

Poznań, 18 stycznia 2015 r.

## Raport z pomiaru szczelności powietrznej magazynu wysokiego składowania (mroźni) KILGARO w Chechle Pierwszym k. Pabianic



**DATA BADANIA:** 14.01.2015 r.

**OBIEKT:** Magazyn wysokiego składowania/mroźnia KILGARO

**ADRES:** Chechło Pierwsze k. Pabianic, ul. Torowa 13

**ZLECENIODAWCA:** REMBOR Sp. z o.o.  
97-200 Tomaszów Mazowiecki, ul. Zawadzka 144

**BADANIE PRZEPROWADZILI:** mgr inż. Błażej Szala,  
mgr inż. arch. Cezary Sankowski

## 1. Cel i metoda badania

Celem badania było:

- 1.1. Wyznaczenie współczynnika wymiany powietrza  $n_{50}$  dla pomieszczenia mroźni **1.07** wraz z przyległym pomieszczeniem buforowym **1.03**, oraz sprawdzenie jego wartości na zgodność z wartością graniczną  $n_{50} \leq 0,05$  [ $\text{h}^{-1}$ ], określoną przez Zleceniodawcę badania.

## 2. Dane badanego obiektu

### 2.1. Rozwiązania konstrukcyjno-budowlane

Obiekt o konstrukcji stalowej, posadowiony na stopach fundamentowych. Zewnętrzną powłokę budynku stanowi płyta warstwowa oraz blacha trapezowa mocowana do stalowej konstrukcji. Badane pomieszczenia: buforowe (1.03) oraz magazynu wysokiego składowania - mroźni (1.07) stanowią odrębne kubatury wewnątrz budynku wydzielone ścianami i sufitem wykonanymi z płyty warstwowej z rdzeniem poliuretanowym. Szczelność uzyskano na wewnętrznej powłoce tych płyt poprzez wyspoinowanie ich połączeń masą uszczelniającą. Podłogę badanego pomieszczenia stanowi posadzka przemysłowa wylana na warstwie styropianu. Jej szczelność zapewniono stosując pod warstwą termoizolacji arkusze folii. Poszczególne arkusze zgrzano ze sobą, a na styku ze ścianami, folię wywinięto i przyklejono do płyt warstwowych.

### 2.2. Rozwiązania instalacyjne

Temperaturę w mroźni i pomieszczeniu buforowym regulują centrale klimatyzacyjne, pracujące w trybie zamkniętym. Brak systemu wentylacji.

## 3. Obliczenia powierzchni i kubatur badanej komory

Obliczenie wymiarów charakterystycznych mroźni oraz pomieszczenia buforowego (kubatura, powierzchnia obudowy, powierzchnia podłogi) wykonano zgodnie z wytycznymi zawartymi w normie PN-EN13829, w oparciu o dokumentację techniczną przekazaną Wykonawcy przez Zamawiającego. Otrzymano następujące wartości:

- $V$  - kubatura wewnętrzna (łącznie pomieszczenia 1.07 i 1.03): **28 560 m<sup>3</sup>**
- $A_f$  – powierzchnia podłogi netto (łącznie pomieszczenia 1.07 i 1.03): **2 376 m<sup>2</sup>**
- $A_E$  – powierzchnia obudowy (łącznie pomieszczenia 1.07 i 1.03): **7 379 m<sup>2</sup>**

## 4. Zakres badania

badaniem objęto pomieszczenie mroźni 1.07 wraz z przyległym pomieszczeniem buforowym 1.03. Badanie wykonano jako jednostrefowe.

## 5. Stan magazynu w dniu pomiaru

Mroźnia jak również pomieszczenie buforowe wykończone, zamontowane drzwi i bramy zewnętrzne w powłoce zewnętrznej. Zamontowana śluza łącząca mroźnię 1.07 z pomieszczeniem buforowym 1.03. Wykonane wszystkie elementy zapewniające szczelność magazynu.

## 6. Przygotowanie budynków do pomiaru, opis uszczelnień tymczasowych

- Zamknięto wszystkie drzwi, bramy i śluzy w powłoce zewnętrznej mroźni 1.07 oraz pomieszczeniu buforowym 1.03,
- Wyłączono centrale klimatyzacyjne zarówno w mroźni jak i w pomieszczeniu buforowym,
- Zaślepieno otwory dekompresyjne w mroźni i pomieszczeniu buforowym,
- Otwarto śluzę łączącą mroźnię 1.07 z pomieszczeniem buforowym 1.03.
- Urządzenie Blower Door zamontowano w drzwiach zewnętrznych mroźni 1.07.

## 7. Urządzenia pomiarowe

### 7.1. Sprzęt do pomiaru różnic ciśnień oraz wentylatory

- Manometr różnicowy DG700 – dokładność  $\pm 0,1\text{Pa}$  – 1 szt.
- Wentylator osiowy Minneapolis Blower Door model 4.1 –  
wydajność  $7200\text{m}^3/\text{h}$  (przy  $50\text{Pa}$ ) – 1 szt.

### 7.2. Sprzęt do pomiaru parametrów powietrza

- Higrotermometr COMET D3120 – dokładność  $\pm 0,1^\circ\text{C}$
- Rejestratory temperatury Onset HOBO – 2 szt.



Rys. 1. Urządzenie Blower Door w miejscu drzwi zewnętrznych

## 8. Badanie szczelności powietrznej

W wyniku badania „Blower Door” określony został następujący współczynnik charakteryzujący szczelność powietrzną budynku:

- $n_{50} [\text{h}^{-1}]$  – wymiana powietrza przy ciśnieniu  $50\text{Pa}$

*Parametr określający ile razy w ciągu godziny dojdzie do całkowitej wymiany powietrza w badanej kubaturze w wyniku nieszczelności przy różnicy ciśnień pomiędzy środowiskiem wewnętrznym a zewnętrznym wynoszącej  $50\text{Pa}$ .*

**8.1. Sposób przeprowadzenia badania**

Badanie przeprowadzono w oparciu o normę **PN-EN 13829 według metody B**.  
Badanie przeprowadzono zarówno dla nadciśnienia i podciśnienia a wynik uśredniono. Zebrane dane zostały przedstawione w **załączniku nr 1** - „Warunki meteorologiczne, zestawienie pomiarów i wyniki”.

**8.2. Warunki atmosferyczne**

Podczas badania przeprowadzono pomiar warunków atmosferycznych, którego wyniki podano w **załączniku nr 1** – „Warunki meteorologiczne, zestawienie pomiarów i wyniki”.

**8.3. Różnica ciśnienia w warunkach zerowego przepływu oraz ocena błędu pomiaru**

Wyniki pomiarów różnicy ciśnienia w warunkach zerowego przepływu oraz ocenę błędu pomiaru przedstawiono w **załączniku nr 3** – „Różnica ciśnienia w warunkach zerowego przepływu oraz ocena błędu pomiaru”.

**8.4. Graficzne przedstawienie wyników**

Wykres przecieku powietrza w warunkach pomiaru dla nadciśnienia jak i pomiaru dla podciśnienia przedstawiono w **załączniku nr 2** – „Wykres przecieku powietrza przez obudowę magazynu w zależności od różnicy ciśnienia”.

**8.5. Pomiar dla podciśnienia**

W wyniku pomiaru na podciśnienie zmierzono następujące wielkości charakteryzujące szczelność powietrzną magazynu:

- Strumień przeciekającego powietrza  $\dot{V}_{50} = 658 \text{ [m}^3/\text{h]}$
- Krotność wymiany powietrza  $n_{50} = 0,023 \text{ [h}^{-1}]$

**8.6. Pomiar dla nadciśnienia**

W wyniku pomiaru na nadciśnienie zmierzono następujące wielkości charakteryzujące szczelność powietrzną magazynu:

- Strumień przeciekającego powietrza  $\dot{V}_{50} = 588 \text{ [m}^3/\text{h]}$
- Krotność wymiany powietrza  $n_{50} = 0,021 \text{ [h}^{-1}]$

**8.7. Wartość średnia z pomiarów dla nadciśnienia i podciśnienia**

Na podstawie pomiarów na nadciśnienie i podciśnienie wyznaczono wartości średnie dla wielkości charakteryzujących szczelność powietrzną magazynu:

- Strumień przeciekającego powietrza  $\dot{V}_{50} = 623 \text{ [m}^3/\text{h]}$
- Krotność wymiany powietrza  $n_{50} = 0,022 \text{ [h}^{-1}\text{]}$

Wartość graniczna dla współczynnika krotności  $n_{50}$ , określona przez Zleceniodawcę badania wynosi:

$$n_{50} \leq 0,05 \text{ [h}^{-1}\text{]}$$

*Warunek ten został spełniony*

## Załącznik 1

## Warunki meteorologiczne, zestawienie pomiarów i wyniki

Minneapolis BlowerDoor Modell 4 - Tectite Express 3.6.7.0

Obiekt : Mroźnia KILGARO - pom. 1.07 i 1.03 Chechło Pierwsze, ul. Torowa 13	Wykonał: Błażej Szala, Cezary Sankowski Data: 14.01.2015
--	---

## Warunki meteorologiczne

Temp. wewnętrzna: 8 °C	Temp. zewnętrzna: 5 °C	Siła wiatru: 2	Ilość punktów pom. ciśn.: 1 punkt zewnętrzny C (słabo osłonięty)
Ciśn. barometr. (Standard): 101325 Pa		Błąd pomiaru ze względu na wiatr: 3 %	

## Podciśnienie

Różnica ciśnień	$\Delta p_{01+}$	$\Delta p_{01-}$	$\Delta p_{02+}$	$\Delta p_{02-}$
	-	-0,2 Pa	-	-0,6 Pa

## Nadciśnienie

Różnica ciśnień	$\Delta p_{01+}$	$\Delta p_{01-}$	$\Delta p_{02+}$	$\Delta p_{02-}$
	0,3 Pa	-	0,7 Pa	-

\* w warunkach zerowego przepływu

## Zestawienie pomiarów

Blenda	Ciśnienie w budynku $\Delta p_m$	Ciśnienie wentylator	Ciśnienie w budynku $\Delta p$	Strumień przepływu powietrza $V_r$	Blenda	Ciśnienie w budynku $\Delta p_m$	Ciśnienie wentylator	Ciśnienie w budynku $\Delta p$	Strumień przepływu powietrza $V_r$
O ABCDE	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(m³/h)	O ABCDE	(Pa)	(Pa)	(Pa)	(m³/h)
$\Delta p_{01}$	-0,2	-----	-----	-----	$\Delta p_{01}$	0,3	-----	-----	-----
B	-79	126	-79	902	B	73	92	72	772
B	-70	111	-70	849	B	68	77	67	707
B	-63	93	-63	777	B	62	68	62	666
B	-56	79	-56	716	B	56	61	56	632
B	-47	61	-46	630	B	49	52	48	584
B	-39	49	-39	563	B	44	44	44	537
$\Delta p_{02}$	-0,6	-----	-----	-----	$\Delta p_{02}$	0,7	-----	-----	-----

Współczynnik korelacji r:	0,999	Przedział ufności (95%)		Współczynnik korelacji r:	0,992	Przedział ufności (95%)	
$C_{env}$ (m³/(h Pan))	45	max. 54	min. 38	$C_{env}$ (m³/(h Pan))	42	max. 69	min. 26
$C_L$ (m³/(h Pan))	46	max. 55	min. 39	$C_L$ (m³/(h Pan))	43	max. 70	min. 26
n	(-)	0,68	max. 0,72 min. 0,64	n	(-)	0,67	max. 0,79 min. 0,55

## Wyniki

V =	28560 m³	A <sub>F</sub> =	2376 m²	A <sub>E</sub> =	7379 m²			
	<b>V<sub>50</sub></b>	Niepewność	<b>n<sub>50</sub></b>	Niepewność	<b>w<sub>50</sub></b>	Niepewność	<b>q<sub>50</sub></b>	Niepewność
	m³/h	%	1/h	%	m³/m²h	%	m³/m²h	%
Podciśnienie	<b>658</b>	+/- 8 %	0,023	+/- 8 %	0,28	+/- 8 %	0,09	+/- 8 %
Nadciśnienie	<b>588</b>	+/- 8 %	0,021	+/- 8 %	0,25	+/- 8 %	0,08	+/- 8 %
Średnie	<b>623</b>	+/- 8 %	<b>0,022</b>	+/- 8 %	<b>0,26</b>	+/- 8 %	<b>0,08</b>	+/- 8 %

## Wymagania zgodne z:

## wymaganiami Inwestora

## Najwyższa dopuszczalna wartość

<b>0,05</b>	1/h	-	m³/m²h	-	m³/m²h
-------------	-----	---	--------	---	--------

## Wymogi te zostały spełnione

Uwaga: Wynik pomiaru nie wyklucza istnienia (ukrytych) usterek i błędów w wykonaniu budynku

Wykonawca: Błażej Szala, Cezary Sankowski

LUFTHAUS energie Błażej Szala

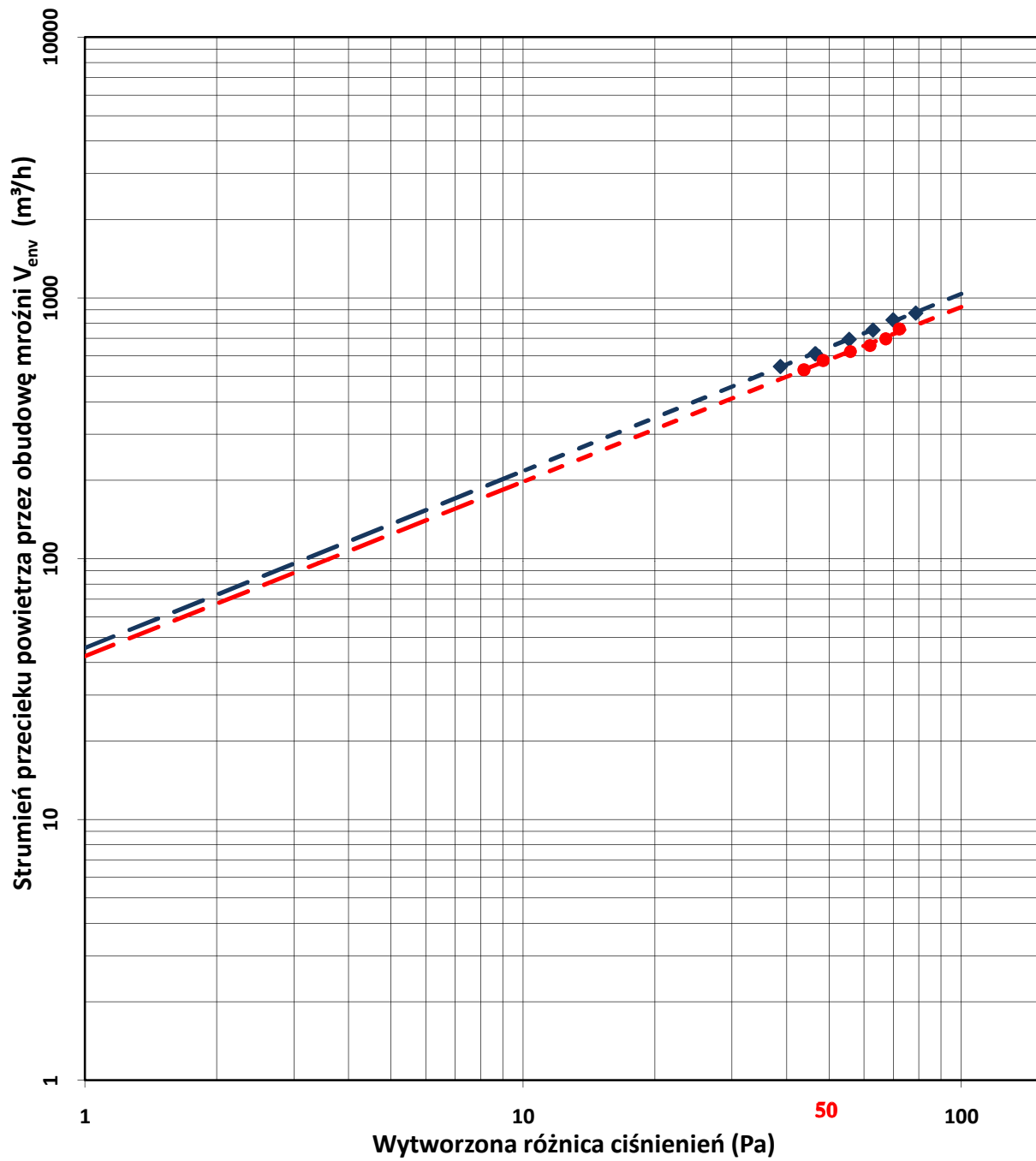
60-684 Poznań, os. Zygmunta Starego 9/19

data, podpis

pieczęć

Załącznik 2

Wykres przecieku powietrza przez obudowę mroźni 1.07 i pomieszczenia buforowego 1.03 w zależności od różnicy ciśnień



- ◆ Strumień powietrza dla podciśnienia ( $m^3/h$ )
- Strumień powietrza dla nadciśnienia ( $m^3/h$ )
- - Prosta regresji dla podciśnienia
- - Prosta regresji dla nadciśnienia

## Załącznik 3

## Różnica ciśnień w warunkach zerowego przepływu oraz ocena błędu pomiaru

Obiekt : Mroźnia KILGARO - pom. 1.07 i 1.03 Chechło Pierwsze, ul. Torowa 13	Wykonał: Błażej Szala, Cezary Sankowski Data: 14.01.2015
--	---

## Podciśnienie

Odczyt	Różnica ciśnień w warunkach zerowego przepływu	
	Przed pomiarem	Po pomiarze
1	-0,2	-0,6
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		

## Nadciśnienie

Odczyt	Różnica ciśnień w warunkach zerowego przepływu	
	Przed pomiarem	Po pomiarze
1	0,3	0,7
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		

## Średnie dodatnie i ujemne wartości różnicy ciśnień w warunkach zerowego przepływu

	$\Delta p_{01+}$	$\Delta p_{01-}$	$\Delta p_{02+}$	$\Delta p_{02-}$		$\Delta p_{01+}$	$\Delta p_{01-}$	$\Delta p_{02+}$	$\Delta p_{02-}$
Wart. średnia	-	-0,2	-	-0,6	Wart. średnia	0,3	-	0,7	-

## Średnie wartości różnicy ciśnień w warunkach zerowego przepływu

	$\Delta p_{01}$ (Pa)	$\Delta p_{02}$ (Pa)		$\Delta p_{01}$ (Pa)	$\Delta p_{02}$ (Pa)
Wart. średnia	-0,2	-0,6	Wart. średnia	0,3	0,7

## Uwagi

Wartości naturalnych różnic ciśnień w warunkach zerowego przepływu zostały zarejestrowane w oddzielnym programie TECLOG2, a do protokołu zostały wprowadzone tylko wartości średnie zgodnie z PN-EN13829

## Ocena błędu pomiaru

Oznaczenie	Niepewność wg FLiB (11/2002)*	Podciśnienie		Nadciśnienie	
a	Urządzenie do pomiaru strumienia powietrza	+/- 4 %		+/- 4 %	
b	Urządzenie do pomiaru różnicy ciśnienia w budynku	+/- 3 %	50 Pa	+/- 3 %	50 Pa
c	Wpływ wiatru	+/- 3 %		+/- 3 %	
d	Ciśnienie atmosferyczne	+/- 5 %		+/- 5 %	
e	Zaniechanie pomiaru dla nadciśnienia lub podciśnienia	+/- 0 %		+/- 0 %	
g	Wielkości odniesienia (np. kubatura wewnętrzna)	+/- 3 %		+/- 3 %	
informacyjnie	Statystyczny błąd obliczeń strumienia przecieku powietrza	+/- 1 %		+/- 3 %	

\* dodatek do normy 13829 opracowany przez FLiB