	-1,1
-800	-4,9	-18,1	-4,5	-1,3	-1,5
-1000	-6,1	-22,9	-5,5	-1,6	-2,2
-1200	-7,2	-27,8	-6,5	-2,0	-3,2
0	-3,0	-3,3	-1,0	-0,5	-2,5

Tablica 2. Przemieszczenia przy ob. wiatrem
Ściana osłonowa WD 35

Obc.[Pa]	Przemieszczenia w punktach pomiarowych [mm]				
	parcie				
	1	2	3	4	5
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
200	0,4	2,2	0,4	0,4	0,4
400	0,9	5,0	1,1	0,8	0,9
600	1,6	8,1	1,7	1,3	1,4
800	2,2	11,5	2,4	1,9	1,9
1000	2,8	14,9	3,2	2,4	2,4
1200	3,7	19,0	4,2	3,0	3,0
0	0,2	0,5	0,2	0,1	0,1
-	ssanie				
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-200	-0,5	-2,3	-0,6	-0,4	-0,4
-400	-1,1	-5,0	-1,2	-0,9	-0,9
-600	-2,2	-8,4	-2,0	-1,7	-1,5
-800	-3,0	-11,9	-2,7	-2,1	-2,1
-1000	-4,0	-15,4	-3,5	-2,7	-2,7
-1200	-5,2	-19,4	-4,4	-3,3	-3,4
0	-0,4	-0,8	-0,3	-0,2	-0,2

3.2. Wodoszczelność

Wyniki badań zestawiono w tablicy 3 - ściana U 10 (*) i tablicy 4 – ściana WD 35.

Tablica 3. Wodoszczelność . Ściana U10

Ciśnienie	Czas trwania badania [min]	Uwagi	Czas trwania badania [min]	Uwagi
[Pa]	Przed obciążeniem wiatrem		Po obciążeniu wiatrem	
0	15	brak przecieku	15	nie prowadzono
50	5	przeciek w 2 min.	5	
100	5	Dalszych badania nie prowadzono	5	

(*) Uwaga: ściana działowa nie musi wykazywać szczelności na wodę opadową. Badania wykonano na wniosek producenta

Tablica 4. Wodoszczelność. Ściana WD 35

Ciśnienie	Czas trwania badania [min]	Uwagi	Czas trwania badania [min]	Uwagi
[Pa]	Przed obciążeniem wiatrem		Po obciążeniem wiatrem	
0	15	brak przecieku	15	brak przecieku
50	5	brak przecieku	5	brak przecieku
100	5	brak przecieku	5	brak przecieku
150	5	brak przecieku	5	brak przecieku
200	5	brak przecieku	5	brak przecieku
300	5	brak przecieku	5	brak przecieku
450	5	brak przecieku	5	brak przecieku
600	5	brak przecieku	5	brak przecieku

3.3. Przepuszczalności powietrza

Parametry elementów badawczych

- Ściana działowa U 10: łączna długość szczelin całego elementu: 72,01m; powierzchnia całego elementu: 7,33m².
- Ściana osłonowa WD 35: łączna długość szczelin całego elementu: 68,4m; powierzchnia całego elementu: 7,38m².

Wyniki badań zestawiono w tablicach 5 i 6

Tablica. 5. Badanie przepuszczalności powietrza. Ściana U 10

Ciśnienie [Pa]	Ilość przenikającego powietrza. Parcie			Ilość przenikającego powietrza. Ssanie		
	[m ³ /h]	[m ³ /(m h)]	[m ³ /(m ² h)]	[m ³ /h]	[m ³ /(m h)]	[m ³ /(m ² h)]
Przed badaniami wytrzymałościowymi						
50	26,7	0,37	3,63	31,4	0,44	4,27
100	35,9	0,50	4,88	38,8	0,54	5,28
150	45,4	0,63	6,18	48,0	0,67	6,53
200	53,4	0,74	7,27	56,2	0,78	7,65
250	57,0	0,79	7,76	62,3	0,87	8,48
300	63,9	0,89	8,69	69,3	0,96	9,43
450	82,7	1,15	11,25	92,5	1,28	12,59
600	101,2	1,41	13,77	122,2	1,70	16,63
Po badaniach wytrzymałościowych						
50	29,5	4,01	0,41	32,3	0,45	4,39
100	40,3	5,48	0,56	40,6	0,56	5,52
150	49,2	6,69	0,68	51,1	0,71	6,95
200	55,0	7,48	0,76	59,9	0,83	8,15

250	62,6	8,52	0,87	68,9	0,96	9,37
300	70,8	9,63	0,98	78,4	1,09	10,67
450	92,1	12,53	1,28	105,8	1,47	14,39
600	112,1	15,25	1,56	134,3	1,87	18,27

Tablica. 6. Badanie przepuszczalności powietrza. Ściana WD 35

Ciśnienie [Pa]	Ilość przenikającego powietrza. Parcie			Ilość przenikającego powietrza. Ssanie		
	[m ³ /h]	[m ³ /(m h)]	[m ³ /(m ² h)]	[m ³ /h]	[m ³ /(m h)]	[m ³ /(m ² h)]
Przed badaniami wytrzymałościowymi						
50	1,2	0,02	0,16	1,8	0,03	0,24
100	1,5	0,02	0,20	1,1	0,02	0,15
150	2,0	0,03	0,27	2,3	0,03	0,31
200	2,3	0,03	0,31	2,5	0,04	0,34
250	2,8	0,04	0,38	3,5	0,05	0,47
300	2,8	0,04	0,38	4,1	0,06	0,56
450	3,8	0,06	0,51	5,8	0,06	0,79
600	8,3	0,12	1,12	8,3	0,08	1,11
Po badaniach wytrzymałościowych						
50	0,9	0,01	0,12	1,4	0,02	0,19
100	1,3	0,02	0,18	1,7	0,02	0,23
150	2,0	0,03	0,27	2,5	0,04	0,34
200	2,3	0,03	0,31	2,7	0,04	0,37
250	3,1	0,05	0,42	4,0	0,06	0,54
300	3,7	0,05	0,50	5,2	0,08	0,70
450	9,3	0,14	1,26	8,8	0,13	1,10
600	22,2	0,32	3,01	12,2	0,18	1,65

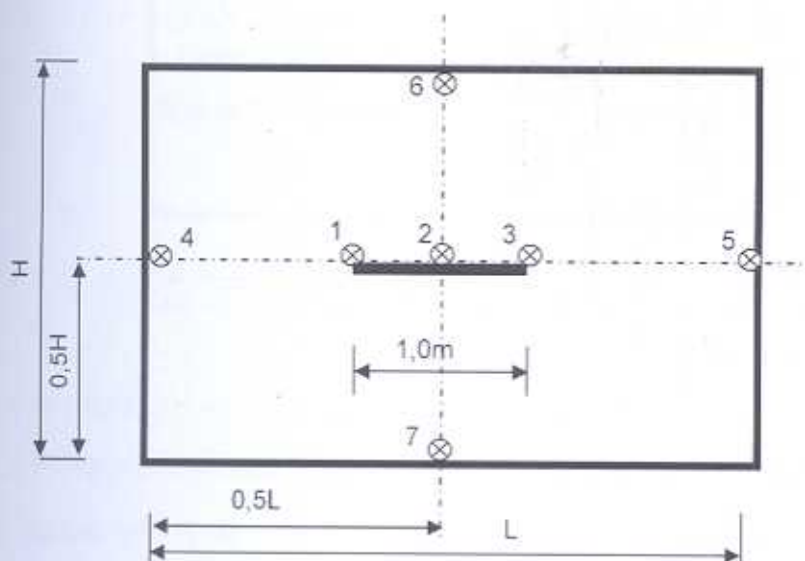
3.4. Odporność na obciążenie poziome

Odporność na obciążenie poziome sprawdzane jest tylko dla ściany działowej. Model ściany U 10 na stanowisku badawczy przedstawia fot. 3.



Fot.3 Ściana działowa systemu U10 podczas badania odporności na obciążenie poziome.

Schemat przyłożenia obciążenia oraz punkty pomiaru przemieszczeń przedstawiono na rys. 4. Wyniki badań zestawiono w tabelicy 7.



⊗ - miejsce i numer czujnika pomiaru do przemieszczeń $H = 2,3\text{m}$ – wysokość $L = 3,1\text{m}$ - szerokość

Rys. 4. Schematy rozmieszczenia siły i oznaczenie punktów pomiaru przy obciążeniu siłą poziomą

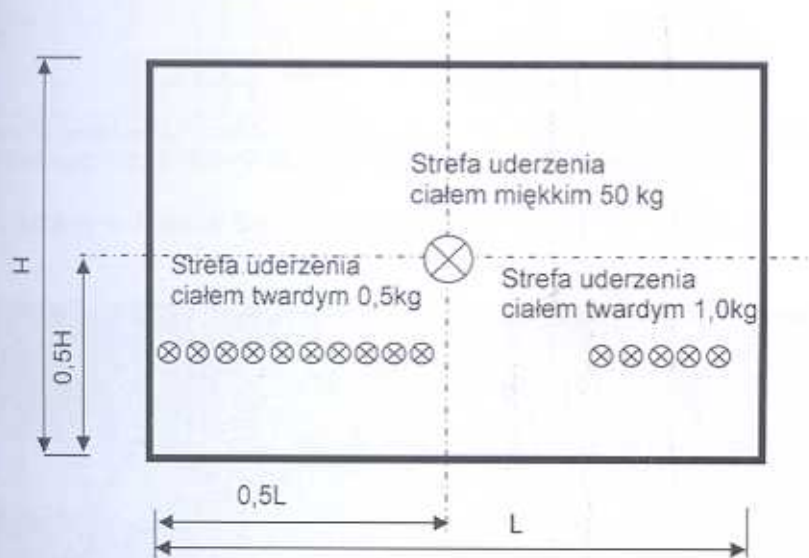
Tablica 7. Wyniki badań odporności na obciążenie poziome ściany U 10

Nr obciążenia	Wartość obciążenia [N/m]	Przemieszczenia [mm] w punktach pomiaru						
		d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7
1	500	1,7	2,1	1,9	0,0	0,2	0,7	0,2
2	500	1,6	2,1	1,9	0,0	0,2	0,7	0,2
3	500	1,7	2,1	1,9	0,0	0,2	0,7	0,3
4	500	1,6	2,1	1,9	0,0	0,2	0,7	0,2
średnia ugięcie		1,7	2,1	1,9	0,0	0,2	0,7	0,2
		$f_{500} = d4_{gr} - 0,5(d6_{gr} + d7_{gr}) = 1,6 \text{ mm}$						
1	1000	4,1	4,9	4,5	0,0	0,4	1,5	0,6
2	1000	4,1	5,0	4,5	0,0	0,4	1,5	0,6
3	1000	4,1	4,9	4,5	0,0	0,4	1,5	0,6
4	1000	4,2	5,0	4,5	0,0	0,4	1,5	0,6
średnia ugięcie		4,1	5,0	4,5	0,0	0,4	1,5	0,6
		$F_{500} = d2_{gr} - 0,5(d6_{gr} + d7_{gr}) = 3,9 \text{ mm}$						

3.5 Odporność na uderzenia

5.3.1. Ściana działowa

Badania wykonano na podstawie ETAG 003. Z uwagi na to, że Producent deklaruje montaż ścian wyłącznie w ramie aluminiowej przytwierdzonej do budynku (bez swobodnych krawędzi), uderzenia ciałem miękkim wykonywano w środek geometryczny modelu ściany rys.5



⊗ - miejsca uderzeń, H = 2,3 m – wysokość L = 3,1 m - szerokość

Rys. 5. Schematy rozmieszczenia siły i oznaczenie punktów pomiaru przy obciążeniu siłą poziomą

Wyniki badań odporności na uderzenie w zakresie użytkowym zestawiono w tablicy 8, wykresy przemieszczeń ściany przy uderzeniu ciałem miękkim zestawiono

w tablicy 9, odporność na uderzenia w zakresie bezpieczeństwa zestawiono w w tablicy 10.

Tablica 8. Wyniki badań odporności ściany działowej na uderzenia w zakresie użytkowym.

Uderzenie ciałem twardym o masie 0,5kg						
Energia uderzenia [Nm]	Wysokość spadku [cm]	Nr	Średnice wgnieceń d [mm]	Uwagi (kontrolować: sposób i zakres uszkodzeń)		
2,5	51	1		Bez uszkodzeń		
	51	2		Bez uszkodzeń		
	51	3		Bez uszkodzeń		
	51	4		Bez uszkodzeń		
	51	5		Bez uszkodzeń		
	51	6		Bez uszkodzeń		
	51	7		Bez uszkodzeń		
	51	8		Bez uszkodzeń		
	51	9		Rozbicie pustaka		
	51	10		Rozbicie pustaka		
6,0	122	Dalszych badań nie prowadzono z uwagi na uszkodzenia przy uderzeniu 2,5 Nm,				
Uderzenie ciałem miękkim o masie 50kg						
Energia uderzenia [Nm]	Wysokość spadku [cm]	Nr	Miejsce uderzenia	Max. przemieszczenie przy uderzeniu f [mm]	Odształcenie trwałe po uderzeniu Δ [mm]	Uwagi
60	12	1	W środek ściany	14,8	0,60	Bez uszkodzeń. Wykresy przemieszczeń zestawiono w tablicy 9.
	12	2		15,7		
	12	3		15,5		
120	24	1	W środek ściany	19,2	1,52	Bez uszkodzeń Wykresy przemieszczeń zestawiono w tablicy 9.
	24	2		21,1		
	24	3		21,6		

Rozszerzona niepewność pomiaru ugięcia wynosi $\pm 1,1\text{mm}$; pomiaru odkształcenia trwałego $\pm 0,04\text{mm}$. Niepewność rozszerzona wyznaczono dla $k=2$, co odpowiada poziomowi ufności około 95%

Model ściany w trakcie badań przedstawia fot. 4

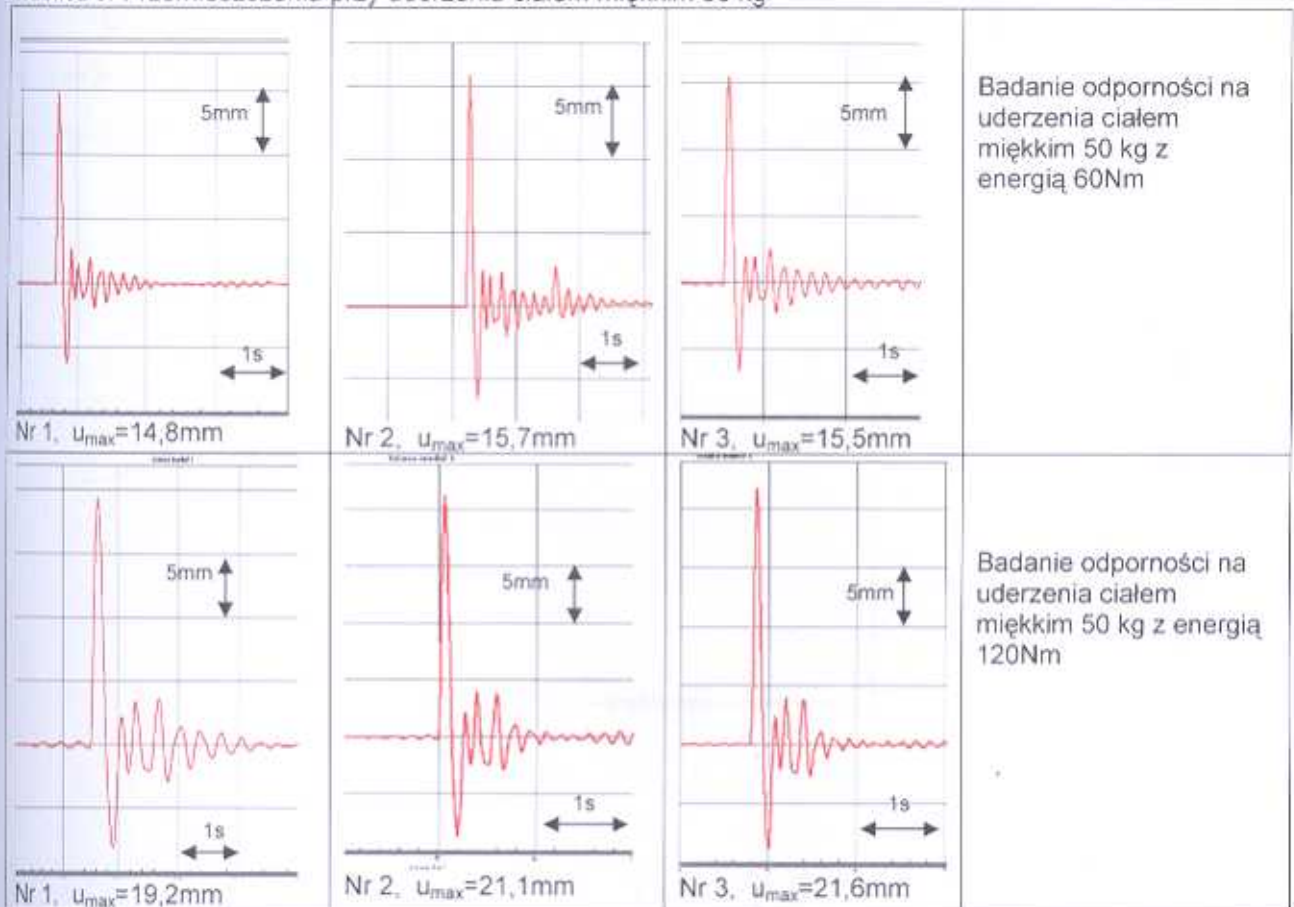


a) rejestracja odkształcenia

b) uderzenie ciałem miękkim 50kg

Fot. 4 Badanie odporności ściany działowej na uderzenie ciałem miękkim

Tablica 9. Przemieszczenia przy uderzeniu ciałem miękkim 50 kg

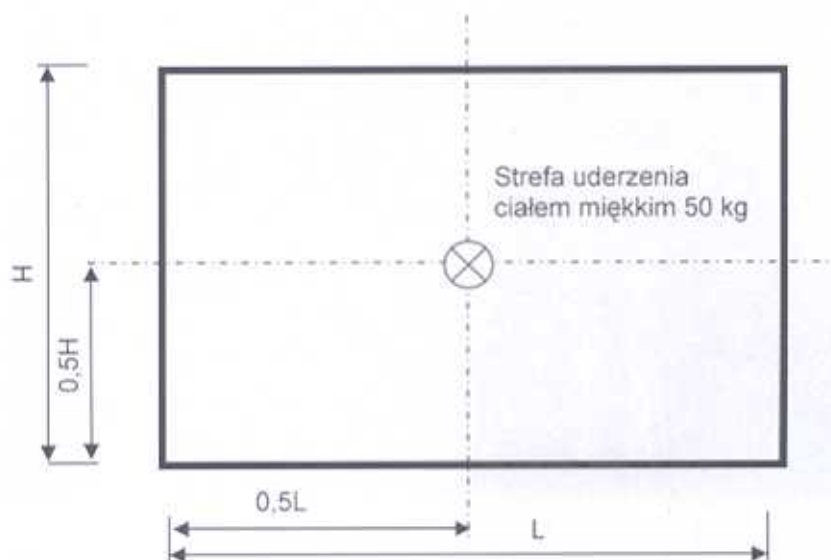


Tablica 10. Wyniki badań odporności ściany działowej na uderzenia w zakresie bezpieczeństwa

Uderzenie ciałem twardym o masie 1,0kg			Uwagi (kontrolować: sposób i zakres uszkodzeń)
Energia uderzania [Nm]	Wysokość spadku [cm]	Nr	
10	102	1	Bez uszkodzeń
	102	2	Bez uszkodzeń
	102	3	Bez uszkodzeń
	102	4	Bez uszkodzeń
	102	5	Rozpicie pustaka
Nie prowadzono dalszych badań			
Uderzenie ciałem miękkim o masie 50kg			
100			Brak uszkodzeń
200			Brak uszkodzeń
300			Brak uszkodzeń
400			Brak uszkodzeń
500			Brak uszkodzeń

5.3.1. Ściana osłonowa

Badania wykonano na podstawie PN-EN 14019. Uderzenia ciałem (oponami) o masie 50kg wykonywano w środek geometryczny modelu ściany rys.6. Model ściany działowej na stanowisku badawczym przedstawia fot.5



⊗ - miejsca uderzeń, $H = 2,3\text{m}$ – wysokość $L = 3,1\text{m}$ - szerokość

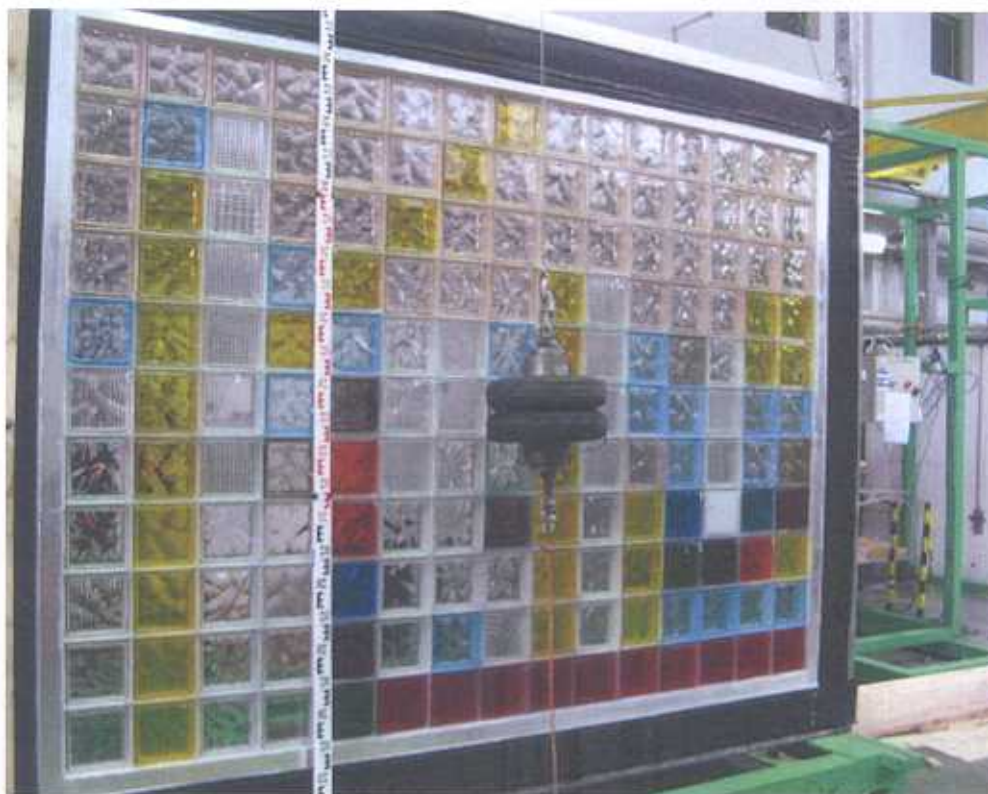
Rys. 6. Schematy rozmieszczenia siły i oznaczenie punktów pomiaru przy obciążeniu siłą poziomą.

Wyniki badania zestawiono w tabelicy 11

Tablica 11. Wyniki badań odporności ściany osłonowej na uderzenia ciałem o masie 50kg

Oznaczenie (*)	Wysokość spadku [mm]	Opis uszkodzeń
E1	200	Brak uszkodzeń
E2	300	Brak uszkodzeń
E3	450	Brak uszkodzeń
E4	700	Brak uszkodzeń
E5	950	Brak uszkodzeń

(*) E x – uderzenie od zewnątrz, gdzie x jest klasą uderzenia w zależności od wysokości spadku ciała



Fot. 5. Badanie odporności ściany osłonowej na uderzenie ciałem o masie 50kg

Odpowiedzialny za badanie

dr inż. Artur Piekarczyk

[Handwritten signature of Artur Piekarczyk]
.....
Podpis

Osoba autoryzująca raport

dr inż. Krzysztof Kuczyński

[Handwritten signature of Krzysztof Kuczyński]
.....
Podpis

Warszawa, dnia 05.03.2009

*Laboratorium Badawcze oświadcza, że wyniki badania odnoszą się wyłącznie do badanego obiektu.
Bez pisemnej zgody Laboratorium Badawczego Raport nie może być powielany inaczej, jak tylko w całości.
Raport z badań nie jest dokumentem dopuszczającym do obrotu i powszechnego stosowania w budownictwie.*

Kierownik Laboratorium LL

[Handwritten signature of Paweł Sulik]
Dr inż. Paweł Sulik