

JAKOŚĆ POWIETRZA W BUDYNKACH MIESZKALNYCH

AIR QUALITY RESIDENTIAL BUILDINGS

doc. dr inż. Jarosław WASILCZUK,

dr inż. Marian SOBIECH

Wojskowa Akademia Techniczna, Warszawa

Artykuł recenzowany

Streszczenie

W referacie omówiono istotne zagrożenia jakości powietrza wewnętrznego w budownictwie mieszkaniowym oraz sposoby ich ograniczania. Dotyczą one głównie rozbieżności między danymi technicznymi przyjętymi do projektu instalacyjnego, a rzeczywistością występującymi w czasie eksploatacji budynku.

Słowa kluczowe: budynki mieszkalne, powietrze, eksploatacja budynku

Summary

The paper discusses the significant dangers of indoor air quality in housing and ways how to reduce them. They relate mainly discrepancies between the technical specifications adopted for the project installation, and actually occurring during the operation of the building.

Keywords: residential buildings, air, operation of the building

1. Wprowadzenie

Wraz z rozwojem techniki budowlanej zmienia się jakość komponentów używanych w budownictwie. Poza wzrostem izolacyjności przegród rośnie również izolacyjność oraz szczelność stolarki budowlanej. Niesie to za sobą szereg konsekwencji. Do pozytywnych zaliczyć można zmniejszenie strat ciepła poprzez okna, a także bardziej kontrolowaną infiltrację powietrza do mieszkania. Z drugiej jednak strony często okazuje się, że strumienie objętości powietrza infiltrujące przez nieszczelności stolarki są zbyt małe, by zapewnić właściwą wentylację lokalu.

W projektowaniu wentylacji budynków zamieszkania zbiorowego stosowane są trzy systemy wentylacyjne: grawitacyjny, mechaniczny wywiewny oraz mechaniczny nawiewno-wywiewny.

System wentylacji grawitacyjnej to wciąż najczęściej spotykany system wentylacji w budynkach zamieszkania zbiorowego. System ten nie zapewnia praktycznie żadnej kontroli nad strumieniem objętości powietrza wentylacyjnego, jest bardzo wrażliwy zarówno na zmianę warunków panujących w pomieszczeniu, jak i zewnętrznych warunków atmosferycznych. Wpływ na pracę instalacji wentylacji grawitacyjnej ma szczelność stolarki budowlanej. Coraz szczelniejsze okna obniżają jej skuteczność, a ponadto właściwe funkcjonowanie instalacji może uniemożliwić także nieprawidłowo zaprojektowany przepływ powietrza przez pomieszczenia mieszkalne.

System wentylacji mechanicznej wywiewnej jest stosowany bardzo często przy modernizacji budynków. Sprowadza się on najczęściej do montażu wentylatorów wywiewnych na kratkach instalacji grawitacyjnej. Jest to możliwe

jedynie w przypadku, gdy lokale umieszczone w pionie obsługiwane są przez niezależne kanały wentylacji grawitacyjnej. Zastosowanie systemu wentylacji mechanicznej wywiewnej powoduje niezależnienie się od warunków zewnętrznych oraz umożliwia prawidłowe zaplanowanie przepływu powietrza w mieszkaniu. Zastosowanie jednak zbyt szczelnej stolarki budowlanej może spowodować niewłaściwą pracę instalacji i zaprojektowane strumienie powietrza wentylacyjnego nie zostaną osiągnięte. Stosowanie instalacji wentylacyjnej wywiewnej powoduje również niekontrolowany napływ powietrza infiltracyjnego do mieszkania.

System wentylacji mechanicznej nawiewno-wywiewnej jest zdecydowanie najskuteczniejszy. Całkowicie niezależna on warunki w pomieszczeniu od warunków na zewnątrz budynku, pozwala na właściwe zaprojektowanie przepływu powietrza w mieszkaniu, a także na utrzymanie zaprojektowanych strumieni objętości powietrza. W układach tych powietrze doprowadzane jest niezależnym systemem przewodów i dlatego powinna zostać zachowana wysoka szczelność stolarki okiennej.

Dotychczas ten system w budownictwie jedno i wielorodzinnym stosowany jest dość rzadko. Wynika to przede wszystkim z wyższych kosztów eksploatacji budynku. Wyposażenie tej instalacji w skuteczny i wysokosprawny układ do odzyskiwania ciepła może te koszty znacznie obniżyć. Obniżenie kosztów eksploatacji budynków można uzyskać – między innymi – przez zmniejszenie zużycia ciepła niezbędnego do podgrzania powietrza wentylacyjnego. Drogą prowadzącą do tego celu mogą być dwa rozwiązania:

- obniżenie wielkości strumienia powietrza wentylacyjnego,

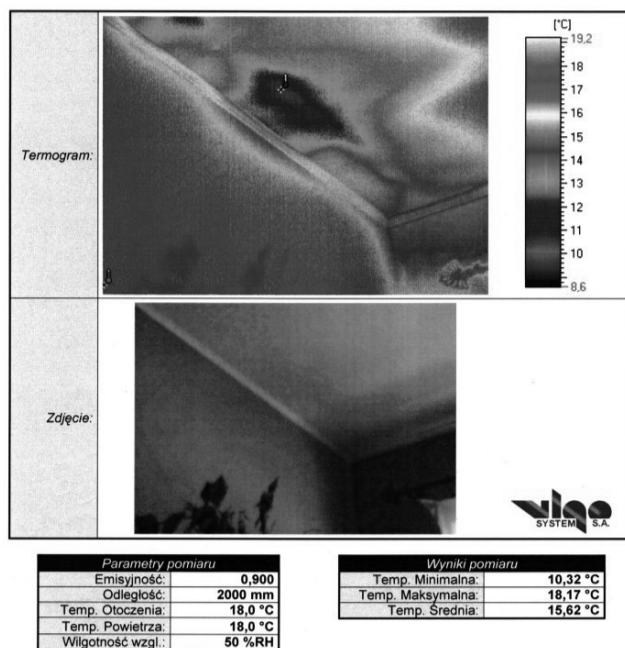
- zastosowanie wentylacji mechanicznej i wymienników ciepła do jego odzyskiwania z powietrza usuwanego.

2. Główne przyczyny negatywnie wpływające na jakość powietrza wewnętrznego

2.1. Wykraplanie wilgoci na wewnętrznych powierzchniach mostków termicznych

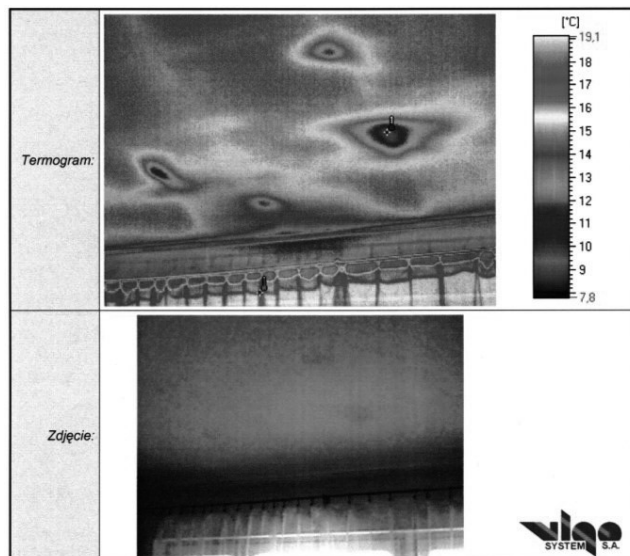
Miejscowe obniżenie izolacyjności cieplnej przegrody budowlanej ograniczającej ogrzewane pomieszczenie nazywane jest mostkiem termicznym (cieplnym). Zwiększenie intensywności wymiany ciepła w takich miejscach przyczynia się do obniżenia temperatury ogrzewanej powierzchni, czasem nawet poniżej punktu rosy. Efektem jest wykraplanie wilgoci z wewnętrznego powietrza, a następnie zabrudzenia i rozwój pleśni.

Na rys. 1÷3 zamieszczono termogramy z ekspertyzy opracowanej przez autorów referatu, dokumentującej miejsca i przyczyny wykraplania wilgoci na wewnętrznych powierzchniach badanego obiektu.



Rys. 1. Termogram dokumentujący mostek termiczny w stropie poddasza w rejonach styku ze ścianą wewnętrzną.

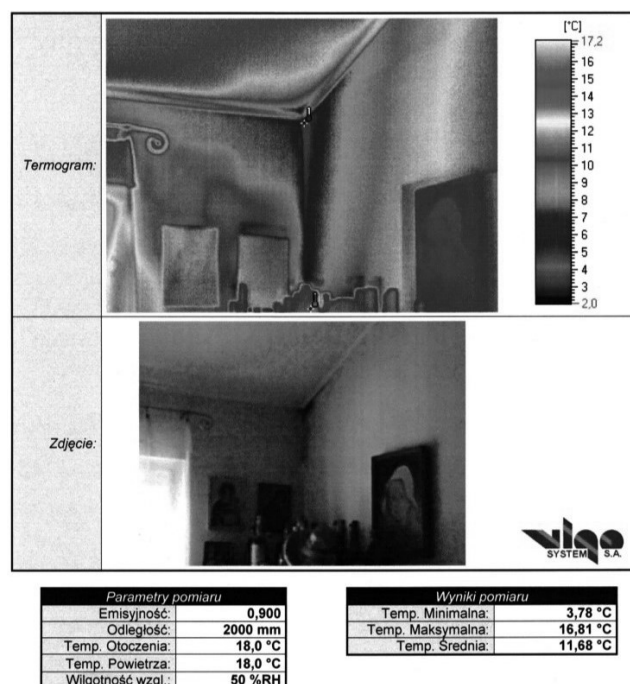
Skażenie pleśniami pomieszczeń słabo wentylowanych jest zjawiskiem powszechnym. Wynika ono ze szczególnej zdolności przystosowawczej grzybów do warunków mieszkaniowych zmieniających się pod wpływem klimatu, zalanía, błędów w sztuce budowlanej, jak również w wyniku przeprowadzenia termomodernizacji obiektów budowlanych. Przebywanie w pomieszczeniach, w których koncentracja pleśni w powietrzu jest duża, może być niebezpieczne dla zdrowia ludzi. Udowodniono, że drobnoustroje, a głównie grzyby pleśniowe przyczyniają się do wielu chorób i odgrywają znaczącą rolę w powszechnie występujących chorobach związanych z budynkiem.



Parametry pomiaru	
Emisyjność:	0,900
Odległość:	2000 mm
Temp. Otoczenia:	18,0 °C
Temp. Powietrza:	18,0 °C
Wilgotność wzgl.:	50 %RH

Wyniki pomiaru	
Temp. Minimalna:	9,31 °C
Temp. Maksymalna:	17,69 °C
Temp. Średnia:	15,42 °C

Rys. 2. Termogram dokumentujący wadliwe wykonanie docieplenia stropu poddasza



Rys. 3. Termogram dokumentujący istnienie rozległego mostka termicznego w rejonie styku ścian zewnętrznych (naroża) oraz skutki (zabrudzenia, pleśni)

2.2. Grzyby pleśniowe w wewnętrznym powietrzu

W powietrzu wewnętrznym może występować ponad kilkadziesiąt gatunków bakterii, 400 gatunków grzybów pleśniowych oraz wiele innych organizmów takich jak owady i zarodniki mchów. Nie są one obojętne dla zdrowia mieszkańców, wiele z nich stanowi potencjalne zagrożenie zdrowotne, szczególnie dla osób z obniżoną odpornością.

Powietrze nie jest dla grzybów dobrym środowiskiem do wzrostu, lecz niektóre mogą się w nim utrzymywać w postaci form przetrwalnych przez długi okres czasu. Taką zdolność mają grzyby pleśniowe, które stanowią aż 70% wszystkich mikroorganizmów obecnych w powietrzu. Największa ich toksyczność występuje, gdy dostaną się do organizmu przez układ oddechowy. Szacuje się, że jest wtedy prawie 40 razy większa niż drogą pokarmową. Grzyby mają małe wymagania żywieniowe i mogą rozwijać się nawet na materiałach ubogich w składniki odżywcze takich jak: sprzęt codziennego użytku, materiały budowlane oraz elementy instalacji hydraulicznych, grzewczych i klimatyzacyjnych. Grzyby obecne w materiałach nie zawsze są łatwe do wykrycia. Naturalnie zasiedlają szczeliny, spękania, rewersy powłok malarskich. Możliwości wzrostu i rozprzestrzeniania grzybów z prądami powietrza zmieniają się wraz z temperaturą i wilgotnością. Dogodnym środowiskiem do rozwoju grzybów pleśniowych są również pomieszczenia nie używane, sporadycznie wietrzone i odkurzane, a także remontowane. W przypadku przekroczenia wilgotności względnej powietrza powyżej 65% dochodzi do szybkiego wzrostu i namnażania grzybów. Powietrze pomieszczeń zamkniętych i zawilgoconych jest idealnym środowiskiem do rozwoju grzybów. Nawet temperatura powietrza bliska 0°C również nie ogranicza ich rozwoju.

Istotną rolę w zabezpieczeniu budynków i pomieszczeń przed czynnikami powodującymi skażenie powietrza spełniają filtry powietrza montowane w różnych konfiguracjach w instalacjach wentylacyjnych, tworząc rozbudowane systemy filtracji powietrza. Filtry umieszczone są w centralach i przewodach powietrza nawiewnego, wywiewnego a głównie przy czerpni i wyrzutni powietrza. Zestaw filtrów i absorberów dobranych do przewidywanych możliwych rodzajów zagrożenia instaluje się szeregowo z głównym ciągiem urządzeń do uzdatniania powietrza dla ciągłej filtracji lub też w układzie obejścia centrali i przełączania w razie zagrożenia. Są to układy bardzo rozbudowane przestrzennie, wymiarowo i powodują znaczące (do 2500 Pa) opory dla przepływu powietrza.

Jako najwyższy stopień oczyszczania powietrza stosuje się filtry HEPA, HEGA, promienniki ultrafioletowe, filtry elektrostatyczne skojarzone z emitorami UV.

Filtry HEPA zatrzymują cząsteczki materialne o wielkości $\geq 0,2 \mu\text{m}$ z dokładnością $\eta = 99,997\%$. Absorbery gazów HEGA wykorzystujące właściwości węgla aktywnego pochłaniają toksyczne chemikalia przemysłowe, gazy bojowe, różne zanieczyszczenia przemysłowe. Zdolność całkowitego pochłonięcia określonej substancji przez złoż adsorbentowe jest uwarunkowane jej koncentracją i czasem ekspozycji. Większe stężenie i/lub przedłużenie czasu występowania substancji, a także wystąpienie innego związku chemicznego może zniweczyć działanie adsorbentów. Promienniki UV działają na bakterie, wirusy, pleśń, ale z uwagi na uwarunkowania skuteczności celowe jest ich stosowanie jedynie jako dodatku do filtrów HEPA. Filtry elektrostatyczne, nawet z emitorami UV w praktyce mogą być traktowane jako poprzedzające filtry HEPA.

2.3. Źródła radonu w wewnętrznym powietrzu

Promieniowanie jonizujące powstałe z rozpadu radonu jest jednym z ważniejszych czynników środowiska człowieka, charakteryzujące warunki higieniczno-zdrowotne w powietrzu pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi. Istotne znaczenie ma promieniowanie alfa pochodzące z rozpadu radonu działające na układ oddechowy. Radon i pochodne jego promieniotwórczego rozpadu, znajdujące się w powietrzu pomieszczeń budynków, pochodzą głównie z podłoża (z gruntu).

Najistotniejszymi źródłami radonu Rn-222 w powietrzu wewnątrz budynków są naturalne pierwiastki promieniotwórcze: Ra-226 i Ra-224 oraz pochodna toru Th-228. Są one zawarte w gruncie, na którym budynek jest postawiony oraz w elementach budowlanych wytwarzanych z surowców mineralnych (naturalnych i odpadowych).

Główne bezpośrednie drogi wnikania radonu z podłoża gruntowego do pomieszczeń w budynkach stanowią:

- otwarty grunt podziemnej części budynku,
- otwory i przepusty instalacji domowych,
- wyloty i osadniki urządzeń odwadniających,
- pęknięcia w betonowych posadzkach piwnicznych,
- nie szczelność połączeń ścian i stropów.

Intensywność wnikania radonu do wewnętrznego powietrza z przegród budowlanych zależy od ciśnienia atmosferycznego i zawilgocenia materiału. Spadek ciśnienia atmosferycznego powoduje liniowy (proporcjonalny do spadku ciśnienia) wzrost współczynnika ekshalacji radonu ze ściany. Znaczny wpływ na współczynnik ekshalacji wywiera także zawilgocenie materiału. W zależności od wilgotności współczynnik ten może wzrastać nawet dwudziestokrotnie w porównaniu do wartości przy stanie suchym. Zagrożenie radonowe stanowi pewnego rodzaju zanieczyszczenie powietrza i nie może być pominięte przy analizie warunków higieniczno-zdrowotnych przebywania człowieka w schronach zlokalizowanych najczęściej w piwnicach budynków.

3. Podsumowanie

Decydujący wpływ na spełnienie oczekiwań użytkownika budynku w zakresie mikroklimatu ma prawidłowo wykonana analiza zysków ciepła i wilgoci. Wielkość urządzenia klimatyzacyjnego musi odpowiadać obliczonym zyskom ciepła całkowitego. Jednocześnie konieczne jest respektowanie projektowanych warunków użytkowania pomieszczeń. Bardzo często użytkownik budynku narzeka na niedotrzymywanie projektowanych parametrów mikroklimatu, upatrując przyczynę w „złym” projekcie, a faktyczną przyczyną jest zwiększenie liczby pracowników lub urządzeń użytkowych (komputery, faksy, drukarki, serwery) o większym zysku ciepła niż przyjęto w założeniach projektowych. Ponadto nie bez znaczenia w zakresie osiągnięcia projektowanego stanu termicznego i bezpieczeństwa użytkowania pomieszczeń ma rodzaj czynnika chłodniczego („woda lodowa”, freon). Freony umożliwiają osiągnięcie niższych temperatur w chłodzonych pomieszczeniach i to

w krótszym czasie, a ponadto nie zalewają pomieszczeń podczas rozszczelniania rurociągów instalacji (następuje odparowanie). Z uwagi na niższą niż przy zastosowaniu wody lodowej temperaturę rurociągów niezbędne jest ich staranne izolowanie celem zapobiegania kondensacji pary wodnej z powietrza pomieszczenia.

Wadliwe działanie klimatyzacji ma swoje podłoże nie tylko w błędach projektowych czy użytkowych, ale również w niewłaściwie prowadzonym nadzorze inwestorskim i wykonawcy robót. Powszechnie stosowane realizacje robót budowlano – montażowych klimatyzacji na podstawie umowy „pod klucz” sprowadzają się do tego, że wykonawcy robót instalują najtańsze urządzenia dostępne na rynku. Skutkuje to niską jakością wyrobu, a w konsekwencji nie są osiągane zaprojektowane parametry mikroklimatyczne, w tym także poziom natężenia dźwięku (hałasu). Znaczącą więc sprawą jest profesjonalizm i rzetelność zawodowa inspektora nadzoru z ramienia inwestora. Po zamontowaniu urządzeń klimatyzacyjnych muszą one być uruchomione i przetestowane przez wykonawcę robót z udziałem inspektora nadzoru wspieranego przez eksperta dysponującego aparaturą pomiarową, znającego prawidłowe metody testowania i posiadającego uprawnienia. Protokół rozruchu

wraz z projektem powykonawczym, dokumentacją techniczną – ruchową i instrukcją obsługi klimatyzacji jako całości w budynku będzie stanowił, z jednej strony, podstawę do odbioru instalacji, a z drugiej ułatwi serwisowanie i poprawną eksploatację klimatyzacji.

Literatura

- [1] Makowiecki J., Rosiński M.: Wentylacja i klimatyzacja w budownictwie, monografia *Nowoczesne technologie dla budownictwa*. WAT, praca zbiorowa, str. 66-87, Warszawa 2007
- [2] Rusowicz A.: „Filtracja w małych klimatyzatorach”. *Chłodnictwo i klimatyzacja* nr 5/2005, miesięcznik, Warszawa.
- [3] Sobiech M., Wasilczuk J., Koss A.: „Splity w muzeach i laboratoriach”, *Chłodnictwo i klimatyzacja* Nr 5/2005, miesięcznik, Warszawa.
- [4] Wasilczuk J., Sobiech M., Gaj J.: Nietypowe zagrożenia związane z funkcjonowaniem i eksploatacją systemów instalacyjnych na terenach zurbanizowanych, monografia *Ochrona przed skutkami nadzwyczajnych zagrożeń*. Tom II, WAT, praca zbiorowa str. 423-440, Warszawa 2.

Warszawski Dom Technika NOT Sp. z o.o.

Warszawski Dom Technika NOT to położony w samym centrum Warszawy obiekt zabytkowy, wybudowany w 1905 roku o charakterze neobarokowym i neorokokowym, z elementami secesji.

Posiadamy 7 sal mogących pomieścić od 20 do 400 osób w ustawieniu teatralnym lub od 15 do 250 osób w ustawieniu konferencyjnym.

Przestronne sale wyposażone są w sprzęt audiowizualny, klimatyzację oraz dostęp do bezprzewodowej sieci internetowej. Stylowe sale różnią się od siebie nie tylko rozmiarami, ale również klimatem.

Pozwala to na zorganizowanie eventu o dowolnym charakterze, w unikatowych wnętrzach zabytkowego Domu Technika Naczelnej Organizacji Technicznej.

Nasz doświadczony i zawsze gotowy do pomocy zespół zatroszczy się o każdy szczegół spotkania.

Serdecznie zapraszamy!

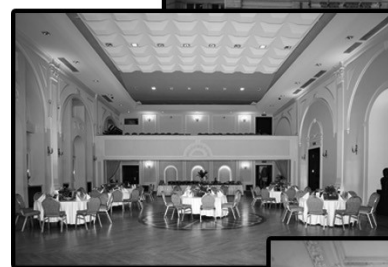
Warszawski Dom Technika NOT Sp. z o.o.

ul. T. Czackiego 3/5, 00-043 Warszawa

tel. +48 22 336 12 23, kom. 729 052 512

www.wdtnot.pl

izabela.krasucka@wdtnot.pl



Warszawski Dom Technika
NOT Sp. z o.o.