

Materiały naturalne w ekobudownictwie

Mgr inż. Aldona W. Wasilewska, dr Barbara L. Pietruszka,
Instytut Techniki Budowlanej, Zakład Fizyki Ciepłej, Akustyki i Środowiska

1. Wprowadzenie

Materiały budowlane pochodzenia naturalnego mogą być wykorzystane jako materiały do izolacji termicznej, np. słoma, owcza wełna czy też celuloza, jak i mogą znaleźć zastosowanie jako materiały konstrukcyjne czy wykończeniowe, jak np. sklejka, materiały z włókien drzewnych z zewnętrzną płytą gipsową bądź drewnianą lub tynk gliniany ze słomą. Artykuł ma na celu zaprezentowanie podstawowych informacji o wybranych materiałach pochodzenia naturalnego z przedstawieniem ich zasadniczych charakterystyk, istotnych dla ich zastosowania w budownictwie.

W budownictwie, zwłaszcza mieszkaniowym, w ostatnich latach uwidacznia się coraz bardziej trend „ekologiczny”, gdzie zastosowanie w budynku znajdują materiały pochodzenia naturalnego – zarówno roślinnego, jak i zwierzęcego. Tego typu rozwiązania postrzegane są jako ekonomiczne, energooszczędne i zdrowe. Taki rodzaj budownictwa wymaga mniejszych nakładów energii na produkcję w porównaniu z tradycyjnym. Zaletą powyższych rozwiązań jest stosowanie, jeśli to możliwe, materiałów dostępnych lokalnie. Dużą uwagę zwraca się na fakt, by materiały te nie zawierały substancji toksycznych i szkodliwych dla człowieka. Co więcej, można je poddać recyklingowi. Związane jest to z niskim nakładem energii, jaki trzeba użyć, by przetworzyć materiał. Ulegają one również szybszej i naturalnej biodegradacji [1, 2, 3].

Przykładami materiałów pochodzenia naturalnego są: wysuszona i ubita ziemia, drewno, sklejka, płyty izolacyjne z włókien drzewnych czy też konopi, słoma, owcza wełna, celuloza, materiały wiórowe z zewnętrzną płytą gipsową bądź drewnianą itp.

Jednym z najbardziej popularnych materiałów pochodzenia naturalnego jest drewno. Jest ono używane do budowania domów z bali i domów szkieletowych, wykonywania konstrukcji dachowych, stolarki okiennej i drzwiowej itp. Jest to materiał łatwo dostępny na rynku i w 100% odnawialny. Cechami charakterystycznymi dla drewna jest jego wysoka wytrzymałość, elastyczność, lekkość i sztywność. Zaimpregnowane drewno specjalnymi środkami chemicznymi jest trwałe, procesy starzenia zachodzą wolno oraz jest odporne na wilgoć.

Jednym z najstarszych materiałów budowlanych jest ziemia. W każdym regionie i historii każdego kraju możemy napotkać zarówno monumentalne budowle, jak również wiejskie budynki wykonane z ziemi z domieszką innych naturalnych materiałów. Budynki z ziemi, postrzegane są jako zdrowe, przyjazne człowiekowi i środowisku. Pomieszczenia stwarzają komfortowe warunki cieplno-wilgotnościowe dla użytkowników. Powszechnymi wyrobami z ziemi są niewypalane,

suszone cegły i bloczki czy ściany z ubijanej w szalunku. Kolejną grupą materiałów pochodzenia naturalnego są wyroby, takie jak: wełna owcza, płyty izolacyjne z włókien drewnianych czy też konopi, celuloza, słoma, które znalazły zastosowanie jako wyroby do izolacji termicznych. Budzą one duże zainteresowanie zwłaszcza ze względu na ich właściwości pochłaniania/uwalniania wilgoci, przez co mogą wspomagać regulację poziomu wilgotności powietrza w pomieszczeniu. Izolacja z wełny owczej charakteryzuje się dobrą izolacyjnością cieplną i akustyczną, nie jest jednak odporna na długotrwałe zawilgocenie. Natomiast celuloza, uzyskiwana z przerobu makulatury, jest materiałem paroprzepuszczalnym, o dobrych właściwościach cieplnych i akustycznych. W formie luźnej może być stosowana do izolowania trudno dostępnych przestrzeni, np. poddaszy, jak również jako wypełnienie w ścianach szkieletowych. Słoma – to kolejny materiał, jaki od dawna był i jest nadal stosowany w budownictwie. Jest traktowana jako naturalny odpad produkcji rolnej, przy tym tani i łatwo dostępny. Stosunkowo dobra izolacyjność cieplna słomy sprawia, że przegrody nie wymagają dodatkowego docieplenia. Projektowane obecnie w tej technologii domy mogą uzyskiwać parametry, np. w zakresie współczynnika przenikania ciepła przegrody, zbliżone do domów pasywnych [4].

Następną grupą wyrobów są materiały budowlane z włókien naturalnych, takich jak len, konopie czy drewno. Produkty takie charakteryzują się dobrą izolacyjnością cieplną i akustyczną. Wadą ich jest łatwopalność, dlatego muszą być zabezpieczone ogniochronnymi impregnatami. Nie są także odporne na działanie gryzoni oraz wykazują słabą odporność na zawilgocenie. Stosowane są więc często z „obudową”, tj. z płytami gipsowymi, gipsowo-kartonowymi czy też drewnopodobnymi.

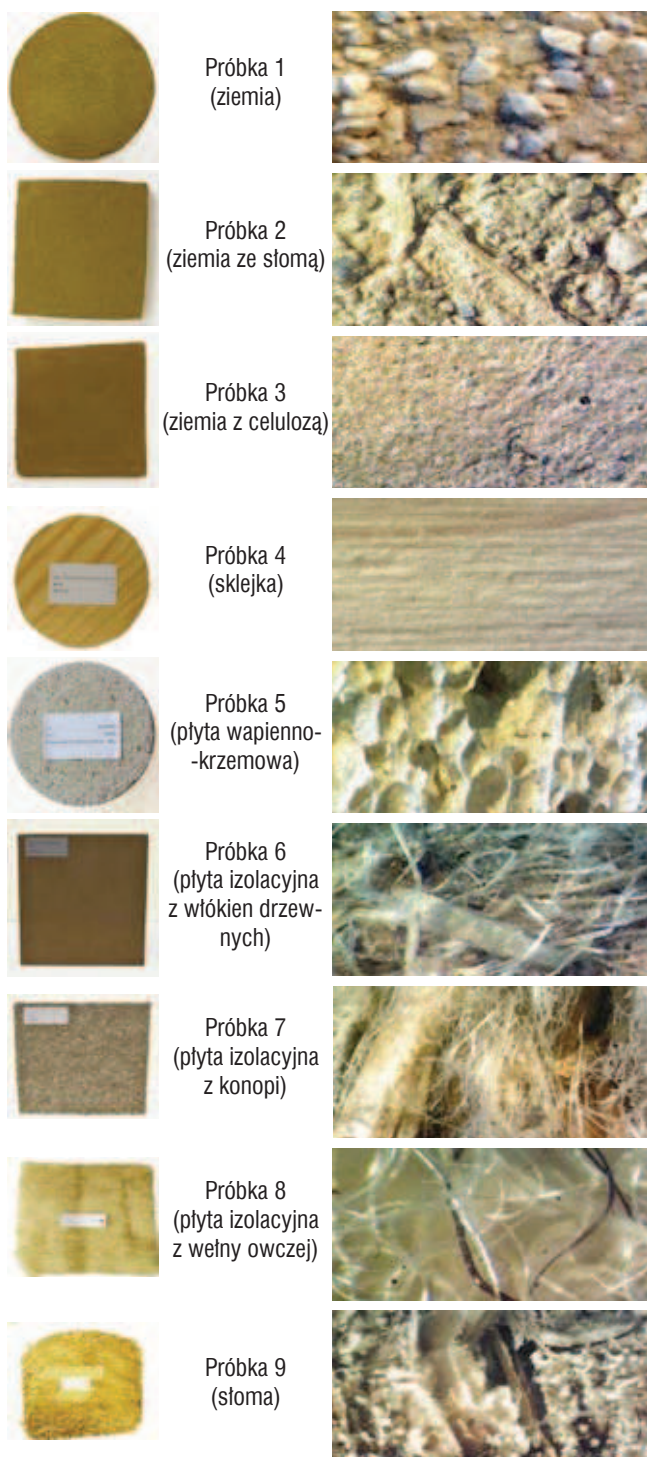
2. Badania właściwości cieplno-wilgotnościowych

W Zakładzie Fizyki Ciepłej, Akustyki i Środowiska ITB przeprowadzono badania próbek materiałów budowlanych pochodzenia naturalnego w zakresie określenia ich właściwości cieplno-wilgotnościowych. Badane materiały były przeznaczone do zastosowania jako izolacja termiczna przegród, elementy konstrukcyjne czy jako materiały wykończeniowe.

2.1. Materiały i opis badań

Na rysunku 1 zostały przedstawione próbki wraz z powiększeniem dwudziestokrotnym, które zostały poddane badaniom w laboratorium. Określono poniższe właściwości materiałów.

- Gęstość próbek wyznaczono zgodnie z normą PN-EN 1602:2013-07 [5]. Przed badaniem próbki były



Rys. 1. Zestawienie próbek wraz z powiększeniem dwudziestokrotnym

kondycjonowane w stałych warunkach temperatury (23 ± 2)°C i wilgotności względnej powietrza (50 ± 5)%, aż do uzyskania stałej masy próbki (rys. 2).

- Współczynnik przewodzenia ciepła λ – badania wykonano zgodnie z normą PN-EN 12667:2002 [6]. Próbki przed badaniem zostały wysuszone do stałej masy. Następnie próbki przed badaniem były kondycjonowane w stałych warunkach temperatury (23 ± 2)°C i wilgotności względnej powietrza (50 ± 5)%, aż do uzyskania stałej masy. Pomiary



Rys. 2. Próbkę w komorze klimatycznej przed ich sezonowaniem do stałej masy



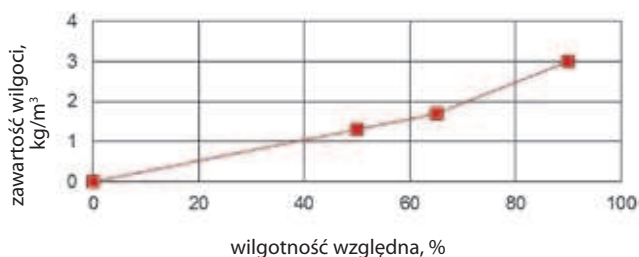
Rys. 3. Aparat płytowy FOX 314 z próbką

współczynnika przewodzenia ciepła λ wykonano w warunkach ustalonego przepływu ciepła przy użyciu jednopróbkowego aparatu płytowego z czujnikami gęstości strumienia cieplnego FOX 314 (rys. 3). Pomiary wykonano przy średniej temperaturze próbki 10°C, różnicy temperatury na grubości próbki 20 K i ruchu ciepła z dołu do góry, na próbkach o wymiarach (300 × 300 × 50–100) mm.

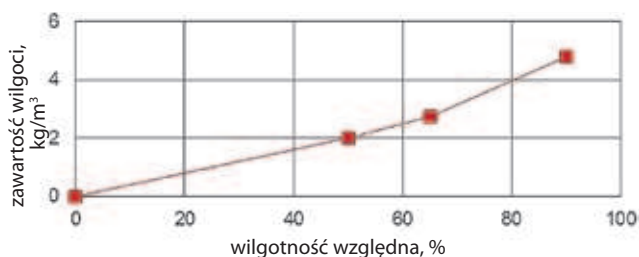
- Wyznaczenie izotermy sorpcji – badania wykonano wg normy PN-EN ISO 12571:2013–12 [7]. Próbki przed badaniem zostały wysuszone do stałej masy. Następnie próbki były umieszczone w stałych warunkach temperatury 23°C i wilgotności względnej powietrza odpowiednio 0%, 20%, 50%, 65% oraz 90%, aż do ustabilizowania się ich masy. Pomiary zmiany masy wykonywano co 24 godziny.
- Przepuszczalność pary wodnej – określanie współczynnika oporu dyfuzyjnego pary wodnej μ próbek w stanie ustalonym wykonano zgodnie z PN-EN 12086:2013–07 [8].

Tabela 1. Wyniki badań gęstości i współczynnika przewodzenia ciepła dla próbek

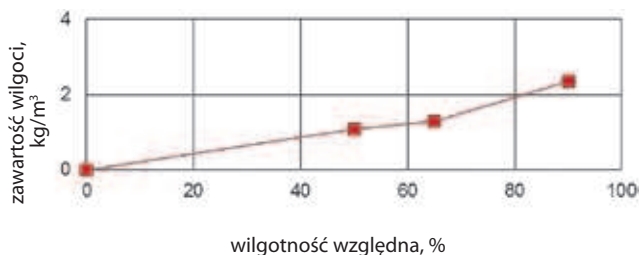
Nr próbki wg rys. 1	Gęstość kg/m ³	Współczynnik przewodzenia ciepła W/(m·K)
1	48	0,58
2	45	0,79
3	48	0,69
4	500	0,096
5	3	0,041
6	61	0,041
7	91	0,049
8	15	0,044
9	220	0,11



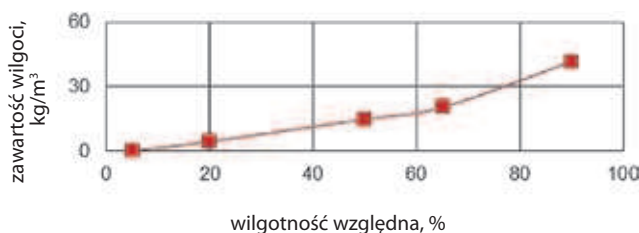
Rys. 4. Wyniki sorpcji uzyskane dla próbki nr 1



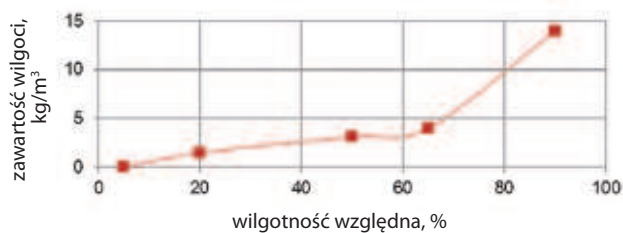
Rys. 5. Wyniki sorpcji uzyskane dla próbki nr 2



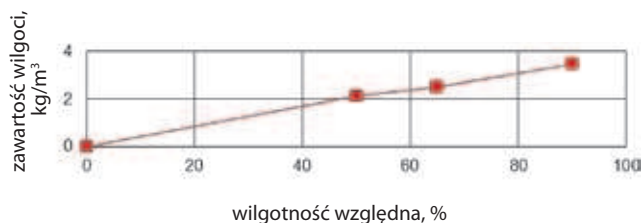
Rys. 6. Wyniki sorpcji uzyskane dla próbki nr 3



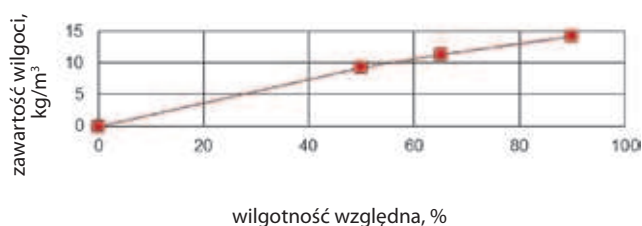
Rys. 7. Wyniki sorpcji uzyskane dla próbki nr 4



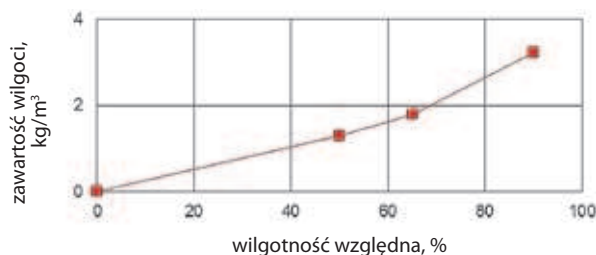
Rys. 8. Wyniki sorpcji uzyskane dla próbki nr 5



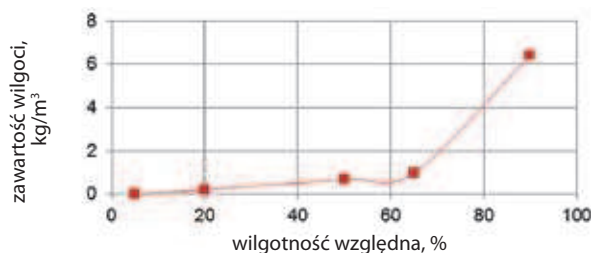
Rys. 9. Wyniki sorpcji uzyskane dla próbki nr 6



Rys. 10. Wyniki sorpcji uzyskane dla próbki nr 7



Rys. 11. Wyniki sorpcji uzyskane dla próbki nr 8



Rys. 12. Wyniki sorpcji uzyskane dla próbki nr 9

Tabela 2. Wyniki współczynnika oporu dyfuzyjnego pary wodnej dla próbek

Nr próbki wg rys. 1	Współczynnik oporu dyfuzyjnego pary wodnej
1	19
2	15
3	14
4	103
5	3
6	3
7	2
8	3
9	3

Przed przystąpieniem do badań próbki były kondycjonowane w temperaturze $(23 \pm 5)^\circ\text{C}$ i wilgotności względnej powietrza $(50 \pm 5)\%$ do czasu ustabilizowania się masy w trzech kolejnych ważeniach (zmiana masy w zakresie $\pm 5\%$). Następnie próbki umieszczono w metalowych naczynkach, na dnie których umieszczono środek osuszający (CaCl_2). Pomiary zmiany masy były rejestrowane w odstępnie 24 godzin. Badanie zakończono, gdy pięć kolejnych zmian masy w jednostce czasu było stałe i mieściło się w tolerancji $\pm 5\%$ wartości średniej dla każdej badanej próbki. Wynikiem badań było wyznaczenie współczynnika oporu dyfuzyjnego pary wodnej μ próbek w stanie ustalonym.

3. Wyniki badań

W tabeli 1 przedstawiono wynik badań gęstości i współczynnika przewodzenia ciepła dla wyrobów.

Jak wynika z danych zawartych w tabeli 1, badane próbki mają zróżnicowaną gęstość. Próbki o gęstości do 100 kg/m^3 są to wyroby izolacyjne, natomiast materiał o wyższej gęstości to materiał konstrukcyjny przegród. Zestawiając gęstość z wynikiem współczynnika przewodzenia ciepła, można stwierdzić, że wyniki te zbliżone są do tradycyjnych wyrobów budowlanych.

Na rysunkach 4–12 przedstawiono wyniki zawartości wilgoci w próbkach w zależności od wilgotności względnej powietrza tzw. krzywą sorpcji.

Z uzyskanych wyników można zaobserwować, że powyższe materiały pochodzenia naturalnego słabo pochłaniają wilgoć z powietrza. Jedynym materiałem, który wykazuje niską odporność na zawilgocenie, jest drewniana próbka nr 4.

Kolejnym badaniem było wyznaczenie wartości współczynnika oporu dyfuzyjnego dla próbek (rys. 13). Wyniki zamieszczono w tabeli 2.

Przebadane próbki nr 5–9 charakteryzują się niską wartością oporu dyfuzyjnego μ , co jest charakterystyczne dla materiałów paroprzepuszczalnych np. wełny mineralnej. Oznacza to, że para wodna może swobodnie przepływać przez strukturę wewnętrzną takiego materiału. Próbki z ziemi o nr 1–3 charakteryzują się wartością oporu dyfuzyjnego ok. 15. Jest to wartość zbliżona do wartości silikatów.



Rys. 13. Próbką ziemi w trakcie badania przepuszczalności pary wodnej

Natomiast próbka drewniana osiągnęła największą wartość oporu dyfuzyjnego.

4. Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań uzyskano parametry charakteryzujące próbki w zakresie ich właściwości ciepłno-wilgotnościowych. Określenie tych parametrów jest na tyle istotne, że należą one do grupy materiałów naturalnych, których właściwości nie są standaryzowane. Ze względu na lokalną dostępność wybranych materiałów przed budową konieczne jest wykonanie testów sprawdzających jakość i przydatność użytych surowców. Użycie lokalnych i odnawialnych surowców w produkcji materiałów budowlanych bardzo dobrze wpisuje się w politykę zrównoważonego rozwoju. Spodziewać się można coraz większego zainteresowania tą tematyką oraz wprowadzeniem specyfikacji dla naturalnych materiałów budowlanych. Podsumowując, można stwierdzić, że rośnie zainteresowanie „ekologicznym trendem” w budownictwie, co pozwala przypuszczać, że coraz częściej będziemy mogli widzieć takie „naturalne obiekty” w polskim krajobrazie.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Murat R., Laskowski P., Dom ekologiczny, Murator 8/2017
- [2] Adamowski J., Rejment M., Jak zmieniło się pojęcie energooszczędny materiał budowlany, Inżynier Budownictwa 9/2015
- [3] Materiały informacyjne Architectural Record 2014/2015: <https://www.rethinkwood.com/sites/default/files/Green-Building-Wood-Products-CEU-June-2015.pdf>
- [4] Wasilewska A., Pietruszka B., Słoma w ekobudownictwie, Rok wydania monografii 2016, Ekologia a Budownictwo, str. 353

WYKORZYSTANE MATERIAŁY

- [5] PN-EN 1602:2013–07 Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie – Określanie gęstości pozornej
- [6] PN-EN 12667:2002 Właściwości cieplne materiałów i wyrobów budowlanych – Określanie oporu cieplnego metodami osłoniętej płyty grzejnej i czujnika strumienia cieplnego – Wyroby o dużym i średnim oporze cieplnym
- [7] PN-EN ISO 12571:2013–12 Ciepłno-wilgotnościowe właściwości użytkowe materiałów i wyrobów budowlanych – Określanie właściwości sorpcyjnych
- [8] PN-EN 12086:2013–07 Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie – Określanie właściwości przenikania pary wodnej