



Barbara Szudrowicz*
z zespołem**

DOŚWIADCZENIA ITB JAKO INSTYTUCJONALNEGO RZECZOZNAWCY W ZAKRESIE PROBLEMATYKI SPECJALISTYCZNEJ ODNOSZĄCEJ SIĘ DO FIZYKI BUDOWLI I OCHRONY ŚRODOWISKA

1. Wprowadzenie

W ostatnich 20-30 latach nastąpiły ogromne zmiany w podejściu do wymagań, jakim powinny odpowiadać budynki. Wzrost zakresu i poziomu wymagań obejmuje zarówno zagadnienia jakości środowiska wewnętrznego w budynkach z uwagi na konieczność lepszego dostosowania go do potrzeb użytkowników budynku, jak też zagadnienia szeroko rozumianej ochrony środowiska zewnętrznego w powiązaniu ze zrównoważonym budownictwem zapewniającym właściwe warunki życia obecnym i przyszłym pokoleniom, w tym zmniejszenie zapotrzebowania na surowce naturalne i energię.

Dużego znaczenia w ocenie projektowanych i istniejących budynków nabierają, zatem zagadnienia specjalistyczne odnoszące się do fizyki budowli i ochrony środowiska. Przyjmując podział tej problematyki wg ustawy Prawo budowlane (Art. 5.1.) [1] należy wymienić wymagania odnoszące się do:

- odpowiedniej charakterystyki energetycznej budynków oraz racjonalizacji użytkowania energii,
- ochrony przed hałasem i drganiami,
- odpowiednich warunków higienicznych i zdrowotnych oraz ochrony środowiska.

Uwzględnienie tych zagadnień w pracy rzeczoznawcy nie jest możliwe jedynie w oparciu o wiedzę ogólnobudowlaną. Są to zagadnienia, które wymagają nie tylko bardzo dobrego rozeznania i doświadczenia w poszczególnych specjalistycznych dziedzinach, ale także umiejętności operowania warsztatem pracy, umożliwiającym prowadzenie specjalistycznych badań i obliczeń w odniesieniu do konkretnej sytuacji, wykorzystujących nowoczesne techniki pomiarowe i obliczeniowe.

* dr hab. inż. – Instytut Techniki Budowlanej

** dr inż. Robert Geryło, dr inż. Krzysztof Kasperkiewicz, dr inż. Halina Prejzner, dr inż. Marek Dohojda – Instytut Techniki Budowlanej

Tak duże wymagania w stosunku do rzeczoznawcy budowlanego wskazują na konieczność jasnego określenia jego specjalności i ścisłej współpracy między specjalistami różnych dziedzin.

W referacie przedstawiono przykłady podejścia do szeregu problemów eksperckich w specjalistycznych dziedzinach dotyczących fizyki budowli i ochrony środowiska na przykładzie działalności Instytutu Techniki Budowlanej jako instytucjonalnego rzeczoznawcy.

2. Charakterystyka energetyczna budynków oraz racjonalizacja użytkowania energii w budynkach

2.1. Zakres zagadnień odnoszących się do charakterystyki energetycznej budynków oraz racjonalizacji użytkowania energii w budynkach

Fakt, że w budynkach zużywane jest około 40 % wytwarzanej w Polsce energii świadczy o tym, że eksploatacyjna energochłonność budynków jest zagadnieniem pierwszorzędnej wagi. Największa część energii dostarczanej do budynków, wg publikowanych szacunków ponad 70%, wykorzystywana jest do ich ogrzewania, a wydatki ponoszone z tego tytułu są dominującym, lub, co najmniej istotnym, składnikiem kosztów eksploatacyjnych. W związku z tym, że temperatura wewnętrzna jest podstawowym czynnikiem kształtującym komfort w pomieszczeniach przeznaczonych na stały pobyt ludzi, przypadki jej niezapewnienia powodują skargi i żądania interwencji od użytkowników budynku lub poszczególnych lokali.

Ogrzewanie pomieszczeń zapewniają rozwiązania konstrukcyjno-instalacyjno-materiałowe zastosowane w budynku. W kolejnych edycjach Rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie podane były szczegółowe wymagania dotyczące wartości temperatury wewnętrznej, jaka powinna być zapewniona w okresie sezonu ogrzewczego w ogrzewanych pomieszczeniach, zależnie od ich przeznaczenia, obliczania i wyposażania instalacji ogrzewczych oraz zasad określania izolacyjności cieplnej przegród obudowy budynku.

Należy zaznaczyć, że w ramach nowelizacji Rozporządzenia [2] przeprowadzonej w listopadzie 2008 r., zakres wyżej wymienionych wymagań uległ rozszerzeniu, ponieważ objęto nimi również instalacje ciepłej wody użytkowej. Zmiany te wynikają z regulacji zawartych w dyrektywie 2002/91/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 16 grudnia 2002 r. w sprawie charakterystyki energetycznej budynków. W sposobie stawiania wymagań energetycznych wprowadzono wiele zmian. Do oceny energetycznej wszystkich rodzajów budynków wprowadzony został nowy wskaźnik EP [kWh/(m²·rok)], określający roczne obliczeniowe zapotrzebowanie na nieodnawialną energię pierwotną w budynku, wprowadzony w miejsce uprzednio stosowanego wskaźnika E określającego zapotrzebowanie na energię końcową (ciepło) do ogrzewania budynku w sezonie ogrzewczym, który stosowany był tylko w odniesieniu do budynków mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego. Nowe regulacje wprowadzone do rozporządzenia dają możliwość wyboru między dwoma sposobami spełniania wymagania określonego w paragrafie 328 ust. 1 Rozporządzenia, dotyczącego utrzymania na racjonalnie niskim poziomie ilości ciepła, chłodu i energii elektrycznej potrzebnych do użytkowania budynku zgodnie z przeznaczeniem.

Zastosowanie pierwszego sposobu postępowania pozwala na osiągnięcie zgodności z przepisami w sposób stosunkowo prosty, polegający zasadniczo na spełnieniu wymagań cząstkowych dotyczących izolacyjności cieplnej poszczególnych elementów obudowy budynku, co obowiązywało również przed zmianą przepisów.

Drugi, bardziej skomplikowany obliczeniowo, sposób polega na sprawdzeniu, czy obliczona dla budynku wartość wskaźnika zapotrzebowania na energię pierwotną budynku EP

nie przekracza wartości maksymalnej określonej w rozporządzeniu, zależnej od przeznaczenia budynku, jego wyposażenia w instalację chłodzącą oraz współczynnika kształtu bryły budynku. Wzory służące do określania nieprzekraczalnych (maksymalnych) wartości wskaźnika EP podane zostały w rozporządzeniu. Natomiast wartość wskaźnika EP dla projektowanych budynków, uwzględniającego wszystkie wymagane składniki bilansu energetycznego, oblicza się stosując metodologię podaną w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 6 listopada 2008 r. w sprawie metodologii obliczania charakterystyki energetycznej budynku i lokalu mieszkalnego lub części budynku stanowiącej samodzielną całość techniczno-użytkową oraz sposobu sporządzania wzorów świadectw ich charakterystyki energetycznej. Zastosowanie takiego sposobu spełnienia wymagań energetycznych stwarza dużą swobodę w projektowaniu budynku, dzięki możliwości wzajemnej kompensacji wartości cech technicznych poszczególnych ustrojów budowlanych i urządzeń instalacyjnych budynku, mających wpływ na sumaryczne zapotrzebowanie energii pierwotnej dla budynku. I tak na przykład zmniejszoną, korzystną z tych lub innych względów, izolacyjność cieplną jednej ściany zewnętrznej można skompensować zwiększoną izolacyjnością innych przegród, np. okien lub stropodachu. Ograniczenie tej swobody wynika z konieczności spełnienia wymagań dotyczących zabezpieczenia pomieszczeń przed kondensacją pary wodnej na powierzchni nieprzezroczystych przegród, która najczęściej prowadzi do powstania zagrzybienia w miejscach jej występowania.

Dopuszczenie tego drugiego sposobu spełnienia warunków energetycznych stawia przed rzeczoznawcami dokonującymi oceny budynku w zakresie oszczędności energii i izolacyjności cieplnej nowe zadania, wymagające znacznie rozbudowanego warsztatu badawczego niż stosowany dotychczas, oraz wiedzy dotyczącej nie tylko zagadnień konstrukcyjno-materiałowych, lecz również instalacyjnych.

2.2. Przykłady metod pracy rzeczoznawcy w zakresie problematyki dotyczącej charakterystyki energetycznej budynków i racjonalizacji użytkowania energii

2.2.1. Dane ogólne

Przypadki związane z użytkowaniem energii w budynkach, które zgłaszane są do ITB w celu wykonania ekspertyzy najczęściej odnoszą się do następujących sytuacji:

- a) niedogrzewanie budynku lub niektórych jego pomieszczeń, w okresie całego sezonu ogrzewczego, lub występujące w okresie silnych mrozów, które jest przedmiotem skargi i interwencji użytkowników budynku,
- b) wysokie koszty ogrzewania budynku lub niektórych lokali, lub duże różnice w wysokości tych opłat,
- c) tzw. przemarzanie przegród zewnętrznych budynku, objawiające się powstawaniem kondensacji pary wodnej, a w większości przypadków również zagrzybienia na wewnętrznych powierzchniach tych przegród w miejscu występowania mostków cieplnych,
- d) weryfikacji obliczeń wykonywanych w celu spełnienia wymagań dotyczących oszczędności energii i izolacyjności cieplnej.

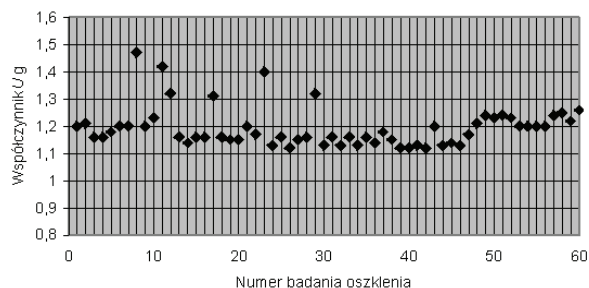
Problemy a) do c), które ujawniają się dopiero w trakcie użytkowania budynku stanowiły, jak dotychczas, największą grupę zagadnień zgłaszanych do Instytutu jako rzeczoznawcy instytucjonalnego. W każdym przypadku wykonanie ekspertyzy polega na ocenie istniejącej sytuacji, ustalenie przyczyn jej powstania oraz zaproponowania środków zaradczych. Ekspertyzy dotyczące ogrzewania budynków zawierają z reguły szereg analiz, ponieważ nieprawidłowości w tym zakresie mogą wynikać z różnych błędów popełnionych na etapie projektowania, wznoszenia i eksploatacji budynku, a do wykonania tych analiz w licznych przypadkach niezbędne jest przeprowadzenie badań przy użyciu specjalnej aparatury lub złożonych obliczeń komputerowych. Należy zaznaczyć, że, zdjęcia kamera

termowizyjną dające jedynie zgrubny, jakościowy obraz izolacyjności cieplnej obudowy budynku, nie są wystarczające do opracowania ekspertyzy technicznej, a w szczególności nie wskazują przyczyn lokalnego obniżenia tej izolacyjności, którymi mogą być błędy projektowe, wykonawcze, lub zła jakość użytych materiałów lub wyrobów budowlanych.

2.2.2. Niedostateczna izolacyjność cieplna przegród zewnętrznych

Straty ciepła przez przenikanie stanowią w większości budynków podstawowy składnik bilansu energetycznego budynku, a maksymalne wartości współczynnika przenikania ciepła przez przegrody przezroczyste i nieprzezroczyste są określone w wymaganiach zawartych w przepisach budowlanych [2]. Z praktyki wiadomo, że częstą przyczyną niedogrzewania pomieszczeń, lub większego niż przewidywane zużycia energii na ogrzewanie, może być mniejsza niż określona w projekcie izolacyjność cieplna elementów obudowy budynku. Do 2009 r. niedoszacowanie strat ciepła przez przegrody nieprzezroczyste budynku było usankcjonowane przez obowiązujące w tym okresie przepisy budowlane, ponieważ w obliczeniach strat ciepła wykonywanych wg PN-B-03406:1994 [3] nie uwzględniano strat ciepła przez mostki cieplne, zarówno konstrukcyjne – liniowe, powstające na połączeniu poszczególnych elementów obudowy budynku, jak też strukturalne – najczęściej punktowe, występujące w miejscu mocowania warstwy materiału termoizolacyjnego. Na podstawie ekspertyz wykonanych w ITB można stwierdzić, że szczególnie zaniżane były wartości współczynnika przenikania ciepła w przypadkach lekkich ścian osłonowych, lub ścian masywnych ocieplanych materiałem termoizolacyjnym układanym na profilach metalowych. Określenie izolacyjności cieplnej tych złożonych pod względem konstrukcyjno-materiałowym przegród możliwe jest wyłącznie metodą komputerowej symulacji przepływu ciepła przez te przegrody, lub metodą badań fizykalnych, które jednak ze względu na dużo większy koszt i czas trwania badań oraz ich dużą niepewność, praktycznie obecnie nie są już stosowane.

Obecnie liczba ekspertyz dotyczących weryfikacji izolacyjności cieplnej powinna ulec zmniejszeniu, ponieważ zmienione zostały zasady obliczeń strat ciepła, które od 2009 r. należy wykonywać wg PN-EN 12831:2006 [4], z uwzględnieniem liniowych mostków cieplnych. Należy zaznaczyć, że nadal nie są brane pod uwagę w obliczeniach strat ciepła punktowe mostki cieplne, które występują w miejscu mocowania warstwy materiału termoizolacyjnego do podłoża. W instrukcji ITB dotyczącej projektowania i wykonywania złożonych systemów izolacji cieplnej ETICS (dawniej stosowany skrót BSO) [5] podano metodę obliczania dodatkowej grubości warstwy materiału termoizolacyjnego konieczną dla skompensowania wpływu tych łączników.



Rys. 1 Wyniki badań współczynnika przenikania ciepła oszkleń o deklarowanej przez producenta wartości $U_g = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$, wykonanych w Laboratorium Izolacji Termicznych ITB

W ekspertyzach dotyczących izolacyjności cieplnej przegród przezroczystych często stwierdza się mniejszą niż deklarowana wartość współczynnika przenikania ciepła oszklenia (rys. 1), co jest przyczyną zwiększonych strat ciepła przez okna.

2.2.3. Identyfikacja przyczyn wystąpienia zagrzybienia na wewnętrznej powierzchni obudowy

Jednym z częściej występujących defektów, będących przedmiotem ekspertyz wykonywanych w ITB, który występuje zwłaszcza w pomieszczeniach mieszkalnych jest lokalne zagrzybienie powstające na powierzchni wewnętrznej obudowy w obszarze oddziaływania większych mostków cieplnych.

W ramach diagnostyki przyczyn pojawienia się i rozwoju zagrzybienia rozpatruje się:

- wycinek obudowy (na ogół połączenie przegród lub węzeł konstrukcyjny),
- cieplne i wilgotnościowe warunki w pomieszczeniu, w tym intensywność wentylacji,
- warunki klimatyczne.

W praktyce eksperckiej głównie sprawdza się następujące możliwe przyczyny wystąpienia zagrzybienia:

- błędne zaprojektowanie węzła konstrukcyjnego z uwagi na jego jakość cieplną, na ogół polegające na lokalnym braku izolacji cieplnej,
- niewłaściwe wykonanie, polegające np. na niezastosowaniu przewidzianej w projekcie izolacji cieplnej,
- niewłaściwe użytkowanie pomieszczenia pod względem warunków cieplnych i wilgotnościowych, zwykle polegające na niedostosowaniu intensywności wentylacji do emisji wilgoci.

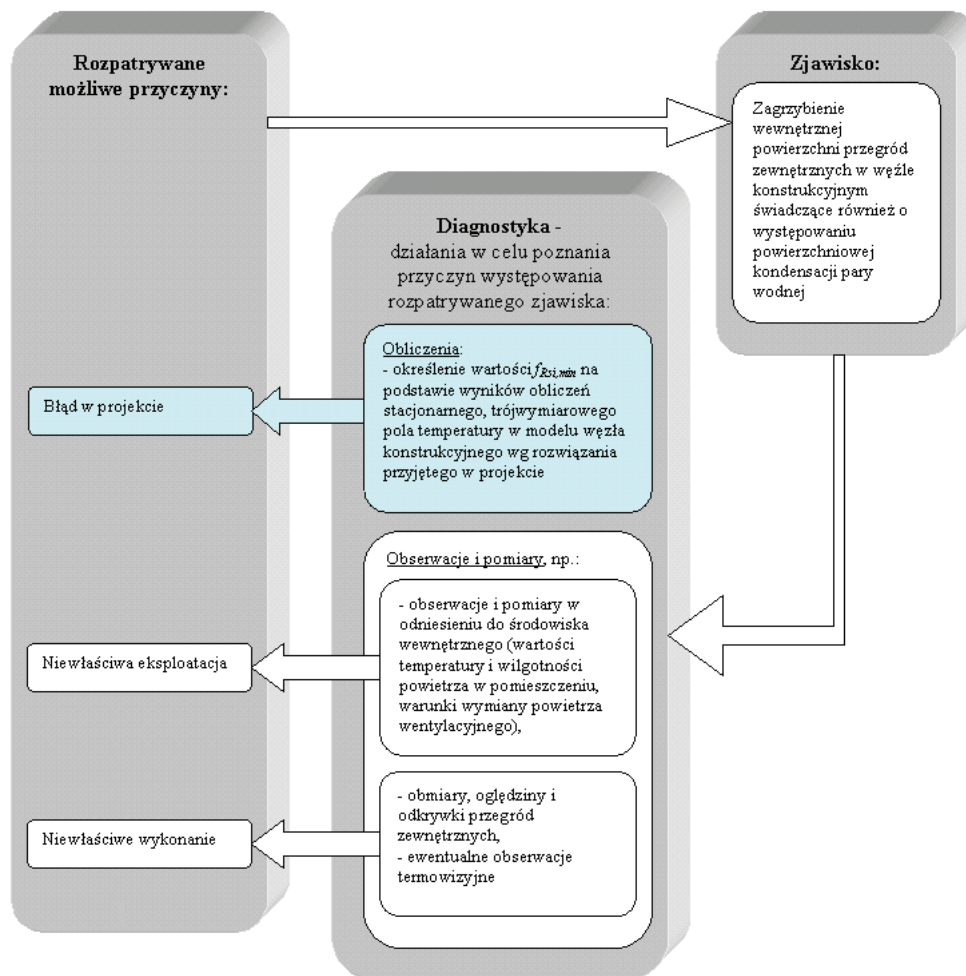
Schemat procedury diagnostycznej przyczyn zagrzybienia i kondensacji pary wodnej przedstawiono na rys. 2.

Z krajowych doświadczeń ostatnich lat wynika, że najczęściej występują jednocześnie:

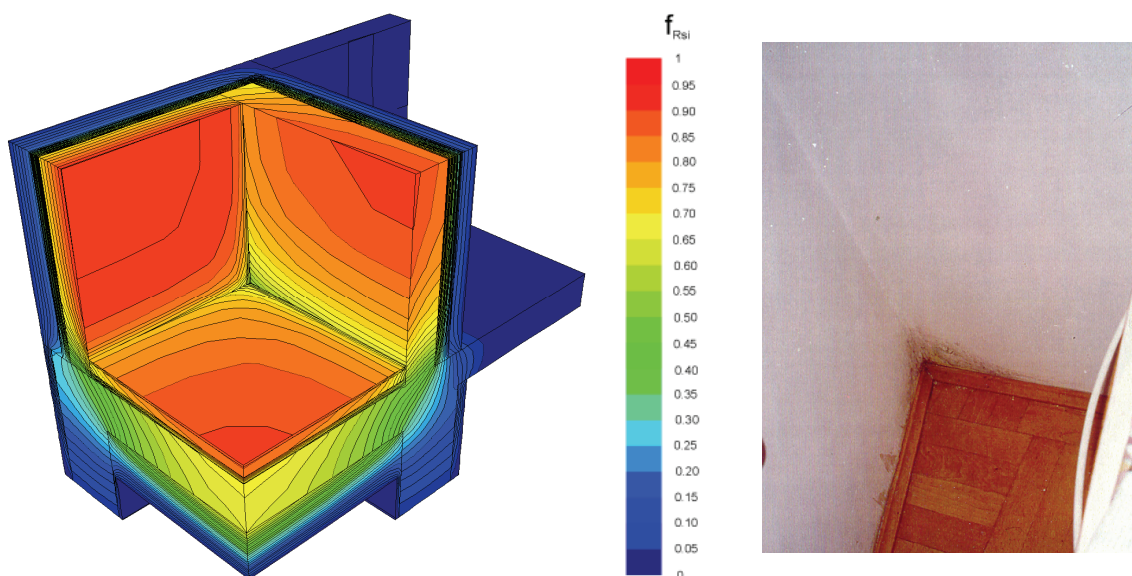
- niewłaściwe zaprojektowanie węzła konstrukcyjnego pod względem jego jakości cieplnej,
- niedostosowanie intensywności wentylacji do emisji wilgoci w pomieszczeniu.

Od kilku lat stosuje się udoskonalone kryterium oceny. Przyjmuje się obecnie, że warunkiem koniecznym do rozwoju zagrzybienia jest kondensacja kapilarna w wierzchniej warstwie materiału przegrody, a nie jak dotychczas zakładano kondensacja pary wodnej na jej powierzchni. Według PN-EN ISO 13788 [6] zakłada się, że prawdopodobieństwo wystąpienia zagrzybienia na wewnętrznej powierzchni masywnych przegród, w przypadku materiałów o budowie kapilarno-porowatej jest niewielkie, jeżeli średnia miesięczna wilgotność względna powietrza wewnętrznego przy tej powierzchni pozostaje niższa od 80 %. Sprawdzenie polega wówczas na porównaniu minimalnej wartości temperatury wewnętrznej powierzchni obudowy, w rozpatrywanym węźle konstrukcyjnym θ_{si} , w stanie ustalonych warunków wymiany ciepła (średnie miesięczne), z wartością krytyczną tej temperatury $\theta_{si \text{ min}}$, określoną wg normy [6], która uwzględnia eksploatacyjne warunki cieplne i wilgotnościowe w pomieszczeniu. Zagrzybienie powstaje, gdy $\theta_{si} \leq \theta_{si \text{ min}}$.

Z uwagi na wielowymiarowy charakter pola temperatury w obszarze węzłów konstrukcyjnych temperaturę θ_{si} wyznacza się na podstawie komputerowych obliczeń symulacyjnych (rys. 3).



Rys. 2 Schemat procedury diagnostycznej przyczyn zagrzybienia i kondensacji pary wodnej



Rys. 3 Rozkład izoterm w węźle konstrukcyjnym i zdjęcie „zagrzybionego” naroża

3. Ochrona przed hałasem i drganiami pomieszczeń w budynkach oraz środowiska przed emisją hałasu z budynku do otoczenia

3.1. Zakres i charakterystyka zagadnień objętych problematyką ochrony przed hałasem i drganiami oraz ogólne metody oceny poszczególnych zjawisk akustycznych

Zgodnie z Rozporządzeniem w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [2] wymaganie dotyczące ochrony przed hałasem i drganiami przedstawione jest w formie wymagań częściowych obejmujących:

- a) minimalną izolacyjność akustyczną przegród wewnętrznych i zewnętrznych w budynku,
- b) dopuszczalny poziom hałasu przenikającego do pomieszczeń chronionych (ze szczególnym uwzględnieniem hałasu instalacyjnego pochodzącego od technicznego wyposażenia budynku),
- c) dopuszczalny poziom drgań przenoszonych na elementy budynku z podłoża, a także pochodzących od instalacji stanowiących techniczne wyposażenie budynku,
- d) dopuszczalny lub optymalny (w zależności od przeznaczenia pomieszczenia) czas pogłosu pomieszczenia,
- e) dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku wynikające z emisji hałasu z budynku (hałas powstający w wyniku użytkowania budynku lub/i działania urządzeń stanowiących techniczne wyposażenie budynku).

Wszystkie wymienione rodzaje wymagań dotyczą działania hałasu i drgań o różnych zakresach częstotliwości fali akustycznej (np. hałasy odbierane jako dźwięki niskie, średnie czy wysokie). Określenie poszczególnych właściwości akustycznych budynku musi zatem odnosić się do różnych przedziałów częstotliwości, w wyniku czego uzyskuje się zbiór danych charakteryzujących dany parametr akustyczny w budynku. Dla uproszczenia wymagania (za wyjątkiem wymagań dotyczących czasu pogłosu) i poszczególne parametry akustyczne budynku przedstawia się w formie jednoliczbowych wskaźników wyznaczonych na podstawie odpowiedniego zbioru danych zgodnie z normami PN-EN [7], [8] oraz zasadami pomiarowego i obliczeniowego wyznaczania poziomu dźwięku A.

Wskaźniki jednoliczbowe służą do oceny badanej sytuacji akustycznej w budynku w stosunku do wymagań ujętych określonymi przepisami (są to normy PN lub inne przepisy przywołane w rozporządzeniu [2]). Przy ocenie o charakterze diagnostycznym niezbędne jest niejednokrotnie odniesienie się do wartości danego parametru w poszczególnych pasmach częstotliwości, gdyż tylko takie dane pozwalają na ustalenie przyczyn występujących mankamentów akustycznych w budynku i prawidłowe określenie środków zaradczych.

Ze względu na skomplikowany charakter zjawisk akustycznych podstawową metodą określenia wartości liczbowych poszczególnych parametrów akustycznych budynku i jego otoczenia jest przeprowadzenie pomiarów metodami zgodnymi z odpowiednimi normami PN-EN. Zasada ta dotyczy także metod określania poszczególnych właściwości akustycznych wyrobów budowlanych stosowanych przy wznoszeniu budynku. Pomiary akustyczne powinny być wykonane przyrządami odpowiedniej klasy dokładności, posiadającymi aktualne świadectwo legalizacji. Na te elementy powinien bezwzględnie zwrócić uwagę rzeczoznawca wykonujący badania lub korzystający z wyników badań przeprowadzonych przez inną jednostkę.

W pracy rzeczoznawcy można także wspomóc się obliczeniami akustycznymi oraz, przy szacunkowej ocenie, wykorzystać doświadczenia w zakresie oceny wpływu poszczególnych rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych na warunki akustyczne w budynku. Przykłady zastosowania tego rodzaju metod zostały przedstawione w p. 3.2.

Parametry akustyczne budynku poddawane są ciągłej subiektywnej ocenie dokonywanej przez użytkowników budynku. Negatywna subiektywna ocena warunków akustycznych nie

może być uznana za dowód, że budynek nie odpowiada wymaganiom akustycznym ujętym w przepisach budowlanych. W pracy rzeczoznawcy nie można jednak całkowicie pomijać czynnika subiektywnej oceny, zwłaszcza w przypadku hałasów instalacyjnych, które są szczególnie uciążliwe dla użytkowników budynków (zwłaszcza budynków mieszkalnych).

3.2. Przykłady metod pracy rzeczoznawcy w odniesieniu do poszczególnych problemów akustycznych

3.2.1. Dane ogólne

Przypadki, z którymi może spotkać się rzeczoznawca zajmujący się zagadnieniami akustycznymi w budownictwie odnoszą się najczęściej do następujących sytuacji:

- e) w trakcie użytkowania budynku ujawniły się mankamenty akustyczne, które powodują skargi i interwencje użytkowników budynku,
- f) przewidywane jest przeznaczenie części istniejącego budynku na inną niż dotychczas funkcję związaną z wprowadzeniem do budynku nowych źródeł hałasu i/lub drgań,
- g) w procesie inwestycyjnym przewidziane jest sprawdzenie właściwości akustycznych danego rozwiązania na podstawie badań laboratoryjnych lub terenowych,
- h) inwestor w kontrakcie na realizację obiektu zapisał warunek potwierdzenia pomiarami kontrolnymi spełnienia zapisanych w umowie wymagań akustycznych.

Mankamenty akustyczne budynku ujawniające się w trakcie użytkowania budynku stanowiły, jak dotychczas, największą grupę problemów zgłaszanych do Instytutu jako rzeczoznawcy instytucjonalnego i odnosiły się praktycznie do wszystkich zagadnień objętych wymaganiami cząstkowymi wymienionymi w p. 3.1. W każdym przypadku pierwszym zadaniem było ocenienie istniejącej sytuacji przy wykorzystaniu metod obiektywnych (najczęściej wymagane jest przeprowadzenie pomiarów kontrolnych), a następnie ustalenie przyczyn powstałych mankamentów akustycznych oraz określenie środków zaradczych. Te trzy zadania w odniesieniu do poszczególnych właściwości akustycznych budynku lub jego otoczenia wymagają różnego podejścia i zastosowania różnych technik pracy, co zostało omówione poniżej.

3.2.2. Niedostateczna w ocenie subiektywnej izolacyjność przegród wewnętrznych

Parametrem podlegającym wymaganiom (a także poddawany ocenie subiektywnej przez użytkowników budynku) jest izolacyjność od dźwięków powietrznych ścian i stropów oraz izolacyjność od dźwięków uderzeniowych stropów. Negatywna subiektywna ocena izolacyjności akustycznej nie może być uznana za dowód nie spełnienia obowiązujących w tym zakresie wymagań, które podane są w normie PN-B-02151-3:1999 [9]. Z tego względu pierwszym etapem pracy rzeczoznawcy powinno być ustalenie rzeczywistych parametrów akustycznych rozpatrywanych przegród w budynku. Nie można tego ocenić na podstawie odsłuchu, lub nawet pomiaru poziomu hałasu przenikającego przez przegrodę od rzeczywistych źródeł (a takie błędne podejście zdarza się w orzeczeniach technicznych).

Jedyną właściwą metodą jest przeprowadzenie pomiarów akustycznych zgodnie z normami z serii PN-EN ISO 140 [10]. Wyniki takich pomiarów ujmują zarówno jakość rozwiązań projektowych, jak i jakość akustyczną zastosowanych wyrobów budowlanych i jakość wykonawstwa, jednak bez wydzielenia wpływu tych czynników składowych na ostateczną wartość izolacyjności akustycznej przegrody. Z tego względu niezbędne jest przeprowadzenie dodatkowej analizy, aby wstępnie ocenić, który z czynników może mieć decydujący wpływ na parametry akustyczne rozpatrywanej konstrukcji. Wykonanie takiej analizy wymaga przeprowadzenia w niektórych przypadkach obliczeń np. wg PN-EN 12354-1:2002 i PN-EN 12354-2:2002 [11]. Pomocny przy wykonaniu obliczeń jest Poradnik ITB nr 406/2005 [12] oraz Instrukcje ITB nr 394/2004 [13] (w nowelizacji) i nr 448/2009 [14]. Szereg mankamentów wykonawczych doświadczony rzeczoznawca może ocenić na

podstawie wizji lokalnej i analizy przebiegu w funkcji częstotliwości charakterystyk izolacyjności akustycznej określonych na podstawie pomiarów wykonanych w budynku. Szczegółowa analiza wyników pomiarów jest jednym z podstawowych narzędzi wykorzystywanych w pracach eksperckich prowadzonych w Zakładzie Akustyki ITB.

Płyta stropowa, bez względu na konstrukcję, nie zapewnia odpowiedniej izolacyjności od dźwięków uderzeniowych. Z tego względu ocenie rzeczoznawcy w tym zakresie podlega podłoga pod kątem prawidłowości doboru i jakości zastosowanych materiałów izolacyjnych, a także jakości wykonawstwa (np. właściwe, konsekwentne zastosowanie w podłodze izolacji przyściennej, co może być ocenione na podstawie wizji lokalnej).

Szczególnie trudnym problemem z uwagi na właściwości akustyczne stropu są nadbudowy budynku (lub adaptacja strychów na cele mieszkalne), zwłaszcza w przypadku stropów drewnianych lub ceramicznych starej generacji. Wiele takich spraw wpływało do Instytutu. W tych przypadkach, przy opracowywaniu orzeczeń często niezbędna jest współpraca akustyka i specjalisty od konstrukcji budowlanych.

3.2.3. Hałas instalacyjny oraz hałas pochodzący od innych źródeł wewnętrznych przenikający do pomieszczeń chronionych

Ocena poziomu hałasu instalacyjnego przenikającego do pomieszczeń jest jednym z najtrudniejszych problemów do oceny przez rzeczoznawcę. Ze względu na skomplikowany charakter tego rodzaju hałasu, zazwyczaj stosunkowo niskie poziomy, wpływ poziomu tła akustycznego, przeprowadzenie pomiarów wymaga dużego doświadczenia oraz stosowania wysokiej klasy mierników poziomu dźwięku (o niskich poziomach własnego szumu).

Przy ocenie hałasu instalacyjnego, zwłaszcza w budynkach mieszkalnych nie można całkowicie pomijać odczuć subiektywnych, które przy małym poziomie tła akustycznego w pomieszczeniu mogą wskazywać na znaczną uciążliwość hałasu instalacyjnego nawet przy poziomach mieszczących się w granicach dopuszczalnych. Takie przypadki wymagały indywidualnego potraktowania (patrz Instrukcja ITB nr 358/1998 [15]), a niekiedy wsparcia się ocenami medycznymi.

Trudności w ocenie hałasu instalacyjnego w pomieszczeniach chronionych wynikają także z pewnych mankamentów normy określającej dopuszczalne poziomy hałasu, która pochodzi z 1987 r. [16]. Norma ta będzie wkrótce nowelizowana przy uwzględnieniu zasad pomiaru hałasu instalacyjnego ujętych w odpowiednich normach pomiarowych PN EN ISO.

Przyczyną nadmiernego poziomu hałasu przenikającego do pomieszczeń może być niewłaściwa jakość akustyczna urządzeń instalacyjnych oraz brak zabezpieczeń przeciwdrganiowych, co powoduje rozprzestrzenianie się hałasu po budynku drogami materiałowymi. Z doświadczeń ITB wynika, że brak zabezpieczeń przeciwdrganiowych jest główną przyczyną przenikania hałasów instalacyjnych, szczególnie w przypadkach bezpośredniego sąsiedztwa pomieszczeń technicznych i pomieszczeń chronionych.

Źródłem hałasu przenikającego do pomieszczeń chronionych mogą być także urządzenia instalacyjne usytuowane na zewnątrz budynku (np. na dachu). W takich przypadkach zagrożenie hałasem może odnosić się zarówno do środowiska, jak też do pomieszczeń w danym budynku oraz pomieszczeń w budynkach sąsiednich.

Odrębnym zagadnieniem są hałasy przenikające do pomieszczeń chronionych w wyniku istnienia w budynku pomieszczeń niezwiązanych funkcjonalnie z danym budynkiem. Dotyczy to szczególnie budynków mieszkalnych i sytuowania w nich lokali z działalnością rozrywkową, szkół tańca, fitness klubów itp. W tym przypadku rzeczoznawca napotyka na duże trudności w ocenie zagrożenia hałasem pomieszczeń chronionych, bowiem istniejąca norma PN [16] nie odnosi się bezpośrednio do tego rodzaju zakłóceń akustycznych. Z dotychczasowych doświadczeń Zakładu Akustyki wynika, że w tej sytuacji należałoby

stosować kryteria oceny hałasu analogiczne jak kryteria stosowane do oceny wartości maksymalnych hałasu instalacyjnego.

3.2.4. Hałas zewnętrzny przenikający do pomieszczeń chronionych

Skargi na przenikające do pomieszczeń hałasy zewnętrzne należy w pracy rzeczoznawcy wiązać zarówno z brakiem odpowiednich zabezpieczeń akustyczno-urbanistycznych, jak również z niedostateczną izolacyjnością akustyczną ściany zewnętrznej (szczególnie okien). Obu tych zagadnień powinny dotyczyć analizy istniejącej sytuacji (w tym pomiary i uzupełniające obliczenia) i przyjęte w wyniku tej analizy zalecenia. W tych przypadkach może okazać się niezbędna współpraca między specjalistami w dziedzinie akustyki budowlanej i urbanistycznej, a urbanistami, architektami i konstruktorami.

3.2.5. Ocena jakości akustycznej pomieszczeń ze względu na występowanie hałasu pogłosowego

Hałas pogłosowy powstaje w pomieszczeniu w wyniku odbić fali dźwiękowej od przegród otaczających pomieszczenie. Występujący w takim przypadku nadmiernie duży czas pogłosu powoduje nie tylko zwiększenie ogólnego poziomu hałasu w pomieszczeniu, ale pogarsza słyszalność i zrozumiałość pożądaných w danym pomieszczeniu sygnałów akustycznych (mowy, muzyki, a także dźwięków ostrzegawczych np. sygnalizacji p-poż). Ten problem dotyczy takich pomieszczeń jak np. klasy szkolne o różnym przeznaczeniu, sale gimnastyczne, pływalnie, duże wnętrza typu „open space” i wiele innych (w referacie nie uwzględnia się pomieszczeń o szczególnych wymaganiach akustycznych jak np. studia nagrań, sale teatralne, kinowe, koncertowe). Czas pogłosu pomieszczenia może być wstępnie oszacowany na podstawie obliczeń przeprowadzonych wg normy PN-EN-12354-6:2005 [12]. Ostateczna wartość czasu pogłosu stanowiąca podstawę do ustalenia niezbędnych adaptacji akustycznych o właściwościach dźwiękochłonnych powinna być określona na podstawie pomiarów [17]. Do czasu ustanowienia normy określającej zalecane czasy pogłosu omawianych pomieszczeń można korzystać z danych zawartych w Komentarzu do rozporządzenia w sprawie warunków technicznych wydanym przez ITB w 2009 r. [18]

2.3.6. Ocena parametrów akustycznych całych budynków lub ich fragmentów

Tego typu sprawy kierowane są do rzeczoznawcy zarówno w przypadku wystąpienia zastrzeżeń do parametrów akustycznych istniejących budynków, jak też w spotykanych coraz częściej przypadkach żądania inwestorów pomiarowego potwierdzenia przez wykonawcę osiągnięcia przez budynek parametrów akustycznych zapisanych w kontrakcie na wykonanie obiektu. Pierwszym etapem pracy rzeczoznawcy powinno być przygotowanie programu badań kontrolnych, wybór najbardziej reprezentatywnych fragmentów budynku do przeprowadzenia badań, wskazanie warunków i metod przeprowadzenia badań oraz zasad uogólnienia wyników badań. Jako kryterium oceny wyników badań przyjmuje się wymagania wynikające z przepisów budowlanych lub wymagania zapisane w kontrakcie, jeżeli są one wyższe od obowiązujących wymagań minimalnych.

W ocenie akustycznej istniejącego budynku nie można pominąć ewentualnego zagrożenia drganiami, bowiem oprócz bezpośredniego wpływu drgań na człowieka są one przyczyną zwiększenia ogólnego poziomu hałasu w pomieszczeniu [19]

Ocenie akustycznej na podstawie pomiarów mogą podlegać także wzorcowe fragmenty budynku (np. zestawy pokoi hotelowych, ściany międzymieszkaniowe, podłogi). Pomiary takie należy traktować jako istotny element procesu projektowania budynku.

Przeznaczenie części istniejącego budynku na inną niż dotychczas funkcję związane jest często z wprowadzeniem do budynku nowych źródeł hałasu i/lub drgań – w tej sytuacji niezbędne jest określenie potencjalnych zagrożeń wibroakustycznych i dróg przenoszenia

hałasu i drgań do pomieszczeń chronionych oraz ocena możliwości i sposobu wprowadzenia odpowiedniej ochrony przeciwdźwiękowej i przeciwdrganiowej. Zadania te wymagają przeprowadzenia zarówno prac pomiarowych, jak i analitycznych. Z tego typu zagadnieniami spotkał się Zakład Akustyki np. w przypadku oceny możliwości adaptacji części budynku biurowego na pomieszczenia przeznaczone dla jednego z teatrów muzycznych (sale prób).

4. Problematyka ochrony powietrza w budynku i ochrony środowiska

4.1. Zakres i charakterystyka zagadnień objętych problematyką ochrony powietrza w budynku i ochrony środowiska

Ludzie ponad 80% czasu spędzają w pomieszczeniach zamkniętych i zasadnicze znaczenie dla ich samopoczucia, a często zdrowia ma jakość środowiska wewnętrznego. Jednym z czynników kształtujących komfort wewnątrz budynku jest czystość powietrza. Zależy ona od obecności w nim różnego rodzaju zanieczyszczeń w postaci gazów, par, pyłów (np. azbestowych) pochodzących ze źródeł występujących w danym pomieszczeniu – materiałów budowlanych, wyposażenia, urządzeń, instalacji, działalności użytkowników lub z powietrza atmosferycznego. Na zanieczyszczenie powietrza wskazują utrzymujące się uciążliwe zapachy lub materiały, które nie spełniają obowiązujących norm higienicznych np. wyroby zawierające azbest. Są one powodem licznych skarg użytkowników budynków.

Zgodnie z Rozporządzeniem w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie [2] w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi stężenie i natężenie czynników szkodliwych dla zdrowia, wydzielanych przez grunt, materiały i stałe wyposażenie oraz powstających w trakcie użytkowania zgodnego z przeznaczeniem, nie może przekraczać wartości dopuszczalnych, określonych w przepisach sanitarnych i bhp. W budynkach takich nie wolno stosować wyrobów emitujących związki (gazy, pary i pyły) szkodliwe dla zdrowia lub zapachowe. Tylko w przypadkach, gdy są one emitowane w niedopuszczalnym stężeniu jedynie przez ograniczony czas, można je wbudować, ale pod warunkiem, że użytkowanie pomieszczeń, w których materiały te zostały zastosowane nastąpi po upływie terminu karencji. Pomieszczenia nie mogą być także źródłem emisji szkodliwych substancji do środowiska zewnętrznego (np. w wyniku emisji włókien azbestu).

Szczegółowe wymagania dotyczące dopuszczalnych wartości stężeń substancji zanieczyszczających w powietrzu objęte są przepisami innych resortów. Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej [20] określa dopuszczalne wartości stężeń w powietrzu pomieszczeń 35 substancji uznanych za szkodliwe dla zdrowia. Zawiera ono także wykaz substancji chemicznych, których zawartość w wyrobach budowlanych podlega ograniczeniu, bądź zakazowi. Należą do nich np. azbest, czterochlorek węgla, chlorofenole, kadm i ołów w postaci pigmentu, wyroby pochodzące z przeróbki węgla (smoła, lepiki), węglowodory aromatyczne (do 20% zawartości). Przepisy Ministra Środowiska [21] określają wartości odniesienia dla substancji w powietrzu atmosferycznym.

Kolejnym, bardzo istotnym zanieczyszczeniem powietrza są włókna azbestowe, zwłaszcza niewidoczne dla oka drobne włókna tzw. respirabilne. Ich źródłem są głównie wyroby budowlane zawierające azbest. Do Polski od 1945 r. sprowadzono ponad 2 mln. ton azbestu, z którego około 85% wykorzystano właśnie do produkcji wyrobów budowlanych. Szacuje się, że samych płyt azbestowo-cementowych na dachach i elewacjach jest ponad 15 milionów ton. Do tego dochodzą rury azbestowo-cementowe, uszczelki, sznury azbestowe uszczelniające, miękkie płyty i masy torkretowe, masy uszczelniające, izolacje cieplne itp. Z mocy Ustawy o zakazie stosowania wyrobów zawierających azbest [22], wprowadzono liczne przepisy regulujące postępowanie z wyrobami zawierającymi azbest, w tym sposób oceny ich stanu i możliwości bezpiecznego użytkowania, zasady prowadzenia demontażu

wyrobów azbestowych z obiektów i sposoby zabezpieczania wyrobów przed emisją włókien azbestu do środowiska.

Poza ochroną środowiska wewnętrznego, coraz większego znaczenia nabierają ostatnio działania związane z minimalizacją negatywnego wpływu budownictwa na środowisko. Zachowanie zgodności z zasadami zrównoważonego rozwoju wymaga nie tylko od gotowych obiektów, ale też od procesów inwestycyjnych i technologii produkcji wyrobów budowlanych wysokich standardów w zakresie ochrony środowiska. Temu służą między innymi opinie oddziaływania na środowisko.

Ze względu na interdyscyplinarny charakter problematyki ochrony środowiska praca rzeczoznawcy ITB daleko wykracza poza sprawy czysto budowlane i wymaga od eksperta znajomości zagadnień chemicznych, toksykologicznych, materiałowych oraz ochrony środowiska. Tylko dzięki głębokiej znajomości problemu, doświadczeniu i możliwościom nowoczesnej aparatury kontrolno-pomiarowej wykonywane ekspertyzy rozwiązać mogą problemy związane z higieną i bezpieczeństwem środowiska budowlanego.

4.2. Przykłady metod pracy rzeczoznawcy w odniesieniu do poszczególnych problemów związanych z ochroną powietrza w budynku i ochroną środowiska

4.2.1. Dane ogólne

Przypadki związane z zapewnieniem użytkownikom obiektów odpowiednich warunków higienicznych, zdrowotnych i ochrony środowiska, które zgłaszane są do ITB w celu wykonania ekspertyzy najczęściej odnoszą się do następujących sytuacji:

- a) nieprzyjemne zapachy w pomieszczeniach, które ujawniły się w trakcie użytkowania budynku lub po remoncie, które są przedmiotem skarg i interwencji użytkowników budynku,
- b) obecność wyrobów zawierających azbest i obowiązki, jakie nakładają na właściciela obowiązujące przepisy,
- c) obecność materiałów zanieczyszczonych metalami ciężkimi i innymi substancjami w budynkach remontowanych lub rewitalizowanych,
- d) ocena oddziaływania inwestycji lub procesu technologicznego na środowisko.

Największą grupę problemów zgłaszanych do Instytutu, jako rzeczoznawcy instytucjonalnego, stanowią zagadnienia objęte punktami a) i b). Instytut zajmuje się problematyką zanieczyszczeń powietrza substancjami chemicznymi i włóknami azbestu od ponad 35 lat. W latach 70-tych, w okresie intensywnego rozwoju budownictwa, wprowadzono do stosowania wiele nowych wyrobów budowlanych, o bardzo dobrych właściwościach technicznych, ale o niezbadanym wpływie na środowisko (azbest, Xylamit). Mimo postępu technologicznego w produkcji materiałów budowlanych, płyty drewnopochodne, wyroby izolacyjne, środki biologicznie czynne, tworzywa sztuczne, farby i lakiery, kity nadal są poważnym źródłem zanieczyszczenia powietrza w budynkach. W każdym przypadku wykonanie ekspertyzy polega na wizji lokalnej, zebraniu informacji na temat zastosowanych materiałów oraz prowadzonej w pomieszczeniu działalności, ocenie istniejącej sytuacji, ustaleniu jej przyczyn oraz zaproponowaniu działań zaradczych.

Duże zainteresowanie problematyką azbestu w budownictwie jest głównie wynikiem działań podjętych w celu systematycznego usuwania azbestu z terytorium kraju i minimalizacji zagrożenia dla zdrowia ludzi, jakie niosą drobne włókna azbestowe.

Ekspertyzy związane z ochroną powietrza w pomieszczeniach, zarówno w przypadku substancji chemicznych, jak i włókien azbestu oraz badania zawartości szkodliwych substancji w wyrobach i elementach budowlanych wymagają przeprowadzenia badań przy użyciu specjalistycznej aparatury badawczej.

Podczas opracowywania ocen oddziaływania inwestycji lub procesu technologicznego na środowisko, główny nacisk jest skierowany na zebranie danych od producenta obejmujących: zużycie surowców i energii, powstające zanieczyszczenia, możliwości recyklingu, transport, wykorzystanie terenu, innowacyjność technologii i ich ocenę jakościową lub ilościową w pełnym cyklu istnienia (LCA) zgodnie z PN-EN 15251 [23] i prEN 15978 [24].

4.2.2. Zanieczyszczenie chemiczne powietrza w budynkach

Wyczuwalny zapach substancji chemicznych w pomieszczeniach połączony często z odczuciem dyskomfortu lub nawet z dolegliwościami zdrowotnymi może być wynikiem emisji zanieczyszczeń z: materiałów budowlanych, wyposażenia, instalacji, skutkiem działalności użytkownikom lub pochodzić z powietrza atmosferycznego. Stopień zanieczyszczenia powietrza określany jest na podstawie wyników badań laboratoryjnych próbki powietrza pobranej w pomieszczeniu. Badania wykonuje się metodą chromatografii gazowej z detektorem FID i zestawem TD/GC/MS lub metodą chromatografii cieczowej. Ustalenie źródła emisji szkodliwych substancji wymaga przeprowadzenia wizji lokalnej, pobrania prób powietrza w celu identyfikacji i ilościowego oznaczenia występujących składników oraz wytypowania prób wyrobów budowlanych i elementów wyposażenia do badań laboratoryjnych. Łączna ocena składników występujących w powietrzu pomieszczeń oraz emitowanych przez pobrane próbki pozwala zidentyfikować główne źródła zanieczyszczeń. Badania emisji chemicznej z materiałów pobranych w budynkach wykonuje się metodą komorową zgodnie z PN-EN ISO 16000-9: 2009 [25]. Według ekspertyz przeprowadzonych w ostatnich latach, największe zanieczyszczenie powietrza wewnętrznego powodują materiały hydroizolacyjne, wykładziny podłogowe, kleje do parkietu oraz nadal, mimo upływu 34-let od wprowadzenia zakazu stosowania w pomieszczeniach – Xylamit. Są one źródłem wielu substancji lotnych jak ksylen, styren, toluen, etylobenzen, terpeny, formaldehyd, butanol, cykloheksanol, octan butylu, octan metoksypropylu, węglowodory alifatyczne, plastyfikatory np. TXIB. Większość z tych związków jest szkodliwa dla zdrowia i podlega przepisom ograniczającym ich stężenie w pomieszczeniach.

4.2.3. Ochrona środowiska przed zanieczyszczeniem azbestem

W obiektach budowlanych wzniesionych przed 1997 r. mogą znajdować się wyroby zawierające azbest nie tylko w postaci widocznych dachów eternitowych lub płyt azbestowo-cementowych elewacyjnych, ale także w instalacjach i urządzeniach, miejscach niewidocznych i trudnodostępnych. Należy je zgodnie z przepisami zinwentaryzować i poddać ocenie pod kątem możliwości dalszego użytkowania. Zarówno inwentaryzacja, jak i ocena powinna być wykonana przez specjalistów potrafiących zlokalizować wyrób oraz dokonać jego prawidłowej oceny. W zależności bowiem od jej wyniku podejmowana jest następnie decyzja o możliwości dalszego użytkowania wyrobów (wyroby tzw. twarde lub zabezpieczone powłoką) lub konieczności natychmiastowego ich usunięcia. Często usytuowanie, rodzaj i stan techniczny wyrobu niezależnie od wizualnej oceny wymaga dokonania specjalistycznych pomiarów zanieczyszczenia powietrza włóknami respirabilnymi azbestu uwolnionymi z wyrobu. Jest to obiektywne kryterium oceny stanu higienicznego powietrza wewnętrznego bezpośrednio informujące o zagrożeniu użytkowników. Podjęcie demontażu wyrobów związane jest zawsze z bardziej lub mniej kontrolowaną destrukcją wyrobu i emisją pyłu azbestowego do powietrza. Przykładowe wartości stężenia włókien azbestowych podczas demontażu kontrolowanego przez ITB wynoszą: od 13 tys. nawet do 1 mln. $wł/m^3$ (demontaż wyrobów miękkich w pomieszczeniach) przy zanieczyszczeniu powietrza przed rozpoczęciem robót poniżej 1000 $wł/m^3$ [26]. Badanie czystości powietrza wewnętrznego należy także przeprowadzić po usunięciu azbestu z budynku. Pozwala to

ocenić jakość wykonanych robót demontażowych, jak również bezpiecznie udostępnić obiekt do użytkowania potwierdzając niski poziom pyłów respirabilnych azbestu w powietrzu.

Zagrożenia związane z obecnością azbestu dotyczą nie tylko powietrza, ale także wody i gruntu. Z tego typu zagadnieniami Zakład Fizyki Ciepłej, Instalacji Sanitarnych i Środowiska zetknął się podczas badania zanieczyszczenia terenów po zamkniętych zakładach przetwórstwa azbestu. Dysponując odpowiednią aparaturą (w ITB wykorzystuje się technikę mikroskopii polaryzacyjnej i elektronowej) możliwe jest wykonywanie badań jakościowych i ilościowych zanieczyszczeń azbestem wody i gruntu, ścieków i odpadów.

5. Zagadnienia promieniotwórczości naturalnej wyrobów budowlanych

5.1. Przepisy i kryteria dotyczące oceny w zakresie promieniotwórczości naturalnej wyrobów budowlanych

Przepisy prawne w sprawie wymagań dotyczących zawartości izotopów promieniotwórczych w surowcach i materiałach budowlanych stosowanych w budynkach przeznaczonych na stały pobyt ludzi i inwentarza żywego, a także w opadach przemysłowych stosowanych w budownictwie odnoszą się do potasu K-40, radu Ra-226 i toru Th-228.

Zawarte są one w Ustawie Prawo budowlane [1] i Ustawie Prawo atomowe [27] oraz w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 2 stycznia 2007 r. w sprawie wymagań dotyczących zawartości izotopów promieniotwórczych potasu K-40, radu Ra-226 i toru Th-228 w surowcach i materiałach stosowanych w budynkach przeznaczonych na stały pobyt ludzi i inwentarza żywego, a także w opadach przemysłowych stosowanych w budownictwie oraz kontroli zawartości tych izotopów [28].

Zawartość izotopów w wyrobie określa się wskaźnikami aktywności f_1 , f_2 wyrażonymi zależnościami:

$$f_1 = \frac{S_K}{3000} + \frac{S_{Ra}}{300} + \frac{S_{Th}}{200} \quad (1)$$

$$f_2 = S_{Ra} \quad (2)$$

gdzie: S_K, S_{Ra}, S_{Th} - oznaczają stężenia izotopów K-40, Ra-226 i Th-228 [Bq/kg]

Identyczny wskaźnik f_1 przyjęto w poradniku: Radiological protection principles concerning the natural radioactivity of building materials - Radiation Protection 112 (EC 1999) [29].

Zgodnie z ww. przepisami wartości wskaźników aktywności f_1 i f_2 podlegają ograniczeniom w zależności od przeznaczenia danego wyrobu i wynoszą od $f_1=1$; $f_2=200$ Bq/kg w przypadku wyrobów stosowanych w budynkach przeznaczonych na stały pobyt ludzi i inwentarza żywego do $f_1=7$; $f_2=2000$ Bq/kg w przypadku wyrobów stosowanych w budowlach podziemnych. Oprócz tak sformułowanego wymagania w stosunku do wyrobów budowlanych obowiązują dodatkowo ograniczenia dotyczące:

- wzrostu rocznej dawki efektywnej (skutecznej) od promieniotwórczości naturalnej, który nie może być większy niż 1 mSv/y)
- stężenia radonu w pomieszczeniu mieszkalnym (nie powinien przekroczyć $200 \text{ Bq} / \text{m}^3$ - jest to tzw. poziom referencyjny)
- przy stosowaniu odpadów przemysłowych w obiektach terenowych (m. n. drogi, obiekty sportowe) ograniczenie mocy dawki pochłoniętej na poziomie 1 m nad powierzchnią terenu (do wartości $0,3 \text{ nGy} / \text{h}$).
-

5.2. Metoda diagnostyki

Ocena wyrobu budowlanego w zakresie stężeń naturalnych izotopów promieniotwórczych wymaga przeprowadzenia badań przy wykorzystaniu specjalistycznej aparatury pomiarowej. Niezwykle istotne jest przy tym zachowanie wszelkich procedur badawczych w tym warunków i czasu pomiaru, właściwy wybór próbek do badań tak, aby były one reprezentatywne dla danego wyrobu, a także przestrzeganie zasad sposobu przechowywania próbek przed przeprowadzeniem badań. Niedotrzymanie warunków w którymkolwiek elemencie procesu badawczego zawsze prowadzi do zafałszowania wyniku badania.

Zalecana do stosowania metoda badania stężeń naturalnych izotopów promieniotwórczych jest metodą porównawczą. Polega ona na analizie widma promieniowania gamma w trzech kanałach pomiarowych, odpowiadających trzem przedziałom energii promieniowania izotopów: potasu K-40, szeregu uranowego (Ra-226) i szeregu torowego (Th-228), w odniesieniu do badanej próbki i trzech objętościowych wzorców promieniotwórczych wymienionych izotopów. Oznaczanie stężeń naturalnych izotopów promieniotwórczych w wyrobach budowlanych zaleca się wykonywać za pomocą aparatury spektrometrycznej z detektorami scyntylacyjnymi lub półprzewodnikowym.

Podczas pobierania próbek z określonej partii wyrobów obowiązują odpowiednie procedury. Rozróżnia się przy tym trzy rodzaje próbek: pierwotną, reprezentatywną i laboratoryjną. Definicje i charakterystyki tych próbek oraz sposoby ich pobierania określają odpowiednie normy [30],[31],[32]. Próbką laboratoryjną powinna być dostarczona w szczelnym i trwałym opakowaniu (na przykład w zamkniętym naczyniu lub worku z tworzywa sztucznego). Ważne jest, aby wraz z próbką dostarczone były wszystkie niezbędne dokumenty pozwalające na jej właściwą identyfikację.

Metodyce badań promieniotwórczości naturalnej wyrobów budowlanych poświęcone jest szereg publikacji np.[33], [34], [35].

5.3. Rodzaje wyrobów budowlanych zgłaszanych do ITB do badań.

Kontrolne badania promieniotwórczości naturalnej surowców, materiałów i wyrobów budowlanych w tym ceramicznych są prowadzone w ITB od 1981 roku.

W dziale surowców badane są: żuźle paleniskowe i pomiedziowe, popioły lotne, mieszanki popiołowo-żuźłowe, kruszywa kopalniane i inne. Z zakresu badań wyrobów gotowych wykonuje się badania np. cegły ceramicznej, cegły silikatowej, betonu, żuźlobetonu, płytek ceramicznych itp. Przykłady wyników badań przedstawiono w tablicy 1

Tabela 1. Wybrane wyniki badań promieniotwórczości naturalnej wyrobów budowlanych
[wykonane w ITB w latach 2005-2009]

Lp.	Nazwa wyrobu	liczba próbek	średni f_1	max f_1	średni f_2	max f_2
1	gips naturalny	78	0,08	0,18	16	33
2	glina, ility	420	0,48	0,93	42	228
3	piasek	147	0,11	0,28	6	20
4	żwir rzeczny	24	0,44	0,63	26	35
5	kruszywo granitowe	45	0,74	0,88	35	64
6	popioły lotne	1184	0,80	1,51*	106	267*
7	żuźle paleniskowe	720	0,63	1,12*	79	177
8	żuźle pomiedziowe	51	1,27*	1,38*	308*	337*
9	fosfogipsy	70	1,14*	2,12*	387*	461*
10	beton zwykły	88	0,26	0,33	16	32
11	żuzłobeton	178	0,55	0,82	69	115
12	cegła ceramiczna	453	0,55	0,87	56	139
13	cegła silikatowa	28	0,14	0,25	9	18
14	wapno palone	64	0,09	0,13	24	42

* przekroczenia wartości dopuszczalnych

6. Uwagi końcowe

1. Zwiększenie wymagań w stosunku do budynków o zagadnienia jakości środowiska wewnętrznego oraz zagadnienia ochrony środowiska zewnętrznego w powiązaniu z zasadami zrównoważonego budownictwa stawiają przed rzeczoznawcą budowlanym nowe wyzwania odnoszące się do kompleksowego podejścia do problemów budowlanych wymagających rozstrzygnięć technicznych.
2. Działalność rzeczoznawcy budowlanego nie może ograniczać się wyłącznie do bezpieczeństwa konstrukcji, a wielokrotnie musi odnosić się do szeregu wymagań specjalistycznych obejmujących zagadnienia ciepłno-wilgotnościowe, oszczędności energii, jakości akustycznej budynków i obiektów budowlanych, jakości powietrza wewnętrznego (w odniesieniu do zanieczyszczeń chemicznych i włóknami azbestowymi oraz promieniotwórczości naturalnej pochodzącej z wyrobów budowlanych). Istotnymi zagadnieniami, które nie mogą pozostawać poza zakresem działalności rzeczoznawcy budowlanego są wymagania dotyczące minimalizacji ujemnego oddziaływania budownictwa na środowisko.
3. Wykonanie ekspertyzy technicznej obejmującej tak szeroki zakres zagadnień wymienionych w p. 2 najczęściej przekracza możliwości jednego, nawet bardzo doświadczonego, rzeczoznawcy budowlanego. Stąd potrzeba ścisłej współpracy między specjalistami poszczególnych branż. Rzeczoznawca budowlany powinien natomiast mieć wyrobiony pogląd na złożoność problematyki i ogólne rozeznanie dotyczące warsztatu pracy w zakresie poszczególnych specjalności, co jest warunkiem nawiązania niezbędnej współpracy ze specjalistami właściwymi w danej problematyce.
4. Diagnostyka omówionych w referacie problemów specjalistycznych wymaga w większości przypadków przeprowadzenia badań. Wnioski wyciągnięte na podstawie tych badań będą prawidłowe tylko wtedy, gdy pomiary zostaną przeprowadzone metodami zgodnymi z odpowiednimi normami (obecnie są to najczęściej normy PN-EN lub PN-EN ISO), przyrządami posiadającymi aktualne świadectwa legalizacyjne. Badania wykonywane przez osoby lub jednostki nieposiadające odpowiednich formalnych uprawnień nie powinny być wykorzystywane w pracy rzeczoznawcy.

Piśmiennictwo

- [1] Ustawa Prawo budowlane z dnia 7 lipca 1994 r. (tekst jednolity Dz. U. z 2006 r. nr 156, poz. 1118 wraz z późniejszymi zmianami)
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 marca 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 56, poz. 461)
- [3] PN-B-03406:1994 Ogrzewnictwo – Obliczanie zapotrzebowania na ciepło pomieszczeń o kubaturze do 600 m³
- [4] PN-EN 12831:2006 Instalacje ogrzewcze w budynkach – Metoda obliczania projektowego obciążenia cieplnego
- [5] Złożone systemy izolacji cieplnej ścian zewnętrznych budynków ETICS. Zasady projektowania i wykonywania. Wydawnictwo ITB z serii Instrukcje, Wytyczne, Poradniki, nr 447/2009
- [6] PN-EN ISO 13788:2003 Ciepłno-wilgotnościowe właściwości komponentów budowlanych i elementów budynku – Temperatura powierzchni wewnętrznej konieczna do uniknięcia krytycznej wilgotności powierzchni i kondensacja międzywarstwowa – Metody obliczania
- [7] PN-EN ISO 717-1 i 2:1999 Akustyka – Ocena izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych –1: Izolacyjność od dźwięków powietrznych, 2:Izolacyjność od dźwięków uderzeniowych
- [8] PN-88/B-02171 Ocena wpływu drgań na ludzi w budynkach
- [9] PN-B-02151-3:1999 Akustyka budowlana – Ochrona przed hałasem w budynkach – Izolacyjność akustyczna przegród w budynkach oraz izolacyjność akustyczna elementów budowlanych – Wymagania.
- [10] PN-EN ISO 140 Akustyka – Pomiary izolacyjności akustycznej w budynkach i izolacyjności akustycznej elementów budowlanych; część 4:2000, 7:2000
- [11] PN-EN 12354 Akustyka budowlana – Określenie właściwości akustycznych budynków na podstawie właściwości elementów – Część 1:2002, 2:2002, 3:2003, 4:2003, 6:2005
- [12] Szudrowicz B.: Metody obliczania izolacyjności akustycznej między pomieszczeniami w budynku wg PN-EN 12354-1:2002 i PN-EN 12354-1:2002. Wydawnictwo ITB z serii Instrukcje, Wytyczne, Poradniki, nr 406/2005
- [13] Szudrowicz B., Tomczyk P.: Właściwości dźwiękoizolacyjne ścian, dachów, okien i drzwi oraz nawiewników powietrza zewnętrznego. Wydawnictwo ITB z serii Instrukcje, Wytyczne, Poradniki, nr 448/2009
- [14] Żuchowicz-Wodnikowska I.: Zasady doboru podłóg z uwagi na izolacyjność od dźwięków uderzeniowych stropów masywnych. Wydawnictwo ITB z serii Instrukcje, Wytyczne, Poradniki, nr 394/2004
- [15] Mirowska M.: Ocena hałasu niskoczęstotliwościowego w pomieszczeniach mieszkalnych. Wydawnictwo ITB z serii Instrukcje, Wytyczne, Poradniki nr 358/1998.
- [16] PN-87/B-02151/02 Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Dopuszczalne wartości poziomu dźwięku w pomieszczeniach
- [17] PN EN ISO 3382:2001. Akustyka. Pomiar czasu pogłosu pomieszczenia w powiązaniu z innymi parametrami akustycznymi
- [18] Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie – tekst ujednolicony po nowelizacji z komentarzem. Praca zbiorowa pod redakcją K. Kukulskiego. Wydawnictwo ITB 2009
- [19] Niemas M.: Wpływ drgań od ruchu komunikacyjnego na warunki akustyczne w budynkach mieszkalnych W: 24 Wiadomości Izby Projektowania Budowlanego 2003, nr 10
- [20] Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 12.03.1996 r. w sprawie dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia, wydzielanych przez materiały budowlane, urządzenia i elementy wyposażenia w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi (Mon. Polski nr 19 poz. 231)
- [21] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 r. w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. nr 16, poz. 87)
- [22] Ustawa z dnia 19 czerwca 1997 r. o zakazie stosowania wyrobów zawierających azbest (tekst jednolity Dz. U. z 2004 r. Nr 3, poz. 20)
- [23] PN-EN 15251: 2007 Kryteria środowiska wewnętrznego, obejmujące warunki cieplne, jakość powietrza wewnętrznego, oświetlenie i hałas

- [24] prEN 15978 Sustainability of construction works. Assessment of environmental performance of buildings. Calculation method.
- [25] PN-EN ISO 16000-9: 2009 Powietrze wewnątrz. Część 9. Oznaczanie emisji lotnych związków organicznych z wyrobów budowlanych i wyposażenia. Badanie emisji metodą komorową.
- [26] Ocena zagrożeń obiektów budowlanych zanieczyszczonych pyłem azbestowym i metody kontroli zagrożeń. Materiały seminarium szkoleniowego, ITB, 13-14 październik 2009.
- [27] Ustawa z dnia 29 listopada 2007 r. - Prawo atomowe (Dz. U. z 2007 r. nr 42 poz. 276)
- [28] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 2 stycznia 2007 r. w sprawie wymagań dotyczących zawartości izotopów promieniotwórczych potasu K-40, radu Ra-226 i toru Th-228 w surowcach i materiałach stosowanych w budynkach przeznaczonych na stały pobyt ludzi i inwentarza żywego, a także w opadach przemysłowych stosowanych w budownictwie oraz kontroli zawartości tych izotopów (Dz. U. z 2007 r. Nr 4, poz. 29)
- [29] Radiological protection principles concerning the natural radioactivity of building materials - Radiation Protection 112 (EC 1999)
- [30] Ratajczak T., Gaweł A., Górniak K., Muszyński M., Szydłak T., Wyszomirski P.: Charakterystyka popiołów lotnych ze spalania niektórych węgli kamiennych i brunatnych. [W]: Masy popiołowo-mineralne i ich wykorzystanie w górnictwie węglowym. PTMin Prace Specjalne, z. 13: 9-34, 1999.
- [31] PN-EN ISO 10545-1:1999 – Płytki i płyty ceramiczne - Pobieranie próbek i warunki odbioru
- [32] PN-EN 932-1:1999 Badania podstawowych właściwości kruszyw - Metody pobierania próbek
- [33] Biuletyn PAA: Bezpieczeństwo Jądrowe i Ochrona Radiologiczna. Nr 4(74), Warszawa 2008. s. 30-31
- [34] Brunarski L., Krawczyk M.: Badania promieniotwórczości naturalnej surowców i materiałów budowlanych – Komentarz do Instrukcji ITB 234/2003. Prace ITB-kwartalnik, nr 4(132), Warszawa 2003
- [35] Brunarski L., Krawczyk M.: Problemy pomiarowe w badaniach promieniotwórczości naturalnej materiałów budowlanych. Prace ITB-kwartalnik, nr 4(124), Warszawa 2004

ITB'S EXPERIENCE AS CORPORATE BUILDING SURVEYOR IN SPECIALISED ISSUES REGARDING BUILDINGS PHYSICS AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

Summary

Contemporary regulations regarding the quality of buildings and environmental protection require from a building surveyor not only to deal with the safety of the construction but also with a number of other specialised issues. In the paper methods of surveyor's work regarding hygro-thermal issues, energy saving, acoustic quality of buildings, indoor air quality (in respect for chemical pollutants and asbestos fibres as well as natural radioactivity in building products) are discussed. Problems regarding limitation of the negative impact of the building sector on environment are also studied.