

prof. dr hab. Bogumiła J. Rouba
Tel. 603 208 516

Zakład Konserwacji Malarstwa i Rzeźby Polichromowanej em.
Instytut Zabytkoznawstwa i Konserwatorstwa
Wydział Sztuk Pięknych
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
87 100 Toruń

Ogrzewanie - problem opiekuna kościoła

Wprowadzenie

Pisząc dla Księży o zawilgoceniu kościołów rozpoczęłam od słów:

„Nasz świat się zmienia, zmieniamy się i my. Cieszy nas rozwój nowych technologii, cieszy ogromny wzrost świadomości znaczenia i wartości życia, wyrażający się na przykład upowszechnieniem zrozumienia potrzeby dbałości o własne zdrowie. Jeszcze nie tak dawno wielu ludzi uważało, że lekarz jest w stanie lekkiem nalać zdrowia do ciała. Dziś natomiast obserwujemy paradoksalne zjawiska – nieznoszenie długie kolejki do lekarzy, ceny leków, kryzys medycyny „oficjalnej”, uzależnionej od interesów firm farmaceutycznych sprawiły, że wielu ludzi postanowiło wziąć własne zdrowie we własne ręce. Przyspieszana przez możliwość szybkiej wymiany informacji w Internecie moda na zdrowy styl życia, szerzy się błyskawicznie. Szczególnie cieszy, gdy nawet bardzo młodzi ludzie wymieniają się informacjami jak zadbać o własne zdrowie, jak zapobiegać kosztownemu leczeniu, jak żyć mądrze, w zgodzie z naturą, by nie napytać sobie biedy, która nas będzie trapić po latach i przez lata.

Dlaczego o tym piszę? Kościoły – skarby naszego dziedzictwa, są w wielu, stanowczo zbyt wielu przypadkach, dotknięte chorobą nadmiernego zawilgocenia.”

Nie tylko jednak problem zawilgocenia dotyka boleśnie kościoły i opiekujących się nimi księży. **Drugi poważny problem to niszczące systemy ogrzewania, zmieniające naturalny mikroklimat wnętrza w sposób niekorzystny.** Przez niszczące ogrzewanie, należy rozumieć przede wszystkim systemy działające pulsacyjnie, okresowo, okazjonalnie, które powodują destabilizację klimatu. Następstwem niestabilności klimatu jest postępujące osłabianie materii oraz powstające z czasem uszkodzenia mechaniczne, do których dochodzi w wyniku kumulowania skutków zmian wymiarowych i naprężeń, czyli tak zwanej „pracy materiałów”. Z kolei wadą systemów o wysokiej temperaturze czynnika grzewczego, jest przesuszanie powietrza, intensyfikacja jego cyrkulacji i szybkie porywanie do góry, co przyspiesza brudzenie powierzchni między innymi w wyniku występowania zjawisk elektrostatycznych. Jeszcze innymi skutkami niestabilności klimatu jest prowokowanie kondensacji pary wodnej, a w następstwie zagrożenie mikrobiologiczne, migracja i krystalizacja soli, migracja składników materii rozpuszczalnych w wodzie, korozja metali, drewna itp.

Procesy niszczenia materii zabytkowej, czas w jakim one zachodzą – tak samo jak zdrowie człowieka – są zależne od uwarunkowań wewnętrznych (rodzaj, jakość użytych materiałów, poprawność technologii wykonania itd.) oraz od warunków w otoczeniu, intensywności

czynników niszczących działających z zewnątrz. W grupie zewnętrznych czynników niszczących jednym z najpotężniejszych jest klimat¹. Nieuchronność oddziaływania klimatu staje się oczywista, jeśli uzmysłowimy sobie, że o ile niszczące 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. Trudno jest oczywiście kontrolować klimat zewnętrzny, dany nam przez naturę, choć w pewnym zakresie możemy to robić, np. ocieniając i osłaniając kościół drzewami. Natomiast klimat wnętrza kościoła kształtujemy my sami, dlatego ważne jest, byśmy robili to bardzo świadomie.

Klimat najprościej opisujemy wartościami **temperatury oraz wilgotności względnej powietrza**². Istotne znaczenie ma również śledzenie **temperatury punktu rosy**, prędkości przepływów powietrza, ciśnienia, ale przede wszystkim **częstotliwości wahań na osi czasu**.

Nawet bardzo płytkie, ale szybko po sobie następujące impulsy wahań parametrów powietrza są bardzo niszczące, o wiele groźniejsze niż zmiany głębokie, lecz mocno rozciągnięte w czasie (takie, jakie np. zachodzą we wnętrzach kościołów w związku ze zmianami pór roku). Badania i obserwacje stanu obiektów przechowywanych w różnych warunkach, zwłaszcza obiektów przechowywanych po kilkaset lat w fenomenalnie stabilnym klimacie gotyckich kościołów pozwalają zauważyć³, że w nieogrzewanych kościołach mamy niemal zawsze do czynienia z wysokimi wilgotnościami, a mimo to w większości z nich spotykamy kilkusetletnie wyposażenie zachowane w zadziwiająco dobrym stanie.

¹ Zagadnienie wpływu klimatu na zabytki opisywałam w wielu publikacjach - między innymi: B. J. Rouba - *Zagadnienia klimatu a bezpieczeństwo zbiorów* [w:] Materiały z VI Międzynarodowej Konferencji naukowej pt. „Problemy muzeów związane z zachowaniem i konserwacją zbiorów”, Wyd. MNRI PR-S. Szreniawa 2015 r., s. 191-208 oraz B. J. Rouba - *Zagadnienia klimatu a bezpieczeństwo zabytków* – czasopismo branżowe Chłodnictwo i Klimatyzacja - Miesięcznik dla praktyków, 7/2017.(220) s. 48 – 56, dostęp: <https://www.chlodnictwoiklimatyzacja.pl/artykuly/272-wydanie-07-2017/4210-zagadnienia-klimatu-a-bezpieczenstwo-zabytkow.html>. Także we wcześniejszych pracach: 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 omawiam szeroko w książce: B. J. Rouba - *Pielęgnacja świątyni i innych zabytków. Książka nie tylko dla księży*, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń 2014. Przywołać tu także należy liczne cenne prace badawcze Romana Kozłowskiego z Instytutu Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN, który wraz z zespołem współpracowników od lat realizuje badania pojedynczych przypadków, także duże programy badawcze dotyczące zagadnień związanych z klimatem, ogrzewaniem i jego wpływem na obiekty zabytkowe. Patrz: <http://www.ik-pan.krakow.pl/Publikacje.222+M59fdde8b677.0.html>

² **Wilgotność względna powietrza** jest wartością zmienną, zależną od aktualnej zawartości pary wodnej i od temperatury powietrza. Obrazuje ją procent, jaki stanowi aktualna zawartość pary wodnej (g/m^3) w stosunku do zawartości granicznej dla stanu nasycenia w tej samej temperaturze (również w g/m^3).

³ Fenomen klimatu olbrzymich gotyckich kościołów opisywałam między innymi w publikacjach wymienionych w przypisie 1. 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.

Niebezpiecznie jest tylko wtedy, gdy wysokiej wilgotności towarzyszy zła wentylacja, brud, ogólne zaniedbanie. Jeśli natomiast kościół jest czysty, zadbane, dobrze przewietrzany i prawidłowo suchy⁴, to okresy wysokiej wilgotności nie czynią mu większej szkody. Dla jego dobrostanu niewątpliwie duże znaczenie ma powolność zachodzących we wnętrzu zmian. **Najważniejsza jest więc stabilność klimatu!** Wprawdzie niektórzy badacze udowadniają⁵, że opóźnione reagowanie drewna pozwala do pewnego zakresu ignorować drobne wahania klimatu, to jednak na wyposażenie świątyni nie składa się tylko drewno! Delikatne warstwy wykończeniowe, złocenia, a zwłaszcza obrazy na płótnach reagują natychmiast na każde wahnięcie klimatu⁶ i nawet jeśli uszkodzenia nie są widoczne od razu, to **mechanizmy kumulowania mikrourazów** robią swoje, prowadząc nieuchronnie do osłabiania materii.

Jak było kiedyś?

Historia technik grzewczych jest oczywiście tak długa, jak dzieje ludzkości. Nie wdając się jednak w opowieść o Prometeuszu i najdawniejszych sposobach ogrzewania ludzkich siedzib, skupmy się na ogrzewaniu kościołów. Ani kościoły romańskie, ani gotyckie nie były ogrzewane. Ich bardzo grube mury podczas lata akumulowały tyle ciepła, że spokojnie wystarczało go do zimowych, ciężkich mrozów⁷. W trakcie ostatnio prowadzonych badań w małym, gotyckim kościele w Przecznie pomiary temperatury ściany wewnętrznej wykazały, że w czasie upalnego lata 2018 mury nagrzewały się do tego stopnia, że w nocy ich temperatura była przeciętnie o 0,5 - 1 stopnia wyższa od temperatury powietrza wewnątrz kościoła. Pirometryczny pomiar temperatury prowadzono na wewnętrznej ścianie między nawą a wieżą na wysokości ok. 2 m. Pomiary pokazały zdolność akumulowania dużych ilości ciepła nawet przez tę nienasłonecznioną ścianę i potem powolnego jego wypromieniowywania. Ta właściwość bardzo grubych ceglanych murów jest istotnym czynnikiem kształtującym klimat wnętrza gotyckich kościołów.⁸

⁴ Zgodnie z klasyfikacją DIN odnoszącą się do murów wykonanych z cegły produkowanej w warunkach normowanych, o normowanej charakterystyce higroskopijnej i sorpcyjnej, którą stosuje się pomocniczo do oceny murów starych - za mur suchy uznaje się mur o wilgotności masowej do 3%. Kolejne stopnie zawilgocenia to: (II) - 3 – 5% - mur o podwyższonej wilgotności; (III) - 5 – 8% mur średnio zawilgocony; (IV) - 8 – 12% mur mocno zawilgocony; (V) powyżej 12% - mur mokry. Maksymalne możliwe zawilgocenie cegły ceramicznej zawiera się w przedziale 18 – 25%.

⁵ Por: *Zarządzanie klimatem w muzeach: ochrona zbiorów i energooszczędność*, OCHRONA ZBIORÓW, zeszyt nr 02, 2012, Seria wydawnicza Narodowego Instytutu Muzealnictwa i Ochrony Zbiorów oraz Muzeum Narodowego w Krakowie, dostęp: <https://www.nimoz.pl/dzialalnosc/konkursy/publikacje?page=5>

⁶ Zależności przebiegu niszczenia obrazów od warunków ich przechowywania i relacje z wieloletnich badań są omawiane między innymi w pracach: T. Łękawa-Wysłouch, B. J. Rouba - *Ocena wpływu zmiennych warunków klimatycznych na płócienne podłoża malarskie*, AUNC Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo, Tom: XLIII, Toruń 2012, s. 257–286; 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 płócienne w procesie konserwacji*, Wydawnictwo UMK, Toruń, 2000 r. i w innych.

⁷ W olbrzymich gotyckich kościołach jeszcze w listopadzie i pierwszej połowie grudnia temperatura powietrza utrzymuje się na poziomie nawet ok +10°C. Dopiero silniejsze, długotrwałe mrozy prowadzą do jej stopniowego, powolnego obniżania, przy czym we wnętrzu tych kościołów prawie nigdy, albo bardzo rzadko dochodzi do spadku temperatury poniżej zera.

⁸ Po majowym zakończeniu ogrzewania kościoła w Przecznie, w czerwcu i lipcu 2018 r. przez cały czas obserwowane było zjawisko wyższej temperatury ściany od temperatury powietrza w kościele. Wyraźniej występowało ono w nocy, kiedy różnica wynosiła stale 0,5–1 stopnia. Rozpoczęta w czerwcu i trwająca przez całe

Zagadnienie najdawniejszych systemów ogrzewania kościołów nie jest ciągle jeszcze opracowane. Wiemy, że jedynym miejscem, które już w średniowieczu ogrzewano, była zakrystia. W wielu gotyckich kościołach znajdujemy kominy dymowe i ślady dawnych pieców. Dr Barbara Pospieszna należąca do wąskiego grona badaczy najstarszych systemów grzewczych mówi: „*W średniowieczu znanych jest tylko kilka przykładów kominków we wnętrzach kościelnych, ale raczej bocznych, jak zakrystie czy wieże, wykorzystywane czasami, jako mieszkania dla kleru. We Francji znany jest kominek z XV w. w katedrze i kanonii w Le Puy-en-Velay, czy z tego samego czasu w katedrze (na II kondygnacji wieży) w Saint-Flour. Sama przestrzeń kościoła raczej nie była ogrzewana. Radzono sobie w ten sposób, że przed mszami ogrzewano wewnątrz ustawiając przenośne naczynia ceramiczne (Feuerkike) lub metalowe (Feuerpfanne) z żarem. A były też takie sposoby jak w kościele św. Wawrzyńca w Norymberdze, gdzie przy filarze, blisko jednego z ołtarzy jest zagłębienie wyrobione dłutem przez kamieniarza, od góry zasłonięte małą kratką. Do tego zagłębienia wkładano rozżarzony węgiel drzewny i w ten sposób można było ogrzać dłonie.*” B. Pospieszna w swojej pracy doktorskiej skatalogowała i opisała relikty ogrzewania kominkowego w kaplicy zamkowej w Nidzicy - jedyny odnotowany w Polsce przykład ogrzewania wnętrza sakralnego, zbudowanego w latach 1370 – 1407⁹.

Znane są natomiast i dość dobrze rozpoznane urządzenia grzewcze w klasztorach. Jeśli nawet reguła zakonna nie dopuszczała ogrzewania, to w klimacie naszej części Europy czyniono od niej odstępstwa. Ze starożytnej Grecji, przez Rzym i Bizancjum przewędrowała na północ Europy tradycja i rozwiązania techniczne typu hypocaustum - ogrzewania wnętrza ciepłym powietrzem, stosowanego powszechnie w antycznych łaźniach, potem w łaźniach klasztornych i niektórych pomieszczeniach klasztorów. Najstarsze przykłady odkryto podczas badań wykopaliskowych prowadzonych w Fuldzie, na terenie katedry z VII w. oraz zlokalizowano na planie zabudowań opactwa cysterskiego Sankt Gallen z 820 r.¹⁰

W Polsce urządzenia grzewcze odnalezione i przebadane zostały w klasztorach cysterskich – w Sulejowie, Koprzywnicy, także w Lubiążu. W opactwie cysterskim w Jędrzejowie istnieje w pomieszczeniu *cellarium* piec wydawany na III ćwierć XIII wieku, który niegdyś ogrzewał znajdujący się nad nim, a dziś już niezachowany, refektarz klasztorny¹¹. Mamy też datowany na pierwszą połowę XV wieku piec typu hypocaustum w klasztorze augustianów w Krakowie¹². Znakomicie zachowane jest hypocaustum w szpitalu Ducha Świętego w zespole katedralnym

lato fala upałów wyraźnie podwyższała temperaturę ściany w punkcie pomiarowym. W rezultacie w połączeniu z niedzielными zakłóceniami klimatu obserwowane były takie zjawiska, jak np. 29 lipca 2018, kiedy o godz. 11.39 przy temperaturze powietrza na zewnątrz $T_z 33,7^{\circ}\text{C}$ i $\text{RH}_z 41,9\%$ odnotowano wewnątrz $T_w 24,3^{\circ}\text{C}$, $\text{RH}_w 91,7\%$, natomiast temperatura ściany wynosiła aż $24,9^{\circ}\text{C}$. W nocy z niedzieli na poniedziałek (30 lipca) o godz. 4.04 przy temperaturze powietrza na zewnątrz $T_z 18,9^{\circ}\text{C}$ i $\text{RH}_z 82,3\%$ odnotowano wewnątrz $T_w 22,5^{\circ}\text{C}$, $\text{RH}_w 81,3\%$, natomiast temperatura ściany wynosiła 23°C .

⁹ Dane uzyskane w prywatnych kontaktach z dr B. Pospieszna.

¹⁰ W. Bis - *Ze studiów nad piecami typu hypocaustum z terenu ziem Polski*, Architectus, 2003, 1-2, (13-14), s. 3-28

¹¹ Por. A. Bojęś-Białasik, B. Kwiatkowska-Kopka – *Średniowieczne urządzenia grzewcze w klasztorze cystersów w Jędrzejowie i augustianów-eremitów na Kazimierzu w Krakowie*, SKZ Wiadomości Konserwatorskie 25/2009 s. 77 – 87, także: W. Bis. *Ze studiów* op. cit.

¹² Tamże.

we Fromborku, a najpowszechniej znane, przebadane i opisane jest ogrzewanie na zamku w Malborku¹³.

W pałacach, zamkach, kamienicach mieszczańskich dotychczas odnaleziono kilkadziesiąt średniowiecznych urządzeń grzewczych i ciągle odnajdywane są nowe.

Rozwiązania renesansowe i barokowe w kościołach, to też piece raczej tylko w zakrystiach. Pierwsze piece ogrzewające całe wnętrza kościołów zaczęli stawiać, dość zresztą późno, protestanci. Zapewne właśnie ta tradycja protestancka sprawiła, że Niemcy były krajem, w którym najwcześniej zaczęto stare piece zastępować nowoczesnymi urządzeniami grzewczymi.

W Polsce już w okresie międzywojennym można znaleźć świadectwa zainteresowania tematem ogrzewania kościołów. Przykładem mogą być rozdziały VII i VIII o wentylowaniu i ogrzewaniu kościołów z podręcznika ks. Leona Gościckiego¹⁴. Autor omawia typy urządzeń i możliwości ich zastosowania, apelując przy tym o przewidywanie przyszłych potrzeb i planowanie instalacji lub przynajmniej miejsca dla niej w nowo budowanych kościołach, aby unikać późniejszych rozbiórek i przebudów. W opracowaniu ks. Gościckiego szacunek budzi doświadczenie i rzeczowe, poparte praktyką podejście do zagadnienia¹⁵, rozeznanie w realiach uwarunkowanych rozwojem ówczesnej techniki, ograniczeniami cenowymi itp. Natomiast omówienie zagadnień wentylacji pokazuje, że **znakomite umiejętności rozwiązywania tych zagadnień przez średniowiecznych budowniczych były już wtedy zapomniane i nierozumiane**. „Inżynierskie” podejście w tamtych czasach – podobnie jak niekiedy i dziś – miało charakter ogólnych zaleceń – słusznych, jednak mało konkretnych i niezbyt dających się przełożyć na praktykę, zwłaszcza wobec zindywidualizowania struktur budowlanych kościołów. Zwracając zatem uwagę na znaczenie problemu: „[...] wentylacja kościołów jest sprawą wybitnie ważną, bądź ze względu na zdrowie kapłanów i wiernych, bądź ze względu na konserwację murów świątyni, dzieł sztuki, utensyliów kościelnych”¹⁶, autor wymienia rozwiązania: wentylację mechaniczną, kanałową podgrzewaną i kanałową naturalną. W swoim solidnym podejściu do zagadnienia i uznaniu wartości nowoczesnych rozwiązań ks. Gościcki relacjonuje kwerendę przeprowadzoną wśród specjalistów, w której pojawia się nawet koncepcja odświeżania powietrza w kościele przez jego ozonowanie – na szczęście nie wdrożona! Ostatecznie, jako najpewniejszy sposób zaleca wietrzenie kościoła przez co najmniej cztery otwierane okna (dwa w prezbiterium i dwa w pobliżu drzwi). Aby można było w każdej chwili je zamykać lub otwierać, zaleca stosowanie zawiasów poziomych i sznurów przy oknach¹⁷.

¹³ B. Pospieszna - *Ogrzewanie w Zamku Malborskim w dawnych wiekach*, Malborskie Szkice z Historii Kultury Materialnej, t. 1, Malbork 2002. K. Pospieszny - *Program i forma architektoniczna krzyżackich infirmerii zamkowych w Prusach*, [w:] *Szpitalnictwo w dawnej Polsce*, red. M. Dąbrowska, J. Kruppé, Studia i Materiały z Historii Kultury Materialnej, t. LXVI, Warszawa 1998, s. 109–133.

¹⁴ Ks. Leon Gościcki, Pleban płockiej diecezji – *BUDOWA ŚWIĄTYNI. Wskazówki praktyczne przy wznoszeniu i odbudowie kościołów oraz zdobieniu ich wnętrza*. wyd I 1916 r., wyd II 1947 r. Płock, s. 82 - 92.

¹⁵ Znaleźć tam możemy np. szczegółowe informacje o kosztach ogrzewania instalowanego w jednym z kościołów w 1943 roku, a więc podczas apogeum zawieruchy wojennej!

¹⁶ Op. cit. s. 82.

¹⁷ Op. cit. s. 83 - 85

Inni autorzy publikacji służących w tamtym czasie opiekunom kościołów, a zwłaszcza Władysław Łuszczkiewicz (1828 – 1900), nie podejmują tematyki ogrzewania i wentylacji.¹⁸

Moda na ogrzewanie kościołów przyszła na dobre do Polski właściwie dopiero na przełomie lat 60. i 70. XX wieku.

Rozpoczęła się wtedy akcja agresywnego „modernizowania” kościołów na nieznaną wcześniej skalę. Bezceremonialność ludzi techniki prujących pod instalacje grzewcze ściany i niejednokrotnie znajdujące się na nich bezcenne malowidła, lokujących grzejniki na malowidłach, bezpośrednio pod zabytkowymi stallami, ławami, przy zabytkowych ambonach i ołtarzach była codziennością. Ekstremalne zniszczenia powodowało potem już w latach 90. montowanie systemów ogrzewania podłogowego w wielowiekowych kościołach. Z jednej strony niszczyło ono nieodwracalnie zabytki archeologiczne, z drugiej – przez uszczelnienie posadzki, burzyło **integralność techniczną**¹⁹, prowadząc wprost do zawilgocenia murów i obniżenia temperatury wnętrza. Dziś już wiadomo z całą pewnością, że stara posadzka kościelna, ułożona w dawnej technologii działa podobnie jak pompa ciepła, transmitując ciepło ziemi do wnętrza kościoła. Wyrzucanie oryginalnych posadzek po to, by zastąpić je ogrzewaniem podłogowym jest więc w wielu przypadkach po prostu ekonomicznym absurdem.

Niefrasobliwość ludzi techniki do dziś jest niestety stale obecnym elementem naszej rzeczywistości. Właściciel jednej z firm od lat zajmujących się instalowaniem ogrzewania, zapytany o gwarancję, że jego system nie szkodzi kościołom, popatrzył na mnie z nieukrywanym zdumieniem! Rzeczowo wyjaśnił, że on oczywiście daje gwarancję, ale na sprawną pracę instalacji, a skutki konserwatorskie – to już nie jego zmartwienie!

Prowadząc od lat 90. badania klimatu w otoczeniu dzieł sztuki, już w bardzo wczesnych publikacjach odnosiłam się do zagadnień ogrzewania i jego wpływu na stan naszych kościołów. Widząc, co się dzieje w ich wnętrzach, pisałam wtedy, że lepiej zabytkowych kościołów nie ogrzewać, niż niszczyć je złym ogrzewaniem. Pisałam też, że ogrzewanie może być z różnych względów wskazane i korzystne, ale jest w stanie zrodzić więcej problemów niż rozwiązać, zwłaszcza, jeśli jest nieprzemyślane, źle zaprojektowane, źle dopasowane do mikroklimatu budowli. Określiłam także wówczas warunki, jakie powinno spełniać ogrzewanie, by było możliwie najbezpieczniejsze. Jako alternatywę dla systemów grzewczych wskazywałam pomysł z wieszakiem w kruchcie, wyposażonym w odpowiednią ilość peleryn dla wiernych z tkaniny termoizolującej. Pomysł się jednak nie przyjął, choć od tamtego czasu dostępność tych tkanin wzrosła, a ceny znacznie spadły. Jestem przekonana, że dla małych, niekiedy bardzo biednych parafii, byłoby to rozwiązanie znacznie lepsze, niż kosztowna inwestycja w ogrzewanie, a potem drogie karmienie pieca.

Jak jest dzisiaj?

Dzisiaj mamy w kościołach całą gamę najrozmaitszych systemów i rozwiązań grzewczych – od systemów nadmuchowych, znanych także pod nazwą nawiewnych lub powietrznych (skrajnie rozregulowujących klimat), przez ogrzewanie gazem z butli (dostarczające litry wody

¹⁸ Por. B. M. Gawęcka - Polskie poradniki dotyczące utrzymania kościołów z drugiej połowy XIX i początku XX wieku (do 1918 r.), *Kwartalnik Historii Kultury Materialnej*, 2014, R. 62 Nr 4, s. 579-585

¹⁹ **Integralność** to inaczej **jednorodność zabytku** – to zachowane rozwiązania techniczne i estetyczne typowe dla czasu, w którym on powstał, niekiedy wzbogacone jeszcze o cenne elementy przyrosłe na przestrzeni wieków. Zburzenie integralności jest niebezpieczne nie tylko dlatego, że zubaża wartości zabytku, ale przede wszystkim dlatego, że wprowadzone w dawną strukturę nowe materiały lub nowe rozwiązania nie koniecznie muszą z nią dobrze współistnieć.

z procesu spalania), ogrzewanie promiennikowe (powodujące pleśnienie chłodnych zakamarków wnętrza), ogrzewanie podłogowe (bardzo drogie i z wielu względów wysoce niekorzystne – patrz przypis 17), lokalne ławkowe, aż do najnowocześniejszych rozwiązań z systemami rekuperacji ciepła łącznie. Mamy też jednoznaczny obraz skutków ich oddziaływania – od czarnych, trudno usuwalnych smug na ścianach, poczerniałych sklepień, zniszczonych malowideł, przez skrajne przypadki zawilgocenia wodą kondensacyjną i ekstremalnego zagrzybienia kościołów, aż po dramatyczne skutki przesuszenia. Są kościoły, w których lepsza sytuacja finansowa sprawiała, że na przestrzeni ostatnich lat ćwiczone były przeróżne rozwiązania. Tymczasem nieodpowiedni sposób ogrzewania może np. doprowadzić do ciężkiego zawilgocenia kościoła i utrzymywać je mimo kosztownych działań osuszających. Jest to też jedna z przyczyn, sprawiających, że niestety mamy dzisiaj **bardzo wiele chorych kościołów. Zdrowie budowli utrzymywane jest dzięki określonemu sposobowi wentylowania wnętrza.** Zgodnie z normami jednym z warunków odczuwania komfortu klimatycznego jest delikatny ruch powietrza. Prędkość przepływu powietrza w strefie przebywania ludzi powinna wynosić 0,2 – 0,5 m/s.²⁰ W przypadku kościołów, w których aktywność fizyczna osób siedzących lub spokojnie stojących jest niewielka, za optymalną można uznać prędkość przepływu powietrza na poziomie 0,2 m/s, ale ten minimalny przepływ musi być! Całkowity brak ruchu powietrza powoduje tzw. **syndrom chorego budynku (SBS** – z ang. *sick building syndrome*). W praktyce często niestety mamy do czynienia z całkowitym pozbawieniem wielu kościołów **wentylacyjności**. Pod pojęciem wentylacyjności należy rozumieć zaprogramowaną przez budowniczych zdolność budynku do samoistnego, bezobsługowego przewietrzania wnętrza i niezbędnej wymiany powietrza, zachodzącej bez dodatkowych (np. elektrycznych) urządzeń wspomagających. Do utraty wentylacyjności dochodzi najczęściej w wyniku nieświadomego zablokowania pierwotnego systemu wentylacji np. wyłączenia napływu powietrza przez krypty²¹, zamknięcia otworów wentylacyjnych w sklepieniu, zablokowania kominów wentylacyjnych, które w wielu kościołach były celowo budowane. Często przyczyną kłopotów są metalowe szczelne okna, tak chętnie wstawiane do kościołów jeszcze całkiem niedawno, nie mówiąc już o oknach plastikowych. Zdarzają się kościoły pozbawione wentylacyjności na skutek wymiany pierwotnych drzwi na zbyt szczelne lub wymiany pokrycia dachu, bez uwzględnienia konieczności wentylowania przestrzeni strychowej. Syndrom SBS występujący w kościołach (i w naszych mieszkaniach) wynika

²⁰ Zgodnie z obowiązującą (przywołaną w Obwieszczeniu Ministra Inwestycji i Rozwoju z dnia 8 kwietnia 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, Dz.U.2019.1065) normą PN-76/B- 03421, *Wentylacja i klimatyzacja -- Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach przeznaczonych do stałego przebywania ludzi*, dotyczącą parametrów powietrza wewnętrznego, zapewniających komfort użytkownikom.

²¹ Samo tylko szczelne zamknięcie krypt powoduje natychmiastowe zachwianie wentylacyjności kościoła. Dawne posadzki ceramiczne z cegły lub posadzki z grubych płyt kamiennych układano na podsypce piaskowej, a więc w technice oddychającej. Z czasem zaczęto je zastępować cienkimi płytkami ceramicznymi lub kamiennymi, ale układanymi już na wylewce z zaprawy betonowej i warstwach izolacyjnych. Często przy tym uszczelniano lub wręcz zaślepiano otwór zejścia do krypty. Wykonana we wnętrzu kościoła izolacja i płyta betonowa sprawia, że woda spod niej może odparowywać już wyłącznie przez ściany i filary. Działania tego rodzaju burzą integralność techniczną budowli i niemal zawsze prowadzą do problemów z klimatem i wilgocią. **Uwaga**, w przypadku decyzji o przywróceniu drogi napływu powietrza przez kryptę, trzeba to zrobić w sposób bardzo ostrożny i odpowiedzialny. Krypta musi zostać przebadana przez archeologów, szczątki ludzkie przeniesione do ossuarium lub zamknięte w zalutowanej trumnie, ściany oczyszczone, wydezynfekowane i pobielone czystym wapnem. W kryptach nie wolno wylewać szczelnej posadzki, bo dochodzić będzie wówczas do kondensacji wody. Podłóżę, jeśli nie było oryginalnie brukowane, można co najwyżej wysypać czystym, suchym żółtym piaskiem. Kondensacja może mieć miejsce także, jeśli nie będzie odpowiedniego odpływu powietrza z krypty, albo jeśli cyrkulację powietrza nienaturalnie przyspieszymy wentylacją mechaniczną, wdmuchującą do krypty powietrze o nieodpowiednich parametrach temperatury i wilgotności.

najczęściej z dążenia do zmniejszania kosztów ogrzewania. Uważamy, że powinniśmy zatrzymać każdą jednostkę ciepła i dlatego zamykamy, uszczelniamy, obtykamy, a na rezultaty takiej błędnej filozofii nie musimy długo czekać. Zwłaszcza nałożenie **dwu czynników – braku wentylacji i nieprawidłowego ogrzewania** tworzy wspólną prostą drogę do katastrofy.

Złe doświadczenia z przeszłości, a także fakt wyeksploatowania najstarszych systemów grzewczych sprawiają, że właśnie dzisiaj wielu księży stoi przed koniecznością podjęcia decyzji – **jak poprawnie rozwiązać sprawę ogrzewania, jak skorygować wyeksploatowany i niszczący system?**

Analizując zagadnienie nie sposób nie zauważyć, że **księża są dzisiaj w szczególnego rodzaju pułapce**. Z jednej strony potrzeba komfortu, coraz silniejsza u współczesnych ludzi i wynikająca stąd presja wywierana przez parafian, z drugiej – ograniczenia konserwatorskie. Ksiądz tych ograniczeń nie rozumie. Nie wie, dlaczego w jednym kościele konserwator wydał zgodę na określony typ ogrzewania, a w innym nie. Podejrzewa, że po prostu jeden konserwator zgodę wydaje, a ten drugi jest uciążliwy, albo zwyczajnie się czepia. Uwikłanie księdza między różnymi oczekiwaniami, naciskami i do tego wizjami roztaczanymi przez nachodzących go sprzedawców, oferujących zawsze system ogrzewania „najwspanialszy i prawie za darmo” – jest faktem. Sytuacja księdza jest wyjątkowo niekomfortowa, ponieważ brak mu „narzędzi” do obiektywnej oceny zagadnienia. Doradcy różnie się sprawdzają. Życzliwy i zaufany parafianin-inżynier czasem jest w stanie sprostać wyzwaniu, ale czasem go ono przerasta, a za wszelką cenę chciałby pomóc. W rezultacie tworzy się sytuacja jeszcze bardziej dyskomfortowa – poplątania racji merytorycznych i względów emocjonalnych. Zaufanie do drugiego człowieka uogólniane bywa i przenoszone na zaufanie do jego kompetencji, choć niekiedy tych kompetencji po prostu brakuje. Nawet bowiem fakt, że ktoś jest doskonałym inżynierem – specjalistą od instalacji grzewczych, że swobodnie porusza się w gąszczu najnowocześniejszych rozwiązań technicznych, ma doświadczenie w ogrzewaniu współczesnych domów, hal produkcyjnych, magazynów itp. nie oznacza niestety, że poradzi sobie z problemem ogrzewania nietypowego obiektu, jakim jest kościół. Tymczasem powiedzmy to sobie wyraźnie: **można wygrać batalię z drugim człowiekiem, ale z prawami fizyki nigdy się nie wygrywa!**

W rozmowach z księżmi często słyszę argumenty, że dobro człowieka jest przecież ważniejsze niż dobro zabytku, że kościół to nie muzeum itp. Porządkując te myślowe skróty, służące jakimś uzasadnieniu, a czasem wręcz usprawiedliwieniu naszych postaw, wyjaśnić należy, że **dobro zabytku nie jest przeciwstawne dobru człowieka**! Zabytek sam w sobie jest dobrem i prawidłowe dbanie o niego pomnaża nasze ludzkie bogactwo – i to materialne i duchowe. Każdy kościół jest nośnikiem wielu wartości - **historycznej i dokumentacyjnej, wartości dawności, unikatowości, wartości kontynuacji, wartości artystycznej i estetycznej. Bezценne cechy to autentyczność i integralność.**

Kościół to nie muzeum! Kościół, to znacznie więcej niż muzeum. Co odróżnia kościół od muzeum opisałam przed laty już w pierwszym wydaniu książki „*Pielęgnacja świątyni*”. Ponieważ kościół nie jest muzeum, to właśnie dlatego nie należy w jego wnętrzu wywoływać problemów, jakie mają muzealnicy, gdzie zbyt intensywne ogrzewanie w zimie, konieczne dla zapewnienia komfortu zdejmującym okrycia wierzchnie zwiedzającym, drastycznie obniża wilgotność powietrza, co oczywiście przyspiesza procesy starzenia i niszczenia muzealiów. Po latach badań i mozolnego wyjaśniania mechanizmów destrukcji dzieł sztuki, wiedza zatoczyła koło. Pierszeń zamyka dzisiaj najnowsza koncepcja poprawy bezpieczeństwa muzealiów przez budowę i przechowywanie zbiorów w chłodnych magazynach. **Klimat takiego magazynu to w rzeczywistości nic innego jak naturalny klimat gotyckiej katedry! Co więcej, w koncepcjach tych powraca się do posadzek układanych jedynie na podsypkach**

piaskowych, bez termoizolacji, posadzek – podobnie jak pompa ciepła - pobierających ciepło z gruntu!²²

Przyglądając się wielu kościołom i funkcjonującym w nich systemom grzewczym spróbujemy uporządkować doświadczenia, których te obserwacje dostarczają. Charakterystyka istniejących systemów, ich zalet i wad już pomoże nam podjąć wstępną próbę oceny przydatności określonego typu ogrzewania dla naszego kościoła. Zastrzec tu jednak trzeba, że oceniając istniejące systemy musimy przyjąć pewien poziom uogólnienia, bowiem np. zindywidualizowane cechy architektury lub sposób sprawowania opieki nad kościołem zawsze będą czynnikami decydującymi o ostatecznym obrazie zjawisk, jakie wywołamy ogrzewaniem. Np. czas, w którym ogrzewanie promiennikami doprowadzi do zapleśnienia, będzie inny w kościele źle przewietrzanym i inny w dobrze wietrzonym. Depozycja brudu na ścianach i sklepieniach, zależna od temperatury czynnika grzewczego i szybkości ruchów termograwitacyjnych (konwekcyjnych) powietrza, a także od jego wilgotności względnej, w dużej mierze będzie też zależała od częstotliwości i sposobu sprzątania kościoła. Przyjmując zatem, że **przedstawione poniżej doświadczenia są uogólnionymi wskazówkami**, nie możemy zapomnieć, że o ostatecznym funkcjonowaniu ogrzewania decyduje jeszcze wiele zależności i wzajemnych oddziaływań.

1. Ogrzewanie grzejnikami radiatorowymi i konwekcyjnymi	
Zalety	Wady
- możliwość precyzyjnego sterowania parametrami klimatu; - możliwość stabilizacji klimatu (tylko przy pracy ciągłej);	- zazwyczaj niekorzystne oddziaływanie na estetykę kościoła (z wyjątkiem grzejników zlokalizowanych w kanałach); - w zależności od temperatury czynnika grzewczego powodowanie intensywniejszych lub słabszych ruchów termograwitacyjnych (konwekcyjnych) powietrza, „uciekania” ciepła do góry, a w następstwie depozycja brudu na ścianach i sklepieniach kościoła;

2. Ogrzewanie nadmuchowe pracujące w systemie nieciągłym (temp. ok. 50°C i wyżej)	
Zalety	Wady
pozorna oszczędność – niższe koszty bieżącej eksploatacji;	- bardzo duża destabilizacja klimatu – nie do zniesienia dla zabytkowych organów, malowideł ściennych i drewnianego wyposażenia kościoła; - wysokie koszty usuwania skutków zniszczeń wnętrza i wyposażenia; - powodowanie intensywnych ruchów termograwitacyjnych powietrza, „uciekanie” ciepła ku

²² W latach 2007 – 2011 w Danii zrealizowany został projekt badawczy Low-energy Storage Buildings: Climate, Energy Consumption, and Air Quality. Jego autorzy: Morten Ryhl-Swendsen, Lars Aasbejerg Jensen, Benny Bøhm, Poul Klens Larsen w upublicznionym w roku 2012 raporcie końcowym (str. 22) przedstawiają projekt chłodnego magazynu muzealnego, w którym podłogę stanowi cienka warstwa betonu (120 mm) **na żwirowej warstwie drenażowej (150 mm), bez warstwy izolacji termicznej**. Współczynnik U 0,41 W/m² K. Taka konstrukcja posadзки pozwala, jak w starej piwnicy, jak w gotyckiej katedrze na **pobieranie ciepła z ziemi!** Chłodne (10°C) magazyny muzealne wg opracowanych założeń powstały w Danii, także w Friesland w Holandii, Francji i innych krajach. Materiały zostały udostępnione autorce przez J. Czopa.

	górze a w następstwie depozycja na sklepieniach i ścianach brudu pochodzącego z podłogi; • duże prawdopodobieństwo zagrzybienia chłodnych ścian;
--	---

3. Ogrzewanie nadmuchowe pracujące w systemie ciągłym (temp. ok. 30 - 40°C i niżej)	
Zalety	Wady
• możliwość stabilizacji klimatu i ograniczenia niszczenia wnętrza;	• powodowanie ruchów termograwitacyjnych powietrza, „uciekanie” ciepła ku górze i w następstwie depozycja na sklepieniach i ścianach kościoła brudu pochodzącego z podłogi - w stopniu nieco mniejszym od ogrzewania o wyższych parametrach nadmuchu; • przyspieszone procesy niszczenia malowideł ściennych i wyposażenia świątyni;

4. Ogrzewanie akumulacyjne ze sterowanym, całodobowym dawkowaniem ciepła ²³	
Zalety	Wady
• tworzenie komfortu klimatycznego wiernym oraz możliwa stabilizacja i poprawa klimatu wnętrza, służąca pozytywnie kościołowi i jego wyposażeniu, eliminująca np. zjawiska kondensacji; • automatyczna całodobowa regulacja parametrów powietrza; • niewielkie prawdopodobieństwo wywoływania kondensacji pary wodnej i przyspieszania procesów niszczących wyposażenie; • stosunkowo niewielka ingerencja w estetykę wnętrza; • koszty instalacji, eksploatacji i ewentualnych napraw znacznie niższe niż np. przy ogrzewaniu podłogowym; • brak konieczności wykonania izolowanego podłoża betonowego, naruszającego integralność techniczną i skutkującego zawilgoceniem budowli;	• powodowanie ruchów termograwitacyjnych powietrza –nieco niższe niż w przypadku ogrzewania nadmuchowego i podłogowego (pod warunkiem słabego grzania); • konieczność czyszczenia i malowania wnętrza – nie tak częsta, jak w przypadku ogrzewania nadmuchowego i podłogowego (pod warunkiem słabego grzania);

²³ Ogrzewanie tego typu przed kilku laty zostało zainstalowane w Krakowie (kościół mariacki oraz kościół na Zwierzyńcu) a w 2015 r. - we wspomnianym wcześniej kościele w Przecznie. Jego proboszcz ks. dr Wacław Dokurno – fizyk – prowadzi systematyczny monitoring klimatu kościoła. Wraz z projektantem i wykonawcą systemu inż. Włodzimierzem Kłosem w sposób bardzo przemyślany sformułowali i rozwiązywali cele konserwatorskie ogrzewania. Pierwszą ocenę funkcjonowania ogrzewania i analizę klimatu kościoła ks. W. Dokurno przedstawił na konferencji naukowej zorganizowanej w Przecznie 16 kwietnia 2016 r. W latach 2017-18 w kościele zrealizowany został program bardzo dokładnych badań klimatu, który objął 356 dni pomiarowych. Analiza wyników znajduje się w artykule: Bogumiła J. Rouba, Magdalena Kapka - *Pomiary parametrów klimatu w gotyckim kościele* [w:] *Kościół Podwyższenia Krzyża Świętego w Przecznie. Wystrój i wyposażenie*. Pod red. K. Sułkowskiej-Tuszyńskiej i ks. W. Dokurno, Przeczno 2019, ISBN 978-83-7285-869-6

5. Ogrzewanie typu promiennikowego	
Zalety	Wady
• stosunkowo niewielkie koszty montażu i eksploatacji;	• destabilizacja naturalnego klimatu kościoła (w mniejszym stopniu niż przy ogrzewaniu nadmuchowym i podłogowym), ale z dużym prawdopodobieństwem prowokowania kondensacji wody na zimnych ścianach; • w przypadku wywoływania kondensacji bardzo duże prawdopodobieństwo pleśnienia, a w rezultacie przyspieszonego niszczenia malowideł ściennych i wyposażenia świątyni; • powodowanie ruchów termograwitacyjnych powietrza (w znacznie mniejszym stopniu niż przy ogrzewaniu nadmuchowym i podłogowym), a w następstwie depozycja na sklepieniach kościoła wilgoci i brudu pochodzących z ubrań wiernych; • bardzo nieprzyjemna ingerencja w estetykę wnętrza; • brak poczucia komfortu cieplnego, niekorzystne oddziaływanie na psychikę odczuwane przez wielu ludzi²⁴;

6. Ogrzewanie podłogowe	
Zalety	Wady
• gładkość współczesnej posadzki, możliwość mycia maszynowego;	• koszty instalacji i eksploatacji najwyższe ze wszystkich typów ogrzewania; • bardzo wysokie koszty w przypadku awarii i konieczności naprawy; • destabilizacja naturalnego klimatu kościoła w przypadku nieciągłej pracy; • duża bezwładność termiczna, słaba i powolna sterowalność, a w następstwie duże ryzyko przegrzewania wnętrza w wyniku nieoczekiwanej, silnej operacji słonecznej, w sytuacjach gwałtownego ocieplenia po okresach chłodu itp.; • konieczność wykonania podłoża betonowego, naruszającego integralność techniczną budowli, uszczelnienie posadzki, co skutkuje zawilgoceniem obiektu i <u>eliminuje pobieranie ciepła z gruntu</u>; • w zależności od rodzaju użytych materiałów izolacyjnych mniej lub bardziej intensywne podgrzewanie mokrego gruntu pod budynkiem przyspieszające procesy wędrówki wody w mury; • w przypadku położenia posadzki z kamienia polerowanego duża ingerencja w estetykę, utrata wartości dawności i autentyczności wnętrza; • powodowanie ruchów termograwitacyjnych powietrza, „uciekanie” ciepła ku górze i w następstwie depozycja brudu pochodzącego z podłogi na sklepieniach kościoła;

²⁴ Znane są przypadki omdleń, do których dochodzi na skutek przegrzania głowy i ramion osób stojących bezpośrednio pod promiennikami.

	• konieczność utrzymywania posadzki w idealnej czystości; • konieczność częstego malowania wnętrza; • przyspieszone procesy niszczenia malowideł ściennych i wyposażenia świątyni;
--	--

7. Ogrzewanie elektryczne lokalne np. ławkowe (maty, folie grzejne, płyty itp.) ²⁵	
Zalety	Wady
• tworzenie komfortu klimatycznego wiernym, z mniejszym niż w przypadku ogrzewania nadmuchowego i podłogowego wpływem na destabilizację klimatu; • minimalna ingerencja w estetykę wnętrza; • koszty instalacji, eksploatacji i ewentualnych napraw niższe niż przy np. ogrzewaniu podłogowym; • brak konieczności dużych ingerencji w tkankę budowli, naruszających integralność techniczną i estetyczną;	• destabilizacja naturalnego klimatu kościoła (w mniejszym stopniu niż przy ogrzewaniu nadmuchowym i podłogowym), ale z większym prawdopodobieństwem prowokowania kondensacji pary wodnej na zimnych ścianach; • w przypadku wywoływania kondensacji prawdopodobieństwo pleśnienia, a w rezultacie przyspieszonego niszczenia malowideł ściennych i wyposażenia świątyni; • powodowanie ruchów termograwitacyjnych powietrza (w mniejszym stopniu niż przy ogrzewaniu nadmuchowym i podłogowym), a w następstwie depozycja na sklepieniach kościoła wilgoci i brudu pochodzących z ubrań wiernych;

Co dalej?

Podobnie jak w sprawach zawilgocenia niewątpliwie najważniejszym zagadnieniem jest potrzeba skorygowania „filozofii ogrzewania”, dziś ciągle opartej na przekonaniu, że kolejną modą na „idealny” system, kolejnym piętrem drogich i inwazyjnych technicznych cudów - rozwiążemy problemy, a nie rozwiążemy! **Nie ma bowiem idealnych systemów grzewczych, są tylko systemy dobrze lub źle dopasowane do naszego kościoła!**

Projekt nowego lub korekta istniejącego systemu ogrzewania ma prowadzić do rozwiązania minimalizującego negatywne oddziaływanie na kościół. Nie da się uniknąć podrywania cząstek kurzu i roznoszenia po kościele, ale można to zjawisko świadomie minimalizować obniżeniem temperatury czynnika grzewczego, częstszym i bardziej starannym sprzątanym wnętrza. Dobór odpowiedniego ogrzewania nie jest więc niczym innym, jak „majstrowaniem” parametrami

²⁵ Realizując od 1997 r. prace konserwatorskie przy polichromii W. Żebrowskiego w Skępem przez wiele lat wraz z współpracownikami (B. Kobusińska-Behal, L. Tymińska-Widmer) prowadziłam systematyczną kontrolę jego klimatu. W latach 2006 i 2007-8 zrealizowany został program badań celowych we współpracy z firmą M. Kozarzewski - Monument Service oraz Instytutem Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN w Krakowie (R. Kozłowski, Ł. Bratasz) – w ramach projektu IGNIS (umowa z Komisją Europejską/MNISW nr WKP_1/1.4.1/1/2006/93/93/648/2007/U) - *Opracowanie kryteriów konserwatorskich dla modelu sterowania ogrzewaniem w kościele oo. Bernardynów p.w. Zwiastowania NMP w Skępem oraz weryfikacja działania wzorcowego ogrzewania ławek dla komfortu wiernych i ogrzewania dla zapobiegania negatywnym zjawiskom kondensacji oraz optymalizacja kryteriów konserwatorskich dla modeli sterowania modułami ogrzewania*. W roku 2008 zespół R. Kozłowski i Ł. Bratasz opracowali wyniki rocznego monitoringu po zainstalowaniu ogrzewania dokonując oceny jego wpływu na klimat kościoła. Obecnie ogrzewanie praktycznie nie jest użytkowane. Nie prowadzi się także kontroli klimatu, dlatego nie można ocenić jego aktualnego wpływu na stan kościoła.

fizycznymi dla uzyskania efektu maksymalnej stabilności klimatu i zminimalizowania negatywnego oddziaływania ogrzewania.

Mając świadomość, że klimat kościoła kształtowany jest przez typ architektury, kubaturę i określone rozwiązania konstrukcyjne, termoizolacyjność murów (zależną od użytego budulca, grubość murów itp.), wilgotność a także paroprzepuszczalność murów i tynków, lokalizację budynku i warunki klimatyczne w najbliższym otoczeniu (np. kierunek wiatrów), termoizolacyjność okien i kierunek, na który wychodzą, nasłonecznienie, obecność drzewostanu w otoczeniu, obecność i masę substancji higroskopijnych we wnętrzu (zasłony, dywany, surowe drewno itp.) – spróbujmy starać się odkryć, które z tych cech sprzyjają stabilności klimatu w naszym kościele, a które pogarszają warunki klimatyczne we wnętrzu.

Ufając doświadczeniu i mądrości dawnych budowniczych powinniśmy więc spróbować zrozumieć nasz kościół, jego strukturę, mechanikę, „styl życia”. Budowla kościoła żyje dzięki zaplanowanym niegdyś rozwiązaniom broniącym ją przed wodą, nadmiernym nasłonecznieniem i przegrzewaniem, skolonizowaniem przez owady i grzyby. Zrozumienie i uszanowanie tych rozwiązań jest podstawowym **warunkiem zapewnienia bezpieczeństwa kościołowi i przebywającym w nim ludziom**. Z tej konstatacji wynika jasno, że w filozofii ogrzewania stanowczo należy się „odwiązać” od pomysłów walki o zatrzymanie każdej kalorii, uszczelnianie kosztem utraty wentylacyjności, oszczędzanie przez nieciągłą, pulsacyjną pracę systemu grzewczego. Oszczędności należy szukać inaczej, bo w przeciwnym razie zostawimy następcy kościół zapleśniały, toksyczny, ze zniszczonym wyposażeniem, z wielkimi kłopotami.

Co może zrobić ksiądz, który chce sprawy swojego kościoła wziąć w swoje ręce?

Może zrobić bardzo wiele!

Podobnie jak w przypadku zawilgocenia obserwacje księdza i jego decyzje mogą świadomie **budować dobrostan powierzonego jego opiece kościoła, a przez to także dobrostan wiernych**. Obserwacje klimatu często pozwalają na natychmiastowe podjęcie prostych, skutecznych działań, błyskawicznie poprawiających warunki w kościele. W przypadku np. rozregulowanego klimatu ogrzewania nadmuchowego znaczną poprawę można uzyskać od zaraz przez „rozciągnięcie w czasie” – grzanie dłuższe, powietrzem o znacznie niższej temperaturze.

Przede wszystkim jednak na etapie **rozpoznawania** ksiądz powinien zaprosić do współpracy znajomego, doświadczonego konserwatora-restauratora dzieł sztuki i ewentualnie także zaprzyjaźnionego inżyniera – specjalistę z zakresu ogrzewnictwa lub wentylacji (uwaga - nie może to być jednak potencjalny wykonawca ogrzewania²⁶). Jeśli ksiądz wyszuka odpowiednich specjalistów, którzy pomogą mu **faktycznie rozpoznać klimat kościoła, a potem poprawnie rozwiązać problem ogrzewania** i uda mu się tak poprowadzić zdarzenia, by uniknąć błędów, które skrzywdzą powierzoną jego opiece świątynię, to już będzie to wielkie osiągnięcie - ważne dla kościoła i spokoju własnego sumienia. Zespół powinien starać się rozpoznać klimat kościoła oceniając **cztery zagadnienia**.

1. Bardzo **dokładne sprawdzenie czy w kościele nie występują objawy nierównowagi klimatycznej**. O nieprawidłowościach klimatu świadczą zacieki w postaci strug po wodzie kondensacyjnej spływającej po ścianach, widoczne zwłaszcza pod oknami. Dowodem

²⁶ Najgorsza rzecz, jaką może ksiądz zrobić na początku - to zaprosić do pomocy firmę zajmującą się montażem systemów grzewczych. Specjaliści będą wtedy lansowali swoje technologie i urządzenia, niestety często niezgodne z rzeczywistymi potrzebami kościoła i to wcale nie ze złej woli, lecz z powodu naszych ludzkich ograniczeń.

nierównowagi klimatycznej jest także osłabienie spójności i łuszczenie się warstw polichromii, wymalowań lub malowideł ściennych, plamy i przebarwienia na ścianach, wykwyty i ogniska grzybów pleśniowych, charakterystyczny zapach grzyba, czynne żerowiska owadów, wykwyty soli na ścianach. Na powierzchniach obrazów na podłogach płóciennych widoczne charakterystyczne deformacje reliefowe, girlandowe, obwiśnięcia dolnych części obrazów a na obrazach na płótnie przymocowanym do deski – fałdy zgodne z kierunkiem słoju drewna. Na powierzchniach obrazów na deskach lub polichromiach rzeźb obecność charakterystycznych „daszkowatych” pęcherzy, spowodowanych skurczem przesuszonego podłoża, zbielenie i utrata przejrzystości werniksów (tzw. „oślepienie” spowodowane zbyt wysoką wilgotnością powietrza), pęknięcia drewna rzeźb, ołtarzy, mebli. Wszystkie te objawy są śladami tzw. „pracy materiałów” – zmian objętościowych materiałów higroskopijnych oraz okresowego występowania warunków sprzyjających atakowi biologicznemu.

2. **Sprawdzenie czy otwory wentylacyjne** w sklepieniu lub stropie, kominy w wieżach lub ścianach kościoła nie zostały zamurowane, zatynkowane itp., czy **są drożne i funkcjonują prawidłowo**²⁷. Ocena wentylacyjności kościoła dokonywana najlepiej pomiarem anemometrycznym²⁸, jest ważnym rozpoznaniem pozwalającym już na wstępie ocenić, czy klimat wnętrza jest prawidłowy i jaki wpływ na kościół może mieć para wodna zawarta w powietrzu. Wskazane jest obserwowanie i notowanie, kiedy, jak często i w jakich okolicznościach dochodzi do jej kondensacji i wykraplania wody, którą najlepiej widać na posadzce i na oknach – czy incydenty kondensacji mają związek z działaniem ogrzewania, z dużymi zgromadzeniami ludzi na uroczystych mszach, z dużymi różnicami temperatury na zewnątrz i wewnątrz itp.;
3. **Rozpoznanie parametrów klimatu** - zakupienie choćby najprostszego i najtańszego miernika wilgotności i temperatury powietrza, byle wyposażonego w pamięć umożliwiającą odczytanie dobowych maksymalnych i minimalnych wartości i po porannym otwarciu kościoła zanotowanie tych danych (może to robić codziennie pan kościelny)²⁹. W kościołach z czynnym ogrzewaniem, pracującym w trybie nieciągłym dobrze jest także rejestrować dane przed rozpoczęciem grzania i po jego zakończeniu. Taki skrótowy, uproszczony sposób badania klimatu – możliwy do zrealizowania przez każdego księdza - w wielu kościołach może całkowicie wystarczyć. Optymalne jest oczywiście pełne rozpoznanie klimatu wg metodyki opisanej w wielu publikacjach³⁰, a w skomplikowanych,

²⁷ W swojej praktyce spotkałam przypadki kościołów, w których nawet przy szeroko otwartych drzwiach i uchylonych oknach, nawet przy wyraźnym wietrze na zewnątrz – powietrze stało, nie wykazując mierzalnego ruchu. Taka nieprawidłowość prowadzi wprost do zawilgocenia i zagrzybienia kościoła.

²⁸ Anemometr jest prostym urządzeniem do mierzenia prędkości ruchu gazów i cieczy, a zwłaszcza wiatru, w które wyposażony jest każdy kominiarz. Prosząc o pomoc w sprawdzeniu wentylacyjności kościoła należy tylko upewnić się czy urządzenie, którym dysponuje znany kominiarz ma dostateczną czułość.

²⁹ Oprócz profesjonalnego sprzętu pomiarowego na rynku dostępne są masowo produkowane tanie mierniki. Ich jakość bywa jednak niekiedy tak zła, że wyniki pomiarów mogą być całkowicie niewiarygodne. Decydując się na zakup taniego miernika należy 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 miernik jego rzeczywistych parametrów.

³⁰ Patrz przypis nr 1. Przypominając krótko - 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,

nietypowych przypadkach jest po prostu konieczne. Rozpoznanie klimatu można jeszcze wzbogacić o pomiar pionowego gradientu parametrów klimatu, zwłaszcza temperatury, co pozwoli ocenić zjawisko konwekcji i „uciekania” ciepła do góry³¹.

4. **Sprawdzenie** (lub zlecenie sprawdzenia) **zawilgocenia murów** wg procedury opisanej w materiale: B. J. R. *Zawilgocenie - problem opiekuna kościoła*.

Analiza wyników pomiarów klimatu

Zebrane dane o parametrach klimatu pozwalają na dokonanie jego analizy i ocenę kolejnych czterech ważnych cech – charakterystyki **naturalnego klimatu kościoła**³², **wpływu ogrzewania i wpływu dużej liczby wiernych oraz stabilności klimatu**.

1. **Ocena naturalnego klimatu** wg kryteriów:

- stabilność (dobowe amplitudy bez ogrzewania, bez dużej liczby wiernych, w zwykłe dni);
- wpływ klimatu zewnętrznego na wewnątrz (jak szybko następują zmiany parametrów powietrza we wnętrzu po zmianie pogody zewnętrznej, jaki jest wpływ nasłonecznienia w godzinach południowych)³³.

2. **Ocena wpływu obecnego systemu ogrzewania na klimat** wg kryteriów:

- stabilność (dobowe amplitudy z ogrzewaniem, bez dużej liczby wiernych, w zwykłe dni);
- szybkość (rozłożenie w czasie) wzrastania temperatury po włączeniu ogrzewania i szybkość jej opadania po wyłączeniu (do tego potrzebne są częstsze pomiary niż raz na dobę);
- szybkość zmian wilgotności względnej powietrza w związku z działaniem ogrzewania.

3. **Ocena wpływu dużej liczby wiernych na klimat** wg kryteriów:

- stabilność (dobowe amplitudy w okresach bez ogrzewania i odrębnie z ogrzewaniem, przy dużej liczbie wiernych, w niedziele i dni świąteczne);

-
- zapis całorocznych 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.

³¹ Orientacyjny pomiar gradientu pionowego (czyli zmiany wraz z wysokością) temperatury i wilgotności względnej wewnątrz kościoła należy wykonać na godzinę przed mszą, bezpośrednio po jej zakończeniu i godzinę po mszy. Pomiar ma szczególne znaczenie w okresie zimowym w obiektach ogrzewanych, ale także w okresach letnich daje istotne informacje o dynamice ruchów konwekcyjnych powietrza we wnętrzu. Po zakończonej mszy, kiedy w kościele jest najcieplej mierzy się parametry powietrza na różnych wysokościach – na dole na poziomie podłogi, na wysokości ok. 1 m, na wysokości wyciągniętej do góry ręki – ok. 2 m, ale także na wysokości ok. 3 – 4 m (np. na starej ambonie), potem na emporze organowej, a potem jeszcze ewentualnie na jakimkolwiek teleskopowym kiju miernik maksymalnie wyciągnięty do góry pod sklepienie. Pomiar pokazuje, gdzie mamy największą kumulację ciepła i czy aby na pewno jest ono tam, gdzie ludzie, czy szybko porywane do góry grzeje jedynie sklepienie?

³² Pojęcie naturalnego klimatu budowli i czynników go kształtujących zostało szerzej omówione w publikacjach przywołanych w przypisie 1.

³³ Jest charakterystyczne, że w np. w wielkich kościołach gotyckich podążanie za klimatem zewnętrznym jest bardzo powolne, rozciągnięte na wiele dni, a nawet tygodni, natomiast w kościołach II typu klimatycznego każde ogrzanie słońcem ściany południowej zwłaszcza z wielkimi, jasnymi oknami, natychmiast podnosi temperaturę we wnętrzu i powoduje gwałtowny spadek wilgotności względnej powietrza.

- szybkość redukcjiwyżek wilgotności (czas, w którym klimat kościoła powraca do parametrów bliskich parametrom przed rozpoczęciem pierwszej niedzielnej mszy).
4. **Rozpoznanie dobowych amplitud** temperatury i wilgotności względnej powietrza i wyliczenie procentu dni w ciągu roku o określonych amplitudach pozwala na dokonanie oceny **stabilności klimatu** badanego obiektu. Kryterium oceny stanowią warunki ustalone na podstawie badań klimatu wielu kościołów i zawarte w poniższej tabeli:³⁴

<i>Wartości dobowych amplitud temperatury powietrza (ΔT)</i>		<i>Wartości dobowych amplitud wilg. wzgl. powietrza (ΔRH)</i>
$<1^{\circ}C$	<i>klimat idealny</i>	$<5\% RH$
$1 - 2^{\circ}C$	<i>dobry</i>	$5 - 7,5\%RH$
$2 - 3^{\circ}C$	<i>mniej niż dobry</i>	$7,5 - 10\%RH$
$3 - 5^{\circ}C$	<i>niebezpieczny</i>	$10 - 15\%RH$
$5 - 10^{\circ}C$	<i>zły</i>	$15 - 20\%RH$
$>10^{\circ}C$	<i>ekstremalnie zły</i>	$>20\%RH$

Wyliczenie dobowych amplitud temperatury (ΔT) i wilgotności względnej powietrza (ΔRH) oraz wyliczenie procentu dni w ciągu okresu badawczego o określonych amplitudach, pozwala na odniesienie i do innych kościołów i przede wszystkim do wzorca, jakim są warunki panujące w olbrzymich gotyckich kościołach, które uznać można za niemal idealne dla przechowywanych w nich dzieł sztuki. Analiza dobowych amplitud jest narzędziem bardzo wygodnym, bowiem pozwala łatwo ocenić i naturalny klimat kościoła i śledzić wpływ każdego z czynników destabilizujących. Na przykład zestawienie amplitud tylko niedzielnych i porównanie ich z amplitudami z dni zwykłych – mówi wszystko o wpływie ludzi na klimat. Podobnie jak porównanie amplitud z okresu grzewczego, z amplitudami z lata itd.

Dokonana według wymienionych wyżej czterech kryteriów analiza wyników pomiarów klimatu w kościele pozwala określić czynniki destabilizujące i określić czy jego ewentualna nierównowaga jest pochodną warunków zewnętrznych czy wewnętrznych? Jeśli zmiany klimatu wewnętrznego są w jakiejś mierze niezależne od zmian na zewnątrz (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.

W niektórych kościołach XIX-wiecznych i współczesnych, zwłaszcza o cienkich ścianach z cegły klinkierowej lub betonu oraz w niektórych świątyniach kamiennych, do pełnego obrazu konieczne jest jeszcze **obliczenie, jakie są dopuszczalne, graniczne parametry powietrza, aby nie doprowadzić do wystąpienia zjawiska wykraplania wody we wnętrzu muru.**³⁵

³⁴ Zestawione w tabeli kryteria oceny stabilności klimatu zostały opracowane i ustalone na podstawie wcześniejszych badań prowadzonych w wielu obiektach zabytkowych. Por. publikacje wymienione w przypisie nr 1.

³⁵ Zagadnienia te reguluje norma PN-EN ISO 13788:2013-05 - wersja polska "Ciepłno-wilgotnościowe właściwości komponentów budowlanych i elementów budynku -- Temperatura powierzchni wewnętrznej konieczna do uniknięcia krytycznej wilgotności powierzchni i kondensacji międzywarstwowej -- Metody obliczania" i aktualna PN-EN ISO 13788:2013-05 - wersja angielska - <http://sklep.pkn.pl/pn-en-iso-13788-2013-05e.html>.

W tych świątyniach intensywne ogrzewanie wnętrza może powodować zawilgocenie ich murów obwodowych. Niezbędne jest więc ustalenie, do jakiego stopnia możliwe jest podwyższanie temperatury powietrza we wnętrzu, bez wywołania zagrożenia nasycania murów wodą³⁶. Pamiętać też trzeba o innym jeszcze zagrożeniu, jakim obok kondensacji wewnątrz muru lub kondensacji na jego powierzchni jest prawdopodobieństwo stworzenia warunków do zagrzybienia ścian³⁷.

Diagnoza

Mając już analizę klimatu własnego kościoła, ewentualnie także analizę wpływu istniejącego systemu ogrzewania i wpływu dużych zgromadzeń wiernych, możemy ocenić stopień nierównowagi klimatycznej. Możemy też ustalić przynależność kościoła do określonego typu klimatycznego, co da nam konkretne wskazówki do projektu korekty istniejącego lub projektu nowego systemu ogrzewania.

<u>Typ klimatyczny</u>	<u>Ograniczenia wynikające z typu klimatycznego</u>	<u>Wskazania</u>
I – kościoły charakteryzujące się idealną stabilnością klimatu - najczęściej olbrzymie kościoły gotyckie;	Byle nie zepsuć!	Tylko w największe mrozy dostarczanie niewielkich dawek ciepła. Sprawdzają się systemy lokalnego dawkowania ciepła (np. ogrzewania ławkowe) oraz ewentualnie inteligentne akumulacyjne, dozujące niewielkie dawki ciepłego powietrza przez całą dobę;
II - kościoły o dużej wrażliwości na oddziaływanie klimatu zewnętrznego – najczęściej barokowe o dużych oknach, niektóre współczesne;	Niewskazane są systemy o słabej sterowalności, niezdolne natychmiast zareagować na zmianę pogody np. ogrzewanie podłogowe;	Jak najszybciej zainstalować rolety w oknach³⁸. Z dużą ostrożnością i stałą kontrolą klimatu systemy lokalnego dawkowania ciepła (np. ogrzewania ławkowe) oraz ewentualnie inteligentne akumulacyjne, dozujące precyzyjnie niewielkie dawki ciepłego powietrza przez całą dobę;

³⁶ Mgr inż. arch. Paweł Filipowicz wyliczył, że w przypadku muru klinkierowego o grubości 60 cm, z tynkiem wapiennym 2 cm od wewnątrz, bez tynku zewnętrznego, przy temperaturze zewnętrznej mroźnej, minus 20°C porównanie parametrów temperatury w przegrodzie (murze) i ciśnienia pary w przegrodzie pozwala ustalić granice zagrożenia. Przy podgrzaniu powietrza we wnętrzu do +5°C możliwość zawilgocenia wewnątrz muru jest na granicy bezpieczeństwa, ale już podgrzanie do +10°C spowoduje wykraplanie i w murze pojawi się wilgoć.

³⁷ Temperatura powstania zagrzybienia w takich obiektach jak kościoły jest przeważnie nieznacznie wyższa od temperatury punktu rosy. Zagadnienia te opisuje norma przywołana powyżej w przypisie 35.

³⁸ Zasada przysłaniania okien roletami nie jest współczesnym wymysłem. Rolety stosowano od dawna. W Kościele Pokoju w Jaworze zachowały się do dziś oryginalne uchwyty służące mocowaniu rolet, a dr Ulrich Szafl odnalazł archiwalne rachunki za zakup tkanin na rolety. Prowadnice rolet zachowane są także na oknach z I poł. XIX wieku w kościele bernardynów w Skępem.

III – odporne na oddziaływanie klimatu zewnętrznego, ale z klimatem destabilizowanym przez duże zgromadzenia wiernych - najczęściej małe, gotyckie kościoły o grubych murach;	Niewskazane są systemy ogrzewania promiennikowego, prowadzące do częstej kondensacji wody na zimnych ścianach;	Można ewentualnie brać pod uwagę inteligentne ogrzewanie akumulacyjne, dozujące niewielkie dawki ciepłego powietrza przez całą dobę. Bardzo ważne jest sprawne przewietrzanie takiego kościoła, dla skutecznego i szybkiego usuwania wilgoci dostarczonej przez wiernych;
IV – kościoły o dużej szybkości wymiany powietrza wewnętrznego – drewniane i niektóre współczesne;	Niewskazane (wręcz nielogiczne) jest ogrzewanie ciągłe, kiedy nie ma wiernych;	Ogrzewanie adresowane bezpośrednio do wiernych np. ławkowe, ewentualnie mobilne promiennikowe, wstawiane tylko na zimę i używane z wielką roztropnością;

Te podstawowe obserwacje powinny pozwolić na **zbudowanie niezbędnego zasobu wiedzy o kościele**, który z jednej strony da księdzu poczucie panowania nad sytuacją, rzeczowe argumenty do rozmów ze specjalistami i poczucie pewności, że wie o czym mówi. Z drugiej strony da materiał – bazę do zdiagnozowania, jakie są naprawdę warunki klimatyczne w kościele i jak można je efektywnie poprawić – bez niecelowych wydatków, bez zagrożenia zniszczeniami. Być może wyniki tych obserwacji będą tak jasne i jednoznaczne, że ksiądz sam będzie wiedział, co należy zrobić, by poprawnie rozwiązać problem ogrzewania, ale nie zawsze tak jest. Wyciągnięcie prawidłowych wniosków i przełożenie ich na wytyczne do projektu w pewnych przypadkach nie będzie sprawą łatwą, dlatego aby nie zmarnować wysiłku włożonego w zbieranie danych, w trudniejszych przypadkach do interpretacji ustaleń i wyników pomiarów dobrze jest zaprosić doświadczonego konserwatora, a jeśli nie ma takiej możliwości, to trzeba pytać o radę przynajmniej kilku różnych specjalistów. Ich opinie mogą bardzo się różnić, co tylko powinno utwierdzić księdza w przekonaniu, że należy dalej uparcie dążyć do prawdy. Tak samo, jak w przypadku osuszania ostatecznym weryfikatorem skuteczności przyjętego rozwiązania są bowiem **nie ludzie - lecz fizyka**. Nie liczy się ona ani z autorytetami, ani z włożonymi w pracę pieniędzmi i wysiłkiem – wcześniej lub później bezwzględnie obnaża prawdę o słuszności naszych decyzji.

Działanie

Dopiero po etapie **rozpoznania** przychodzi czas na dalsze prace. W przypadku stwierdzenia nierównowagi klimatycznej, po rozpoznaniu jej przyczyn, powinno się **natychmiast** podejmować działania korygujące – od likwidacji przyczyn zawilgocenia budowli, przez eliminację niekontrolowanego dostarczania lub ubytków ciepła, do poprawiania warunków technicznych - wentylacyjność, likwidacja przyczyn kondensacji, itd. Jeśli źródłem nierównowagi jest zły system ogrzewania, to pilnym zadaniem stają się jego przemyślane korekty.

Ważne jest, by podejmowane działania nie były nierówną walką, lecz świadomym, przemyślanym i odpowiedzialnym korygowaniem klimatu kościelnego wnętrza.

Jeżeli przeprowadzone rozpoznanie wskazuje, że destabilizację klimatu powoduje ogrzewanie, to należy przejść do fazy **przygotowania koncepcji korekty ogrzewania**. Powinno się wówczas zaprosić do współpracy projektanta ogrzewania – ze świadomością, że jego rola jest niesłychanie ważna, bowiem obowiązek jasnego określenia warunków i skutków realizacji

spoczywa właśnie na nim!. **Odpowiedzialność projektanta, a potem wykonawcy nie może się ograniczać wyłącznie do troski o sprawne funkcjonowanie systemu.** Jeśli ktoś czuje się na siłach projektować ogrzewanie kościoła to z pełną świadomością, gdzie działa i jakie to rodzi zobowiązania! Ksiądz nie może po kilku latach zostać sam z zapleśniałym, zniszczonym kościołem, dlatego już w projekcie muszą zostać uwzględnione skutki oddziaływania ogrzewania na materię zabytkową. Zwłaszcza wspomniane wcześniej wyliczenie granicznych parametrów powietrza, dla określonego typu murów świątyni - ma podstawowe znaczenie przy projektowaniu systemu.³⁹

Drugi trudny warunek współpracy z projektantem - lub jeśli nie ma jeszcze wykrystalizowanej wizji, jakie ma być ogrzewanie i trzeba do wstępnej współpracy zaprosić dwu lub nawet trzech projektantów - to przygotowanie przez każdego z nich **wstępnego projektu branego pod uwagę typu, wraz z wyliczeniem kosztów składowych - instalacji, eksploatacji i serwisowania. Obliczenie kosztów eksploatacji powinno zostać przygotowane dla kubatury (tego konkretnego!) kościoła w trzech wariantach – lekkiej, średniej i ciężkiej zimy.** Obliczenia muszą mieć charakter indywidualny, ponieważ koszty instalacji i eksploatacji ogrzewania zależą będą od tych samych cech architektury, kubatury a nawet od cech otoczenia, które, jak już była o tym mowa, kształtują naturalny klimat kościoła.

Trzeci trudny warunek, a zarazem duże wyzwanie i dla księdza i projektanta, to **konieczność uwzględnienia i ochrony wartości zabytkowych kościoła i jego wyposażenia.** Tu zazwyczaj pomaga pracownik WUOZ – pod warunkiem, że jego specjalistyczna wiedza zostaje doceniona i uszanowana. Jeśli zabrania np. rozkucia zabytkowej posadzki, to zamiast traktować to jak przeszkodę, lepiej jest docenić fakt dostrzeżenia wartości tej posadzki i szukać rozwiązania, które pozwoli jej nie naruszyć.

Etapu **przygotowania koncepcji optymalnego ogrzewania** nie powinno się lekceważyć, skracać, upraszczać, bo od niego zależy powodzenie całej akcji i skutki finansowe na wiele lat. W praktyce powinien on wyglądać tak, że jeśli z analizy klimatu i typu kościoła wynika nam, że mogą się w nim sprawdzić systemy np. niskotemperaturowy nadmuchowy i niskotemperaturowy akumulacyjny, to ksiądz powinien poprosić dwie firmy montujące tego typu systemy o przygotowanie pełnych ofert, zawierających kosztorysy instalacji, eksploatacji (w trzech wariantach) i koszty serwisowania. Dopiero na podstawie rzetelnie zrobionej kalkulacji kosztów można ocenić **aspekt finansowy przedsięwzięcia** i porównać z rozwiązaniami alternatywnymi. Takie wyliczenia zapobiegają wielkiemu zdziwieniu księdza, kiedy okaże się, że pierwszy rachunek za eksploatację przerasta możliwości finansowe małej parafii, już i tak zadłużonej z powodu wysokich kosztów instalacji ogrzewania⁴⁰.

Ważne dla poprawnego projektu ogrzewania zastrzeżenia ogólne:

³⁹ W opinii inż. arch. Pawła Filipowicza lekceważenie tej zasady jest jedną z poważnych przyczyn zawilgocenia murów kościelnych w całej ich masie, co sprawia, że wraz z upływem kolejnych zimowych cykli zamarzania i rozmrażania mokrego muru mamy do czynienia z coraz bardziej postępującym jego osłabianiem.

⁴⁰ W kwestii oceny kosztów każdego z branych pod uwagę systemów pomocne mogą być opracowania M. Danielaka uwzględniające aspekt ekonomiczny ogrzewania kościołów. Por. Danielak M - *Ogrzewanie nadmuchowe w obiektach sakralnych. Aspekty wentylacji i ogrzewania w kościołach*, Chłodnictwo i Klimatyzacja, 7/2017 r., s. 57 – 59, dostęp: <https://www.chlodnictwoiklimatyzacja.pl/artykuly/272-wydanie-07-2017/4211-ogrzewanie-nadmuchowe-w-obiektach-sakralnych-aspekty-wentylacji-i-ogrzewania-w-kościolach.html>; Tegoż autora: *Jaki system ogrzewania do zabytkowych obiektów sakralnych?* Instalator Polski 2017, dostęp: <http://www.polskiinstalator.com.pl/artykuly/instalacje-grzewcze/1841-jaki-system-ogrzewania-do-zabytkowych-obiekt%C3%B3w-sakralnych>; oraz wymienione wcześniej publikacje autorki.

1. Ogrzewanie nie może destabilizować klimatu, jeśli nie chcemy mieć problemów z przyspieszonym niszczeniem wyposażenia i struktury samego kościoła.
2. Im niższa temperatura czynnika grzewczego i powolniejsze dostarczanie ciepła, tym lepiej.
3. Temperaturę wnętrza należy utrzymywać tylko na takim poziomie, aby **wilgotność względna powietrza raczej nie spadała poniżej 60%**, (jeśli nie chcemy mieć kłopotu z zawalającymi się ołtarzami!). Ponieważ wilgotność jest funkcją temperatury oznacza to, że w okresach wyżowych mrozów trzeba ją niekiedy obniżyć nawet do 5 - 6 stopni, by nie dochodziło do przesuszania wnętrza⁴¹.
4. Temperatura maksymalna musi zostać ustalona na drodze wyliczeń zgodnych z normą (patrz przypis 35) **na takim poziomie, aby nie stworzyć zagrożenia kondensacją czy zagrożenia zagrzybieniem**.
5. Ogrzewanie zawilgoconego kościoła jest równoznaczne z nieefektywnym traceniem ciepła. Jest również groźne, bo może doprowadzić do zmasowanego ataku mikrobiologicznego.
6. Ważne, by system ogrzewania był zaprojektowany a potem wykonany **bezinwazyjnie, bez uszkodzania materii kościoła i z uwzględnieniem wartości zabytkowych**.

Do zastrzeżeń ogólnych należy jeszcze dodać, że systemy grzewcze, jak wszystkie urządzenia techniczne wymagają dbałości, sprawdzania, okresowych napraw. Planując instalację musimy pamiętać, że nie powinna ona psuć estetyki a równocześnie nie może psuć materii zabytku – kable i rury powinny więc być **prowadzone powierzchniowo - w cokołach, osłonach, metodą klejenia itp. a nie wkuwane w ściany**. Każde przyłożenie wiertarki do zabytkowej cegły jest plamą na honorze, jest złem świadczącym, że nie potrafimy poradzić sobie z wyzwaniem, jakim jest przestrzeganie zasady PRIMUM NON NOCERE. Wszelkie instalacje techniczne szybko się starzeją. Po kilku czy kilkunastu latach trzeba je wymieniać, a dziury wywiercone w zabytkowej cegle niestety nie zarastają!

Unikać też trzeba za wszelką cenę okablowywania strychów, wież kościelnych i miejsc, do których rzadko się zagląda, bowiem choćby ostatnie tragiczne przypadki pożarów pokazują, jak może to być niebezpieczne. Jako zabezpieczenie przed pożarem stosuje się powszechnie preparaty opóźniające zapłon drewna. Trzeba jednak w tym miejscu wyraźnie powiedzieć, że **wszystkie preparaty solne niszczą drewno!**⁴² Niebezpieczeństwo pożaru maleje, jeśli na strychu kościoła nie ma żadnych instalacji elektrycznych. Gdy trzeba go oświetlić, to bezpiecznie – przenośną lampą w osłonie na jednym, **ciągłym** przewodzie włączanym i wyłączanym na dole, na chórze organowym lub w zakrystii. Planując ogrzewanie trzeba też myśleć o tym, co się stanie, jeśli na skutek awarii, dużych opadów śniegu itp. przez kilka dni zabraknie prądu, a instalacje wodne w tym czasie zamrzną - gdzie wyleje się potem woda

⁴¹ Jeśli uświadomimy sobie, że ołtarze, konfesjonały, ławy i inne składniki wyposażenia kościołów **powstawały w chłodnych warsztatach rzemieślniczych i artystycznych, z przeznaczeniem dla chłodnych wnętrz kościelnych**, to nie powinno nas dziwić, że zabytkowe drewno dobrze znosi wilgotności wyższe nawet niż 65%, (choć warunkiem bezpieczeństwa jest wtedy bardzo dobre przewietrzanie), natomiast wilgotność powietrza poniżej 50% już powoduje przesuszanie, a dłuższe okresy wilgotności niższej niż 40% prowadzą do poważnych zniszczeń.

⁴² Oprócz małej trwałości tych preparatów ich wielką wadą jest to, że zawarte w nich sole w zmiennych warunkach wilgotnościowych zmieniają stopień uwodnienia, a przez to zmieniają swoją objętość, co prowadzi do rozrywania tkanki drewna. W rezultacie belki więźby po kilku latach wyglądają jak pokryte warstwą pluszu. Im staranniej i głębiej wprowadzono preparat, tym grubsza jest pluszowa warstwa zniszczonej tkanki drzewnej. Czasem jest ona tak gruba, że giną znaki ciesielskie, nikną ślady obróbki toporem, a połyskliwa, piękna powierzchnia drewna – zostaje nieodwracalnie zniszczona.

z popękanych rur? Czy ksiądz zniesie widok jeziora w swoim kościele z rozsądzonej instalacji ogrzewania podłogowego, o które tak walczył? A w przypadku nieszczęścia pożaru, czy jego dodatkowe podsycanie olejem wyciekającym z grzejników jest potrzebne? Czy ksiądz wytrzyma przerażający widok **swojego** spalonego kościoła, mając w pamięci fakt, że na strychu leżały stare, zakurzone kable, które przy uderzeniu pioruna przechwyciły część energii i zapłonęły?

Projekt koncepcyjny ogrzewania powinien zostać uzgodniony z Wojewódzkim oraz z Diecezjalnym Konserwatorem Zabytków. **Dopiero wtedy może powstać projekt realizacyjny, a dalej sama realizacja.**

Ważne jest, by zawierając umowę z wykonawcą zastrzec odpowiedni sposób prowadzenia prac. Niestety kultura techniczna instalatorów często pozostawia jeszcze trochę do życzenia, stąd konieczność sformułowania wyraźnych wymagań - prac pod osłonami, bez zakurzenia całego kościoła. Słynne „a to się posprząta!” nie wchodzi w grę, ponieważ nikt nie posprząta zakurzonych ołtarzy, malowideł ściennych, trudno dostępnych zakamarków kościoła.

Przebieg prac powinien być dokumentowany (fotografie, filmy), a następnie materiały te, również zebrane wcześniej dane klimatyczne i wyniki ich analizy, projekty techniczne i wykonawcze powinny zostać dołączone do „bazy danych” kościoła – książki lub zeszytu i twardego dysku. Pozwoli to uniknąć **gubienia wiedzy** o świątyni i zabezpieczyć ją dla następców.

Oprócz danych o samych urządzeniach grzejnych, które ksiądz będzie w przyszłości przekazywał swojemu następcy, na tym etapie powinna również zostać wykonana szczegółowa dokumentacja fotograficzna stanu zachowania, przynajmniej najcenniejszych składników wyposażenia kościoła. Posłuży ona do przyszłej oceny wpływu ogrzewania na stan kościelnych skarbów, **pozwalając rejestrować i porównywać rzeczywistą sytuację** upewni nas, że zastosowany system faktycznie jest bezpieczny.

Temu samemu celowi powinien służyć bieżący **monitoring klimatu w kościele**, prowadzony na przestrzeni przynajmniej roku po wykonaniu prac. Wyniki pomiarów pozwolą oceniać skuteczność dokonanych korekt i, jeśli to konieczne, wyznaczać kierunek dalszych posunięć. **Monitoring klimatu - sprawdzenie** – jest ostatnim, zgodnie z zasadami prakseologii niezbędnym etapem zamykającym nasze działania.

W kościołach dodatkowo skupiać się trzeba na opracowaniu i potem stosowaniu zindywidualizowanego, precyzyjnie dla każdego obiektu opracowanego, programu wietrzenia, a zwłaszcza usuwania nadmiaru wilgoci dostarczanej przez dużą liczbę wiernych⁴³. **W dawnych kościołach najlepszym rozwiązaniem jest zawsze powracanie do wiedzy i mądrości pierwszych budowniczych** – udrożnienie i przywrócenie funkcjonowania oryginalnego systemu wentylacji (wentylacja przez kryptę, otwory w sklepieniu, kominki na strychu itp.).

Od lat powtarzam, że ogrzewanie rodzi więcej problemów niż rozwiązuje, że lepiej jest kościołów nie ogrzewać, jeśli jednak ogrzewanie już jest, to niech nie będzie niszczącym nieszczęściem. Dzisiejsza pogłębiona refleksja i poszukiwanie sposobu optymalizacji ogrzewania są bardzo potrzebne po to, aby w ostatecznych rozwiązaniach osiągać efekt i poprawy komfortu wiernych i bezpieczeństwa kościoła oraz jego wyposażenia.

⁴³ Indywidualny program wietrzenia osuszającego został opracowany dla kościoła w Skępem. Patrz: B. J. Rouba - *Problematyka konserwatorska Cudownej Figurki Matki Bożej Skępskiej* [w:] TOTA PULCHRA 520. ROCZNICA PRZYWIEZIENIA FIGURY MATKI BOŻEJ BRZEMIENNEJ – PANI SKĘPSKIEJ Z POZNANIA DO SKĘPEGO 1496 – 2016, pod red. O. Cypriana Janusza Moryca OFM, wyd. Calvarianum, Kalwaria Zebrzydowska 2017, s. 47 – 66

Na zakończenie

Na zakończenie – podobnie jak podczas omawiania kwestii zawilgocenia - przepowiadam oczywistości – w trosce o kościół najważniejsze jest codzienne dbanie o dachy, okapy, rynny, o prawidłowe odprowadzanie wód opadowych. **Codzienne staranne dbanie o kościół** jest mało spektakularne, słabo dostrzegane przez otoczenie, nie przynoszące poklasku, jednak **dla dobra kościoła jest najważniejsze!** Jest ono równoznaczne z okazaniem szacunku dla wiedzy i mądrości pierwszych budowniczych, dla pokoleń naszych przodków, pokoleń troskliwych proboszczów, którzy zostawili nam kościoły, jako nasze dziedzictwo.

Kościół budowano z miłości i z miłością.

Tworzone przez mistrzów o niedoścignionych umiejętnościach, zwłaszcza kościoły gotyckie, są dziełami i strukturami tak doskonałymi, że wydają się być niezniszczalne!

Towarzyszą nam od setek lat, dając poczucie stabilności i bezpieczeństwa. Ale....

Dzisiejsze agresywne modernizacje, inwazyjne działania w samych kościołach lub w ich otoczeniu, są w stanie zniszczyć nawet najdoskonalsze struktury. Niedawna katastrofa w Kolonii i bezpośrednie zagrożenie tamtejszej Katedry, pożar Notre Dame, wcześniej spalony kościół św. Katarzyny a w tym roku św. Piotra i Pawła w Gdańsku, pożar katedry w Gorzowie, ostatnio kościoła w Lutolu czy rozgrywający się od ponad roku dramat gotyckiego kościoła św. Mikołaja w Gdańsku wskazują, że **jednak potrafimy zagrozić ich istnieniu**. Dziesiątki lat gromadzenia doświadczeń – obserwacji bolesnych faktów, dokonujących się na „żywej tkance” naszych kościołów, zmuszają do refleksji. Dlatego zamiast piętrenia pychy współczesnego człowieka przekonanego, że jest w stanie bezkarnie zrobić wszystko ze starą materią kościoła, pochylajmy się nad nią z szacunkiem. W decyzjach konserwatorskich przestrzeganie „**zasady powrotu do bezpiecznych rozwiązań początkowych**” nie jest doktrynerskim wymysłem. Oczywiście żaden system ogrzewania w dawnych kościołach nie jest rozwiązaniem początkowym, tym bardziej więc trzeba uważać, by wprowadzając ogrzewanie nie niszczyć tensegracyjnej⁴⁴ jedności budowli, nie burzyć porządku, który przez setki lat pozwalał jej bezpiecznie trwać. Pamiętajmy, że powinniśmy także przestrzegać „**zasady minimalnej niezbędnej ingerencji**”, a przede wszystkim przywołanej już wcześniej zasady „**PRIMUM NON NOCERE**”.

Przekazując księżom wiedzę o ogrzewaniu kościołów nie wskazuję cudownego, idealnego systemu, bo to nie jest możliwe. Każdy kościół jest inny, każdy ma własny mikroklimat i wymaga dopasowania systemu grzewczego do jego warunków. **Przekazuję księżom narzędzie do oceny sytuacji i podejmowania świadomych, odpowiedzialnych decyzji.**

Dziękuję bardzo wszystkim Przyjaciółom, Inżynierom, Kolegom-konserwatorom i życzliwym, uważnym Księżom, którzy poświęcili swój czas na konsultowanie i doskonalenie tego tekstu. Wśród konsultantów chcę wymienić dr. inż. Waldemara Affelta, mgr inż. arch. Pawła

⁴⁴ Tensegracja, model tensegracyjny (z ang. tension – napięcie oraz integrity – integralność, niepodzielność) – sposób opisu oddziaływania wzajemnego poszczególnych elementów w złożonej strukturze fizycznej. Dotyczy to zwłaszcza izolowanych elementów poddawanych kompresji w sieci poddanej działaniu stałego nacisku. Twórcą tego pojęcia jest Richard Buckminster "Bucky" Fuller (ur. 1895 r. w Milton, w stanie Massachusetts, zm. w 1983 r.) – amerykański konstruktor, architekt, kartograf i filozof, człowiek o niezwyklej umyśle i dokonaniach. Jest twórcą i pionierem architektury *hi-tech*, konstruktorem słynnej „kopuły geodezyjnej” - budynku, którego pólśferyczny szkielet wypełniony wielokątami pozwala uzyskać niezwykle rezultaty pod względem wytrzymałości, stabilności i łatwości wybudowania w połączeniu z niskimi kosztami.

Filipowicza, mgr inż. arch. Beatę Piaskowską, ks. Piotra Kamińskiego, ks. dr. Wacława Dokurno, dr inż. Annę Charkowską, dr. inż. Macieja Mijakowskiego.

Będę też wdzięczna Księżom, którzy zechcą podzielić się swoimi uwagami i doświadczeniami, zwłaszcza relacjami z przypadków skutecznego rozwiązania problemów ogrzewania.

Szczęść Boże!

Bogumiła J. Rouba

Toruń 10 10 2019 r.

Droga postępowania:

Rozpoznanie warunków w kościele (wentylacyjność, zawilgocenie itd.) i pomiary parametrów klimatu	Rozpoznanie	Rozpoznanie, przybliżenie	Przygotowanie projektu	Projektowanie	Realizacja	Sprawdzenie
	Analiza danych, ocena naturalnego klimatu kościoła, wpływu obecnego ogrzewania, wpływu					
	dużej liczby wiernych, rozpoznanie klimatycznego typu kościoła	Wytypowanie 2-3 możliwych do zastosowania rodzajów ogrzewania, zgodnych z warunkami budowli wg kryterium bezpieczeństwa				
			Wyliczenie kosztów inwestycji, eksploatacji, serwisowania dla każdego z wytypowanych systemów ogrzewania w trzech wariantach (lekka, średnia i surowa zima)			
				Ostateczny wybór typu ogrzewania wg kryterium bezpieczeństwa i kryterium finansowego, przygotowanie projektu, uzgodnienie z WKZ i DKZ		
					Realizacja	
						Kontrolne badania klimatu, ocena systemu



Fot. 1. Nie powinno się wprowadzać instalacji wymagających ingerencji w substancję kościoła - kucia, niszczenia ścian, tynków, posadzek. Tu rozwiązanie z lat 70., którym stworzono zagrożenie dla cennych intarsjowanych ołtarzy i równie cennych malowideł. Fot. B. J. Rouba



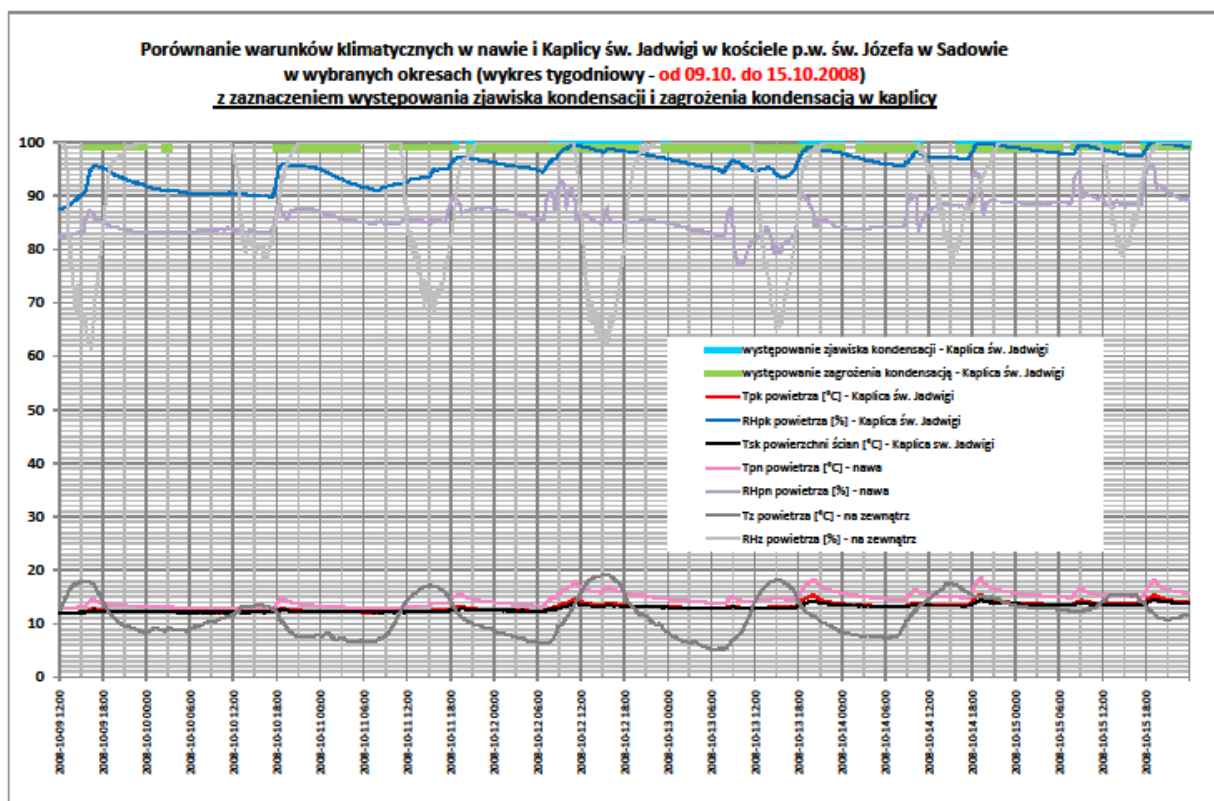
Fot. 2. Nie należy instalować ogrzewania w kościołach z nierozwiązanymi problemami zawilgocenia... W tym przypadku ogrzewanie mokrej ściany przyspiesza procesy migracji soli do powierzchni i niszczenia malowideł. Fot. B. J. Rouba



Fot. 3. Kościół z lat 80. XX w. Przykład depozycji kurzu nad grzejnikiem. Fot. B. J. Rouba



Fot. 4. Niewielki gotycki kościół kamienny. Na fotografii widok ściany kaplicy bocznej dobudowanej do bryły kościoła w 1600 r. (cegła, tynk wapienno-piaskowy, warstwy wymalowań). Przypadek obiektu ekstremalnie zawilgoconego i zagrzybionego za sprawą ogrzewania nadmuchowego i źle rozwiązanej wentylacji. Strugi wody ciekącej po ścianach powstają jako wynik niemal każdego włączenie pieca. Fot. B. J. Rouba



Il. 5 Wykres parametrów klimatu w tym kościele w okresie od 9 do 15 października 2008 r. Zielone linie pokazują czas, kiedy w kościele zachodzi kondensacja. Poza sezonem grzewczym zjawisko kondensacji występuje incydentalnie. Badania klimatu – B. Rouba, L. Tymińska-Widmer, J. Korcz, opr. danych L. Tymińska-Widmer

DATA	KONDENSACJA liczba pomiarów w ciągu doby, których wynik wskazuje na występowanie kondensacji ($T_s \leq T_{dp}$)	ZAGROŻENIE KONDENSACJĄ liczba pomiarów w ciągu doby, których wynik wskazuje na możliwość wystąpienia kondensacji ($T_s \leq T_{dp} + 1 \text{ } ^\circ\text{C}$)	KONDENSACJA liczba minut w ciągu doby	ZAGROŻENIE KONDENSACJĄ liczba minut w ciągu doby
2008-10-09	0	94	0	470
2008-10-10	0	80	0	400
2008-10-11	7	204	35	1020
2008-10-12	139	237	695	1185
2008-10-13	67	284	335	1420
2008-10-14	106	188	530	940
2008-10-15	223	223	1115	1115

Il. 6 Dane liczbowe z badań parametrów klimatu rejestrowanych co 5 minut i zilustrowanych na wykresie powyżej. W środę 15 października 2008 roku kondensacja w kaplicy trwała przez 1115 minut, czyli przez ponad 18,5 godziny na jej ścianach znajdowała się wykroplona woda. opr. danych L. Tymińska-Widmer



Fot. 7. System grzewczy, który nie jest doskonale dopasowany do naturalnych warunków kościoła i jego mikroklimatu, staje się systemem niszczącym. Przypadek ołtarza, który tylko pozornie jest w dobrym stanie. Zaledwie osiem lat po kompleksowych pracach konserwatorsko-restauratorskich na skutek przesuszania okresowo działającym ogrzewaniem nadmuchowym, znalazł się w stanie grożącym zawaleniem. Jego elementy konstrukcyjne wymagały natychmiastowej interwencji - wsparcia i wzmocnienia. Fot. B. J. Rouba



Fot. 8 Złącza ciesielskie konstrukcji ołtarza uległy rozchwianiu, powstały liczne bardzo głębokie pęknięcia drewna a spękana i spęcherzona polichromia w wielu miejscach grozi odpadnięciem. Fot. B. J. Rouba



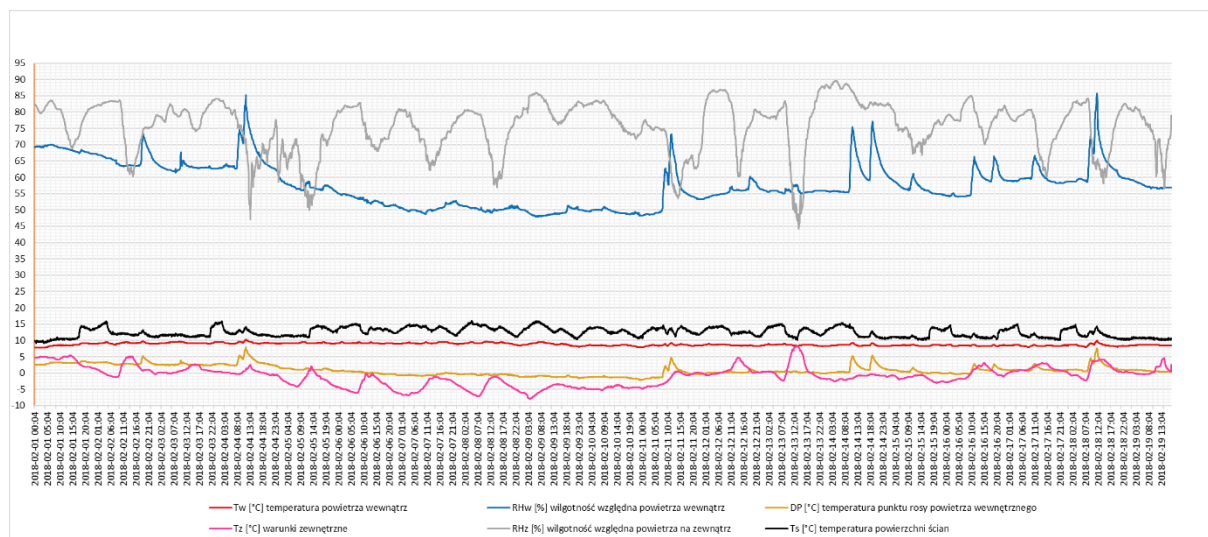
Fot. 9 Mały gotycki kościół w Przecznie reprezentuje kłopotliwy III typ klimatyczny. Fot. B. J. Rouba



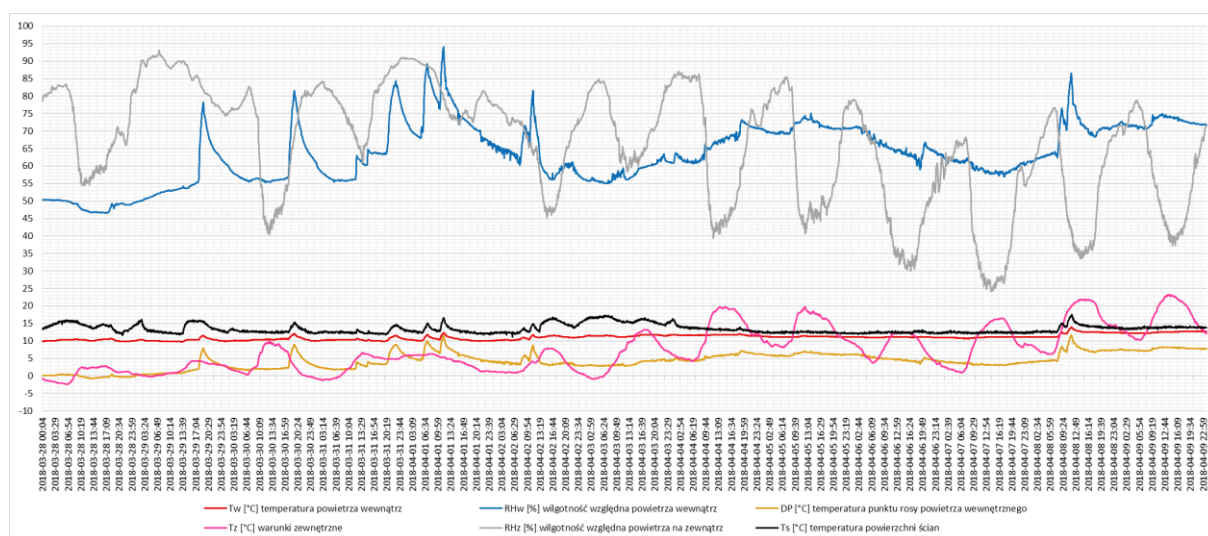
Fot.10 Zainstalowane w nim inteligentne ogrzewanie akumulacyjne zaprojektowano i wykonano z dużą starannością i troską o stworzenie bezpiecznych warunków dla cennego wyposażenia. Po czterech sezonach grzewczych widoczna jest lekka depozycja kurzu na ścianach, jednak zdecydowanie mniejsza niż przy ogrzewaniu wysokotemperaturowym. Fot. ks. W. Dokurno



Fot. 11. Niewielkie grzejniki stanowią oczywiście ingerencję w estetykę wnętrza, ale ten został wpasowany w przestrzeń za ścianą tęczową tak, że jest praktycznie niewidoczny dla wiernych znajdujących się w nawie. Montaż tego typu grzejników jest stosunkowo małoinwazyjny. Fot. ks. W. Dokurno



Il. 12 Zestawienie danych o klimacie w kościele w Przecznie na tle klimatu zewnętrznego w okresie 1–19 lutego 2018 r. Ogrzewanie zapewniło kościołowi idealnie stabilną temperaturę, jednak wilgotność względna powietrza we wnętrzu ma wówczas charakter wynikowy. Para wodna dostarczana przez wiernych powoduje jej gwałtowne i niebezpiecznie wysokie wzrosty. Badania B. J. Rouba, M. Kapka, opr. danych M. Kapka



Il. 13 Zestawienie danych o klimacie w kościele w Przecznie na tle klimatu zewnętrznego w okresie 28 marca - 10 kwietnia 2018 r. (święta Wielkanocne). Na skutek zbyt słabej wentylacyjności kościoła opadanie podwyższonej wilgotności powietrza po zakończeniu każdej mszy zachodzi bardzo powoli. Problem ten jest aktualnie rozwiązywany. Badania B. J. Rouba, M. Kapka, opr. danych M. Kapka