



[www.lech-bud.org](http://www.lech-bud.org)

## **Specyfika cieplno-wilgotnościowa przegród ze szkieletem drewnianym**

**prof. dr inż. Jerzy A. Pogorzelski - Zakład Fizyki Ciepłej ITB.**

**Referat wygłoszony w kwietniu'2001 w Sobieszewie k/ Gdańska na szkoleniu na temat technologii budownictwa szkieletowego, zorganizowanym przez Cenrtum Budownictwa Szkieletowego.**

**1.**

**Wstęp**

Budownictwo szkieletowe deskowe, tzw. "kanadyjskie", nie ma w Polsce długiej tradycji. Tradycyjne budownictwo drewniane w Polsce to budynki ze ścianami wieńcowymi lub sumikowo-łatkowymi. Szkielet drewniany występował przed II Wojną lokalnie (znam takie budynki w Otwocku i okolicach oraz w Kampinosie i okolicach), przy czym charakteryzował się sporym rozstawem słupków (ok. 1 m) i kwadratowym ich przekrojem; jako izolację cieplną stosowano przeważnie igliwie lub trociny z wapnem. W/g moich informacji pierwsze budynki ze szkieletem deskowym typu amerykańsko-kanadyjskiego zbudowała w Polsce spółka "Ekonomia" w Skarżysku-Kamiennej w latach 20.; zostały one rozebrane pod budowę osiedla mieszkaniowego z wielkiej płyty. Większy rozwój tej technologii mamy dopiero od ok. 10 lat, przy czym zajęty przez nią segment rynku budowlanego nie jest duży i charakteryzuje się znacznym rozdrobnieniem inwestycji; w konsekwencji brak jest zamówień na badania i przygotowanie podbudowy teoretycznej tego rodzaju budownictwa.

Szczęśliwie, zlecane są ekspertyzy budynków ze szkieletem drewnianym lub stalowym i z dachami drewnianymi, także kontakt nauki z praktyką istnieje, choć może nieco za późno dla praktyki.

Dominujący udział budynków ze szkieletem deskowym jest w budownictwie mieszkaniowym Kanady, USA i Skandynawii. W tych krajach prowadzone są również badania właściwości cieplno-wilgotnościowych przegród ze szkieletem drewnianym, tak ze środków budżetowych, jak i ze zleceń konsorcjów firm deweloperskich. Tak się złożyło, że wyniki badań publikowane są m. in. w amerykańskim kwartalniku "Journal of Thermal Insulation and Building Envelopes", który ostatnio zmienił nazwę na "Journal of Thermal Insulation and Building Science", a w którym przypadł mi zaszczyt być członkiem Rady Wydawniczej (Editorial Board) i stąd otrzymuję go i czytuję dosyć regularnie.

Stąd, kiedy Pan Wojtek Nitka zamówił u mnie referat na seminarium poświęcone budownictwu drewnianemu, postanowiłem wykorzystać m. in. wiadomości zebrane podczas ekspertyz i dane literaturowe, głównie z kilku artykułów w "Journal of Thermal Insulation".

Z uwagi na specyfikę cieplno-wilgotnościową przegród ze szkieletem drewnianym postanowiłem wyróżnić następujące sprawy:

- racjonalnej grubości i rozwiązań technicznych izolacji cieplnej q mostków cieplnych i rzeczywistej izolacyjności cieplnej przegród q izolacji przeciwiatrowych
- izolacji paroszczelnych.

## **2. Racjonalna grubość i rozwiązania techniczne izolacji**

Projektanci często przyjmują grubość izolacji zgodnie z nawykiem wyniesionym z biura projektów z lat 60. i 70.: ani milimetra ponad to, co wynika z aktualnej normy lub rozporządzenia! Taka praktyka przyjęła się kiedyś w warunkach braku materiałów izolacji cieplnej. Obecnie natomiast relacje cen materiałów izolacji cieplnej i energii są takie, że opłaca się stosować maksymalne grubości izolacji, jakie da się włożyć w przegrodę bez zmiany jej konstrukcji. Trzeba się bowiem liczyć ze wzrostem cen nośników energii, a ceny materiałów izolacji cieplnej są w Polsce od paru lat stabilne i jedne z najniższych w Europie.

Szczególnie dotyczy to przypadków, gdy można ułożyć izolację w pojedynczej operacji, z płyt lub mat o dużej grubości, co obniża pracochłonność. Stąd widziałem kiedyś w Szwecji płyty z wełny mineralnej o grubości 27 cm, zamówione przez producenta budynków ze szkieletem drewnianym dwuteowym ze środkiem sklejkowym.

W warunkach polskich, w budynkach ze szkieletem drewnianym racjonalne są izolacje cieplne:

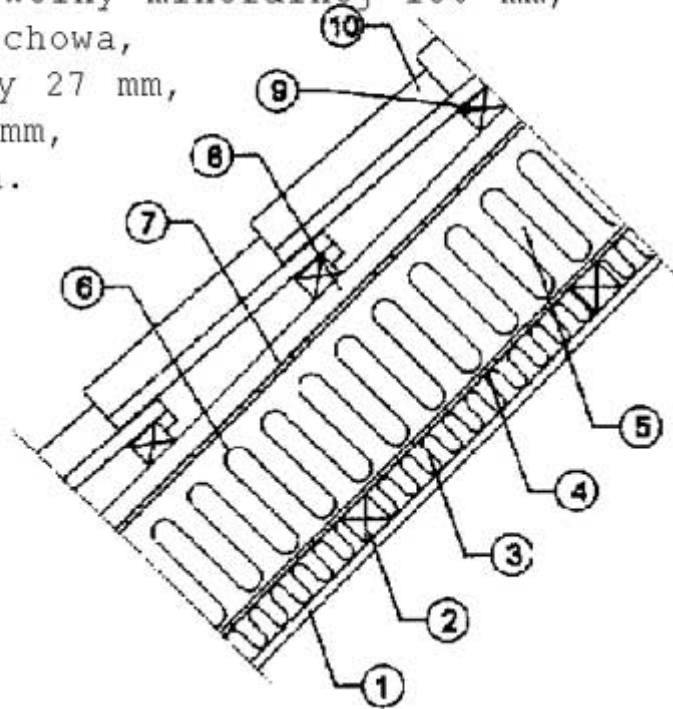
- na całą wysokość konstrukcyjną szkieletu
- dodatkowo między łątami pod płyty gipsowo-kartonowe (rys. 1).

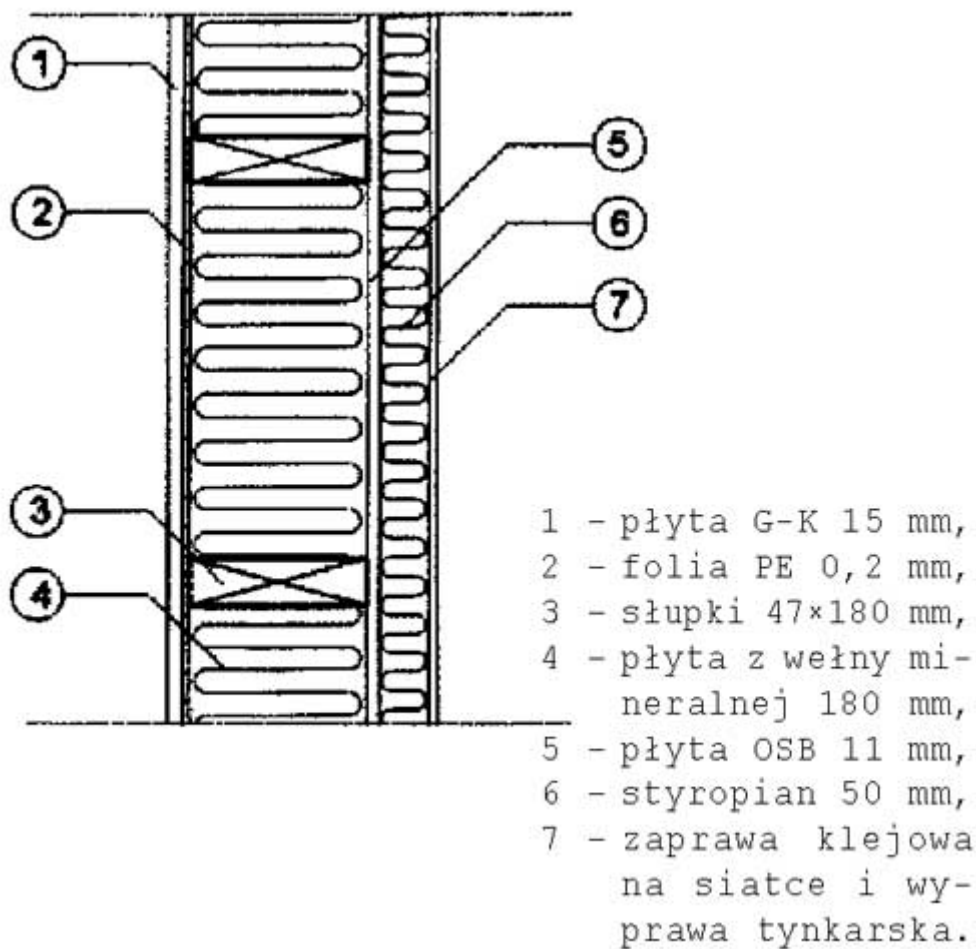
Stany Zjednoczone opanowała w swoim czasie moda na wykonywanie na ścianach szkieletowych od zewnątrz dodatkowej izolacji cieplnej w postaci układu bezspoinowego (rys. 2).

W ostatnich latach stwierdzono liczne problemy z zawilgoceniem wodą deszczową i trwałością zewnętrznych bezspoinowych układów izolacji [1][2]. Problemy powstają zwykle na styku układu bezspoinowego (tynku) i okien lub przy obróbkach blacharskich, gdzie występuje penetracja wody do środka, bez możliwości wysychania [3]. Szczególnie problemy te występują w przypadku budynków z dachami bez okapów; im okap większy, tym lepiej. Stąd, zamiast układów bezspoinowych tworzących szczelną barierę (jak się okazało dobrą, ale tylko "w polu" układu bezspoinowego) zaczęto poszukiwać układów z drenażem wody deszczowej [4][5].

Wg obecnych poglądów układy z drenażem wody deszczowej stanowią dobrą ochronę przed działaniem wilgoci, ponieważ pozwalają na odprowadzenie wody, która wniknęła przez kłopotliwe detale.

- 1 - płyta G-K 12,5 mm,
- 2 - łąty dystansowe 47 mm,
- 3 - płyta z wełny mineralnej 50 mm,
- 4 - folia PE 0,2 mm,
- 5 - krokwie 47×180 mm,
- 6 - płyta z wełny mineralnej 180 mm,
- 7 - folia dachowa,
- 8 - kontrłąty 27 mm,
- 9 - łąty 36 mm,
- 10 - dachówka.





### 3. Rzeczywista izolacyjność cieplna przegród

W powszechnej praktyce izolacyjność cieplną przegród charakteryzuje się błędnie, podając wartość współczynnika przenikania ciepła w środku przegrody, zdala od mostków cieplnych, tj. w przypadku budownictwa szkieletowego w przekroju poza elementami szkieletu. Nie jest to prawdą, ale ładnie to wygląda w ogłoszeniach developera! Elementy szkieletu drewnianego lokalnie nie stanowią groźnych mostków cieplnych, jednak szkielet drewniany pogarsza średnią izolacyjność cieplną przegrody. W rzeczywistości szkielet drewniany stanowi ok. 15% powierzchni przegród i wynikową przewodność cieplną warstwy izolacji cieplnej o  $\lambda = 0,04 \text{ W/(m.K)}$  i szkieletu o  $\lambda = 0,16 \text{ W/(m.K)}$  należy przyjmować równą:

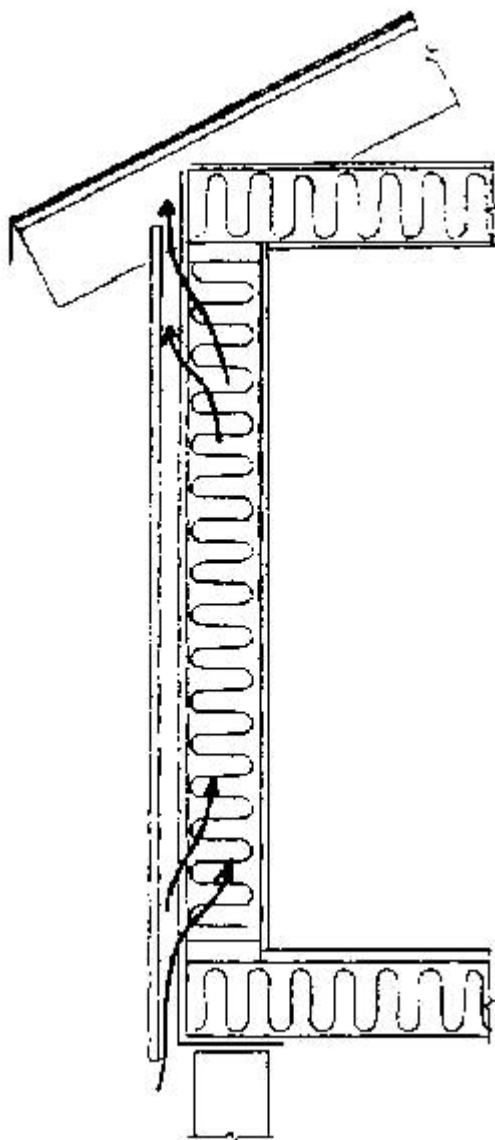
$$\lambda = 0,85 \times 0,04 + 0,15 \times 0,16 = 0,058 \text{ W/(m.K)}$$

a więc blisko półtora razy wyższą niż przy pominięciu szkieletu. Izolacyjność cieplną przegród ze szkieletem drewnianym pogarszają również niewypełnione izolacją cieplną "kieszenie powietrzne", powstające zwłaszcza przy słupkach wskutek niestaranego wsuwania izolacji z miękkich mat w pola szkieletu.

### 4. Izolacje przeciwiatrowe

Rozpatrzmy przypadek szkieletowej ściany z izolacją cieplną z materiału powietrzoprzepuszczalnego, to jest np. z płyt lub mat z wełny mineralnej (skalnej lub szklanej). Od

strony wewnętrznej występuje izolacja paroszczelna pod okładziną wewnętrzną, od strony zewnętrznej może, ale nie musi, być zastosowana izolacja przeciwwiatrowa. Izolacja przeciwwiatrowa może charakteryzować się różną przepuszczalnością powietrza, wyrażaną w  $\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$ .



Przy braku, lub przy niewystarczającej izolacji przeciwwiatrowej w warstwie powietrze-przepuszczalnej izolacji cieplnej może wystąpić wymuszona konwekcja. Również, ponieważ wewnątrz budynku występuje zwykle podciśnienie względem powietrza atmosferycznego wskutek działania wentylacji, to w pewnych warunkach może następować filtracja powietrza zewnętrznego do pomieszczeń (zwłaszcza przy jednoczesnych wadach wykonania izolacji paroszczelnej).

Autor stykał się w praktyce z takimi przypadkami w budynkach ze szkieletem drewnianym i metalowym. Strumienie zimnego powietrza przedostawały się do pomieszczeń przez boazerie drewniane lub wycięcia w płytach G-K na puszki elektryczne, a także filtracja (sygnalizowana smużkami pleśni) miała miejsce przez styki płyt gipsowo-kartonowych. Niestety, przy ekspertyzach efekty te stwierdza się tylko jakościowo.

Interesujące badania ilościowe przeprowadzono w norweskim Instytucie Badawczym Budownictwa [6]. W modelowym budynku o konstrukcji drewnianej szkieletowej była izolacja cieplna z płyt z wełny mineralnej 150 mm (wbudowana na dwa sposoby), od wewnątrz folia PE i płyty G-K, od zewnątrz cztery rodzaje izolacji przeciwwiatrowej, o różnej przepuszczalności powietrza, od  $4,9 \times 10^{-5} \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$  w typie 1 do  $0,22 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$  w typie 4. Wyniki badań przedstawiono na rys. 4.

Na podstawie tych badań norweski Instytut Badawczy Budownictwa zalecił górny limit przepuszczalności powietrza dla izolacji przeciwwiatrowej równy  $1,4 \times 10^{-5} \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa})$  to jest  $0,05 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa})$ .

## 5. Izolacje paroszczelne

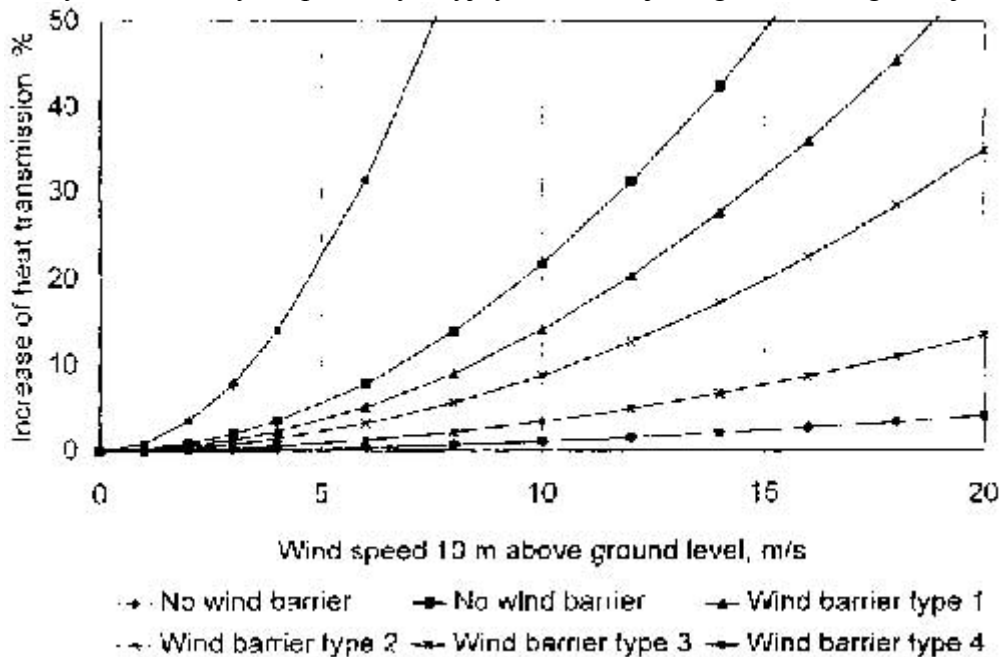
Problem stosowania izolacji paroszczelnej po ciepłej stronie przegród pod okładziną wewnętrzną jest często podnoszony w literaturze w różny sposób, w zależności od klimatu kraju Autora publikacji. Trzeba pamiętać, że szkielet drewniany stosowany jest w bardzo szerokiej gamie klimatów choćby nawet w USA - od Teksasu po Alaskę, a publikacje na temat izolacji paroszczelnej pojawiają się nawet w Nowej Zelandii.

Właśnie w publikacji nowozelandzkiej, cytowanej w [7], podważa się celowość stosowania izolacji paroszczelnej w klimacie Nowej Zelandii, ponieważ utrudnia ona wysychanie wilgoci początkowej i zwiększa ryzyko rozwoju pleśni na powierzchni wewnętrznej. Zwraca się uwagę, że klimat Nowej Zelandii jest nieco łagodniejszy od polskiego. Również w Polsce jednak spotyka się głosy o celowości umożliwienia "oddychania" przegrody i zastępowania izolacji paroszczelnej pod okładziną wewnętrzną tylko powłoką malarską.

Autor podczas ekspertyz spotkał się z przypadkami, gdy brak, a raczej niewłaściwy projekt izolacji paroszczelnej, powodował znaczne skutki w postaci zalania wodą budynku lub przyczynienia się do awarii konstrukcji.

W badaniach i analizach w [7] sformułowano propozycje wymaganego oporu dyfuzyjnego izolacji paroszczelnej, zróżnicowane w zależności od oporu dyfuzyjnego izolacji przeciwwiatrowej. Powszechnie stosowaną folię PE o grubości 0,15 mm uważa się za rozwiązanie z pewnym zapasem bezpieczeństwa, o ile nie występują w niej nieszczelności.

Na zakończenie warto wspomnieć pomysł Künzela [8] stosowania "inteligentnych" izolacji paroszczelnych o zmiennym oporze dyfuzyjnym w funkcji wilgotności względnej



powietrza.

## 6.

## Podsumowanie

Jak wykazuje polska praktyka, nie ma nic prostszego niż zaprojektowanie i zbudowanie domu ze szkieletem drewnianym lub stalowym. Diabeł jednak siedzi w szczegółach, a tych nie podaje się w projektach, a projektant nad nimi się nie zastanawia. Trzeba też stwierdzić, że brak jest chyba "oficjalnego" poradnika w tym względzie, ponieważ publikacje amerykańskie są dość mało dostępne.

## Literatura:

1. Report from CMHC: Survey of Building Envelope Failures in the Coastal Climate of British Columbia. J. Thermal Insul. and Bldg. Sci. Vol. 22, April 1999.
2. Madeleine Rousseau: An Overview of the Survey of Building Envelope Failures in the Coastal Climate of British Columbia. Performed by Morrison-Hershfield Limited for CMHC (1996). J. Thermal Insul. and Bldg. Sci. Vol. 22, April 1999.
3. Report from CMHC: Drying of Stucco-Clad Walls (Vancouver). J. Thermal Insul. and Bldg. Sci. Vol. 23, January 2000.
4. John Edgar: Performance of Source Drainage External Insulation Finish System at the Window/Wall Junction. J. Thermal Insul. and Bldg. envs. Vol. 22, April 1999.

5. Mark Bomberg, Kumar Kumaran and Kevin Day: Moisture Management of EIFS Walls - Part 1. J. Thermal Insul. and Bldg. Sci. Vol. 23, July 1999, Part 2. J. Thermal Insul. and Bldg. Sci. Vol. 23, October 1999.
6. Uvslokk S., The Importance of Wind Barriers for Insulated Timber Frame Constructions. J. Thermal Insul. and Bldg.envs. Vol. 20, July 1996.
7. Thue J. V., Skogstad H. B., Homb A., Wood Frame Walls in Cold Climate - Vapour Barrier Requirements. J. Thermal Insul. and Bldg.envs. Vol. 20, July 1996.
8. Hartwig M. Künzel: Flexible Vapour Control Solves Moisture Problems of Buildings Assemblies - Smart Retarder to Replace the Conventional PE-Film. J. Thermal Insul. and Bldg. Sci. Vol. 23, July 1999.



materiały pochodzą ze strony  
[www.szkielet.com.pl](http://www.szkielet.com.pl)