

Bogumiła J. Rouba

Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

Uniwersytet Łódzki

Zagadnienia klimatu a bezpieczeństwo zbiorów

Publikacja dotyczy zagadnienia klimatu w otoczeniu zabytków i zależności między oddziaływaniem klimatu a przebiegiem procesów niszczenia. Omawia oddziaływanie klimatu zewnętrznego, a przede wszystkim klimatu wewnątrz, w których znajdują się zabytki. Wprowadza pojęcie naturalnego klimatu budowli oraz omawia czynniki destabilizujące klimat. Omawia skutki nierównowagi klimatycznej – uszkodzenia mechaniczne powodowane „pracą materiałów” i zagrożenia mikrobiologiczne. Ostatnią część wypowiedzi stanowi wskazanie potrzeby stałego monitorowania parametrów klimatu, bieżącego analizowania wyników monitoringu i możliwości dokonywania niezbędnych korekt, poprawiających warunki przechowywania zabytków.

Klimat w otoczeniu zabytków – pomiary

W grupie zewnętrznych czynników niszczących jednym z najpotężniejszych jest klimat. Stan każdego obiektu zależy od tego, gdzie i jak go przechowujemy, jakie warunki klimatyczne panują w jego otoczeniu. Nieuchronność oddziaływania klimatu staje się oczywista, jeśli uzmysłowimy sobie, że o ile oddziaływanie światła, ciepła, wody, uszkodzeń mechanicznych i biologicznych możemy ograniczać lub nawet całkowicie wyeliminować, o tyle otaczający klimat oddziałuje zawsze. Ważne jest zatem, by to oddziaływanie nie przyspieszało procesów destrukcji, by świadomie kontrolować i kształtować warunki klimatyczne, dążąc do ich możliwie największej optymalizacji.

Klimat najprościej opisujemy wartościami **temperatury oraz wilgotności względnej powietrza**. Istotne znaczenie ma również śledzenie **temperatury punktu rosy**, prędkości przepływów powietrza, ciśnienia, ale przede wszystkim **częstotliwości wahań na osi czasu**.

Wilgotność względna powietrza jest wartością zmienną, zależną od aktualnej zawartości pary wodnej i od temperatury powietrza. Pojęcie wilgotności względnej powietrza zdefiniowano i wprowadzono około roku 1800.

$$\frac{\text{aktualna zawartość pary wodnej w g/m}^3}{\text{zawartość graniczna dla stanu nasycenia w g/m}^3} \times 100 = \% \text{ RH}$$



Ryc. 1. Przykład wskaźnika, w którym poziom wilgotności względnej powietrza sygnalizuje barwa chloreku kobaltu. W postaci bezwodnej ma on barwę niebieską. W wilgotnym powietrzu chlorek kobaltu przechodzi w formę dwuwodnego hydratu o barwie różowej. W miarę wzrostu wilgotności chlorek dąży do postaci sześciowodnej o barwie czerwonej. Solami kobaltu barwi się silikażel lub papierki wskaźnikowe sygnalizujące poziom wilgotności silikażelu stabilizującego klimat w kasetach i gablotach muzealnych

Pierwsze pomiary wilgotności prowadzono jednak znacznie wcześniej, już bowiem Leonardo da Vinci projektował i budował przyrządy do jej mierzenia¹. Pomiary wykonywano najrozmaitszymi urządzeniami wykorzystującymi zasadę zmian objętości materiałów higroskopijnych organicznych lub mineralnych. Wiele z tych sposobów przetrwało do dziś, jak choćby orientacyjne wskaźniki wykorzystujące zmiany barwy soli kobaltu w powietrzu o różnej wilgotności.

Rozwój badań nad technikami pomiarowymi następował na przestrze-

ni XIX wieku i był odpowiedzią na zapotrzebowanie unowocześniającego się suszarnictwa drewna i zboża. Przełomem było wynalezienie psychrometru (gr. psychros – zimny), przyrządu złożonego z dwu termometrów, z których jeden wskazuje temperaturę normalną, a drugi obniżoną ciepłem parowania wody². Podstawę pomiaru stanowi fakt, że parowanie, a zatem i ochładzanie mokrego termometru, zachodzi tym szybciej, im bardziej suche jest powietrze w otoczeniu. Psychrometr do dziś jest urządzeniem przydatnym, obiektywnym, używanym do skalowania i legalizowania współczesnej elektronicznej aparatury pomiarowej.

W Polsce kontrola parametrów klimatu otaczającego dzieła sztuki stawała się standardem w latach 50. i 60. Najpierw do szerokiej praktyki konserwatorskiej i muzealnej weszły higrometry (gr. hygros – wilgotny) i higrografy włosowe, potem termohigrografy. Te ostatnie były szczególnie wygodne dla konserwatorów i muzealników, stąd obecne są w wielu muzach do dziś. Mimo fabrycznie dopuszczalnego błędu pomiaru w granicach $\pm 5\%$, mimo konieczności częstej regeneracji i skalowania, wykres (termohigrogram) był bardzo wygodny, ponieważ wyniki pomiaru były zapisywane w formie krzywych, bez ko-

¹ J. Górski, M. Matejak, *Zarys historii pomiaru wilgotności powietrza*, „Muzealnictwo” 1998, nr 40, s. 145–150; P. Kozakiewicz, M. Matejak, *Higrometr – historia pomiaru wilgotności względnej powietrza*, Wydział Technologii Drewna SGGW w Warszawie, dostęp: <http://www.label.pl/po/higrometr.html>

² Ernst Ferdinand August w 1828 roku skonstruował (niektóre źródła podają, że jedynie udoskonalił) przyrząd, który nazwał psychrometrem. Psychrometr Augusta pozwala określić wilgotność względną powietrza na podstawie różnicy wskazań dwóch termometrów (suchego i mokrego) w normalnych warunkach. Wkrótce przyrząd został poddany kolejnemu udoskonaleniu przez Assmanna, który wyposażył urządzenie w wiatraczek wymuszający przepływ powietrza ze stałą prędkością 2,5 m/s. W obydwu typach psychrometrów (Augusta i Assmanna) różnica wskazań termometrów mokrego i suchego, zwana różnicą psychrometryczną, pozwala odczytać zmierzoną wartość wilgotności względnej powietrza z odpowiednich tablic psychrometrycznych.

nieczności jakiegokolwiek przetwarzania danych. Jednym rzutem oka pozwalało to ocenić prawidłowość klimatu lub jego niestabilność. Stosunkowo duże rozmiary termohigrografów utrudniały pomiar, np. w ciasnych przestrzeniach, miejscach z różnych powodów dla konserwatorów interesujących. Termohigrografy nie były także dostatecznie dokładne dla potrzeb badawczych.

Z czasem zaczęto wykorzystywać zasadę zmiany oporu elektrycznego materiałów wilgotnych. Na tej właśnie zasadzie oparte są wszystkie współczesne mierniki elektroniczne. Dzisiejsze mierniki i rejestratory parametrów klimatu są zminiaturyzowane, wygodne, bezprzewodowe, z własną wbudowaną pamięcią, z możliwością transmisji danych drogą radiową itd.³ Wadą jest jednak uciążliwa konieczność okresowego kalibrowania.

Oprócz profesjonalnego sprzętu pomiarowego na rynku dostępne są masowo produkowane tanie mierniki, chętnie kupowane przez konserwatorów do indywidualnych pracowni. Ich jakość bywa jednak niekiedy tak zła, że wyniki pomiarów mogą być całkowicie niewiarygodne.

Dokonując zakupu taniego miernika lub tzw. stacji meteo, powinniśmy w sklepie poprosić o pokazanie co najmniej trzech egzemplarzy. Tylko wtedy jeśli wskazania wilgotności i temperatury będą na wszystkich przyrządach identyczne, można uznać sprzęt za wiarygodny. I tak należy się jednak liczyć z faktem, że w bliżej nieokreślonym czasie nastąpi rozkalibrowanie miernika i jego wskazania mogą zacząć daleko odbiegać od rzeczywistości. Tego rodzaju jednorazowy sprzęt jest wówczas w ograniczonym zakresie użyteczny – bardziej jako wskaźnik stabilności klimatu, niż jego rzeczywistych parametrów.

Do oceny klimatu wnętrza nie wystarcza tylko pomiar parametrów powietrza. Pomiar temperatury materiałów, dokonywany pirometrem, służy wyliczeniu ile stopni, jaka „odległość” dzieli powierzchnie przegród i przedmiotów od punktu rosy, czyli jak dalekie jest zagrożenie kondensacją.



Ryc. 2. Jeśli w chwili zakupu tanie mierniki wskazują rozbieżne dane parametrów powietrza – nie należy ich po prostu kupować

³ Pierwsze elektroniczne mierniki klimatu (produkcji japońskiej) zaczęły trafiać do Polski w połowie lat 80. Były one jeszcze wówczas bardzo drogie i trudno dostępne. Dysponowały więc nimi jedynie nieliczne laboratoria i specjalistyczne jednostki badawcze. W 1989 roku powstała polska firma LAB-EL Elektronika Laboratoryjna, która do dziś jest producentem profesjonalnej aparatury kontrolno-pomiarowej przeznaczonej do pomiarów i rejestracji parametrów klimatu zewnętrznego i mikroklimatu w pomieszczeniach (<http://www.label.pl/>). Natomiast w latach 90. wraz z rozpoczęciem masowej produkcji mierników w krajach azjatyckich i stopniowym obniżeniem cen następowało ich upowszechnianie, także w pracowniach konserwatorskich.

Klimat zewnętrzny a klimat wnętrza

W naszej strefie klimatycznej średnie wilgotności względne powietrza na zewnątrz są dość wyrównane. Najbardziej suchymi miesiącami są maj i czerwiec (śr. RH 68%), a najbardziej wilgotnymi – listopad (88%) i grudzień (90%). Średnie zimowe wilgotności w Polsce wynoszą w styczniu – ok. 82%, w lutym – ok 86%, w marcu – ok 78%.

Składające się na średnią amplitudy dobowe mają jednak dość znaczny rozrzut. W okresie jesieni wynoszą przeciętnie 20–25%, latem są nieco większe i wynoszą 30–35%⁴.

Specyficzne warunki klimatyczne w Polsce wytwarzają się w okresach letnich upałów. Dobowe amplitudy wilgotności osiągają wtedy wartość nawet do 80%, podobnie jak to ma miejsce w krajach o klimacie gorącym.

Innym fenomenem są zjawiska klimatyczne, do których dochodzi podczas silnych, długotrwałych mrozów w zimie, zwłaszcza przynoszonych przez wyże syberyjskie. Mimo że wilgotność względna powietrza może wówczas nie odbiegać wiele od przeciętnej, to jego niska temperatura decyduje o stosunkowo małej zawartości wody (wilgotność bezwzględna). W praktyce oznacza to, że nawet nieznaczne podgrzanie takiego powietrza po przejściu do wnętrza budowli powoduje drastyczny spadek jego wilgotności względnej, a to z kolei uruchamia mechanizm przesuszania i tzw. „pracy” materiałów higroskopijnych.

Skoki zewnętrznej temperatury i wilgotności względnej powietrza są amortyzowane i „wygładzane” mniej lub bardziej skutecznie przez budowlę. W rezultacie we wnętrzu wytwarzają się warunki, które tylko w określonym stopniu stanowią odbicie warunków zewnętrznych. Jest to tzw. naturalny mikroklimat wnętrza.

Pojęcie naturalnego klimatu budowli

Naturalny mikroklimat wnętrza jest kształtowany przez:

- lokalizację budynku i warunki klimatyczne w najbliższym otoczeniu – kierunek wiatrów, ich siłę itp.
- typ architektury, określone rozwiązania konstrukcyjne, kubaturę budowli
- termoizolacyjność murów zależną od użytego budulca, grubości, obecności warstw izolujących (współcz. K)
- wilgotność a także paroprzepuszczalność murów i tynków
- termoizolacyjność okien, kierunek na który wychodzą, nasłonecznienie okien
- nasłonecznienie lub ocienienie całej budowli
- obecność i masę substancji higroskopijnych we wnętrzu (zasłony, dywany, drewno nie pokryte szczelnymi lakierami itp.).

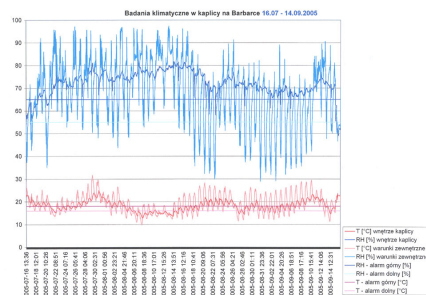
Naturalny mikroklimat nieogrzewanego wnętrza na ogół podąża, z większym lub mniejszym opóźnieniem, za klimatem zewnętrznym. Im większe opóźnienie, tym stabilniejsze są warunki wewnątrz i tym korzystniejsze dla zabytków i dla samego obiektu.

Naturalny mikroklimat nieogrzewanych budowli sprawia, że w ich wnętrzach w zimie panuje dość niska temperatura i stała wilgotność względna powietrza, bliska zewnętr-

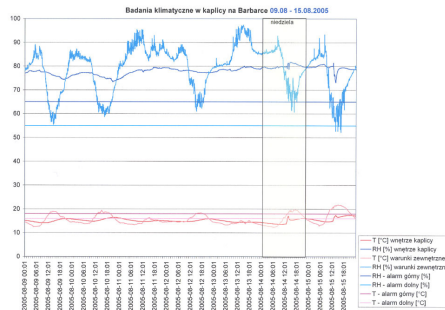
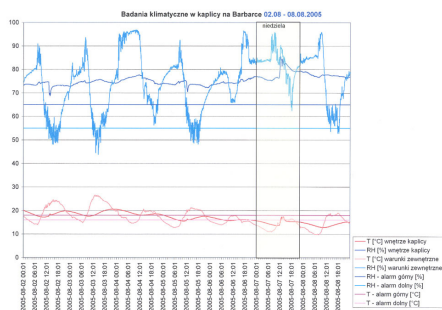
⁴ Dane zaczerpnięte z opracowań WIOŚ w Toruniu – rocznych raportów o stanie środowiska.



Ryc. 3. Malutka kaplica w miejscowości Barbarka pod Toruniem jest przykładem pokazującym, jak bardzo prosta budowla, wykonana w konstrukcji ryglowej z wypełnieniem ceglanym, mimo cieniutkich ścian znakomicie radzi sobie z „wygładzaniem” wahań klimatu zewnętrznego. Stabilizacji klimatu sprzyjają otaczające kaplicę drzewa



Ryc. 4. Na wykresie obrazującym warunki klimatyczne w okresie dwu miesięcy widać, że dobowe amplitudy wilgotności osiągające na zewnątrz wartość niekiedy nawet wyższą od 50% wewnątrz redukowane są do kilku zaledwie procent



Ryc. 5. i 6. Do wyraźniejszych zmian wilgotności i temperatury powietrza dochodzi, kiedy podczas mszy odprawianej w niedzielę o godz. 13 szeroko otwierane są drzwi kapliczki. W deszczową niedzielę 7 sierpnia spowodowało to wzrost wilgotności o ok. 8%. Na wykresie po prawej: w kolejną niedzielę 14 sierpnia obserwujemy jedynie płytkie wahania wilgotności i temperatury, natomiast msza w upalne święto 15 sierpnia wiązała się ze spadkiem wilgotności o 7% i wzrostem temperatury o 2 st. C. Biorąc po uwagę fakt, że drzwi stanowią niemal 1/4 powierzchni ściany zachodniej, a podczas godzinnej mszy pozostają cały czas szeroko otwarte, następuje wielokrotna wymiana całego powietrza ze wnętrza. Ani to, ani oddechy wiernych szczelnie wypełniających wnętrze nie są w stanie zmienić klimatu w sposób drastyczny. Świadczy to o tym, że wnętrze ma znakomitą zdolność buforowania wahań, dzięki czemu jego naturalny mikroklimat charakteryzuje się dużą stabilnością

nej. Na przykład w nieogrzewanych kościołach, zwłaszcza zawilgoconych, często mamy do czynienia z nawet bardzo wysokimi wartościami wilgotności – najniższe (ok. 70%) przypadają zazwyczaj na wrzesień, najwyższe (ok. 80%, okresowo aż nawet do 90–95%) występują zazwyczaj w grudniu i lutym⁵.

⁵ Por. B. J. Rouba, *Klimat we wnętrzach zabytkowych kościołów z punktu widzenia konserwatora dzieł sztuki*, [w:] *Konserwacja, wzmacnianie i modernizacja budowlanych obiektów historycznych i współczesnych – materiały z konferencji naukowo-technicznej*, Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2001, s. 101–113; B. J. Rouba, *Badania klimatyczne*, [w:] *Gotyckie malowidła ścienne w kościele św. Jakuba w Toruniu*, wyd. ZPAP Toruń 2001, s. 131–151; B. J. Rouba, *Badania klimatyczne a problematyka konserwatorska*, [w:] *Od badań do konserwacji – Materiały konferencji – Toruń 23–24 października 1998 r.*, Wydawnictwo UMK, Toruń 2002, s. 193–198 i inne. Zagadnienia klimatu, zawilgoceń oraz ochrony przed ich szkodliwym działaniem oma-

Natomiast **we wnętrzach ogrzewanych w zimie drastycznie spada wilgotność**. Szczególne problemy występują, za sprawą opisanego wyżej mechanizmu, w okresach syberyjskich wyżów przynoszących mroźne powietrze. Często są nawet problemy z określeniem prawdziwej wartości wilgotności, ponieważ pomiar w jej niskich obszarach jest obciążony dużym błędem i wielu producentów zastrzega próg czułości urządzeń na granicy 20% RH. W okresach długotrwałych mrozów wilgotność we wnętrzach spada albo poza możliwości pomiarowe urządzenia, albo w miernikach, których skala zaczyna się od zera, wynosi kilka do kilkunastu procent.

Czynniki destabilizujące klimat wnętrz i skutki nierównowagi klimatycznej

Czynniki destabilizujące naturalny klimat to:

- niewydolność lub błędy systemów wentylacyjnych (zwłaszcza przy dużych grupach zwiedzających, dużej liczbie gości imprez, wiernych w kościołach itp.⁶)
- mokre i zimne mury
- nieodpowiednie ogrzewanie, szczególnie w połączeniu z niekompatybilnymi materiałami wykończeniowymi (tynki, farby o zbyt małej paroprzepuszczalności itp.).

Przez nieodpowiednie ogrzewanie, zmieniające naturalny mikroklimat wnętrza w sposób niekorzystny, należy rozumieć przede wszystkim systemy działające pulsacyjnie, okresowo, okazjonalnie. Głównym niebezpieczeństwem są: zintensyfikowanie „pracy materiałów” oraz duże prawdopodobieństwo prowokowania kondensacji. Z kolei wadą systemów o wysokiej temperaturze czynnika grzewczego jest przesuszanie powietrza, powodowanie intensywnej cyrkulacji, porywanie ciepła do góry, przyspieszanie brudzenia. Zjawiska klimatyczne powstające w wyniku działania ogrzewania powinny być precyzyjnie kontrolowane, ponieważ zrozumiałwszy ich mechanizm można na czas dokonać korekt, które zapobiegą wielu zniszczeniom.

Następstwa nierównowagi klimatycznej obejmują dwie główne grupy zagrożeń, dotyczących wszystkich rodzajów obiektów:

- **osłabianie substancji** i uwidaczniające się z czasem uszkodzenia mechaniczne, do których dochodzi w wyniku skumulowania skutków zmian wymiarowych i powstających naprężeń, czyli tzw. „pracy materiałów”
- **zagrożenia mikrobiologiczne**⁷.

wiam szeroko w książce: B. J. Rouba, *Pielęgnacja świątyni i innych zabytków. Książka nie tylko dla księży*, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2014.

⁶ Proporcje między liczbą zgromadzonych we wnętrzu osób a kubaturą obiektu, a równocześnie wydolność wentylacji, parametry termiczne materiału budowlanego i aktualne warunki pogodowe – to czynniki, które w sposób bardzo istotny wpływają na klimat wnętrza, zaś w pewnych okolicznościach decydują o występowaniu niebezpiecznego zjawiska kondensacji wody. Zazębianie się tych zależności daje się dobrze obserwować w kościołach. O ile w olbrzymich ceglanych kościołach para wydychana przez określoną liczbę wiernych może nawet nie spowodować rejestrowalnego wzrostu wilgotności powietrza, o tyle ta sama liczba osób w małym kamiennym kościele może tak podwyższyć wilgotność, że do kondensacji dojdzie już na samym początku mszy. Te same reguły odnoszą się do zmian parametrów klimatu w różnego typu obiektach muzealnych.

⁷ Bezpieczeństwo mikrobiologiczne ma ogromne znaczenie dla chronionych dóbr kultury, ale i dla chroniących je ludzi. Uczestnicząc w roku 2013/14 w międzynarodowym projekcie badawczym koordynowanym przez Uniwersytet Viadrina EU/ESF-Projekt „KMU und Wissenschaft – Kulturgüterdekontamination“



Ryc. 7. Figura św. Rocha stanowi wyposażenie małej, nieogrzewanej XVII-wiecznej kaplicy



Ryc. 8. Fotografia wykonana przed trzema laty pokazuje ją w dobrym stanie



Ryc. 9. Na wystawie w muzeum rzeźba jest nadal w dobrym stanie



Ryc. 10. Po zakończeniu wystawy rzeźba przez półtora roku przechowywana była w ciepłym wnętrzu mieszkalnym, co doprowadziło do drastycznego przesuszenia drewna



Ryc. 11. Przesuszone drewno zmniejszyło swoją objętość tak znacznie, że zabrakło podłoża dla polichromii „wiszącej w powietrzu”



Ryc. 12. W lutym 2014 w dniu powrotu rzeźby do kaplicy była ona już niestety w zupełnie innym stanie

Niektórych rodzajów obiektów dotyczą również inne, powodowane nierównowagą klimatyczną, zagrożenia. Oprócz wspomnianego już przyspieszonego brudzenia można tu wymienić zjawiska elektrostatyczne, migrację i krystalizację soli, migrację składników materii rozpuszczalnych w wodzie, korozję metali itd.

Normy klimatyczne

Przesuszenie powietrza to poważny problem, z którym borykają się wszystkie muzea w naszej strefie klimatycznej. Narodził się on na przestrzeni XX wieku, jako wynik przemian warunków życia ludzi. Komfort klimatyczny oczekiwany przez współczesnego człowieka różni się w sposób zasadniczy od sytuacji, w jakich jeszcze nie tak dawno żyli nasi przodkowie⁸. **Dzisiaj zmagamy się ze skutkami przesuszania, natomiast głównym problemem, z jakim konserwatorzy zmagali się w przeszłości, były skutki zbyt chłodnych i wilgotnych warunków przechowywania wielu obiektów.** Problem można prześledzić analizując literaturę konserwatorską, zwłaszcza dotyczącą zabiegu dublowania obrazów. Mniej więcej w połowie XVII wieku płócienne podobrazia malarskie (spopularyzowane i rozpowszechnione od początku XVI wieku) były już na tyle osłabione, że wiele z nich

miałam okazję zapoznać się między innymi z wynikami szczegółowych badań i problemami pracowników muzealnych narażonych na długi kontakt z obiektami poddawanyymi w przeszłości wielokrotnym zabiegom dezynfekcji najrozsądniejszymi środkami. Nagromadzenie toksycznych i kancerogennych substancji, dziś już wycofanych i zabronionych, dotyczy niestety wielu obiektów.

⁸ Szacuje się, że w XIX wieku we wnętrzach mieszkalnych w zimie temperatura wynosiła przeciętnie ok. 14°C.



Ryc. 13. Zawilgocenie murów potęguje nierównowagę klimatyczną. W tym kościele w latach 80. przeprowadzono prace, które miały doprowadzić do jego osuszenia (drenaż). W latach 90. okolono kościół wysokim chodnikiem z jeszcze wyższym krawężnikiem. W rezultacie wywołano efekt wstawienia kościoła do „wanny z wodą”



Ryc. 14. We wnętrzu założono gresową posadzkę w szczelnej, współczesnej technologii, co przyspieszyło zmieniające mikroklimat kościoła odparowywanie wody do wnętrza przez mury, także procesy niszczenia ścian i ukrytych pod pobiałami dekoracji malarskich. Wart docenienia jest natomiast sposób poprowadzenia instalacji – na powierzchni, bez kucia i niszczenia ścian

wymagało wzmocnienia. Ówcześni konserwatorzy zaczęli stosować zabieg dublowania – podklejania drugiej warstwy płótna. Pierwszym spoiwem dublażowym były różnego typu kleje – roślinne, kłajstry skrobiowe, kleje glutynowe. Bardzo szybko zauważono jednak, że obrazy zdublowane na te spoiwa zyskują zwiększoną skłonność do pleśnienia. Kleje do dublowania zaczęto więc modyfikować, dodając biocydy – naturalne lub sztuczne (np. czosnek, ocet winny, kamforę, arszenik, związki rtęci itp.). Na przestrzeni XVIII i XIX wieku opracowano wiele formuł emulsyjnych mas dublażowych, które dzięki dodatkom balsamów, żywic naturalnych, olejów roślinnych miały zapewnić większą stabilność mikrobiologiczną zdublowanym obrazom. Masy klejowe sprawdzały się w krajach południowych. We Włoszech i Francji używa się ich jeszcze dziś. Natomiast na północy Europy nawet dodatki biobójcze nie były wystarczającym zabezpieczeniem. Z tego właśnie powodu już w XVIII wieku zrezygnowano z klejów, przechodząc na masy złożone z wosku pszczelego i żywic naturalnych, z dodatkami balsamów. W dawnej literaturze można niekiedy znaleźć dublaż tego rodzaju pod nazwą „metody holenderskiej”. Oczywiście między konserwatorami przez dziesiątki lat, właściwie aż do drugiej połowy XX wieku, trwały spory, która formuła dublowania jest lepsza, i jeśli nie liczyć ofiar, to ich pozytywnym skutkiem było **pogłębienie świadomości i docenienie znaczenia klimatu dla stanu obiektów**.

Od lat 60. przyjmuje się, że w naszej szerokości geograficznej optymalne parametry tzw. „klimatu muzealnego” to: 16–18°C oraz 55–65% RH.

Kryteria te zostały ustalone na podstawie badań i doświadczeń empirycznych⁹ – wiele materiałów przy wilgotności niższej niż 55% wyraźnie oddaje wilgoć, kurczy się, twardnieje, zaczyna mieć skłonności do pękania. Tak reaguje drewno, skóra, papier. Natomiast wilgotność wyższa od 65% sprzyja zagrożeniu mikrobiologicznemu, szczególnie przy błędach wentylacji, przy zwiększonej wrażliwości obiektu, wynikającej ze specyficznej budo-

⁹ Ciekawe omówienie początków i historii pierwszych badań nad klimatem muzealnym znaleźć można w skrypcie Hanny Jędrzejewskiej – *Zagadnienia techniczne w muzealnictwie*, BMiOZ seria B, t.XXXII, 1972 r.

wy lub wykonanych w przeszłości zabiegów konserwatorskich¹⁰. Parametry temperatury ustalono na poziomie 16–18°C, uwzględniając potrzebę kompromisu między bezpieczeństwem zabytków a komfortem zwiedzających muzea. Wiadomo bowiem, że niższa temperatura przechowywania spowalnia przebieg niemalże wszystkich reakcji chemicznych, składających się na procesy niszczenia materiałów budujących dzieła sztuki. Należy także mieć świadomość, że **większość zabytków zgromadzonych dziś w muzeach powstawała w chłodnych warsztatach rzemieślniczych i artystycznych, z przeznaczeniem dla chłodnych wnętrz kościelnych, pałacowych, mieszkalnych**. Nie dziwi więc, że zabytkowe drewno dobrze znosi wyższe niż 65% wilgotności, choć warunkiem bezpieczeństwa jest wtedy bardzo dobre przewietrzanie.

Wypracowane przez pokolenia badaczy wskazania muzealnego optimum klimatycznego są doskwierające i frustrujące. W jednych muzeach brak jest ścisłego nadzoru nad klimatem, w innych prowadzi się monitoring, ale brak jest ludzi potrafiących zinterpretować wyniki i przełożyć je na zalecenia praktyczne, a w jeszcze innych podejmowane są wysiłki dla osiągnięcia stabilności klimatu, jednak złożoność zagadnienia sprawia, że nie zawsze są one skuteczne. Bywa, że muzealnicy tkwią w błędnym przekonaniu, iż jedynie totalna klimatyzacja rozwiąże problem, albo zamiana starego budynku na nowoczesny!

Wobec tych problemów, wobec kosztowności działania systemów klimatyzacyjnych utrzymujących parametry klimatu w wąskim przedziale optimum, od dłuższego już czasu w światowym muzealnictwie widoczne było dążenie do złagodzenia reżimu klimatycznego. Ostatecznie wprowadzono zalecenia zliberalizowane – PN-EN 15757:2011, przyjęte przez Polski Komitet Normalizacyjny w 2011 r.¹¹ Zgodnie z tą złagodzoną normą warunki klimatyczne w muzeach powinny mieścić się w przedziałach:

1. Temperatura T [°C]:

- | | |
|---|--|
| a. w sezonie grzewczym: $+18^{\circ}\text{C} \leq T \leq +21^{\circ}\text{C}$, | ogrzewanie działu, gdy $T < +18^{\circ}\text{C}$, |
| b. poza sezonem grzewczym: $+18^{\circ}\text{C} \leq T <$ | $+25^{\circ}\text{C}$, chłodzenie działu, |
| | gdy $T \geq +24^{\circ}\text{C}$. |

2. Wilgotność względna RH [%]:

- | | |
|---|------------------------------|
| a. w sezonie grzewczym: $35\% \leq \text{RH} \leq 55\%$, | |
| b. poza sezonem grzewczym: $40\% \leq \text{RH} \leq$ | 60%, |
| c. gdy RH spada poniżej 25%, można obniżyć | T do $+15^{\circ}\text{C}$. |

¹⁰ Wprowadzane podczas prac konserwatorskich substancje lub wykonywane zabiegi w wielu przypadkach prowadzą do zmian właściwości zabytkowej materii, np. zmniejszenia (hydrofobizacja) lub zwiększenia jej higroskopijności. W tym drugim przypadku następstwem jest czasowe lub stałe uwrażliwienie na oddziaływanie podwyższonej wilgotności. Oprócz opisanych wyżej skutków dublowania na kleje naturalne klasycznym przykładem może tu być mechanizm uwypuklania się dawnych łat, którymi reperowano niegdyś rozdarcia w obrazach na płótnie. Lokalnie wprowadzony klej, pęczniący przy każdym wzroście wilgotności, sprawiał, że po latach obszar obrazu nad łatą ulegał trwałemu rozciągnięciu i wybrzuszeniu. By wyeliminować te zjawiska w latach 70. zarzucono tę metodę, zastępując łaty podklejane łatkami wklejanymi na styk, tylko w sam ubytek płótna. W dzisiejszych technikach konserwatorskich też niekiedy istnieje konieczność punktowego, lokalnego wprowadzenia higroskopijnego kleju, co zawsze stwarza zagrożenie punktowej zmiany właściwości struktury obrazu. Zagrożeniem są materiały zawierające dodatki nisko spolimeryzowanych, bardzo higroskopijnych glikoli polietylenowych. Są one dodawane do wielu preparatów używanych w ochronie zabytków – od farb stosowanych na fasadach i w zabytkowych wnętrzach, w których pełnią funkcję emulgatora, aż po środki do dezynfekcji, w których pełnią rolę nośnika biocydu. „Łapaczami wilgoci” mogą być również resztki detergentów, trudnych do całkowitego wypłukania po zabiegach czyszczenia.

¹¹ <http://nimoz.pl/pl/wydawnictwa/abc-profilaktyki-konserwatorskiej-w-muzeach>

3. Parametry warunków mikroklimatycznych (T i RH) dotyczą większości rodzajów obiektów.
4. W przypadku obiektów wrażliwych lub wymagających szczególnych warunków indywidualne normy będą każdorazowo ustalane przez konserwatora.
5. Wahanie T i RH należy minimalizować. Fluktuacja dobową nie powinna przekraczać $T \pm 2^{\circ}\text{C}$ i $\text{RH} \pm 8\%$ ¹².

W innym miejscu cytowanej publikacji znaleźć można bardzo istotną uwagę autorów:

Chociaż powyższe zalecenia dotyczą większości rodzajów obiektów (drewno, płótno, tkaniny, papier, skóra itd.), istnieją grupy obiektów bezwzględnie wymagające bardziej indywidualnych warunków mikroklimatycznych (np. metal, „chore” szkło, tworzywa sztuczne). Dobrym przykładem jest racjonalny podział, który został zastosowany w nowo wybudowanym magazynie zbiorów w duńskim Nationalmuseet w Kopenhadze:

- a. mikroklimat typowy (większość materiałów) $T < 22^{\circ}\text{C}$, RH 40–60%, set-point 50%,
- b. mikroklimat suchy (metal) $T < 22^{\circ}\text{C}$, RH < 30%,
- c. mikroklimat suchy i zimny (tworzywa sztuczne) $T < 6^{\circ}\text{C}$, RH 30–40%¹³.

Opracowanie normy oparto o kryteria materiałowe i środowiskowe¹⁴. Jednocześnie wielokrotnie podkreśla się w niej znaczenie oceny zagrożeń obiektów przez odpowiedniego specjalistę-konserwatora przy ustalaniu zalecanych warunków.

Zależności między oddziaływaniem klimatu a przebiegiem procesów niszczenia

Dla pełnego obrazu zależności między klimatem a stanem zabytków, oprócz kryteriów materiałowych i środowiskowych, należy uwzględnić inne jeszcze bardzo ważne czynniki – **indywidualną budowę dzieła**, wspomniany już **wpływ dawnych metod i materiałów konserwatorskich**, a także skutki działania **mechanizmu kumulowania mikro-urazów**, w wyniku którego w materii dzieł sztuki poddawanej nawet bardzo niewielkim naprężeniom, ale powtarzanym setki razy, dochodzi z czasem do zmian zmęczeniowych.

Badania nad oddziaływaniem klimatu na kolekcje muzealne zapoczątkowane w latach 60. z czasem poszły w kilku kierunkach. Jednym z nich jest poszukiwanie zależności między budową obrazów na płótnie a ich reakcjami na zmiany warunków w otoczeniu¹⁵.

¹² ABC profilaktyki konserwatorskiej w muzeum, SERIA WYDAWNICZA Narodowego Instytutu Muzealnictwa i Ochrony Zbiorów, „Ochrona Zbiorów” 2013, zeszyt nr 3, s. 40–41.

¹³ Tamże, s. 40.

¹⁴ Przez kryterium środowiskowe autorzy opracowania rozumieją tzw. „klimat historyczny” (monitorowany minimum przez 12 miesięcy) i teorię aklimatyzacji obiektów, która określa dany obiekt jako zaaklimatyzowany do danych warunków, jeśli w przeciągu minimum roku nie stwierdzono nowych uszkodzeń.

¹⁵ Krótkie omówienie historii tych badań znaleźć można w publikacji: T. Łękawa-Wysłouch, B. J. Rouba, *Oce-
na wpływu zmiennych warunków klimatycznych na płócienną podłóża malarskie*, AUNC Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo, Tom: XLIII, Toruń 2012, s. 257–286. Zagadnienia zależności przebiegu niszczenia obrazów w zależności od warunków przechowywania są również omawiane w pracach autorki: B. J. Rouba, *Płótna jako podobrazia malarskie*, „Ochrona Zabytków” 1985, nr 3–4, s. 222–244; B. J. Rouba, *Budowa techniczna obrazów XIX-wiecznych malowanych na handlowych podobrazach płóciennych i problematyka ich konserwacji*, UMK-rozprawy, Toruń 1988 r.; B. J. Rouba, *Podobrazia płócienną w procesie konserwacji*, Wydawnictwo UMK, Toruń, 2000 r. – i w innych.

Wyniki tych badań pokazują, że np. obrazy na płótnie reagują mierzalnymi zmianami wymiarowymi natychmiast na każdą najdrobniejszą nawet zmianę wilgotności w otoczeniu. Głębokość tych reakcji zależy od wielu czynników – od struktury płótna (grubości, gęstości, równomierności), charakteru jego przeplecenia (rodzaju kleju, sposobu jego nałożenia na ciepło lub na zimno, stężonego lub rzadkiego), rodzaju, grubości i budowy zaprawy i samej warstwy malarskiej, od obecności lub braku werniksu zabezpieczającego powierzchnię i jego szczelności, od sposobu napięcia obrazu na krosna, od środków i metod jego poprzednich konserwacji. Nawet tak odległe cechy jak warunki wzrostu lnu, sposób pozyskania jego włókien a potem przędzy, grubość, równomierność, siła skrętu nitki – mają istotny wpływ na higroskopijność utkanego z nich płótna, a w efekcie na sposób reagowania namalowanego na nim obrazu.

O reakcjach drewnianych podłoży malarskich lub przedmiotów wykonanych z drewna również decydują dziesiątki szczegółów – warunki wzrostu, ścinki, sposobu suszenia, obróbki, technologia wykonania przedmiotu, rodzaj i budowa warstw wykończeniowych, stan zachowania. I w przypadku obrazów na płótnie i drewnie oraz przedmiotów wykonanych z drewna istotne znaczenie ma wielkość, masa i kształt.

Bardzo ważnym czynnikiem jest nie tylko głębokość, lecz także **czas** w jakim zachodzą zmiany klimatu w otoczeniu obiektu zabytkowego. **Nawet bardzo płytkie, ale szybko po sobie następujące impulsy wahań parametrów powietrza są dużo groźniejsze niż zmiany głębokie, lecz mocno rozciągnięte w czasie** (takie, jakie zachodzą np. w związku ze zmianami pór roku). Badania i obserwacja stanu obiektów przechowywanych w różnych warunkach, zwłaszcza obiektów przechowywanych po kilkaset lat w fenomenalnie stabilnym klimacie gotyckich kościołów, pozwala zauważyć¹⁶, że **nawet znaczne odstępstwa od parametrów „klimatu muzealnego” są mniej szkodliwe, niż choćby niewielkie i krótkie wahania, ale powtarzające się wiele razy w ciągu doby**. W nieogrzewanych kościołach mamy niemal zawsze do czynienia z wysokimi wilgotnościami, a mimo to w wielu z nich spotykamy kilkusetletnie obiekty w zadziwiająco dobrym stanie. Niebezpiecznie jest wtedy, gdy wysokiej wilgotności towarzyszy zła wentylacja, brud, ogólne zaniedbanie. Jeśli natomiast kościół jest czysty, zadbane, dobrze przewietrzany i prawidłowo suchy, to przechowywane w nim dzieła sztuki znoszą okresy wysokiej wilgotności bez szkody, a dla ich dobrostanu niewątpliwie duże znaczenie ma powolność zachodzących we wnętrzach zmian. Stąd płynie istotna wskazówka dla praktyki: **najważniejsza jest stabilność klimatu!**

Uświadamiając sobie ogrom zależności i wzajemnych powiązań decydujących ostatecznie o szybkości, z jaką przebiegają procesy niszczenia stymulowane przez zmiany klimatu, łatwo jest zrozumieć, że wszelkiego typu normy są jedynie uproszczoną, ogólną wskazówką. Mają one pomagać w pracy opiekunom kolekcji, którzy nie zawsze są z wykształcenia konserwatorami, a przez to nie mają „narzędzi” pozwalających ocenić bezpie-

¹⁶ Fenomen klimatu olbrzymich gotyckich kościołów opisywałam między innymi w publikacjach wymienionych w przypisie 5. Dobowe amplitudy temperatury przez ok. 70–75% dni w roku nie przekraczają w nich 1°C, zaś wahania wilgotności przez większość dni w roku nie przekraczają 5%. Kościoły te mają dużą zdolność buforowania zmian zewnętrznych. Praktycznie nie „zauważają” np. nocnych przymrozków. Przejście od jesieni do zimy i od zimy do wiosny zachodzi w nich w sposób niezwykle łagodny (chyba, że jest zaburzane np. robieniem przeciągów), a niedzielne zgromadzenia nawet bardzo dużej liczby wiernych wywołują jedynie nieznaczne wahnięcia klimatu, co wynika między innymi z korzystnych proporcji liczby wiernych do kubatury. W kościołach tych prawie nigdy nie występują efekty kondensacji.

czeństwo indywidualnego zabytku. Definiuje się więc ogólne optimum klimatyczne, dodatkowo dołączając uściślenia dla kolekcji dzieł wykonanych z określonych materiałów – metali wymagających warunków szczególnie suchych, tworzyw wolniej się starzejących w niskiej temperaturze, fotografii wyjątkowo wrażliwych na zagrożenia mikrobiologiczne¹⁷ itp.

Potrzeba stałego monitorowania parametrów klimatu

By dostrzec i ocenić charakter klimatu w muzeum czy kościele, niezbędny jest jego stały monitoring.

Pomiar dokonywany raz lub dwa razy dziennie nie dostarcza dostatecznej ilości informacji. Taki uproszczony pomiar można stosować tylko w pewnych warunkach, np. dla sprawdzającej kontroli klimatu w jednej z wielu sal muzealnych, kiedy monitoring dotyczy muzeum jako całości. Uproszczony pomiar jest celowy tylko wtedy, gdy zbieramy dane o temperaturze i wilgotności powietrza o określonej (najlepiej stałej) godzinie, a równocześnie czujnik umożliwia odczyt dobowych wartości minimum i maximum, co z kolei pozwala na obliczenie amplitud tych parametrów. Uzyskujemy wówczas orientacyjny obraz klimatu. Natomiast do pełnej oceny klimatu konieczny jest:

- zapis całorocznych parametrów klimatu wewnętrznego, w zależności od wielkości monitorowanego obiektu mierzonych czujnikami umieszczonymi w jednym lub kilku wybranych punktach
- zapis całorocznych pomiarów parametrów klimatu zewnętrznego, traktowany jako tło do interpretacji klimatu wnętrza
- zestawienie dobowych amplitud temperatury i wilgotności względnej powietrza z wyliczeniem procentu dni w ciągu roku o określonych amplitudach
- wyniki pomiarów temperatury przegród (pirometr) wraz z analizą prawdopodobieństwa i częstotliwości występowania kondensacji.

Ważnym składnikiem oceny wpływu klimatu na stan zbiorów jest bardzo szczegółowa **dokumentacja fotograficzna** – dopuszczalna w taniej formie cyfrowej, ale zabezpieczonej przed przetwarzaniem.



Ryc. 15. Czasem nawet nowe obiekty potrzebują pomocy. Fotografia kościoła budowanego od lat 80. Stan w marcu 2000 r.

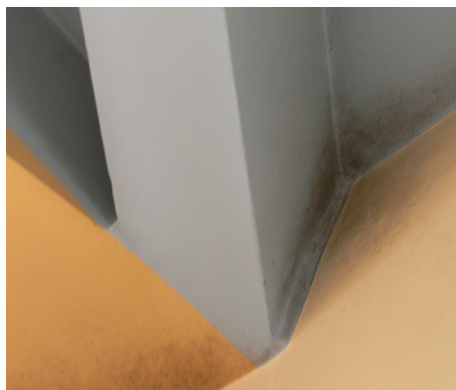


Ryc. 16. Sklepienie prezbiterium w r. 2000 po otynkowaniu, jeszcze przed pierwszym malowaniem

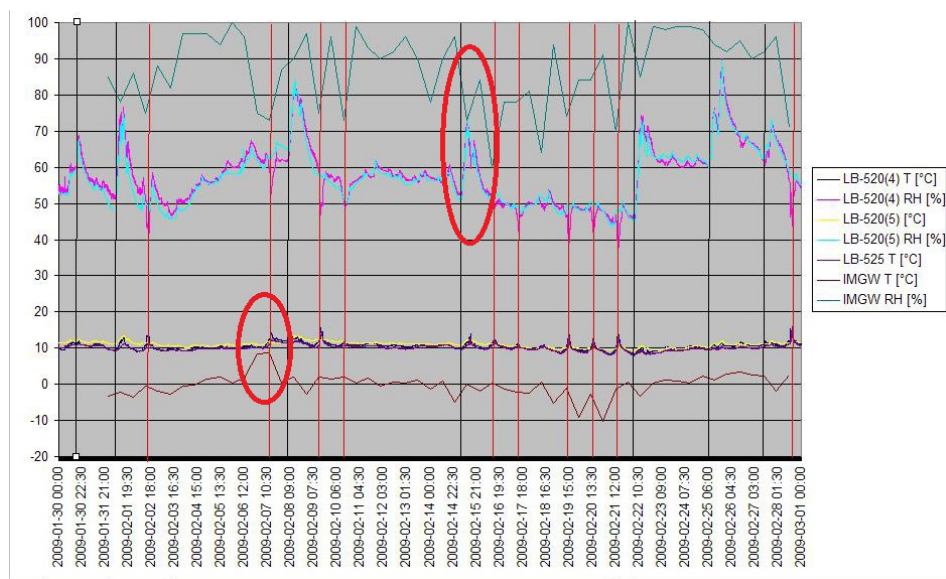
¹⁷ T. Koziół, *Fotografie na papierach solnych - wybrane zagadnienia technologiczne i konserwatorskie*, „Ochrona Zabytków” 2014, nr 1, s. 195–212.



Ryc. 17. Sklepienie prezbiterium w r. 2009 – widoczne szare kolonie mikroorganizmów. Na fotografii obok fragment sklepienia nawy.



Ryc. 18. Zbyt słaba wentylacja, podwyższanie grzania na czas mszy i rodzaj użytych farb – rezygnacja z mikrobiologicznie bezpiecznej techniki wapiennej i zastosowanie współczesnych farb akrylowych dały szansę mikroorganizmom! Sprawili, że ściany i sklepienia porosły pleśnią już po pięciu latach od pierwszego malowania nowego kościoła!



Ryc. 19. Na wykresie klimatu kościoła widać, że parametry powietrza w jego wnętrzu są w dużym stopniu niezależne od warunków zewnętrznych (zielona krzywa – dane pobrane z IMGW). W obszarze zaznaczonym elipsą w dniu 15 lutego wilgotność powietrza na zewnątrz bardzo mocno spadała, a wewnątrz wzrastała. Oznacza to, że zwiększenie temperatury i wilgotności powodowane są nie przez klimat zewnętrzny, a przez zgromadzenie wiernych i „podkręcanie” pieca przed każdą mszą, ponad stałą temperaturę zadaną ogrzewaniu pracującemu w systemie ciągłym. Dzieje się tak mimo wielkości kościoła, gwarantującej korzystny stosunek liczby uczestników mszy do kubatury. Czarna krzywa na wykresie jest zapisem pomiarów pirometrycznych temperatury ściany. Dnia 7 lutego widać niebezpieczne zbliżenie krzywej do temperatury powietrza, co oznacza, że w zimniejszych miesiącach (np. zakamarki, mostki ciepłne) z dużym prawdopodobieństwem dochodziło już wtedy do kondensacji wody

Podczas badania parametrów klimatu wystarcza zaprogramowanie rejestratora na zbieranie danych w interwałach pięciominutowych. Umożliwia to dostatecznie dokładną obserwację zjawisk klimatycznych zachodzących szybko, np. po otwarciu drzwi, zakończeniu nabożeństwa w kościele, przejściu dużej wycieczki przez salę muzeum, włączeniu ogrzewania itp. W tym systemie obserwacji każdej doby zapisywanych jest 288 rekordów, co wystarcza do analizy zjawisk klimatycznych, a równocześnie nie przeciąża pamięci urządzeń nadmierną ilością danych. Dokładniejsze śledzenie zmian bywa konieczne tylko w szczególnych przypadkach, kiedy trzeba wyjaśnić przyczyny nietypowych zjawisk, w nietypowych miejscach, np. w gablotach, kasetach klimatycznych, izolowanych przestrzeniach kaplic itp.

Dla konserwatorskiej oceny klimatu wnętrza niezbędne jest badanie jego wentylacyjności.

Analiza wyników monitoringu i możliwości korygowania klimatu

Analiza rocznych wyników badań pozwala określić niemal wszystkie zależności wynikające z typu budowli, oddziaływania klimatu zewnętrznego, charakteru i przyczyn jego destabilizacji.

Interpretując wyniki badań trzeba się skoncentrować na:

- ocenie zależności między klimatem zewnętrznym a wewnętrznym, sprawdzając czy zewnętrzne spadki i wzrosty wilgotności oraz temperatury powietrza pozostają w korelacji ze zmianami wewnątrz
- analizie zmian klimatu wewnętrznego – jeśli są w jakiejś mierze niezależne od zmian wewnątrz (np. wilgotność na zewnątrz spada, a we wnętrzu wyraźnie rośnie), trzeba ustalić czy wynika to z obecności ludzi, oddziaływania ogrzewania, czy jednego i drugiego czynnika
- analizie wpływu nasłonecznienia w godzinach południowych
- obliczeniu czy i jak często dochodzi do incydentów kondensacji oraz ocenie, jaki jest wpływ wody kondensacyjnej na obiekt i jego wyposażenie
- wyliczeniu dobowych amplitud temperatury i wilgotności względnej powietrza oraz wyliczeniu procentu dni w ciągu roku o określonych amplitudach.

Rozpoznanie dobowych amplitud pozwala na dokonanie oceny stabilności klimatu badanego obiektu na tle innych. Punktem odniesienia mogą tu być warunki ustalone na podstawie badań¹⁸ i zawarte w tabeli:



Ryc. 20. Stan w roku 2014, wzrost mikroorganizmów na sklepieniu prezbiterium jest już wyraźnie widoczny

¹⁸ Sama lub wspólnie z magistrantami czy współpracownikami prowadziłam przez wiele lat badania klimatu w obiektach zabytkowych. Programy badań miały różny zakres – od kilkukrotnych sprawdzeń umożliwia-

$<1^{\circ} C$	<i>klimat idealny</i>	<i><5% RH</i>
$1 - 2^{\circ} C$	<i>dobry</i>	<i>5 – 7,5% RH</i>
$2 - 3^{\circ} C$	<i>mniej niż dobry</i>	<i>7,5 - 10%RH</i>
$3 - 5^{\circ} C$	<i>niebezpieczny</i>	<i>10 - 15% RH</i>
$5 - 10^{\circ} C$	<i>zły</i>	<i>15 - 20% RH</i>
$>10^{\circ} C$	<i>ekstremalnie zły</i>	<i>>20% RH</i>

Wyniki analizy klimatu uprawniają do ewentualnego podejmowania działań korygujących. Po ich przeprowadzeniu w kolejnych latach bieżący monitoring pozwala oceniać skuteczność dokonanych korekt i, jeśli to konieczne, wyznaczać kierunek dalszych posunięć.

W zależności od stwierdzonych przyczyn nierównowagi klimatycznej można podejmować różne działania – między innymi **precyzyjne regulowanie ruchu zwiedzających** (zoptymalizowanie wielkości grup i czasu ich przechodzenia przez wyznaczone trasy), **eliminacja niekontrolowanego dostarczania lub ubytków ciepła i wilgoci** (np. możliwe do wykonania różnymi metodami wyizolowanie okien o wystawie południowej, zwiększenie ilości materiałów o właściwościach buforujących we wnętrzu itp.), **poprawianie warunków technicznych** – wentylacyjności, korekta systemu ogrzewania (np. likwidacja pulsa-

jących jedynie pobieżną ocenę do wieloletniego monitoringu, realizowanego za pomocą kilku czujników wewnątrz budynku i czujnika zewnętrznego. Badania te obejmowały rejestrację temperatury powietrza i jego wilgotności względnej oraz pomiary temperatury murów, sklepień i elementów wyposażenia dla obliczenia prawdopodobieństwa kondensacji. Realizowane były dla kościoła w Górznie (XVIII-wieczny, ceglany, średniej wielkości, 1994 r.), w Jastrzębiu (XIX-wieczny [1821], drewniany, mały, 1994–1997 r.), w Bierzgłowie (pocz. XIV wieku, kamienny, mały, 1997 r.), w Wabczu (XIII-wieczny, kamiennie-ceglany, mały, 1996 i 2002 r.), w Bazylice Mariackiej w Gdańsku (XIV-wieczny, olbrzymi, ceglany, 1998–2003 r.), w Muzeum Narodowym w Gdańsku, 1998–1999 r.), w kościele M.B. Zwycięskiej w Toruniu (XIX-wieczny, ceglany, średniej wielkości, 1996 r.), św. Jakuba w Toruniu (XIV-wieczny, olbrzymi, ceglany, badania w latach 1996–1999 oraz 2009–2011 r.), w Ciechocinku (XIX- i XX-wieczny, ceglany, średniej wielkości, 2001 r.), w kościele NMP w Toruniu (XIV-wieczny, ceglany, olbrzymi, 2004–2007 r.), w kościele O.O. Bernardynów w Skępem (XVI–XVIII-wieczny ceglany, duży, 1997–2009 r.), w Muzeum Okręgowym w Toruniu (1996, 2000, 2007–2008 r.), w Muzeum Uniwersyteckim w Toruniu, 2005–2006 r.), w Muzeum Etnograficznym w Toruniu (w budynku ekspozycji tzw. rybackiej, 2008–2009 r.), w kościele w Sadowie (XIV-wieczny, kamienny, mały, 2007–2009 r.), w kościele w Łubecku (XIV/XVIII-wieczny, kamiennie-ceglany, mały, 2009 r.), w kaplicy na Barbarkie pod Toruniem (XIX wiek, konstrukcja ryglowa, obiekt bardzo mały, 2005 i 2013 r.), w kościele św. Antoniego w Toruniu (lata 80. XX w., betonowo-ceglany, duży, 2009 r.), w kościele w Brudzawach (XIV-wieczny, ceglano-kamienny, mały, 2012 r.), w kościele w Bobrowie (XIII/XIV-wieczny, ceglany, mały, 2013 r.), w kościele w Kruszynach (XIV-wieczny, kamiennie-ceglany, mały, 2013 r.), w kościele w Cieszkowie (XVIII-wieczny, ceglany, średniej wielkości, 2013 r.), w kościele w Mątowach Wielkich (XIV-wieczny, ceglany, mały, 2013 i 2014 r.), w kościele w Miłoradzu (XIV-wieczny, ceglany, mały, 2013 r.), w kościele św. Anny w Poznaniu (XIX-wieczny, ceglany, średniej wielkości, 2013 r.), w kościele w Jabłonowie Pomorskim-Zamek (XIX-wieczny, ceglany, średniej wielkości, 2013, 2014 r.), w kościele w Lichnowach (XIV i XIX wiek, ceglany, duży, 2014 r.).

cyjnego systemu ogrzewania, obniżenie temperatury czynnika grzewczego itp.), **przemysłana likwidacja przyczyn zawilgocenia budowli, likwidacja przyczyn kondensacji itd.**

Podsumowanie

Oceniając klimat i jego wpływ na chronione przez nas obiekty musimy mieć świadomość, że nie istnieje możliwość „schowania się” za jakiegokolwiek – mniej lub bardziej surowe normy.

Zmiany powodowane wahaniami klimatu rozgrywają się w pierwszym rzędzie w skali mikro i dlatego nawet bardzo zaawansowane procesy destrukcji mogą umykać naszej uwadze, wiele lat tocząc się niedostrzegalnie. Wahania klimatu działają jak przysłowiowy cichy zabójca. Na przykład zachodzące pod wpływem naprężeń procesy degradacji łańcuchów celulozowych bardzo długo mogą pozostawać utajone. Gdybyśmy byli w stanie co pewien czas kontrolować w obrazach wytrzymałość płótna na zerwanie, spadek gęstości drewna, procesy zachodzące we wnętrzach rzeźb – moglibyśmy realnie oceniać, czy warunki przechowywania są dla nich bezpieczne, czy nie. Ponieważ jednak nie mamy narzędzi umożliwiających bezinwazyjne wykonywanie tego rodzaju testów, ocena prawdziwego wpływu klimatu na poszczególne zabytki ciągle jeszcze musi pozostawać oparta na doświadczeniach płynących z obserwacji analogii, zniszczeń do których już doszło, na wnioskowaniu pośrednim.

To wszakże, co wiemy na pewno, to fakt istnienia prostej zależności – **im bardziej niestabilny klimat w otoczeniu zabytku, tym szybciej zachodzą wywoływane przezeń procesy niszczenia**. Z tego stwierdzenia wypływa kolejna prosta zależność – **im bardziej zależy nam na spowolnieniu procesów niszczenia zabytku czy zbioru zabytków, tym większą wagę powinniśmy przykładać do dbania o stabilność klimatu i jego optymalne parametry**.

W wydanej w roku 2000 pracy napisałam w odniesieniu do obrazów na płótnie:

Zakończeniem przedstawionych rozważań niech będzie próba dyskusji z obowiązującym ciągle mitem, jakoby podłoża płóciennne były bardziej odporne na wahania klimatyczne niż podłoża drewniane. Poszerzona w ostatnich latach wiedza konserwatorska wskazuje, że jest odwrotnie. Podobrazia płóciennne nie mają tak charakterystycznej dla drewna bezwładności. Reagują natychmiast na każde najmniejsze wahnięcie klimatu „szarpnięciem”, które uchodzi naszej uwadze tylko dlatego, że rozgrywa się wewnątrz struktury i poza poziomem postrzegania przez nasze niedoskonałe zmysły. Podłoża drewniane budzą większy respekt, bo wypaczenia czy pęknięcia najczęściej jednoznacznie zdradzają winowajcę i nie są tak łatwe do zamaskowania. Rozrywanie na kawałki warstw malarskich w obrazach na płótnie nazywamy tymczasem „normalnym starzeniem”. Ta wyrażona antropomorfizacją jest o tyle niesłuszna, że ani biologia, ani przyroda nie wyznacza obrazom, odmierzonego ścisłą liczbą lat, kresu istnienia. To człowiek – najpierw twórca, a potem użytkownik i opiekun decyduje, kiedy pojawiają się pierwsze oznaki destrukcji. Złe warunki przechowywania, wożenie z wystawy na wystawę, skandaliczne sposoby transportu, a przede wszystkim nieprzygotowanie wielu osób sprawujących opiekę nad obrazami – wyznacza szybki kres ich dobrej kondycji. Potem może już tylko mieć miejsce konserwatorska akcja podpierania, usztywniania, lakierowania, tworzenia iluzji kompletności i świetności dzieła. W ostatnich latach następuje bardzo wyraźny i szybki rozwój profilaktyki konserwatorskiej rozumianej jako wiedza o sposobach hamowania przebiegu procesów destrukcji dzieł sztuki. Rozwój profilaktyki jest w dużej mierze wymuszany względami ekonomicznymi. Do grona osób odpowiedzialnych za zbiory coraz wyraźniej zaczyna docierać świadomość, że mniej kosztowne jest zapewnienie dziełom codziennej dobrej opieki, niż finansowanie drogich totalnych konserwacji, których efekty – bez zmia-

ny warunków przechowywania – idą i tak wkrótce na marne. Nadchodzi także czas zmiany sposobu myślenia o pracy konserwatora i restauratora. Upadają mity o nadzwyczajnym posłannictwie. Tak jak skończyły się popisy XVIII-wiecznych wykonawców transferów, tak kończy się mit artysty w magiczny sposób restytuującego utraconą substancję oryginalną. To odkłamanie wcale nie oznacza dezawuowania rangi zawodu. Jego waga musi się po prostu przenieść w inną sferę. W przyszłości coraz większego znaczenia nabierać będzie rola konserwatora jako osoby organizującej prawidłową opiekę nad dziełami sztuki. Na dziś natomiast najważniejszy problem sprowadza się do tego, czy obecność siatki spękań będziemy nadal uważali za normalny objaw starzenia, czy uznamy ją za wynik nienormalnego i niepotrzebnego przyspieszenia procesów destrukcji powodowanych nieumiejętnym chronieniem obrazów. Czy za zniszczenia będziemy nadal skłonni uznawać jedynie dziury i ubytki, czy obniżymy próg kwalifikacji włączając w ich obszar także efekty procesów dziś eufemistycznie określanych terminem „normalne”¹⁹.

Po latach, które minęły, po zebraniu kolejnych zawodowych doświadczeń wiem, że można te słowa rozciągnąć na wszystkie rodzaje zabytków. Mam też pewność, że **rola opiekuna zabytków, zwłaszcza ich zbiorów w muzeach, nie może polegać na określaniu, jakie są graniczne parametry klimatu powodującego widoczne gołym okiem zniszczenia. Polega ona na takim spowalnianiu procesów niszczenia, aby do ich zauważalnych objawów dochodziło jak najpóźniej lub wcale.**

Warunki przechowywania, jakie stworzymy oddanym pod naszą opiekę zabytkom zawsze wywierają wpływ na ich stan. Dlatego z problemami klimatu musimy się zmagać stale. Warto sobie przy tym przypomnieć, że dla poprawy warunków klimatycznych wokół zabytków wcale nie są potrzebne gigantyczne pieniądze. Najczęściej wystarcza dobra wola, wiedza i zdrowy rozsądek.



BOGUMIŁA J. ROUBA

Nicolaus Copernicus University in Toruń
University of Łódź

Climate issues and protection of collections

The paper concerns climate issues connected with the environment of historic monuments and the relationship between the effects of climate change and the processes of destruction. The author discusses the impact of the external environment and, above all, interior climate, in which monuments are located. It introduces the concept of a building's natural climate and discusses the factors destabilizing the climate. It discusses the consequences of climate imbalance – the mechanical damage caused by “the wear and tear” of the material and microbiological threats. The last part of the paper is an indication of the need for continuous monitoring of climate parameters, an ongoing analysis of monitoring results and the ability to make the necessary adjustments to improve the conditions of storage sites.

¹⁹ B. J. Rouba, *Podobrazia płócienne...*, dz. cyt., s. 80–82.