

**Andrzej Bobociński\***  
**Jerzy A. Pogorzelski\*\***

## **ŚCIANY NIE ODDYCHAJĄ!**

Termin „oddychanie ścian” nie jest terminem technicznym. Występuje on natomiast w licznych wypowiedziach specjalistów od budownictwa, których liczba u nas jest prawie tak duża, jak liczba lekarzy. Mówią oni, że jakaś ściana „oddycha” lub „nie oddycha”, przy czym termin ten jest zwykle traktowany przez nich jako termin pierwotny i nie wymagający definiowania. Autorzy przeprowadzili kilka rozmów wyjaśniających z osobami używającymi tego terminu. Okazało się, że przez „oddychanie ścian” rozumieją oni zjawisko dyfuzyjnego odpływu pary wodnej z pomieszczenia poprzez samą ścianę zewnętrzną. Zjawisko to uważa się za korzystne, gdyż ma chronić pomieszczenie przed nadmiernym zawilgoceniem eksploatacyjnym powietrza i jego konsekwencjami (kondensacją wewnętrzną, rozwojem pleśni i grzybów itp). Należy przy tym podkreślić, że kontekst wypowiedzi o „oddychaniu ścian” jest zawsze taki, że zjawisko to – lub jego brak – ma istotny wpływ na usuwanie nadmiaru pary wodnej z pomieszczenia. Autorzy przeprowadzili porównanie strumienia pary wodnej dyfundującej przez ściany ze strumieniem pary unoszonym z powietrzem wentylacyjnym.

### **1. Wprowadzenie**

Nieuniknioną konsekwencją ocieplenia ścian zewnętrznych budynku jest nie tylko znaczne zwiększenie oporu cieplnego przegród; może nastąpić także zwiększenie ich oporu dyfuzyjnego, niekiedy nawet kilkukrotne. W konsekwencji nierzadko można spotkać się z poglądem, że w wyniku ocieplenia ścian nastąpiło pogorszenie komfortu pomieszczeń, gdyż wyeliminowane lub znacznie ograniczone zostało „oddychanie” ścian zewnętrznych, które jest uważane za ich korzystną cechę.

Samo zjawisko dyfuzyjnego przepływu pary wodnej przez przegrody zewnętrzne – w przypadku występowania różnicy ciśnień cząstkowych pary wodnej po obydwu jej stronach – jest niepodważalnym faktem fizycznym. Faktem jest też, że wielkością tego przepływu można w pewnym zakresie „sterować” na etapie projektowania i/lub termomodernizacji. Zasadne jest natomiast pytanie, czy wielkość tego przepływu może mieć jakieś znaczenie praktyczne i czy może być porównywalna z usuwaniem pary wodnej poprzez wentylację. Ustalenie tego jest celem niniejszego artykułu.

---

\* mgr inż. – st. specjalista w ITB

\*\* prof. dr hab. inż.

Warto przy tym zwrócić uwagę, że zagadnienie to nie jest czysto teoretyczne, lecz ma również aspekt praktyczny, a nawet handlowy. Uznanie bowiem, że zapewnienie „oddychania” ścian jest istotnym elementem wysokiego standardu technicznego pomieszczeń będzie prowadzić w szczególności do preferowania tych materiałów termoizolacyjnych, które charakteryzują się możliwie małym oporem dyfuzyjnym – w praktyce płyt z wełny mineralnej zamiast styropianu.

## 2. Założenia do analizy

Analizę postanowiono przeprowadzić przez porównanie strumieni pary wodnej, wymienianych między pomieszczeniem i powietrzem zewnętrznym, przez dyfuzję przez ścianę zewnętrzną i przez wentylację, przy różnych wartościach temperatury powietrza zewnętrznego.

Do obliczeń przyjęto mieszkanie przeznaczone dla czterech osób, o powierzchni użytkowej  $65 \text{ m}^2$  i powierzchni ścian zewnętrznych pełnych (z pominięciem okien) wynoszącej  $30 \text{ m}^2$ . Z uwzględnieniem danych zawartych w pracy [1] przyjęto łączną emisję wilgoci eksploatacyjnej (pochodzącej od ludzi oraz wydzielanej przy użytkowaniu) wynoszącą  $300 \text{ g/h}$ .

Założono, że ściany są z cegły pełnej, o grubości  $25 \text{ cm}$ , i rozpatrzono 3 warianty:

- ściany nieocieplone,
- ściany ocieplone styropianem grubości  $12 \text{ cm}$ ,
- ściany ocieplone płytami z wełny mineralnej o grubości  $12 \text{ cm}$ .

Warstwy izolacji cieplnej są pokryte cienkowsarstwową wyprawą tynkarską mineralną, o małym oporze dyfuzyjnym.

Należy zaznaczyć, że wykonywanie analogicznych obliczeń w przypadku ścian zewnętrznych wykonanych z innych materiałów (pustaków, betonu komórkowego) nie znajduje uzasadnienia, gdyż ściany z tych materiałów charakteryzują się zbliżonym oporem dyfuzyjnym.

Do obliczeń wymiany pary wodnej przez wentylację przyjęto jej dwie krotności: przeciętną ( $n = 0,8 \text{ h}^{-1}$ ), na podstawie badań Zakładu Fizyki Ciepłej ITB, przeprowadzonych w sezonie 1999/2000 w kilkudziesięciu mieszkaniach w Warszawie [2] i słabą ( $n = 0,3 \text{ h}^{-1}$ ), jak w mieszkaniach ze szczelnymi oknami.

Obliczenia wykonano przy założeniu temperatury powietrza wewnętrznego  $20^\circ\text{C}$  i dwóch wartości temperatury powietrza zewnętrznego:  $0^\circ\text{C}$  i  $-20^\circ\text{C}$ ; przy tych wartościach temperatury zawartość pary wodnej w powietrzu zewnętrznym wynosiła odpowiednio  $3,0$  i  $0,6 \text{ g/kg}$ .

Wykonano również obliczenia, w których znacznie zróżnicowano wielkość emisji wilgoci w pomieszczeniu (od  $75$  do  $600 \text{ g/h}$ ) i krotność wymiany powietrza (od  $0,05$  do  $1,0 \text{ h}^{-1}$ ) w celu pokazania, jak zmiany te wpływają na przepływ wilgoci przez ściany zewnętrzne.

Obliczenia wiążące wilgotność powietrza wewnętrznego z emisją wilgoci w mieszkaniu, wilgotnością powietrza zewnętrznego oraz strumieniem powietrza wymienianym przez wentylację wykonano korzystając ze wzoru (1) zawartego w pracy [1]:

$$\dot{V} = \frac{w_s}{(x_w - x_n) \gamma_n} \quad (1)$$

w którym:

- $\dot{V}$  – strumień wymienianego powietrza wentylacyjnego,
- $w_s$  – strumień zysków eksploatacyjnych wilgoci,
- $x_w$  – zawartość wilgoci w powietrzu wywiewanym z pomieszczenia,
- $x_n$  – zawartość wilgoci w powietrzu nawiewanym do pomieszczenia,
- $\gamma_n$  – gęstość powietrza nawiewanego (zewnątrznego).

Znajomość wilgotności powietrza wewnętrznego przy określonym strumieniu powietrza wentylacyjnego pozwala na określenie różnicy ciśnień cząstkowych pary wodnej po obydwu stronach ściany zewnętrznej, a w konsekwencji na określenie gęstości strumienia pary wodnej ( $q_m$ ) przepływającej przez ściany zewnętrzne, zgodnie ze wzorem:

$$q_m = \frac{\Delta p}{Z} \quad (2)$$

w którym:

- $q_m$  – gęstość strumienia pary wodnej przepływającej przez ściany zewnętrzne,
- $\Delta p$  – różnica ciśnień cząstkowych pary wodnej po obydwu stronach ścian wewnętrznych,
- $Z$  – opór dyfuzyjny ściany zewnętrznej.

Opór dyfuzyjny ściany można określić ze wzoru:

$$Z = \sum \frac{d_i}{\delta_i} \quad (3)$$

w którym:

- $d_i$  – grubość  $i$ -tej warstwy ściany, m,
- $\delta_i$  – współczynnik przepuszczania pary wodnej  $i$ -tej warstwy ściany, g/m-h-hPa.

### 3. Udział „oddychania” ścian w usuwaniu pary wodnej z pomieszczeń

W tablicy 1 oraz na rysunkach 1–3 przedstawiono wyniki obliczeń obrazujące zależność między przepływem dyfuzyjnym pary wodnej przez ściany zewnętrzne a:

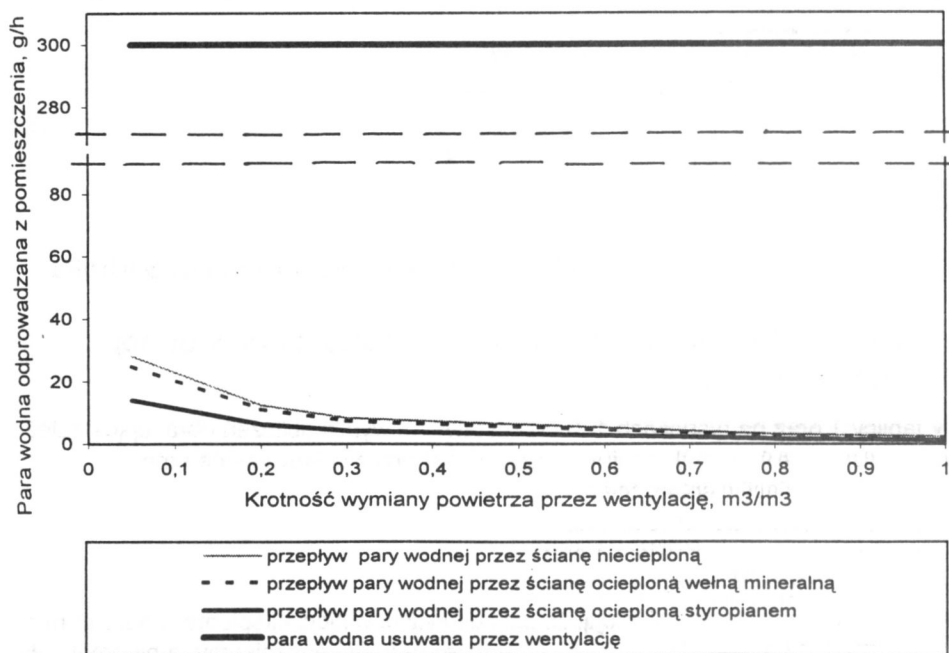
- rodzajem izolacji cieplnej ścian,
- emisją wilgoci w pomieszczeniu,
- krotnością wymiany powietrza oraz
- wilgotnością powietrza zewnętrznego.

Wyniki obliczeń (tabl. 1) wskazują, że przy usuwaniu wilgoci eksploatacyjnej z pomieszczeń udział strumienia dyfuzji przez ściany zewnętrzne jest znikomy, a niemal cała wilgoć eksploatacyjna (ponad 97%) jest usuwana przez wentylację nawet wtedy, gdy wentylacja jest mało wydajna. W przypadku przynajmniej przeciętnej sprawności wentylacji, przez ściany zewnętrzne dyfunduje najwyżej do 1% całkowitego strumienia pary wodnej usuwanej z pomieszczeń mieszkalnych.

Wpływ rodzaju izolacji cieplnej na wielkość przepływu pary wodnej przez ściany jest nieznaczny w wymiarze bezwzględnym. W szczególności zróżnicowanie strumienia pary wodnej dyfundującej przez ściany nieocieplone i ocieplone styropianem wynosi do 4 g/h w odniesieniu do przeciętnego mieszkania, jest zatem znikome w stosunku do strumienia pary wodnej usuwanej przez wentylację (około 300g/h). Jeszcze mniejszy jest wpływ temperatury powietrza zewnętrznego.

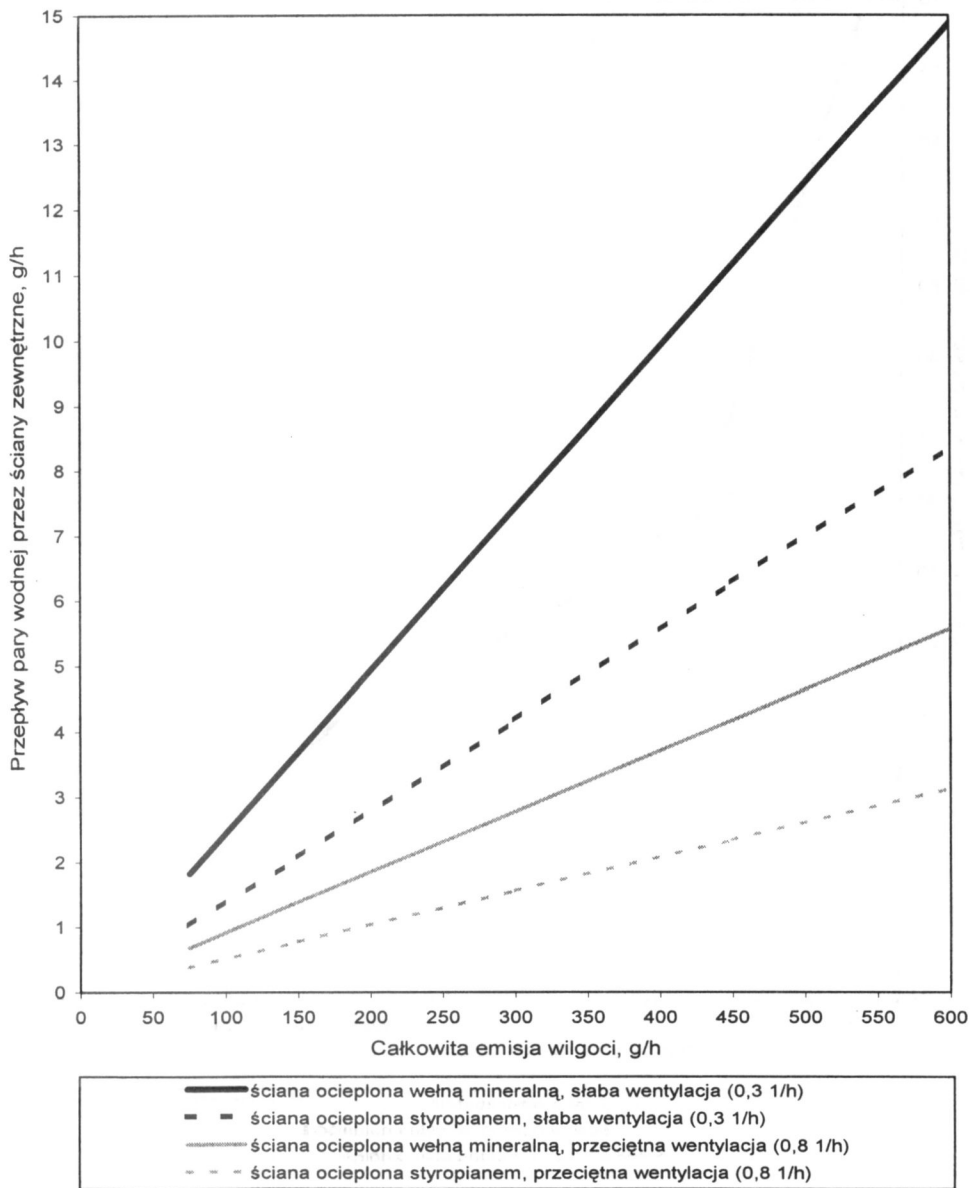
Tablica 1. Udział dyfuzji przez ściany zewnętrzne, %, w usuwaniu pary wodnej z mieszkania

Temperatura powietrza zewnętrznego	Rodzaj izolacji cieplnej	Wentylacja przeciętna ( $0,8 \text{ h}^{-1}$ )	Wentylacja słaba ( $0,3 \text{ h}^{-1}$ )
0°C	styropian	0,5	1,5
	wełna mineralna	1,0	2,6
-20°C	styropian	0,5	1,4
	wełna mineralna	0,9	2,4

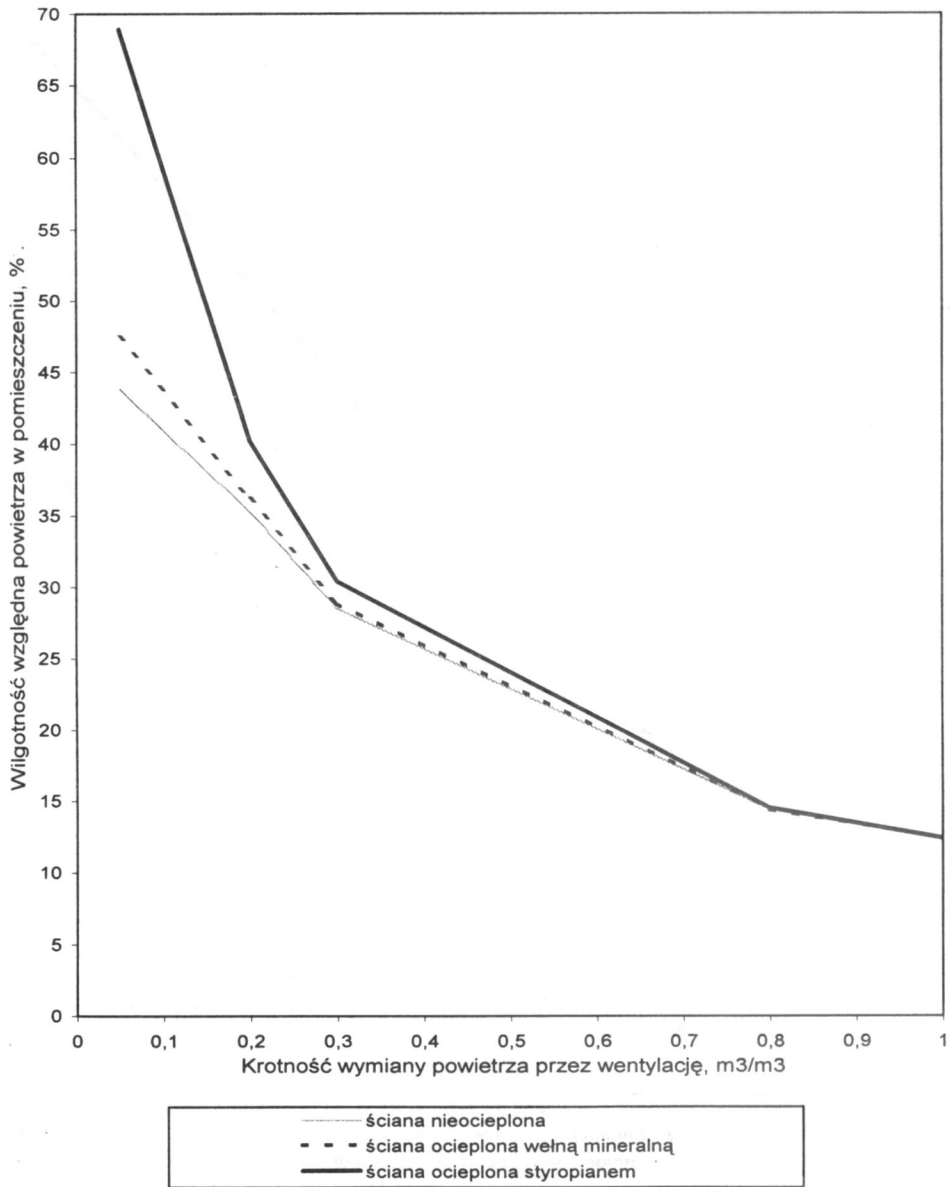


Rys. 1. Przepływ pary wodnej przez ściany zewnętrzne w zależności od rodzaju izolacji cieplnej i krotności wymiany powietrza przez wentylację

Fig. 1. Water vapour flow through external walls depending on type of thermal insulation and air change rate



Rys. 2. Przepływ pary wodnej przez ściany zewnętrzne  
 Fig. 2. Water vapour flow through external walls



Rys. 3. Zależność wilgotności względnej powietrza w mieszkaniu od rodzaju izolacji cieplnej ścian i krotności wymiany powietrza przez wentylację  
 Fig. 3. Dependence of air RH in a room on type of thermal insulation of walls and air change rate

Na rysunku 1 został pokazany przepływ dyfuzyjny pary wodnej przez ściany zewnętrzne w funkcji rodzaju izolacji cieplnej (lub jej braku) oraz krotności wymiany powietrza przez wentylację w przykładowym mieszkaniu, scharakteryzowanym w p. 2.

W celu lepszej interpretacji wyników na rysunku 1 zaznaczono również strumień pary wodnej usuwanej przez wentylację. Widoczne jest, że – w porównaniu do strumienia pary wodnej usuwanej przez wentylację – strumień pary wodnej dyfundującej przez ściany zewnętrzne jest mały – zwłaszcza w obszarze najczęściej występujących krotności wymian powietrza, to jest między  $0,3 \text{ h}^{-1}$  a  $1,0 \text{ h}^{-1}$  – niezależnie od rodzaju izolacji cieplnej.

Na rysunku 2 przedstawiono przepływ dyfuzyjny pary wodnej przez ściany zewnętrzne w zależności od rodzaju izolacji, krotności wymiany powietrza oraz całkowitej emisji wilgoci w mieszkaniu.

Z rysunku 2 wynika, że na wielkość przepływu pary wodnej przez ściany zewnętrzne wpływa głównie krotność wymiany powietrza przez wentylację, a w mniejszym stopniu wielkość emisji wilgoci w mieszkaniu oraz rodzaj zastosowanego ocieplenia.

Jednak nawet przy bardzo dużej emisji wilgoci i słabej wentylacji, wielkość strumienia pary wodnej dyfundującej przez ściany nie przekracza  $15 \text{ g/h}$ , a zatem jest znacznie mniejsza od emisji wilgoci nawet od tylko jednego człowieka przebywającego w mieszkaniu.

Analizując zagadnienie „oddychania” ścian można postawić pytanie, czy przepływ pary wodnej przez ściany zewnętrzne może wpłynąć na spadek wilgotności względnej powietrza w mieszkaniu. Wyniki odpowiednich obliczeń zostały przedstawione na rysunku 3. Wynika z nich, że wpływ ten może być zauważalny jedynie przy niemal całkowitym braku wentylacji. Przy krotności wymiany powietrza wynoszącej co najmniej  $0,3 \text{ h}^{-1}$  różnica w wilgotności względnej powietrza między ścianami „oddychającymi” (nieocieplonymi) a „nie oddychającymi” (ocieplonymi styropianem) nie przekracza 2%, a zatem jest bez znaczenia praktycznego. Przy stałej emisji wilgoci widać wyraźnie, że wilgotność względna w pomieszczeniu zależy nie od „oddychania” ścian, lecz od efektywności wentylacji.

## 4. Wnioski

Strumień pary wodnej przepływający przez ściany zewnętrzne z cegły pełnej stanowi od 0,5 do niespełna 3% całego strumienia pary wodnej usuwanej z mieszkania – zróżnicowanie to zależy od sprawności wentylacji (głównie) i emisji wilgoci w pomieszczeniu, a w mniejszym stopniu od rodzaju izolacji termicznej ścian oraz zawartości pary wodnej w powietrzu zewnętrznym.

Ściany zewnętrzne nie są zatem w stanie nawet częściowo zastąpić wentylacji w funkcji usuwania pary wodnej z pomieszczeń, gdyż zyski eksploatacyjne pary wodnej są wielokrotnie większe od tej jej ilości, która w warunkach rzeczywistych może przepłynąć dyfuzyjnie przez ściany zewnętrzne mieszkania, nawet gdyby zrezygnować z ocieplania ich styropianem w celu niezwiększania ich oporu dyfuzyjnego.

Nie znajduje zatem uzasadnienia podejmowanie specjalnych zabiegów prowadzących do zapewnienia ścianom zewnętrznym jak największej paroprzepuszczalności, zwłasz-

cza „zrzucanie winy” za nadmierną wilgotność w pomieszczeniach na ściany zewnętrzne, jako „nie oddychające”, na przykład na skutek ocieplenia ich styropianem. Wyniki obliczeń nie upoważniają zwłaszcza do formułowania specjalnych zaleceń odnośnie do projektowania lub termomodernizacji budynków mieszkalnych – ukierunkowanych na zapewnienie minimalnego oporu dyfuzyjnego warstw ściany zewnętrznej i/lub ocieplenia.

## Bibliografia

- [1] Malicki M.: Wentylacja przemysłowa. Arkady, Warszawa 1967, s. 624
- [2] Pogorzelski J. A., Kasperkiewicz K.: Ochrona cieplna budynków wielkopłytowych i oszczędność energii. Praca nauk.-bad. ITB NF-34/00, maszyn., biblioteka ITB
- [3] EN 12086:1997 Thermal insulating products for building applications – Determination of water vapour transmission properties

### WALLS DO NOT BREATHE!

#### Summary

The term „breathing of walls” is not a technical one. It occurs, however, in numerous announcements of building „specialists”. They say, that wall „breathes” or „does not breathe”, and that term is usually treated by them as primeval and needing no definition. The authors carried through several explanation talks with „users” of this term. It displayed, that by „breathing of walls” they understand the effect of diffusive transfer of water vapour out of a room by external wall, solely. The effect is considered as advantageous, because it has to protect rooms against excessive humidity of internal air and its consequences (condensation, growth of moulds and fungi, aso). It has to be stressed, that context of announcements on „breathing of walls” is always such, that this effect or its lack, has essential influence on „removal” of excess of water vapour out of a room. The consequence of additional insulation of existing walls is increasing not only the thermal resistance of walls, but also the water vapour transmission resistance. Therefore very often we can meet the opinion, that due to additional insulation of existing walls the thermal comfort of rooms has worsened by elimination of „breathing” through the walls. The authors carried out the comparison of water vapour flows due to diffusion nad due to ventilation. It has been shown, that water vapour flow due to diffusion is only 0,5–3% of the total water vapour flow removed from the rooms.

*Praca wpłynęła do Redakcji 19 II 2001*