

## PRZEWODNIK OGNIOWY PU Europe

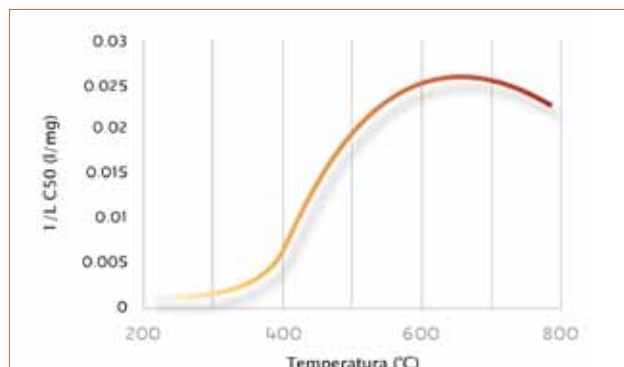
# PALNOŚĆ PRODUKTÓW IZOLACYJNYCH

### ➤ TLENIE I ŻARZENIE

Tlenie się i postępujące żarzenie (zwane dalej tleniem i żarzeniem) to procesy powoli postępującego miejscowego spalania, które mogą prowadzić do rozprzestrzeniania się płomieni (w czasie i przestrzeni) poza pierwotne źródło zapłonu.

Nie zostało nigdzie udowodnione, aby izolacje PU stwarzały dogodne warunki do zaistnienia procesów tlenia się i żarzenia. Powodem jest to, że dla stworzenia warunków do tlenia się i żarzenia niezbędna jest porowata struktura materiału z otwartymi komórkami, co nie jest właściwością izolacji PU tylko szeregu materiałów naturalnych i syntetycznych, jak np. wiórów drewnianych, waty, wełny oraz wielu produktów z wełny mineralnej.

Jak dotąd, system Euro-klas nie uwzględnia podatności danego produktu na procesy tlenia się i żarzenia, jednak w tym zakresie daje się zauważyć pewien postęp. Omawiane procesy staną się jednym z kryteriów przy określaniu klasyfikacji reakcji na ogień, z powodu specjalnych wymagań stawianych w niektórych krajach. Nowy zakres badań jest już w opracowaniu. Niektóre kraje, jak np. Niemcy czy Austria uważają za zasadne wprowadzenie tych kryteriów do przepisów z zakresu bezpieczeństwa pożarowego. Jeśli nie ma odpowiednich przepisów zharmonizowanych, kraje członkowskie UE mogą stawiać własne wymagania przeprowadzania dodatkowych badań i przepisów w ramach



Ilustracja 1: Potencjał toksyczności produktów ze sztywnej pianki poliuretanowej w zależności od temperatury

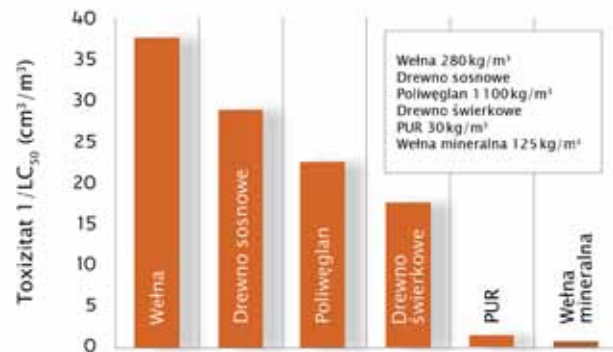
znakowania CE. Produkty izolacyjne z PU nie muszą być badane osobno w każdym kraju, ponieważ wyniki uzyskane w jednym kraju są traktowane jako spełniające wymogi. W praktyce, nie zaobserwowano żadnych niekorzystnych zjawisk w omawianych kwestiach, mających związek z produktami z PU.

### ➤ DYM I JEGO TOKSYCZNOŚĆ

Wydzielanie dymu stanowi odrębną klasyfikację każdej z klas ogniowych od A2 do D w systemie Euro-klasyfikacji reakcji na ogień. Produkty izolacyjne z PU znakowane CE posiadają klasyfikację ogniową wraz z określeniem stopnia emisji dymu (zob. [Reakcja na ogień](#) w rozdziale [Europejskie normy ogniowe a prawodawstwo krajowe](#)). Produkty izolacyjne PU spełniają wymagania w zakresie emisji dymu i na tej podstawie są dopuszczane do konkretnego zastosowania.

Co więcej, możliwe okazało się uzyskanie szerszej certyfikacji na podstawie FSE. Niektóre przypadki

Wykres 1: Podatność różnych materiałów na wydzielanie toksycznych dymów



zostały opublikowane [1], a od czasu publikacji uzyskano już znacznie więcej certyfikatów.

Toksyczności dymu nie jest objęta systemem Euro-klasy, ale był częścią weryfikacji FSE dla certyfikacji szczególnej, wspomnianej w powyższym akapicie (zob. także podpunkt: **Bezpieczeństwo pożarowe budynków**).

Możliwe jest dalsze ograniczanie dopuszczalnej toksyczności wydzielanego dymu w ramach wymagań szczególnych, wprowadzanych w krajach członkowskich. W Niemczech, z uwagi na stosowanie produktów niepalnych w obrębie dróg ewakuacyjnych, były one przedmiotem badań nad toksycznością, pomimo klasyfikacji zgodnej z krajową normą DIN 4102. Wraz z wprowadzeniem europejskiej normy EN 1350-1 wymóg ten znikł, ponieważ ustawodawca zaakceptował fakt, iż za wyjątkiem bardzo ściśle określonych warunków wpływu tych materiałów na rozprzestrzenianie się ognia i dymu, zagrożenie wywołane toksycznością gazów emitowanych podczas spalania jest bardzo znikome. We Francji istnieje wymóg w zakresie toksyczności dymu wydzielanego przez izolacje palne, który jest stosowany w budynkach użyteczności publicznej względem wewnętrznych ścian i sufitów bez bariery cieplnej. Izolacja PIR pod konstrukcją stalową lub okładziną uzyskała homologację w aplikacjach ściennych i sufitowych.

<sup>1</sup> Informator ISOPA: Ocena ryzyka zagrożenia dymem w budynkach: Inżynieria bezpieczeństwa przeciwpożarowego i produktów izolacyjnych PU (Styczeń 2008).  
<http://www.isopa.org/isopa/uploads/Documents/documents/smoke%20fact%20sheet.pdf>

## ➤ WYNIKI BADAŃ KOŃCOWYCH ZASTOSOWAŃ

### PALNOŚĆ IZOLACJI PU (PUR/PIR)

Budynki izolowane produktami PU cechuje doskonałe właściwości zachowanie ogniowe. Wynika to z termoutwardzalnego charakteru oraz wysokiej stabilności termicznej izolacji z PU. Izolacja ta nie topi się



Układ badawczy wg prDIN 4102 p20



Zniszczenia próbki: końcowy efekt uszkodzenia elewacji

ani nie kapie pomimo rosnącej temperatury. Zgorzelina powstająca na powierzchni izolacji stanowi ochronę rdzenia przed rozkładem w wyniku oddziaływania ognia, przez co zachowana jest integralność nawet przez dłuższy czas i pomimo silnego działania ognia. Obiekty izolowane PU mają parametry lepsze lub porównywalne do tych, w których użyto wiodących materiałów izolacyjnych.

Choć PUR zachowuje się dobrze podczas pożaru, to w stosunku do niego produkty PIR charakteryzują się zmniejszoną palnością, stabilnością w szerszym zakresie temperatur, zwiększonym tworzeniem się ochronnej warstwy zgorzeliny oraz podwyższoną stabilnością cieplną. Z powyższych względów są one bardziej odpowiednie w zastosowaniach przy zwiększonym ryzyku pożarowym.

## PRZYKŁAD 1: BADANIE OGNIOWE ŚCIANY ZEWNĘTRZNEJ DOCIEPLONEJ PŁYTAMI IZOLACYJNYMI Z PU METODĄ LEKKĄ MOKRĄ (ETICS) [2]

System ETICS został zbadany w oparciu o niemiecką normę prDIN 4102-20 'Besonderer Nachweis für das Brandverhalten von Außenwandbekleidungen'. prDIN 4102-20 stanowi podstawę do opracowania proponowanej procedury zharmonizowanej CEN.

### PRZEPROWADZONE BADANIA:

#### FMPA Lipsk (Niemcy)

Badanie ściany zewnętrznej przeprowadzono w konfiguracji narożnej z otworem (imitującym okno) w dolnej części układu. Płomień z drewnianego stosu znajdującego się w otworze obejmował elewację. Jako źródło ognia posłużył 25-kilogramowy drewniany stos.

Pomiary temperatury zostały przeprowadzone w kilku miejscach: na powierzchni i po drugiej stronie elewacji oraz wewnątrz płyt izolacyjnych PUR na różnych poziomach wysokości fasady. Całkowity czas badania i obserwacji wyniósł 60 minut.

<sup>2</sup> Informator Isopa: *Badanie ogniowe ściany zewnętrznej docieplonej płytą izolacyjną z PU metodą lekką mokrą ETICS* (z ang. ETICS: External Thermal Insulation Composite System)



Zniszczenia próbki: warstwa izolacji PU



Zniszczenia próbki: palenisko

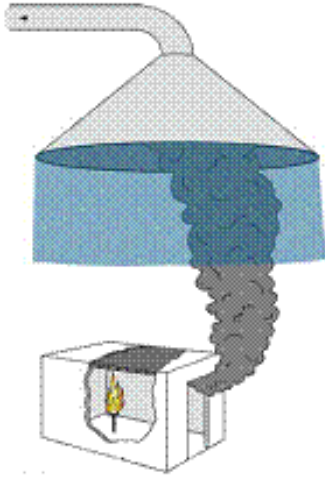
Po zapaleniu drewnianego stosu płomień zajęły powierzchnię systemu ETICS z izolacją z PU. Wkład drewniany spalił się niemal całkowicie w ciągu 14 minut. Jednakże dalszą aktywność płomieni spowodowała drewniana rama okienna oraz płonąca kasetka rolety. Po 50 minutach ogień zgasł całkowicie i płomień samoczynnie zniknął (efekt samo-gasnący).

Temperatury osiągnęły poziom 1 000°C w okolicach otworu oraz 800–600°C w odległości od 1 do 3 m powyżej otworu. Na wysokości 4–5 m, co odpowiadało maksymalnemu zasięgowi płomieni, temperatura spadła do 200°C (płomień objął więc niemal całkowitą wysokość zabudowy, która wynosiła 5 m). Jednakże w punktach pomiaru temperatur w samej izolacji PU (w odległości od 75 mm do 150 mm od zewnętrznej powierzchni elewacji), odczyt wskazywał niskie wartości, nie przekraczając przedziału 25°C do 60°C w porównaniu do temperatur po stronie zewnętrznej, osiągających wartości na poziomie 600 do 800°C.

Po badaniu zdjęto warstwę wykończeniową elewacji z powierzchni PU. Nie odnotowano żadnego spękania warstwy zewnętrznej elewacji. Pianka została jedynie odbarwiona i częściowo zniszczona na powierzchni zewnętrznej i to tylko na ograniczonym obszarze bezpośredniego działania płomieni, gdzie temperatury przekroczyły poziom 200°C. Nie nastąpiło żadne rozprzestrzenienie ognia ani w produkcie PU, ani na zewnątrz od miejsca bezpośredniego oddziaływania ognia.

### OMÓWIENIE WYNIKÓW:

Działanie ognia zostało zwiększone w wyniku zastosowania drewnianej ramy okiennej oraz palnej obudowy rolety. Pomimo zwiększonego obciążenia pożarowego, elewacja ETICS z izolacją z PU ucierpiała w niewielkim stopniu i tylko w pod wpływem bardzo wysokiej temperatury, czyli w miejscach bezpośredniego oddziaływania płomieni. Sama sztywna pianka PU nie spowodowała dalszego rozprzestrzenienia się ognia. Wszystkie płomienie znikły w wyniku samo-gaśnięcia.



Ilustracja 2: Schemat obrazujący badanie próbki z wykorzystaniem dużego pochłaniacza kalorymetrycznego

Ilustracja 3: Przekrój detali na krawędzi próbki

### WIĘCEJ SZCZEGÓŁÓW:

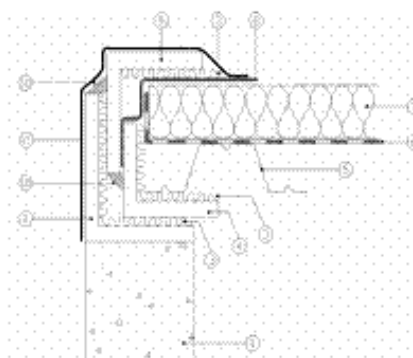
Informator Isopa: *Badanie ogniowe ściany zewnętrznej docieplonej płytą izolacyjną z PU metodą lekką mokrą ETICS* (z ang. ETICS: External Thermal Insulation Composite System). [http://www.pu-europe.eu/site/fileadmin/Factsheets\\_public/Facade\\_Fire\\_Test\\_on\\_PUR\\_External\\_Thermal\\_Insulation\\_Composite\\_System\\_\\_ETICS\\_.pdf](http://www.pu-europe.eu/site/fileadmin/Factsheets_public/Facade_Fire_Test_on_PUR_External_Thermal_Insulation_Composite_System__ETICS_.pdf)

### PRZYKŁAD 2: OCENA ZACHOWANIA OGNIOWEGO IZOLOWANYCH DACHÓW PŁASKICH NA PODŁOŻU STALOWYM

W Europie nie ma zharmonizowanych procedur badawczych umożliwiających symulację zachowania się izolowanego dachu płaskiego na podłożu stalowym nad rozwijającym się wewnątrz budynku ogniem, stworzonych czy to dla celów formalnych, czy ubezpieczeniowych.

Program badawczy w tym zakresie dotyczy zatem rozszerzenia wyników badania przeprowadzonych w skali małego pomieszczenia.

W celu wykorzystania takiej metody badawczej jako podstawy dla systemu klasyfikacji dachu płaskiego na konstrukcji stalowej, izolowanego różnymi materiałami izolacyjnymi, opracowano konkretne kryteria zaliczenia / niezaliczenia badania.



1. Niepalny chudy beton
2. Rama mocowana na stałe do pomieszczenia badawczego
3. Wełna ceramiczna
4. Dolna rama
5. Poszycie dachu
6. aroizolacja
7. Izolacja termiczna
8. Membrana wodoodporna
9. Rama górna
10. Spawy, po dwa z każdej strony
11. Pasek bitumicznej membrany wodoszczelnej do uszczelnienia dachu

### **PRZEPROWADZONE BADANIA:**

SP (Szwecja)

#### **Konfiguracja testowa**

Geometria aparatury pomiarowej jest taka sama, jak dla testu narożnikowego. Podłogi i ściany wykonane są z chudego betonu, natomiast dach imituje końcowy układ aplikacji (Ilustracja 2).

Cała konstrukcja dachu została zamontowana w zamkniętej ramie umieszczonej w górnej części pomieszczenia badawczego. Rama została ustawiona z 2% spadkiem, niższą częścią ponad ścianą tylną. Odpływy poszycia stalowego przebiegały równoległe do długości budynku. Grubość materiału izolacyjnego była różna w zależności od deklarowanej przewodności cieplnej danego materiału. Kierowano się uzyskaniem takiej samej wartości oporu cieplnego R.

### **OMÓWIENIE WYNIKÓW:**

Program badawczy wykazał powtarzalność wyników, co czyni go odpowiednim narzędziem do rozszerzenia wyników zachowania ogniowego układu dachu płaskiego na podłożu stalowym na skalę pełnowymiarową.

Rezultaty uzyskane przez izolację z niepalnego włóknistego materiału oraz pianki PIR wykazują akceptowalny poziom. Nie zaobserwowano rozgorzenia (przeskoku iskry), temperatura na zewnątrz izolacji pozostała na poziomie grubo poniżej 200°C, a cugu nie zaobserwowano. Izolacja pozostała na swoim miejscu na powierzchni całego dachu. Izolacja z pianki PIR miała pewien wpływ w wydzielaniu ciepła z układu, podczas gdy niepalny produkt o strukturze włóknistej wykazał lekkie żarzenie się po badaniu. Pozostałe materiały izolacyjne nie przeszły pozytywnie badania.

Produkt izolacyjny z pianką PIR wykorzystany w badaniu również posiada klasę I FM 4450. Jest to oznaką obiecującej współzależności między przyjętą metodą badania a FM 4450.



Stanowisko badawcze pod koniec testu

### WIĘCEJ SZCZEGÓŁÓW:

Informator PU Europe: *Oszacowanie reakcji na ogień izolowanych termicznie dachów płaskich na podłożu stalowym*. [http://www.pu-europe.eu/site/fileadmin/Factsheets\\_public/Factsheet\\_2\\_Assessment\\_of\\_the\\_Fire\\_Behaviour\\_of\\_Insulated\\_Steel\\_Deck\\_Flat\\_Roofs.pdf](http://www.pu-europe.eu/site/fileadmin/Factsheets_public/Factsheet_2_Assessment_of_the_Fire_Behaviour_of_Insulated_Steel_Deck_Flat_Roofs.pdf)

### PRZYKŁAD 3: BADANIE ODPORNOŚCI OGNIOWEJ ZGODNIE Z EN 1365-2 DACHU SKOŚNEGO IZOLOWANEGO PŁYTĄ IZOLACYJNĄ Z PU

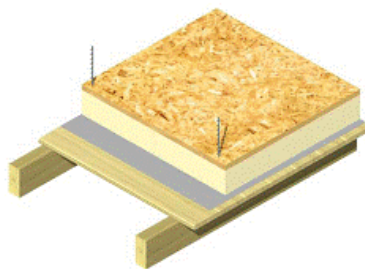
Układ dachu skośnego izolowanego termicznie płytami z pianki PU zostało przeprowadzone zgodnie z normą europejską EN 1365-2: 1999 (Badania ogniowe elementów pod obciążeniem, Część 2: podłogi, dachy).

Układ badawczy składał się z krokwi, deskowania z 19 mm pióro-wpustowych płyt wiórowych montowanych na-krokwiowo, papy paroizolacyjnej, 100 mm płyty izolacji termicznej z pianki PUR przykrytej 22 mm płytą OSB.

### PRZEPROWADZONE BADANIA:

FMPA Lipsk (Niemcy)

Podczas badania zaobserwowano:



Ilustracja 4: Przekrój układu badawczego

- 21 minut po rozpoczęciu badania deskowanie spłonęło wystawiając izolację z płyt PU na działanie ognia.
- Dopiero po 37 minutach zaobserwowano niewielki wzrost temperatury w górnej części

stanowiska, ale graniczny poziom wzrostu temperatury o 180 K nigdy nie został osiągnięty podczas trwania badania.

- Po 41 minutach pojawiło się nieco dymu w miejscach połączeń, ale układ pozostał nadal bez widocznych uszkodzeń.
- W 46 minucie badanie musiało zostać zakończone, aby uniknąć zawalenia się konstrukcji, ponieważ krokwie zostały osłabione przez działanie ognia.
- Na koniec badania, płyty izolacyjne z PU były częściowo zwęglone, ale zapobiegły przedostaniu się ognia na wyższe części stanowiska badawczego.

#### **OMÓWIENIE WYNIKÓW:**

Konstrukcja dachu uzyskała klasyfikację REI 45. Oznacza to, że zostały spełnione trzy krytyczne kryteria przez co najmniej 45 minut: stabilność lub odporność mechaniczna (R), szczelność przegrody (E) oraz izolacyjność termiczna (I). Konstrukcje dachów skośnych zawierające niepalne i pozbawione struktur komórkowych materiały izolacyjne uzyskuje klasyfikację REI 30 i REI 45. Dachy skośne z izolacją termiczną w postaci płyt z pianki PU wykazują parametry tożsame lub lepsze względem niepalnym i pozbawionych struktur komórkowych materiałów izolacyjnych.

#### **WIĘCEJ SZCZEGÓŁÓW:**

Informator PU Europe: *Przewaga w zakresie odporności ogniowej wynikająca z reakcji różnych materiałów izolacyjnych w dachach skośnych na konstrukcji drewnianej.* [http://www.pu-europe.eu/site/fileadmin/Factsheets\\_public/Factsheet\\_1\\_Fire\\_resistance\\_of\\_different\\_insulation\\_materials\\_in\\_pitched\\_roofs\\_and\\_timber\\_frame\\_walls.pdf](http://www.pu-europe.eu/site/fileadmin/Factsheets_public/Factsheet_1_Fire_resistance_of_different_insulation_materials_in_pitched_roofs_and_timber_frame_walls.pdf)





Układ badawczy zgodnie z EN1365-1:  
Próbka od strony nie wystawionej na  
działanie ognia i zapis termowizyjny w  
trakcie badania

#### **PRZYKŁAD 4: ODPORNOŚĆ OGNIOWA SYSTEMÓW PANELOWYCH Z RAMAMI DREWNIANYMI, POLIURETANEM ORAZ WEŁNĄ MINERALNĄ WG EN 1365-1**

Badanie to zostało przeprowadzone na zasadzie porównawczej typowego układu systemów paneli zamkniętych ramami drewnianymi i użyciem PU oraz wełny mineralnej zgodnie z procedurą zawartą w EN 1365-1 (Badania odporności ogniowej elementów nośnych, Ściany). Układy badawcze zostały uzgodnione z UKTFA (UK Timber Frame Association) oraz Exova (Warrington Fire UK) a do ich budowy użyto tych samych materiałów i technik mocowań. Strona wewnętrzna, wystawiona na działanie ognia, została pokryta standardową płytą gipsowo-kartonową o grubości 12,5 mm. Stronę nie wystawioną pokryła 11 mm płyta OSB. Do budowy konstrukcji ramy w obu układach badawczych użyto miękkiego drewna gatunku C16 jako żerdzi o wymiarach 140x38 mm (rozstawionych co 600 mm), złączonych profilem i osadzonych w podstawach. Izolację umieszczono pomiędzy żerdziami.

- (Badanie 1) 140 mm Frame Therm Slab 35 (wełna mineralna)
- (Badanie 2) 80 mm PIR w okładzinach z folii

Oba układy badawcze obciążono ciężarem 11 kN na metr.

#### **PRZEPROWADZONE BADANIA:**

Exova (Warrington Fire UK): WF Raport nr 306703

##### **Badanie 1 (140 mm Frame Therm Slab 35 wełna mineralna)**

Układ zachował nośność pod zadaniem obciążeniem przez 32 minuty (badanie zakończono w 32 minucie). Izolacja utraciła swoją szczelność po 31 minutach.

##### **Badanie 2 (80 mm PIR w okładzinach z folii)**

Układ zachował nośność pod zadaniem obciążeniem przez 39



minut (badanie zakończono w 39 minucie). Izolacja utraciła swoją szczelność po 38 minutach.

### **OMÓWIENIE WYNIKÓW:**

Wszystkie zewnętrzne ściany budynków o konstrukcji drewnianej w UK muszą spełnić wymaganie 30 minut odporności ogniowej. Układ badawczy z wełną mineralną (Badanie 1) osiągnął 32-minutową odporność i spełnił to wymaganie. Badanie 2 (układ z płytą PIR) składał się tych samych materiałów, sposobów połączeń, miał tę samą wartość współczynnika przenikania ciepła U (0,27) z 60 % grubości izolacji w stosunku do wełny z uwagi na mniejszą przewodność cieplną. Z wynikiem 39 minut, poziom odporności ogniowej jest w przybliżeniu taki sam i według przepisów zaliczany jest do tej samej kategorii, spełniając wymaganie.

### **WIĘCEJ SZCZEGÓŁÓW:**

Informator PU Europe: *Odporność ogniowa ścian o konstrukcji drewnianej*. [http://www.pu-europe.eu/site/fileadmin/Factsheets\\_public/Factsheet\\_20\\_Fire\\_resistance\\_of\\_timber\\_frame\\_wall\\_constructions.pdf](http://www.pu-europe.eu/site/fileadmin/Factsheets_public/Factsheet_20_Fire_resistance_of_timber_frame_wall_constructions.pdf)