



# Obciążenia powtarzalne na dachach płaskich

## WYMAGANIA STAWIANE WARSTWIE IZOLACJI

### ZAWARTOŚĆ

- Streszczenie
- Wprowadzenie
- Zawodność obecnej metody badawczej przy określaniu obciążenia powtarzalnego
- Doświadczenia z aplikacji na dachach płaskich
- Metoda oceny wpływu oddziaływania obciążeń powtarzalnych
- Badanie ściskania z obciążeniem cyklicznym dla znakowania CE
- Dalsze kroki

### STRESZCZENIE

Dach płaski jest często wystawiany na dynamiczne obciążenia mechaniczne np. w postaci ruchu pieszych lub małych pojazdów poruszających się po dachu podczas jego budowy, konserwacji lub czynności związanych z bieżącym utrzymaniem. Coraz częstsze montowanie systemów solarnych na dachach płaskich prowadzi do zwiększonego ruchu pieszych, podczas gdy obciążenie wiatrem działające na zainstalowane elementy solarne może tworzyć dodatkowe obciążenia mechaniczne.

W konsekwencji, coraz więcej uwagi poświęca się przypadkom większych odkształceń występujących na dachach płaskich z powodu

uszkodzonej izolacji. Jest to spowodowane głównie kosztami napraw uszkodzonych warstw izolacji cieplnej i hydroizolacji oraz związanymi z tym kwestiami odpowiedzialności.

Obciążenia powtarzalne mogą być przyczyną zmniejszenia wytrzymałości na ściskanie oraz większej deformacji warstwy izolacyjnej. Deklarowanie wytrzymałości na ściskanie samego produktu izolacyjnego w niektórych przypadkach może więc być niewystarczające. Jest coraz więcej dowodów potwierdzających, że potrzebna jest nowa Europejska metoda badawcza dla cyklicznych obciążeń ściskających produktów izolacyjnych.

Niniejsza broszura przedstawia taką właśnie metodę oraz określa uproszczone badanie obciążeń powtarzalnych w celu znakowania CE. Zarówno wyniki doświadczeń jak i badawcze wskazują, że deklarowana wytrzymałość na ściskanie/naprężenie ściskające przy 2% odkształceniu w celu znakowania CE produktów izolacyjnych powinny pozwolić na bezpieczne projektowanie dachów płaskich narażonych na obciążenia powtarzalne.

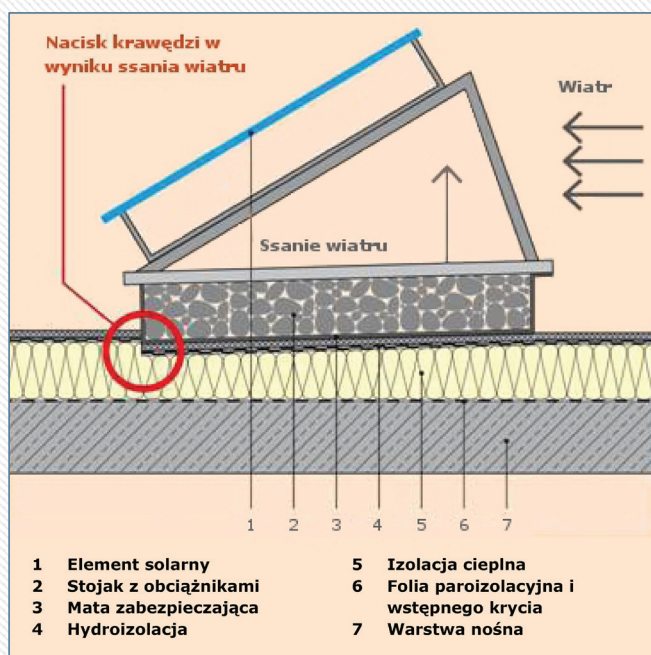
### WPROWADZENIE

Znakowanie CE jest związane z takimi właściwościami, jak wytrzymałość na ściskanie/naprężenie ściskające przy 10% odkształceniu, obciążenia punktowe czy ściskanie długoterminowe skutkujące deformacjami związanymi z pełzaniem. Właściwości te są określane przy działaniu obciążenia statycznego. Jednak w pewnych określonych zastosowaniach, obciążenia dynamiczne mogą być istotniejsze dla integralności izolacji cieplnej.



Ilustracja 1: Przykład uszkodzonego dachu

Płaski (lub mało nachylony) dach często jest wystawiony na działanie dynamicznych obciążeń mechanicznych, np. przez ruch pieszych lub małych pojazdów. Obciążenia te powstają podczas wznoszenia budynku lub są wynikiem regularnych przeglądów i konserwacji instalacji znajdujących się na dachu. Po kilkukrotnym obciążeniu, niektóre materiały mają tendencję do utraty swojej wytrzymałości na ściskanie, skutkujące np. głębszym odciskaniem się śladów stóp na warstwie hydroizolacji. Może to z kolei prowadzić do pęknięć hydroizolacji lub penetracji poprzez mechaniczny łącznik mocujący, o ile



Ilustracja 2: Nacisk krawędzi spowodowany ssaniem wiatru (źródło: IVPU)

nacisk ten będzie w jego pobliżu. W skutek tego, materiał izolacyjny oraz hydroizolacja mogą zostać poważnie uszkodzone, co może prowadzić do przecieku dachu.

Również coraz częstszy montaż elementów solarnych na płaskich dachach prowadzi do zwiększonej intensywności ruchu pieszych na tych dachach zarówno podczas instalacji, jak i w celach obsługi i konserwacji systemu (**Ilustracja 1**). Co ważniejsze, rzut obciążenia wiatrem działającego wraz z ciężarem na podpory powoduje, że konstrukcja nośna, uszczelnienie i izolacja cieplna ulegają dużym obciążeniom. Parcie na pochyłe panele od strony nawietrznej jest zmniejszone, ale po stronie zawietrznej jest większe. Jeśli w wyniku sił ssących wiatru panel solarny przechyli się, cały ciężar przeniesie się na krawędź stojaka. W przypadku miękkiej izolacji cieplnej, nacisk krawędzi stojaka może spowodować uszkodzenie hydroizolacji dachu (**Ilustracja 2**).



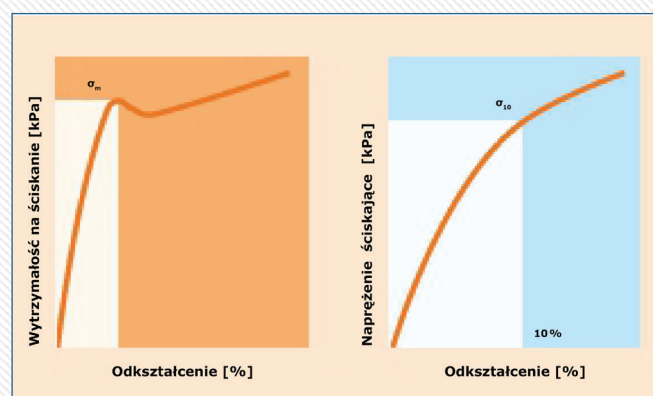
Ilustracja 3: Panele solarne na dachu płaskim (źródło: IVPU)

Niniejsza broszura podsumuje wnioski płynące z następujących dokumentów/projektów:

- Badanie przeprowadzone przez Aachener Institute für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik (AIBau) Investigation of the Aachener Institute für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik (AIBau) [1]
- Nowa metoda oceny wpływu obciążeń powtarzalnych [2]
- Badanie ściskania z obciążeniem cyklicznym [3]

## ZAWODNOŚĆ OBECNEJ METODY BADAWCZEJ PRZY OKREŚLANIU OBCIĄŻENIA POWTARZALNEGO

Dziś, do określania zachowania w warunkach ściskania materiałów izolacyjnych stosowanych w budownictwie, stosowana jest statyczna metoda badawcza. Wytrzymałości na ściskanie/naprężenie ściskające mierzone są przy 10% odkształceniu.



Ilustracja 4: Wytrzymałość na ściskanie i naprężenie ściskające przy 10% odkształceniu [4]

Jednakże, doświadczenie z niektórych zastosowań pokazuje, iż deklaracje wykorzystujące parametry na podstawie statycznej metody badawczej przy ograniczeniu poziomu odkształcenia do 10% mogą nie dawać wystarczającej informacji o zachowaniu się produktów stosowanych do izolacji cieplnej, poddanych scenariuszom cyklicznego obciążenia, które mogą występować na dachach płaskich. Jest to szczególnie ważne, gdy mamy do czynienia z powtarzalnym ruchem pieszych czy małych pojazdów, związanym z budową, obsługą czy montażem stojaków do paneli słonecznych na płaskim dachu.

## DOŚWIADCZENIA Z REALIZACJI DACHÓW PŁASKICH [1]

Aachener Institut für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik (AIBau) [1] informuje, że większe odkształcenia zaobserwowano na dachach płaskich w wyniku uszkodzenia materiałów izolacyjnych (**Ilustracja 5**). Z początku logicznym

wydawało się powiązanie utraty wytrzymałości na ściskanie (i co za tym idzie zwiększenie odkształcenia) pewnych nieorganicznych produktów izolacyjnych z penetracją wilgoci.



Ilustracja 5: Pomiar odkształcenia [1]

Jednakże, wyniki ankiety przeprowadzonej wśród ekspertów przez instytut wskazują, że obciążenie powtarzalne może być bardziej problematyczne nawet, jeśli materiał izolacyjny nie jest zawilgocony. Miejsca na dachu, po których często chodzono wykazują obniżoną wytrzymałość na ściskanie.

AIBau zbadał [1], w jakich warunkach (np. zawartość wilgoci, czas penetracji wilgoci, skład niektórych nieorganicznych produktów izolacyjnych, poziom obciążenia) materiał izolacyjny ulega uszkodzeniu, w jakich warunkach możliwe jest jego osuszenie oraz kiedy materiał izolacyjny wymaga wymiany z powodu zniszczenia.

W wyniku tego badania sformułowano następujące wnioski:

- Słabość materiałów izolacyjnych może wynikać ze zbyt dużego i/lub powtarzalnego obciążenia.
- Dopuszczalne odkształcenie zastosowanych materiałów izolacyjnych nie powinno pochodzić ze standardowego badania wytrzymałości na ściskanie przy 10% odkształceniu.

## METODA OCENY WPŁYWU ODDZIAŁYWANIA OBCIĄŻEŃ POWTARZALNYCH [2]

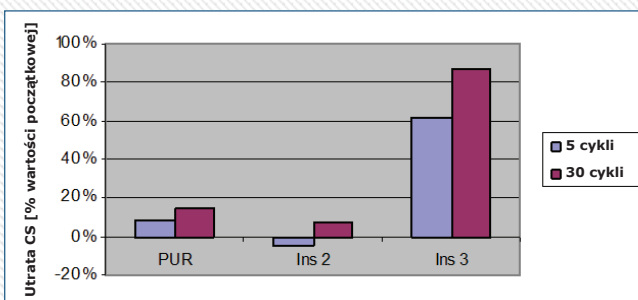
Aby móc przewidzieć potencjalne uszkodzenie spowodowane obciążeniami powtarzalnymi, opracowano nową metodę symulującą ruch pieszych na dachu. Zbudowano odpowiednią maszynę, zwaną maratończykiem, która symuluje powtarzalne przechodzenie po dachu (stąpienie butami) człowieka o masie 75 kg, niosącego rolkę hydroizolacji o masie 25 kg. Ilość powtarzalnych cykli obciążenia może być regulowana, symulując intensywność obciążenia powtarzalnego dachu (**Ilustracja 6**).



Ilustracja 6: sprzęt badawczy „maratończyk”

Do przeprowadzenia testów wykorzystano standardową płytę izolacyjną z PU o gęstości 35 kg/m<sup>3</sup> w obustronnej okładzinie z folii aluminiowej 50 μ dla dachów płaskich (PUR). Materiał został porównany z innym, powszechnie stosowanym organicznym produktem izolacyjnym (Ins 2) oraz produktem nieorganicznym (Ins 3).

Zaobserwowano znaczące zmiany w wytrzymałości na ścisnienie (CS) (**Ilustracja 7**). Dla PU, zmniejszenie CS było ograniczone do mniej niż 20%. Dla 2-giego rodzaju izolacji, redukcja parametru CS wyniosła 8%. Typ 3 charakteryzował znacznie większy spadek. Parametr CS był na poziomie ok. 50% po 5 cyklach, a po 30 cyklach wartość CS była mniejsza niż 15%.



Ilustracja 7: utrata wytrzymałości na ścisnienie po badaniu

Praca ta wywołała już dyskusję w Holandii na temat możliwości dostosowania przepisów budowlanych poprzez wprowadzenie badania, które naprawdę pokazałoby zachowanie materiału dla dachu o dostępie pieszych. Metoda „maratończyka” jest jedną z możliwości.

W Holandii, BDA zaproponował poniższy system klasyfikacji.

Klasa	Ilość cykli	Spełnia kryterium <sup>1)</sup>	Typ chodzenia po dachu
0	5	nie	brak
1	5	tak	ograniczone
2	10	tak	duże
3	30	tak	intensywne

<sup>1)</sup> Kryterium: wytrzymałość na ścisnienie po badaniu nie gorsza niż 15% poniżej wartości początkowej

Tabela 1: System klasyfikacji zaproponowany przez BDA

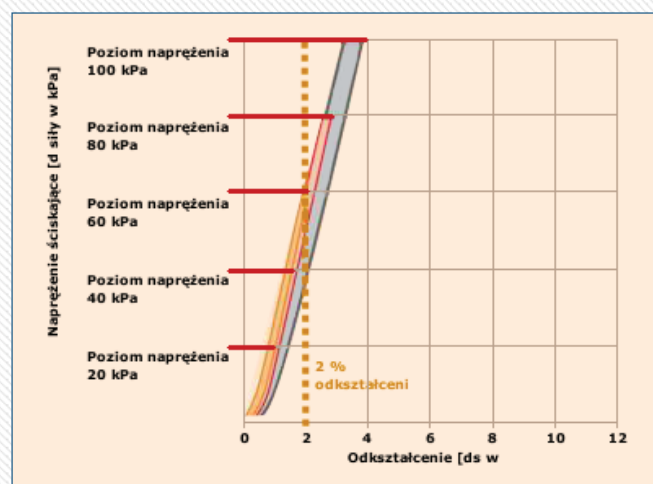
## BADANIE ŚCISKANIA Z OBCIĄŻENIEM CYKLICZNYM DLA ZNAKOWANIA CE [3]

Sprzęt badawczy opisany w rozdziale „Metoda wpływu oddziaływania obciążeń powtarzalnych” reprezentuje rzeczywisty scenariusz dla izolacji zastosowanej na płaskich dachach, ale jest dość skomplikowany dla oceny produktów, które mają być oznakowane znakiem CE. Dlatego FIW (Monachium) został poproszony o opracowanie scenariusza badawczego dla zwykłej maszyny do zadawania obciążeń ściskających oraz przeprowadzenie testów na różnych materiałach izolacyjnych.

Wybrano scenariusz obciążeń z 5 cyklami i zwiększonymi poziomami obciążenia:

- Czas obciążenia 1 s
- Czas zwolnienia 60 s
- Prędkość przy badaniu 180 mm/min
- Obciążenie przy zwolnieniu 2 kPa
- Wielkość próbki 100 mm x 100 mm

Wyniki badań wyraźnie pokazują rosnące zniekształcenia nieliniowe pod wpływem cykli obciążenia ściskającego ze zwiększonymi poziomami obciążenia.



Rysunek 8: Odkształcenie sztywnej pianki PU na skutek cyklicznego naprężenia ściskającego [4]

Zachowanie liniowego odkształcenia zaobserwowano do poziomu obciążenia przy 2% odkształceniu.

W wyniku badań, FIW sformułowała następujące wnioski [3]:

„Istnieje różnica pomiędzy zmierzonymi wartościami naprężenia ściskającego przy 10% odkształceniu, a rzeczywistym poddaniem dachu płaskiego obciążeniu dynamicznemu. Uzyskano zestaw wyników badań po poddaniu dachu obciążeniami dynamicznymi według opisanych parametrów. Wartości naprężenia ściskającego przy 2% odkształceniu wydają się całkiem dobrze pasować do uzyskanych poziomów obciążenia po czasie zwolnienia oraz poziomu obciążenia przy  $\leq 2.0\%$  odkształceniu”.

## DALSZE KROKI

Powtarzalne obciążenia ściskające występujące na dachach płaskich, w wyniku ruchu pieszych lub sił ssania wiatru na panele solarne, mogą wpływać na integralność i długoterminowe właściwości mechaniczne warstw izolacji cieplnej. Deklarowane parametry wytrzymałości na ściskanie/naprężenie ściskające przy 10% odkształceniu dla celów znakowania CE produktów do izolacji cieplnej mogą nie dawać wystarczającej informacji dla bezpiecznego zaprojektowania konstrukcji dachu płaskiego.

Wyniki badań oraz analiz wskazują na potrzebę deklarowania zachowania przy cyklicznym ścisaniu i 2% odkształceniu dla produktów izolacyjnych w celu znakowania CE. Wyniki badań opisane w niniejszej broszurze powinny przyczynić się do rozwoju nowej, przystępnej europejskiej procedury badawczej, odzwierciedlającej zachowanie w warunkach końcowego zastosowania.

## Materiały źródłowe

- [1] Oswald, R.; Spilker, R.; Abel, R.; Wilmes, K.: *Zustandsänderungen von Mineralwolle dämmstoffen in Warmdachaufbauten bei Flachdächern infolge Feuchteintritt* (Zmiany w izolacji z wełny mineralnej w systemach ciepłych dachów płaskich ze względu na infiltrację wody), AIBau Aachener Institut für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik, Raport badawczy nr F2824, IRB-Verlag, Stuttgart 2012
- [2] *Wpływ wilgoci na wytrzymałość na ściskanie oraz wytrzymałość pozwalającą na chodzenie po izolacji dachowej*, Dokument przedstawiony na 5. Globalnej Konferencji ws. Izolacji, Londyn, 4-5 Październik 2010, Nico A. Hendriks, BDA
- [3] *Określenie zachowania pod wpływem obciążenia cyklicznego ("przechodność")*, Raport badawczy Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V.-München (FIW), 2012
- [4] IVPU-Merkblatt *Flachdächer mit solarthermie- oder Photovoltaikanlagen – anforderungen an die Wärmedämmung*

Informacja zawarta w niniejszej publikacji jest, według naszej najlepszej wiedzy, prawdziwa i dokładna, jednak wszelkie zalecenia czy sugestie z niej płynące są pozbawione gwarancji, gdyż warunki zastosowania i skład materiałów źródłowych pozostają poza naszą kontrolą. Co więcej, żadnej części z zawartości niniejszego dokumentu nie należy traktować jako zalecenia do stosowania jakiegokolwiek produktu naruszającego istniejące patenty chroniące jakikolwiek materiał czy jego wykorzystanie.