

BADANIE ODPORNOŚCI OGNIOWEJ PŁYT WARSTWOWYCH Z RDZENIEM Z MODYFIKOWANYCH PIANEK PUR/PIR ORAZ Z RDZENIEM Z WEŁNY MINERALNEJ

mgr inż. Arkadiusz Plis, Szkoła Doktorska PW, Inżynieria Lądowa i Transport

Wstęp

Budownictwo modułowe to rozwiązanie, które cieszy się coraz większym zainteresowaniem. Ostatnie wydarzenia na świecie pokazały, że jest ono rozwiązaniem wielu współczesnych problemów. Począwszy od pandemii SARS-CoV-2, która wymagała szybkiego reagowania i budowania szpitali tymczasowych, punktów badań i punktów szczepień, przez kryzys na granicy polsko-białoruskiej, który wymagał zapewnienia odpowiednich warunków dla stacjonowania żołnierzy Wojska Polskiego, po wojnę na Ukrainie. W wyniku agresji Rosji na Ukrainę wielu Ukraińców straciło swoje domy, wielu emigrowało w kierunku krajów Unii Europejskiej, a to pociągnęło za sobą nagłą potrzebę zwiększenia ilości mieszkań. Odpowiedzią na ten problem ponownie okazało się być budownictwo modułowe.

Budownictwo modułowe nie jest jednak jedynie odpowiedzią na tymczasowe sytuacje kryzysowe. Obserwuje się również zwiększone zapotrzebowanie na tą technologię przy wznoszeniu obiektów, które dotychczas kojarzone były jedynie z budownictwem tradycyjnym, jak budynki mieszkalne, biura i hotele. To z kolei pociąga za sobą konieczność spełnienia szeregu wymagań stawianych przez obowiązujące przepisy, w tym w szczególności dotyczących odporności ogniowej przegród oraz ich izolacyjności.



Rys. 1. Biuro wykonane w technologii modułowej.

Obecnie na rynku dostępne są rozwiązania obiektów modułowych zarówno o konstrukcji nośnej żelbetowej, drewnianej, jak i stalowej. W przypadku tych ostatnich elementy wypełnienia ścian bardzo często stanowią płyty warstwowe z rdzeniem z pianki poliizocyanurowej (PIR) lub z wełny mineralnej. Te pierwsze, ze względu na znacznie niższy współczynnik przewodzenia ciepła, są materiałem bardzo pożądanym – pozwalają znacznie zredukować grubości przegród. Niestety ich wadą, jako tworzywa sztucznego, jest ich klasa reakcji na ogień oraz odporność ogniowa wykonanych z nich elementów. Dlatego zadaniem naukowców jest poszukiwanie bezpiecznych dodatków zmniejszających palność pianek PIR.

Materiały i metody

Badaniem bezhalogenowych antypirenow zajmują się również naukowcy Instytutu Chemii Przemysłowej imienia Profesora Ignacego Mościckiego w Warszawie, którzy w konsorcjum z firmą Modular System Sp. z o.o. oraz Wydziałem Inżynierii Materiałowej Politechniki Warszawskiej realizują projekt w Narodowym Centrum Badań i Rozwoju. Celem projektu jest między innymi opracowanie receptur pianek PIR o podwyższonej izolacyjności oraz odporności na ogień. Zadaniem autora niniejszej prezentacji jest przygotowanie i przeprowadzenie w laboratorium Instytutu Techniki Budowlanej badań odporności ogniowej próbek wykonanych przez naukowców Instytutu Chemii Przemysłowej oraz rozwiązań dla budownictwa modułowego stosowanych przez firmę Modular System Sp. z o.o.

Próbki wykonane przez naukowców Instytutu Chemii Przemysłowej są badane w postaci kostek prostopadłościennych o wymiarze 40x40x10 cm, z okładziną z blachy stalowej ocynkowanej 0,5 mm, umieszczonych w ścianie murowanej zainstalowanej następnie w piecu badawczym. W ten sposób porównuje się w jaki sposób zastosowane antypireny wpływają na trwałość próbki podczas pożaru przy jednostronnym nagrzewaniu według krzywej standardowej temperatura-czas.

Na każdej z próbek umieszczono dwa czujniki temperatury, za pomocą których określono czas potrzebny do uzyskania przyrostu temperatury o wartości 180 K. Całkowity czas badania wynosił 60 minut.



Rys. 2. Próbkę pianek 40 x 40 x 10 cm



Rys. 3. Elementy próbne – strona nienagrzewana



Rys. 4. Uszczelnienie krawędzi badanych próbek za pomocą płyt krzemianowo-wapniowych.



Rys. 5. Elementy próbne w trakcie badania – strona nienagrzewana (czas t = 56 minut).

W wyniku wykonanych trzech serii badań elementów o wymiarze 40 x 40 x 10 cm, wśród których były zarówno pianki poliizocyanurowe modyfikowane różnymi antypirenami opracowanymi przez naukowców Instytutu Chemii Przemysłowej, jako i próbki referencyjne, niezawierające domieszki niepalniących, wyselekcjonowano do dalszych badań receptury o najbardziej korzystnych właściwościach.

Kolejnym etapem prac badawczych prowadzonych nad odpornością ogniową obiektów modułowych było zaprojektowanie i wykonanie pełnowymiarowych fragmentów ścian, a następnie poddanie ich badaniu zgodnemu z normą PN-EN 1365-1. W tym celu zbudowano dwie ściany o szerokości 3,0 m i wysokości 2,8 m, przy czym w jednej z nich zastosowano wypełnienie z dostępnych na rynku płyt warstwowych z rdzeniem PIR o grubości 120 mm, a w drugiej płyty warstwowe z rdzeniem z wełny mineralnej o grubości 100 mm. W ten sposób sprawdzono przede wszystkim szczelność połączeń pomiędzy wypełnieniem ściany, a konstrukcją stalową.

Podczas badania określano trzy parametry:

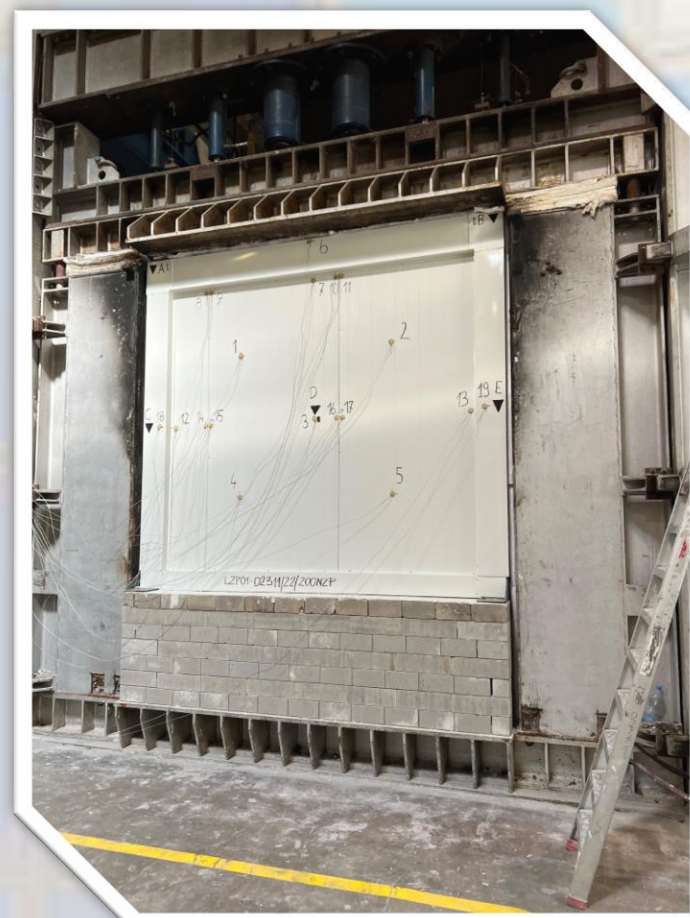
- nośność ogniowa R, czyli czas w jakim konstrukcja ściany jest zdolna do przenoszenia obciążenia zewnętrznego,
- szczelność ogniowa E, czyli czas w jakim ściana nie pozwala płomieniom na przedostanie się na stronę nienagrzewaną,
- izolacyjność ogniowa I, czyli czas po jakim elementy ściany tracą swoją izolacyjność (przyrost temperatury po stronie nienagrzewanej wynosi 180 K).



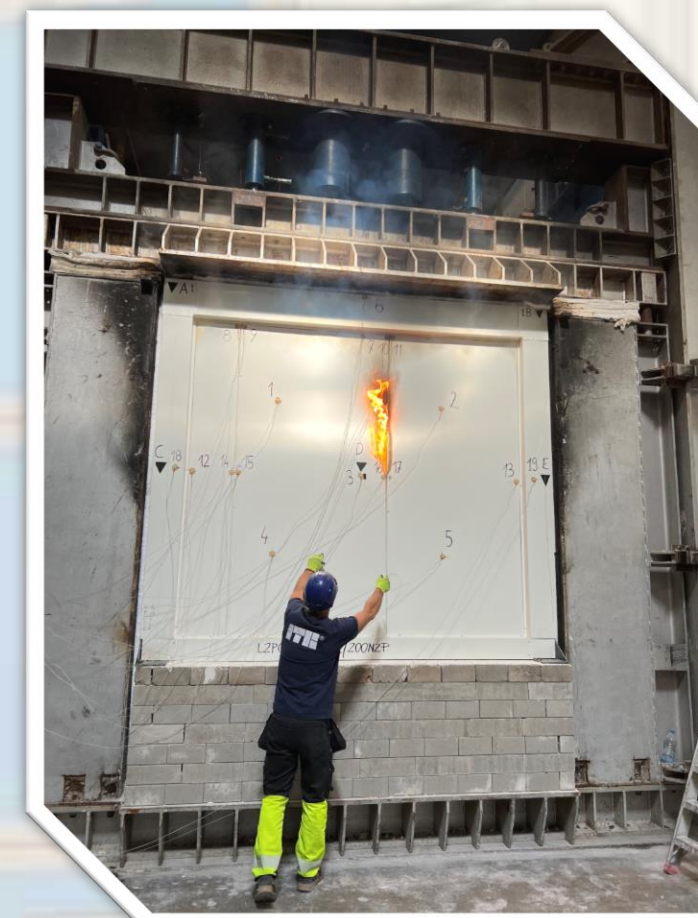
Rys. 6. Zadymienie hali badawczej przy badaniu ściany z rdzeniem PIR (czas t = 3 minuty).



Rys. 7. Utrata szczelności ogniowej (czas t = 23 minuty).



Rys. 8. Ściana z rdzeniem z wełny mineralnej (czas t = 3 minuty).



Rys. 9. Utrata szczelności ogniowej (czas t = 3 minuty).

Wyniki i wnioski

W wyniku przeprowadzonych badań ustalono, że stosowane w budownictwie modułowym systemowe rozwiązania połączeń płyt warstwowych ze stalową konstrukcją nośną mają większą odporność ogniową niż same płyty warstwowe, których najsłabszym elementem są ich zamki. Zarówno w przypadku płyt z rdzeniem z pianek PIR, jak i z rdzeniem z wełny mineralnej, utrata izolacyjności ogniowej oraz szczelności ogniowej następowała w obszarze połączenia płyta-płyta (zamków). Konstrukcja stalowa zachowywała natomiast swoją nośność przez cały czas trwania badania.

Dla ściany z rdzeniem PIR uzyskano klasyfikację odporności ogniowej REI 15, natomiast dla ściany z rdzeniem z wełny mineralnej – REI 45.

Ze względu na bardzo korzystny współczynnik przewodzenia ciepła (λ) pianek PIR, wynoszący 0,022 W/(mK), są one materiałem bardzo pożądanym na rynku budownictwa modułowego, jednak ich zastosowanie w obiektach, od których oczekuje się spełnienia wymogów dotyczących odporności ogniowej, jest ograniczone. Należy tu podkreślić jak ważne jest prowadzenie prac nad piankami PUR i PIR zawierającymi domieszki bezhalogenowych antypirenow.