

Bożena ORLIK-KOZDOŃ*
Politechnika Śląska

BADANIA ZJAWISK WILGOTNOŚCIOWYCH W ŚCIANIE ZEWNĘTRZNEJ O ZMODYFIKOWANEJ STRUKTURZE MATERIAŁU TERMOIZOLACYJNEGO

Streszczenie. W referacie podjęto próbę określenia wybranych parametrów wilgotnościowych przegrody izolowanej materiałem pełnym i materiałem perforowanym. Rozważania prowadzono na podstawie wyników pomiarów dokonanych na stanowisku badawczym Katedry Procesów Budowlanych Politechniki Śląskiej.

THE EXAMINATION OF DAMPNESS PHENOMENA IN AN EXTERNAL WALL WITH A MODIFIED STRUCTURE OF AN INSULATING MATERIAL

Summary. In this text, an attempt is made to define chosen hygral parameters in partition insulated with a full material and perforated one. The findings have been obtain on the basis of measurement conducted in the research area in Department of Building Processes at the Silesian University of Technology.

1. Wprowadzenie

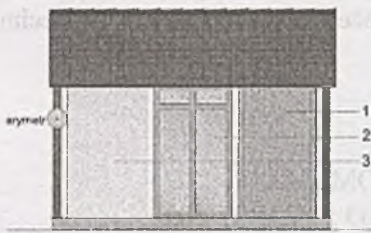
Przedstawione w artykule rozważania są kontynuacją prac badawczych [3, 4] nad materiałem izolacyjnym o zmodyfikowanej strukturze. Badanym materiałem jest polistyren ekspandowany 15EPS-070-040. W materiale bazowym pełnym wykonano perforacje równoległe do kierunku przepływu ciepła i wilgoci. Tak przygotowany materiał poddany został badaniom zarówno wstępnym [3], jak i w przegrodzie wbudowanej [4] na stanowisku doświadczalnym. Wykonanie badań zjawisk cieplno-

* Opiekun naukowy: Dr hab. inż. Jan Ślusarek, prof. nzw. w Politechnice Śląskiej.

wilgotnościowych w rzeczywistych warunkach pogodowych posłuży do weryfikacji przyjętego przez autorkę modelu matematycznego [2].

2. Charakterystyka analizowanych układów ścianowych

W badaniach analizowano dwa rodzaje przegród. Elementem wspólnym była warstwa nośna ściany, składająca się z pustaków ceramicznych. Przegroda pierwsza zaizolowana została materiałem bazowym – styropianem pełnym 15EPS-70-040 [5] i oddzielona od pozostałej części układu przekładką z papy. Przegrodę drugą zaizolowano materiałem o zmodyfikowanej strukturze – styropianem z perforacją o średnicy 5 mm.

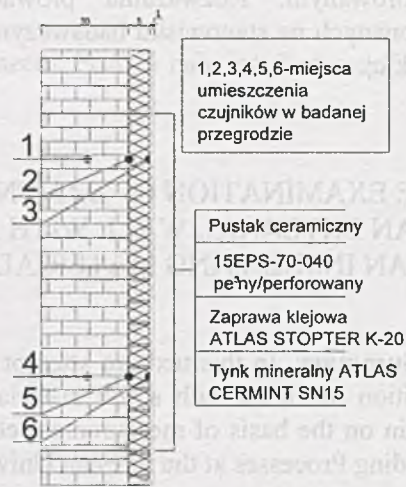


Rys. 1. Widok stanowiska badawczego:

- 1 – przegroda z płytą „okalux”,
- 2 – przegroda z izolacją transparentną,
- 3 – analizowana przegroda wielowarstwowa

Fig. 1. The view of research area:

- 1 – the partition with the plate „okalux”,
- 2 – the partition with transparent insulation,
- 3 – the analysed multi-layer partition



Rys. 2. Schemat analizowanych przegród i rozmieszczenia czujników w ich płaszczyznach

Fig. 2. The diagram of analysed partitions and location of detectors in their layers

Przegroda pierwsza składa się z następujących warstw:

- muru z pustaka ceramicznego o grubości 20 cm,
- izolacji cieplnej wykonanej ze styropianu 15EPS-70-040,
- warstwy zbrojonej, wykonanej z zaprawy klejowej [7] na siatce,
- podkładu tynkarskiego [7],
- tynku mineralnego [7].

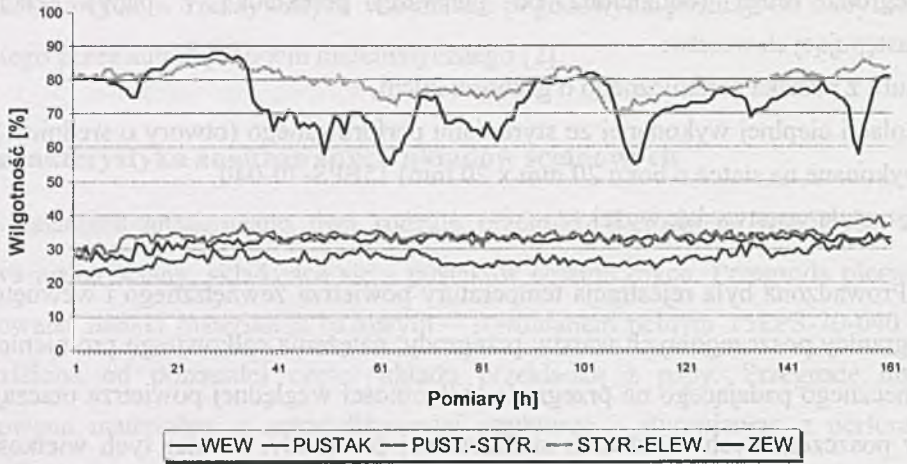
Przegroda druga (oddzielona od pierwszej przekładką z papy) składa się z następujących warstw:

- muru z pustaka ceramicznego o grubości 20cm,
- izolacji cieplnej wykonanej ze styropianu perforowanego (otwory o średnicy 5 mm, wykonane na siatce o boku 20 mm x 20 mm) 15EPS-70-040,
- pozostałe warstwy jak wyżej.

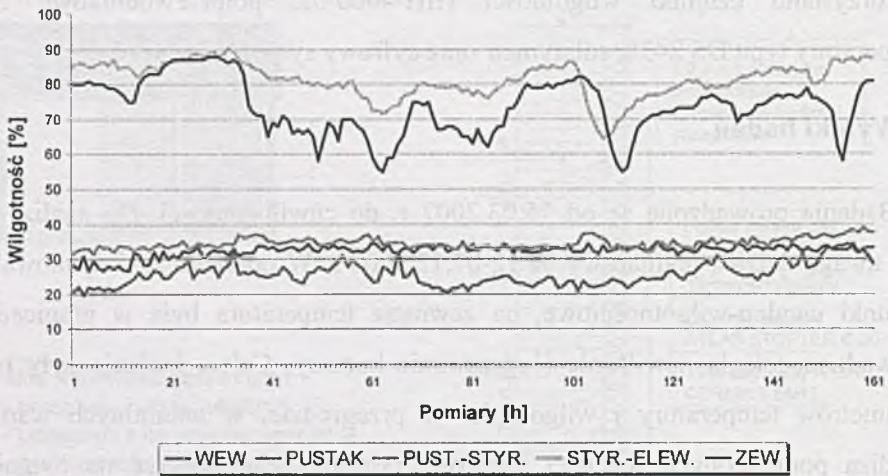
Prowadzona była rejestracja temperatury powietrza zewnętrznego i wewnętrznego na granicy poszczególnych warstw przegrody, natężenia całkowitego promieniowania słonecznego padającego na przegrodę, wilgotności względnej powietrza otaczającego i w poszczególnych warstwach analizowanej przegrody. Pomiar tych wielkości był ciągły, a rejestracja wyników pomiarów następowała co godzinę. Do badań wykorzystano czujniki wilgotności HIH-4000-02, półprzewodnikowe czujniki temperatury typu DS 2438, solarymetr oraz cyfrowy system pomiarowy.

3. Wyniki badań

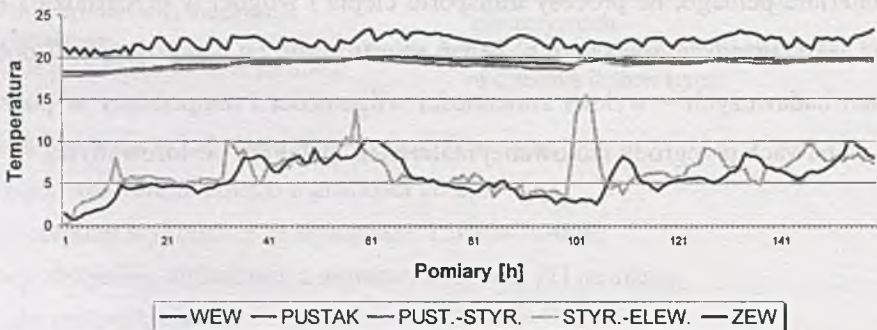
Badania prowadzone są od 15.03.2007 r. do chwili obecnej. Do analizy wzięto pod uwagę tydzień pomiarowy 01.12-07.12.2008 r. W pomieszczeniu panowały stałe warunki cieplno-wilgotnościowe, na zewnątrz temperatura była w granicach 0°C. Prowadzono ciągłe nawilżanie i ogrzewanie komory. Celem badania były pomiary parametrów temperatury i wilgotności w przegrodzie, w naturalnych warunkach. Analiza pomierzonych wartości wielkości pozwoli odpowiedzieć na pytanie, jaki wpływ ma zastosowana modyfikacja mechaniczna płyt styropianowych, w odniesieniu do materiału pełnego, na procesy transportu ciepła i wilgoci w przegrodzie? Poniżej, na rys. 3÷6, przedstawiono wyniki badań rejestrowane co 1 godzinę, w 7-dobowych cyklach badawczych – wykres zmienności wilgotności i temperatury w poszczególnych warstwach przegrody izolowanej materiałem pełnym i perforowanym.



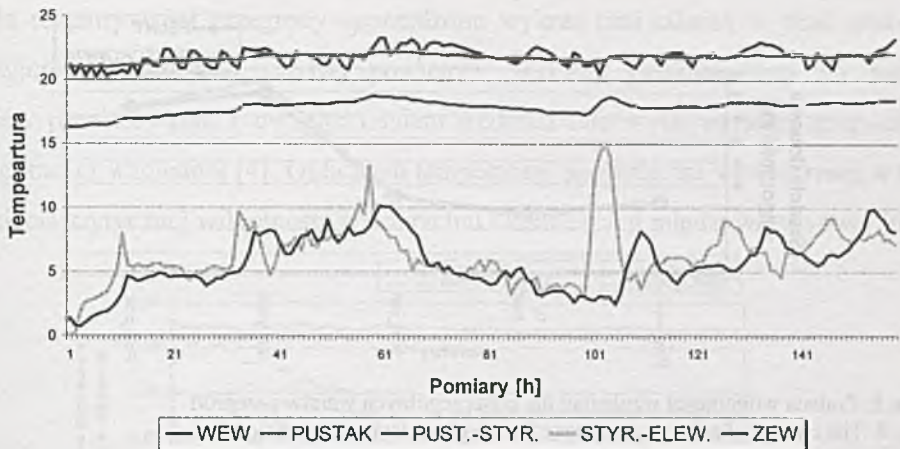
Rys. 3. Zmiana wilgotności w przegrodzie izolowanej materiałem pełnym
 Fig. 3. The change of dampness in the partition insulated with „full” material



Rys. 4. Zmiana wilgotności w przegrodzie izolowanej materiałem perforowanym
 Fig. 4. The change of dampness in the partition insulated with perforated material



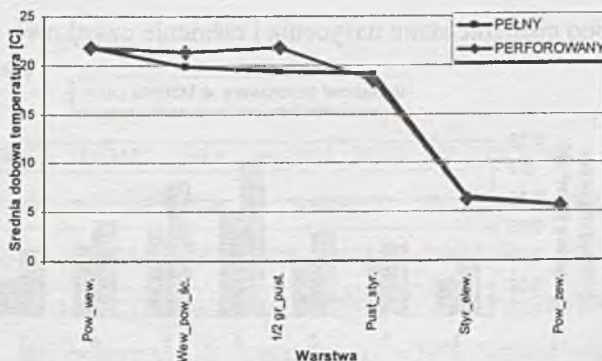
Rys. 5. Zmiana temperatury w przegrodzie izolowanej materiałem pełnym
 Fig. 5. The change of temperature in the partition insulated with „full” material



Rys. 6. Zmiana temperatury w przegrodzie izolowanej materiałem perforowanym

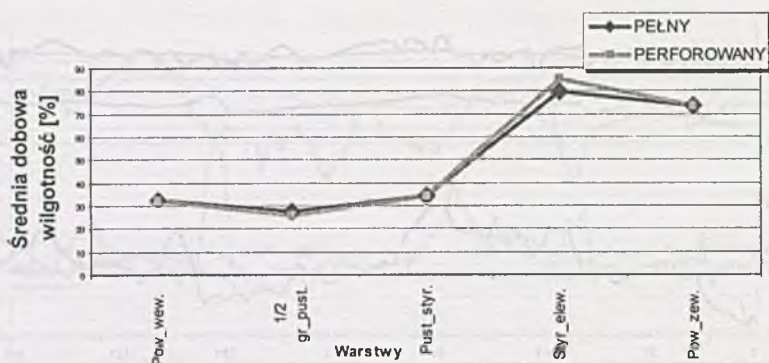
Fig. 6. The change of temperature in the partition insulated with perforated material

Na przedstawionych powyżej wykresach można zauważyć znaczne rozbieżności w rozkładzie temperatury w płaszczyźnie pustaka. Dla przegrody pełnej temperatura uzyskuje wartość około $1,5^{\circ}\text{C}$ mniejszą niż dla ściany izolowanej materiałem pełnym. Z kolei w tej przegrodzie następuje spadek temperatury w stosunku do przegrody pełnej w płaszczyźnie pustak-styropian. Z analizy wykresów wynika, że dla obu rozpatrywanych przegród następuje znaczne zawilgocenie warstwy elewacyjnej. Wilgotność względna tej warstwy jest około 15% większa niż wilgotność względna otoczenia. Zjawisko to przybiera na sile w przypadku przegrody izolowanej materiałem perforowanym, gdzie mamy do czynienia z przepływem wody przez perforacje do środka ściany.



Rys. 7. Rozkład temperatury dla poszczególnych warstw przegród

Fig. 7. The temperature for given layers

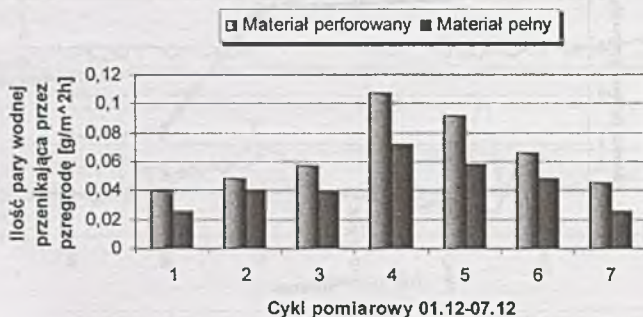


Rys. 8. Zmiana wilgotności względnej dla poszczególnych warstw przegród
Fig. 8. The change of relative dampness for the given layers of partitions

Na podstawie analizy wyników badań przedstawionych na powyższych wykresach można zauważyć, iż oba rozwiązania przegród wykazują dobre właściwości izolacyjne – dla analizowanych okresów, pomimo niskich temperatur powietrza zewnętrznego, następował przyrost temperatury w warstwie termoizolacyjnej o ok. $9 \div 15^{\circ}\text{C}$. Na uwagę zasługuje również fakt, iż w przypadku przegrody izolowanej materiałem pełnym na grubości pustaka następuje spadek temperatury, co z kolei może być spowodowane wzrostem wilgotności materiału w tym przekroju.

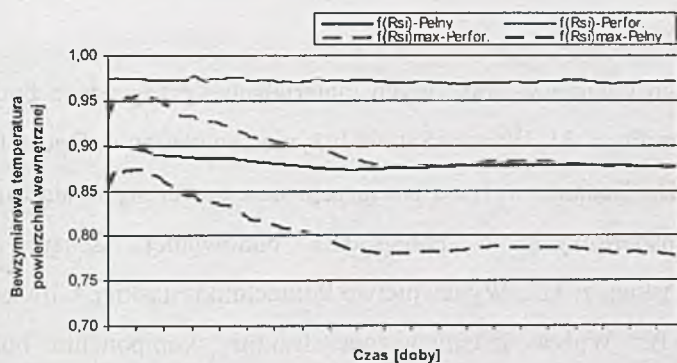
W zakresie wielkości określających potencjał wilgotnościowy przegrody wyznaczono strumień pary wodnej przenikający przez przegrody, rozkład ciśnień cząstkowych i stanu nasycenia.

Wartości gęstości strumienia pary wodnej uzyskano na podstawie wcześniej przedstawionych pomiarów temperatur i wilgotności względnych [3, 4], na bazie których wyznaczono ciśnienie stanu nasycenia i ciśnienie cząstkowe.



Rys. 9. Ilość pary wodnej przenikającej przez analizowane przegrody w okresie 01.12-07.12.2007
Fig. 9. The amount of condensation penetrating through the analysed partitions

Dla rozpatrywanej przegrody sporządzono wykres linii ciśnień w skali grubości dyfuzyjnie równoważnej warstwy powietrza. Wykresy przedstawiono dla danych okresów pomiarowych, z uwzględnieniem średnich dobowych wartości temperatury i wilgotności względnej [4]. Obliczono temperatury powierzchni wewnętrznej w celu uniknięcia krytycznej wilgotności powierzchni i kondensacji międzywarstwowej [6].



Rys. 10. Przebieg zmienności wskaźnika f_{Rsi} wyznaczonego jako średnie narastające w czasie dla przegród (okres 01.12-07.12.2007)

Fig. 10. The course of changeability of f_{Rsi} indicator as the average rising in time for these partitions

W praktyce wskaźnik f_{Rsi} oblicza się dla najmniejszej wartości temperatury w rozpatrywanym okresie, która stanowi z kolei wartość maksymalną tj. taką, która musi zostać przekroczona, aby uniknąć ryzyka wystąpienia kondensacji powierzchniowej. Jak można zauważyć, wartości f_{Rsi} dla każdej z przegród są wyższe od wartości wymaganej.

4. Podsumowanie

Analiza zjawiska dyfuzji pary wodnej przez analizowane układy ścianowe, charakteryzujące się nieciągłością w warstwie styropianu, potwierdza fakt, że szczeliny i otwory w warstwie styropianu znacznie zwiększają możliwość przepływu pary wodnej, zmieniając potencjał wilgotnościowy całej przegrody. Na podstawie wyników badań dla przegrody 2 stwierdzono ~30% wzrost wartości strumienia wilgoci stosunku do przegrody izolowanej materiałem pełnym. Z dalszych badań prowadzonych przez autorkę wynika, że miejsca intensywnego przepływu strumienia pary wodnej, na skutek różnicy ciśnień parcjalnych, mogą przyczyniać się do

osłabienia przyczepności wyprawy tynkowej do podłoża. W wyniku zjawisk termiczno-wilgotnościowych powstające naprężenia mogą powodować uszkodzenie warstwy elewacyjnej, co z kolei może doprowadzić do większej penetracji wilgoci w głąb poszczególnych warstw przegrody.

BIBLIOGRAFIA

1. Wyrwał J.: Ruch wilgoci w porowatych materiałach i przegrodach budowlanych. Studia i monografie, z. 31, Wyższa Szkoła Inżynierska w Opolu, Opole 1989.
2. Orlik-Koźdoń B.: Badanie wpływu paroprzepuszczalności styropianu na kinetykę procesów transportowych w przegrodzie budowlanej. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, z. 112, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
3. Orlik-Koźdoń B.: Wpływ zróżnicowania struktury komponentu budowlanego na jego wybrane parametry cieplno-wilgotnościowe. „XI Polska Konferencja Naukowo-Techniczna pt. „Fizyka budowli w teorii i praktyce”, Łódź 2007.
4. Orlik-Koźdoń B.: Analiza i ocean wpływu nieciągłości warstwy izolacyjnej na procesy transportowe w przegrodzie budowlanej. Budownictwo o zoptymalizowanym potencjale energetycznym, Częstochowa 2007.
5. PN-B 20130: „Wyroby do izolacji cieplnej w budownictwie. Płyty styropianowe PS-E”.
6. EN ISO 13788 „Cieplno-wilgotnościowe właściwości użytkowe komponentów budowlanych i elementów budynków – Określenie temperatury powierzchni wewnętrznej w celu uniknięcia krytycznej temperatury powierzchni i kondensacji międzywarstwowej”.
7. Materiały techniczne firmy Atlas, www.atlas.com.pl

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Dariusz Gawin