

Recenzja
rozprawy doktorskiej mgr Joanny Sobczyk
pod tytułem: „Weryfikacja metod analizy mikroklimatu historycznych
budynków muzealnych”

Recenzję opracowano w związku z uchwałą nr 24/2023 Rady Dyscypliny Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, z dnia 22 maja 2023 roku w sprawie wyznaczenia recenzentów w przewodzie doktorskim mgr Joanny Sobczyk. Informacja o uchwale została przekazana przez Przewodniczącą Rady dyscypliny, pana prof. dr hab. inż. arch. Piotra Herbuta, w piśmie z dnia 6 czerwca 2023 roku.

1. Ogólna charakterystyka układu pracy

Recenzowana praca została opracowana w roku 2023 pod kierunkiem prof. dr hab. inż. Jana Radonia, jako promotora głównego oraz dr inż. Agnieszki Sadłowskiej-Sałęgi, jako promotora pomocniczego, na Wydziale Inżynierii Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Rolniczego. Praca doktorska mgr Joanny Sobczyk została napisana w języku polskim, zawiera w sumie 231 numerowanych stron. Spis literatury zawiera aż 385 pozycji, ułożonych w kolejności cytowania, w tej liczbie zawierają się także adresy licznych stron internetowych i odwołania do norm. Autorka odwołuje się także do 18 prac, których była autorem lub współautorem.

Oprócz rozdziałów merytorycznych w głównej części pracy zawarto:

- 1-stronicowy spis treści,
- 4-stronicowe wprowadzenie,
- 6-stronicowy spis rysunków,
- 1-stronicowy spis tabel,

- 25-stronicowy spis bibliografii.

Na merytoryczną część pracy, poza wprowadzeniem, składa się 7 rozdziałów :

Rozdz. 1. Cel, teza i zakres pracy (2 strony).

Rozdz. 2. Uwarunkowania prewencji muzealnej (38 stron).

Rozdz. 3. Symulacja obliczeniowa kształtowania mikroklimatu budynków historycznych, muzeów i archiwów (10 stron).

Rozdz. 4. Materiał i metody (19 stron)

Rozdz. 5. Studia przypadku (108 stron).

Rozdz. 6. Podsumowanie i dyskusja (13 stron)

Rozdz. 7. Wnioski (3 strony)

Głównym celem pracy, który Autorka definiuje w rozdziale 1.1 na stronie 7, jest określenie zakresu dodatkowych badań, koniecznych do uzupełnienia wiedzy na temat lokalnych warunków środowiskowych stanowiących zagrożenie dla obiektów i zbiorów, które nie były dotychczas uwzględniane.

Dążenie do realizacji tak zarysowanego celu prowadzi mgr Joannę Sobczyk do postawienia i próby udowodnienia głównej tezy pracy, dotyczącej niewystarczalności powszechnie stosowanych metod monitoringu i analizy ogólnych parametrów mikroklimatycznych.

Recenzowana praca ma głównie charakter eksperymentalny, ale jej początkowa część (rozdział nr 2) dotyczy opisu szeregu uwarunkowań muzealnych, związanych z jednej strony z ochroną cennych obiektów, a z drugiej zaś z dążeniem do ograniczenia zużycia energii i zapewnienia komfortu pracownikom i zwiedzającym. w części głównej Autorka przedstawia wyniki długotrwałych i bardzo czasochłonnych badań in situ oraz eksperymentów symulacyjnych pięciu obiektów o dużej wartości historycznej. Przedstawione badania ilustrują problemy związane z ustaleniem i utrzymywaniem prawidłowych warunków mikroklimatu w tych obiektach oraz problemy z diagnostyką obserwowanych uszkodzeń.

Zgromadzone dzięki tym badaniom bardzo obszerne wyniki zostały szczegółowo opisane w rozdziale 5 i poddane dyskusji w rozdziale 6. Wnioski, zawarte w rozdziale nr 7, to głównie skrótowe podsumowanie problemów napotkanych w poszczególnych obiektach.

Ogólny układ pracy jest logiczny i poprawny.

2. Ocena merytoryczna pracy

2.1. Ocena doboru tematu i tytułu pracy

Ochrona dziedzictwa kulturowego pomimo postępu nauki jest wciąż dużym wyzwaniem, ze względu na ogromną różnorodność obiektów oraz złożony charakter zjawisk i warunków, które mają wpływ na ich trwałość. Dodatkowym zagrożeniem mogą się stać zmiany klimatyczne, o trudnym do jednolitej oceny wpływie na stan historycznych budynków muzealnych. Dlatego też zapewnienie właściwej ochrony takim obiektom wymaga bardzo szerokich kompetencji i specjalistycznej wiedzy z wielu dziedzin. Takie możliwości mogą stworzyć jedynie interdyscyplinarne zespoły specjalistów z różnych branż. To podejście jest prezentowane przez Autorkę niniejszej pracy, która chociaż zajmuje się zawodowo konserwacją sztuki, to w swojej pracy doktorskiej podjęła wątki związane ściśle z fizyką budowli. Należy więc stwierdzić, że dobór tematyki pracy doktorskiej jest bardzo ważny dla zachowania dla przyszłych pokoleń naszego dziedzictwa kulturowego w dobrym stanie. Do właściwej realizacji tego zadania niezbędne jest nowe, kompleksowe spojrzenie na szerokie wymagania stawiane służbom konserwatorskim oraz konieczność weryfikacji dotychczas stosowanych metod.

Tytuł pracy ma dość wąski charakter i wskazuje, że głównym wątkiem pracy będzie weryfikacja dotychczasowych metod analizy mikroklimatu. Tak sformułowany tytuł zawęża zakres pracy po pierwsze do samego mikroklimatu, a po drugie tylko do weryfikacji stosowanych metod. Autorka nie definiuje w pracy pojęcia mikroklimat. Wg ogólnych zasad można go rozumieć jako komplet warunków takich jak temperatura, wilgotność, ruch powietrza, promieniowanie w różnych zakresach, ciśnienie itp. Tymczasem Autorka poprzez studia różnych przypadków dowodzi, że analizować należy m.in. również strukturę budynków i ich przegród, a także zachowania użytkowników. Trudno te aspekty nazywać mikroklimatem. Istotną, aplikacyjną częścią pracy powinny być także, poza weryfikacją stosowanych metod, konstruktywne wnioski dotyczące ich modyfikacji. Niezależnie jednak od zawężającego charakteru tytułu pracy, Autorka stawia przed sobą szerszy pozytywny cel (rozdz. 1.1), jakim jest określenie zakresu dodatkowych badań mikroklimatu, które nie były „należyście uwzględniane w dotychczasowej praktyce”. Wciąż jednak mowa jest tylko o mikroklimacie.

2.2. Teza pracy

W bardzo krótkim rozdziale 1.1. sformułowano także tezę pracy, którą można określić jako tezę negatywną. Wg niej, chociaż „monitoring parametrów mikroklimatycznych **powietrza...** oraz analiza danych pomiarowych z wykorzystaniem powszechnie stosowanych metod pozwala określić stan środowiska”, to działania te są niewystarczające „do określenia sporadycznych warunków mikroklimatycznych o charakterze lokalnym...”.

Sposób sformułowania tezy pracy pozostawia pewne wątpliwości, niezależnie od jej czytelnej intencji. Stwierdzenie o „powszechnie stosowanych metodach” jest mało precyzyjne, zwłaszcza, że nie ma ścisłych i obowiązujących procedur w tym zakresie. W tezie jest ponownie mowa tylko o monitorowaniu parametrów powietrza, co wyklucza np. warunki oświetleniowe czy obecność źródeł UV. Nie jest prawdą, co Autorka potwierdza w swojej pracy wielokrotnie, że powszechnie stosowane metody monitorowania nie uwzględniają tych warunków. W dalszej części tezy jest stwierdzenie, że „stosowane metody pozwalają określić stan środowiska w zakresie ogólnych warunków...”. Nie wiadomo co Autorka rozumie jako warunki ogólne, a co zalicza się do brakujących warunków szczególnych. Można łatwo dowieść, że tak sformułowana teza będzie prawdziwa także po uwzględnieniu końcowych wniosków z tej pracy, bo zawsze możliwe jest znalezienie jeszcze jakichś dodatkowych aspektów, które nie wynikają np. z pokazanych tu 5 studiów przypadku. Wreszcie słowo „sporadyczny”, zgodnie ze słownikiem PWN, określa rzadkie i nieregularne występowanie. Należy się spodziewać, że żadne badania, niezależnie od ich zakresu czy czasu trwania, nie wyeliminują do końca wszystkich możliwych zdarzeń „sporadycznych”. Nie warto więc sugerować, że wnioski Autorki takie zadanie spełnią i będą lekiem na każde zło.

2.3. Ogólna ocena wartości naukowej pracy

We wprowadzeniu do pracy Autorka dokonała bardzo obszernej autoprezentacji, bardzo krótko z kolei wyjaśniając powody podjęcia tematu.

2.3.1. W rozdziale nr 2, mgr Joanna Sobczyk przedstawiła aktualne uwarunkowania prewencji muzealnej, w których, oprócz głównego celu tj. ochrony dziedzictwa, istotnymi zagadnieniami stają się: komfort pracowników

i zwiedzających, a także oszczędzanie energii koniecznej do funkcjonowania obiektu. Rozdział ten jest obszernym przeglądem literatury dotyczącej tej tematyki. Szeroko omówiono w nim podstawowe parametry mikroklimatu i ich wpływ na obiekty muzealne, a także aktualne normy i wytyczne przechowywania i eksponowania zbiorów. Dużo miejsca poświęcono zagrożeniom dla obiektów muzealnych związanym z rozwojem życia biologicznego. Przedstawiono także podstawowe interakcje między parametrami mikroklimatu oraz modele kiełkowania i wzrostu grzybów. Modele te pozwalają na sprecyzowanie nie tylko wymaganych do rozwoju grzybów wartości parametrów mikroklimatu, ale także krytycznego czasu ich trwania. Trudności ze sformułowaniem jednej powszechnie akceptowanej metodyki ochrony zbiorów sprawiają, że różne środowiska i instytucje muzealne tworzą własne wytyczne i procedury ochrony zbiorów.

W rozdziale znalazły się także informacje krytyczne w odniesieniu do szeroko stosowanej metodyki oceny komfortu cieplnego Fanger'a, trochę informacji dotyczących oceny jakości powietrza w budynkach, a nawet szczątkowe informacje na temat warunków akustycznych. Niewątpliwie, część rozdziału poświęcona wpływowi parametrów mikroklimatu na zbiory jest Autorce najbliższa i najciekawsza dla czytelnika pracy. Informacje pozostałe nie są jednoznaczne w swojej wymowie i nie bardzo wiadomo jak mają wpłynąć na dalsze etapy pracy.

2.3.2. W skromnym objętościowo rozdziale nr 3, a właściwie jednym podrozdziale 3.1, przedstawiono skrótowo programy do analiz ciepłno-wilgotnościowych budynków. To zestawienie nie wnosi wiele do pracy. Znacznie ciekawszy jest natomiast fragment poświęcony specyficznym problemom modelowania budynków historycznych. Specjalny podrozdział 3.2, liczący 10 linijek tekstu i poświęcony CFD nie wnosi do niej niczego.

2.3.3. W rozdziale nr 4 przedstawiono zastosowane metody i narzędzia badawcze, dotyczące zarówno zbierania danych pomiarowych, jak też ich analizy, oceny ryzyka degradacji obiektów, a dalej także przygotowania danych do modelowania symulacyjnego. Podrozdział 4.2, istotny dla ogólnej wymowy pracy, nastrocza jednak pewne trudności w rozumieniu i interpretacji jego treści. Jest tam mowa o opracowanej – w domyśle chyba przez Autorkę – strategii ochrony dwóch obiektów opisywanych dalej w pracy. Etapy tej strategii są obszernie opisane w punktach od 1 do 6. Dalej dodano jeszcze listę sześciu uzupełnień stosowanych w „uzasadnionych przypadkach”. Całość zakończono zupełnie niezrozumiałym

zdaniem, że w przypadku pozostałych obiektów „oprócz ostatniego etapu (przygotowania oficjalnej strategii ochrony) wykonano wszystkie pozostałe etapy”. Czy należy rozumieć po prostu, że przyjęto niemal tę samą (oficjalną lub nieoficjalną) strategię postępowania w przypadku analizy wszystkich pięciu analizowanych obiektów ?

W dalszych częściach rozdziału nr 4 zawarto istotne informacje o systemach monitorowania warunków w obiektach, o stosowanych metodach badań i analizy mikroklimatu oraz szczegółowy opis sposobu określania ryzyka degradacji biologicznej. Te opisy pokazują praktyczną stronę realizacji wszystkich, bardzo szerokich i wnikliwych badań i analiz, stanowiących trzon pracy doktorskiej.

2.3.4. Najważniejszy i jednocześnie największy rozdział pracy doktorskiej mgr Joanny Sobczyk (rozdz. nr 5) to studia pięciu przypadków, czyli badania i analizy pięciu wybranych przez Autorkę obiektów muzealnych.

Pierwszy obiekt to tzw. pałac biskupi Erazma Ciołka w Krakowie. Raportowane problemy związane z tym obiektem dotyczyły subiektywnych zastrzeżeń związanych z jakością powietrza oraz miejscowym jedynie wykwitom grzybni na ścianie i zmianą odspojień na powierzchni pobliskiej ikony. Analiza pomierzonych parametrów mikroklimatu, dodatkowe serie pomiarów, wyniki symulacji komputerowych, a nawet pomiary wilgotności materiałów nie pozwoliły na wskazanie przyczyn tych zjawisk. Na tej podstawie Autorka sformułowała zupełnie spekulatywny wniosek o wycieku czy znacznym rozlaniu wody na podłodze, w ten sposób wyjaśniając epizodyczne zawilgocenie ściany i rozwój grzybni. Nie bardzo wiadomo czego w tej sytuacji spodziewano się po analizach mikroklimatycznych i symulacji komputerowej całego obiektu, jeśli jedyny dostrzeżony problem dotyczył bardzo niewielkiej powierzchni ściany przy listwie podłogowej. Zwłaszcza, że nie brano pod uwagę rozwarstwienia powietrza, warstwy przegród były z założenia traktowane jako jednorodne i nie brano pod uwagę mostków cieplnych w zewnętrznej obudowie budynku. w opisie badań nie ma mowy o zdjęciach termowizyjnych w tym obiekcie. z rysunku 5.15. wynika, że w symulacjach przyjęto mur ceglany jako jednolitą warstwę na całej grubości. Opisy historyczne, cytowane w pracy, sugerują obecność gruzu ceglanego we wnętrzu.

W odniesieniu do jakości i wymiany powietrza we wnętrzu Autorka tylko „zaryzykowała” stwierdzenie o niewystarczającej wydajności wentylacji. Jediną obiektywną podstawą takiej diagnozy jest pomierzona metodą zaniku gazu

śladowego wartość wymiany powietrza równa 0.4 h^{-1} . W pracy nie omawiano szerzej warunków prowadzenia tych badań. Warto więc przypomnieć, że wynik pomiaru jest silnie związany z warunkami brzegowymi w trakcie jego trwania i trudno go przenosić na zupełnie inne warunki czy też traktować jako informację dobrze opisującą wymianę powietrza w ciągu całego roku. Autorka nie wyjaśniła dlaczego założona wymiana powietrza nie odpowiada faktycznym potrzebom, chociaż miała do dyspozycji wyniki analiz symulacyjnych dla różnych zestawów warunków. Nie podała także ew. sposobu rozwiązania tego problemu.

Drugi analizowany obiekt to Kapitułarz Krakowskiej Kapituły Katedralnej. Autorka zdefiniowała jako główny problem naukowo-badawczy dla tego obiektu konieczność przygotowanie wstępnej strategii ochrony pomieszczenia i zgromadzonych w nim ściennych tkanin obiciowych. Okres monitorowania mikroklimatu w tym obiekcie był ograniczony do 4 miesięcy. Oprócz szeregu badań typowych, wykonano specyficzne badania prędkości ruchu powietrza w pobliżu przegród budowlanych. Nie bardzo wiadomo jednak co z nich wynika dla praktyki konserwatorskiej i dla realizacji celu pracy doktorskiej. Autorka wspomina w opisie tego obiektu o „niewielkiej wymianie powietrza”, jednak nie podaje jej wartości i jak ona została zmierzona. Szerzej opisano warunki oświetleniowe i związane z tym zagrożenia dla zabytkowych tkanin. Obliczenia symulacyjne Kapitułarza wykazały silną zmienność warunków cieplnych i wilgotnościowych, zwłaszcza w połączeniu z ilością i aktywnością osób we wnętrzu, co stanowi zagrożenie dla trwałości tkanin oraz stwarza okresowo niebezpieczną bliskość z punktem rosy. w ramach podsumowania studium tego przypadku mgr Joanna Sobczyk zamieściła opis szeregu działań, mających zapewnić ochronę zabytkowych tkanin. Należą do nich: ciągłe monitorowanie warunków w pomieszczeniu, wykonanie prac naprawczych dotyczących m.in. ogrzewania i nawilżania, ograniczanie ekspozycji na światło, odpowiednie wentylowanie itp. Zalecenia są sformułowane bardzo ogólnie, bez wskazania wartości liczbowych. Zupełnie enigmatyczna jest sugestia opracowania planu działania w przypadku nieokreślonych zdarzeń losowych. Trudno w podsumowaniu tego studium dostrzec wnioski związane z ogólnym celem tej pracy. Jak się wydaje, sformułowane zalecenia ochrony powinny należeć do kanonu ochrony konserwatorskiej i trudno w nich dostrzec elementy wykraczające poza „powszechnie stosowane metody”.

Trzecie studium przypadku jest poświęcone kaplicy Trójcy Świętej zamku Królewskiego w Lublinie. Największym wyzwaniem konserwatorskim są w tym przypadku zagrożenia dla cennych malowideł ściennych pokrywających wnętrze kaplicy. Autorka przedstawiła w ogólny sposób źródła zagrożeń, podkreślając znaczenie zmienności mikroklimatu wewnętrznego, związanej z warunkami zewnętrznymi jak też znaczną liczbą osób zwiedzających ten obiekt. Analizy symulacyjne tego obiektu, uwzględniające różne scenariusze użytkowania, miały więc głębokie uzasadnienie w tym przypadku. Autorka stwierdza w pracy (str. 127), że analiza uzyskanych wyników pomiarów pozwoliła (jak rozumiem na bazie normy europejskiej) stwierdzić, że obserwowane w kaplicy wahania temperatury i wilgotności nie zagrażają freskom i że nie jest konieczne realizowanie bardzo restrykcyjnego scenariusza wahań mikroklimatu. Ta konkluzja jest bardzo istotna dla administratora obiektu także z punktu widzenia nakładów energii i kosztów jego eksploatacji. Powstaje jednak pytanie dlaczego muzeum lubelskie, mając pomiary mikroklimatu nie potrafiło skorzystać z procedur normowych, które powinny być stosowane standardowo. Drugie pytanie kierowane już do Autorki, dotyczy kwestii czy stosowanie normy w praktyce konserwatorskiej to jeszcze „powszechnie stosowana metoda” czy też działanie nadzwyczajne, dowodzące tezy pracy? Niewątpliwie, analizy symulacyjne różnych wariantów eksploatacji w tym przypadku miały istotne znaczenie dla sprecyzowania właściwej strategii ochrony. Jakie efekty przyniosły, wspomniane w tej części pracy, badania termowizyjne?

Kaplica błogosławionego Czesława, w kościele oo. Dominikanów we Wrocławiu, jest obiektem czwartego studium przypadku w pracy doktorskiej mgr Joanny Sobczyk. Głównym powodem prowadzenia w tej kaplicy prac badawczych był ewidentnie lokalny problem złego stanu zachowania rzeźb po prawej stronie kaplicy. Autorka nie sprecyzowała czy dotyczy to w równym stopniu wszystkich rzeźb po tej stronie i całej ich powierzchni. Na podstawie załączonych do pracy zdjęć odpowiedź na to pytanie nie jest możliwa. Podczas prac badawczych prowadzono długotrwałe pomiary temperatury i wilgotności przegród i powietrza oraz jednorazowe niszczące i nieniszczące badania wilgotności materiałów. Recenzentowi nie udało się odnaleźć informacji w jaki sposób wykorzystano i interpretowano badania nieniszczące wykonane przy użyciu miernika (a nie czujnika) T610 firmy TROTEC, wg producenta sięgającego do 30 cm w głąb badanego obiektu. Wykonane analizy pomiarów wykazały, że warunki mikroklimatyczne są generalnie poprawne, odległe od

warunków rosznienia i nie wyjaśniają w żaden sposób lokalnego niszczenia rzeźb. Natomiast dwa (z ośmiu) pomiary wilgotności pobranych próbek odpowiadają wysokiemu (>15%) zawilgoceniu masowemu. Nie jest łatwo zrozumieć opisy lokalizacji próbek zestawione w tab. 5.8. i pokazane na rys. 5.67. Np. opis *Rzeźba II rdzeń lewe ramię* odpowiada punktowi na rysunku po stronie prawej. Dlaczego jest używane słowo „plaster” ? Wartości liczbowe w tabeli i na rysunku różnią się albo są ułożone w innej kolejności. Na rysunku jest nieopisany liczbą punkt, prawdopodobnie odpowiadający „sypiącej się” okładzinie. Nie pokazano na rysunku wartości dla rdzenia rzeźby II. Co prawda rysunek 5.67 został zapożyczony, to jednak nie tłumaczy całego zamieszania.

Kaplica była także przedmiotem symulacji komputerowych. Autorka sugeruje, że ich celem było jedynie „ustalenie głębokości przemarzania ścian”. w symulacjach wykorzystano dane materiałowe zawarte w bazie programu WUFI Plus, które – jak twierdzi Autorka – są zbliżone do właściwości faktycznych materiałów. Ta obietnica kontrastuje wyraźnie ze zdaniem na następnej stronie, w którym jest mowa o braku danych na temat najłatwiej dostępnej, wierzchniej warstwy stiuko-marmuru. Nie wiadomo co ma wynikać z tzw. głębokości przemarzania ściany zewnętrznej kaplicy. Występowanie na zewnątrz temperatury znacznie poniżej zera w naszym klimacie musi się wiązać z obecnością temperatury ujemnej w każdej przegrodzie i nie stanowi to jakiegoś szczególnego zagrożenia. Sugerowany w pracy efekt mostkowy zamocowania rzeźby w ścianie zewnętrznej ma, oczywiście, związek z budową i właściwościami przegrody, ale nie został tu pokazany. Sądząc z rysunku 5.67, element stalowy jest zagłębiony w przegrodzie zaledwie na kilkanaście centymetrów i osłonięty od strony wnętrza rzeźbą. Nie jest więc oczywiste, że może on powodować powstanie pól niskiej temperatury na powierzchni rzeźby, w dodatku tylko na jej części. Nie pokazano w pracy zdjęć termowizyjnych, które akurat w tym przypadku mogły być rozstrzygające w diagnostyce. w podsumowaniu Autorka napisała, że pomiary i modelowanie wskazały na występowanie mostków cieplnych i ich potencjalne „przemarzanie”. Recenzent nie odnalazł w pracy doktorskiej dowodów na takie twierdzenie.

Ostatnie, piąte, studium przypadku dotyczy drewnianego kościoła św. Marcina w Wiśniowej. Głównym wątkiem badawczym w tym przypadku były zmiany mikroklimatu we wnętrzu kościoła w perspektywie ogólnych zmian klimatycznych. Do analiz wybrano łagodniejszą wersję przewidywanych zmian klimatu RCP4.5.

Analizę aktualnych warunków, w tym ryzyka rozwoju pleśni, prowadzono w oparciu o wieloletnie dane pomiarowe. Wykazano znaczne amplitudy wahań temperatury i wilgotności oraz okresy, kiedy kiełkowanie grzybów jest możliwe. Brak jednak w pracy informacji o faktycznie obserwowanych problemach konserwatorskich w tym kościele. Czy należy rozumieć, że ich nie ma? Autorka zwraca uwagę na różnice w ocenie warunków związane z czasem trwania pomiarów. Wybór konkretnego roku do analizy, wydłużenie czasu ponad wymagane minimum (1 rok) i wprowadzenie stałego monitoringu w istotny sposób wpływa na ocenę warunków i związanych z tym zagrożeń.

2.3.5. Na podstawie analizowanych przypadków Autorka prowadzi w rozdziale nr 6 dyskusję uzyskanych wyników i zestawia je z informacjami zaczerpniętymi z bardzo obszernej literatury.

Najważniejszą częścią tego rozdziału są graficzne informacje dotyczące metodyki oceny ryzyka, ilustrujące realizację postawionego celu pracy. Autorka zwraca uwagę na nowe, w stosunku do obowiązujących standardów, elementy tej metodyki, dotyczące badania przegród budynku czy klimatu zewnętrznego. Zaskakująca, nawet dla laika, jest w tym kontekście sugestia oceny temperatury i wilgotności obiektu zabytkowego. Wydawałoby się, że stan wilgotnościowy chronionego obiektu jest podstawową i oczywistą informacją dla konserwatora.

Dyskusja prowadzona w rozdziale 6 dotyczy wielu wątków, o bardzo różnym poziomie ważności i szczegółowości. Dla oceny wartości pracy ważne jest istnienie podobnych metod pomiaru i oceny mikroklimatu, a niekoniecznie oczywiste i niepodlegające dyskusji techniczne problemy z poprawnym działaniem czy niedopasowaniem systemów instalacyjnych (nawet jeśli dotyczą one Kaplicy Sykstyńskiej).

Autorka postuluje monitoring innych, poza CO₂, gazowych zanieczyszczeń, ale w opisanych studiach przypadku takich badań chyba nie prowadzono?

W podsumowaniu dotyczącym kaplicy bł. Czesława Autorka podaje domniemaną dodatkową przyczynę uszkodzeń (częstotliwość cykli zamarzania), która nie była wcześniej sugerowana w podsumowaniu studium przypadku. We wcześniejszym opisie nie pokazano wyników badań ani modelu potwierdzającego tezę, że powierzchnia rzeźb miała temperaturę niższą od punktu rosy.

W przypadku pałacu biskupiego „modelowanie matematyczne”, upraszczające w dalekim stopniu strukturę przegród nie mogło i nie przyczyniło się do rozwiązania problemu lokalnego zawilgocenia.

Autorka pisze o znaczeniu czynnika ludzkiego. Jakie jest jednak rozwiązanie tego problemu ? Czy zapisanie w strategii, że pracownicy np. nie powinni zataić ew. rozlania wody faktycznie przyniesie zamierzony skutek ?

Zdanie o wykorzystaniu w pracy „szerokiego wachlarza technik pomiarowych, analiz statystycznych oraz modelowania” należałoby poprawić pisząc, że wykorzystano wyniki tych technik, analiz i modelowania. Ta z pozoru drobna zmiana koryguje zakres prac wykonanych samodzielnie przez Autorkę.

2.3.6. Uwagi dotyczące wniosków, rozdz. 7.

Rozdział 7 ma charakter kolejnego, przegadanego podsumowania analizowanych przypadków, brakuje w nim syntetycznych, jasno wyodrębnionych wniosków, potwierdzających realizację tezy i celu pracy.

Rozdział rozpoczyna się od kluczowego dla pracy zdania o istotnych dla ochrony dóbr kultury **sporadycznych zjawiskach mikroklimatycznych**. Ponownie należy stwierdzić, że sugerowane lokalne zalanie podłogi czy występowanie mostka termicznego trudno włączać do normalnie rozumianych „zjawisk mikroklimatycznych”, chyba, że aż tak szeroką definicję mikroklimatu Autorka proponuje przyjąć.

Istotny wniosek końcowy dotyczy wymaganej do skutecznego diagnozowania i ochrony dziedzictwa kulturowego współpracy ekspertów z wielu różnych dziedzin.

3. Uwagi krytyczne

3.1. Ogólne uwagi merytoryczne

Oprócz uwag zawartych w ogólnym opisie pracy, przy jej czytaniu nasuwają się następujące ogólne uwagi merytoryczne:

1. Nie jest klarowny faktyczny udział Autorki we wszystkich opisanych w pracy badaniach i analizach. Np. modelowanie oraz obliczenia symulacyjne zostały wykonane przez pracowników UR (np. str.70) albo dyplomantów (np. str. 96). Projekty systemów pomiarowych i analizy wyników badan mikroklimatu przynajmniej w części także były realizowane przez zespół z Uniwersytetu. Wszystkie badania były prowadzone w ramach projektów krajowych i międzynarodowych

realizowanych przez duże zespoły. Autorka stwierdza co prawda, że brała czynny udział w „definiowaniu założeń oraz walidacji i opracowaniu wyników”, ale trudno na tej podstawie ocenić precyzyjnie jej udział. Nie jest jasne, czy wszystkie rysunki i wykresy bez podanego źródła są dziełem własnym Autorki.

2. Wielokrotnie w pracy jest mowa o strategiach ochrony, oficjalnych i nieoficjalnych, wstępnych i skorygowanych, normowych i zwyczajowych. Kiedy indziej jest mowa o metodyce ochrony dóbr kultury. Nie ma jednak zwartego opisu na czym one polegają, czy są jednakowe (uniwersalne) czy wyraźnie zróżnicowane zależnie od obiektu ? Taki opis pozwoliłby na klarowne pokazanie nowych elementów strategii wynikających z pracy doktorskiej.

3. W opisie analiz symulacyjnych i ich walidacji stwierdzono, że dokładność modelu odpowiada stawianym wymaganiom (np. str.74 lub 97). Nie podano jednak jakie to były wymagania. Za chwilę Autorka stwierdza jednak, że wilgotność względna była nieznacznie wyższa niż rzeczywista (średnia różnica 5%). Jaki więc był błąd modelowania ?

4. Wielokrotnie w tekście jest mowa o temperaturze punktu rosy. Nie wyjaśniono w jaki sposób jest ona obliczana i czy brano pod uwagę kondensację kapilarną, prowadzącą do wyraźnego podwyższenia tej temperatury.

5. Słowo „przemarzanie” jest zwyczajowo używane w języku potocznym lub pseudofachowym do umownego określenia niekorzystnych zjawisk cieplno-wilgotnościowych na wewnętrznych powierzchniach przegród. Autorka używając tego słowa ma raczej na myśli zasięg ujemnej temperatury w przegrodzie.

3.2 Uwagi i pytania szczegółowe

1. Str. 49: Program EnergyPlus jest wyposażony w prosty interfejs i można go jednak używać bez dodatkowych nakładek.
2. Str. 51: W równaniach 3.1 do 3.6 nie opisano występujących w nich wielkości.
3. Str. 63: W podrozdziale 4.4 jest mowa tylko o wilgotności względnej powietrza, chociaż jego tytuł dotyczy mikroklimatu.
4. Str. 85: Co oznacza termin „przy ścianie” ?
5. Str. 87: Jak można wytłumaczyć, że temperatura powietrza przy ikonie była niższa niż zewnętrznej ściany za ikoną ?

6. Str. 89: Mowa jest o identyfikacji grzybów ze skażonej ściany, ale brak ich opisu. Niżej jest natomiast mowa o zarodnikach w powietrzu. Dalszy szeroki opis tych zarodników niczego nie wnosi, bo jest to, jak przyznaje dalej Autorka, jedynie „potencjalne zagrożenie”. Zarodniki mamy wokół siebie wszędzie i zawsze.
7. Str. 96: Rozdział 5.1.4. rozpoczyna się od słów „Zlecono również...” Kto i komu zlecił symulacje ?
8. Str. 97: Jak identyfikowano materiały historyczne i dobierano z bazy programu ich właściwości ?
9. Str. 97: Jak Autorka uzasadnia testowanie mikroklimatu dla wartości $n = 2.0$ 1/h ?
10. Str. 98: Rysunek 5.15 jest niezbyt wyraźny i nic więcej z niego wynika niż z krótkiego stwierdzenia o jednakowych wartościach.
11. Str. 104: W jaki sposób „rozpływy powietrza” wpłynęły na strategię ochrony wnętrza ?
12. Str. 116: Jak można wyjaśnić obecność sztucznych źródeł promieniowania UV w tak cennym i wrażliwym wnętrzu, znajdującym się pod opieką najlepszych – tak by się przynajmniej wydawało – konserwatorów ?
13. Str. 129: Jaki jest sens pokazywania rysunku z zerową wartością ?
14. Str. 134: Awaria systemów aktywnych, nawet trwająca kilka tygodni, nie musi oznaczać spadków temperatury poniżej zera w budynku o tak wielkiej pojemności cieplnej. Nie ma sensu odwoływać się w tym kontekście do warunków jakie powstają w całości (przez cały rok) nieogrzewanym obiekcie.
15. Str. 146: Czy uszkodzenia rzeźb dotyczą całej ich powierzchni ? Ta informacja może mieć duże znaczenie dla diagnozy przyczyny.
16. Str. 158: Stężenia CO₂ o których tu jest mowa, zwłaszcza jeśli chodzi o wartość 100 ppm, to raczej wzrost stężenia ponad tło.

3.3 Niektóre z usterek stylistycznych i redakcyjnych:

1. Str. 10: ... opisać wszystkich czynników... .
2. Str. 20: ... wzrost zawartości wody... .
3. Str. 29: ... opracowani izoplety... .
4. Str. 39 i inne: ... system HVAC... .
5. Str. 45: ... doświadczenie renowacji... .
6. Str. 57: Pierwsze zdanie w podrozdziale 4.2 (6 linii) jest trudne do strawienia.
7. Str. 59: ... na obiekcie, monitoring był we wnętrzu budynku.

8. Str. 62: ... sprektrofotometrii... .
9. Str. 64: ...znaczono ciśnienie... .
10. Str. 68: ... jakoś powietrza... .
11. Str. 70: „najbardziej optymalny”, nie ma już niczego więcej niż wartość optymalna.
12. Str. 79: „duchota” to słowo słabo pasujące do dysertacji doktorskiej.
13. Str. 87: ... zbliżony przebieg ma ściana „góra” oraz szpona „góra”....
14. Str. 127: przedstawioną w oraz; Analiza Normy przyjęte przez... .
15. Str. 130: Pierwsze zdanie na stronie jest nie do przełknięcia.
16. Str. 141: Błąd w numerze rysunku.
17. Str. 152: Błąd w numerze rysunku.
18. Str. 164: Zwartość wilgoci... .
19. Str. 167: Kościół jest orientowany wschód/zachód.
20. Str. 168: wichury będą bardziej nieprzewidywane... .
21. Str. 169: ... pojawia się również czy symulacje... .
22. Str. 170: ... opracowanie wykonane przez dr inż. Agnieszka
23. Str. 172: Brak opisu rysunku 5.77 c.
24. Str. 181: Pierwsze zdanie na tej stronie liczy 8 linii. Właściwie to reszta rozdziału mogła być już do tego zdania dołączona.
25. Str. 188: Wszystkie projekty... zaprojektowane zostały... .
26. Str. 188: Błąd edytora na dole strony.
27. Str. 191: ... w Polskich warunkach... .
28. Str. 193: MIGROBIOLOGIA... .
29. Str. 194: ... system monitoringu pod auspicjami MNK... .
30. W spisie literatury dość swobodnie opisywane są źródła w postaci prac dyplomowych, np. URK mgr, URK magisterka, itp.

3.4 Strona graficzna pracy:

Bardzo obszerna praca jest zrealizowana z dużą starannością jeśli chodzi o układ edycyjny i graficzny. To dobre wrażenie psują jednak nieco błędy redakcyjne i liczne literówki.

4. Wnioski końcowe

Niezależnie od przedstawionych powyżej uwag krytycznych natury ogólnej i tych bardziej szczegółowych, należy stwierdzić, że opiniowana praca mgr Joanny Sobczyk pt. *„Weryfikacja metod analizy mikroklimatu historycznych budynków muzealnych”* stanowi z pewnością oryginalną i nowatorską próbę rozwiązania istotnego, interdyscyplinarnego problemu skutecznej ochrony dóbr dziedzictwa kulturowego. Łatwo zauważyć, że stanowi ona także wyraz autentycznej i pogłębionej pasji Autorki. Pasja ta wymaga od niej przekraczania ograniczeń związanych z wykształceniem i doświadczeniem zawodowym. Istotnym i dobrze udokumentowanym przesłaniem recenzowanej pracy doktorskiej jest konieczność współpracy ekspertów z różnych dziedzin w przypadku złożonych problemów zachowania w dobrym stanie obiektów muzealnych i znacznego poszerzenia warunków mających wpływ na ich stan. Oznacza to również zespołową pracę przy wykorzystaniu różnych narzędzi badawczych, aparatury czy modeli symulacyjnych. To stwierdzenie tłumaczy w znacznym stopniu podniesioną wcześniej wątpliwość, dotyczącą wykorzystania w pracy wyników badań realizowanych przez wiele osób. Mgr Joanna Sobczyk przeprowadziła obszerne i trafne studia literatury, wykazała się znajomością i umiejętnością wykorzystania dostępnej wiedzy, samodzielnego planowania i prowadzenia prac, wykorzystania nowoczesnych narzędzi badawczych i praktycznego wykorzystania ich wyników. Wg mojej opinii rozprawa jest opracowana na dobrym poziomie naukowym i stanowi oryginalne rozwiązanie postawionego problemu naukowego w dyscyplinie Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka. Będzie także przydatna w szeroko rozumianej praktyce konserwatorskiej.

Biorąc pod uwagę przedstawioną powyżej opinię, uważam, że przedłożona przez mgr Joannę Sobczyk rozprawa doktorska spełnia wymogi stawiane pracom doktorskim, określone w Ustawie z dnia 14 marca 2003 (wraz z późniejszymi zmianami) roku o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach naukowych i tytule naukowym w zakresie sztuki (Dz. U. RP z 2017 r., poz. 1789). w związku z tym stawiam wniosek kierowany do Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Środowiska, Górnictwo i Energetyka Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie o przyjęcie rozprawy i dopuszczenie jej do publicznej obrony.