

OCENA STANU ZAWILGOCENIA I ZASOLENIA POLICHROMII BRZESKICH

Jan KUBIK¹, Andrzej KUCHARCZYK¹, Hanna HUDZIAK¹
¹ Politechnika Opolska, Opole

1. Wprowadzenie

Zespół kilkunastu późnogotyckich kościołów dawnego księstwa brzeskiego stanowi szlak bezcennych polichromii, które stanowią niezwykle świadectwa wysokiej kultury materialnej tej części Śląska w okresie średniowiecza. Ich zasadnicze znaczenie polega na oryginalności przekazu kultury późnogotyckiej niesfałszowanej późniejszymi uzupełnieniami i retuszami. Jest niezwykle zbiegiem okoliczności, iż późniejsi mieszkańcy, po przejściu książąt brzeskich po roku 1525 na protestantyzm, zgodnie z nową doktryną religijną uznali freski zdobiące wnętrza świątyń za przejaw obcej im religii i zakryli je warstwą pobiałą a niekiedy i tynku. Freski zakryte przed działaniem światła przetrwały w prawie niezmiennym stanie do czasów współczesnych. W ten sposób uratowali je od zniszczenia oraz przetworzenia zgodnie z nowymi prądami kultury w kolejnych epokach. Przez przypadek zostały uratowane dla potomności. W tej sytuacji, jako wyjątkowe zabytki powinny być specjalnie chronione.

Przyczyną uszkodzeń tych fresków są zarówno reakcje fotochemiczne wywołane promieniowaniem świetlnym, przepływy wilgoci jak i krystalizacja soli w sieci kapilar. Najczęstszą przyczyną uszkodzeń tych fresków są tworzące się w wyniku tych zjawisk wykwyty solne. Uszkodzenia te należy oceniać metodami fizyki budowli a w pierwszej kolejności mierzyć wielkości fizyczne odpowiedzialne za destrukcje.

W artykule przedstawiono pomiary wilgotności i temperatury przypowierzchniowych warstw polichromii. Autorzy objęli badaniami 4 kościoły z czego wyniki pomiarów 2 kościołów przedstawiono w artykule. Badania te miały na celu ocenę stanu wyjściowego, jako podstawy analizy kinetyki narastania uszkodzeń.

2. Podstawy teoretyczne

Większość soli rozpuszcza się nie tylko w wodzie, ale również przy wilgotności względnej poniżej 100% w wyniku absorpcji wilgoci z powietrza. Proces ten występuje, gdy wilgotność względna otaczającego powietrza jest wyższa niż aktywność nasyconego wodnego roztworu soli [2]. Aktywność roztworu jest zależna od rodzaju soli i temperatury. Jeśli wilgotność względna spada poniżej wartości aktywności nasyconego roztworu soli woda paruje i dochodzi do krystalizacji. Jeżeli wilgotność względna wzrośnie powyżej tej wartości, sól się rozpuszcza a roztwór absorbuje coraz więcej wody i staje się coraz bardziej rozcieńczony. Przy wilgotności względnej blisko 100%, stężenie wykryształizowanej soli jest bliskie zeru. Wilgotność nad roztworem soli oblicza się z poniższej zależności [1, 2]

$$\ln(\varphi) = \ln(a_w) = -n \phi M_w m \quad (1)$$

gdzie φ , a_w , n , ϕ , M_w , m to wilgotność względna [%], aktywność wody w roztworze [%], ilość jonów w soli [-], współczynnik osmotyczny zależny od molalności i temperatury [-], masa molowa wody [kg/mol], molalność roztworu [mol/kg].

Współczynnik osmotyczny wyraża odchylenie roztworu elektrolitu od idealności i musi być wyznaczony empirycznie. Znając współczynnik osmotyczny można wyznaczyć zależność funkcyjną między molalnością roztworu i wilgotności względnej otaczającego powietrza. Z tego związku można określić zależność między zawartością soli w podłożu i jego równowagową zawartością wilgoci higroskopijnej w określonym środowisku o stałej wilgotności względnej. Istnieje zatem możliwość oceny zasolenia na podstawie pomiarów wilgotności względnej i temperatury.

3. Metodyka prowadzenia badań polichromii

W Ocenę stanu zachowania poprzedzono inwentaryzacją architektoniczną zabytkowych kościołów, łącznie z naniesieniem lokalizacji i uszkodzeń polichromii. Inwentaryzacja posłużyła w dalszej kolejności do przeprowadzenia obliczeń określających zmiany stanu zawilgocenia ścian zabytków. Kolejny etap polegał na wytypowaniu charakterystycznych miejsc pomiarów zawilgocenia. Pomiary prowadzono na poziomie posadzki a następnie na wysokości 0.5, 1.0, 2.0m nad posadzką przy ścianie. Uzyskany z tych pomiarów zestaw danych stanowi warunki brzegowe przypowierzchniowych przepływów wilgoci w badanych polichromiach.

Przewiduje się przeprowadzanie pomiarów ciągłych, ze szczególną uwagą na wiosenny okres intensywnych przemian fazowych wilgoci w kapilarach polichromii. Duże znaczenie dla wyników badawczych mają pomiary w trakcie prawie stacjonarnych przepływów wilgoci co zachodzi, kiedy zawilgocenie we wnętrzu zabytku i na zewnątrz obiektu jest prawie takie samo. Stan ten występuje na przełomie jesieni i zimy.

Z uwagi na sprzężenie zjawisk transportu ciepła i roztworów cieczy w kapilarach podłoża polichromii równoległe do pomiarów zawilgocenia przeprowadzano pomiary temperatury.

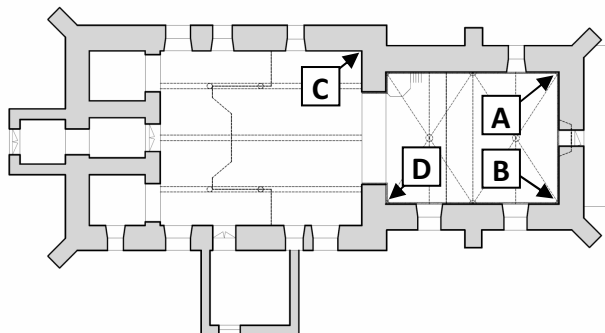
Kolejny zakres pomiarów dotyczył stopnia nasświetlenia polichromii. W tym zakresie mierzono ogólne, średnie oświetlenie oraz dokonywano pomiarów oświetlenia w bezpośrednim sąsiedztwie polichromii w miejscach zaznaczonych na rzutach zabytków.

W trakcie prac badawczych dokonywano inwentaryzacji fotograficznej frontu zniszczeń, czyli miejsc występowania granic między zniszczonymi partiami polichromii a niezniszczonymi. Zdjęcia te poddano następnie obróbce cyfrowej, która pozwalała na obiektywną ocenę stanu zniszczeń. Miejsca te będą monitorowane w ciągu następnych sesji pomiarowych a w wyniku porównań otrzymamy szansę na ocenę postępu zniszczeń.

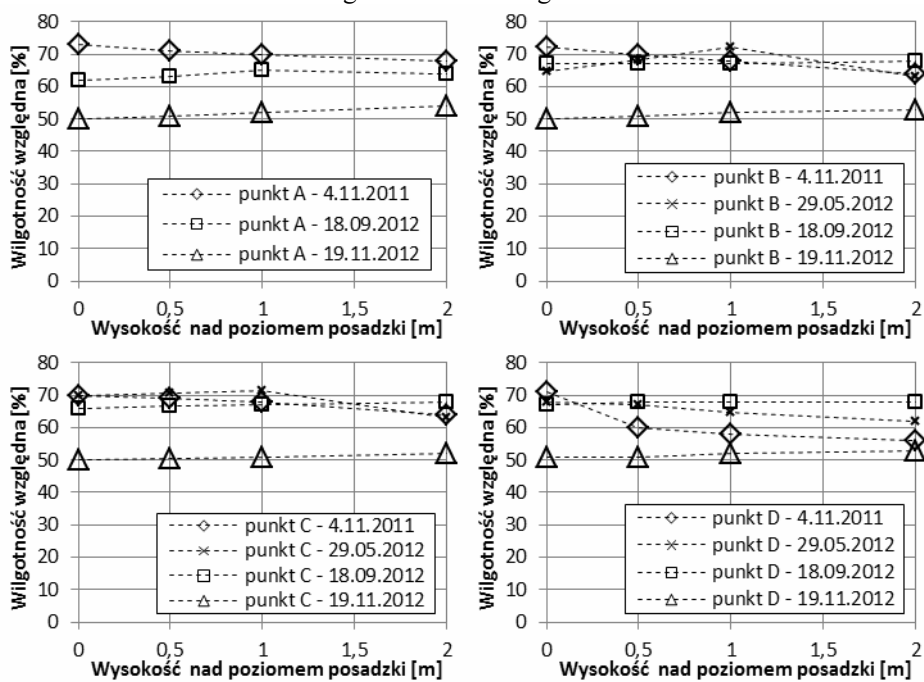
Powyżej przedstawiono ogólną metodykę prowadzenia badań w analizowanych obiektach. Natomiast w artykule skoncentrowano się na oszacowaniu wpływu wilgoci, soli i temperatury na stan zachowania warstw polichromii.

4. Polichromia w kościele w Pogorzeli

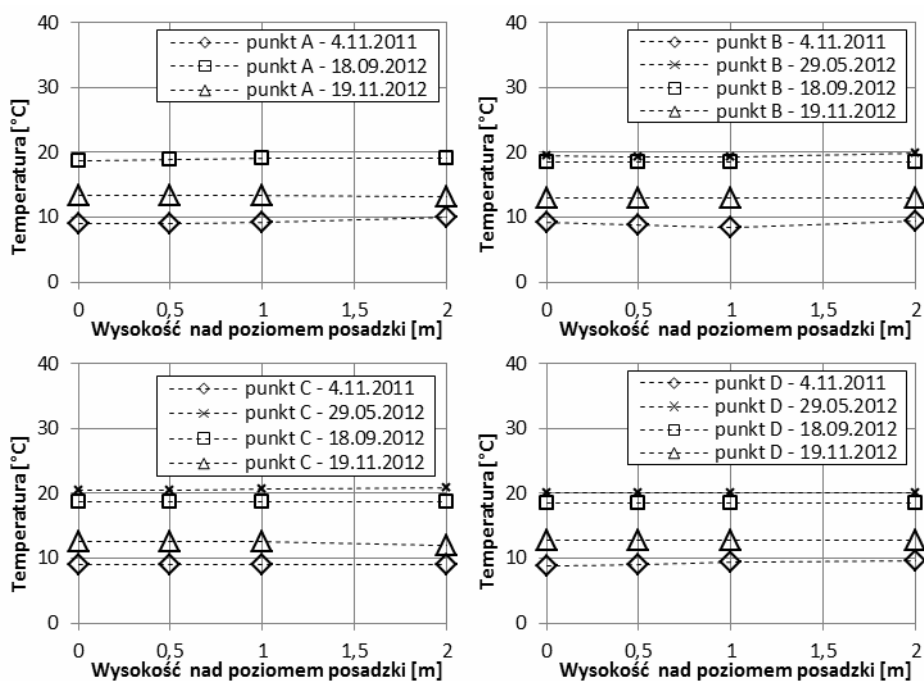
W kościele w Pogorzeli pomiar wykonano w 4 miejscach (rys. 1), dla których wyznaczono wilgotność względną oraz temperaturę powierzchni murów (rys. 2, 3). Pomiary wykonano po wysokości ściany, na poziomie posadzki i co 0.5m w górę ściany do wysokości 2m, w okresie od 4.11.2011r. do 19.11.2012r.



Rys. 1. Kościół w Pogorzeli
Fig. 1. Church in Pogorzela



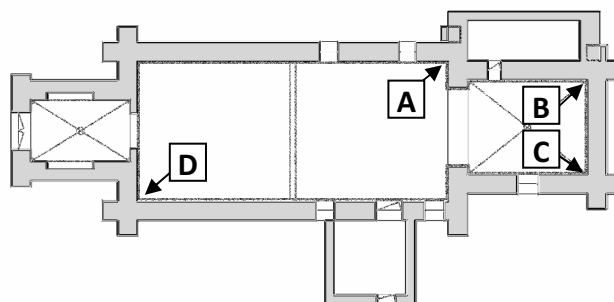
Rys. 2. Rozkład wilgotności względnej powierzchni murów kościoła w Pogorzeli
Fig. 2. Distribution of relative humidity on the surface of walls of the church in Pogorzela



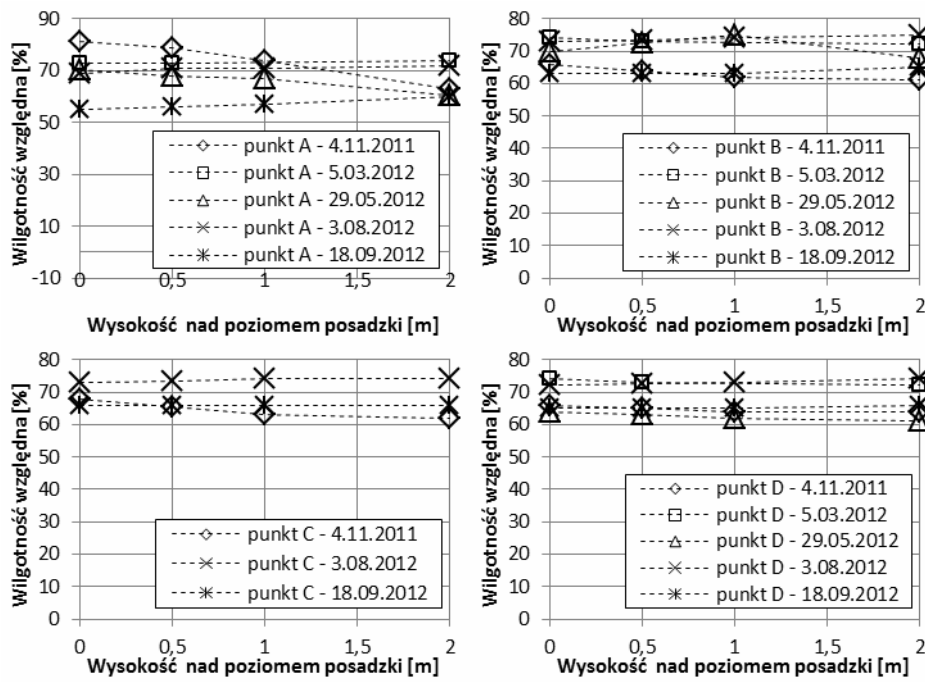
Rys. 3. Rozkład temperatury powierzchni murów w kościele w Pogorzeli
 Fig. 3. Distribution of temperature on the surface of walls of the church in Pogorzela

5. Polichromia w kościele w Strzelnikach

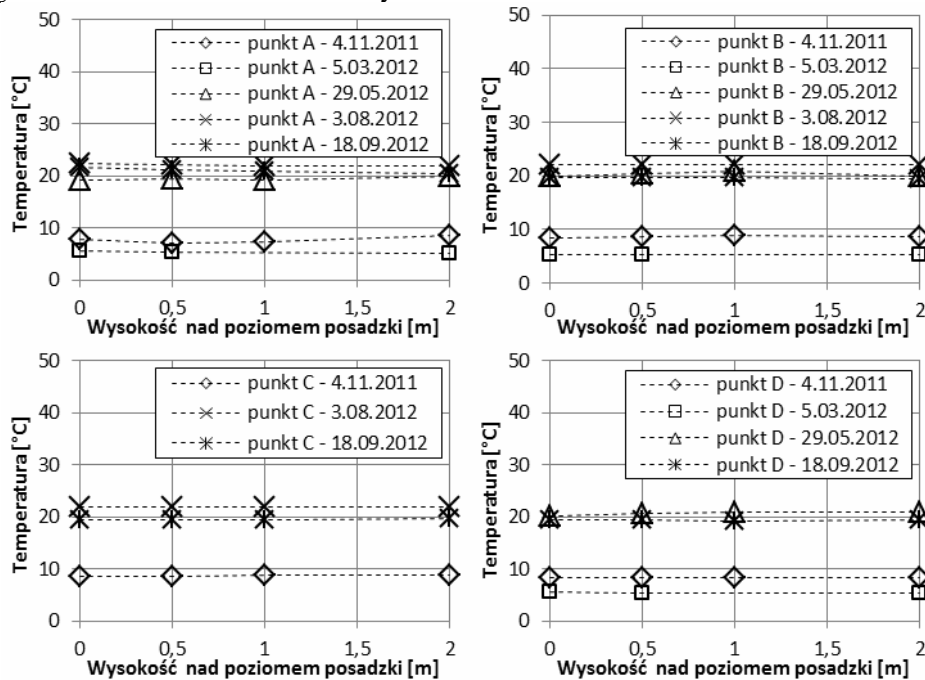
W kościele w Strzelnikach pomiar wykonano w 4 miejscach A, B, C i D (rys. 4), dla których wyznaczono wilgotność względną oraz temperaturę powierzchni murów (rys. 5, 6). Wybrano do tego naroża ścian jako najbardziej zagrożone na zawilgocenie. Pomiarzy wykonano po wysokości ściany, na poziomie posadzki i co 0.5m w górę ściany do 2.0m, w okresie czasu od 4.11.2011r. do 19.09.2012r.



Rys. 4. Kościół w Strzelnikach
 Fig. 5. Church in Strzelniki



Rys. 5. Rozkład wilgotności względnej powierzchni murów kościoła w Strzelnikach
 Fig. 5. Distribution of relative humidity on the surface of walls of the church in Strzelniki



Rys. 6. Rozkład temperatury powierzchni murów kościoła w Strzelnikach
 Fig. 5. Distribution of temperature on the surface of walls of the church in Strzelniki

6. Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzone badania pozwoliły uzyskać wstępne rozkłady wilgotności względnej i temperatury powierzchni polichromii w czasie i po wysokości muru, które mogą być wykorzystane jako warunki brzegowe do analiz numerycznych a tym samym do oceny stanu zawilgocenia, zasolenia oraz prognozowania zniszczeń polichromii.

Literatura

- [1] Talbot J. B., Handbook of Aqueous Electrolyte Solutions: Physical Properties, Estimation and Correlation Methods A. L. Horvath, Ellis Horwood Limited, 1985
- [2] Lubelli B., van Heesb R.P.J., Brocken H.J.P., Experimental research on hygroscopic behavior of porous specimens contaminated with salts, Construction and Building Materials 18 (2004) 339–348

ESTIMATION OF MOISTURE AND SALT CONTENT IN HISTORIC PAINTINGS NEAR BRZEG

Summary

In the paper the preliminary measurements of moisture and temperature in historic paintings in churches in Pogorzela and Strzelniki are presented..