

**Sprawozdanie z badań przeprowadzonych w roku 2004¹
w Domach Studenckich AGH, w ramach projektu Grantu
Uczelnianego Zamawianego nr 21.10.210.91,**

**„AUDYT ENERGETYCZNY I OCENA PARAMETRÓW
ŚRODOWISKOWYCH POMIESZCZEŃ MIASTECZKA
STUDENCKIEGO AGH POD KĄTEM ZMNIEJSZENIA
ZUŻYCIA ENERGII I ELIMINACJI NIEBEZPIECZEŃSTWA
WYSTĘPOWANIA ‘SYNDROMU CHOREGO BUDYNKU’”**

Głównym celem przeprowadzonych badań była ocena stanu techniczno-higieniczno-wentylacyjnego budynków i pomieszczeń akademików, zlokalizowanych na terenie Miasteczka Studenckiego AGH. Istnieje konieczność przedstawienia aktualnej sytuacji pomieszczeń i budynków, w których zostały przeprowadzone zabiegi termomodernizacyjne oraz budynków i pomieszczeń, w których w najbliższym czasie są one planowane, w związku z tym w budynkach Miasteczka Studenckiego zostały przeprowadzone precyzyjne pomiary sprawności działania systemu wentylacyjnego, przeprowadzone przede wszystkim w łazienkach i pokojach, w których zlokalizowane zostały na ścianach wykwyty pleśniowo-grzybowe. Przeprowadzono również pomiary komfortu termiczno-wilgotnościowego pomieszczeń, pomiary termograficzne zewnętrznej skorupy budynków oraz pomiary przepływu ciepła w instalacjach grzewczych.

Uzyskane z pomiarów- wyniki wraz z komentarzem i załączoną dokumentacją wizualną- zdjęciami, zostały przedstawione poniżej oraz w części 2 sprawozdania zatytułowanej „*Sprawozdanie z badań prowadzonych w Domach Studenckich AGH, celem lokalizacji pomieszczeń zagrzybionych i określenia przyczyn powstania pleśni.*”

1. Wykaz sprzętu i urządzeń pomiarowych wykorzystywanych w badaniach.

A. Rejestratory „HOBO”

Pomiary komfortu ciepłno-wilgotnościowego pomieszczeń przeprowadzono przy użyciu rejestratorów HOBO zakupionych ramach finansowania projektu GUZ

¹ W niektórych przypadkach zarejestrowane dane pomiarowe i analizy wyników mogły dotyczyć również I kwartału roku 2005, gdyż większość pomiarów przeprowadza się w trakcie trwania sezonu grzewczego. Naturalnym okresem kończącym większość pomiarów termicznych jest bowiem koniec sezonu grzewczego, gdyż na to pozwala zakres pracy urządzeń pomiarowych oraz warunki atmosferyczne. Z kolei analizy kosztów energii cieplnej obejmują przełom lat 2001/2004, czyli okresy trwania sezonu grzewczego. Ze względu na pewną okresowość niektórych pomiarów, a w innych przypadkach konieczność ich ciągłości nie było możliwe ich dokładne rozdzielanie rezultatów badań i pomiarów na rok prowadzenia projektu, czyli osobno na rok 2004 i osobno na rok 2005.

Rejestratory zakupiono w roku 2004 (wrzesień 2004) w liczbie 5 sztuk rejestratorów temperatury, wilgotności, natężenia oświetlenia oraz sygnału zewnętrznego (napięcie, prąd).

Poniżej zamieszczone jest zdjęcie rejestratora.



Rys 1. Rejestrator HOBO o symbolu H8-004-02

Niewielkie wymiary rejestratora (6.0 x 4.8 x 1.9 cm), zasilanie bateryjne, oraz możliwość ciągłej, elektronicznej rejestracji danych pomiarowych umożliwiają praktycznie bezinwazyjne pomiary wspomnianych parametrów termiczno-wilgotnościowych bez stwarzania szczególnej uciążliwości dla mieszkańców monitorowanych pomieszczeń (poza koniecznością zapewnienia im ochrony przed kradzieżą). Rejestrator ten może zapisywać do pamięci mierzone parametry w odstępach czasowych od 0.5 s do 9 godzin, bez konieczności odczytywania danych pomiarowych w trakcie jego pracy.

B. Sonda CO₂

Do pomiarów stężenia dwutlenku węgla w badanych pomieszczeniach zastosowano sondę pomiarową stężenia dwutlenku węgla. Sonda składała się z modułu pomiarowego typu OEM (moduł GMM20W), firmy Vaisala pełniącego funkcję przetwornika danych -stężenia CO₂. Jako rejestrator zapamiętujący dane służył jeden z rejestratorów HOBO. Sonda zakupiona została w trakcie trwania projektu GUZ z funduszy Wydziału Paliw i Energii (grudzień 2004). W celu możliwości wykorzystania sondy w warunkach terenowych (do potrzeb projektu) wymagała ona drobnych adaptacji konstrukcyjnych (przewody i złącza sprzęgające sondę z rejestratorem HOBO). Zakres pomiarowy modułu wynosi od 0-10000 ppm CO₂.

C. Anemometr z wewnętrznym rejestratorem typu AVM-07

Pomiar przepływu powietrza w kratkach wentylacyjnych oraz w pomieszczeniach, został przeprowadzony przy użyciu anemometru. Przyrząd ten składał się z mechanicznego przetwornika prędkości strugi powietrza (wiatraczek) na sygnał elektryczny oraz modułu rejestratora z pamięcią o zakresie do 2000 pomiarów. Przyrząd ten umieszczony na zewnętrznej powierzchni kratki wentylacyjnej, lub w kanale wentylacyjnym monitoruje prędkość przepływu powietrza w systemie wentylacyjnym. Pomiary prędkości strugi powietrza przeprowadzono również w wybranych pomieszczeniach budynków, w których przeprowadzone zostały zabiegi termomodernizacyjne. Zakres pomiarowy urządzenia wynosi od 0.3 m/s – 45 m/s. Niestety dolny próg wskazań, czyli wartość prędkości strumienia powietrza wynosząca 0.3 m/s okazuje się za wysoka dla przeprowadzanych w budynkach Miasteczka pomiarów, gdyż rzeczywiste wartości przepływu powietrza często wykazują niższe wartości). Przyrząd pomiarowy został zakupiony w trakcie trwania projektu GUZ (październik 2004) ze środków finansowych Wydziału Paliw i Energii.

D. Kamera termograficzna V-20, własność Wydziału Paliw i Energii

Pomiary termograficzne ścian budynków ich zewnętrznej skorupy-rejestrowane jako obrazy termograficzne zostały przeprowadzone za pomocą kamery termowizyjnej typu V-20 (kamera jest urządzeniem niższej klasy pomiarowej, jak na obecne standardy przyrządów pomiarowych). Pomiary te wykonano w celu identyfikacji miejsc o największych stratach ciepła- mostki cieplne powstających w wyniku braku izolacyjności, lub ich niedostatecznego poziomu oraz stopniowego niszczenia- – biodegradacja materiałów budowlanych, stosowanych w konstrukcji budynku, a wynikających z upływu czasu i długookresowego oddziaływania warunków środowiskowych atmosferyczno- klimatycznych zewnętrznych i wewnętrznych.

E. Ultradźwiękowy, bezinwazyjny przepływomierz ciepła w instalacjach grzewczych „Controlotron 990E”

Pomiary przepływu ciepła w instalacjach grzewczych przeprowadzono przy użyciu Ultradźwiękowego, bezinwazyjnego przepływomierza ciepła typu Controlotron 990E.

Przyrząd ten został na czas badań prowadzonych w budynkach Miasteczka Studenckiego udostępniany przez Fundację Efektywnego Wykorzystania Energii. Przy jego pomocy wykonano pomiary przepływu ciepła w instalacjach grzewczych w celu wstępnego określenia sprawności działania tych instalacji.

2. Metodyka pomiarów przeprowadzonych w budynkach Miasteczka

• Audyt energetyczny

W celu określenia poziomu zużycia energii i dostarczenia i zweryfikowania danych wymaganych przez audyt energetyczny wykonano pomiary przepływu ciepła bezpośrednio w węźle cieplnym budynku przy użyciu przepływomierza ultradźwiękowego oraz kamery termowizyjnej. Ponadto zebrano dane z Działu Technicznego odnośnie poziomu zużycia energii cieplnej i związanych z nimi kosztami w kolejnych sezonach grzewczych, obejmujących dane rozliczeniowe za lata 2001-2004. Jest to wstępny krok do opracowania w miarę pełnego Audytu Energetycznego wskazującego możliwe do osiągnięcia oszczędności energii oraz uwidaczniającego związane z adytem efekty ekologiczne.

• Pomiary parametrów mikroklimatu wewnątrz

W tym celu w wybranych pomieszczeniach (wybór wykonano bądź losowo bądź na prośbę Administracji budynku/mieszkańców pomieszczeń lub tam gdzie występowały wykwity pleśniowo- grzybowe na ścianach) umieszczono moduł pomiarowy składający się z następujących urządzeń: czujniki temperatury/wilgotności oraz czujnik stężenia CO₂. Moduł ten pozwalał na rejestrację danych pomiarowych w okresie kilku dni- pomiary ciągle lub w przypadku łazienek- okresowo- podczas użytkowania kabiny prysznicowej przez studentów (ok.. 2-3 godzin/ dobę). W sumie pomiary przeprowadzono w liczbie ok. 30 pomieszczeń, gdyż na to pozwalała dostępna ilość urządzeń pomiarowych i okresowość pomiarów- sezon grzewczy. W kilku przypadkach szczególnie dla pomieszczeń łazienek, znajdujących się przy ścianie zewnętrznej budynków wykonywano również radiometryczne pomiary temperatury wewnętrznej powierzchni ściany, co pozwalało stwierdzić czy na tej ścianie zachodzić będą procesy wykraplania pary wodnej, związane z różnicą temperatur, a tym samym stanowiących potencjale warunki dla powstania na ich powierzchni wykwitów grzybowo- pleśniowych. Dodatkowo w celu pełniejszego zobrazowania warunków klimatycznych pomieszczeń, oraz uzyskania danych dla Administracji budynków oraz służb remontowo – budowlanych

przeprowadzono badania sprawności działania istniejących systemów wentylacji grawitacyjnej, a w niektórych przypadkach również sprawności działania wentylacji wymuszonej- wentylatory. W tym celu w wybranych kratkach wentylacyjnych umieszczano na pewien okres czasu sondę anemometru w celu zobrazowania istniejącego strumienia przepływu powietrza. Dodatkowo przeprowadzono okresowe pomiary przepływu powietrza w użytkowanych pomieszczeniach. Dane te stanowią niezwykle cenne źródło informacji o warunkach higieniczno- sanitarnych pomieszczeń.

- **Analiza laboratoryjna próbek grzybów**

Na prośbę Administracji Budynków i w celu pełnej analizy danych pomiarowych budynków Miasteczka, ze ścian pomieszczeń, w których pojawiły się w ostatnim okresie wykwitki pleśniowo- grzybowe oraz w pomieszczeniach gdzie pojawiają się one okresowo, ale systematycznie na przestrzeni kolejnych sezonów grzewczych, zostały pobrane próbki materiału, zawierające wykwitki pleśni i grzybów. Pobór próbek do analizy wykonuje się zazwyczaj pod koniec okresu grzewczego, gdyż wtedy istnieje możliwość ich pełnego rozwoju i różnicowania. Fakt ten związany jest z okresowością użytkowania pomieszczeń w okresie grzewczym bez dodatkowego wymuszania przepływu mas powietrza przez otwarte okna i drzwi w pomieszczeniach użytkowych, co powoduje sprzyjające warunki klimatyczne – wzrost temperatury i poziomu wilgotności względnej. Warunki te stanowią podstawę powstawania tzw. procesów wykraplania pary wodnej na powierzchni ścian wewnętrznych, a także w ich wnętrzu i stanowią przy istniejącym w okresie grzewczym gradiencie temperatur- wyższe temperatury wewnątrz pomieszczeń, niższe na zewnętrznej powierzchni ścian oraz niedostatecznej wentylacji, potencjalne źródła występowania wykwitów pleśniowo – grzybowych. Ze względu na charakter zmian temperatur zewnętrznych w okresie grzewczym 2004/2005, czyli stosunkowo ciepłymi miesiącami X-XII, oraz poczynionymi przez Administrację budynków Miasteczka z okresie letnio- jesiennym zabiegami sanitarno-remontowymi- usuwanie zjawisk zagrzybienia, zabezpieczanie antygrzybiczne narażonych na zagrzybienie powierzchni oraz ich malowanie próbki materiałów z wykwitami pleśniowo- grzybowymi zostały pobrane do analizy mykologicznej pod koniec I kwartału roku 2005, czyli w ostatnich tygodniach. Ze względu na konieczność zakładania hodowli i stosunkowo długiego okresu badawczego- okres 2-4 tygodni, wyniki jakościowe- określenie rodzaju grzybów występujących na powierzchni ścian nie było jak dotąd możliwe ze względów niezależnych od realizatorów tego projektu badawczego. W tej chwili proces hodowli jest w pełnym toku, czyli następuje wstępny, dość długotrwały, okres „namnażania zarodników grzybów na specjalnych podłożach”, co umożliwi ich pełniejszą, późniejszą identyfikację naukową- określenie ich rodzaju i ewentualnych skutków zdrowotnych przez nie wywołanych – działanie chorobotwórcze i toksyczność. Wyniki analiz mykologicznych powinny być dostępne w miesiącu kwietniu.

Również deklarowane (w pierwotnym wniosku na rok 2005) badania przesiewowe środowiska mieszkańców, pomieszczeń, w których występują zjawiska pleśniowo- grzybowe pod względem występowania chorób układowych nie zostało przeprowadzone ze względów czasowych- krótkookresowe oddziaływanie toksyn i zarodników grzybów na organizm osób przebywających w zagrzybionych pomieszczeniach. Z wstępnych informacji ustnych wynika, że u części osób przebywających w zagrzybionych pomieszczeniach występuje alergia wziewna- kaszel, kichanie o niewyjaśnionym jak dotąd podłożu oraz problemy skórne, a także problemy związane ze sprawnością psycho- fizyczna organizmu – efekty zmęczenia oraz okresowo występujące, szczególnie po dłuższym okresie przebywania w zagrzybionym pomieszczeniu – bóle głowy. Dokładna analiza medyczna źródła występujących u mieszkańców zagrzybionych pomieszczeń

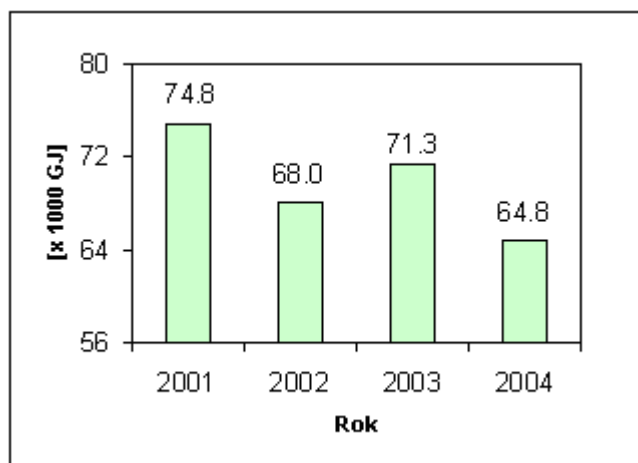
chorób i dolegliwości nie jest jak dotąd możliwa ze względów formalnych i finansowych- m. in. wysokie koszty testów alergicznych

3. Wyniki badań i pomiarów

W opracowaniu przedstawione zostaną wybiórczo wyniki i analiza danych pomiarowych. Fakt ten związany jest zarówno z ich ilością jak i obszernością merytoryczną a także z tego powodu, że np. analizy mykologiczne pobranych ze ścian próbek a obecnie w toku. Pełna analiza danych pomiarowych wraz z ewentualnymi wskazówkami wynikającymi z przeprowadzonych badań zostanie przedstawiona w formie pisemnej odpowiednim i zainteresowanym Władzom Administracyjnym Uczelni, a w szczególności Władzom Miasteczka Studenckiego w najbliższym, możliwym z formalnego punktu widzenia terminie. Z powodu nie zakończonej jeszcze fazy pełnej analizy danych pomiarowych opracowywanie i wizualizacja dużej ilości danych pomiarowych, zebranych przez elektroniczne rejestratory oraz pełniejsze wnioski końcowe z przeprowadzonych pomiarów w niniejszym opracowaniu nie zostaną przedstawione. Natomiast zamieszczone są w nim jakościowo- ilościowe wyniki i analizy, najbardziej charakterystycznych dla środowiska Miasteczka studenckiego, wybrane z procedur badawczo- interpretacyjnych. Są one reprezentatywne zarówno dla omówienia już zebranych i przewidywanych do zebrania wyników pomiarów oraz rezultatów cyklu badawczego.

• Audyt energetyczny

Na podstawie przeprowadzonych analiz jakościowo- ilościowych (w tym również ekonomicznych, stwierdzono, że w obiektach miasteczka studenckiego w sezonie grzewczym występuje wysoki poziom zużycia energii Rys. 2. Zużycie energii cieplnej w latach 2001-2004 wynosiło (rocznie) średnio ok. 70 tyś GJ (rysunek, 1) co stanowi wydatek rzędu 2 mln zł.



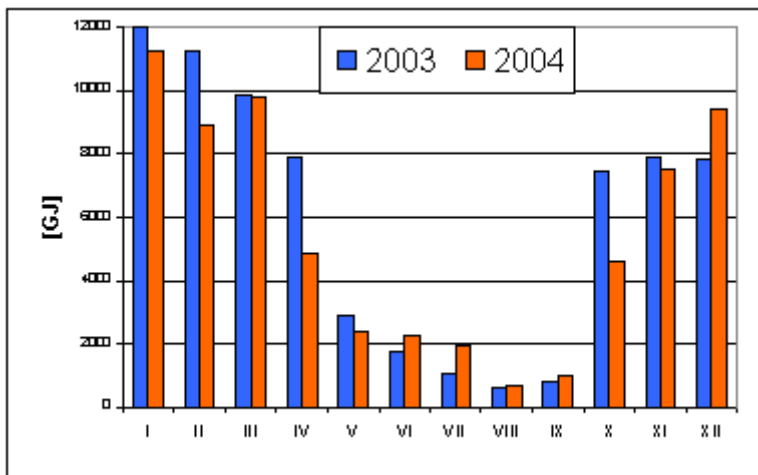
Rys. 2. Poziom zużycie energii cieplnej w budynkach Miasteczka Studenckiego w latach 2001-2004

Zużycie przypadające na jednostkę powierzchni wynosi zatem-średnio w przybliżeniu 250 kWh/m², co stawia budynki akademików miasteczka studenckiego w kategorii budynków tzw. energochłonnych. Zebrane w projekcie dane pozwalają również zobrazować rozkłady zużycia energii w poszczególnych latach kalendarzowych-Rys.3. oraz przedstawiają dane poziomu zużycia energii dla wybranych akademików-Rys.4.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że w tych budynkach, w których zużycie energii cieplnej utrzymuje się na prawie stałym, wysokim poziomie, niezależnie od występujących podczas kolejnych sezonów grzewczych warunków atmosferycznych należy przeprowadzić prace badawcze- audyt energetyczny, w celu zdiagnozowania przyczyn ich występowania i opracowania szczegółowych planów działań i metod zabiegów termomodernizacyjnych, które

odpowiednio zaplanowane, przygotowane i przeprowadzone spowodują zarówno obniżenie poziomu zużycia energii (zapobieganie występowaniu nie kontrolowanych strat ciepła), a tym samym obniżenie kosztów związanych z ogrzewaniem pomieszczeń, jak również przyczynią się do podniesienia ich komfortu termiczno-wilgotnościowego oraz wentylacyjnego.

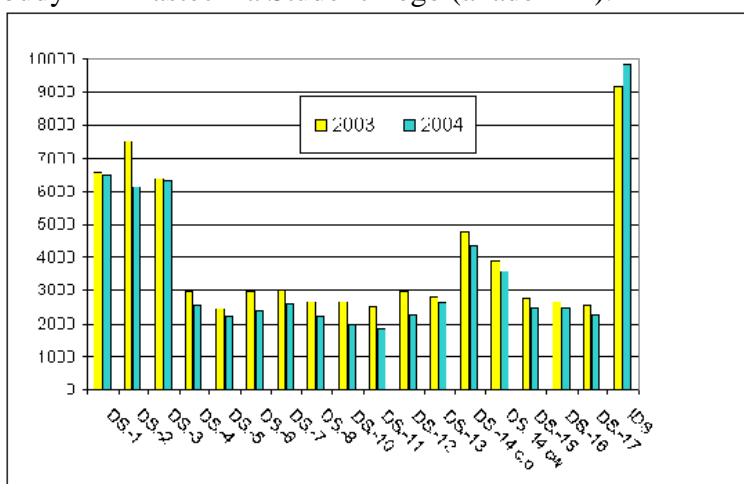
Poniżej, na Rys.3., przedstawiony został poziom zużycia energii w obiektach Miasteczka Studenckiego w latach 2003-2004 z rozbiem poziomu zużycia energii przypadającym na poszczególne miesiące w roku.



Rys. 3. Miesięczne zużycie energii ciepłej (CO i CWU w roku 2003 i 2004.

Powyższe dane nie uwidaczniają bezpośrednio wpływu warunków pogodowych na wartość poboru energii, a tym samym na jej koszt. Jak widać dotychczasowe zabiegi termomodernizacyjne, które były przeprowadzone w ostatnich latach, przyniosły pewien efekt obniżenia zużycia energii, ale efekt ten nie jest zadawalający. Z wykresu wynika, że wartość energii ciepłej zużywanej na tzw. cele grzewcze stanowi około 3/4 całkowitej wartości energii ciepłej.

Na kolejnym rysunku-Rys. 4. przedstawiono zużycie energii z rozbiem na poszczególne budynki Miasteczka Studenckiego (akademiki).



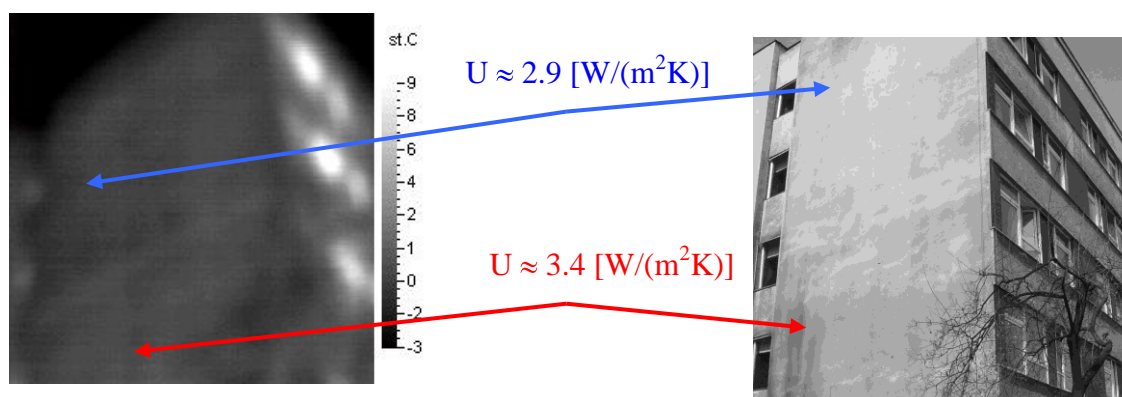
Rys. 4. Zużycie energii w latach 2003 i 2004 dla poszczególnych akademików.

Wstępnie przeprowadzone oszacowania przeprowadzone na podstawie powyższych danych oraz w oparciu o dokumentację budowlaną, pozwalają przypuszczać, że potencjał oszczędności wynikających z kontrolowanego wykorzystania energii ciepłej może osiągnąć nawet 30%

obecnie zużywanej energii. Oczywiście konieczne jest przeprowadzenie dokładniejszej analizy badawczej i przeprowadzenia, kolejnych w miarę niskochłonnych zabiegów remontowo – budowlanych.

Kolejnym rodzajem pomiarów były pomiary termograficzne zewnętrznej skorupy wybranych budynków Miasteczka Studenckiego. W roku 2004 wykonano szereg pomiarów termograficznych pozwalających na zobrazowanie właściwości cieplnych przegród zewnętrznych budynków i oszacowania współczynnika przenikania ciepła U ścian oraz identyfikację występowania mostków termicznych.

Zdjęcie poniżej (Rys. 5) pokazuje przykładowy termogram i widok rzeczywisty jednego z niskich akademików („Straszny Dwór”).



Rys. 5. Termograficzny i rzeczywisty widok akademika „Straszny Dwór”

Na termogramie widoczny jest efekt strat ciepłych związanych z otwartymi oknami w budynku. Okna te są w części akademików nagminnie otwierane (na dłuższy okres czasu) nawet w zimne dni. Fakt ten wskazuje pośrednio na niedostateczną pracę systemu wentylacyjnego oraz na występowanie w pewnych pomieszczeniach budynków stosunkowo wysokiej temperatury, która przy braku możliwości jej miejscowej kontroli i regulacji wymusza od osób przebywających w nadmiernie nagranych pomieszczeniach stosowanie metody dodatkowego wymuszania przepływu powietrza poprzez otwieranie okien.

Oszacowany dla wybranych punktów współczynnik U (przenikania ciepła) jest dość wysoki i wynosi ok. $3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

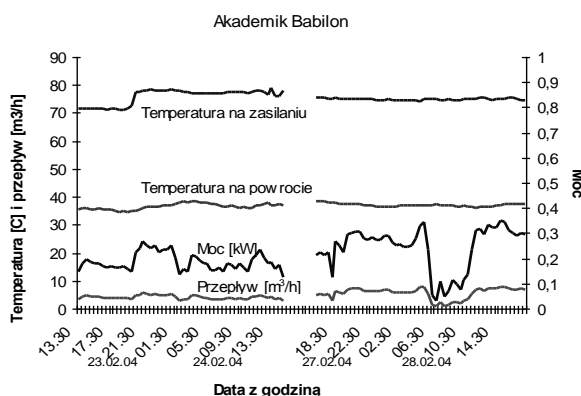
W roku 2004² przeprowadzono szczegółowe pomiary termograficzne dla 3-ch akademików: prezentowany „Straszny Dwór” jako przykład niskiego akademika, Kapitol – wysoki akademik oraz blok V (brak izolacji cieplnej) Akademika przy Reymonta 17 (dla tego budynku akademika wyniki pomiarów są w chwili obecnej w opracowaniu).

Pomiary zużycia energii cieplnej przeprowadzono dla akademików „Babilon”(DS2) i „Straszny Dwór” (DS13). czyli dla budynków oznaczonych na Rys.4 symbolami”(DS2) i odpowiednio(DS13).

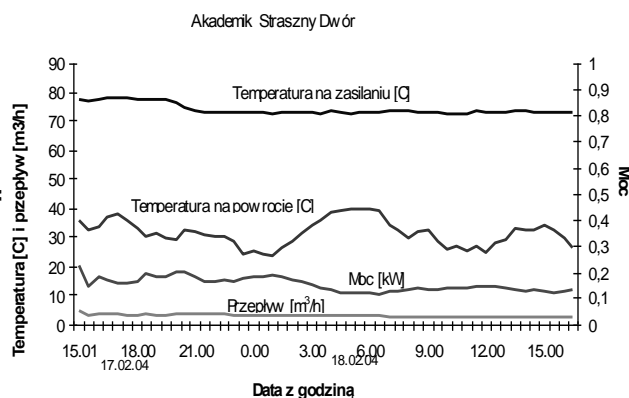
Prace badawcze (ocenę poziomu poboru energii cieplnej i pośrednio efektywność jej użytkowania w budynku) wykonano przy użyciu bezinwazyjnego przepływomierza

² Niestety w okresie ostatniego sezonu grzewczego- zima 2004/2005 w miesiącu grudniu 2004 warunki atmosferyczne (zbyt wysokie temperatury) nie „stworzyły dogodnych warunków” do pomiarów – m. in. brak pożądanego w badaniach do badań termograficznych gradientu temperatur . Odpowiednie warunki do badań termowizyjnych pojawiły się dopiero pod koniec stycznia 2005 i trwały do końca pierwszej dekady marca.

ultradźwiękowego, który zainstalowany był w węźle cieplnym badanego obiektu, a ich przebieg dobowy pokazano na Rys.6. i 7.



Rys. 6. Wyniki monitoringu węzła cieplnego akademika „Babilon”



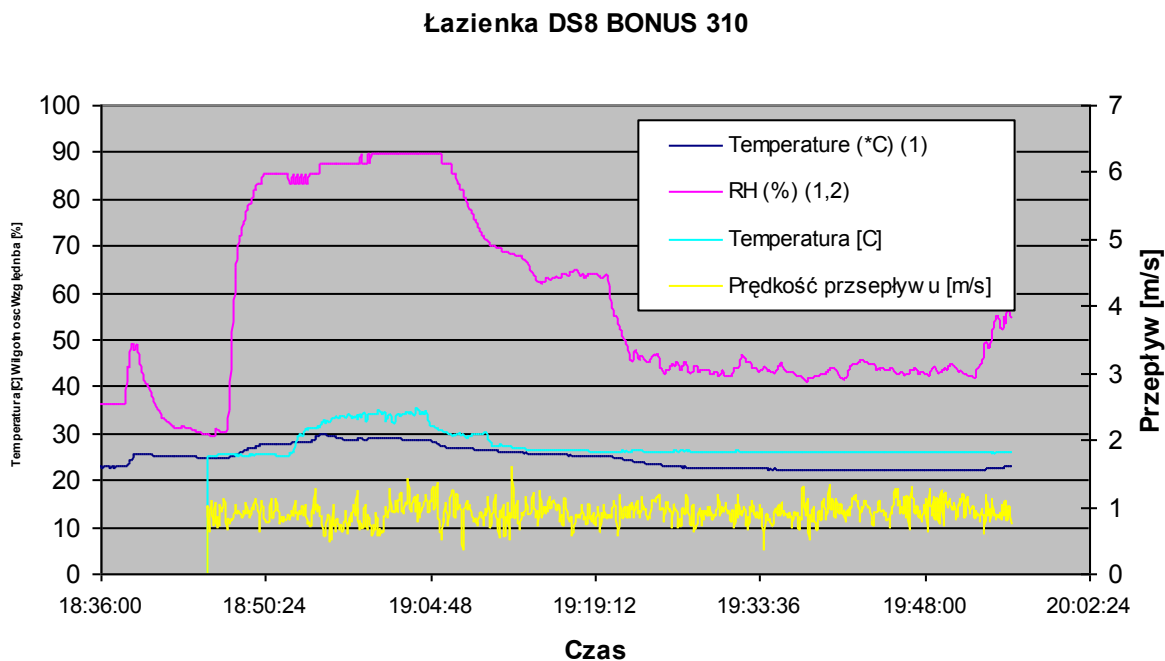
Rys. 7. Wyniki monitoringu węzła cieplnego akademika „Straszny Dwór”

Przedstawione wartości zużycia energii cieplnej otrzymane w wyniku pomiarów są wyższe niż wynika to z obliczeń teoretycznych, co prawdopodobnie jest wynikiem wad konstrukcyjnych budynków- niedostatecznej ich izolacji cieplnej oraz skutkami działania niekorzystnych warunków atmosferycznych – np. zniszczeniami materiałów budowlanych użytych w konstrukcji budynku, spowodowanymi m.in. przez opady atmosferyczne.. W pewnym sensie wyniki te potwierdzają wnioski wyciągnięte z przeprowadzonych i przedstawionych na powyższym przykładzie badań termograficznych – wyższe od teoretycznych współczynniki przenikania ciepła.

W pomieszczeniach akademików wykonywane były w roku 2004 również badania stanu sanitarno- higienicznego polegające na pomiarach: temperatury i wilgotności powietrza- badania komfortu termiczno- wilgotnościowego, pomiary temperatury wewnętrznej strony ścian elewacyjnych, pomiary prędkości przepływu powietrza w pomieszczeniach i kanałach wentylacji grawitacyjnej oraz pomiary stężenia dwutlenku węgla. Pomiary te miały na celu ocenę aktualnego stanu higieniczno-sanitarny pomieszczeń związanego z komfortem cieplnym i poziomem wentylacji pomieszczeń. Badania komfortu cieplno-wilgotnościowego przeprowadzono przy użyciu rejestratorów „HOBO”.

Na rysunku 8 widoczny jest dość typowy przebieg zmian wilgotności powietrza w kabinie prysznicowej podczas korzystania z niej kilku osób w okresie krótkiego czasu. Na wykresie widoczny jest gwałtowny wzrost wilgotności dochodzi ona do wartości nawet 90% oraz wysoka wartość temperatury przekracza ona 30 C! Warunki te występują pomimo dość sprawnego systemu wyciągowego – prędkość przepływu powietrza w kanale wynosi ok. 1 m/s). Są to jednak warunki „ klimatyczne” bardzo przyjazne dla rozwoju pleśni i grzybów. Wyniki uzyskane z pomiarów wskazują na konieczność montażu w kratkach wentylacyjnych kabin prysznicowych wentylatorów wyciągowych o wysokiej sprawności działania w celu przeciwdziałania występowaniu tych niekorzystnych zjawisk oraz przeciwdziałania pojawieniu się wykwitów pleśniowo- grzybowych na ścianach pomieszczenia łazienki, w których znajdują się kabiny prysznicowe. Dodatkowo w okresie zimowym, kiedy zewnętrzne ściany pomieszczenia są zimniejsze od ścian wewnętrznych następuje osadzanie wody na powierzchni ściany. W omawianym przykładzie w kratce wentylacyjnej zamontowany był wentylator wyciągowy. Dodatkowym problemem do rozwiązania w tym przypadku jest zapewnienie dostatecznej ilości powietrza w pomieszczeniu oraz stworzenie możliwości systematycznego usuwania nadmiaru wilgoci z pomieszczenia-anihilacji wilgoci. Na tym

wykresie możemy również porównać temperaturę powietrza w pomieszczeniu prysznica z temperaturą w kanale wyciągowym. Widoczny jest zbyt niski jej gradient w momencie intensywnego korzystania z kabiny, co również wpływa na efektywność wymiany powietrza wentylacyjnego w kabinie.

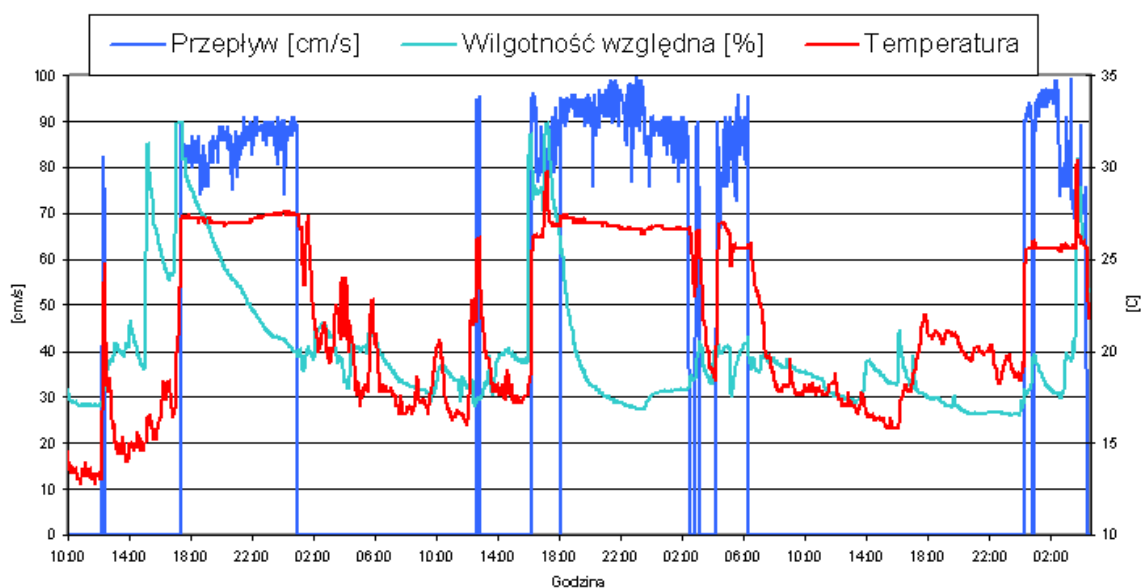


Rys. 8. Przebiegu temperatury, wilgotności i przepływu powietrza podczas korzystania z prysznica w przykładowej łazience w „DS. Bonus”.

Optymalne warunki dla rozwoju większości gatunków grzybów i pleśni to wilgotność względna przekraczająca 60% i wysoka temperatura, więc takie niebezpieczeństwo mogłoby istnieć w tym pomieszczeniu w przypadku braku wentylatora wyciągowego i stosowania jedynie wentylacji grawitacyjnej.

Kolejny rysunek (rys. 9) ilustruje wynik monitoringu pomieszczenia prysznica w czasie kilku dni. Widoczne są powtarzające się cyklicznie zmiany poziomu temperatury i wilgotności względnej mniej więcej porównywalne na przestrzeni kilku dni pomiaru, dzięki czemu możliwa jest bardziej szczegółowa analiza parametrów środowiska wewnętrznego w pomieszczeniu prysznica. Widoczny jest wykres przepływu powietrza w kanale wentylacyjnym, charakter zmian temperatury w kanale wentylacyjnym oraz charakter zmian poziomu wilgotności względnej powietrza w sanitariacie studenckim

Obserwowane na wykresie zmiany uwidaczniają fluktuację strumienia powietrza w kanale wentylacyjnym i wskazują, na występowanie dwóch krańcowych przypadków: 1) praktycznie zerowy przepływ powietrza i 2) przepływ powietrza o wartości ok. 80-100 cm/s. Niskie wartości przepływu powietrza odpowiadają stanowi normalnemu (działa wentylacja grawitacyjna), natomiast wysokie wartości przepływu powietrza występują po włączeniu wentylatora wyciągowego. Oznacza to, że wentylacja grawitacyjna w omawianym przypadku 1) jest niedostateczna- praktycznie występuje jej brak, natomiast w przypadku 2) w wyniku zastosowania wentylatorów wyciągowych pozwala uzyskać pożądane parametry przepływu powietrza i właściwą wentylację.



Rys. 9. Przepływ powietrza i temperatura w kanale wentylacyjnym, oraz wilgotność względna powietrza w sanitariacie studenckim

Na omawianym rysunku 8 zaznaczono także badany przebieg temperatury w kanale wentylacyjnym. W przypadku 1) widoczny jest, spadek temperatury w kanale wentylacyjnym, co powoduje blokowanie wypływu ciepłego powietrza z pomieszczenia, a tym samym brak jego wentylacji. W przypadku 2) zastosowanie wentylatora wyciągowego powoduje natychmiastowy efekt wzrostu temperatury w kanale wentylacyjnym, co świadczy, o wypływie ciepłego powietrza z pomieszczenia do kanału wentylacyjnego, a tym samym o właściwej wentylacji tego pomieszczenia. Z kolei krzywa zmian poziomu wilgotności w sanitariacie obrazuje prawdopodobne przyczyny wywołujące powstawanie efektu zagrybienia ścian, spowodowanego okresowym wzrostem poziomu wilgoci w omawianym pomieszczeniu nawet do 90%.

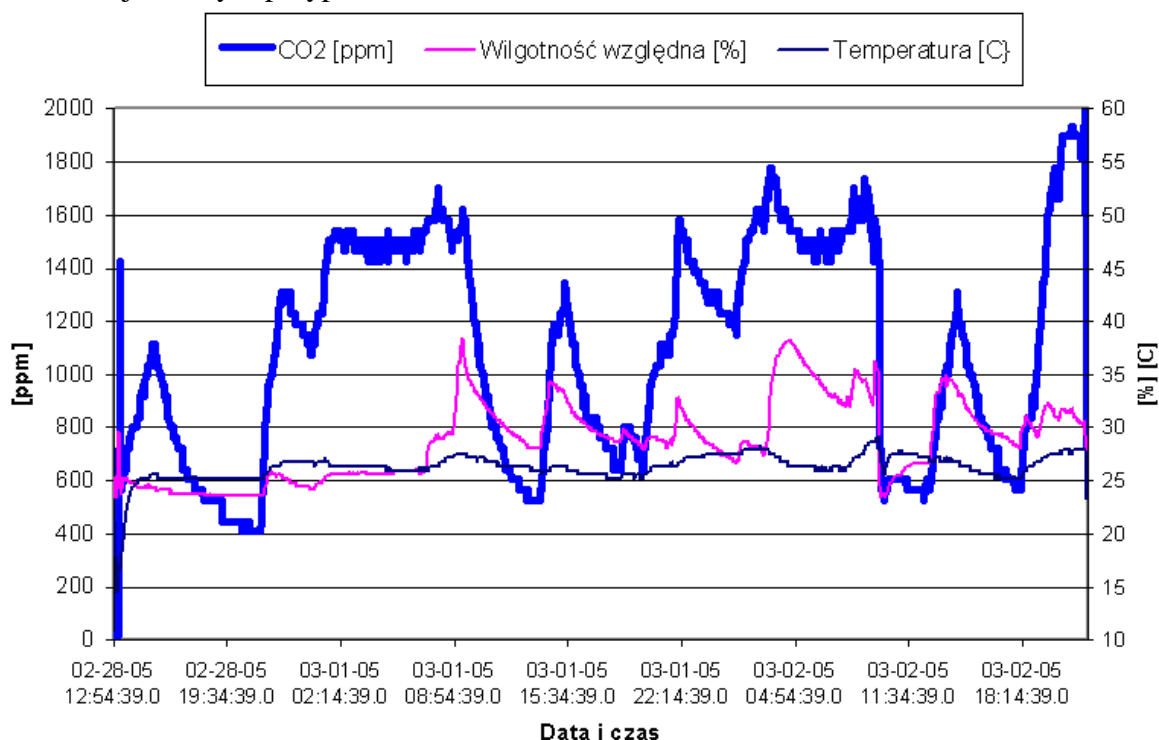
Z pomieszczeń sanitarnych prysznic i toaleta, (w zależności od akademika), okresowo korzysta od 5- 10 osób. W jednym z badanych przypadków kubatura pomieszczenia prysznicowa wynosiła ok. 5 m³. W okresie tzw. szczytu porannego i wieczornego, z pomieszczenia tego korzystała w krótkim czasie duża liczba osób nawet 10 osób. Badane pomieszczenie prysznicowe wyposażone było w jedną kratkę wentylacyjną, której nominalne wymiary otworu wynoszą 20 x 25 cm = 0.05 m², ale rzeczywista i efektywna powierzchnia, wynosiła w tym przypadku 0.02 m² (część otworu kratki była przysłonięta). Przeprowadzone pomiary prędkości przepływu powietrza przez kratkę wentylacyjną wykazały, że zmierzona wartość strumienia powietrza przepływającego przez kratkę wentylacyjną wynosiła ok. 0.4 m/s, co wymuszało przepływ powietrza o wartości maksymalnie 30 m³/h i stanowiło jedynie 70 % spełnienia normy wentylacji dla tego typu pomieszczeń, przy założeniu, że częstotliwość korzystania z tego typu pomieszczenia jest równomiernie rozłożona w czasie. Przeprowadzone badania wykazują jednak, że w tym przypadku warunek ten nie był spełniany z przyczyn obiektywnych. W związku z tym faktem, poziom spełnienia normy wentylacyjnej dla danych warunków użytkowania był dużo niższy i wynosił ok. 55%.

Dodatkowo istniejący system wentylacji wymusza niekorzystny i mało efektywny ruch powietrza, ze względu na wzajemne usytuowanie kratki wentylacyjnej i otworów nawiewnych w drzwiach, co powoduje powstanie w okolicach prysznicowej „stref martwych” o znacznie mniejszych prędkościach przepływu powietrza. Wszystkie te elementy związane z

wykorzystaniem pomieszczeń przez ludzi oraz niedostateczną pracą systemu wentylacji powodowały występowanie zjawiska, nadmiernego gromadzenia się wilgoci, której dostępny system wentylacyjny, nie był w stanie usunąć. W efekcie na ścianach tego pomieszczenia pojawiły się wykwity, świadczące o powstaniu pleśni i grzybów.

W związku z tym, że w pomieszczeniach prysznic w określonych porach dnia pojawia się o silny „impuls wilgoci” związany z dynamiką wykorzystania tego pomieszczenia do celów higieniczno- sanitarnych, konieczne jest czasowe zwiększanie szybkości przepływu powietrza poprzez zastosowanie dodatkowych urządzeń/ systemów wentylacyjnych zwiększających tzw. krotność wymiany powietrza oraz umożliwiających usuwanie nagromadzonej wilgoci z pomieszczenia.

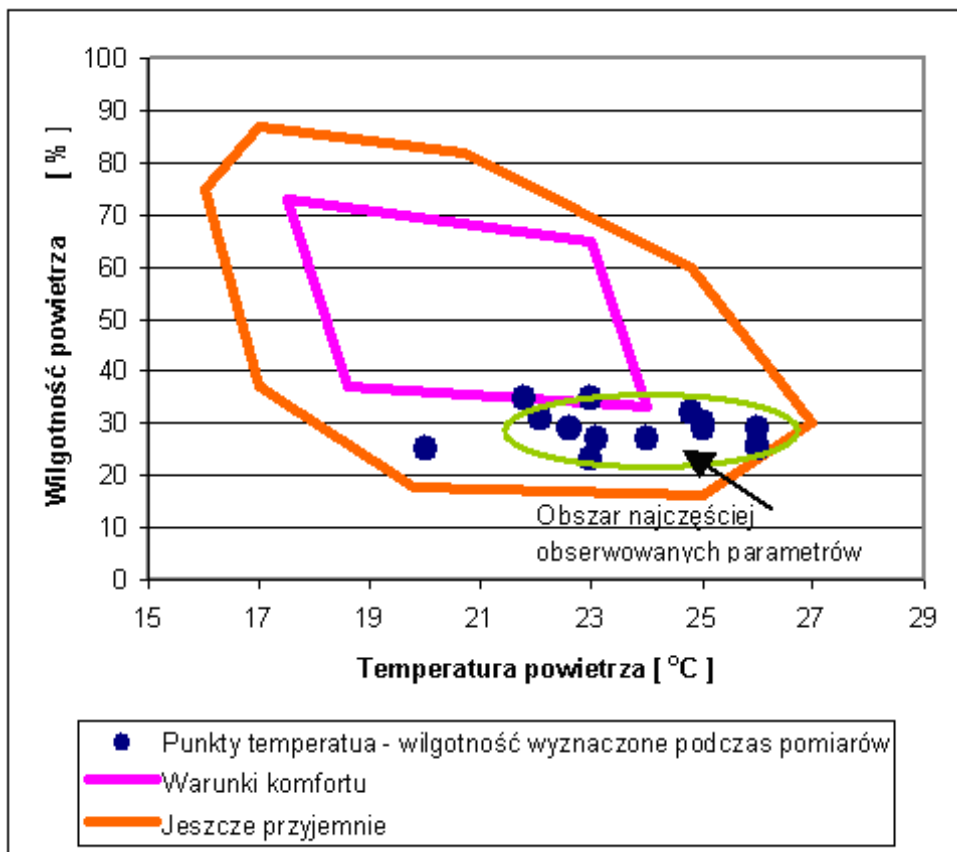
Na rysunku 10 przedstawiony jest przebieg zmian stężenia CO₂ dla wybranego pomieszczenia mieszkalnego. Przyjmuje się, że powszechnie akceptowaną normą stężenia CO₂ w pomieszczeniach jest wartość stężenia nie przekraczająca 1000 ppm. W omawianym przypadku, widzimy, że stężenie CO₂ w okresie prawie 70 % całkowitego czasu pomiarowego przekracza dopuszczalną normę o ok. 50 %. Widoczny spadek stężenia CO₂, związany jest z faktem, że w tych okresach pomiarowych przez dłuższy czas w pomieszczeniu nie przebywali ludzie. Na podstawie wykresu zmian stężenia CO₂ oraz informacji o okresach przebywania w nich ludzi możliwe jest wyznaczenie tzw. współczynnika krotności wymiany powietrza oraz strumienia powietrza wentylacyjnego przypadającego na jedną osobę. Z przedstawionego wykresu wynika, że krotność wymiany powietrza jest w tym przypadku niedostateczna.



Rys. 10. Przebieg zmian stężenia CO₂, (w tle przebieg zmian wilgotności i temperatury).

Użycie elektronicznych rejestratorów komfortu termiczno- wilgotnościowego znacznie zwiększa ilość informacji dostępnej do analizy komfortu pomieszczeń oraz stwarza możliwość badania większej ilości pomieszczeń w krótkim przedziale czasowym. Dzięki pomiarom wykonanym przy użyciu tych rejestratorów możliwe jest uśrednianie przebiegu np. temperatury czy wilgotności w cyklu dobowym i zaznaczanie uśrednionych parametrów na

diagramie temperatura wilgotność. Dzięki tak wykonywanym pomiarom przeprowadza się ocenę tzw. komfortu cieplno-wilgotnościowego w analizowanym pomieszczeniu. Na rysunku 11 przedstawiono wyniki pomiarów komfortu cieplno-wilgotnościowego, przeprowadzonego w kilku pomieszczeniach mieszkalnych. Uzyskane wyniki pomiarów przedstawiono na tle standardowo przyjmowanych obszarów komfortu.



Rys. 10. Warunki cieplno-wilgotnościowe w przykładowych pomieszczeniach akademików.

Przedstawiony wykres uwidacznia fakt, że w sporej części aktualnie przebadanych pomieszczeń mieszkalnych temperatura powietrza przekraczała wartości określone mianem komfortu cieplnego a z wilgotność utrzymywała się w tych pomieszczeniach na niskim poziomie. Ogólnie warunki takie można uważać, za przyjemne, nie powodujące wrażeń dyskomfortu u osób w nich przebywających. Z wykresu wynika, że możliwe jest obniżenie temperatury w pomieszczeniach mieszkalnych (bez straty dla komfortu przebywających w nich osób), przy czym wymagane byłoby zwiększenie wilgotności powietrza. Zatem pojawia się tu możliwość oszczędności kosztów ogrzewania wynikająca z redukcji temperatury w pomieszczeniach, jednakże wymagane byłoby zastosowanie systemu wentylacyjnego z możliwością nawilżania powietrza.

4. Wnioski, planowane badania i przewidywane wyniki

Z przytoczonych badań wynika, że możliwe jest osiągnięcie w omawianym zespole budynków sporych oszczędności energii oraz poprawienie warunków komfortu osób w nich przebywających. Dla sporej części badanych pomieszczeń sanitarnych oraz w niektórych pomieszczeniach mieszkalnych występuje niebezpieczeństwo rozwoju szkodliwych chorób będących wynikiem zmian grzybowo-pleśniowych, występujących na ścianach pomieszczeń.

Wstępne wnioski wynikające z tego etapu badań są następujące:

- Konieczne jest usprawnienie systemu wentylacyjnego budynków. Idealnym rozwiązaniem byłoby zamontowanie systemu wentylacji mechanicznej z podgrzewaniem i nawilżaniem powietrza – pomieszczenia mieszkalne oraz -sterowaniem poziomem wilgoci (sanitariaty) oraz kontrolą poziomu stężenia CO₂ w pomieszczeniach mieszkalnych. W chwili obecnej doraźnym rozwiązaniem byłoby zamontowanie wentylatorów wyciągowych o wyższych mocach wyciągowych w sanitariatach, zapewnienie napływu powietrza do sanitariatów przez otwory wentylacyjne wykonane w drzwiach prowadzących do aneksów mieszkalnych oraz w drzwiach samych sanitariatów. Stworzenie możliwości czasowego odhermetyzowania budynku np. poprzez zamontowanie nawiewników, czy wydanie polecenia przez Władze Administracyjne Służbom porządkowym oraz mieszkańcom okresowej konieczności wymuszania wentylacji budynku poprzez otwieranie okien i drzwi i częstego wietrzenia pomieszczeń.

Wydaje się również konieczne przeprowadzenie akcji uświadamiającej Studentów jak szkodliwe może być przebywanie w pomieszczeniach zagrzybionych (z ich winy- brak wietrzenia pokoi), czy wpływu niedostatecznej wentylacji na warunki psychofizyczne człowieka. Akcja ta ma spore szanse powodzenia w przypadku zajęcia się tym problemem osób, na co dzień przebywających w środowisku Studenckim- np. Kierowników Domów studenckich, Wykładowców na Uczelni. Mogłoby to się odbyć również w sposób mniej „inwazyjny” przez zapewnienie dostępu do informacji o skutkach braku właściwej wentylacji na zdrowie człowieka poprzez umieszczenie w odpowiednich miejscach materiałów informacyjnych. W tym miejscu dziękujemy Pani Kierownicze Lucynie Ziemińskiej - DS „Bonus” za pomysł i chęć zorganizowania takiej akcji.

- Konieczne jest przeprowadzenie termomodernizacji zewnętrznej skorupy budynków, jeśli nie jest możliwe zrobienie tego całościowo to w pierwszym etapie prac remontowo- budowlanych powinny zostać wykonane prace na ścianach szczytowych budynków , tam gdzie sanitariaty znajdują się przy zewnętrznej ścianie budynku.
- Wskazany byłby również remont systemu odprowadzania wody z dachów (rynny i rury spustowe), tak ażeby nie były one dodatkowym źródłem wilgoci dla ścian zewnętrznych budynków.
- Bardzo wskazane byłoby okresowe zainstalowanie liczników ciepła w poszczególnych aneksach mieszkalnych oraz zamontowanie regulatorów dopływu ciepła do grzejników w pomieszczeniach mieszkalnych. Brak indywidualnego rozliczania kosztów zużywanej energii cieplnej powoduje bowiem (często) efekt przegrzewania pomieszczeń i regulację temperatury w takich pomieszczeniach za pomocą niekontrolowanego otwierania okien.

W tym też przypadku sensowne wydaje się opracowanie również koncepcji zainstalowania w przyszłości wentylacji mechanicznej w budynkach.

W celu opracowania bardziej szczegółowej koncepcji koniecznych prac remontowo- budowlanych i zabiegów termomodernizacyjnych należałoby obecnie zwiększyć liczbę badanych pod tym kątem pomieszczeń, przeprowadzać również badania i analizy w pomieszczeniach poddanych pracom remontowo – termomodernizacyjnych w ostatnim okresie, tak ażeby wyniki uzyskane z tych pomiarów i badań dały pełniejszy obraz sytuacji istniejącej w budynkach Miasteczka Studenckiego i wskazały kierunki i metody prowadzące do oszczędności kosztów ogrzewania, z równoczesną ochroną zdrowia mieszkańców- zapewnienie komfortu termiczno- wilgotnościowego. W tym celu należałoby objąć zakresem badań i pomiarów jak największą liczbę pomieszczeń i budynków mieszkalnych.

Ponadto wydaje się zasadne wykonanie w najbliższej przyszłości następujących badań i pomiarów:

- Wykonanie i opracowania zgodnego z zasadami i obowiązującymi normami Audytu Energetycznego dla budynków Miasteczka Studenckiego,
- Wykonanie badań mykologicznych próbek pobranych ze ścian pomieszczeń, w których występują zmiany pleśniowo- grzybowe, w celu identyfikacji rodzaju grzybów i szkodliwości oddziaływania mykotoksyny i zarodników grzybów na organizm ludzki.
- Przeprowadzenie badań przesiewowych i/lub weryfikacja kart chorób osób zamieszkujących w pomieszczeniach, w których występują zmiany grzybowo-pleśniowe a przeprowadzone mogą być przy współpracy ze Studenckim Ośrodkiem Zdrowia. Badania te mają na celu stwierdzenie przyczyn występowania chorób pochodzenia alergicznego oraz innych chorób układowych, czyli określenie korelacji związków przyczynowo- skutkowych występowania chorób z warunkami mieszkania- zagrzybieniem ścian i niedostatecznej wentylacji pomieszczeń(i porównaniu do wyników średniej krajowej).
- Planowana jest również przy aktywnej współpracy z Prof. Wojciechem Gregą z Katedry Automatyki inwentaryzacja skuteczności działania węzłów cieplnych w akademikach Miasteczka Studenckiego pod kątem opracowania koncepcji ich automatyzacji i monitoringu sprawności działania opartych o nie systemów grzewczych (na wzór systemu stworzonego przez Pana Profesora i działającego w wielu budynkach AGH).

Podziękowania

Wykonawcy pracy składają podziękowania Dyrektorowi ds. Studenckich Panu Tadeuszowi Lachowiczowi, Pani mgr inż. Marii Szul, Kierownicze Miasteczka Studenckiego oraz Panu Kierownikowi ds. Technicznych mgr inż. Kazimierzowi Mlekołajowi za współpracę i pomoc. Ponadto dziękujemy kierownictwu Domów Studenckich a szczególnie Pani mgr Lucynie Ziemińskiej (DS. „Bonus”) oraz Pani Marii Zajęc (I DS.).

Wyniki Publikacyjne

Na bazie przeprowadzonych pomiarów powstały następujące opublikowane opracowania:

1. *Badania właściwości termicznych wybranych budynków AGH i miasteczka studenckiego* — Investigation of thermal properties of the selected university campus buildings / K. Chachaj, A. Raźniak, M. FILIPOWICZ, W. ŁOZIAK // W: Paliwa i energia XXI wieku, Akademia Górniczo-Hutnicza, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, 2004. — S. 139–146.
2. *Ocena stanu higieniczno-wentylacyjnego w akademikach miasteczka studenckiego AGH* — [Review of the hygienic and ventilation condition of the university campus students houses] / Maria Jurzecka, Andrzej Raźniak, Krzysztof Chachaj, Dorota OBŁĄKOWSKA, Mariusz FILIPOWICZ // W: Paliwa i energia XXI wieku, Akademia Górniczo-Hutnicza, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne AGH, 2004. — S. 147–152.

oraz ukaże się w materiałach konferencyjnych ogólnopolskiej konferencji naukowo-technicznej „X Forum Odnawialnych Zasobów, Źródeł i Technologii Energetycznych EKOENERGETYKA 2005” opracowanie autorów sprawozdania pt. „Audyt energetyczny i ocena parametrów środowiskowych pomieszczeń Miasteczka Studenckiego AGH”.

Cz II

Sprawozdanie z badań prowadzonych w Domach Studenckich AGH, celem lokalizacji pomieszczeń zagrzybionych i określenia przyczyn powstawania wykwitów pleśniowo- grzybowych na powierzchni ścian

W roku 2004 przeprowadzone zostały również badania pomieszczeń akademików w celu określenia stanu higieniczno – sanitarnego pomieszczeń pod kątem identyfikacji miejsc szczególnie narażonych na zagrzybienie oraz pomieszczeń, w których występują wizualne symptomy zagrzybienia- wykwity pleśniowo- grzybowe. Wyniki badań prezentuje tabela 1 (analogiczne pomiary zostaną wykonane w marcu br.).

1. Wykaz Domów Studenckich w których stwierdzono obecność zagrzybienia

- **I DS bl.5**
ul. Reymonta 17, 30-072 Kraków
- **DS 1 "Olimp"**
ul. Rostafińskiego 9, 30-072 Kraków
- **DS 2 "Babilon"**
ul. Rostafińskiego 11, 30-072 Kraków
- **DS 8 "Stokrotka"**
ul. Rostafińskiego 2, 30-072 Kraków
- **DS 11 "Bonus"**
ul. Budryka 5, 30-072 Kraków
- **DS 12 "Promyk"**
ul. Budryka 3, 30-072 Kraków
- **DS 14 "Kapitol"**
ul. Budryka 2, 30-072 Kraków
- **DS 15 "Maraton"**
ul. Tokarskiego 10, 30-072 Kraków
- **DS 16 "Pod Gruszą"**
ul. Tokarskiego 8, 30-072 Kraków

2. Tabela zbiorcza uzyskanych wyników:

Poniższa tabela przedstawia wyniki pomiarów i badań przeprowadzonych w budynkach akademików w roku 2004. Pomieszczenia, w których występowało zagrzybienie wskazywane były przez Administrację Budynków oraz Kierowników poszczególnych akademików.

Nr Akademika	Liczba zagrzybionych pokoi-(p) i sanitariatów-(s) (i tych po usunięciu grzyba)	Prędkość przepływu powietrza wentylacyjnego v [m/s]
I DS bl.5	1p (4)	niska $v = 0,4$
DS 1 "Olimp"	7p 2s	średnia $v = 0,5-0,9$
DS 2 "Babilon"	1p 4s	niska $v = 0,0-0,4$
DS 8 "Stokrotka"	6p	wystarczająca $v = 0,9-1,1$
DS 11 "Bonus"	5p 26s+pralnia	mechanizmy wyciągowe $v = 1,1$
DS 12 "Promyk"	2p (4)	zróżnicowany system: 1) wiatraki- $v = 3,3$ 2) kratki wentylacyjne $v = 0,0-0,7$
DS 14 "Kapitol"	1s	
DS 15 "Maraton"	1p 3s	wysoka $v = 0,8-1,7$
DS 16 "Pod Gruszą"	1p 2s	wysoka $v = 1,3-1,5$

W efekcie niedostatecznej wentylacji pomieszczeń i braku możliwości wyprowadzenia wilgoci z pomieszczeń na ścianach pojawiły się wykwity, świadczące o powstaniu pleśni i grzybów. Większość zmian pleśniowo- grzybowych na ścianach pomieszczeń (przedstawionych na zdjęciach poniżej została usunięta i przeprowadzono w tych pomieszczeniach prace remontowe polegające na ich odświeżeniu – pomalowaniu po uprzednim oczyszczeniu powierzchni.

3. Przegląd stanu zagrzybienia w poszczególnych akademikach:

I DS bl.5

W bloku tym szczegółowym badaniom poddany został cały aneks mieszkalny -pokój o numerze 408 b, ponieważ tam sytuacja sanitarna jest najgroźniejsza, ze względu na obecność rozległego wykwitu pleśniowo- grzybowego na ścianach w pomieszczeniu mieszkalnym, oraz w łazience.

System wentylacyjny – przepływy powietrza:

Łazienka – $v = 0.4$ m/s

Aneks kuchenny – $v = 0.3$ m/s

Okna – szczelne- $v = 0.0$ m/s



Rys. 1. Obraz zmiany pleśniowo – grzybowej w łazience przy pokoju 408 b

Również w innych pokojach w tym bloku, stwierdzono obecność zmian pleśniowo – grzybowych, które zostały już usunięte to pokoje narożne, o numerach:

- 409 b
- 309 b
- 213 b
- 113 b

Niestety w tych pomieszczeniach zmiany pleśniowo- grzybowe pojawiają się regularnie, gdyż są usuwane doraźnie, nie likwidowana jest przyczyna ich powstawania. Istotnym może wydać się również spostrzeżenie, iż na zewnętrznej ścianie budynku biegnie szczelina, która zdaniem Kierownictwa akademika, ciągle się powiększa. W związku z tym przyczyną odradzania się zmian o charakterze pleśniowo grzybowym w tym przypadku jest nie tylko zła wentylacja pomieszczeń, ale prawdopodobnie wychłodzenie ściany, powstałe ze względu na utratę izolacji termicznej.

DS 1 "Olimp"

W budynku **DS 1 "Olimp"** w roku 1992 został przeprowadzony generalny remont oraz poddano go zabiegom termomodernizacyjnym- szczelnymi oknami. Pomieszczenia w których zaobserwowano zjawiska zagrzybienia to pokoje o numerach:

- 103
- 201
- 402
- 403a
- 1504
- 1507a

- 1507
oraz sanitariaty (łazienki):
 - 310
 - 311

W pokojach tych zaobserwowany zostały zmiany pleśniowo- grzybowe, występujące szczególnie w okolicy futryn okiennych, a w sanitariatach na powierzchni sufitu i ścian.

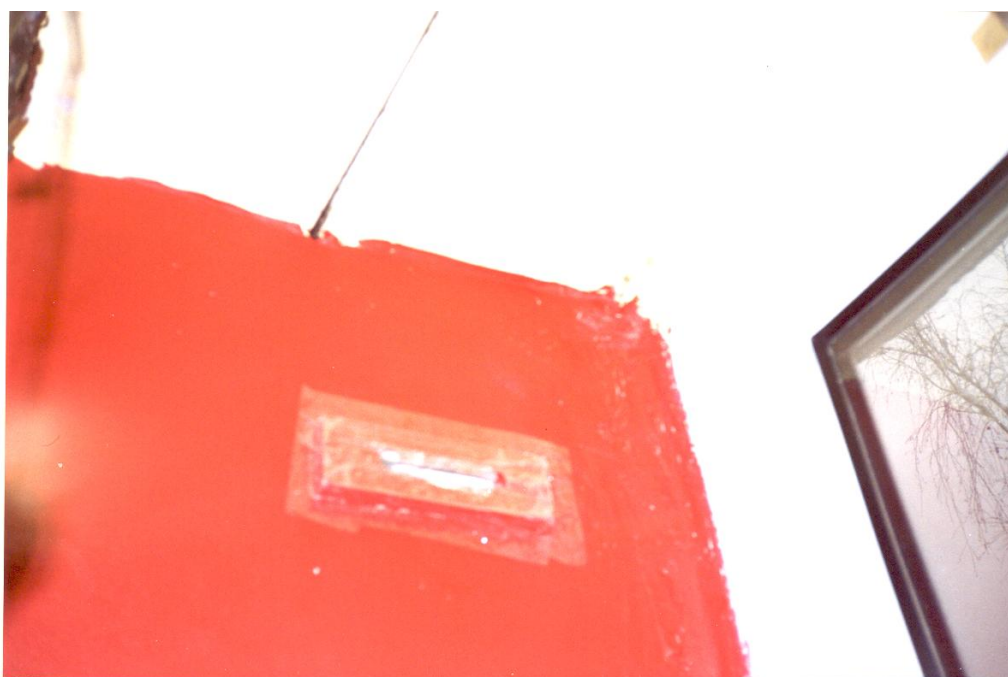
Z przeprowadzonych pomiarów wynika, że wentylacja w omawianym budynku powinna być wystarczająca, gdyż wartość prędkości przepływu powietrza jest stosunkowo wysoka wynosiła w łazienkach od 0,5 - 0,9 m/s, ale nie jest wystarczająca w aspekcie zdolności usuwania nagromadzonej wilgoci, oraz w aspekcie innych parametrów wpływających na powstawanie wykwitów pleśniowo- grzybowych na powierzchni ścian.



Rys. 2. Zdjęcie zagrzybionego naroża przy framudze okiennej -Pokój nr201



Rys.3 Zdjęcie zagrzybionej powierzchni ściany-. Pokój 201



Rys.4 .Obraz szczelnie zaklejonej szczelina wentylacyjnej w pokoju 403 a



Rys.5 Kolejne zdjęcie zagrzybionej powierzchni ściany przy framudze okiennej-. Pokój 1507a



Rys.6 Zdjęcie zmienionej wykwitem grzybowym ściany przy framudze drzwi-. Pokój 1507



Rys.7.Zmieniona powierzchnia sufitu sanitariatu przy pokoju 310 i 311



Rys. 8. Obraz zagrzybionej powierzchni ściany bocznej tego samego sanitariatu przy pokoju 310 i 311

Pomimo względnie wysokiej prędkości przepływu powietrza wentylacyjnego w budynku, powstawanie wykwitów grzybowo – pleśniowych na powierzchni ścian może być

powodowane brakiem dostatecznej szybkości usuwania wilgoci z pomieszczeń, także słabym dopływem świeżego powietrza- spowodowanego zbyt szczelną stolarką okienną, oraz brakiem dostatecznej izolacji termicznej ścian budynku, powodującej ich przemarzanie powstawanie efekt gromadzenia wilgoci w jej wnętrzu.

DS 2 "Babilon"

Kolejnym budynkiem, w którym przeprowadzono pomiary i badania był **DS 2 "Babilon"** Akademię ten był przeznaczony do remontu ze względu na bardzo zły stan sanitarny pomieszczeń. Badania i pomiary przeprowadzono w następujących pomieszczeniach:

- 1501 a – pokój
- 1111 – łazienka
- 811 a – łazienka
- 200 – łazienka
- 103 – łazienka



Rys.9.Obraz zmienionej powierzchni sufitu w sanitariacie -w aneksie 1111



Rys.10. Obraz zawilgoconej powierzchni sufitu w łazience przy pokoju 811 a, w którym pomiary prędkości przepływu powietrza wentylacyjnego wykazały tzw. „zerową” wentylację.



Rys.11.Kolejne zdjęcie zmienionej powierzchni. sufitu w łazience przy pokoju 811 a



Rys.12. Obraz zmian powierzchni ścian korytarza na VIII piętrze przy podłodze.



Rys.13. Obraz zawilgocenia powierzchni tej samej ściany. korytarza na wyższym poziomie- VIII piętro



Rys.14. Obraz zmian na powierzchni ściany w łazience przy pokoju 200, w której kratka wentylacyjna została szczelnie zakryta folią



Rys. 15. Obraz zmian powierzchni ściany w przedsionku prowadzącym do pokoju 200



Rys.16. Obraz zawilgoconej powierzchni ściany w łazience przy pokoju 103, w której wykryto całkowity brak kratki wentylacyjnej.

Pokój nr 1501 nie był zamieszkały, ponieważ wcześniejszy użytkownik, poprosił o zmianę o pokoju w obawie, o ewentualne skutki zdrowotne wynikające z oddziaływania tworzącego się w okolicach okna wykwitu grzybowego. Z przeprowadzonych oględzin i przedstawionych powyżej zdjęć wynika, że w momencie przeprowadzania badań i pomiarów budynku w roku 2004 jego ogólny stan sanitarny był zły i rzeczywiście prace remontowo - budowlane były konieczne. Podczas pomiarów prędkości przepływu powietrza wentylacyjnego, którego wartości wynosiły ok. (0.4 m/s), lub stwierdzono praktycznie brak przepływu powietrza dla wartości (0.0 m/s - pokój 811 a) stwierdzono, że ogólnie stan wentylacji całego budynku nie jest wystarczający i wymaga podjęcia szybkich działań remontowo- budowlanych- montażu wentylacji wymuszonej w udrożnionych kanałach wentylacji grawitacyjnej. Fakt pozostawienia zagadnienia wentylacji w obecnym stanie grozi pojawieniem się kolejnych zmian grzybowych na powierzchni ścian oraz odnawianiem się wykwitów w miejscach wcześniej zaatakowanych przez grzyby. W niektórych aneksach mieszkalnych możliwość przepływu powietrza -wentylacja jest całkowicie wykluczona , gdyż występuje całkowity brak kratki wentylacyjnych.

DS 8 "Stokrotka"

Budynek DS 8 "Stokrotka" remontowany był 3 lata temu(w 2002 roku). W budynku tym badania i pomiary przeprowadzono w następujących pokojach:

- 017
- 217

- 318
- 403
- 417
- 418

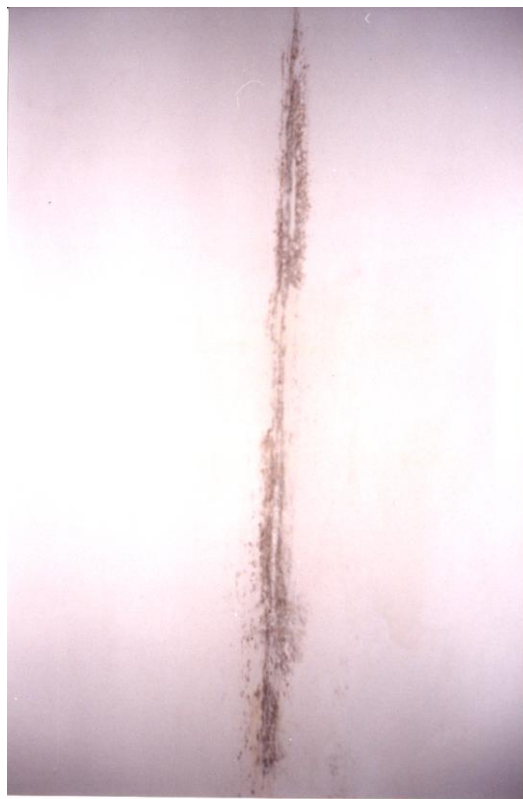
We wszystkich wyżej wymienionych pokojach został zlokalizowane wykwyty pleśniowo-grzybowe, co zostało przedstawione w materiale faktograficznym na zdjęciach zamieszczonych poniżej.



Rys.17.Zdjęcie zagrzybionego rogu pokoju nr 017



Rys.18. Obraz zagrzybionego rogu pokoju- Pokój 318



Rys. 19."Grzyb w narożu" widziany z bliska" w pokoju 318



Rys. 20. Obraz zagrzybionej powierzchni- naroża w pobliżu stolarki okiennej okno w pokoju 318



Rys.21. Obraz grzyba po kilku dniach od jego pojawienia się w rogu pokoju- Pokój 403



Rys.22. Zagrzybione naroże okna w pokoju 403



Rys.23. Faz początkowa pojawienia się wykwitu-”przyokienny” grzyb w pokoju 418

Z pomiarów szybkości przepływu powietrza wentylacyjnego wynika, że wentylacja w budynku powinna być wystarczająca; gdyż prędkość przepływu powietrza waha się w granicach od 0,9 do 1,1 m/s. Pomimo zamontowanej szczelnej stolarki okiennej w całym budynku akademika, wymiana powietrza wydaje się być prawidłowa, głównie przez fakt, iż pokoje są często wietrzone. W efekcie jednak, nie chroni ich to przed powstawaniem grzyba lub pleśni, szczególnie w narożach ścian i w pobliżu stolarki okiennej. Takiej sytuacji może sprzyjać również fakt, iż na balkonie IV-go piętra, przylegającym bezpośrednio do pokoju 318, zamontowana jest rynna, posiadająca zbiornik do gromadzenia się wody opadowej. W chwili, kiedy zbiornik się przepełni, woda przelewa się i spływając po ścianie pokoju 318 w dół, co może być przyczyną zbyt dużego nasączenia zewnętrznej ściany bloku wodą, a tym samym pojawienia się wykwitów grzybowych w narożach ścian wewnętrznych.



Rys. 24. Zdjęcie rynny przy pokoju 318

DS 11 "Bonus"

W budynku akademika nr 11 badaniu zostało poddanych 5 pokoi, 2 sanitariaty, oraz pralnia. Cały budynek został zaopatrzony w mechanizmy wyciągowe w łazienkach, dlatego też system wentylacyjny jest w miarę sprawny (przepływ ok. 1,1 m/s). Pomimo tego, sytuacja w łazienkach jest zatrważająca: na 31 czynnych sanitariatów aż 26 jest zagrzybionych!!!

Wykwity grzybowe zaatakowały również pralnię- pomieszczenie znajdujące się w środku budynku, a podczas badań i pomiarów prędkości przepływu powietrza w pomieszczeniu pralni stwierdzono brak wentylatora wyciągowego. Pomimo ciągłego wietrzenia pralni, grzyb usytuował się na nad framugą okienną, wzdłuż całej jej długości.

Pomieszczenia, w których dokonywane były pomiary i badania to:

- 101 - pokój
- 115 - pokój
- 215 - pokój
- 301 - pokój
- 302 – pokój
- 116 - sanitariat
- 216 – sanitariat
- 111a – pralnia



Rys. 26. Wykwit grzyba w narożu pokoju 115



Rys.26.Zawilgocone naroże ściany w pobliżu stolarki okiennej- Pokój 302



Rys.27.Zdjęcie zagrzybionego naroża w pobliżu futryny okiennej w łazience przy pokoju

116



Rys.28. Zawilgocona powierzchnia ściany sanitariatu pokryta nalotem pleśni obok pokoju 216

DS 12 "Promyk"

Badania i pomiary przeprowadzone w kolejnym **DS 12 "Promyk"** wykazały, że „sytuacja wentylacyjna”- sprawność działania systemu wentylacji jest bardzo złożony. W niektórych pomieszczeniach sanitarnych (np. przy pokoju 118), zamontowane są wentylatory wyciągowe, które wymuszają wysoki przepływ powietrza, wynoszący do 3.3 m/s. W innych sanitariatach, w których znajdują się kratki wentylacyjne wentylacji grawitacyjnej przepływ osiąga wartość ok. 0.7 m/s (np. przy pokojach 117, 318). Są jednak i takie pomieszczenia- łazienki, w których wentylacja osiąga wartość zero, czyli nie ma jej wcale (np. przy pokoju 418, czy w kratce w kabinie prysznicowej w pokoju 118). W niektórych pokojach istnieją również dodatkowe kratki wywiewne, (np. w pokoju 403), ale przepływ powietrza przez nie jest równy 0.0 m/s. W całym budynku zamontowana jest szczelna stolarka okienna.

Badania i pomiary wykonano głównie w pokojach i sanitariatach, w których grzyb został niedawno usunięty:

- 117
- 318
- 302
- 417

oraz pokojach, w których obecnie zidentyfikowano obecność wykwitów pleśniowo-grzybowych:

- 402
- 403



Rys.29. obraz naroża ścian w kilka dni po usunięciu grzyba -Pokój 417



Rys.30. Zdjęcie rogu pokoju 402; w rogu okna widać początki nowego grzyba (dół)



Rys. 31. Zdjęcie zawilgoconej powierzchni ścian i sufitu z widocznym nalotem grzybowym- Pokój 403



Rys.32.Zdjęcie drugiego, zawilgoconego i zagrzybionego rogu pokoju 403

14 DS. 14 "Kapitol"

W Akademiku nr 14 zbadany został jedynie sanitariat 310, gdzie w okolicach prysznic widnieje zaciek, który może być przyczyną powstania ewentualnego wykwitu grzybowo-pleśniowego.

DS 15 "Maraton"

W budynku DS 15 "Maraton" działa system wentylacyjny o prędkości przepływu powietrza wynoszącym odpowiednio od 0,8 do 1,7 m/s. Jedyne zagrzybione pomieszczeniami w budynku akademika jest pomieszczenie mieszkalne- pokój 403, oraz sanitariat przy pokoju 311.



Rys.33 Zdjęcie grzyba w narożu przy futrynie okiennej pokoju 403



Rys.34.Zdjęcie sufitu z nalotem grzybowym w tym samym pokoju 403



Rys.35.Zdjęcie zawilgoconej powierzchni ściany sanitariatu z widocznym nalotem pleśni przy pokoju 311.

Prace remontowe w budynku polegające m.in. na malowaniu pomieszczeń mieszkalnych i sanitariatów zostały przeprowadzone w grudniu 2003 roku. Stąd oglądana sytuacja w pomieszczeniach budynku w roku 2004 była jeszcze w miarę dobra. Jednak z relacji ustnych pracowników budynku i stałych mieszkańców wynika, że przed rozpoczęciem remontu, wszystkie sanitariaty były zagrzybione i należy się spodziewać, że jeżeli przyczyna powodująca pojawianie się wykwitów pleśniowo – grzybowych nie została na trwale usunięta, a ściany przed zabiegiem malowania nie zostały właściwie „zaimpregnowane” odpowiednim środkiem grzybobójczym to w roku 2005 sytuacja pojawienia się wykwitów grzybowych na ścianach pomieszczeń może się powtórzyć. Wydaje się również dobrym rozwiązaniem przeciwdziałającym zawilgoceniu powierzchni ścian przynajmniej w pomieszczeniach sanitariatu i zapobiegającym tym samym powstawaniu wykwitów pleśniowo-grzybowych jest wyłożenie również sufitów nad kabiną prysznicową w pomieszczeniach łazienek glazurą, jak zrobiono to w sanitariacie przy pokoju 403.

DS 16 ”Pod Gruszą”

W DS 16 ”Pod Gruszą” przez okres kolejnych 2 lat, kierownik budynku borykał się z przeciekającym dachem, ale na szczęście problem ten został już rozwiązany.

Pomiary prędkości przepływu powietrza wentylacyjnego wykazały, że system wentylacyjny w łazienkach jest w miarę sprawny; przepływ powietrza wahał się w granicach 1,3 – 1,5 m/s.

W roku 2004 wykwity pleśniowo- grzybowe zaobserwowano na powierzchni ścian w sanitariatach o numerach:

- 212
- 205

oraz w pokoju

- 309.



Rys.36. Zagrzybiona powierzchnia sufitu w sanitariacie 212

4. Analiza mykologiczna

Procedura pobierania próbek grzybów do badań mykologicznych polegała na mechanicznym usunięciu (zeskrobaniu) wysterylizowanym płomieniowo i dodatkowo odkażonym skalpelem fragmentów tynku pokrytego nalotem pleśniowo- grzybowym z zagrzybionego miejsca w pomieszczeniu (zdjęcie 38) i umieszczeniu ich w jałowych pojemnikach – zdjęcie 39 (dobrze nadają się sterylizowane pojemniczki na mocz czy kał stosowane w analityce medycznej). Następnie tak zebrany fragment tynku zostaje poddany procedurze przygotowawczej, prowadzonej przed założeniem tzw. hodowli. Procedura ta wymaga szeregu czynności przygotowawczych jak sporządzenie odpowiedniej pożywki dla wzrostu grzybów oraz innych procedur. Tak przygotowane próbki z nalotem grzybowym są hodowane w odpowiednich autoklawach symulujących naturalne warunki środowiska ich wzrostu. Hodowlę przeprowadza się stosując różnego rodzaju pożywki mikrobiologiczne. Procedura wzrostu grzybów i pleśni trwa minimum od 2- 3 tygodni. Przeprowadza się ją w celu poddania próbek analizie mikroskopowej, mającej na celu ich identyfikację jakościową- określenie rodzaju występującego grzyba, lub pleśni i określeniu jego właściwości chorobotwórczych. W przypadku błędów w poborze próbki, lub błędów w procedurze przygotowawczej hodowli lubw przypadku niedostatecznego namnożenia grzybni całą procedurę trzeba powtórzyć.



Rys.37. Widok procedury pobrania próbek grzybów do analizy mykologicznej



Rys. 38 Pojemniczki z próbkami całą procedurę tynku pokrytego nalotem grzybowo- pleśniowym.

Charakter wykwitów pleśniowo- grzybowych ich barwa jest wstępnym stadium określenia ich rodzaju, a tym samym ich szkodliwego wpływu na organizm ludzki, ale wymaga przeprowadzenia szczegółowych badań laboratoryjnych- analizy mykologicznej.

Także warunki środowiskowe wzrostu grzybów: temperatura w pomieszczeniu, poziom wilgotności względnej wskazuje pośrednio na ich rodzaj. Odpowiedni rodzaj i gatunek grzybów pojawia się bowiem zarówno w pomieszczeniach o wysokim stopniu wilgotności względnej powyżej 75 %, jak również w pomieszczeniach gdzie wilgotność nie osiąga wysokiego poziomu. Podobnie jest z temperaturą, wykwity grzybowe pojawiają się bowiem zarówno w pomieszczeniach, w których panuje stosunkowo wysoka temperatura- powyżej 20 °C, jak i w pomieszczeniach w których temperatura oscyluje wokół wartości 10 °C. Kolejną metodą wstępnej identyfikacji grzybów jest obserwacja wzrostu grzybów w warunkach dostępu światła, jak i przy jego braku. Warunkiem wspólnym dla wzrostu grzybów jest natomiast brak dostatecznej wymiany powietrza wentylacyjnego, powodującej nadmierne nagromadzenie się zarodników grzyba w powietrzu pomieszczeń. Warunkuje to ich właściwe namnażanie w określonym środowisku.

Najważniejszym wnioskiem z przeprowadzonych pomiarów i badań jest wniosek, że bez poznania rodzaju grzyba lub wykwitu pleśni, niemożliwa jest w zasadzie skuteczna walka z ciągle pojawiającymi się wykwitami pleśniowymi i grzybowymi na powierzchni ścian.

Tylko poznanie rodzaju i gatunku grzyba i pleśni warunkuje właściwe z nim postępowanie, gdyż jedynie skuteczna likwidacja warunków środowiskowych sprzyjających pojawianiu się wykwitów pleśniowych i grzybowych i ich rozwoju, czyli określenie parametrów fizykochemicznych i biologicznych stwarza skuteczne podstawy do ich całkowitej likwidacji. Także rodzaj grzyba warunkuje procedury skutecznej jego likwidacji, czyli dobór właściwej metody i środka grzybobójczego stosowanego do dezynfekcji zmienionych powierzchni. Osobnym problemem jest efekt oddziaływania zagrzybionych powierzchni i unoszących się w powietrzu toksyn pleśni i zarodników grzybów na organizm ludzki. Już od dawna wiadomo, że mikroorganizmy te są odpowiedzialne nie tylko za wywoływanie szeregu chorób alergicznych wziewnych – kaszel i kichanie jak również wywołują one szereg uciążliwych objawów skórnych – wysypki. Najważniejszym problemem jest jednak wywoływanie przez toksyny

pleśni i zarodniki grzybów poważnych chorób układowych: częste zapalenia płuc i oskrzeli, choroby wątroby i nerek, nadciśnienia oraz najgroźniejszych dla zdrowia chorób nowotworowych. Kolejnym ujemnym wpływem grzybów na organizm ludzki jest ograniczanie sprawności psycho- fizycznej osób przebywających w zagrzybionych pomieszczeniach, objawiające ciągłym zmęczeniem, spadkiem sprawności intelektualnej, sennością, a w skrajnych przypadkach częstymi bólami głowy. Problem występowania grzybów i pleśni w pomieszczeniach jest jak widać bardzo poważny i wymaga podjęcia natychmiastowych, skutecznych środków i działań zapobiegawczych w celu eliminacji ich ze środowiska najbliższego człowiekowi. Tylko drastyczne postępowanie z tymi mikroorganizmami, zapobiegnie bowiem niepożądanym skutkom zdrowotnym dla organizmu człowieka.