

# **Analiza wpływu wilgotności i temperatury powietrza na wartość współczynnika przewodności cieplnej $\lambda$ materiałów termoizolacyjnych stosowanych wewnątrz pomieszczeń**

**Maciej Trochonowicz, Beata Witek, Marcin Chwiej**

*Katedra Konserwacji Zabytków, Wydział Budownictwa i Architektury, Politechnika Lubelska, m.trochonowicz@pollub.pl*

**Streszczenie:** Artykuł ma na celu przybliżenie problematyki związanej z wykorzystywaniem płyt klimatycznych jako materiałów termoizolacyjnych stosowanych wewnątrz pomieszczeń. Badaniom poddano cztery materiały, dwa z nich to lekkie betony komórkowe pozostałe dwa wyprodukowano na bazie silikatów wapiennych. Głównym celem badań laboratoryjnych było wyznaczenie współczynnika przewodności cieplnej  $\lambda$  w zależności od zmieniających się wartości wilgotności i temperatury. Na podstawie badań wyznaczono również krzywe sorpcyjne materiałów. Badanie to umożliwi określenie ilości wilgoci, jaką może przyjąć materiał w danych warunkach ciepłno-wilgotnościowych. Ponadto zbadane współczynniki przewodności cieplnej porównano z wartościami deklarowanymi przez producentów materiałów celem oceny zgodności z danymi zawartymi w kartach technicznych.

**Słowa kluczowe:** termoizolacje od wewnątrz, sorpcja materiałów termoizolacyjnych, płyty klimatyczne, współczynnik przewodności cieplnej  $\lambda$

## **1. Wprowadzenie**

Materiał, który można stosować do ocieplania ścian od wewnątrz dostępny jest w postaci płyt samonośnych, nie wymagających usztywnień montażowych, a jedynie przyklejenia do ocieplanej powierzchni. Płyty produkowane są z silikatu wapiennego na bazie mineralnej lub z bardzo lekkich odmian betonu komórkowego. Mają one porowatą strukturę, co umożliwia uzyskanie wysokiej właściwości kapilarnych materiału. Porowatość jest główną zaletą tego rozwiązania. W przypadku wytworzenia się wilgoci pod warstwą ocieplenia nie ma ryzyka wystąpienia zagrzybienia muru i degradacji izolacji. Płyta klimatyczna, dzięki swojej aktywności kapilarnej natychmiast pochłania wilgoć i rozprowadza ją na całej swojej powierzchni, skąd zostaje ona w bardzo krótkim czasie odparowana. Materiał termoizolacyjny stosowane od wnętrza budynku są niepalne, bezemisyjne, a dzięki zasadowemu pH materiały na bazie silikatu wapiennego mają dodatkowo właściwości antygrzybiczne. Podobnymi właściwościami charakteryzują się systemowe kleje służący do mocowania płyt do ścian i wzajemnych połączeń między elementami.

## 2. Charakterystyka materiałów

Charakterystyka badanych materiałów wykonana została w oparciu o informacje zamieszczone przez producentów. Zestawienie danych technicznych (tab. 1) wykazuje, że dokumenty te różnią się między sobą pod względem jakości i ilości informacji. Dla części materiałów brakuje informacji o wielu istotnych parametrach: pH, sorpcji, absorpcji oraz przepuszczalności pary wodnej.

**Materiał A** Materiał ten pełni funkcję termoizolacyjną i ma formę białej płyty mineralnej, wykonanej na bazie krzemianu wapnia. Może on służyć jako izolacja wewnętrzna ścian lub konstrukcji kratowych oraz w montażu budynków na sucho. Płyty tego materiału mają właściwości wyciszające, są niepalne i łatwe w obróbce. Materiał ten jest zdolny do wchłaniania i oddawania dużych ilości wilgoci w postaci pary wodnej. Dzięki temu reguluje on klimat w pomieszczeniach oraz zapobiega kondensacji wody i powstawaniu pleśni wewnątrz pomieszczeń. Wymiary płyt dostępnych w sprzedaży wynoszą: (długość x szerokość x grubość): 1m x 0,75m x 0,03(lub 0,05)m.

**Materiał B.** Produkt ten wytwarzany jest z silikatu wapiennego, materiału na bazie mineralnej. Do produkcji używane są surowce naturalne: piasek i wapno. Ze względu na naturalny skład surowców używanych do produkcji, płyty zostały sklasyfikowane jako materiał budowlany nieszkodliwy dla środowiska naturalnego. Przekrój płyt w widoku mikroskopowym to szkielet o otwartych porach, dzięki którym materiał jest paro przepuszczalny (brak wartości w dokumentacji produktu). W zetknięciu się z wilgotnym środowiskiem płyta wchłania wilgoć, przetransportowuje ją na powierzchnię, z której wilgoć samoczynnie odparowuje. Wysoki współczynnik pH płyt zapobiega porostowi pleśni i grzyba, co umożliwia stosowanie ich w pomieszczeniach wilgotnych. Płyty oprócz pełnienia funkcji osuszania ścian, znacznie poprawiają komfort cieplny pomieszczeń. Płyty są całkowicie niepalne i mają zastosowanie w obiektach o wysokim standardzie przeciwpożarowym. Wymiary płyt dostępnych w sprzedaży wynoszą: (długość x szerokość x grubość): 1,25(±0,005)m x 1(±0,003)m x 0,025;0,030;0,050(±0,001m).

**Materiał C** Opiswany materiał ma formę mineralnych płyt izolacyjnych wykonanych z bardzo lekkiej odmiany betonu komórkowego. Ich gęstość wynosi do 115 kg/m<sup>3</sup>, przez co charakteryzują się dobrą izolacyjnością termiczną. Materiał ten może być stosowany jako izolacja termiczna ścian zewnętrznych (również od wewnątrz), stropów i dachów. Z powodu niewielkiej gęstości jest on mało odporny na ściskanie, jednakże jest bardzo łatwy w obróbce i niepalny. Materiał posiada zdolność chłonięcia wilgoci z powietrza i szybkiego jej oddawania, przez co reguluje on mikroklimat pomieszczeń i uniemożliwia rozwój grzybów i pleśni. Długość i szerokość płyt dostępnych w sprzedaży wynosi odpowiednio: 0,60m i 0,39m. Grubości wynoszą: 0,05m; (0,06÷0,30)m (co 0,02m, grubości powyżej 0,20m dostępne na zamówienie).

**Materiał D** Produkt jest hydroaktywną, mineralną płytą termoizolacyjną stosowaną do wewnętrznej izolacji termicznej ścian murowanych i betonowych. Dzięki swojej porowatej strukturze płyta osiąga wysokie parametry termoizolacyjne. Otwartość dyfuzyjna i aktywność kapilarna struktury materiału umożliwiają transport wody i pary wodnej. Gromadząca się w okresie zimowym wewnątrz przegrody budowlanej wilgoć jest transportowana na zewnątrz i odda-

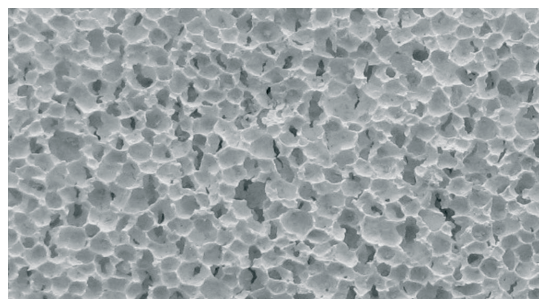
wana latem w postaci pary wodnej. Płyta w naturalny sposób reguluje wilgotność powietrza w budynku. Produkt ten wytwarzany jest na bazie mączki kwarcowej i wodorotlenku wapnia. Produkcja płyt oparta jest tylko na naturalnych surowcach, bez zastosowania włókien. Dzięki temu zapewnia ona czysty i zdrowy mikroklimat pomieszczenia. Wymiary płyt dostępnych w sprzedaży wynoszą: (długość x szerokość x grubość): 0,58m x 0,38m x 0,05(0,06;0,08;0,10;0,12)m.



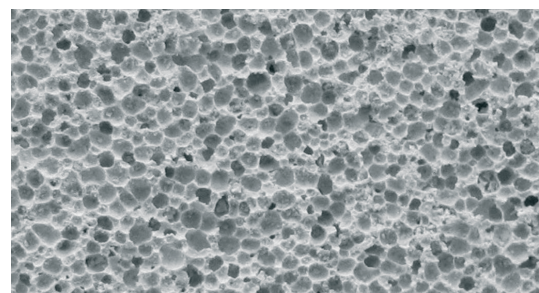
Rys. 1. Fotografia powierzchni materiału A.



Rys. 2. Fotografia powierzchni materiału B.



Rys. 3. Fotografia powierzchni materiału C.



Rys. 4. Fotografia powierzchni materiału D.

Tabela 1. Dane techniczne badanych materiałów.

Parametr	Materiał A	Materiał B	Materiał C	Materiał D
Gęstość w stanie suchym [kg/m <sup>3</sup> ]	220	220 ÷ 240	≤115	ok. 100
Porowatość	90% objętości	90% objętości	-	-
Współczynnik przewodności cieplnej w stanie suchym [W/(m·K)]	0,059	0,059	0,042	0,042
Obliczeniowy współczynnik przewodności cieplnej [W/(m·K)]	0,067	0,060	0,043	-
Współczynnik oporu dyfuzyjnego $\mu$	3	3-6	3	ok. 5
Przepuszczalność pary wodnej $\delta$	-	-	0,67·10 <sup>10</sup>	-
Ogniodporność	A1	-	A1	A1
Wytrzymałość na ściskanie [N/mm <sup>2</sup> ]	>1	>1	>0,3	>0,15
Wytrzymałość na rozciąganie [N/mm <sup>2</sup> ]	-	-	>0,08	-
pH	11 do 12	-	-	-
Odkształcenie pod ciężarem 1kN	-	-	1,0 mm	-
Sorpcja	-	-	≤6% masy	-
Absorpcja wody (krótki kontakt) WP [kg/m <sup>2</sup> ]	-	-	2,0	-
Absorpcja wody (długi kontakt) WPL [kg/m <sup>2</sup> ]	-	-	3,0	-
Wilgotność wyrównawcza (20°C/80% względem wilgotności powietrza)	-	<7,7%	-	-
Grupa przewodzenia ciepła	-	065	-	-

### 3. Badania

Głównym celem poniższego opracowanie jest przedstawienie wyników badań laboratoryjnych, współczynnika przewodności cieplnej  $\lambda$  i jego zależności od wartości wilgotności powietrza, w jakiej był sezonowany oraz temperatury badanego materiału. Zależność współczynnika  $\lambda$  od wilgotności jest o tyle istotna, że badane materiały oprócz funkcji izolacyjnej pełnią rolę płyt klimatycznych. Oznacza to, że okresowo ich wilgotność rośnie w sposób wyraźny, co skutkuje zmianą wartości współczynnika przewodności cieplnej. Ponadto zbadane wyniki współczynnika przewodności cieplnej porównano z wartościami deklarowanymi przez producentów materiałów celem oceny zgodności z danymi zawartymi w kartach technicznych. Kolejnym celem niniejszego opracowania było wyznaczenie dla każdego z materiałów krzywych sorpcyjnych, na podstawie badań laboratoryjnych. Badanie to umożliwia określenie ilości wilgoci, jaką może przyjąć materiał w danych warunkach ciepłno-wilgotnościowych.

#### 3.1. Badanie właściwości sorpcyjnych

Celem badania jest określenie ilości wilgoci, którą pochłoną dane materiały w określonych warunkach otoczenia. Wykonanie badania polega na umieszczaniu próbek kolejno w ciągu środowisk o stopniowo rosnącej wilgotności względnej i stałej temperaturze. Zawartość wilgoci wyznacza się po osiągnięciu przez próbkę

stałej masy, czyli do momentu uzyskania stanu równowagi z każdym środowiskiem. Zależność pomiędzy wilgotnością sorpcyjną materiału, a wilgotnością względną powietrza otaczającego przedstawia się graficznie w postaci izoterm sorpcji.

### 3.1.1. Wykonanie badania

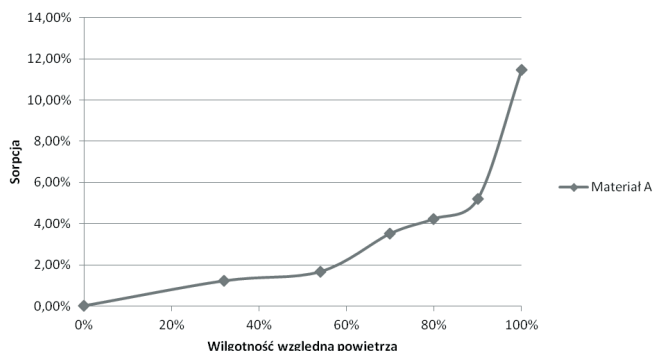
Badanie wykonano za pomocą metody eksykatora oraz komory klimatycznej zgodnie z normą PN-EN ISO 12571:2002 Ciepłno – wilgotnościowe właściwości materiałów i wyrobów budowlanych. Określenie właściwości sorpcyjnych [4]. Dla każdego materiału sorpcję określono na sześciu próbkach, po czym obliczono wartości średnie.

### 3.1.2. Wyniki badania

Tabela 2. Wartości średnie sorpcji badanych materiałów w różnych wilgotnościach otoczenia.

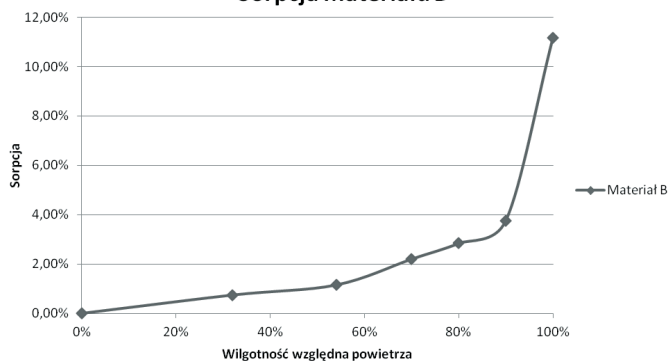
Wilgotność otoczenia	0%	32%	54%	70%	80%	90%	100%
Materiał A	0,00%	1,21%	1,66%	3,51%	4,24%	5,21%	11,48%
Materiał B	0,00%	0,74%	1,15%	2,20%	2,84%	3,76%	11,17%
Materiał C	0,00%	3,04%	3,44%	3,52%	4,29%	5,57%	9,05%
Materiał D	0,00%	3,06%	3,63%	5,44%	7,38%	9,22%	18,83%

Sorpcja materiału A

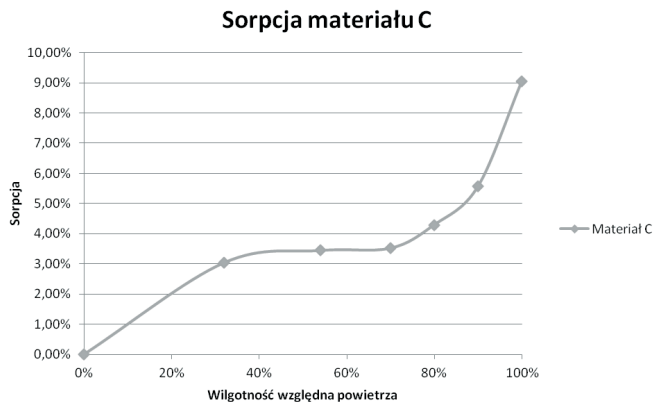


Rys. 5. Krzywa sorpcji materiału A.

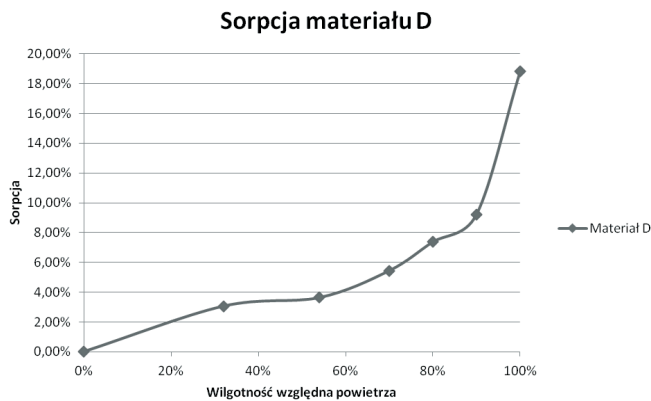
Sorpcja materiału B



Rys. 6. Krzywa sorpcji materiału B.



Rys. 7. Krzywa sorpcji materiału C.



Rys. 8. Krzywa sorpcji materiału D.

### 3.2. Badanie współczynnika przewodzenia ciepła

Współczynnik przewodzenia ciepła jest podstawowym parametrem charakteryzującym właściwości materiałów termoizolacyjnych i oznacza się go symbolem  $\lambda$ . Im mniejsza jest wartość współczynnika przewodzenia ciepła danego materiału, tym lepszym jest on izolatorem. Współczynnik ten dla badanych materiałów wyznaczono metodą stacjonarną za pomocą aparatu płytowego oraz metodą niestacjonarną posługując się sondą liniową.

#### 3.2.1. Badanie za pomocą aparatu płytowego

Badanie to opiera się na metodzie ustalonego strumienia cieplnego, w której strumień ciepła przechodzący przez próbkę materiału powinien mieć stałą wartość, a temperatura próbki w każdym punkcie powinna być ustalona. Współczynnik przewodności cieplnej badanego materiału określa się mierząc gęstość strumienia cieplnego i różnicę temperatury po obu stronach próbki. Dużą niedogodnością tych metod jest długi czas trwania badania (kilka do kilkudziesięciu godzin). W praktyce nie powinno się przeprowadzać pomiarów dla materiałów mokrych, gdyż wilgość w materiale może ulec przemieszczaniu i zniekształcić wynik pomiaru [1]. Badania wykonano przy użyciu aparatu płytowego Laser Comp FOX 314.

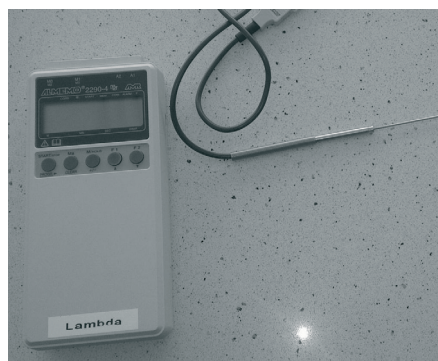
Przed rozpoczęciem badań przeprowadzono kalibrację instrumentu w celu sprawdzenia dokładności pomiarów. Kalibrację przeprowadzono przy użyciu próbki referencyjnej o identyfikatorze S117. Próbka jest wykonana z wełny mineralnej o gęstości  $76,7 \text{ kg/m}^3$ . Wymiary próbki to (długość x szerokość x grubość):  $301\text{mm} \times 301\text{mm} \times 34,2\text{mm}$ . Kalibrację rozpoczęto od umieszczenia próbki w komorze pomiarowej, następnie wprowadzono ręcznie jej grubość z uwagi na możliwość zgniecenia próbki przy automatycznym pomiarze grubości, co mogłoby niekorzystnie wpłynąć na rezultat kalibracji. Zakres temperatur, jaki wybrano do pomiaru to  $10\text{-}30^\circ\text{C}$ , zgodny z zakresami załączonymi w instrukcji urządzenia. Błąd pomiaru kalibracyjnego wyniósł  $0,24\%$ , przy maksymalnym dopuszczalnym błędzie wynoszącym  $2\%$ , co oznacza, iż kalibracja urządzenia została przeprowadzona poprawnie. [2]

### 3.2.2. Badanie za pomocą sondy liniowej

Idea sondy polega na umieszczeniu w badanym materiale drutu grzejnego zasilanego prądem elektrycznym w taki sposób, że wydzielający się w drucie strumień ciepła jest stały w czasie. W wyniku wydzielania się ciepła następuje nagrzanie się drutu i jednocześnie oddawanie ciepła przez przewodzenie do otaczającego materiału. Najprostsza sonda składa się z niez izolowanego, nieosłoniętego drutu oporowego, który razem z termoelementami umieszczany jest bezpośrednio w badanym materiale [3]. Stosując sondę typu SB 2290-L z urządzeniem pomiarowym ALMEMO®2290-4 uzyskano szybką i nieskomplikowaną możliwość określania przewodności cieplnej materiału izolacyjnego. Urządzenie pracuje z gorącą sondą przewodności cieplnej, która zasilana jest stałym strumieniem ciepłym w trakcie testu, aż do uzyskania stanu równowagi pomiędzy energią cieplną wchodzącą i wychodzącą. Powstała różnica temperatur stanowi miarę dla przewodności cieplnej  $\lambda$  materiału, która jest wyświetlana bezpośrednio po zakończeniu pomiaru [3].



Rys. 9. Próbka umieszczona w komorze pomiarowej instrumentu Laser Comp FOX 314.



Rys. 10. Miernik ALMEMO@2290-4 wraz z sondą typu FP A437-1.

### 3.2.3. Wyniki badań

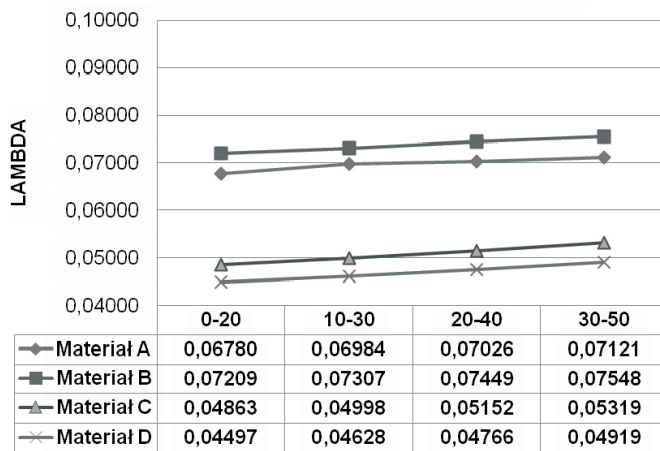
Badanie polegało na określeniu strumienia ciepła przewodzonego przez próbkę danego materiału w zależności od warunków wilgotności i temperatury w jakich przebywała. W tym celu próbkę materiału umieszczano w urządzeniu między płytą

dolną o temperaturze wyższej i płytą górną o temperaturze niższej. Po uruchomieniu instrument zapewniał stały przepływ strumienia ciepła wyłącznie przez badaną próbkę. Materiał A, B oraz D przebadano na próbkach o wymiarach 300x300x50 mm, natomiast materiał B na próbce o wymiarach 300x300x100 mm. Próbkę do badań zostały przygotowane przez producentów.

### 3.2.4. Zależności współczynnika $\lambda$ od temperatury – aparat płytowy

W przypadku badania wpływu temperatury na wartość współczynnika  $\lambda$  płyty przed umieszczeniem w aparacie płytowym suszono do momentu osiągnięcia przez nie stałej masy. Dla zbadania wartości współczynnika przewodzenia ciepła materiałów w zależności od temperatury przyjęto następujące zakresy temperatur:

- U1=0[°C]      L1=20[°C]
- U2=10[°C]    L2=30[°C]
- U3=20[°C]    L3=40[°C]
- U4=30[°C]    L4=50[°C]



Rys. 11. Wykres zależności współczynnika  $\lambda$  od temperatury dla wszystkich materiałów.

Po wykonaniu badań i sporządzeniu na ich podstawie wykresów obrazujących zależność współczynnika przewodności cieplnej od temperatury okazało się, iż wzrost temperatury wpływa w sposób liniowy na wzrost wartości współczynnika  $\lambda$  we wszystkich z badanych płyt. Aby móc wzajemnie porównywać wielkość wpływu temperatury na przewodność cieplną każdego z materiałów obliczono procentowy wzrost współczynnika  $\lambda$  przy założeniu, iż wartością bazową jest przewodność cieplna w średniej temperaturze 10°C. Jako temperaturę odniesienia przyjęto średnią temperaturę wynoszącą 40°C. Otrzymane wyniki obliczeń pozwoliły zauważyć, że w przypadku materiałów A i B wzrost wartości  $\lambda$  był podobny i wyniósł ok. 5%, zaś w przypadku materiałów C i D wzrost ten był również zbliżony, lecz wyniósł około 9,3%. Tak różne wartości wpływu temperatury na przewodność cieplną w zależności od rodzaju materiału (silikat i lekki beton komórkowy) wynikają z różnej porowatości tych materiałów. Materiały A i B o porowatości około 91,5% wykazały dwukrotnie mniejszy wzrost wartości współczynnika  $\lambda$  niż materiały C i D o porowatości około 96%.

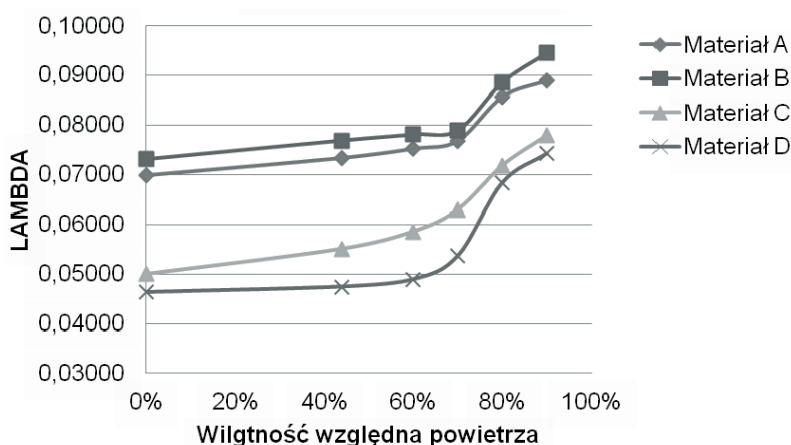


### 3.2.5. Zależności współczynnika $\lambda$ od temperatury– aparat płytowy

W celu zbadania zależności wartości współczynnika przewodzenia ciepła od wilgotności próbki umieszczano w komorze klimatycznej do momentu osiągnięcia przez nie stałej masy, a następnie przekładano do urządzenia Laser Comp FOX 314. Badanie przeprowadzono dla kolejnych wilgotności: 0, 60, 70, 80 i 90% oraz dla wilgotności laboratoryjnej powietrza 44% (zmierzonej przy użyciu termohigrometru). Badania prowadzono przy temperaturze dolnej płyty  $L=30^{\circ}\text{C}$  i górnej płyty  $U=10^{\circ}\text{C}$

Tabela 3. Wyniki badań zależności współczynnika  $\lambda$  od wilgotności dla wszystkich materiałów.

Materiał	Współczynnik $\lambda$ w danej wilgotności					
	0%	44%	60%	70%	80%	90%
A	0,06984	0,07337	0,07524	0,07683	0,08571	0,08898
B	0,07307	0,07685	0,07807	0,07891	0,08858	0,09455
C	0,04998	0,05510	0,05859	0,06299	0,07185	0,07793
D	0,04628	0,04741	0,04889	0,05367	0,06840	0,07430



Rys. 12. Wykres zależności współczynnika  $\lambda$  od wilgotności powietrza dla wszystkich materiałów.

Po zakończeniu badań i wykonaniu na ich podstawie wykresów przedstawiających zależność współczynnika przewodności cieplnej od wilgotności okazało się, iż wzrost temperatury wpływa w sposób nieliniowy na wzrost wartości współczynnika  $\lambda$  w każdym z badanych materiałów, co widoczne jest na powyższym wykresie. W przypadku materiałów A, B i D największy wzrost współczynnika  $\lambda$  zaobserwowano przy wilgotności względnej powietrza wynoszącej 70%. Dla materiału C zmiana przewodności cieplnej w tej wilgotności nie jest tak duża, lecz zmiana ta w niższych wilgotnościach jest większa niż w pozostałych materiałach. Podobnie jak w przypadku badania zależności przewodności cieplnej od temperatury określono procentowy wzrost współczynnika  $\lambda$  dla każdego z materiałów. Wzrost ten dla materiałów A i B wyniósł odpowiednio około 27,5% i 29,3%, natomiast dla materiałów C i D wzrost wyniósł blisko 60%. Różne wielkości wzrostu współczynnika  $\lambda$  dla danego rodzaju materiału przy tej samej wilgotności wynikają bezpośrednio

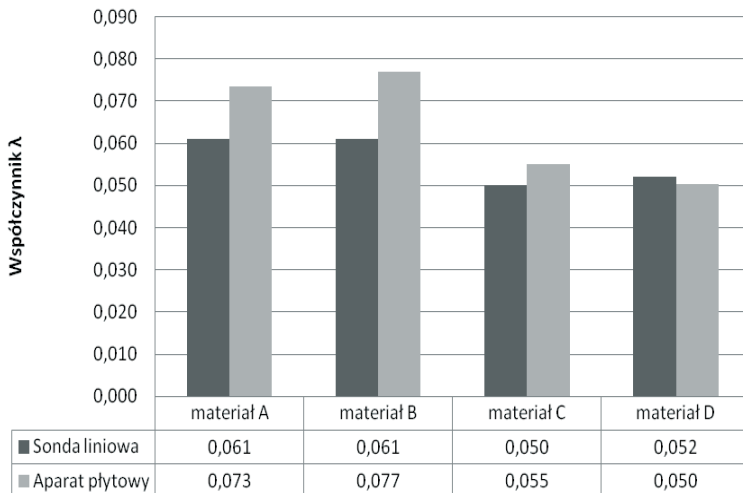
nio ze struktury i wielkości porów w danym materiale oraz sorpcyjności poszczególnych materiałów. Porównanie wielkości wpływu temperatury i wilgotności na przewodność cieplną pozwala stwierdzić, iż to wilgotność ma wiodący wpływ na wartość współczynnika  $\lambda$ , gdyż wzrost tego współczynnika spowodowany wzrostem wilgotności jest bardzo duży, kilkukrotnie większy niż wzrost spowodowany zmianą temperatury otoczenia.

### 3.2.6. Wartość współczynnika $\lambda$ – sonda liniowa

Badanie polegało na umieszczeniu w badanym materiale sądy (drutu grzejnego), w taki sposób aby materiał ściśle przylegał do elementu pomiarowego. W przypadku materiałów A i B drut umieszczono w uprzednio wykonanych otworach, w materiałach C i D sondę umieszczano bezpośrednio w płycie. Po wykonaniu pomiaru miernik automatycznie wyświetlał wartość zmierzoną. Badanie przeprowadzono w warunkach wilgotności laboratoryjnej wynoszącej 44% i temperatury wynoszącej 27,0°C. Wyniki badań zamieszczono w tabeli 4.

### 3.2.7. Wartość współczynnika przewodności cieplnej $\lambda$ w zależności od metody pomiaru

Różnice wartości współczynnika przewodności cieplnej wynikające ze sposobu jego pomiaru w przypadku materiałów C i D są minimalne, rzędu kilku tysięcznych. Natomiast w przypadku materiałów A i B różnice te są kilkukrotnie większe. Ma to związek ze sposobem zagłębienia sondy w dany materiał. W materiałach C i D sonda została umieszczona bez uprzedniego wykonywania otworu, dzięki czemu między drutem sondy a badanym materiałem nie występowała pustka powietrzna wpływająca na wynik badania. W przypadku materiałów A i B ze względu na budowę materiałów wbicie sądy pomiarowej było niemożliwe (możliwość uszkodzenia sądy). Przed rozpoczęciem pomiarów w materiałach wykonano otwory, w które wprowadzono drut sądy. Pomimo dość dobrego dopasowania elementu pomiarowego, pustka powietrzna pomiędzy materiałem i drutem wpłynęła niekorzystnie na wynik końcowy.



Rys. 13. Porównanie wyników badań współczynnika  $\lambda$  zależnie od metody badania.

### 3.2.8. Współczynnika przewodności cieplnej $\lambda$ materiałów w stanie powietrzno-suchym.

Pomimo wielokrotnie powtarzanych badań próbek wysuszonych do stałej masy (w celu wyeliminowania wpływu wilgotności na przewodność cieplną), dla żadnego z badanych materiałów nie udało się uzyskać wartości współczynnika  $\lambda$  odpowiadającej wartości podawanej przez producenta. W wszystkich przypadkach pomierzona wartość współczynnika  $\lambda$  była wyższa w stosunku do deklarowanej. Najbardziej zbliżoną wartość osiągnięto dla materiału A w przypadku pozostałych różnice były znacznie większe (Tab. 4).

Tabela 4. Tabela zbiorcza wartości współczynnika  $\lambda$  badanych materiałów w zależności od warunków badania.

Warunki badania	Materiał			
	A	B	C	D
Badania stacjonarne – aparat płytowy Warunki laboratoryjne (próbki sezonowane 182 h) (wilgotność powietrza 44% temperatura powietrza 27 °C)	0,073	0,077	0,055	0,050
Badanie sondą liniową Warunki laboratoryjne (próbki sezonowane 182 h) (wilgotność powietrza 44% temperatura powietrza 27 °C)	0,061	0,061	0,050	0,052
Materiał suchy (wilgotność materiału 0%, temperatura badania 20°C)	0,070	0,073	0,050	0,046
$\lambda$ deklarowana przez producenta (brak danych co do wilgotności materiału i temp. Badania)	0,067	0,060	0,043	0,042

## 4. Wnioski

- Poszczególne karty techniczne materiałów różnią się między sobą pod względem jakości i ilości informacji.
- Pomimo stosowania różnych definicji płyt (materiały A i B są określane mianem płyt klimatycznych, a C i D jako hydroaktywne płyty termoizolacyjne), producenci zakładają możliwość zastosowania ich w charakterze izolacji cieplnej.
- W kartach technicznych nie podano temperatury i wilgotności powietrza, w jakiej zostały przeprowadzone badania współczynnika  $\lambda$ .
- Wykresy sorpcji dla wszystkich materiałów są zbieżne z kształtem wykresów spotykanych w literaturze.
- Materiał D dla kolejnych wilgotności powietrza osiąga wyższe wartości sorpcji niż pozostałe materiały, co czyni go najlepszym materiałem zdolnym do regulacji mikroklimatu pomieszczeń.
- Przy wzroście podczas badań średniej temperatury próbki z 10°C do 40°C zmierzono wzrost wartości  $\lambda$  o ok. 5% dla materiałów silikatowych i o ok. 9% dla lekkich betonów komórkowych.
- Wraz ze wzrostem wilgotności próbek (sezonowanych w powietrzu o wilgotności od 0 do 90%) stwierdzono wyraźny wzrost wartości współczynnika  $\lambda$ . Dla materiałów A i B wzrost ten wynosi ok. 28%, dla C i D ok. 60%.

## Literatura

- [1] Ickiewicz I., Sarosiek W., Ickiewicz J. *Fizyka budowli, wybrane zagadnienia*. Politechnika Białostocka, Białystok 2000.
- [2] *Instrukcja obsługi instrumentu Laser Comp FOX 314*
- [3] *Instrukcja obsługi miernika ALMEMO®2290-4*
- [4] PN-EN ISO 12571:2002 *Ciepłno-wilgotnościowe właściwości materiałów i wyrobów budowlanych. Określanie właściwości sorpcyjnych*.

## Impact analysis of humidity and temperature on the value of thermal conductivity $\lambda$ coefficient of insulating materials used inside buildings

Maciej Trochonowicz, Beata Witek, Marcin Chwiej

*Lublin University of Technology, Faculty of Civil Engineering and Architecture,  
Chair of Historic Buildings Preservation, m.trochonowicz@pollub.pl*

**Summary:** The aim of the article is to present the issues related to the use of climate panels as insulating materials used inside buildings. The study involved four materials, the two of them is a lightweight cellular concrete, the other two were produced on the basis of lime silicate. The main aim of the laboratory tests was to determine the coefficient of thermal conductivity  $\lambda$  depending on the changing temperature and humidity. Based on research the sorption materials curves were determined. The study allows you to specify the amount of moisture that can be accepted by the material in specific temperature and humidity conditions. In addition, the examined coefficients of thermal conductivity compared with the values declared by suppliers to assess compliance with the data contained in the data sheet.

**Keywords:** Interior thermal insulation, insulating materials sorption, climate panels, thermal conductivity  $\lambda$  coefficient.