

## Tarcza zegarowa z pierwszej połowy XVII wieku z Muzeum Warmii i Mazur w Olsztynie – zagadnienia historyczno-stylistyczne oraz technologiczno-konserwatorskie

**PAULA K. ŚWITUSZAK<sup>1</sup>, EWA PIĘTA<sup>2\*</sup>, JUSTYNA OLSZEWSKA-ŚWIETLIK<sup>1</sup>,  
JOLANTA ADAMCZYK<sup>2</sup>, CZESŁAWA PALUSZKIEWICZ<sup>2</sup>**

Justyna Olszewska-Świetlik numer ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5892-8619>

Ewa Pięta numer ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7071-0284>

Czesława Paluszkiewicz numer ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0186-8090>

<sup>1</sup>Wydział Sztuk Pięknych, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, 87-100 Toruń, Polska

<sup>2</sup>Instytut Fizyki Jądrowej Polskiej Akademii Nauk, 31-342 Kraków, Polska

\*Autorzy korespondencyjni:

J. O.-Ś. (e-mail: [justolsz@umk.pl](mailto:justolsz@umk.pl), tel.: +48-56-611-38-22);

E.P. (e-mail: [Ewa.Pieta@ifj.edu.pl](mailto:Ewa.Pieta@ifj.edu.pl), tel.: +48-12-662-83-22).

### WPROWADZENIE

Przedmiotem badań jest tarcza zegarowa, należąca obecnie do zbiorów Muzeum Warmii i Mazur w Olsztynie. Zabytek, datowany na pierwszą połowę XVII wieku, trafił do Olsztyna w 1945 roku, kiedy rozpoczęto prace organizacyjne dotyczące utworzenia nowej placówki muzealnej<sup>1</sup>. Tarcza zegarowa należała w przeszłości do Warmińskiego Towarzystwa Naukowego, o czym świadczą znajdujące się na obudowie numery inwentarzowe: HVE 137 – skrót rozwinięto jako Historischer Verein für Ermland. Towarzystwo powstało 29 października 1856 roku, członkami założycielami było sześciu

<sup>1</sup> Janusz Cygański, „Muzeum Warmii i Mazur”, w *Olsztyn 1945–2005*, red. Stanisław Achremczyk i Władysław Ogrodziński (Olsztyn: Ośrodek Badań Naukowych im. Wojciecha Kętrzyńskiego, 2006), 276–311.

znanych uczonych: Anton Eichhorn, Andreas Thiel, Joseph Bender, Anton Pohlamann, Carl Peter Woelky i Johann Martin Saage. Jego celem było przede wszystkim badanie historii i zabytków z terenów Warmii, zbieranie pamiątek przeszłości, a także publikacje prac oraz źródeł dotyczących dziejów regionu. Towarzystwo założyło tzw. Muzeum Warmińskie z siedzibą w Braniewie i udostępniało swoje zbiory zwiedzającym od 1904 do 1922 roku<sup>2</sup>. Po tym czasie wymówiono placówce miejski lokal, potrzebny na cele mieszkalne. Większość zbiorów, w tym zapewne tarczę zegarową, przeniesiono wówczas do Pałacu Biskupiego we Fromborku; później, w 1933 roku, trafiła do Lidzbarka Warmińskiego, gdzie umieszczono ją na zamku<sup>3</sup>. Po drugiej wojnie światowej, w 1945 roku Warmińskie Towarzystwo Historyczne zawiesiło działalność, wznowiło ją dopiero w 1955 roku w Niemczech<sup>4</sup>. W obecnej jego siedzibie w Münster w Westfalii są gromadzone dokumenty jedynie z czasów od reaktywacji stowarzyszenia – wcześniejsze archiwum zaginęło podczas wojny. Brak źródeł pisanych (przede wszystkim spisu inwentaryzacyjnego) jest głównym powodem uniemożliwiającym poznanie wcześniejszej historii obiektu.

Tarcza zegarowa została zarejestrowana na radzieckim filmie propagandowym z roku 1945 pt. *W łogowie zwieria*<sup>5</sup>, który polskiej ludności był prezentowany wkrótce po wojnie pod tytułem *W łogowisku bestii* lub *W łogowisku zwierza*<sup>6</sup>. Jest to jedyny ślad dokumentujący wcześniejszą obecność zabytku na Warmii (fot. 1). Na film składają się fragmenty kronik filmowych z czasów operacji wschodniopruskiej. Widoczne są na nim sceny z wielu miast byłych Prus Wschodnich, w tym także charakterystyczne krużganki zamku w Lidzbarku Warmińskim. Tarczę zegarową widać na kilku ujęciach pokazujących dziedziniec zamku: została zawieszona przy kolumnie w górnej kondygnacji w taki sposób, że nie mogła pełnić swojej pierwotnej funkcji – nie była połączona z mechanizmem właściwego zegara i nie wskazywała godzin. Po wojnie tarcza weszła w skład zbiorów Muzeum Warmii i Mazur w Olsztynie. Konkretnie prace związane z jej rozpoznaniem podjęto dopiero w marcu 2016 roku;

<sup>2</sup> Stanisław Achremczyk i Alojzy Szorc, *Braniewo* (Olsztyn: Ośrodek Badań Naukowych im. Wojciecha Kętrzyńskiego, 1995), 223–224.

<sup>3</sup> Weronika Wojnowska, „Braniewskie muzealia do 1945 roku”, *Cenne, Bezcenne, Utracone* 3–4 (2014): 30.

<sup>4</sup> <http://his.ermlandfamilie.de/>

<sup>5</sup> Film dostępny pod adresem: <https://www.youtube.com/watch?v=vUSdcypsoNc>

<sup>6</sup> Leszek Adamczewski, *Łuny nad jeziorami. Agonia Prus Wschodnich* (Zakrzewo: Replika, 2011), 11.

przekazano ją wtedy do Zakładu Konserwacji Malarstwa i Rzeźby Polichromowanej na Wydziale Sztuk Pięknych UMK w Toruniu w celu przeprowadzenia kompleksowych badań oraz konserwacji<sup>7</sup>. Unikatowość obiektu oraz jego bogata polichromowana obudowa wymagały zaplanowania i wykonania odpowiednich prac badawczo-konserwatorskich. Zmiany pierwotnego wyglądu tarczy spowodowane były zniszczeniami powstałymi na skutek upływu czasu i niekorzystnych warunków przechowywania. Ponieważ w przeszłości zegar poddano zabiegom renowacji, istotne było poznanie ich zakresu i rodzaju zniszczeń oraz określenie oryginalnego wyglądu polichromii. W tym celu wykonano interdyscyplinarne badania z zastosowaniem tradycyjnych i nowoczesnych metod analizy materiałów oryginalnych i wtórnych.

### KONTEKST HISTORYCZNY

Olsztyńska tarcza zegarowa w przeszłości była częścią zegara typu wieżowego<sup>8</sup>. Wielkie zegary charakteryzowały się złożoną konstrukcją: mechanizm znajdował się wewnątrz budowli, natomiast jedna lub kilka tarcz na zewnątrz. Analizowana tarcza nie posiada samodzielnego mechanizmu chodu, a jedynie przekładnię wprawiającą w ruch wskazówki. Energia potrzebna do wykonania tej pracy brała się z „mechanizmu matki” – właściwego zegara mechanicznego, najprawdopodobniej o napędzie obciążnikowym<sup>9</sup>. Był on umieszczony nad sklepieniem, pod którym wisiała tarcza, a połączenie pomiędzy nimi zapewniała pędnia zakończona kwadratowym czopem, wchodzącym w znajdującą się w tarczy tuleję osi przekładni (fot. 2). Rozwiązania tego typu nie

<sup>7</sup> Prace konserwatorskie zostały przeprowadzone przez Paulę Śwituszk pod kierunkiem Joanny M. Arszyńskiej w Zakładzie Konserwacji Malarstwa i Rzeźby Polichromowanej, IZK, Wydział Sztuk Pięknych UMK w Toruniu. Standardowe badania budowy technicznej Paula Śwituszk pod kierunkiem Justyny Olszewskiej-Świetlik, Teresy Kurkiewicz, Bożeny Szmelter-Fausek w ramach seminarium dyplomowego teoretyczno-badawczego w Zakładzie Technologii i Techniki Malarskich, IZK, Wydział Sztuk Pięknych w Toruniu, następnie poszerzono ich zakres o badania specjalistyczne opisane w dalszej części artykułu.

<sup>8</sup> Mechaniczny obciążnikowy zegar wieżowy wyewoluował z klasztornej urzędującego, początkowo służącego do budzenia dzwonnika, a następnie bijącego samodzielnie; po liczbie uderzeń i dźwięku poznawano, że nadszedł czas modlitwy, pracy lub spoczynku. David Christianson, *Zegary: historia pomiaru czasu*, tłum. Olaf Żakowski (Warszawa: Arkady, 2012), 21–22.

<sup>9</sup> Wieża zegarowa musiała spełniać szczególne warunki konstrukcyjne, aby taki mechanizm mógł zostać zamontowany. Zegary budowano z kutego żelaza, wieża musiała być więc wzmocniona od wewnątrz specjalnym rusztowaniem, aby utrzymać ciężar werku oraz ogromnych, kamiennych obciążników napędzających urządzenie. Christianson, *Zegary*, 26.

należały do rzadkości – każda z tarcz wieżowych zegarów umieszczonych na kościołach, ratuszach lub innych budowlach, była połączona ze swoim głównym mechanizmem w ten sam sposób, czyli za pomocą pędni. Podobnie rzecz się miała z dzwonami i carillonami, które z zegarem mechanicznym łączył zestaw cięgien<sup>10</sup>. W przypadku omawianego obiektu wyjątkowe jest połączenie mniejszej tarczy zegarowej umieszczonej wewnątrz budynku z mechanizmem, który najprawdopodobniej napędzał jednocześnie jedną lub więcej dużych tarcz usytuowanych na zewnątrz. Istotne było, aby czas wskazywany wewnątrz budynku był taki sam, jak odczytywany na tarczy zewnętrznej. Od chwili pojawienia się zegara mechanicznego, czyli od około drugiej połowy XIII wieku, jedynymi budowłami, w których instalowano tę bardzo kosztowną wówczas nowinkę techniczną, były klasztory, pałace, zamki, ratusze i Dwory Artusa<sup>11</sup>. Dlatego jest raczej niemożliwe, by omawiany obiekt pierwotnie był jedyną – napędzaną przez skomplikowany zegar – tarczą. Najprawdopodobniej ten sam mechanizm zegarowy za pomocą pędni poruszał również wskazówkę na tarczy zewnętrznej (np. na wieży lub na murze). Konstrukcja zegara mechanicznego była czynnikiem decydującym również o tym, że na tego typu inwestycję mogły pozwolić sobie tylko dobrze prosperujące ośrodki miejskie<sup>12</sup>.

Do czasu wynalezienia przez Christiaana Huygensa zegara wahadłowego – cezurą jest tutaj 1657 rok<sup>13</sup> – czasomierze były na tyle niedokładne (błąd wskazań sięgał około kilkudziesięciu minut na dobę), że tarcze dzielono jedynie na poszczególne godziny i występowała w nich tylko jedna wskazówka – godzinowa. Od XIV wieku zaczął funkcjonować również podział godziny na kwadransy – odmierzane na tej samej lub na dodatkowej tarczy<sup>14</sup>. Co więcej, praca takiego zegara była niejednokrotnie korygowana przez zegarmistrza (zatrudnianego przez miasto) według wskazań zegara słonecznego. Oznacza to, że właściwie jedyną poprawnie wyznaczoną porą dnia było południe, czyli

<sup>10</sup> Wawrzyniec M. A. Podwapiński, *Zegarmistrzostwo*, t. 4 (Niepokalanów: Wydawnictwo oo. Franciszkanów, 1950), 54.

<sup>11</sup> Christianson, *Zegary*, 31.

<sup>12</sup> Zegar obciążnikowy wymagał stałego nadzoru zegarmistrza, częstej konserwacji (np. wymiany lin, oliwienia elementów werku), co generowało dodatkowe wydatki z budżetu miasta.

<sup>13</sup> Christianson, *Zegary*, 42.

<sup>14</sup> Jarosław Włodarczyk, „Zegary mechaniczne i zegarmistrzostwo”, w *Z dziejów techniki w dawnej Polsce*, red. Bolesław Orłowski (Warszawa: IHNOiT 1992), 453.

moment, w którym zegar słoneczny dokładnie wskazuje czas<sup>15</sup>. Od XV stulecia, kiedy zegar słoneczny „zrewolucjonizowano” przez wprowadzenie wskazówki równoległej do osi świata, wciąż służył on do kontroli nieprecyzyjnych wieżowych zegarów mechanicznych<sup>16</sup>. Mimo to były one powszechnie uważane za cud techniki, a nad ich konstrukcją pracowali najwybitniejsi uczeni owych czasów oraz najzdolniejsi rzemieślnicy i artyści, niejednokrotnie także pod patronatem królewskim<sup>17</sup>.

W Polsce również istniała instytucja królewskiego zegarmistrza. Nadwornych zegarmistrzów miał już Zygmunt August (1520–1572). Piotr Francuz i Wawrzyniec Rehefuss byli zegarmistrzami króla Zygmunta III Wazy, który nie tylko kolekcjonował, ale także sam konstruował zegary. Za Jana III Sobieskiego kolekcja królewskich zegarów powiększyła się do około czterdziestu egzemplarzy; jeden z nich, bardzo ciekawy – mający dwa wahadła – został wymieniony w inwentarzu z 1669 roku, a więc zbudowano go najpóźniej dwanaście lat po wynalezieniu wahadła<sup>18</sup>. Usprawnienie zastosowane przez wspomnianego wyżej holenderskiego naukowca Christiaana Huygensa poprawiło działanie zegarów na tyle, że już w drugiej połowie XVII wieku zaczęto stosować drugą wskazówkę, dającą podział godziny na sześćdziesiąt minut<sup>19</sup>. W Polsce wahadło było powszechnie znane i stosowane w produkcji warsztatów zegarmistrzowskich od około 1700 roku, chociaż niektórzy mistrzowie unowocześniali swe wytwory przez użycie wahadła już w latach siedemdziesiątych XVII wieku<sup>20</sup> – przy czym dotyczyło to zegarów domowych. Ich późniejsza ewolucja przebiegała wprawdzie inaczej, ale początkowo były one zminiaturyzowanymi wersjami zegarów wieżowych, których konstrukcja nie zmieniła się przez ponad trzy stulecia<sup>21</sup>. Do końca XVIII wieku zegary wieżowe oraz domowe często wykonywały te same warsztaty, a zatrudnieni w nich zegarmistrzowie byli kowalami, ślusarzami lub złotnikami<sup>22</sup>. Pomimo formalnie niewyodrębnionej specjalności (cech zegarmistrzowski pojawił się dość późno, np. w Polsce przedstawiciele tej profesji aż do końca XVIII wieku należeli do korporacji skupiających rzemieślników różnych zawodów), zegar-

<sup>15</sup> Ludwik Zajdler, *Dzieje zegara* (Warszawa: Wiedza Powszechna, 1980), 180.

<sup>16</sup> Zajdler, *Dzieje*, 186.

<sup>17</sup> Christianson, *Zegary*, 31.

<sup>18</sup> Za: Włodarczyk, „Zegary”, 459.

<sup>19</sup> Christianson, *Zegary*, 33.

<sup>20</sup> Wiesława Siedlecka, *Polskie zegary* (Wrocław: Zakład Narodowy im. Ossolińskich, 1988), 87.

<sup>21</sup> Włodarczyk, „Zegary”, 454.

<sup>22</sup> Włodarczyk, „Zegary”, 458.

mistrzowie już od czasów średniowiecza cieszyli się powszechnym uznaniem. Dowodem tego jest choćby umieszczanie ich specjalności pośród zawodów spod tzw. znaku Merkurego – rzymskiego boga uznawanego za patrona m.in. ludzi o wybitnych zdolnościach artystycznych<sup>23</sup> (fot. 3).

Przedmiotem badań omówionych w niniejszym artykule jest tarcza zegarowa będąca częścią zegara wieżowego i mająca jedynie wskazówkę godzinową. Taka konstrukcja sugeruje jej wykonanie w tzw. epoce przedwahadłowej – w związku z tym, w przybliżeniu można ją datować na pierwszą połowę XVII wieku. Za takim czasem powstania przemawia także rodzaj ornamentów na snycerskiej obudowie zabytku. Wyniki analizy stylistycznej tarczy odpowiadają trendom pojawiającym się w ornamentyce Europy północnej od końca XVI stulecia. Manierystyczny ornament małżowinowo-chrząstkowy i typ schweifwerku oraz motyw uskrzydłonej hermy, przywodzą na myśl ryciny przede wszystkim takich autorów jak np. bracia Kilian (głównie Lucas Kilian, *Emblemata Sacra Passionis*, 1620), oraz ryciny zawarte we wzorniku *Neues Zierathenbuch* Friedricha Unteutschs (ok. 1640)<sup>24</sup> (fot. 4). Wpływ artystów niderlandzkich na sztukę polskich miast sięgał średniowiecza – a pierwszymi odbiorcami i przekaznikami tych tendencji były ważne miasta Prus: zwłaszcza Gdańsk, a także Elbląg, Toruń i Braniewo<sup>25</sup>. W pierwszej połowie XVII wieku manierizm na ziemiach polskich przybrał niderlandyzującą formę dzięki przychylnemu mecenasowi Władysława IV Wazy oraz polskiej szlachty. Z drugiej jednak strony, prężnej ideologii sarmackiej przypisuje się sięganie do nowych źródeł oraz poszukiwanie inspiracji wśród innych ośrodków artystycznych – czego efektem było rychłe zwrócenie wzroku ku powstałej we Włoszech estetyce baroku<sup>26</sup>.

## OPIS OBIEKTU I PROBLEMATYKA KONSERWATORSKA

Omawiana tarcza zegarowa to obiekt składający się z wielu elementów pełniących nie tylko funkcję mechaniczną i konstrukcyjną, ale również deko-

<sup>23</sup> Zajdler, *Dzieje*, 153.

<sup>24</sup> Universitätsbibliothek Augsburg, dostęp 14.03.2018, [http://digital.bib-bvb.de/view/bvb-mets/viewer.0.6.1.jsp?folder\\_id=0&dvs=1518347900571~143&pid=3363528&locale=pl&usePid1=true&usePid2=true](http://digital.bib-bvb.de/view/bvb-mets/viewer.0.6.1.jsp?folder_id=0&dvs=1518347900571~143&pid=3363528&locale=pl&usePid1=true&usePid2=true).

<sup>25</sup> Tadeusz Chrzanowski, „Geografia niderlandyzmu polskiego (XV–XVII w.)”, w *Niderlandyzm w sztuce polskiej. Materiały Sesji Stowarzyszenia Historyków Sztuki. Toruń, grudzień 1992* (Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 1995), 61.

<sup>26</sup> Chrzanowski, „Geografia niderlandyzmu”, 79.

racyjną – której służy snycerskie obramienie cyferblatów. Podstawowa problematyka konserwatorska związana jest przede wszystkim z różnorodnością i sposobem zastosowania poszczególnych materiałów. Główny podział, jaki należało wprowadzić podczas prac: na elementy drewniane i metalowe, narzuciły wymogi dotyczące zróżnicowanych warunków ich przechowywania oraz zastosowania odmiennych zabiegów konserwatorskich. Elementami drewnianymi są: 2 tarcze z cyferblatem, wykonane z drewna lipowego; 11 dębowych deseczek (klepek) stanowiących korpus zegara; dębowa podstawa mechanizmu oraz 2 drewniane kule zdobiące łańcuch. Do elementów metalowych należą: 2 złożone wskazówki godzinowe; stalowa przekładnia składająca się z 32 elementów; okucia; łańcuch służący do zawieszenia zegara pod sklepieniem oraz inne drobne elementy (ręcznie kute gwoździe i kliny – 18 sztuk). Każdy z tych składników ze względu na specyficzny charakter (np. niektórych nie można demontować, inne pokrywa polichromia lub złocenia) i różny stan zachowania, wymagał indywidualnego podejścia i programu prac konserwatorskich.

Przedmiotem analiz referowanych w niniejszym artykule są dwa polichromowane i złożone cyferblaty ze snycerskim obramieniem – zwane dalej tarczami – oraz dwie godzinowe wskazówki. Elementy te, silnie przemieszczające do wyobraźni odbiorcy, były najbardziej narażone na zniszczenia mechaniczne oraz wpływ niekorzystnych warunków klimatycznych. Obie tarcze zostały wyrzeźbione w podobny sposób, różnią się jednak drobnymi szczegółami w wyglądzie niektórych detali, co wynika z ręcznej obróbki drewna. Pod względem budowy, tarcze można podzielić na dwie części. Partia zewnętrzna, opracowana snycersko, pełni funkcję dekoracyjną. Partia wewnętrzna, na której wymalowane zostały kolejne godziny, mieści w środkowej strefie symboliczne przedstawienie Słońca na tle błękitnego nieba. Dwudziestoczwororamienna gwiazda została wpisana w niebieski okrąg – dwanaście dłuższych ramion skierowanych jest w stronę każdej z dwunastu godzin zegara. Błękitny kolor nieba uzyskano dzięki użyciu smalty w spoiwie olejnym, natomiast w warstwie wtórnej połączono smaltę z bielą ołowiową. Złocenia zostały wykonane w technice na mat, z wykorzystaniem mikstionu i płatków złota. Okala je namalowany czernią kostną w spoiwie glutynowym (wodorozcieńczalnym) pas czerni, na którym równomiernie rozlokowano dwanaście złotych, rzymskich cyfr oznaczających godziny. Pomiędzy cyframi znajdują się romboidalne kształty wyznaczające upływ czasu równy połowie godziny – w ich kierunku biegnie kolejnych dwanaście, krótszych ramion gwiazdy.

Dekoracja taka nie tylko zdobi, ale także zwiększa czytelność tarczy i funkcjonalność całego obiektu. W przeszłości niektóre kontury cyfr zostały poprawione przy użyciu farby zawierającej miedź<sup>27</sup>. Czas – po każdej ze stron – wskazywała tylko jedna, stalowa i połączona wskazówka.

Wokół cyferblatu znajduje się dekoracyjna snycerka. W otaczającym wieniec okuciu rozpoznajemy nawiązanie, do tego ówczesnie wychodzącego powoli z mody elementu ornamentu manierystycznego. Przede wszystkim jednak w tarczach został zastosowany ornament małżowinowo-chrząstkowy, który w polskich warsztatach zaczął być popularny w połowie drugiej ćwierci XVII wieku<sup>28</sup>. Elementy błękitne, tak jak w środkowej strefie tarczy, wykonano przy użyciu smalty w spoiwie olejnym, a następnie w mieszaninie z bielą ołowiową. Partie czerwieni zostały pokryte farbą, w skład której w pierwszej warstwie wchodził cynober w spoiwie olejnym, a w warstwie wtórnej minia. Elementem dodatkowym jest zielony wieniec, pokryty pierwotnie zielenią malachitową w spoiwie olejnym, później zastąpioną przez olejną farbę z zieleni hiszpańskiej. Uskrzydłone postacie herm po obu stronach tarcz oraz uskrzydłona główka anielska na środku dolnej części tarczy zostały pomalowane różową farbą o spoiwie olejnym, składającą się z bieli ołowiowej i cynobru. Skrzydła pokryto metalicznymi foliami – od strony wewnętrznej złotem płatkowym, od zewnętrznej płatkami srebra – a następnie dekoracyjnym, podbarwionym czerwonym pigmentem lakierem i jasną, błękitną farbą (biel ołowiowa ze smaltą). Srebro położono bezpośrednio na zaprawę, natomiast płatki złota na żółtą wytrawę olejną. Do wykonania włosów aniołów wykorzystano technikę awanturynową. Na ugrowe podmalowanie została położona gruba warstwa srebrnego proszku zatopiona w spoiwie olejno-żywicznym. Cały opisany ornament sprawia wrażenie ramy, a nie samodzielnego elementu snycerskiego. Z tego względu nie dominuje on nad partią, z której odczytywano czas, a obramienie i cyferblat tworzą harmonijną całość.

<sup>27</sup> Zastosowano prawdopodobnie czerń miedziową.

<sup>28</sup> W 3. tercji XVI w. po lata 30. XVII w. wszechwładnie panowała w snycerce dekoracja w duchu manieryzmu. Powszechnie stosowano ornament kartuszkowy – zawijany, przede wszystkim zaś okuciowy i roślinny, czerpany (często wiernie powtarzany) z popularnych w środkowej Europie wzorników niderlandzkich. W początkach 2. ćwierci XVII w. obok tych ornamentów pojawiła się dekoracja małżowinowa, zrazu wątki i słabo rozwinięta, w 2. tercji stulecia połączona z chrząstkową z zastosowaniem ażurów. Za: Jan Samek, *Polskie rzemiosło artystyczne. Czasy nowożytne* (Warszawa: WAI F, 1984), 138.



## STAN ZACHOWANIA I NAJBARDZIEJ ZNISZCZONE MIEJSCA

Od roku 1945 tarcza zegarowa przechowywana była w magazynach Muzeum Warmii i Mazur w Olsztynie, jej stan zachowania nie pozwalał bowiem na ekspozycję w salach muzealnych<sup>29</sup>. Oznacza to, że przez ponad siedemdziesiąt lat obiekt ten przebywał we względnie stabilnych warunkach klimatycznych. Wcześniej, o czym wiadomo z nagrania filmowego, tarcza przez pewien czas znajdowała się na zamku w Lidzbarku Warmińskim, zawieszona na zewnątrz pomiędzy arkadowym dziedzińcem, a zamkowymi krużgankami, gdzie nieustannie narażona była na ekstremalne warunki pogodowe. Przypomnijmy, że podczas nagrania wspomnianego filmu trwała zima (Armia Czerwona zajęła Lidzbark Warmiński 31 stycznia); możliwe, że wtedy właśnie uległa największym zniszczeniom. Najprawdopodobniej w tym czasie, pojawiły się uszkodzenia takie jak pionowe pęknięcia desek w obu tarczach, liczne zacieki (wewnątrz i na zewnątrz tarczy) występujące szczególnie po jednej jej stronie, zapewne skierowanej w stronę otwartego dziedzińca. Poza pęknięciami desek obecne były również liczne, choć niewielkie ubytki drewna, najczęściej powiązane z wyłamaniem delikatnych i najbardziej wystających elementów snycerki. Nie były to jednak jedyne zniszczenia. Wiadomo, że część ubytków musiała powstać wcześniej, były bowiem pokryte wtórną warstwą polichromii.

Po przeprowadzeniu badań obiektu ustalono, że był on używany przez dość długi czas. Na stalowej przekładni znajdującej się wewnątrz tarczy dostrzeżono ślady zużycia pewnych elementów oraz ich naprawy, polegającej głównie na naddaniu metalu i ustabilizowaniu stalowych łączeń. Poza mechanizmem „pracom konserwatorskim” poddana została również prawie cała zewnętrzna powierzchnia tarcz, tzn. polichromia i złocenia. Ze względu na zły stan tarcz, bardzo dużą ilość brudu i kurzu pokrywającego wszystkie elementy, dopiero w wyniku badań laboratoryjnych udało się określić zakres zniszczeń, stan zachowania warstw oryginalnych i wtórnych. W drewnie, chociaż utrzymanym w dobrym stanie, widoczne były ślady aktywności mikrobiologicznej żerujących drewnojadów oraz owadów z rodziny skórnikowatych. Obie tarcze miały pęknięcia w postaci długich, wąskich szczelin: albo na styku klejonych desek, albo w miejscach największych naprężeń drewna. Widoczne były ślady wcześniejszych napraw. Na jednej z tarcz fragmenty

<sup>29</sup> Prace konserwatorskie trwały od marca 2016 r. do października 2018 r. vide przypis 7.

odpadającego ornamentu były przybite do desek gwoździami. Na tarczach położono również wtórną polichromię.

Obie tarcze na pewno były przez długi czas narażone na bardzo złe warunki przechowywania. Oprócz trzech dużych ubytków fragmentów ornamentu oraz drobniejszych braków elementów drewnianych, na całej powierzchni występowały bardzo liczne ubytki zaprawy i warstwy malarskiej. Polichromia była starta, zadrapana, pokryta zaciekami, niesamowicie zakurzona – wręcz z depozytami glebowymi w zagłębieniach zdobień. Resztki srebrnej folii całkowicie skorodowały, a rzymskie cyfry były już w większości nieczytelne. Po zdemontowaniu tarcz ukazały się liczne zacieki na ich odwrociu: szczególnie dookoła żłobień, w miejscach montażu klepek, oraz w okolicach otworów – na górze i na dole tarczy oraz pośrodku – w okolicy wskazówek.

Sposób wykonania dębowych klepek sprawił, że utrzymały swój idealny kształt. Niektóre z nich – zapewne na skutek działań mechanicznych – pękły na pół. Szczególnie osłabione i podatne na urazy mechaniczne były klepki, przez które przechodziły różne metalowe elementy mocujące. W twardym dębowym drewnie swoje korytarze oraz charakterystyczne odchody pozostawił tykotek pstry. Na powierzchni całego korpusu rozsiane były pojedyncze otwory wylotowe po młodych osobnikach. Klepki były bardzo zabrudzone, kurz wżarł się w warstwę malarską od zewnątrz, przytępiając kolor pokrywającej je monochromii tak, że sprawiała wrażenie fioletowego. Brud osadził się również po drugiej stronie tarcz i w połączeniu z wodą pozostawił trudne do usunięcia zacieki. Klej glutynowy pomiędzy klepkami już od dawna nie spełniał swojej funkcji; tym zapewne należy tłumaczyć obecność dodatkowych kątowników, utrzymujących razem klepki i tarcze. Jeden z nich dodano najprawdopodobniej w czasie „odnawiania” zegara. Podstawa mechanizmu dochowała się w dobrym stanie – poza kurzem, zaciekami i produktami korozji, które za pośrednictwem metalowych elementów znalazły się również i na niej, była wciąż zdalna do pełnienia swojej funkcji. Gwoździe i wskazówki były silnie skorodowane. Pod wpływem korozji została zniszczona warstwa złoceń na powierzchni wskazówek: pojawiły się na niej liczne wżery i ubytki; w jednej ze wskazówek brakowało również ołowiowej przeciwwagi. Produkty korozji pokrywały także stalowy werk oraz okucia korpusu, na których znajduje się warstwa polichromii. W podobnym stanie był jedyny zachowany oryginalny łańcuch. Poza skutkami korozji, kondycja wszystkich elementów była na tyle dobra, że po przeprowadzonej konserwacji będą mogły znów pełnić swoją funkcję konstrukcyjną lub mechaniczną.

## BADANIA

W celu określenia zmian w warstwach polichromii i złoceń pobrano próbki do badań laboratoryjnych. Miejsca pobrania próbek wytypowano tak, by były reprezentatywne dla każdej występującej w obiekcie partii kolorystycznej (fot. 5). Dla określenia materiałów pierwotnych i wtórnych przeprowadzono zestaw nieinwazyjnych badań analitycznych, takich jak: fotografia w świetle widzialnym, fotografia fluorescencji wzbudzonej ultrafioletem (UV), reflektografia w podczerwieni (IR), fluorescencyjna analiza rentgenowska przy zastosowaniu skanera (makro-XRF)<sup>30</sup>. Pobrano także próbki, których użyto do badań mikroskopowych, mikrochemicznych i instrumentalnych, takich jak: fluorescencyjna spektroskopia rentgenowska (XRF) i scaningowa mikroskopia elektronowa ze spektrometrią dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego (SEM-EDS)<sup>31</sup>. Dodatkowo w celu precyzyjnego określenia materiałów pierwotnych i wtórnych, a przede wszystkim produktów degradacji, przeprowadzono szczegółowe pomiary metodą spektroskopii absorp-

<sup>30</sup> Fotografie lica obrazu w podczerwieni (IR) wykonał Jacek Szczurek z Pracownia Fotograficzna, IZK, Wydział Sztuk Pięknych UMK w Toruniu, a we fluorescencji wzbudzonej ultrafioletem (UV) wykonała i zinterpretowała Paula Śwituszek. Zastosowano cyfrowy system do reflektografii w zakresie bliskiej podczerwieni z filtrem 780 nm oraz lampę UV typu Emita z filtrem Wooda 365 nm. Pomiary z użyciem wielkoformatowego skanera fluorescencji rentgenowskiej (makro-XRF) M6 JetStream przeprowadziła oraz opracowała wyniki Magdalena Iwanicka, Zakład Konserwacji Malarstwa i Rzeźby Polichromowanej, IZK Wydział Sztuk Pięknych UMK w Toruniu.

<sup>31</sup> Badania mikrochemiczne i analizę mikroskopową stratygrafii próbek warstw malarskich wykonała Paula K. Śwituszek pod kierunkiem Justyny Olszewskiej-Świetlik, Bożeny Szmelter-Fausek, Teresy Kurkiewicz. W celu ustalenia stratygrafii próbki zatopiono w żywicy „Duracryl Plus” prod. Spofa Dental (Czechy) i wyszlifowano papierem ściernym o granulacji od 300 do 2000. Do obserwacji przekrojów poprzecznych użyto mikroskopu Optiphot 2, stosując powiększenia 40 i 100. Fotografie mikroskopowe wybranych przekrojów w świetle widzialnym (VIS), luminescencji wzbudzonej ultrafioletem (UV) wykonała Zuzanna Rozłucka za pomocą mikroskopu fluorescencyjnego Nikon Eclipse 600, przy powiększeniach 100 i 200 razy, zintegrowanego z lampą rtęciową Nikon Super HB 1010AF i standardowym blokiem filtrów UV 2A: EX 330–380 nm, DM 400 nm, BA 420 nm. Do badań pigmentów i barwników zastosowano następujące metody instrumentalne: 1) rentgenowską analizę fluorescencyjną (XRF) przy użyciu energodispersyjnego spektrometru rentgenowskiego z układem helowym Mini Pal PW 4025 – badania wykonał Adam Cupa z Zakładu Technik i Technologii Malarskich, IZK, Wydział Sztuk Pięknych UMK w Toruniu; 2) energodispersyjną analizę rentgenowską za pomocą mikroskopu elektronowego (SEM-EDS) i skaningowego mikroskopu elektronowego produkcji Leo Electron Microscopy Ltd, Cambridge, England, typ1430 VP, ze spektrometrem rentgenowskim EDS Quanrax 200 i detektorem Xflash 4010, Bruker AXS, Niemcy – badania wykonała Grażyna Szczepańska z Pracowni Analiz Instrumentalnych, Wydział Chemii UMK Toruniu.

cyjnej w podczerwieni z transformacją Fouriera (*Fourier transform infrared spectroscopy*, FTIR) w trybie osłabionego całkowitego wewnętrznego odbicia (*attenuated total reflection*, ATR)<sup>32</sup> (tab. 1).

Pomiary FTIR badanych próbek (rys. 1) zostały wykonane przy użyciu spektrometru Nicolet iZ10 firmy Thermo Scientific™ sprzężonego z mikroskopem iN10MX, z zastosowaniem metody ATR. Widma próbek proszkowych (próbka nr 1 – czerwony ornament i próbka nr 2 – awanturyn, włosy anioła) zostały zebrane z wykorzystaniem kryształu diamentowego i detektora z deuterowanym siarczanem(VI) triglicyny (*deuterated triglycine sulphate*, DTGS) w zakresie spektralnym od 4000 do 400 cm<sup>-1</sup>, natomiast sygnały spektralne dla próbki w postaci przekroju poprzecznego (próbka nr 3 – cyferblat, partia błękitu) zarejestrowano za pomocą punktowego detektora rtęciowo-kadmo-wo-telurowego (*mercury-cadmium-telluride*, MCT) o zakresie spektralnym od 4000 do 675 cm<sup>-1</sup> i kryształu germanowego. Liczba zliczeń wynosiła 256, natomiast rozdzielczość spektralna była równa 4 cm<sup>-1</sup>. Do analizy otrzymanych wyników zastosowano program OMNIC (wersja 9.0).

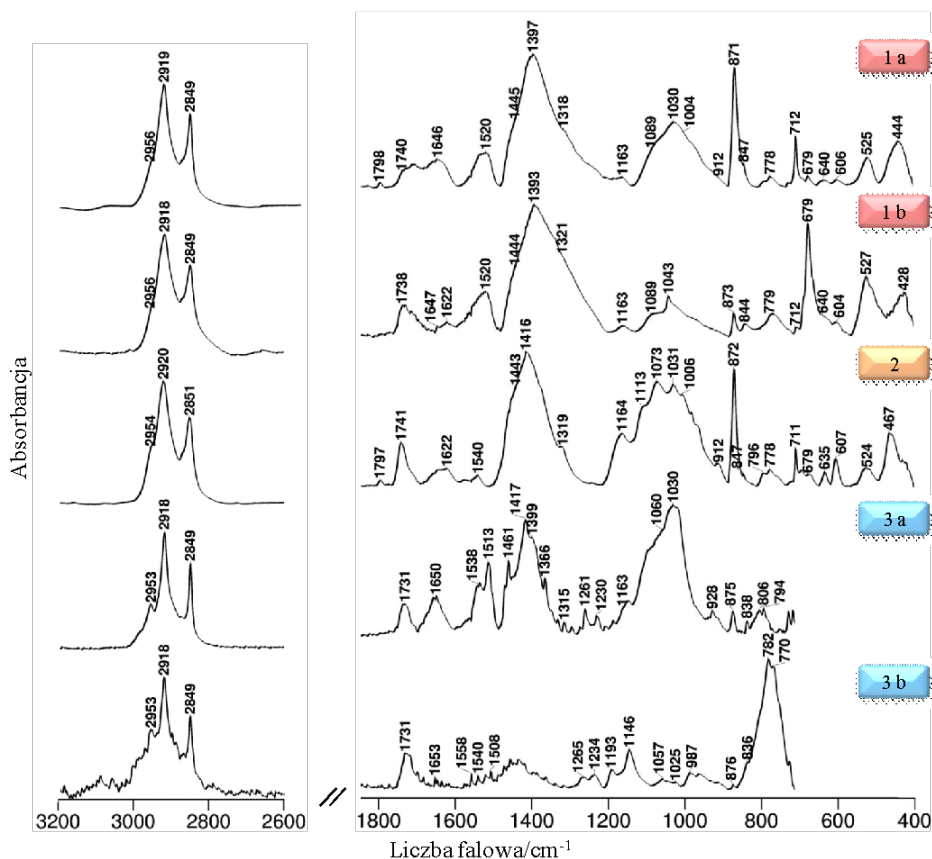
Tabela 1. Lista pigmentów, spoiw i produktów degradacji zidentyfikowanych w poszczególnych próbkach za pomocą techniki ATR-FTIR

Próbka	Zidentyfikowany związek	Skład chemiczny	Położenie charakterystycznych pasm FTIR [cm <sup>-1</sup> ]
1	2	3	4
1a – Czerwony ornament (proszki)	Kreda	CaCO <sub>3</sub>	1798, 1397, 1163, 1089, 871, 847, 800, 778, 712, 525
	Naturalna ziemia czerwona + olej lniany	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2919, 2849, 1740, 1163, 1113, 1030, 1004, 912, 796, 778, 679, 640, 525
	Smalta	CoO·nK <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	1163, 1030, 796, 778, 444
	Whewellit (szczawian wapnia)	CaC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ·H <sub>2</sub> O	1318, 778
	Gips	CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	1445, 1113, 1004, 729, 640, 606
	Mydła ołowiowe		2919, 2849, 1520

<sup>32</sup> Badania wykonały: Ewa Pięta, Jolanta Adamczyk i Czesława Paluszkiewicz z Instytutu Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie. Badania zostały wykonane z wykorzystaniem aparatury zakupionej w ramach projektu współfinansowanego ze środków Małopolskiego Regionalnego Programu Operacyjnego Działanie 5.1 Krakowski Obszar Metropolitalny, jako ważny węzeł europejskiej przestrzeni badawczej na lata 2007–2013, projekt nr MRPO.05.01.00-12-013/15.

Cd. tab. 1.

1	2	3	4
1b – Czerwony ornament (proszki)	Kreda	$\text{CaCO}_3$	1393, 1163, 1089, 873, 844, 800, 712, 527
	Biel ołowiowa	$2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$	3523, 2918, 2849, 1738, 1393, 1360, 1043, 844, 769, 692, 679
	Whewellit (szczawian wapnia)	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	1622, 1321, 779
	Gips	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	3523, 1622, 1682, 1622, 1444, 1115, 640, 604
	Mydła ołowiowe		2918, 2848, 1520
2 – Awanturyn, włosy anioła (proszki)	Kreda	$\text{CaCO}_3$	1797, 1395, 1164, 872, 847, 778, 711, 524
	Naturalna ziemia czerwona + olej lniany	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	2921, 2851, 1741, 1164, 1110, 1031, 1006, 912, 796, 778, 679, 635, 524, 467
	Smalta	$\text{CoO} \cdot n\text{K}_2\text{SiO}_3$	1164, 1031, 796, 778, 696
	Whewellit (szczawian wapnia)	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	1622, 1319, 779
	Gips	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	3523, 1683, 1622, 1443, 1113, 1006, 729, 679, 607
	Mydła ołowiowe		2921, 2851, 1540
3a – Cyferblat, partia błękitu (przekrój, warstwa 1)	Smalta	$\text{CoO} \cdot n\text{K}_2\text{SiO}_3$	1163, 1030, 806, 794
	Biel ołowiowa	$2\text{PbCO}_3 \cdot \text{Pb(OH)}_2$	2954, 2949, 2818, 1731, 1399, 1366, 1060, 838
	Kreda	$\text{CaCO}_3$	1461, 1417, 875
	Whewellit (szczawian wapnia)/ Moolooit (szczawian miedzi)	$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} / \text{CuC}_2\text{O}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	1315, 794/1366, 1315
	Mydła ołowiowe		2954, 2918, 2849, 1538, 1513
3b – Cyferblat, partia błękitu (przekrój, warstwa 2)	Smalta	$\text{CoO} \cdot n\text{K}_2\text{SiO}_3$	1023, 782, 770
	Kwasy tłuszczowe (składnik spoiwa olejnego)		2950, 2918, 2849



równej  $1397\text{ cm}^{-1}$  można zauważyć szerokie pasmo charakterystyczne dla kredy ( $\text{CaCO}_3$ ), któremu towarzyszy wąskie i intensywne pasmo pojawiające się przy  $871\text{ cm}^{-1}$ . Dodatkowe sygnały spektralne charakterystyczne dla tego związku pojawiają się przy  $1798\text{ cm}^{-1}$ ,  $1163\text{ cm}^{-1}$ ,  $1089\text{ cm}^{-1}$ ,  $847\text{ cm}^{-1}$ ,  $800\text{ cm}^{-1}$ ,  $778\text{ cm}^{-1}$ ,  $712\text{ cm}^{-1}$  i  $525\text{ cm}^{-1}$ . Na uwagę zasługują również pasma występujące przy następujących liczbach falowych:  $2919\text{ cm}^{-1}$ ,  $2849\text{ cm}^{-1}$ ,  $1740\text{ cm}^{-1}$ ,  $1163\text{ cm}^{-1}$ ,  $1113\text{ cm}^{-1}$ ,  $1030\text{ cm}^{-1}$ ,  $1004\text{ cm}^{-1}$ ,  $912\text{ cm}^{-1}$ ,  $796\text{ cm}^{-1}$ ,  $778\text{ cm}^{-1}$ ,  $679\text{ cm}^{-1}$ ,  $640\text{ cm}^{-1}$ ,  $525\text{ cm}^{-1}$ , które wskazują na obecność mieszaniny naturalnej ziemi czerwonej ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) z olejem lnianym w badanym materiale. Z kolei sygnały spektralne obserwowane przy  $1163\text{ cm}^{-1}$ ,  $1030\text{ cm}^{-1}$ ,  $796\text{ cm}^{-1}$ ,  $778\text{ cm}^{-1}$  i  $444\text{ cm}^{-1}$  świadczą o zawartości smalty ( $\text{CoO}\cdot n\text{K}_2\text{SiO}_3$ ). Widma bogate są także w szereg sygnałów spektralnych związanych z obecnością bieli ołowiowej ( $2\text{PbCO}_3\cdot\text{Pb}(\text{OH})_2$ ), tj.  $3523\text{ cm}^{-1}$ ,  $2918\text{ cm}^{-1}$ ,  $2849\text{ cm}^{-1}$ ,  $1738\text{ cm}^{-1}$ ,  $1393\text{ cm}^{-1}$ ,  $1360\text{ cm}^{-1}$ ,  $1043\text{ cm}^{-1}$ ,  $844\text{ cm}^{-1}$ ,  $769\text{ cm}^{-1}$ ,  $692\text{ cm}^{-1}$ ,  $679\text{ cm}^{-1}$  (widmo 1b). Ponadto zauważono wpływ produktów degradacji, tj. szczawianu wapnia (whewellit,  $\text{CaC}_2\text{O}_4\cdot\text{H}_2\text{O}$ ) na badany obiekt, co przejawia się w widmie obecnością pasm  $1318\text{ cm}^{-1}$  i  $778\text{ cm}^{-1}$ . Przeprowadzona analiza pozwoliła także na zidentyfikowanie gipsu ( $\text{CaSO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , na podstawie obecności pasm:  $1445\text{ cm}^{-1}$ ,  $1113\text{ cm}^{-1}$ ,  $1004\text{ cm}^{-1}$ ,  $729\text{ cm}^{-1}$ ,  $640\text{ cm}^{-1}$  i  $606\text{ cm}^{-1}$ ) i mydeł ołowiowych (obecność pasm:  $2919\text{ cm}^{-1}$ ,  $2849\text{ cm}^{-1}$  i  $1520\text{ cm}^{-1}$ ) w omawianej próbce.

Występowanie zaprawy kredowej stwierdzono także w próbce nr 2 (awanturnyn, włosy anioła), na co wskazują silne pasma przy  $1797\text{ cm}^{-1}$ ,  $1395\text{ cm}^{-1}$ ,  $1164\text{ cm}^{-1}$ ,  $872\text{ cm}^{-1}$ ,  $847\text{ cm}^{-1}$ ,  $778\text{ cm}^{-1}$ ,  $711\text{ cm}^{-1}$ ,  $524\text{ cm}^{-1}$ . Podobnie jak w przypadku wyżej omawianej próbki, zidentyfikowano naturalną ziemię czerwoną z olejem lnianym, co przejawia się w widmie obecnością następujących sygnałów spektralnych:  $2921\text{ cm}^{-1}$ ,  $2851\text{ cm}^{-1}$ ,  $1741\text{ cm}^{-1}$ ,  $1164\text{ cm}^{-1}$ ,  $1110\text{ cm}^{-1}$ ,  $1031\text{ cm}^{-1}$ ,  $1006\text{ cm}^{-1}$ ,  $912\text{ cm}^{-1}$ ,  $796\text{ cm}^{-1}$ ,  $778\text{ cm}^{-1}$ ,  $679\text{ cm}^{-1}$ ,  $635\text{ cm}^{-1}$ ,  $524\text{ cm}^{-1}$  i  $467\text{ cm}^{-1}$ . Dodatkowo intensywne pasma obserwowane przy  $1164\text{ cm}^{-1}$ ,  $1031\text{ cm}^{-1}$ ,  $796\text{ cm}^{-1}$ ,  $778\text{ cm}^{-1}$  i  $696\text{ cm}^{-1}$  dowodzą obecności smalty w badanej próbce. Przeprowadzona analiza dowiodła również wpływu szczawianów (whewellit) na omawiany obiekt oraz obecności gipsu i mydeł ołowiowych (fot. 6).

W ramach wykonanych badań pomiarom FTIR poddano również przekrój poprzeczny próbki z cyferblatu reprezentującej partię błękitu (rys. 1, widma 3a i 3b). W warstwie nr 1 (3a, wtórna warstwa błękitu – przemalowanie) scharakteryzowano mieszaninę smalty (pasma przy:  $1163\text{ cm}^{-1}$ ,  $1030\text{ cm}^{-1}$ ,  $806\text{ cm}^{-1}$  i  $794\text{ cm}^{-1}$ ) z bielą ołowiową (charakterystyczne pasma:  $2954\text{ cm}^{-1}$ ,

2949  $\text{cm}^{-1}$ , 2818  $\text{cm}^{-1}$ , 1731  $\text{cm}^{-1}$ , 1399  $\text{cm}^{-1}$ , 1366  $\text{cm}^{-1}$ , 1060  $\text{cm}^{-1}$  i 838  $\text{cm}^{-1}$ ). Dodatkowo wskazano na zawartość kredy (1461  $\text{cm}^{-1}$ , 1417  $\text{cm}^{-1}$  i 875  $\text{cm}^{-1}$ ), szczawianów (whewellit – szczawian wapnia i/lub moolooit – szczawian miedzi, pasma odpowiednio przy 1315  $\text{cm}^{-1}$ , 794  $\text{cm}^{-1}$  oraz 1366  $\text{cm}^{-1}$ , 1315  $\text{cm}^{-1}$ ) i mydeł ołowiowych (sygnały spektralne: 2954  $\text{cm}^{-1}$ , 2918  $\text{cm}^{-1}$ , 2849  $\text{cm}^{-1}$ , 1538  $\text{cm}^{-1}$  i 1513  $\text{cm}^{-1}$ ) w opisywanej warstwie. Z kolei warstwa nr 2 (3b, oryginalna warstwa smalty) poza smaltą (pasma przy 1023  $\text{cm}^{-1}$ , 782  $\text{cm}^{-1}$  i 770  $\text{cm}^{-1}$ ) zawierała przypuszczalnie kwasy tłuszczowe jako składnik spoiwa olejnego (2950  $\text{cm}^{-1}$ , 2918  $\text{cm}^{-1}$  i 2849  $\text{cm}^{-1}$ ) (fot. 7, 8).

Wyniki przeprowadzonych badań potwierdziły szeroki zakres wtórnych przemalowań. Obejmują one partie błękitów, czerwieni i zieleni oraz złocenia – przedstawiono je w tab. 2. Oryginalna polichromia bez późniejszych ingerencji zachowała się jedynie w partiach karnacji, srebrzeniach na skrzydłach postaci aniołów oraz czarnej części cyferblatu. Wybiórczość w „odnawianiu” konkretnych fragmentów polichromii miała zapewne związek z ich wyglądem i stanem zachowania. Można stąd wysnuć wniosek, że o ile fragmenty pokryte czerwoną oraz zieloną farbą uległy głównie zniszczeniom mechanicznym polegającym na przetarciu polichromii, jej zadrapaniu, spękaniu i wykruszeniu warstwy malarskiej (fot. 9), o tyle w partiach błękitów nastąpiła degradacja pierwotnej kolorystyki, którą należy powiązać z procesami chemicznymi. Do wykonania błękitnej polichromii wykorzystano smaltę ze spoiwem olejnym. Zmiany pierwotnej kolorystyki w partiach wykonanych smaltą powstały zarówno w części polichromii położonej bezpośrednio na drewnie, jak i na zaprawie klejowo-kredowej (fot. 7, 8). Zastosowanie spoiwa olejnego miało wpływ na zakres degradacji warstwy malarskiej. Poszarzenie wszystkich błękitnych fragmentów tarczy mogło być główną przyczyną zlecenia przemalowań (fot. 10, 11). Aby sprawdzić, na ile zmieniła się intensywność koloru, postanowiono przeprowadzić dokładną analizę składu chemicznego obu pigmentów. Badania przekrojów poprzecznych próbek, FTIR oraz SEM-EDS wykazały, że dwie znajdujące się jedna na drugiej warstwy błękitu mają inny skład i zupełnie różny stopień degradacji (tab. 3 oraz fot. 7). Powszechnie wiadomo, że smalta w spoiwie olejnym w trakcie procesu starzenia ulega zmianom kolorystycznym polegającym na poszarzeniu, blednięciu aż do zaniku błękitnej barwy. W literaturze przedmiotu wskazuje się na związek błękitnego pigmentu – smalty w spoiwie olejnym ze zmianami kolorystycznymi warstwy malarskiej<sup>35</sup>.

<sup>35</sup> Nicholas Eastaugh et al., *Pigment Compendium. A Dictionary and Optical Microscopy of Historical Pigments* (Amsterdam: Elsevier, 2008), 351–352; Marika Spring, Catherine Higgitt



W dawnych traktatach malarskich często opisywano sposoby zapobiegania odbarwianiu smalty w spoiwie olejnym. Na przykład siedemnastowieczny lekarz i teoretyk De Mayerne i osiemnastowieczny malarz podali wskazówki dotyczące odciążania nadmiernej ilości oleju z położonej i jeszcze niewyschniętej warstwy malarskiej<sup>34</sup>. Oznacza to, że dość szybko malarze zorientowali się, jak destrukcyjny wpływ na ten pigment ma spoiwo olejne<sup>35</sup>. Zalecano także dodawanie do smalty bieli ołowiowej, która miała zapobiec utracie

---

i David Saunders, "Investigation of Pigment-Medium Interaction Processes in Oil Paint Containing Degraded Smalt", *National Gallery Technical Bulletin* 26 (2005): 56–70; Mary P. Merrifield, *Original Treatises on the Arts of Painting*, t. 1 (New York: Dover Publications, 1967), 205–210; Heike Stege, "Out of the Blue? Considerations on the Early use of Smalt as Blue Pigment in European Easel Painting", *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung* 18, z. 1 (2004): 121–142; Justyna Olszewska-Świetlik i Bożena Szmelter-Fausek, „Technika opracowania błękitów w malarstwie gdańskim od połowy XVI do końca XVIII w.”, *Acta Universitatis Nicolai Copernici. Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo* 46 (2015): 246; Justyna Olszewska-Świetlik i Bożena Szmelter-Fausek, „Stan zachowania smalty w wybranych obrazach gdańskich: Antona Möllera (1563/5–1611), Hermanna Hana (1580–1627/8) i Isaaca van den Blocke (przed 1589 – po 1624)”, *Acta Universitatis Nicolai Copernici. Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo* 45 (2014): 493–518.

<sup>34</sup> Piotr Rudnicki, *Pigmenty i ich identyfikacja* (Warszawa: ASP, 1995), 59. Za: Sir Charles Lock Eastlake, *Methods and Materials of Painting of the Great School and Masters*, t. 1 (New York: Dover Publications Inc., 1960), 386, 427–428, 455–456; Rutherford J. Gettens, George L. Stout, *Painting Materials* (New York: Dover Publications, 1966), 157–159; Rudolf Giovanoli, Bruno Muhlethaler, "Investigation of Discoloured Smalt", *Studies in Conservation* 15 (1970): 62–71; Bruno Muhlethaler, Jean Thiessen, "Smalt", *Studies in Conservation* 14 (1969): 47–61. Sir Théodore Turquet de Mayerne (1573–1655) – urodzony w Genewie fizyk i nadworny lekarz królów Francji i Anglii; jeden z licznych pozostawionych przez niego rękopisów medycznych, sporządzony w latach 1620–1646, zawiera opis technologii i technik malarskich, o których opowiedzieli mu artyści, m.in. Rubens, van Dyck, Mytens, Paul van Somer, Cornelius Johnson, Trevor-Roper; zob. Hugh Redwald, *Europe's Physician: the Various Life of Sir Theodore de Mayerne* (Yale: University Press, 2006). Acisclo Antonio Palomino de Castro y Velasco (1655–1726) – hiszpański malarz barokowy i teoretyk malarstwa, zatrudniony m.in. na dworze króla Karola II; autor trzech traktatów o malarstwie: „La teórica de la pintura” (1715), „La práctica de la pintura” (1724) i „El parnaso español pintoresco laureado” (1724); zob. „Palomino de Castro y Velasco, Acisclo Antonio”, w *Encyclopædia Britannica*, t. 20 (Cambridge: University Press, 1910–11, (11. wyd.), 655.

<sup>35</sup> Badania smalty przeprowadzone na wybranych obrazach z National Gallery w Londynie wykazały, że do spoiwa olejnego migrują kobalt i potas oraz inne pierwiastki przejściowe zawarte w smalcie. Dodatkowo warunki klimatyczne, takie jak wysoka wilgotność, mogą wpływać na ługowanie soli metali z sieci krzemionkowej oraz alkalicznych soli potasowych i sodowych. Proces ten nie tylko niszczy szkło, ale również w obecności spoiwa olejnego wywołuje reakcję zmydlania lub kondensacji, które przyczyniają się do żółknięcia warstwy malarskiej. Za: Spring, Higgitt i Saunders, "Investigation", 56–70; Marika Spring et al., „Colour Change in the Conversation of the Magdalen Attributed to Pedro Campaña”, *National Gallery Technical Bulletin* 22 (2001): 57–58; Olszewska-Świetlik i Szmelter-Fausek, „Stan zachowania”, 493–518.

koloru<sup>36</sup>. Taka mieszanka stała się wkrótce podstawową bazą do imitacji koloru nieba<sup>37</sup>.

W opisywanej tarczy zegarowej do namalowania błękitu imitującego niebo użyto farby w dwóch wersjach: z jednym pigmentem, czyli smaltą, oraz w mieszaninie z bielą ołowiową<sup>38</sup>. Jak pokazują wyniki badań wykonanych mikroskopem skaningowym (tab. 3), warstwa smalty w spoiwie olejnym położona jako pierwsza, zawiera o wiele niższą procentową zawartość pierwiastków takich jak krzem, potas i kobalt od warstwy drugiej, położonej w mieszaninie z bielą ołowiową. Intensywność koloru smalty jako pigmentu nieorganicznego, wytworzonego przez rozdrobnienie szkła potasowego zabarwionego tlenkiem kobaltu, jest uzależniona właśnie od ilości wymienionych pierwiastków. Zawartość potasu w warstwie pierwotnej wynosi około 0,99%, co wskazuje na jego degradację, natomiast w warstwie wtórnej, dobrze zachowanej – 3,90%. Ponadto warstwa ta względem oryginalnej polichromii zawiera o 3 punkty procentowe więcej krzemu i o pół punktu więcej kobaltu oraz dodatkowo nikiel i arsen, które w warstwie pierwotnej nie występują.

Tabela 3. Wyniki analizy procentowej zawartości masowej pierwiastków w przekroju poprzecznym błękitnej warstwy malarskiej

Warstwa	Wyniki analizy SEM/EDS (% masowy)														
	C	O	Na	Mg	Al	Si	P	Cl	K	Ca	Fe	Co	Ni	As	Pb
1. Zaprawa	9,93	62,84	–	0,15	0,11	0,60	–	0,07	–	24,50	–	–	–	–	1,80
2. Smalta I	16,25	58,37	0,76	0	0,62	11,40	–	0,16	0,99	5,65	0,61	0,59	–	–	4,59
3. Biel Pb	17,49	55,15	–	0,99	0,40	4,06	–	–	1,02	1,96	0,31	0,33	–	–	18,30
4. Smalta II	13,85	52,98	0,76	–	0,68	14,93	0,07	0,32	3,90	2,22	1,13	1,12	0,24	1,67	6,12

W omawianym obiekcie, poza błękitną warstwą malarską, przemiany fizyczne i chemiczne objęły również srebrzenia. Badania nie wskazują na to,

<sup>36</sup> Annelies van Loo, *Color Changes and Chemical Reactivity in Seventeenth-Century Oil Paintings* (Amsterdam: University of Amsterdam, 2008), 53–54, dostęp 24.03.2018, [https://pure.uva.nl/ws/files/4280227/53044\\_thesis.pdf](https://pure.uva.nl/ws/files/4280227/53044_thesis.pdf).

<sup>37</sup> Rudnicki, *Pigmenty*, 59.

<sup>38</sup> Błękitne tła tarcz zegarowych symbolizowały niebo, na którym bardzo często umieszczano symbol Słońca. Liczba promieni słonecznych odpowiadała zwykle liczbie godzin na tarczy, co miało ułatwiać odczytywanie wskazań zegara.

aby były one wykonanie wtórnie. Cienka warstwa folii uległa typowej dla tego metalu korozji<sup>39</sup>. Źle zabezpieczone srebro pod wpływem obecnego w atmosferze siarkowodoru prawie zupełnie przemieniło się w czarny siarczek srebra, pozostawiając niegdyś migoczące partie skrzydeł, włosów oraz dolnych części aniołów niemal zupełnie czarne.

### PODSUMOWANIE

Tarcza zegarowa ze zbiorów Muzeum Warmii i Mazur w Olsztynie to zabytek, na którego niezwykłość składają się nie tylko historia i wojenne losy, ale również technologia i technika wykonania cyferblatów oraz mechanizmu zegarowego. Do budowy obiektu użyto przede wszystkim drewna. Korpus osłaniający stalową przekładnię tworzy jedenaście dębowych klepek, natomiast dwa dekoracyjne cyferblaty ze snycerskim obramieniem deski z drewna lipowego. Tarcza zegarowa jest przeznaczona do zawieszenia, dlatego zamontowano do niej również kuty, stalowy łańcuch. Odpowiednia konstrukcja znajdującej się we wnętrzu tarczy przekładni sprawia, że wskazania właściwego zegara mechanicznego przenoszą się za pomocą pędni na ruch dwóch złożonych wskazówek godzinowych. Jest to więc wisząca, dwustronna tarcza zegarowa – obecnie taki model czasomierza można spotkać raczej na zewnątrz budynków, np. na peronach dworców kolejowych. W przeszłości – w XVII wieku – było to rozwiązanie jeszcze bardziej unikatowe; przeprowadzona w europejskich placówkach kwerenda nie dała pozytywnego rezultatu – nie znaleziono żadnego podobnie datowanego obiektu tego typu!

Na podstawie badań laboratoryjnych próbek pochodzących z warstwy malarskiej, złocen i srebrzeń odtworzono chronologię i zakres przemian, jakim podlegała polichromia tarczy zegarowej na przestrzeni lat. Ustalono, że „odświeżeniu” poddano zniszczone partie zieleni i czerwieni. Użyto do tego pigmentów innych niż zastosowane w warstwie oryginalnej, w taki jednak sposób, aby uzyskać efekt kolorystyczny zbliżony do pierwotnego. Oryginalną zielenią malachitową pokryto ciemniejszą od niej zielenią hiszpańską, a cienką warstwę sztucznego cynobru zastąpiono bardziej gruboziarnistą farbą na bazie minii. Położono również wtórne złocenia wykorzystując szlachetny metal (złotą folię). W partiach błękitnych położono kolejną warstwę stosując smaltę w mieszaninie z bielą ołowiową. Nie zostały natomiast wykonane wtórne srebrzenia. Być może w chwili przeprowadzania zabiegów przemalowań jeszcze

<sup>39</sup> Rudnicki, *Pigmenty*, 112.

nie doszło do degradacji srebrzeń, gdyż folia została zabezpieczona spoiwem wodnym: białkowym lub gumowym. Dopiero przeniesienie tarczy na zewnątrz sprawiło, że oddziaływały na nią złe warunki atmosferyczne, co przyczyniło się do zniszczenia warstwy zabezpieczeń na srebrze, a następnie korozji metalu. Nieliczne partie, w których srebrna folia zachowała się lepiej, pokryte były lakierem - nie miał on jednak pełnić funkcji ochronnej, a stanowił rodzaj barwnego laserunku, kładzionego miejscowo. Pozostałości tej dekoracji są wciąż widoczne w zagłębieniach snycerskich opracowań, przede wszystkim w rozbudowanych podstawach bocznych herm. Śladowe ilości pigmentów – bieli ołowiowej w mieszaninie ze smaltą – udało się zidentyfikować w zagłębieniach skrzydeł, od strony sąsiadującej ze złotymi partiami (fot. 6: a). One również uchroniły srebro przed całkowitym procesem utlenienia.

W wyniku przeprowadzonej analizy FTIR badanych próbek zidentyfikowano zastosowane przez malarza pigmenty, spoiwa i zaprawę oraz uzyskano informacje na temat powstałych produktów degradacji. W paletce rozpoznanych związków wymienić należy kredę, biel ołowiową, smaltę oraz naturalną ziemię czerwoną. Zaobserwowano również wpływ szczawianów (wapnia i miedzi), gipsu i mydeł ołowiowych na badany materiał (fot. 6: b). Wykonane pomiary dowiodły również obecności oleju lnianego oraz kwasów tłuszczowych jako składnika spoiwa olejnego. Wyniki omówionych badań warstwy malarskiej są podstawą do określenia stanu zachowania oryginalnej polichromii, a także charakteru wykonanych przemalowań. Tym samym determinują one przebieg prac konserwatorskich i mają wpływ na podejmowane w ich trakcie decyzje. Analiza obiektu wykazała, że oryginalna warstwa polichromii jak i warstwy wtórne należy uznać za wartościowe. Dlatego zdecydowano zachować wszystkie naprawy wykonywane przez poprzednich opiekunów. Do ich wykonania zastosowano najlepsze dostępne materiały oraz ówczesną wiedzę, z pewnością w trosce o trwałość i konkretne walory wizualne obiektu. Wtórne złączenia zostały wykonane tym samym szlachetnym materiałem, co w oryginale. W pozostałych partiach wtórnej polichromii wprawdzie użyto innego rodzaju pigmentów, lecz miały one za zadanie naśladować pierwotną kolorystykę. Wszystkie przeprowadzone w przeszłości odnowienia obiektu charakteryzuje wartość nie tylko historyczna i estetyczna, ale również naukowa i dokumentacyjna<sup>40</sup>.

<sup>40</sup> Małgorzata Pronobis-Gajdzis. „Wartościowanie zabytkowych kodeksów – dylematy konserwatorskie”, w *Wartościowanie w ochronie i konserwacji zabytków*, red. Bogusław Szmygin (Lublin: Politechnika Lubelska 2012), 189-198.; Bogumiła J. Rouba, „Wartościowanie w praktyce konserwatorskiej” w *Wartościowanie*, 206-207.

***Clock Face from the 1<sup>st</sup> half of 17<sup>th</sup> century  
from Warmia and Masuria Museum in Olsztyn collection –  
historic, stylistic, technological and conservation issues***

SUMMARY

Analytical studies carried out on the 17th-century double-face clock from the Museum of Warmia and Mazury in Olsztyn collection, allowed not only to confirm the identification of pigments used in the original paint layer and the overpainting, but also to determine the degree and type of its degradation products. Through the historical and stylistic analysis, it was possible to determine the place of the studied object in the history of watchmaking and to recreate its history from the middle of the twentieth century onwards. The collected material became the basis for detailed documentation of the state of the object and allowed to support crucial decisions regarding conservation work carried out since.

**Keywords:** handicraft, tower clocks, art conservation, Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR) with attenuated total reflection (ATR), Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), scanning electron microscope with energy dispersive X-ray spectroscopy (SEM-EDX)

STRESZCZENIE

Specjalistyczne badania, przeprowadzone na XVII-wiecznej, dwustronnej tarczy zegarowej, ze zbiorów Muzeum Warmii i Mazur w Olsztynie, pozwoliły nie tylko na identyfikację pigmentów zastosowanych to wykonania oryginalnej polichromii oraz materiałów warstw wtórnych, ale także na rozpoznanie typów i określenie zakresu występowania produktów chemicznej degradacji warstw barwnych. Dzięki analizie historycznej i stylistycznej, możliwe było również ulokowanie badanego obiektu w kontekście dziejów sztuki zegarmistrzowskiej, a także odtworzenie jego losów od poł. XX wieku to czasów obecnych. Zgromadzony materiał stał się podstawą do stworzenia szczegółowej dokumentacji na temat stanu zachowania obiektu, a także odegrał kluczową rolę w trakcie podejmowania kolejnych decyzji w trakcie prowadzonych prac konserwatorskich.

**Słowa kluczowe:** rzemiosło artystyczne, zegary wieżowe, konserwacja dzieł sztuki, badania dzieł sztuki, fourierowska spektroskopia w podczerwieni z techniką osłabionego całkowitego odbicia (FTIR-ATR), spektroskopia w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR), scanningowa mikroskopia elektronowa ze spektrometrią dyspersji energii promieniowania rentgenowskiego (SEM-EDS)



Fot. 1. Fragment filmu *W łogowie zwieria*, 1945, z widoczną tarczą zegarową wiszącą na dziedzińcu zamku w Lidzbarku Warmińskim. Film dostępny pod adresem: <https://www.youtube.com/watch?v=vUSdcypsoNc>



Fot. 2. Tarcza zegarowa z Muzeum Warmii i Mazur w Olsztynie. Stan po zdjęciu jednego z cyferblatów. Wewnątrz dobrze widoczne ułożenie stalowej przekładni oraz oś wystająca na zewnątrz korpusu. Fot. P. Śwituszak

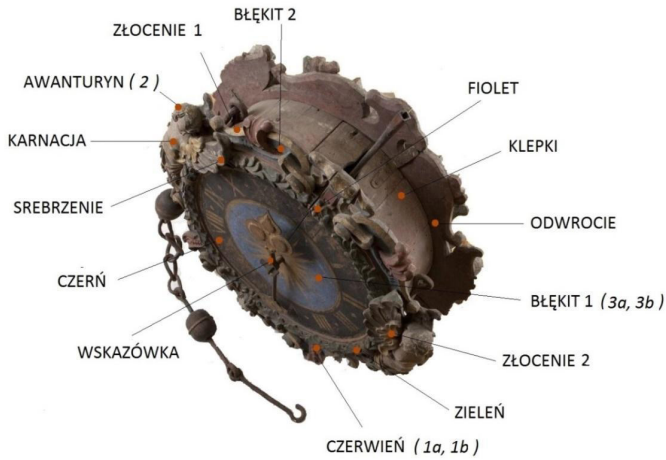


Fot. 3. Ilustracja przedstawiająca zawody spod znaku Merkurego w manuskrypcie Cristofora de Predis, ok. 1440. Źródło: Web Gallery of ART, dostęp 14.03.2018, [https://www.wga.hu/html\\_m/p/predis/cristofo/sphaera2a.html](https://www.wga.hu/html_m/p/predis/cristofo/sphaera2a.html)  
 W środkowym rzędzie z lewej strony przedstawieni są zegarmistrzowie: przedmioty wokół nich to zegary domowe o napędzie obciążnikowym – pod względem konstrukcyjnym, będące miniaturowymi odpowiednikami ówczesnych zegarów wieżowych



Fot. 4. Przykłady projektów ornamentów z 1. poł. XVII w. U góry – Lucas Killian, *Emblemata Sacra Passionis Salvatoris*, 1620; u dołu – Friedrich Unteutsch, *Neues Zierathenbuch*, ok. 1640. Źródło: [https://www.europeana.eu/portal/en/search?view=grid&q=who%3A%28Lucas+Kilian%29&qf%5B%5D=Emblemata+Sacra+Passionis+Salvatoris&per\\_page=96](https://www.europeana.eu/portal/en/search?view=grid&q=who%3A%28Lucas+Kilian%29&qf%5B%5D=Emblemata+Sacra+Passionis+Salvatoris&per_page=96); <http://ornamentstichsammlung.gbv.de/objekt/DE-Mb112/lido/obj/14094997>; <http://ornamentstichsammlung.gbv.de/objekt/DE-Mb112/lido/obj/14095009>;





Fot. 5. Tarcza zegarowa z Muzeum Warmii i Mazur w Olsztynie. Stan przed konserwacją. Miejsca pobrania próbek warstwy malarskiej i złocen (oznaczenia jak podano w tab. 1 i 2). Fot. P. Śwituszek



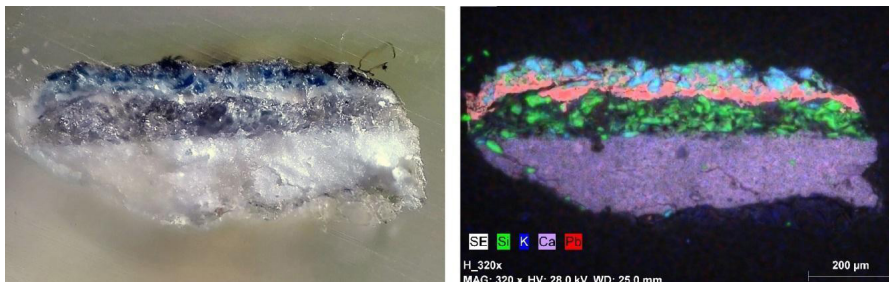
a)



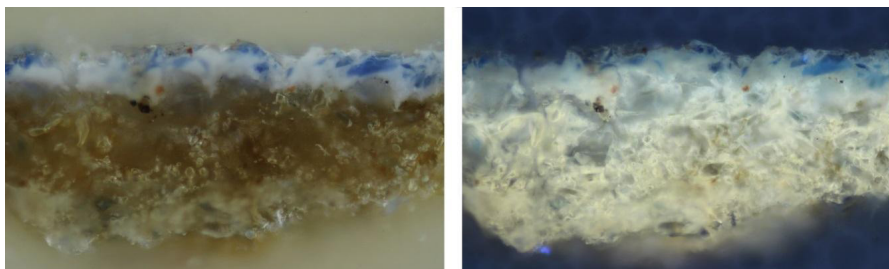
b)

Fot. 6. Tarcza zegarowa z Muzeum Warmii i Mazur w Olsztynie. Efekty degradacji chemicznej zarejestrowane na zdjęciach mikroskopowych. Fot. P. Śwituszek

a) srebrzenia – na próbce pobranej z wewnętrznej partii skrzydła jednej z bocznych herm widoczna skorodowana warstwa srebra oraz resztki polichromii wykonanej z bieli ołowiowej i smalty; b) błękitna warstwa malarska na powierzchni cyferblatu, widoczne jasne odbarwienia i pęcherze, prawdopodobnie związane z produktami degradacji smalty (szczawian wapnia i magnezu, gips, mydła ołowiowe zidentyfikowane w wyniku badań techniką ATR-FTIR)



Fot. 7. Tarcza zegarowa z Muzeum Warmii i Mazur w Olsztynie. Próbką błękitnej warstwy malarzkiej (ornament) z oryginalną warstwą smalty (zawierającą dużą ilość krzemu i śladowe ilości potasu) oraz wtórną, wykonaną mieszaniną smalty i bieli ołowiowej (zawierającą dużą ilość potasu i niewielką krzemu). Fot. P. Śwituszak, fot. SEM G. Szczepańska  
Po lewej: zdjęcie przekroju poprzecznego w świetle widzialnym, po prawej: obraz otrzymany podczas badania mikroskopem skaningowym, z zaznaczonym mappingiem wybranych pierwiastków (krzem, potas, wapń i ołów)



Fot. 8. Tarcza zegarowa z Muzeum Warmii i Mazur w Olsztynie. Próbką błękitnej warstwy malarzkiej (cyferblat) położonej bezpośrednio na drewno. Fot. Z. Rozłucka  
Od dołu próbki: odbarwione kryształy smalty oraz duża ilość spoiwa olejnego w warstwie oryginalnej, na górze próbki: mieszanina smalty i bieli ołowiowej z warstwy wtórnej. Po lewej: zdjęcie w świetle widzialnym, po prawej: zdjęcie w świetle UV



Fot. 9. Tarcza zegarowa z Muzeum Warmii i Mazur w Olsztynie. Zniszczenia mechaniczne oraz ubytki zielonej i czerwonej warstwy malarzkiej. Fot. P. Śwituszak



Fot. 10. Tarcza zegarowa z Muzeum Warmii i Mazur w Olsztynie. Wizualizacja pierwotnego wyglądu tarczy już ze zdegradowaną partią błękitów. Wizualizacja P. Śwituszak, fot. A. Adamski



Fot. 11. Tarcza zegarowa z Muzeum Warmii i Mazur w Olsztynie. Wizualizacja wyglądu tarczy po nałożeniu wtórnej warstwy polichromii. Wizualizacja P. Śwituszak, fot. A. Adamski

Tabela 2. Wyniki badań warstwy malarskiej oraz zakres występujących przemalowań

WYBRANY OBSZAR	FAZA CHRONOLOGICZNA						XRF	CHARAKTERYSTYKA WARSTWY			
	I - ok. 1640 r.			II - ?							
	POLICHROMIA I ZŁOCENIA										
CYFERBLAT	BRAK	CZERŃ	czerń kostna głównie C i $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$		MIKSTION	$\text{Au}^0$ (złoto płatkowe)	lakier?	$\text{Cu}^{2+}$ (retusz złocen czernią miedzową)	Ca, Pb, Fe, Au	Warstwa malarska leżąca bezpośrednio na powierzchni drewna: <b>czern kostna</b> , spoiwo: <b>roztwór kleju glutynowego</b> . Cyfry: <b>złoto płatkowe, mikstion, lakier?</b>	
			BŁĘKIT 1	smalta (CoO) + spoiwo olejne	wytrawa olejna	$\text{Au}^0$ i lakier	$\text{Au}^0$ ★	smalta (CoO) + biel ołowiowa ( $2\text{PbCO}_3\text{-Pb(OH)}_2$ )	Ca, Pb, Fe, Au, Co, (As)	<b>Smalta w spoiwie olejnym</b> , złocenia na ugrów wytrawę olejną, lakier zabezpieczający	Wtórne złocenie gwiazdy oraz błękitna warstwa <b>smalty z bielą ołowiową</b>
ORNAMENT	KREDOWO-KLEJOWA	BŁĘKIT 2	smalta (CoO) + spoiwo olejne		smalta (CoO) + biel ołowiowa ( $2\text{PbCO}_3\text{-Pb(OH)}_2$ )			X	<b>Smalta w spoiwie olejnym</b> , na zaprawie klejowo-kredowej	Warstwa wtórna <b>smalta z bielą ołowiową</b>	
		CZERWIEN	cyanober (HgS) + czerwien organiczna + spoiwo białkowe		czerwien żelazowa ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) + spoiwo olejne			Ca, Pb, Fe, Hg	Czerwona warstwa malarska zawierająca: <b>cyanober</b> i być może czerwien organiczną, spoiwo: klej glutynowy	Warstwa wtórna <b>czerwien żelazowa</b> , spoiwo: olej	
		ZIELEŃ	zieleń malachitowa $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$ + spoiwo białkowe		zieleń hiszpańska $\text{Cu(CH}_3\text{COO)}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ + spoiwo olejne			Ca, Pb, Fe, Cu	<b>Zieleń malachitowa</b> , spoiwo: klej glutynowy	Warstwa wtórna <b>zieleń hiszpańska</b> , spoiwo: olej	
		FIOLET	cyanober (HgS) + czerwien organiczna + spoiwo białkowe		$\text{Cu(CH}_3\text{COO)}_2$ $\cdot \text{H}_2\text{O}$	$(\text{Fe}_2\text{O}_3)$		Ca, Pb, Fe, Cu, Hg	<b>Cyanober</b> , być może czerwien organiczna, spoiwo: klej glutynowy	Przemalowanie: mieszanina <b>zeleni hiszpańskiej</b> i <b>czerwieni żelazowej</b> , spoiwo: olej	
		KARNACJA	cyanober (HgS) + biel ołowiowa ( $2\text{PbCO}_3\text{-Pb(OH)}_2$ )						Ca, Pb, Fe, Hg	Oryginalna warstwa polichromii: <b>biel ołowiowa, cyanober, spoiwo olejne</b>	
		ZŁOCENIE 1	ugrowa wytrawa olejna	$\text{Au}^0$					X	<b>Złocenie</b> na brzegu ornamentu. Warstwa wygląda na oryginalną, dobrze zachowana zaprawa, gdzieś widoczna wytrawa olejna w kolorze ugrowym, na niej <b>złoto płatkowe</b>	
		ZŁOCENIE 2	ugrowa wytrawa olejna	$\text{Au}^0$	lakier	mikstion	$\text{Au}^0$		Ca, Fe, Pb, Au,	Ugrowa wytrawa olejna i <b>złoto płatkowe</b> , lakier?	<b>Wtórne złocenie</b> na mikstion
		SREBRZENIA	ugrowa wytrawa olejna	mikstion	$\text{Ag}^0$			lakier	Ca, Fe, Pb, Ag	Prawdopodobnie <b>oryginalne partie srebrzeń</b> , brak śladów ingerencji, są one jednak silnie skorodowane. Srebro zachowane lepiej w miejscach, gdzie zabezpieczał je dekoracyjny lakier zabarwiony czerwonym pigmentem	
AWANTURY	ugrowa wytrawa olejna	awantury: $\text{Ag}^0$ w proszku					X	Warstwa ugrowego podmalowania-podkład pod <b>awantury</b> – srebrne fragmenty folii w grubej warstwie spoiwa olejno-żywicznego, lakier?			
ODWROCIE	BRAK	czerwien żelazowa ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) + czern miedziova? + spoiwo olejne		minia ( $\text{Pb}_3\text{O}_4$ ) + kreda ( $\text{CaCO}_3$ ) + spoiwo olejne			Ca, Pb, Fe, Ba, Cu, Zn	Drewno pokryte <b>czerwienią żelazową</b> z domieszką czerni miedziovej, spoiwo: olej.	Przemalowanie: <b>minia</b> z domieszką kredy, spoiwo: olej liniany		
KLEPKI		$\text{Au}^0$		ugrowa wytrawa olejna	$\text{Au}^0$		Fe, Pb, Au, Al	Wtórna ugrowa wytrwa olejna i <b>złoto płatkowe</b>			
WSKAZÓWKI		$\text{Au}^0$		ugrowa wytrawa olejna	$\text{Au}^0$		Fe, Pb, Au, Al	Wtórna ugrowa wytrwa olejna i <b>złoto płatkowe</b>			

## Bibliografia

- Achremczyk, Stanisław, i Alojzy Szorc. *Braniewo*. Olsztyn: Ośrodek Badań Naukowych im. Wojciecha Kętrzyńskiego, 1995.
- Adamczewski, Leszek. *Łuny nad jeziorami*. Agonia Prus Wschodnich. Zakrzewo: Replika, 2011.
- Christianson, David. *Zegary: historia pomiaru czasu*. Tłumaczenie Olaf Żakowski. Warszawa: Arkady, 2012.
- Chrzanowski, Tadeusz. „Geografia niderlandyzmu polskiego (XV–XVII w.)”. W *Niderlandyzm w sztuce polskiej. Materiały Sesji Stowarzyszenia Historyków Sztuki. Toruń, grudzień 1992*, 59–80. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 1995.
- Cygański, Janusz. „Muzeum Warmii i Mazur”. W *Olsztyn 1945–2005*, red. Stanisław Achremczyk i Władysław Ogrodziński, 276–311. Olsztyn: Ośrodek Badań Naukowych im. Wojciecha Kętrzyńskiego, 2006.
- Eastaugh, Nicholas, Valentine Walsh, Tracey Chaplin, i Ruth Siddall. *Pigment Compendium. A Dictionary and Optical Microscopy of Historical Pigments*. Amsterdam: Elsevier, 2008.
- Eastlake, Charles. *Methods and Materials of Painting of the Great School and Masters*. T. 1. New York: Dover Publications Inc., 1960.
- Gettens, Rutherford J., i Georg L. Stout. *Painting Materials*. New York: Dover Publications, 1966.
- Giovanoli Rudolf, i Bruno Mühlethaler. “Investigation of Discoloured Smalt”. *Studies in Conservation* 15 (1970): 62–71.
- Hayes, A., Philippa, Signe Vahur, i Ivo Leito. “ATR-FTIR Spectroscopy and Quantitative Multivariate Analysis of Paints and Coating Materials”. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 133 (2014): 207–213.
- Kaszowska, Zofia. „Możliwości i ograniczenia metod analitycznych stosowanych w badaniach technologicznych gotyckich malowideł tablicowych”. *Studia i Materiały Wydziału Konserwacji i Restauracji Dzieł Sztuki Akademii Sztuk Pięknych w Krakowie* 19 (2010): 50–165.
- Loo van, Annelies. *Color Changes and Chemical Reactivity in Seventeenth-Century Oil Paintings*. Amsterdam: University of Amsterdam, 2008. Dostęp 24.03.2018. [https://pure.uva.nl/ws/files/4280227/53044\\_thesis.pdf](https://pure.uva.nl/ws/files/4280227/53044_thesis.pdf).
- Merrifield, Mary P. *Original Treatises on the Arts of Painting*. T. 1. New York: Dover Publications, 1967.
- Mühlethaler, Bruno., i Jean Thiessen. “Smalt”. *Studies in Conservation*. 14 (1969): 47–61.
- Olszewska-Świetlik, Justyna, i Bożena Szmelter-Fausek. „Stan zachowania smalty w wybranych obrazach gdańskich: Antona Möllera (1563/5–1611), Hermanna Hana (1580–1627/8) i Isaaca van den Blocke (przed 1589 – po 1624)”. *Acta Universitatis Nicolai Copernici. Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo* 45 (2014): 498–518.

- Olszewska-Świetlik, Justyna, i Bożena Szmelter-Fausek. „Technika opracowania błękitów w malarstwie gdańskim od połowy XVI do końca XVIII w.” *Acta Universitatis Nicolai Copernici. Zabytkoznawstwo i Konserwatorstwo* 46 (2015): 345–361.
- „Palomino de Castro y Velasco, Acisclo Antonio”. W *Encyclopædia Britannica*. T. 20, 655. Cambridge: University Press, 1910-11 (11. wyd.).
- Podwapiński, Wawrzyniec M. A. *Zegarmistrzostwo*. T. 4. Niepokalanów: Wydawnictwo oo. Franciszkanów, 1950.
- Pronobis-Gajdzis, Małgorzata. „Wartościowanie zabytkowych kodeksów – dylematy konserwatorskie”. *Wartościowanie w ochronie i konserwacji zabytków*, Lublin: Politechnika Lubelska (2012), 183-200.
- Redwald, Hugh. *Europe’s Physician: the Various Life of Sir Theodore de Mayerne*. Yale: University Press, 2006.
- Rouba, J. Bogumiła. „Wartościowanie w praktyce konserwatorskiej”. *Wartościowanie w ochronie i konserwacji zabytków*, Lublin: Politechnika Lubelska (2012), 201–208.
- Rudnicki, Piotr. *Pigmenty i ich identyfikacja*. Warszawa: ASP, 1995.
- Samek, Jan. *Polskie rzemiosło artystyczne. Czasy nowożytny*. Warszawa: WAiF, 1984.
- Siedlecka, Wiesława. *Polskie zegary*. Warszawa: Ossolineum, 1985.
- Silva, Eduardo, Carlos, Luciana P Silva, Howell G. M. Edwards, i Luiz Fernando Cappa De Oliveira. “Diffuse Reflection FTIR Spectral Database of Dyes and Pigments”. *Analytical Bioanalytical Chemistry*, 386 (2006): 2183–2191.
- Spring, Marika, Nicholas Penny, Raymond White, i Martin Wyld. „Colour Change in The Conversation of the Magdalen attributed to Pedro Campaña”. *National Gallery Technical Bulletin* 22 (2001): 57–58.
- Spring, Marika, Catherine Higgitt, i David Saunders. “Investigation of Pigment-Medium Interaction Processes in Oil Paint Containing Degraded Smalt”. *National Gallery Technical Bulletin* 26 (2005): 56–70.
- Stege, Heike. “Out of the Blue? Considerations on the Early use of Smalt as Blue Pigment in European Easel Painting”. *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung* 18, z. 1 (2004): 121–142.
- Vahur, Signe, Anu Teearu, Pillerin Peets, Lauri Joosu, i Ivo Leito. “ATR-FT-IR Spectral Collection of Conservation Materials in the Extended Region of 4000-80 cm<sup>-1</sup>”. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 408 (2016): 3373–3379.
- Włodarczyk, Jarosław. „Zegary mechaniczne i zegarmistrzostwo”. W *Z dziejów techniki w dawnej Polsce*, red. Bolesław Orłowski, 451–471. Warszawa: IHNOiT, 1992.
- Wojnowska, Weronika. „Braniewskie muzealia do 1945 roku”. *Cenne, Bezcenne, Utracone* 3–4 (2014): 26–31.
- Zajdler, Ludwik. *Dzieje zegara*. Warszawa: Wiedza Powszechna, 1980.