

Robert ROGAL<sup>1</sup>, Jarosław ROGÓŻ<sup>1</sup>, Paweł SZROEDER<sup>2</sup>, Wojciech BARTZ<sup>3</sup>, Adam CUPA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UNIwersytet Mikołaja Kopernika, Instytut Zabytkoznawstwa i Konserwatorstwa, ul. Sienkiewicza 30/32, 87-100 Toruń

<sup>2</sup>UNIwersytet Mikołaja Kopernika, Instytut Fizyki, ul. Grudziądzka 5/7, 87-100 Toruń

<sup>3</sup>UNIwersytet Wrocławski, Instytut Nauk Geologicznych, Pl. Makska Borna, 50-205 Wrocław

## Zastosowanie najnowszych technik nieniszczących w badaniach tynków zabytkowych na przykładzie dekoracji sgraffitowej w Bożnowie

Dr hab. Robert ROGAL

W 1991 r. w Instytucie Zabytkoznawstwa i Konserwatorstwa na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu uzyskał stopień magistra sztuki. W 2002 r. uzyskał stopień doktora, a w 2009 r. doktora habilitowanego. Jego zainteresowania badawcze koncentrują się na zagadnieniach konserwacji malarstwa ściennego, sgraffit i mozaik. Zajmuje się przenoszeniem dekoracji ściennych oraz badaniem materiałów i metod stosowanych w konserwacji i restauracji zabytków i dzieł sztuki.

e-mail: rr@umk.pl



Dr Jarosław ROGÓŻ

W roku 1993 w Instytucie Zabytkoznawstwa i Konserwatorstwa na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu uzyskał tytuł magistra sztuki w specjalności konserwacji i restauracji rzeźby polichromowanej. W roku 2001 uzyskał stopień doktora nauk humanistycznych w zakresie nauk o sztuce. Specjalizuje się w problematyce badań nieniszczących obiektów zabytkowych i dzieł sztuki.

e-mail: jrogoz@umk.pl



Dr Paweł SZROEDER

Paweł Szroeder (1969) jest absolwentem fizyki i filozofii na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu. W 2004 roku obronił doktorat na Wydziale Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UMK w dziedzinie fizyki ciała stałego, gdzie został zatrudniony jako adiunkt. Zainteresowania naukowe dotyczą wytwarzania i badania nowych materiałów węglowych oraz wykorzystania najnowszych fizycznych technik pomiarowych w diagnostyce obiektów zabytkowych.

e-mail: psz@fizyka.umk.pl



Dr Wojciech BARTZ

W 1996 r. uzyskał tytuł magistra geologii o specjalizacji mineralogiczno-petrograficznej, przygotowanej w Instytucie Nauk Geologicznych Uniwersytetu Wrocławskiego. W roku 2000 uzyskał tytuł doktora nauk o Ziemi w dziedzinie geologia. Jego zainteresowania naukowe skupiają się m. in. wokół zagadnień związanych z petrologią skał metamorficznych, oraz petrografią i mineralogią techniczną - głównie zastosowaniem badań mineralogicznych na polu konserwacji i ochrony zabytków.

e-mail: wojciech.bartz@ing.uni.wroc.pl



Mgr Adam CUPA

Absolwent Wydziału Fizyki i Astronomii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu w specjalności optoelektronika (1996 rok). Od 1996 roku zatrudniony w Instytucie Zabytkoznawstwa i Konserwatorstwa na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika w Toruniu jako specjalista w zakresie badań nieniszczących dzieł sztuki oraz spektroskopii rentgenowskiej. Autor i współautor licznych publikacji naukowych z zakresu badań termowizyjnych, bliskiej podczerwieni oraz identyfikacji pigmentów.

e-mail: adamcupa@umk.pl



### Streszczenie

Skuteczność konsolidacji rozwarstwionych i osłabionych strukturalnie tynków zabytkowych wymaga zarówno doboru odpowiednich środków konserwatorskich jak i znajomości zakresu występującej destrukcji. W czasie prac konserwatorskich przy dekoracji sgraffitowej w Bożnowie (Polska), w celu określenia zakresu występujących zniszczeń tynków, po raz pierwszy wykorzystano równocześnie technikę termowizyjną i radarową. Badania nieniszczące zostały uzupełnione analizami pobranych próbek metodami petrograficznymi, mikrochemicznymi oraz spektroskopowymi. Badania termowizyjne i radarowe powtórzono po zakończeniu prac konserwatorskich, co pozwoliło na ocenę skuteczności wykonanych zabiegów.

**Słowa kluczowe:** badania nieniszczące, badania termowizyjne, termowizja, badania radarowe, radar, badania petrograficzne, badania mikrochemiczne oraz spektroskopowe, sgraffito, Bożnow.

### Application of novel nondestructive techniques to investigations of historical plasters: a case study of sgraffito decoration in Bożnow

#### Abstract

The efficiency of consolidation of exfoliated and weakened historical plasters not only requires the choice of appropriate materials and careful

examination of the range of destruction. In order to evaluate the deterioration of plasters of the sgraffito decoration in Bożnow (Poland) both thermovision and ground penetrating radar (GPR) techniques were applied jointly for the first time ever. Nondestructive testing was preceded by analysis of samples with petrographic, micro-chemical and spectroscopic methods. Thermovision and radar examination was repeated after the completion of restoration works, which allowed evaluating the efficiency of treatment performed. Sgraffito ornamentation on the northern wall of the western tower of the church in Bożnow was completed by Christoph Rutsch and his two assistants in 1609. The two-color technique was applied. Ornaments were scratched in moist, white lime paint applied on fresh lime plaster colored grey with charcoal. A collective character of the work is visible due to diversified workout of figures, ornaments and inscriptions. In the 19th century the sgraffito must have already been deteriorated and looked unattractive so it was punched with a hammer and covered with a layer of plaster. In 1931 the decoration was discovered by German scholars but it was plastered up again due to a poor state of preservation. It was uncovered again in 1972 and subjected to restoration treatment. For over 30 years the object was exposed to rainwater from the tower roof, which washed out lime paint and yield delamination and plaster losses. Except rainwater also capillary water was responsible for the deterioration of the ornament, as well as changing temperature and humidity conditions characteristic of outdoor exposure.

**Keywords:** nondestructive testing, thermovision and radar examination, micro-chemical and spectroscopic methods, sgraffito, Bożnow.

### 1. Wstęp

Dekoracja sgraffitowa znajdująca się na północnej ścianie wieży zachodniej kościoła w Bożnowie została wykonana w 1609 roku przez Christopha Rutscha z jego dwoma pomocnikami. Autorzy zastosowali technikę sgraffita dwubarwnego. Motywy dekoracyjne zostały wydrapane w wilgotnej, białej farbie wapiennej, naniesionej na nieutwardzony tynk wapienny, zabarwiony na szaro węglem drzewnym. Zespołowe wykonanie dekoracji jest widoczne w zróżnicowanym charakterze opracowania postaci oraz ornamentów i inskrypcji.

W wieku XIX sgraffito musiało już być zniszczone i nieatrakcyjne wizualnie. Zostało podziurawione młotkiem i przykryte warstwą tynku. W 1931 roku dekorację odkryli badacze niemieccy, lecz ze względu na zły stan zachowania ponownie ją otynkowano. W 1972 r. sgraffito zostało ponownie odsłonięte i poddane pracom konserwatorskim. Przez około 30 lat dekoracja była zalewana wodą opadową z zadaszenia wieży, co spowodowało wymycie farby wapiennej, powstanie rozwarstwień i ubytków tynku. Oprócz wody opadowej za zniszczenia dekoracji odpowiedzialna była również woda podciągana kapilarnie oraz zmienne warunki temperatury i wilgotności, charakterystyczne dla ekspozycji zewnętrznej.

W czasie ostatniego remontu elewacji kościoła, silnie zniszczona powierzchnia dekoracji sgraffitowej została pokryta słabym tynkiem i białą farbą. Warstwy te miały tymczasowo zabezpieczać sgraffito do czasu podjęcia nowych prac konserwatorskich.

## 2. Charakterystyka prac badawczo-konserwatorskich

Wykonane w 2008 roku badania termowizyjne i radarowe pozwoliły na określenie stanu zachowania tynków i (rys. 1, 4, 6). Oryginalny tynk sgraffitowy zachował się w ok. 70%. Największe jego ubytki występują w dolnej partii, gdzie znajdowała się inskrypcja, oraz w kilku miejscach w obrębie sceny figuralnej i dekoracji ornamentalnej. Na całej powierzchni dekoracji sgraffitowej występowały liczne, drobne ubytki zaprawy wykonane przez murarzy przed tynkowaniem kościoła. Większość z nich została wypełniona nową zaprawą w trakcie dawnych prac konserwatorskich. Zachowany tynk sgraffitowy był oddzielony od muru w ok. 90%. Charakterystyczną cechą były liczne rozwarstwienia, występujące pomiędzy murem a tynkiem podkładowym, pomiędzy tynkiem podkładowym a tynkiem sgraffitowym oraz w strukturze samego tynku sgraffitowego. Zakresy ich występowania uwidoczniło za pomocą badań termowizyjnych kamerą Therma-Cam<sup>TM</sup>P65, natomiast grubości rozwarstwień oraz głębokości, na których występują, określiły badania radarowe.



Rys. 1. Stan obiektu przed konserwacją w 2008 r.  
Fig. 1. State of the object before restoration in 2008

Technika GPR (*ground penetrating radar*) polega na pomiarze czasu powrotu echa fali radarowej ulegającej odbiciu na granicy ośrodków o różnych stałych dielektrycznych. Zjawisko to pozwala na wykrywanie tzw. anomalii znajdujących się pod powierzchnią tynku. System GPR wyprodukowany przez firmę IDS (Włochy) (rys. 2) składał się z anteny bipolarnej emitującej impulsowe fale radarowe o częstotliwości 2 GHz oraz anteny odbiorczej. Jednostka sterująca urządzenia sprzężona była z komputerem. Oprogramowanie będące integralną częścią systemu pozwoliło na akwizycję i wstępną ocenę jakości pojedynczych profili radarowych uzyskiwanych poprzez skanowanie powierzchni anteną. Do analizy szeregów profili GPR uzyskanych z określonej powierzchni (tzw. siatek profili GPR) oraz wykonywania trójwymiarowych map rozkładu anomalii poprzez integrację siatek profili stosowano oprogramowanie GRED 3D dostarczone również przez firmę IDS.



Rys. 2. Skanowanie powierzchni sgraffita za pomocą systemu GPR  
Fig. 2. Scan of sgraffito decoration surface by GPR system

Oryginalne tynki były bardzo kruche i popękane. Większość pierwotnych i wtórnych pobiał została wypłukana wodą deszczową. Kompozycja dekoracji mogła być odczytana wyłącznie przez odróżnienie szorstkiej faktury partii drapanych i gładkich partii, które pierwotnie pokrywała farba wapienna.

Wyniki analiz petrograficznych próbek tynku podkładowego oraz tynku zewnętrznego wykazały, że są one zbudowane ze spoiwa wapiennego i wypełniacza, w którym dominują ziarna kwarcu z domieszką skaleni. Cechą charakterystyczną obu tynków jest obecność ziaren rozdrobnionej cegły, które nadają obu tynkom słabe właściwości hydrauliczne. W tynku wierzchnim, w przeciwieństwie do zaprawy podkładowej, występują drobne cząstki węgla drzewnego, użytego do zabarwienia zaprawy.

Analizy chemiczne pobranych próbek wykazały, że w 1972 r. do uzupełniania ubytków dekoracji sgraffitowej zastosowano farby i zaprawy wapienne, natomiast w 1998 r. ubytki tynków uzupełniano zaprawą wapienno-cementową, na całą powierzchnię dekoracji narzucono słaby tynk wapienny, który pomalowano farbą wapienno-emulsyjną. Próbkę kleju użytego w 1972 roku do konsolidacji rozwarstwionych tynków poddano badaniom spektroskopowym. Widma absorpcyjne w podczerwieni wykazały obecność Osakrylu – dyspersji wodnej kopolimeru octanu winylu z estrami akrylowymi, prod. Zakłady Chemiczne „Oświęcim”, Polska.

Wybór materiału do likwidacji rozwarstwień tynków poprzedziły analizy porowatości, nasiąkliwości i higroskopijności oryginalnych tynków i zapraw oraz zawartości w nich soli rozpuszczalnych w wodzie. W 2008 r. do likwidacji rozwarstwień tynków zastosowano wapienny preparat PLM-A, prod. C.T.S., Włochy, który wprowadzano iniekcyjnie. Materiał ten tworzy spoiny przepuszczalne dla par i gazów, wykazujące się porowatością, nasiąkliwością i higroskopijnością zbliżoną do parametrów bożnoskiego sgraffita. Wprowadzony materiał jest odporny na zmiany temperatury i wilgotności, charakterystyczne dla klimatu w Polsce.