

Wpływ ociepleń ścian z betonu komórkowego na spełnienie wymagań podstawowych

INFLUENCE OF THERMAL INSULATION COMPOSITE SYSTEMS OF AAC-WALLS FOR SATISFY OF BASIC REQUIREMENTS ACCORDING TO CONSTRUCTION LAW

Streszczenie

Oszczędność energii i izolacyjność cieplna jest ciągle dominującą tendencją we współczesnym budownictwie zarówno polskim, jak i europejskim. Od wielu lat budownictwu energooszczędnemu poświęcana jest znacząca część dokumentów Komisji i Parlamentu Europejskiego. W Polsce do końca 2020 roku stopniowo będą wdrażane coraz to bardziej wyśrubowane wymagania izolacyjności cieplnej i oszczędności energii. Idea budownictwa energooszczędnego jest jak najbardziej słuszna, ale problemem jest sposób jej realizacji, czyli mniej lub bardziej świadome stawianie szóstego wymagania podstawowego Prawa Budowlanego wyżej od pozostałych, pomimo że z przepisów jednoznacznie wynika obowiązek traktowania ich jako równoważnych. Niestety problem ten jest widoczny nie tylko w większości projektów budowlanych, ale również w wypowiedziach fachowców i osób mających wpływ na kształtowanie prawa budowlanego.

W pracy opisano wpływ wymagań budownictwa energooszczędnego na spełnienie wymagań podstawowych w budynkach wzniesionych z autoklawizowanego betonu komórkowego (ABK, beton komórkowy). Podano wyniki badań wpływu docieplenia na izolacyjność akustyczną, bezpieczeństwo pożarowe oraz warunki higieniczno-sanitarne.

Abstract

The still dominant tendency in the contemporary Polish and European construction is energy economy and heat retention in buildings. From many years significant part of documents of European Commission and Parliament is dedicated for energy-efficient

construction. Gradually, till 2020, are implemented more and more high quality standards concerning energy economy and heat retention. The problem is the manner of their realisation, it means more or less aware using of sixth basic requirement of construction law higher than others, despite that according to the prescription they should be kept strictly equal. Unfortunately, this problem is apparent in the majority of building projects as well as in expert statements and persons influenced on law construction forming.

The influence of requirement energy-efficiency construction for satisfy on the basic requirements for the construction works from autoclaved aerated concrete (AAC) was studied. The results of influence of thermal insulation to protection against noise, safety in case of fire and hygienic and sanitary conditions are presented.

1. Wprowadzenie

Beton komórkowy jest już od wielu lat najpopularniejszym w Polsce materiałem budowlanym stosowanym do wznoszenia ścian [1, 2]. Od początku jego stosowania, czyli już prawie od dziewięćdziesięciu lat, budynki z niego wykonane uznawane były za energooszczędne. Dlatego beton komórkowy jest tak powszechnie stosowany w budownictwie mieszkaniowym, szczególnie jednorodzinym. Patrząc na historię budownictwa, bez trudu można zauważyć, że budynki murowane miały najczęściej ściany jednowarstwowe. W porównaniu do innych, są to rozwiązania łatwiejsze w wykonaniu, odporniejsze na błędy, pewniejsze konstrukcyjnie i wymagające w całym cyklu życia budynku znacznie mniejszych nakładów na ich utrzymanie.

Wynikiem kryzysów energetycznych było i jest drastyczne podwyższanie wymagań związanych z oszczędnością energii. Temat ten dominuje w branży budowlanej, szczególnie wśród osób mających decydujący wpływ na określanie wymagań, a tym samym kierunków rozwoju budownictwa zarówno w Europie, jak i w Polsce. Zagadnieniu oszczędności energii oraz budownictwu energooszczędnemu już od ponad dwudziestu lat poświęcana jest znacząca część dokumentów Komisji i Parlamentu Europejskiego. Zgodnie z nimi wszystkie kraje UE są zobowiązywane do wdrażania coraz to bardziej podwyższonych wymagań izolacyjności cieplnej i oszczędności energii. Zgodnie z przyjętymi w Polsce przepisami zawartymi w Warunkach Technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [3] od początku przyszłego roku zaczną obowiązywać nowe, wyższe wymagania w zakresie efektywności energetycznej budynków, a w 2021 roku osiągnięty zostanie poziom najwyższy, docelowy. Wymagania te określają dla budynków: maksymalne wartości wskaźnika EP (zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną do określonych celów), wymaganą izolacyjność cieplną przegród i wyposażenia technicznego, powierzchnię okien, określają wymagania dotyczące kondensacji pary wodnej, szczelności i wymiany powietrza. Zgodnie z rozporządzeniem [3] budynek powinien być również zaprojektowany i wykonany w taki sposób, aby ograniczyć ryzyko jego przegrzewania w okresie letnim.

Te wszystkie działania wynikają z obowiązku wdrażania we wszystkich krajach UE dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady Europy dotyczącej oszczędzania energii i budownictwa energooszczędnego [4]. W Polsce w ostatnich latach ustanowiono lub znowelizowano szczególnie dużo różnych aktów prawnych dotyczących tych zagadnień [3, 5, 6, 7, 8, 9]. Zgodnie z ustawą o charakterystyce energetycznej budynków [7] uchwalony został „Krajowy plan mający na celu zwiększenie liczby budynków o niskim zużyciu energii”, jako realizacja głównego celu dyrektywy, czyli budowaniu w UE wyłącznie budynków „o niemal zerowym użyciu energii”. Zakłada się, że po 2020 roku wszystkie nowe budynki w UE będą spełniały te nowe podwyższone wymagania, a już od 2019 roku będzie to dotyczyło budynków zajmowanych przez władze publiczne oraz będących ich własnością.

To wszystko jest jedną z podstawowych przyczyn rewolucji materiałowej i technologicznej w europejskim budownictwie. Tendencja do podwyższania wymagań dotyczących izolacji cieplnej przegród wygenerowała przekonanie, że wszystkie ściany należy ocieplać, niezależnie od materiału, z którego są one wykonane. Od wielu lat najprostszym i najpowszechniej stosowanym sposobem na spełnienie wymagań ochrony cieplnej jest stosowanie coraz to grubszych warstw izolacji. Jednak nieprzemyślane zwiększanie grubości izolacji cieplnej może prowadzić do pogorszenia się innych ważnych parametrów budynków. Wybrane przykłady zostały omówione w dalszej części referatu.

Pomimo tego, że od wielu lat prowadzi się cały szereg prac badawczych nad nowymi materiałami i systemami izolacji cieplnej, ciągle najpopularniejszymi są różne odmiany styropianu i wełny mineralnej. Dopiero w ostatnich latach, gdy warstwy izolacji cieplnych zaczęły osiągać grubości znacznie przekraczające grubość warstw konstrukcyjnych, coraz powszechniej zaczęto stosować materiały o lepszych właściwościach niż te tradycyjne, głównie pianki poliuretanowe. Należy jednak zwrócić uwagę na to, że wszystkie izolacje termiczne są materiałami „delikatnymi”, podatnymi na uszkodzenia mechaniczne, które w znaczący sposób wpływają na rzeczywiste ich właściwości izolacyjne.

2. Wymagania budownictwa energooszczędnego jako jedno z podstawowych wymagań

Europejskie prawo budowlane, a w ślad za nim również i polskie prawo budowlane, oparte jest na podstawowych wymaganiach, a obowiązek ich spełnienia dotyczy znakomitej większości obiektów budowlanych w całym cyklu ich życia [5, 6, 10, 11].

Z zapisów w załączniku I do rozporządzenia Nr 305/2011 CPR [6] wynika, że nadrzędnymi wymaganiami w stosunku do obiektów budowlanych w UE są zapewnienie zdrowia i bezpieczeństwa oraz ochrona środowiska naturalnego człowieka. Dopiero w dalszej kolejności należy spełnić wymagania dotyczące:

- nośności i stateczności,
- bezpieczeństwa pożarowego,
- higieny, zdrowia i ochrony środowiska,
- bezpieczeństwa użytkowania i dostępności obiektów,
- ochrony przed hałasem,
- oszczędności energii i izolacyjności cieplnej,
- zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych.

Oznacza to, że równie ważne jest takie zaprojektowanie i wykonanie konstrukcji budynku, aby zminimalizować ryzyko jego zawalenia się, jak też na przykład, zapewnienie ochrony mieszkańców i użytkowników przed niekorzystnymi czynnikami atmosferycznymi czy też przed hałasem. Należy podkreślić, że dzisiaj to hałas jest wymieniany przez mieszkańców i użytkowników budynków, jako jedna z największych uciążliwości. Projektanci powinni zapewnić mieszkańcom i użytkownikom odpowiednie warunki oraz komfort i klimat wewnątrz budynku nie tylko dlatego, aby mieć satysfakcję z dobrze wykonanej pracy, ale również dlatego, że zobowiązani są do tego przepisami prawa budowlanego.

Sama idea budownictwa energooszczędnego jest jak najbardziej słuszna. Problemem jest sposób jej realizacji, czyli mniej lub bardziej świadome stawianie wymagania podstawowego nr 6 wyżej od pozostałych.

Z przepisów jednoznacznie wynika, że podstawowe wymagania dotyczące obiektów budowlanych należy traktować jako równoważne. Tak też powinni podchodzić do realizacji każdej inwestycji nie tylko projektanci i wykonawcy, ale również urzędnicy i eksperci odpowiedzialni za prawo budowlane. Niestety, już na poziomie tworzenia prawa krajowego, widoczny jest duży brak zrozumienia podstawowych zasad obowiązujących w budowlanym prawodawstwie europejskim.

W ustawie – Prawo budowlane [5] zapisano, że obiekt budowlany wraz ze związanymi z nim urządzeniami budowlanymi należy, biorąc pod uwagę przewidywany okres

użytkowania, projektować i budować w sposób określony w przepisach, w tym techniczno-budowlanych, oraz zgodnie z zasadami wiedzy technicznej, zapewniając spełnienie wymagań podstawowych zgodnie z rozporządzeniem 305/2011 [6].

Obowiązek jednoczesnego spełnienia wszystkich wymagań podstawowych wynika również z zapisów w rozporządzeniu w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego [12].

W rozporządzeniu [3] poszczególne wymagania podstawowe nie są przedstawione w sposób równoważny. Część działów, dotyczących: bezpieczeństwa pożarowego, bezpieczeństwa użytkowania oraz oszczędności energii i izolacyjności cieplnej, zawiera szczegółowe zasady i wymagania. Pozostałe: bezpieczeństwo konstrukcji, higiena i zdrowie oraz ochrona przed hałasem i drganiami, zawierają tylko ogólne zasady oraz odniesienia do norm znajdujących się w załączniku, a ich skromna objętość sprawia wrażenie, że te tematy są mniej ważne. W praktyce nikt przecież nie lekceważy bezpieczeństwa konstrukcji, bezpieczeństwa pożarowego czy też oszczędności energii i izolacyjności cieplnej. Niestety ciągle jeszcze do wyjątków należy świadome projektowanie i wykonawstwo, uwzględniające spełnienie wymagań ochrony przed hałasem i drganiami, a także higieny, zdrowia i ochrony środowiska. Osiągnięcie takiego poziomu realizacji budynków, wymaga wprowadzenia zupełnie nowych standardów, a także zmian w świadomości i wiedzy wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego. Dzisiaj wymagania i oczekiwania większości inwestorów (szczególnie deweloperów) sprowadzają się do maksymalnego ograniczenia kosztów. Niestety, powszechnie uważa się, że wymagania wynikające z przepisów, należy spełnić tylko w takim zakresie, w jakim może to być łatwo sprawdzone, albo może grozić zbyt dużymi konsekwencjami. Oczywiście z punktu widzenia inwestora, a nie użytkownika!

3. Wpływ docieplenia na izolacyjność akustyczną

Ochrona przed hałasem jest ciągle najbardziej lekceważonym przez deweloperów, projektantów i urzędników wymaganiem podstawowym. Jednocześnie, jak pokazują badania, jest to jedna z największych bolączek, z jakimi borykają się właściciele i użytkownicy nowych mieszkań, często nawet tych o podwyższonym standardzie określanych mianem luksusowych apartamentów. W ostatnich latach wzrosła wielokrotnie liczba spraw sądowych, jakie są wytaczane z powodu uciążliwości hałasu, przez zdesperowanych właścicieli mieszkań w nowych budynkach wielorodzinnych. Jednak do czasu, kiedy temat ochrony przed hałasem nie znajdzie odpowiedniego miejsca w przepisach, a ich przestrzeganie i egzekwowanie przez urzędników i nadzór budowlany nie będzie czymś normalnym, to problem ciągle będzie „głośny” i aktualny.

Najprostszym i najpewniejszym sposobem na zapewnienie dobrej izolacyjności akustycznej jest stosowanie masywnych (ciężkich) przegród, dlatego bardzo trudno jest w prosty sposób zapewnić jednoczesne spełnienie wymagań ochrony cieplnej i ochrony przed hałasem.

Można się spotkać z nieprawdziwą opinią, że niektóre materiały izolacji cieplnej (np. wełna mineralna) są również dobrą izolacją przed hałasem. Sama, nawet bardzo gruba warstwa wełny mineralnej, ma praktycznie pomijalną izolacyjność akustyczną. Znajduje natomiast zastosowanie w odpowiednio ukształtowanych i zamocowanych konstrukcjach warstwowych, mających czasem nawet wysoką izolacyjność akustyczną.

Jednak takie przegrody są stosunkowo skomplikowane w wykonaniu i bardzo wrażliwe na błędy wykonawcze.

Większość wymagań wynikających z oszczędności energii oraz poziomy izolacyjności cieplnej stwarzają niebezpieczeństwo znacznego pogorszenia izolacyjności akustycznej w budynku. Zarówno od dźwięków powietrznych (zewnętrznych i wewnętrznych), jak również uderzeniowych.

Beton komórkowy jest materiałem lekkim, co jak wiadomo, nie sprzyja dobrej izolacyjności akustycznej. Z drugiej strony budowa/struktura betonu komórkowego w znacznie lepszym stopniu tłumi drgania, co przenosi się na lepszą izolacyjność akustyczną ścian z ABK niż to wynika z prawa masy dla betonu, silikatów czy ceramiki pełnej. W Niemczech „z urzędu” dodaje się ścianom z ABK 2 dB, chociaż na podstawie badań w budynkach można przyjąć, że powinno to być od 4 do 6 dB.

Ocieplenie ścian zewnętrznych metodą lekką-mokrą (systemy ETICS), z zastosowaniem styropianu lub wełny lamelowej, doprowadza najczęściej do powstania układu rezonansowego i tym samym do znaczącego pogorszenia izolacyjności akustycznej od hałasu zewnętrznego. W [13] podano wyniki badań izolacyjności akustycznej ścian jednowarstwowych murowanych z różnego rodzaju elementów murowych bez ocieplenia i z różnymi systemami dodatkowego ocieplenia przeprowadzone przez J. Nurzyńskiego w Zakładzie Akustyki Instytutu Techniki Budowlanej w Warszawie. Zbadano ścianę z betonu komórkowego z trzema różnymi rodzajami izolacji: wełny mineralnej typu lamela, styropianu EPS oraz ze specjalnego styropianu elastycznego, charakteryzującego się małą sztywnością dynamiczną. Pogorszenie wskaźnika oceny przybliżonej izolacyjności akustycznej właściwej ($R_w + C_{tr}$) charakteryzującego hałas niskoczęstotliwościowy (np. uliczny) w stosunku do ściany bez ocieplenia, wyniosło odpowiednio dla: wełny mineralnej typu lamela – 3 dB, styropianu EPS – 2 dB oraz styropianu elastycznego – 5 dB.

Dla porównania, w przypadku ściany z silikatów ocieplenie grubości 150 mm ze styropianu spowodowało spadek izolacyjności akustycznej o 3 dB, a z twardą wełną mineralną lamelową o 6 dB w stosunku do ściany bez ocieplenia.

Podobne wyniki uzyskał L. Dulak podczas badań w Katedrze Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli, Wydziału Budownictwa, Politechniki Śląskiej [14].

We wszystkich tych przypadkach należy zwrócić uwagę na szczególnie niekorzystne i znaczące obniżenie izolacyjności w zakresie niskich częstotliwości, tam gdzie izolacyjność akustyczna samej przegrody masywnej jest i tak na niskim poziomie.

W ETAG004 [15] określono, że w przypadku braku badań izolacyjności akustycznej określonego systemu ETICS, należy przyjąć pogorszenie izolacyjności akustycznej o 8 dB! Niestety bardzo często ocieplenia ścian metodą lekką-mokrą wykonuje się stosując przypadkowo dobre materiały wybierane przy zastosowaniu jednego kryterium wyboru: ceny (!), a nie sprawdzone rozwiązania systemowe. Należy również podkreślić, że właściwości akustyczne ocieplenia metodą lekką-mokrą (ETICS) nie są zależne od rodzaju zastosowanego materiału (wełna czy styropian), ale od indywidualnych cech zastosowanej warstwy izolacji.

Jeżeli powierzchnia otworów okiennych jest większa niż ok 20% całkowitej powierzchni ścian zewnętrznych, to okna zaczynają być dominującym i najsłabszym akustycznie elementem, a izolacyjność części pełnej ściany odgrywa drugorzędą rolę. Inaczej jest w przypadku ścian pełnych bez okien, na przykład ścian szczytowych. Tu sposób wykonania ocieplenia ma decydujący wpływ na to, w jakim stopniu spadnie izolacyjność akustyczna w porównaniu do tej samej ściany bez ocieplenia [14, 16, 17, 18].

O ile w przypadku hałasu zewnętrznego negatywny wpływ ocieplenia ścian zauważalny jest głównie w przypadku ścian pełnych bez otworów okiennych, o tyle w przypadku ochrony przed hałasem wewnętrznym liczba, wymiary, jakość i w ogóle to czy okna są, ma znaczenie drugorzędne. Ściany zewnętrzne są wówczas jedną z dróg bocznego przenoszenia dźwięków, a ocieplenie ich systemem ETICS, w znacznie większym stopniu wpływa na zwiększenie udziału i znaczne obniżenie izolacyjności podłużnej zarówno w pionie, jak i w poziomie.

4. Wpływ docieplenia na bezpieczeństwo pożarowe

Najprostszy sposób spełnienia zwiększonych wymagań oszczędności energii i izolacyjności cieplnej polega na zwiększeniu grubości warstw izolacji cieplnej. Z uwagi na charakterystykę większości materiałów wykorzystywanych do wykonania tej izolacji, ma to znaczący wpływ na pogorszenie wymagań związanych z bezpieczeństwem pożarowym budynków [19]. W przypadku palnych, powszechnie stosowanych izolacji cieplnych, np. polistyrenu (EPS, XPS) czy poliuretanu (PUR, PIR), zwiększenie grubości oznacza zwiększenie gęstości obciążenia ogniowego, co związane jest z większą ilością materiałów palnych.

Nawet w tych systemach ETICS, które ze względu na odporność ogniową i rozprzestrzenianie ognia spełniają wymagania, problemem jest, na przykład, odpowiednio trwałe zamocowanie warstwy izolacji cieplnej nad otworami w strefie nadproży. Stanowi to zagrożenie dla mieszkań na kondygnacjach powyżej źródła pożaru, ponieważ istnieje realne niebezpieczeństwo jego przenoszenia się po niektórych rodzajach izolacji cieplnej. Pomimo, że projektach brakuje pokazania sposobu rozwiązania tego szczegółu, a po zakończeniu robót trudno jest ocenić prawidłowość wykonania, to podczas odbioru, pod względem formalnym jest wszystko w porządku, co wcale nie oznacza, że tak też będzie w przypadku pożaru. Potwierdzają to przykłady rozprzestrzeniania się ognia po elewacjach z systemami ETICS [19]. Dlatego też pod względem bezpieczeństwa pożarowego nie można ich traktować na równi z jednowarstwowymi ścianami murowanymi.

Ściany wykonane z ABK cechują się dobrą izolacyjnością cieplną i z reguły, jako mury jednowarstwowe, bardzo dobrze spełniają wymagania dotyczące bezpieczeństwa pożarowego [20]. Zastosowanie nadproży ze zbrojonego ABK pozwala na uniknięcie lub zminimalizowanie konieczności stosowania warstw ocieplenia, problematycznych ze względu na ochroną przeciwpożarową. Świadome projektowanie ścian z uwagi na warunki pożarowe, zgodnie z normami europejskimi, w tym przypadku PN-EN 1996-1-2 [21], pozwala na spełnienie drugiego wymagania podstawowego.

5. Wpływ docieplenia na warunki higieniczno-sanitarne

Budynki o niskim zużyciu energii, charakteryzujące się niskimi wartościami współczynników przenikania ciepła przegród zewnętrznych, odpowiednią szczelnością, z kontrolowaną wymianą powietrza w ramach systemów wentylacji, klimatyzacji i ogrzewania, są narażone na różnorodne zagrożenia dla zdrowia ludzi i zwierząt. W takich budynkach bardzo łatwo powstają warunki sprzyjające z jednej strony podnoszeniu się stężenia gazów i pierwiastków promieniotwórczych, a z drugiej rozwojowi różnego rodzaju mikroorganizmów głównie grzybów strzępkowych (pleśni). Tymi warunkami są głównie: ułatwienie „dostarczania” zarodników (najczęściej wadliwie działająca wentylacja), wilgotne/mokre

powierzchnie ścian, okien, instalacji, wyposażenia itp., zakres temperatury jest przyjmowany w przedziale od około 0°C do 50°C (60°C), poziom pH od ok 0 do około 10-11, odpowiednie podłoże (np. syntetyczne, organiczne, pył, kurz, itd.), dostęp do tlenu [22].

W budynkach energooszczędnych szczególnie dużą wagę przywiązuje się do ich szczelności, a co za tym idzie w możliwie jak największym stopniu kontrolowanej wymianie powietrza. Wentylacja grawitacyjna zostaje zastąpiona mechaniczną, z całym system kanałów doprowadzających czyste powietrze, najczęściej poprzez rekuperator. Niestety skala problemów jakie się „rozwijają” w tych instalacjach jest wyjątkowo duża i niebezpieczna, pomimo że są to „tylko mikroorganizmy”. Dostają się one tam w „świeżym” powietrzu wraz z pyłem i kurzem. Pył i kurz tworzą bardzo dobre podłoże dla rozwoju najróżniejszych niebezpiecznych dla zdrowia człowieka bakterii, grzybów i wirusów. Dlatego instalacje klimatyzacyjne i wentylacyjne (mechaniczne nawiewy) powinny być możliwie jak najczęściej czyszczone. Jednak osiągnięcie całkowitej czystości powietrza dostarczanego do pomieszczeń jest nierealne. Nie jest tu miejsce na rozwijanie tego tematu i dlatego odsyłamy do materiałów źródłowych, np. [23, 24, 25], ale właśnie przykład sal operacyjnych, gdzie wyjątkową wagę przykładą się do zapewnienia czystości powietrza pokazuje jak duży jest to problem. Jednym ze skutków tej sytuacji, jest zwiększona zachorowalność wśród osób przebywających w klimatyzowanych pomieszczeniach. I to nie tylko na choroby dróg oddechowych.

Kolejnym problemem jaki został zauważony w budynkach z wentylacją mechaniczną i klimatyzacją jest nierównomierna wymiana powietrza, nie tylko pomiędzy poszczególnymi pomieszczeniami, ale również w ramach jednego pomieszczenia.

Para wodna skrapla się na zimniejszych powierzchniach, np. na nieizolowanych rurach wodociągowych z zimną wodą, oknach, w narożnikach ścian. Dlatego ważne jest takie konstruowanie przegród, aby temperatury powierzchni wewnętrznej jej poszczególnych fragmentów nie różniły się znacząco pomiędzy sobą. Niestety w rozporządzeniu [3] różnica w wymaganiach dla ścian zewnętrznych i dla okien jest tak duża, że skraplanie się pary wodnej na powierzchni okien jest nieuniknione. Pary wodnej z powietrza nie da się wyeliminować, a do tego zbyt suche powietrze jest również niekorzystne dla zdrowia i samopoczucia człowieka. Paradoksalnie zwiększanie izolacyjności termicznej tylko części pełnej przegród może w efekcie powodować zwiększenie ryzyka rozwoju grzybów pleśniowych w pomieszczeniu!

Oczywiście rozwojowi mikroorganizmów sprzyja nadmierna wilgotność w pomieszczeniach. Dlatego bardzo ważnym jest stosowanie do budowy domów takich materiałów i technologii, które nie tylko wprowadzają do budynku mało wilgoci, ale również podczas użytkowania ułatwiają usuwanie jej nadmiaru z pomieszczeń. Stosowane często określenie, że ściany z abk „oddychają”, należy rozumieć tak, że poprzez swoje właściwości mają zdolność do regulowania wilgotności pomieszczeń, przez co zmniejszają ryzyko zatrzymania wilgoci w budynku, a szczególnie na wewnętrznej powierzchni przegród. Tym samym przyczyniają się do uniemożliwienia rozwoju grzybów strzępkowych (pleśni). Beton komórkowy chłonie nadmiar wilgoci z powietrza, a oddaje ją wówczas, gdy powietrze jest suche. Pełnieniu przez ABK roli takiego regulatora wilgotności powietrza wewnątrz budynku sprzyja prawidłowe wykończenie wybudowanych z niego ścian, czyli zastosowanie odpowiednich tynków. Należy tak kształtować przegrodę zewnętrzną, aby opór dyfuzyjny kolejnych warstw malał od wewnątrz do zewnątrz. Nie należy pokrywać ścian tynkami i farbami o bardzo dużym oporze dyfuzyjnym, czyli trudno lub wcale nie przepuszczalnymi pary wodnej. Ale nawet prawidłowo wykonane jednowarstwowe ściany zewnętrzne z betonu komórkowego nie zastąpią skutecznie działającej wentylacji budynku.

Na podstawie wielu badań, przeprowadzonych również w Polsce, w CEBET i Zakładzie Mikrobiologii Instytutu Gruźlicy Chorób Płuc w Warszawie [26], można stwierdzić, że autoklawizowany beton komórkowy jest materiałem odpornym na grzyby strzępkowe niezależnie od warunków klimatycznych, w jakich się znajduje. Beton komórkowy z uwagi na swą porowatą strukturę, podobnie jak materiały ceramiczne, chłonie wodę. Jednak w odróżnieniu od ceramiki budowlanej, wykazującej w środowisku wodnym odczyn obojętny, beton komórkowy (wartość pH > 10) sprzyja powstawaniu środowiska alkalicznego, które jest niekorzystne dla rozwoju większości mikroorganizmów. Dlatego ABK nie tylko jest odporny na działanie grzybów strzępkowych (pleśni), ale pomimo swej porowatości nie stanowi również podłoża dla ich rozwoju.

Na podstawie badań przeprowadzonych przez CEBET w budynkach zalanych podczas powodzi [26, 27], wysychanie ścian jednowarstwowych następowało znacznie szybciej niż ścian ocieplonych. Jednocześnie należy podkreślić, że beton komórkowy cechuje się wysoką odpornością na ekstremalne zawilgocenia. Beton komórkowy w budynkach po powodzi nie stracił swoich właściwości użytkowych i parametrów technicznych.

W stosunku do ścian jednowarstwowych pojawia się czasami zarzut, że przy ich niestarannym wykonaniu, powstają prześwity w miejscach połączeń bloczków i to zarówno w spoinach pionowych, jak i poziomych. Wynika to z nierównomiernego (niezgodnego z podstawowymi zasadami murowania) rozłożenia zaprawy. Dlatego w przypadku ścian jednowarstwowych należy z jednej strony zwrócić uwagę na prawidłowe, zgodne z podstawowym i prostymi do zastosowania zasadami, murowanie ścian, a także na stosowanie odpowiednich tynków mineralnych o odpowiedniej grubości gwarantującej uszczelnienie wszystkich potencjalnych niedokładności wykonania. Dobrym rozwiązaniem jest zbrojenie tynków zewnętrznych poprzez wtopienie w nie siatki. Taka powłoka nie tylko zakrywa powstałe podczas murowania szczeliny, ale jest również odporna na ewentualne niewielkie zarysowania murów.

Należy pamiętać, że ocieplanie zewnętrznych ścian z betonu komórkowego z warstwą izolacji (systemem ETICS) powoduje najczęściej wolniejsze oddawanie wilgoci (wysychanie) tych ścian. Należy również pamiętać o tym, że współczynnik przewodzenia ciepła betonu komórkowego zależy od wilgotności ustabilizowanej. W prawidłowo wykonanych i użytkowanych zewnętrznych ścianach jednowarstwowych jest to najczęściej od 1,5 do 2 %, a w ścianach warstwowych przy utrudnionym wysychaniu może to być nawet dwa razy więcej.

6. Spełnienie wymagań budownictwa energooszczędnego w budynkach ze ścianami z betonu komórkowego

Jak łatwo zauważyć, zastosowanie dodatkowego ocieplenia na ścianach zewnętrznych nie jest rozwiązaniem jednoznacznie dobrym. Wprost przeciwnie skala problemów, jakie się wraz z nim pojawiają, powinna zmuszać do szukania rozwiązań alternatywnych. Bez wątplenia w przypadku takich wyrobów jak silikaty, większość ceramiki budowlanej czy też beton kruszywowy projektowanie zewnętrznych ścian jednowarstwowych jest po prostu niemożliwe, a doklejenie ocieplenia jest jednym z rozwiązań, które jest uzasadnione i powszechnie stosowane. Ale już w przypadku ścian z betonu komórkowego wykonanie zewnętrznej ściany jednowarstwowej zawsze było możliwe. Powszechnie są produkowane elementy murowe o dużej dokładności wymiarowej, które w prosty sposób łączy się

zaprawą cienkowarstwową. Wykonany w ten sposób mur jest jednorodny, a ponieważ jego obustronne otynkowanie jest obowiązkowe, nie istnieje praktycznie ryzyko powstania znaczących mostków cieplnych. Spełnienie obowiązujących dotychczas przepisów, nie stwarzało żadnych problemów przy projektowaniu i wykonawstwie wszystkich ścian (w tym i konstrukcyjnych) z betonu komórkowego w większości budynków w Polsce.

Budownictwo jest taką dziedziną, która szczególnie wymaga rozwiązań prostych, odpornych na błędy, a jednocześnie trwałych. Pomysł stosowania dodatkowego ocieplenia na ścianach powstał przy okazji konieczności termomodernizacji istniejących budynków. W takich przypadkach jest to oczywiście rozwiązanie mogące skutecznie wyeliminować problem niedostatecznej izolacji ciepłej, a jednocześnie akceptowane pod względem kosztów. Jednak prawidłowe wykonanie ocieplenia jest nadal wyzwaniem dla wielu wykonawców, a do tego trudno jest się oprzeć wrażeniu, że jest to rozwiązanie mało trwałe, prowizoryczne i tymczasowe. Ciekawa może być odpowiedź na pytanie, dlaczego tak powszechnie przyjęto do stosowania w nowych budynkach, rozwiązania prowizoryczne i tymczasowe, a do tego droższe i trudniejsze w prawidłowym wykonaniu? Szczególnie takim wykonaniu, aby równocześnie były spełnione wszystkie podstawowe wymagania.

Dane statystyczne dotyczące budownictwa mieszkaniowego, publikowane przez GUS pokazują, że w zależności od roku, w Polsce buduje się od 130 do 180 tys. mieszkań, z tego w budynkach jednokondygnacyjnych ok. 13%, dwukondygnacyjnych ok. 40%, a trzy kondygnacyjnych ok. 7%. Wynika z tego, że rocznie powstaje w Polsce od 80 do 110 tysięcy mieszkań w budynkach jednorodzinnych, dwurodzinnych i szeregowych, czyli takich, w których zastosowanie jednowarstwowych ścian zewnętrznych z betonu komórkowego nie stanowi ciągle żadnego problemu technicznego, czy też formalnego pod względem spełnienia obowiązujących wymagań.

Powstaje pytanie, czy w związku ze zwiększeniem wymagań ocieplanie również ścian z ABK stanie się koniecznością? A może jednak można z betonu komórkowego budować ściany zewnętrzne jednowarstwowe spełniające wymagania określone w rozporządzeniu [3]?

W [28] przedstawiono historyczny rozwój właściwości autoklawizowanego betonu komórkowego. Przedstawiono również perspektywy rozwoju odmian lekkich ABK w najbliższych latach. Osiągnięcia poszczególnych producentów potwierdzają te prognozy. Jeżeli za punkt odniesienia przyjmie się grubości ścian wykonywanych z różnych materiałów konstrukcyjnych i ocieplanych odpowiedniej grubości warstwą izolacji cieplnej, to już dzisiaj można wybudować ściany jednowarstwowe z ABK o zbliżonej grubości i również spełniające obowiązujące dzisiaj i w przyszłości wymagania. A przecież tak, jak potwierdza to najnowsze informacje, czołowi producenci betonu komórkowego ciągle poprawiają właściwości i równocześnie obniżają koszty swoich wyrobów.

Wzrost wymagań ochrony cieplnej, tak jak wcześniej i dzisiaj prowadzi do poprawy właściwości betonu komórkowego. W porównaniu do innych materiałów konstrukcyjnych w bardzo niewielkim stopniu sięgano do rozwiązań polegających na łączeniu ABK z materiałami izolacyjnymi. Prawdopodobnie dlatego, że w przypadku betonu komórkowego możliwości poprawy właściwości samego materiału są jeszcze bardzo duże. O ile wcześniej poprawa współczynnika przewodzenia ciepła ABK była związana głównie z obniżaniem jego gęstości, to teraz w znacznie większym stopniu wynika to z optymalizacji jego struktury i stosowania surowców o specjalnie dobranej właściwościach. Dużą wagę przykładają się również do sposobu przygotowywania i mieszania surowców. Te wszystkie działania prowadzą także do poprawienia innych właściwości użytkowych, istotnych z punktu widzenia zastosowania betonu komórkowego.

Innym sposobem poprawy właściwości termoizolacyjnych ścian z betonu komórkowego jest produkowanie szerszych elementów murowych i budowanie z nich grubszych ścian. W ten sposób z lekkich, „cieplejszych” odmian betonu komórkowego można budować ściany o zadowalających nośnościach, pomimo ich niższych wytrzymałości na ściskanie. Na przestrzeni kilkudziesięciu lat ściany z ABK pogrubiono z 240 mm, poprzez 360 mm do 420 mm, a nawet 480 mm. Tradycyjne mury ceglane miały przed pięćdziesięciu laty 510 mm szerokości. Wydaje się jednak, że dzisiaj dla jednowarstwowych ścian z ABK 480 mm to już jest za dużo.

Z obliczeń statycznych wynika, że do wykonywania ścian zewnętrznych niskich budynków mieszkalnych z betonu komórkowego, wystarczająca jest klasa wytrzymałości 2. Jednak ze względu na potrzebę zapewnienia większej swobody projektantom, korzystniejsze byłoby stosowanie elementów murowych z ABK klasy minimum 2,5. Do spełnienia zapisanego w [3] wymaganego od 2021 roku współczynnika przenikania ciepła $U_c \leq 0,2$ W/m²K, przy grubości muru 420 mm konieczny jest współczynnik przewodzenia ciepła $\lambda \leq 0,085$ W/mK. Już dzisiaj jest możliwe produkowanie na skalę przemysłową betonu komórkowego o takich właściwościach.

7. Podsumowanie

W obowiązującym w Unii Europejskiej prawie budowlanym nastąpiły w ostatnich latach zasadnicze zmiany [6], wymuszające na wszystkich uczestnikach procesu inwestycyjnego nowe spojrzenie na budynek. Dzisiaj najważniejszy jest użytkownik, jego zdrowie i bezpieczeństwo, dlatego również przy wyborze materiałów budowlanych i technologii ich zastosowania, należy zwracać uwagę na to, w jakim stopniu ułatwią lub utrudnią one spełnienie wszystkich wymagań podstawowych.

Zapewnienie możliwie najwyższego poziomu oszczędności energii i izolacyjności termicznej w budownictwie ma bardzo duże znaczenie. W Europie najwięcej energii zużywa się w budownictwie do ogrzania i podczas użytkowania budynków, dlatego tak ważne jest dążenie do osiągnięcia celów postawionych w prawie europejskim i związanych z oszczędnością energii w budownictwie.

Jednocześnie nie należy zapominać, że w budynkach, dla przebywających w nich ludzi jak i zwierząt, powinny być stworzone odpowiednie warunki niezagrażające ich zdrowiu i życiu. Pod tym względem nie ma uzasadnienia dla uprzywilejowania wymagania oszczędności energii i izolacyjności cieplnej w stosunku do wymagań ochrony przed hałasem, a także higieną, zdrowiem i środowiskiem.

Jeżeli projektant głównie koncentruje się na spełnieniu wymagań ochrony cieplnej, bardzo łatwo może popełnić błędy w innych obszarach. Im ostrzejsze są wymagania ochrony cieplnej i izolacyjności termicznej, tym przy zapominaniu podczas projektowania o innych wymaganiach, większa jest skala i waga tych błędów. Problem zaczyna to być szczególnie istotny, jeżeli projektuje się w oparciu o tradycyjne rozwiązania i dotychczasowe doświadczenia. Tym bardziej trudno jest liczyć na poprawienie tych błędów w kolejnych fazach realizacji inwestycji, na przykład podczas budowy, czy później już w trakcie użytkowania. W istniejącym budynku takie poprawki są zazwyczaj bardzo kosztowne, a na przykład w przypadku problemów z hałasem, często najlepszym sposobem skutecznego ich wyeliminowania jest wyburzenie wadliwego

obiektu i wybudowanie prawidłowo od nowa! Dlatego tak ważne jest kompleksowe podejście do projektowania.

W referacie ograniczyliśmy się do omówienia zagadnień związanych ze ścianami zewnętrznymi. Są to jedne z tych elementów budynku, które mają znaczący wpływ na zapewnienie ich odpowiedniej izolacyjności cieplnej i oszczędność energii, a które jednocześnie przy nieprawidłowym zaprojektowaniu i wykonaniu, mogą powodować odczuwalne problemy dla użytkowników ze względu na niespełnienie innych równie ważnych wymagań. Podane przez nas przykłady i obszary nie stanowią oczywiście pełnego katalogu możliwości popełniania błędów.

Zależało nam również na zwróceniu uwagi na konieczność całościowego podejścia do projektowania, budowania i użytkowania budynków, uwzględniającego spełnienie wszystkich wymagań na każdym etapie życia budynku.

Staraliśmy się również zwrócić uwagę na błędne, naszym zdaniem, ujednocianie rozwiązań technologiczno-konstrukcyjnych dla różnych materiałów i wyrobów budowlanych, nieuwzględniające ich różnych i czasami specyficznych właściwości. Nie mamy wątpliwości, że ze znakomitej większości materiałów budowlanych wprowadzanych do obrotu na podstawie zharmonizowanych specyfikacji technicznych można zaprojektować i wykonać budynki spełniające wszystkie wymagania. Z jednych materiałów i technologii uzyskuje się to łatwiej i taniej. Z innych do osiągnięcia wymagań, konieczne są skomplikowane rozwiązania, przy realizacji których możliwość popełnienia błędu jest wysoce prawdopodobna. Na przykładzie ścian zewnętrznych z autoklawizowanego betonu komórkowego staraliśmy się pokazać, że przy projektowaniu i stosowaniu materiałów i wyrobów budowlanych, projektant powinien nie tylko znać, ale również umiejętnie wykorzystywać ich zalety. Pełne wykorzystanie bardzo dobrych właściwości użytkowych betonu komórkowego można uzyskać stosując go właśnie do budowania jednowarstwowych konstrukcyjnych ścian zewnętrznych w niskich, kilkupiętrowych budynkach.

Literatura

- [1] L. Misiewicz: Rynek materiałów budowlanych do wznoszenia ścian w Polsce i Unii Europejskiej. Materiały Budowlane 4 (2004).
- [2] L. Misiewicz: Rynek materiałów budowlanych do wznoszenia ścian w Polsce w 2015 roku. Materiały Budowlane 4 (2016).
- [3] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 r. Nr 75 poz. 690 z późn. zm.).
- [4] Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/31/UE z dnia 19 maja 2010 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków (Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 153/13 z 18.6.2010).
- [5] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. 1994 r. Nr 89, poz. 414 z późn. zm.).
- [6] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) NR 305/2011 z dnia 9 marca 2011r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG (Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej L 88/5 z 4.4.2011).
- [7] Ustawa z dnia 29 sierpnia 2014 r. o charakterystyce energetycznej budynków (Dz. U. 2014 poz. 1200).
- [8] Ustawa z dnia 20 lutego 2015 o odnawialnych źródłach energii (Dz. U. 2015 poz. 478).
- [9] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 27 lutego 2015 r. w sprawie metodologii wyznaczania charakterystyki energetycznej budynku lub części budynku oraz świadectw charakterystyki energetycznej (Dz. U. 2015 poz. 376).
- [10] L. Drobiec, L. Misiewicz: Wpływ wymagań budownictwa energooszczędnego na spełnienie wymagań podstawowych ze szczególnym uwzględnieniem nośności i stateczności konstrukcji oraz ochrony przed hałasem. 61 Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN oraz Komitetu Nauki PZITB, Bydgoszcz-Krynica 2015. Tom 1: Budownictwo energooszczędne w Polsce – stan i perspektywy, Wydawnictwo Uczelniane Uniwersytetu Techniczno-Przyrodniczego, Bydgoszcz 2015.

- [11] L. Misiewicz: Spełnienie wymagań podstawowych przy remontach i wzmocnieniach budynków budownictwa ogólnego. XXX Warsztaty Projektanta Konstrukcji Budowlanych, Budownictwo ogólne, Szczyrk 2015, tom III.
- [12] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego (Dz. U. 2012 poz. 462).
- [13] J. Nurzyński: Ochrona przed hałasem w zrównoważonym budownictwie. Prace naukowe ITB, Warszawa 2013.
- [14] L. Dulak: Wpływ ocieplenia na izolacyjność akustyczna ściany zewnętrznej. Materiały Budowlane 8/2012.
- [15] ETAG 004 Guideline for European Technical Approval of External Thermal Insulation Composite Systems (ETICS) with Rendering. 2013 EOTA.
- [16] J. Nurzyński: Lekki system ocieplania ETICS – czy właściwości cieplne idą w parze z akustyką, Czasopismo Techniczne. Budownictwo, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, nr 2-B (2012).
- [17] J. Nurzyński: Wpływ bezspoinowego systemu ocieplania na właściwości akustyczne ściany. 55. Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN i Komitetu Nauki PZITB, Kielce–Krynica 2009, [w:] „Problemy naukowo-badawcze budownictwa”, t. I, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej 2009.
- [18] Instrukcja ITB nr 447/2009, Złożone systemy izolacji cieplnej ścian zewnętrznych budynków ETICS. Zasady projektowania i wykonanie. Warszawa 2009.
- [19] P. Sulik, B. Papis: Wybrane zagadnienia bezpieczeństwa pożarowego mające wpływ na rynek izolacji. Konferencja Izolacje. Materiały konferencyjne (2015).
- [20] Ł. Drobiec, R. Jasiński, A. Piekarczyk: Konstrukcje murewe według Eurokodu 6 i norm związanych. Tom 2. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2014.
- [21] PN-EN 1996-1-2:2010/NA:2010P: Eurokod 6. Projektowanie konstrukcji murowych. Część 1-2: Reguły ogólne. Projektowanie z uwagi na warunki pożarowe.
- [22] B. Zyska: Katastrofy, awarie i zagrożenia mikrobiologiczne w przemyśle i budownictwie. Politechnika Łódzka 2001.
- [23] A. Charkowska: Zanieczyszczenia w instalacjach klimatyzacyjnych i metody ich usuwania. IPPU MASTA 2003.
- [24] D. Gregorowicz-Warpas, A. Pałubicka, A. Wolski, K. Kaiser: Czyste powietrze w salach operacyjnych. Materiały szkoleniowe dla pielęgniarek epidemiologicznych. Polskie Stowarzyszenie Pielęgniarek Epidemiologicznych. Wrocław 2005.
- [25] A. Krogulski, K. Kanclerski: Czystość mikrobiologiczna powietrza w szpitalach. Pomieszczenia klimatyzowane. Przegląd Epidemiologiczny 63/2009.
- [26] T. Rybarczyk, G. Zapotoczna-Sytek: Odporność betonu komórkowego na zawilgocenia. Izolacje 5/2011.
- [27] G. Zapotoczna-Sytek, J. Bodzak, M. Dragan, M. Łaś: Zachowanie się betonu komórkowego w ścianach budynków po powodzi w lipcu 1997 r. XLIV Konferencja Naukowa Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN i Komitetu Nauki PZITB, Poznań - Krynica, 1998.
- [28] M. Małecki, J. Małolepszy, L. Misiewicz: Beton komórkowy – materiał budowlany z przyszłością. VIII Konferencja Dni Betonu, Wisła 2014.