PREZENTACJA PORÓWNAWCZA NA TEMAT TECHNIK DOKUMENTACJI ZABYTKOWYCH ŁODZI I STATKÓW W POLSCE I NORWEGII.

Niniejsze opracowanie zostało wykonane na potrzeby projektu polsko-norweskiego pt. **„Morskie dziedzictwo kulturowe Polski i Norwegii. Wymiana doświadczeń i dobrych praktyk. Projekt zachowania i promocji materialnego i niematerialnego dziedzictwa kulturowego związanego ze szkutnictwem**", realizowanego w ramach Programu *"Promowanie różnorodności kulturowej i artystycznej w ramach europejskiego dziedzictwa kulturowego* " współfinansowanego z Mechanizmu Finansowego EOG 2009-2014. Przedsięwzięcie realizowane jest w latach 2013-2014, jego liderem jest Narodowe Muzeum Morskie w Gdańsku, a partnerami są: Norwegian Directorate for Cultural Heritage, Riksantikvaren z Oslo (Norweski Dyrektoriat ds. Dziedzictwa Kulturowego) oraz Hardanger & Voss Muzeum z siedzibą w Utne.

Powyższy projekt opiera się na partnerskiej wymianie wiedzy eksperckiej mającej wpłynąć na lepszą ochroną i promowanie różnorodności nautologicznego dziedzictwa kulturowego Polski i Norwegii. Narodowe Muzeum Morskie w Gdańsku (NMM) zgromadziło w swoich zbiorach między innymi unikatową kolekcję narzędzi szkutniczych i łodzi rybackich, które od 2002 r. są prezentowane w Muzeum Zalewu Wiślanego w Kątach Rybackich, oddziale NMM. Tymczasem, polskie rzemiosło szkutnicze, wraz z zaprzestaniem produkcji drewnianych łodzi rybackich w latach 70 tych XX wieku, niemal zniknęło. Jednym z celów projektu jest niedopuszczenie do tego, by zniknęła także wiedza o nim. Ponadto kładziony jest nacisk na upowszechnienie dziedzictwa kulturowego związanego ze szkutnictwem, powroźnictwem i innymi rzemiosłami morskimi wśród dzieci i młodzieży.

Partner projektu Hardanger & Voss Muzeum w Utne prowadzi oddział w Norheimsund, gdzie działa centrum szkutnicze. Pracownicy Muzeum i stoczni w tym mieście posiadają duże doświadczenie w renowacji, budowie i konserwacji drewnianych łodzi i olinowania tradycyjnymi metodami. W 2013 roku czterej pracownicy NMM odbywali szkolenia z zakresu szkutnictwa i powroźnictwa w Centrum Szkutniczym w Norheimsund pod okiem norweskich specjalistów. Uczestniczyli między innymi w seminarium poświęconym narzędziom wykorzystywanym w tradycyjnych pracach szkutniczych.

Lokalizacja działań obejmie w ramach projektu takie miejscowości i kraje:

- Polskę (Kąty Rybackie, Gdańsk), Norwegię (Utne, Oslo), Niemcy (Rostock).

Realizacja działań merytorycznych przyniesie trwałe efekty, ściśle związane z jego rezultatami i oddziaływaniem, będą to:

- jednolite dobre praktyki dokumentacji dawnych łodzi i statków
- prezentacja porównawcza na temat technik dokumentacyjnych drewnianych jednostek pływających

- wdrożone będą 2 programy edukacyjne w Polsce i w Norwegii, promujące różnorodność kulturową i zasady niedyskryminacji.

Założenia merytoryczne opracowania

Polska ratyfikowała w maju 2011 Konwencję UNESCO o Niematerialnym Dziedzictwie Kulturowym. Zalicza się do niego zwyczaje, przekazy ustne, wiedzę i umiejętności oraz związane z nimi przedmioty i przestrzeń kulturową, które są uznane za część własnego dziedzictwa przez daną wspólnotę, grupę lub jednostki. Co ważne wymienia się w niej także tradycyjne rzemiosła, których zachowanie jest równie istotne, co ochrona zabytków materialnych, powstających dzięki pracy rzemieślników. Karta Wenecka z 1964 r. **(**Międzynarodowa Karta Konserwacji i Restauracji Zabytków i Miejsc Zabytkowych) w Artykule 9 mówi:
Restauracja jest zabiegiem, który powinien zachować charakter wyjątkowy. Ma ona za cel zachowanie i ujawnienie estetycznej i historycznej wartości zabytku oraz polega na poszanowaniu dawnej substancji i elementów stanowiących autentyczne dokumenty przeszłości. Ustaje ona tam gdzie zaczyna się domysł; poza tą granicą wszelkie, uznane za nieodzowne, prace uzupełniające mają wywodzić się z kompozycji architektonicznej i będą nosić znamię naszych czasów. Restauracja będzie zawsze poprzedzona i będzie szła w parze z badaniami archeologicznymi i historycznymi zabytku.
Obecnie odnośnie zachowania i renowacji zabytkowych statków przyjmuje się, że zachowuje się je w stanie, jak w momencie wycofania ze służby.

W procesie konserwacji i rewitalizacji zabytków szkutniczych powinno się tworzyć dokumentację pomagającą trwale zachować zabytki nautologiczne. W praktyce oznacza to, że przed rozbiórką elementów kadłuba np. starej łodzi rybackiej należy sporządzić jej wyjściową dokumentację. Konieczne jest to dla procesu poprawnego montażu elementów po konserwacji i renowacji. Każdy z partnerów projektu stosuje w tej dziedzinie własne sposoby i żadna ze stosowanych metod nie jest doskonała. Stąd jednym z zadań określonych w projekcie jest wspólne wypracowanie Dobrych Praktyk Dokumentacji i ich opublikowanie w Internecie. Jedną z metod dokumentacji jest laserowe skanowanie 3D. Podobne rozwiązania techniczne stosuje się przy skanowaniu historycznych budynków.

Doświadczenia norweskie

Od wielu lat trwają prace nad stworzeniem wytycznych dotyczących dokumentacji zabytkowych jednostek pływających. Próby przedstawienia takich wskazówek prowadzono już w Stanach Zjednoczonych w latach 90tych XX wieku. Skoncentrowano się w nich jednak na jednostkach

dużych powyżej 20 metrów długości ze względu na możliwość szybkiego zabezpieczania mniejszych łodzi[1]. Opracowania te stały się podstawą do wypracowania podobnych zaleceń w niektórych krajach europejskich, na przykład w Danii i Szwecji[2]. W Norwegii trwają obecnie prace nad wdrożeniem zaleceń konserwatorskich dla dokumentowania małych, zabytkowych statków drewnianych. Za zadanie to odpowiedzialne jest Riksantikvaren.

Jeden z pierwszych w Europie projektów skanowania zabytkowych statków drewnianych został przeprowadzony w 2011 roku w Norwegii w leżącym koło Narviku centrum żeglugi „Nordnorsk Fartoyvernsent" w miejscowości Gratangen (fot1).

Prace zostały wykonane przez międzynarodową firmę „3D Verifier" z siedzibą w Oslo. Do skanowania wybranych zostało kilka jednostek, jedna łódź motorowa z 1907 r. i dwa kutry rybackie: „Fuglo" z 1877 r. i „Brottsjo" z 1936 r. Ważnym faktem było wykonanie przed pomiarami laserowymi tradycyjnej dokumentacji tychże jednostek. Tradycyjna dokumentacja na papierze jest bardzo czasochłonna i zawiera często drobne błędy i uproszczenia. Skanowanie laserowe odbywa się w płaszczyźnie pionowej i poziomej, uzyskiwana „chmura punktów" jest zachowywana w sposób ciągły

[1] R. K. Anderson Jr;, Guidelines for recording historic ships, Washington 1988, s. 1.2.1.
[2] http://www.skibsbevaringsfonden.dk/, http://www.sjohistoriska.se/en/Cultural-heritage/Ships--boats/Traditional-ship-classification, http://skibsregister.dma.dk/Help/SFSHelp.htm

podczas pracy skanera. Gęstość punktów na jednostkę powierzchni można regulować i tym samym zwiększać lub zmieszać rozdzielczość. By uzyskać dokładne odwzorowanie, obiekt powinno się skanować z kilku pozycji, uzyskane „chmury punktów" łączyć potem ze sobą. Dokumentowanie tą metodą całego kadłuba kilkunastometrowej jednostki zajmuje kilka godzin. Dokumentacja konwencjonalna to ponad tydzień pracy. Uzyskaną „chmurę punktów" przetwarza się w komputerze na trójwymiarowy model jednostki. Model ten może być dalej przetwarzany dla uzyskania na przykład dokumentacji rysunkowej w dwóch wymiarach. Dla nadania modelowi tekstury wykonywane są podczas skanowania także tradycyjne fotografię aparatem fotograficznym[3]. Zdjęcia robione obiektywem szerokokątnym służą potem do uzupełnienia dokumentacji 3D. Ogólnie do zalet dokumentacji metodą laserową można zaliczyć: szybkość wykonania, dokładność dokumentacji, możliwości dalszego przetwarzania danych na wiele sposobów. Modele z odpowiednią teksturą mogą być używane do tworzenia wystaw wirtualnych w Internecie, gier komputerowych, filmów animowanych itd. Takiej dokumentacji nie można źle zinterpretować, co się zdarza przy interpretacji wyników ręcznych pomiarów. Są też pewne ograniczenia dla tej metody jak choćby warunki atmosferyczne. Dokumentując obiekty pod gołym niebem, jak statki na slipie, nie można pracować w czasie deszczu, który wprowadzić może do danych poważne zakłócenia (Fot. 2).

[3] G. Holmstad, N. M. Johansen, Dokumentasjon av Fartoy ved hjelp av laserscannig, Gratangen 2011.

Instytucją, która odpowiada w Norwegii za ochronę dziedzictwa kulturowego, w tym zabytkowych statków jest Norweski Dyrektoriat ds. Dziedzictwa Kulturowego (Riksantikvaren) z siedzibą w Oslo działający przy Ministerstwie Klimatu i Środowiska. To ostatnie obok Ministerstwa Kultury zajmuje się zarządzaniem narodowym dziedzictwem kulturowym, jego ochroną i dbaniem o zrównoważony rozwój zasobów kulturowych[4]. W 1996 roku zaszła w Norwegii poważna zmiana systemowa w zakresie ochrony tradycyjnych statków. Rząd Norwegii na wniosek Riksantikvaren powołał trzy narodowe ośrodki renowacji zabytkowych łodzi[5]. Największy z nich zlokalizowany w Kristiansand na terenie stoczni Brageroya. Specjalizuje się w renowacji dużych jednostek o stalowych kadłubach. Prowadzi się tam remonty statków, stosując tradycyjne techniki nitowania (fot.3 i 4).

[4] Raport Parlamentarny Nr. 16 “Living with our Cultural Heritage”, Oslo, 2005, s. 2-4.
[5] Riksantikvaren Handlingsplan for Fartoyvern 2002-2006, s. 4.

Inne centrum mieści się w miejscowości Norheimsund koło Bergen i jest połączone z lokalnym muzeum, gdzie można oglądać zabytkowe jednostki oraz obserwować proces ich naprawy. Dokumentuje się i remontuje w nim różnego rodzaju statki drewniane, promy i małe łodzie (fot.5) .

Centrum prowadzi także działalność komercyjną budując na sprzedaż małe łodzie wiosłowe i żaglowe o nazwie *faering*. Ostatnie z norweskich centrów mieści się w miejscowości Gratangen i oprócz renowacji drewnianych statków rybackich specjalizuje się w naprawach różnego rodzaju urządzeń okrętowych i silników[6]. Od 2009 rząd norweski przekazał inicjatywę w zakresie ochrony morskiego dziedzictwa kulturowego wymienionym wyżej trzem ośrodkom szkutniczym. W Riksantikveren została wydzielona sekcja zajmująca się dziedzictwem morskim, zabytkami techniki, statkami, i archeologią morską. Kilkuosobowy zespół działa często w terenie weryfikując historyczne cechy jednostek, które mają być wpisane na listę zabytków. Kompetencje tej instytucji w zakresie rejestru zabytków techniki realizowane są przez odpowiednie komórki działające w każdej z 19 norweskich prowincji. Wyjątek stanowią statki. Całkowity nadzór nad wpisywaniem kolejnych jednostek na listę zabytków, przyznawanie grantów na ich renowację i konserwację sprawuje Riskantikvaren. W swojej strategii do roku 2020 przewiduje ono, że te kompetencje pierwszej instancji zostaną także dla zabytkowych statków przekazane do odpowiednich urzędów odpowiadających w Polsce wojewódzkim konserwatorom zabytków. Problem jest jednak złożony i nie wiadomo czy rzeczywiście tak się stanie. Lokalni urzędnicy mogą mieć bowiem zbyt małą wiedzę i wąski ogląd sytuacji by decydować, które statki powinny znaleźć się w rejestrze zabytków, a które nie.

Finansowanie renowacji i dokumentowanie historycznych statków leży w zakresie obowiązków Riksantikvaren. Transport statkami był zawsze dla Norwegii kluczowy ze względu na

[6] A. O. Martinussen, *Fishing Gears, open boats and preserving skills*, [w:] *Living Crafts. Preserving, passing on and developing our common intangible heritage. International and national ambitions*, pod. red. E. Falk, H.-J. Wallin Weihe, Stavanger 2009.

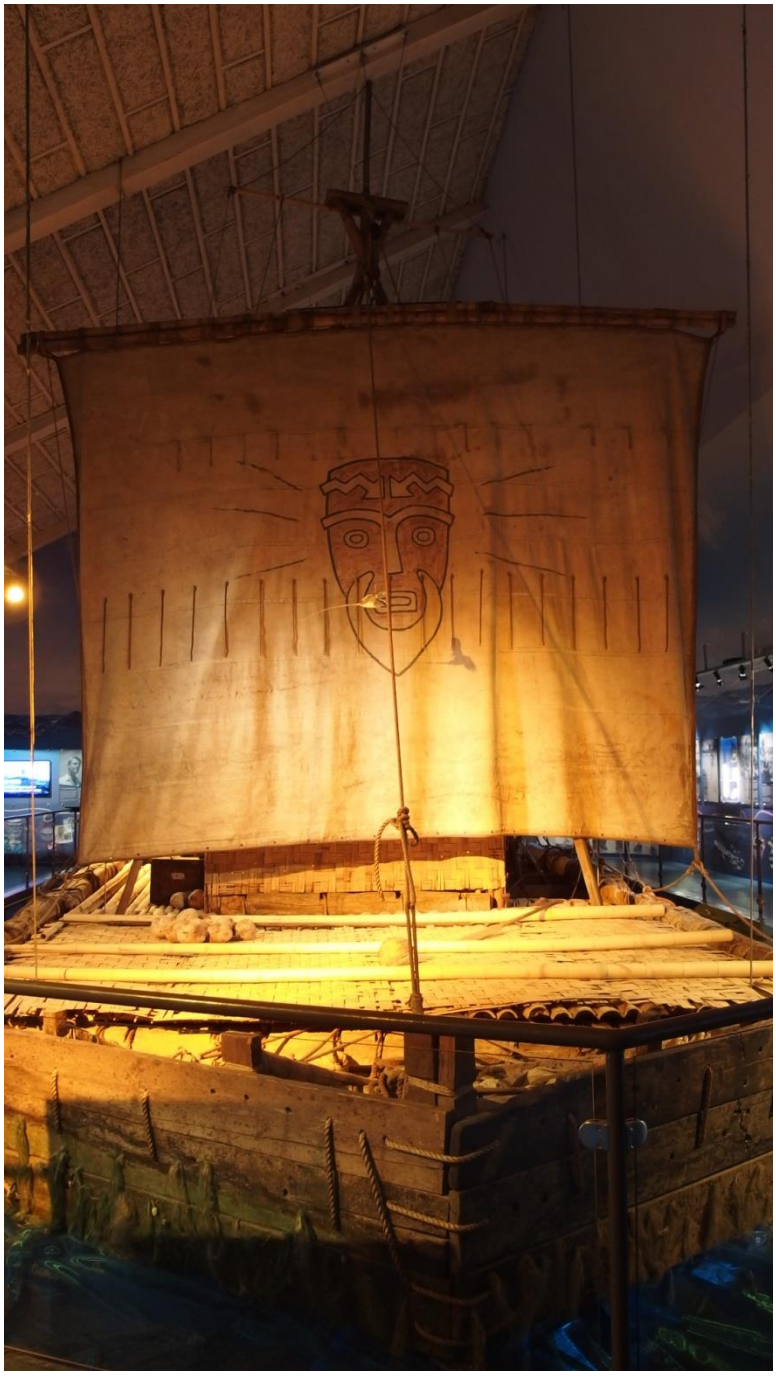
długość linii brzegowej wynoszącej ponad 65000 km (z fiordami i wyspami). Ta linia usiana jest fiordami i dolinami, do których można było przez stulecia dostać się tylko łodzią lub statkiem. W narodowym planie ochrony zabytkowych statków na lata 2010-2017 zapisano główne wyzwania jakie stoją przed Riksantikvaren w tym zakresie. Wymienia się tam potrzebę współpracy z wolontariuszami, wzmocnienie pozycji właścicieli jednostek pływających jeśli chodzi o używanie infrastruktury portowej, wreszcie kontynuację prac nad rejestrem zabytkowych statków i pomoc stoczniom oraz warsztatom szkutniczym zdobyć wiedzę w zakresie prac przy renowacji historycznych jednostek[7]. Środki finansowe na ochronę pływających zabytków techniki wzrastają w Norwegii z roku na rok. W 2013 roku na ten cel przeznaczono aż 23 miliony złotych. Dodatkowo przyznano 1 milion zł dla stowarzyszeń zajmujących się ochroną zabytkowych statków i prawie 4 miliony zł dla narodowych centrów renowacji statków, w tym na cele edukacyjne i promocyjne. W 2013 roku złożono wniosków na blisko 90 mln złotych. Riksantikvaren przyznało 60 mln złotych na 153 różne projekty.

Obecnie w Riksantikvaren trwają prace nad stworzeniem zasad dokumentacji zabytkowych jednostek. Przepisy te mają obowiązywać we wszystkich 3 centrach renowacji tradycyjnych łodzi i statków. Krokiem w tej pracy była seria seminariów prowadzonych w ostatnich latach przez norweskich specjalistów[8]. Poruszanymi tematami były: autentyczność istniejących zabytków nautologicznych, inwentaryzacja wnętrz statków muzealnych i stopień szczegółowości takiej dokumentacji.

Inną ważną dla dokumentacji morskiego dziedzictwa kulturowego placówką jest Norweskie Muzeum Morskie z siedzibą w Oslo. Jest ono obecnie odpowiedzialne za dokunetację i konserwację kilkunastu wraków statków z XVII wieku odkrytych podczas prac ziemnych w środku miasta. Przepisy nakazują inwestorom w Norwegii zapłacić za nadzory archeologiczne, wydobycie zabytków, ich dokumentację i konserwację. Nie przewidują zaś środków na późniejsze eskponowanie obiektów archeologicznych. Dla wspomnianego Muzuem konserwacja i przyszła ekspozycja tak dużej ilości materiału archeologicznego to bardzo duże wyzwanie. Obecnie kilku archeolgów i konserwatorów zabezpiecza obiekty i dokumentuje je. Do konserwacji służy leasingowane urządzenie ”mrożące” drewno metodą próżniową. Stosuje się także klasyczną konserwację polietylenem glikolu. Dokumentacja zabytków drewnianych, w tym części wraków, odbywa sie przy pomocy urządzenia Faro- Arm (fot.6).

[7] Nasjonal Ferneplan for Vartoy 2010-2017, Oslo 2010, s. 61.
[8] Nordisk dokumentasjonsseminar Bredasholmen-Kristiansand 14-15 April 2005.

Niedawno przeprowadzano też próby dokumentowania metodą fotogrametrii jedną z zabytkowych łodzi ze skansenu przy Muzeum. Efekty prac nie zostały jeszcze opublikowane. Podobnie wygląda sytuacja w pobliskimi Muzem Kon-Tiki upamiętniającym słynne ekperymentalne rejsy Thora Heyerdahla. Metodą fotogrametrii dokumentowano tam przez kilka dni tratwę Kon-Tiki, którą norweski podróżnik przebył w 1947 r. Pacyfik z Peru do Polinezji. Celem było zrobienie dokumentacji zniszczonych części jednostki, których degradację można będzie śledzić przez kolejne lata. Drewno balsy w wielu miejscach jest spękane i rozsycha się. Dzięki trówymiarowemu obrazowi będzie można monitorować szybkość degradacji tratwy (fot.7).



Kolejnym biażącym norweskim projektem związanym z cyfrową dokumnetacją zabytków nautologicznych jest próba zeskanowania cyfrowego słynnej wikińskiej jednostki z początku IX wieku odkrytej w miejscowości Oseberg k. Oslo i wybranych, związanych z nią zabytków. Projekt ”Ratować Oseberg” ma kilka głównych etapów. Po pierwsze wykonana będzie dokumnetacja cyfrowa

wybranych zabytków. Po drugie przeprowadzone zostaną badania stanu ich zachowania aby zatrzymać proces degradacji. Kolejnym etapem ma być prewencyjna konserwacja zabytków drewnianych, które były poddane niedoskonałym metodom konrwatorskim 100 lat temu. Prace dokumnetacyjne prowadzi zespół naukowców z Uniewersytetu w Oslo, który zarządza jednocześnie Muzeum Łodzi Wikińskich. Wykonana po odkryciu łodzi w 1904 roku dokumnetacja jest niedoskonała i często fragmentaryczna. Degradacji wielu obiektów nie można powstrzymać, więc trzeba chodziaż je dokładnie zadokumnetować cyfrowo. Prace rozpoczęto w 2012 stosując metodę skanowania 3D i specjalnego oprogramowania komupterowego umożliwiającego nakładanie tekstury i koloru na obiekty. Metoda ta jest bardzo dokładna i pozwala uzyskać rozdzielczość do 2,5 tysiąca punktów w chmurze na milimetr kwadratowy, choć roboczo jest to około 60 punktów na milimetr kwadratowy. Chmura punktów tworzy w procesie triangulacji trójwymiarową siatkę powierzchni obiektu, którą można zpisać w różnych formatach (fot. 8, 9)

Polish and Norwegian maritime heritage
www.eeagrants.org

ICELAND LIECHTENSTEIN NORWAY
eea grants

Ministerstwo Kultury i Dziedzictwa Narodowego.

Skanowanie zabytków metodą 3D

Punktem wyjścia do wykonywania dokumentacji zabytków techniki metodą skanowania trójwymiarowego 3D jest odniesienie się do tzw. „Karty Londyńskiej". Została ona wydana w wersji polskiej przez instytut Sztuki Uniwersytetu Wrocławskiego w 2010 roku. Dokument ten określa zasady dotyczące komputerowych metod wizualizacji dziedzictwa kulturowego i wskazuje kluczowe aspekty, które należy uwzględnić przystępując do projektu wizualizacji cyfrowej obiektów dziedzictwa kulturowego[9]. Także inne zalecenia jak np. opracowane na wniosek Narodowego Muzeum Morskiego w Gdańsku[10] lub Narodowego Instytutu Muzealnictwa i Ochrony Zbiorów[11], czy też zapisane w Karcie Sewilskiej podkreślają konieczność archiwizacji zapisu geometrii modelu w formacie nieprzetworzonym. Ma to na celu umożliwienie zweryfikowania rzetelności wykonanych rekonstrukcji oraz sprawdzenie wyników uzyskiwanych nowymi metodami, na podstawie tych samych danych. Z procesem przetwarzania dużej ilości danych pozyskiwanych skanerem laserowym wiąże się konieczność archiwizacji wielu milionów punktów i w związku z tym zabezpieczenie dużej przestrzeni dyskowej. Dlatego bardzo ważnym zagadnieniem jest z jednej strony taki dobór parametrów skanowania, aby nie mnożyć niepotrzebnie danych, z drugiej zaś taki format zapisu, który w sposób bez straty pozwoli zminimalizować wielkość plików zawierających wyniki skanowania. Maksymalna dostępna dokładność i rozdzielczość ma zapewnić możliwość odtworzenia szczegółów bez konieczności powtórnej digitalizacji eksponatu. Dokładność pomiarów wykonywanych ramieniem Faro ScanArm wynosi ok. 0,16 mm. W niektórych przypadkach dokładność ta jest jeszcze większa. Na przykład eksperci z Norweskiego Muzeum Morskiego w Oslo wymagają od swojej dokumentacji dokładności na poziomie 0,4 mm w punktach pomiarowych. Paradoksalnie przy uproszczonej geometrii pomiędzy punktami dokładność ta skutkuje znacznie większym błędem.

W jakim celu stosowana jest dokumentacja cyfrowa i skanowanie laserowe zabytków ? Powodów jest co najmniej kilka. Do najważniejszych zaliczyć można: konieczność wykonywania dokumentacji ewidencyjnej zabytków muzealnych, w skład której wchodzi ewidencja cyfrowa zbiorów i zarządzanie zasobami muzealnymi. Ponadto wykorzystuje się ją w dokumentacji konserwatorskiej, głównie przed i po zakończeniu konserwacji zabytku. Wspomnieć także warto o możliwości opracowywania różnorodnych wariantów konserwacji, cyfrowej rekonstrukcja uszkodzonych lub niekompletnych zabytków i szerokim zastosowaniu skanowania cyfrowego do

[9] The London Charter for the Computer-based Visualisation of Cultural Heritage, pod red. Hugh Denard, King's College London, 7 lutego 2009; www.londoncharter.org
[10] C. Żrodowski, M. Kłos, Metodyka pracy ramieniem 3D, Gdańsk 2012.
[11] Cyfrowa fotografia w dokumentacji muzealnej, pracowanie zespołu ekspertów, Warszawa 2013, s. 174-197.

badań zabytków. Z innych zastosowań wymienić należy wizualizację skanowanych obiektów, udostępnianie ich następnie za pomocą Internetu w celach edukacyjnych, marketingowych i wystawienniczych. W podobny sposób można także udostępniać w internecie zbiory, dla których brakuje powierzchni wystawienniczych. Pierwotnym celem jest więc zadokumentowanie własnych kolekcji muzealnych w celach dokumentacyjnych, a wtórnie zbiory mogą zostać zaprezentowane w internecie i wykorzystane do celów edukacyjnych.

Odrębny problem stanowią techniki pozyskiwania danych. Należy również zauważyć, że opracowania dotyczące archiwizacji zbiorów muzealnych ograniczają się do technik optycznego skanowania 3D. W zasadzie pomijają inne techniki pozyskiwania modeli trójwymiarowych, takie jak: rezonans magnetyczny, tomografii a komputerowe czy manualne odtwarzanie za pomocą aplikacji CAD (*Computer Aided Design*) lub DCC (*Digital Content Creation*), mogące stanowić doskonałe źródło danych referencyjnych (o wyższej dokładności) dla celów kalibracji i kontroli jakości w trakcie trwania procesu archiwizacji. Ze względu na wcześniej dokonany wybór sprzętu pomiarowego ten problem nie będzie tutaj analizowany. Podsumowując, możemy uznać, że podstawą metodyki digitalizacji zbiorów w NMM jest klasyczna inżynieria odwrotna, dodatkowo uwzględniająca: wymagania dotyczące wysokiej efektywności procesu archiwizacji wynikającej z bardzo dużej liczby obiektów muzealnych, specyficzne wymagania odnośnie zawartości i jakości modeli muzealnych, w końcu ograniczenia w zakresie stosowanego sprzętu i oprogramowania.

Od wielu lat europejskie muzea morskie używają do dokumentacji zabytków archeologicznych skanera o nazwie Faro Arm. Przeprowadzona w CMM szczegółowa analiza dostępnych i stosowanych rozwiązań doprowadziła do wyboru i zakupu takiego urządzenia pomiarowego sfinansowanego ze środków Norweskiego Mechanizmu Finansowego przy budowie Ośrodka Kultury Morskiej w Gdańsku. Urządzenie to ma umożliwić efektywną digitalizację eksponatów wielkogabarytowych z uwzględnieniem tworzenia rzutów i przekrojów obiektów na potrzeby archeologicznej dokumentacji ewidencyjnej. Z takim właśnie założeniem, w znacznej mierze na bazie doświadczeń innych zespołów badawczych, wybrane zostało ramię pomiarowe Faro ScanArm USB. Urządzenie to z kolei nie nadaje się do archiwizacji dzieł sztuki i drobnych elementów z jakością zapewniającą wykorzystanie modeli 3D w celach konserwatorskich (fot 10).

Proces dokumentacji tą metodą stosowany od 2012 roku przez NMM wydaje się dużo bardziej efektywny niż stosowana dotąd metoda tradycyjnego, odręcznego rysowania zabytków. Wstępna analiza wykazuje możliwość wykonania modelu o 30% szybciej, jednak przy odpowiedniej organizacji pracy (podział pracy i wykonywanie jej równolegle) można oczekiwać znacznie większego skrócenia czasu i efektywniejszego wykorzystania drogiego sprzętu pomiarowego.

Opracowana metodyka wykazuje znacznie wyższą efektywność pracy, zarówno w sensie ilościowym (szybsza i dostarczająca więcej danych), jak i w sensie jakościowym (brak śrub do kalibracji, a więc i uszkodzenia eksponatu, metoda bezdotykowa – brak konieczności wielokrotnych kalibracji, wygodniejsza – uproszczanie geometrii przy komputerze, zgodna z zaleceniami – surowe dane zawierają znacznie więcej informacji i nie są przetwarzane). Wybór Faro ScanArm z sondą laserową jest optymalny ze względu na pracochłonność, koszt, dopasowanie metodologiczne do istniejących procedur, konieczność udziału człowieka w procesie skanowania.

Opracowanie na temat metodyki pracy ramieniem Faroarm wykonane na zlecenie NMM wskazuje, że do czynników ograniczających dokumentację tą metodą można zaliczyć:

- dużą przestrzeń na dysku oraz dobry sprzęt komputerowy do obróbki takich danych i szkolenia w zakresie obsługi programu Geomagic. Drogi sprzęt pracuje szybko i efektywnie, ale większość pracy przenosimy z fazy pomiarów na fazę przetwarzania danych (*postprocessing*).
- w przypadku drobnych obiektów, takich jak numizmaty, przydatność Faro ScanArm jest ograniczona
- w zamian zaleca się stosowanie innych technik pomiarowych (światło strukturalne, fotogrametria).

- wygenerowanie dokumentacji w pożądanej formie w procesie przetwarzania danych. Dostępne oprogramowanie umożliwia uzyskanie takiego efektu pod warunkiem uzyskania chmury punktów o odpowiedniej gęstości[12].

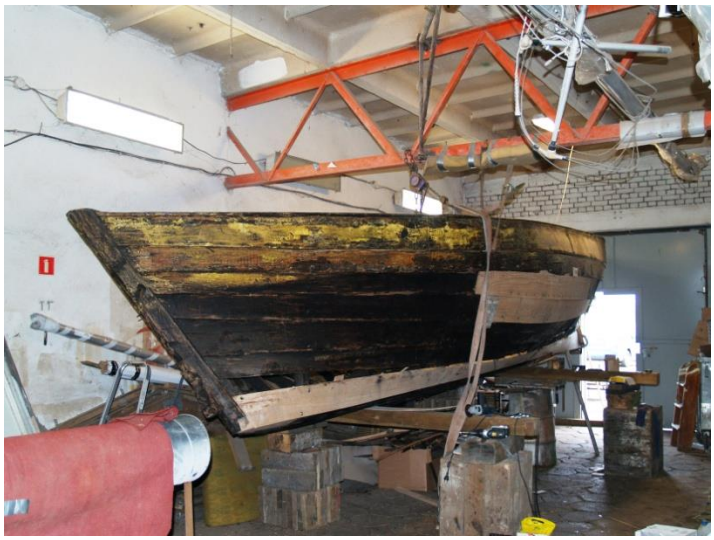
W wątpliwość poddaje się ostatnio racjonalność kontynuacji dokumentowania eksponatów w tradycyjny sposób. Model 3D jest nośnikiem znacznie większej ilości informacji niż rysunek, pozwala na uzyskanie głębszej wiedzy o obiekcie poprzez wykonanie szeregu symulacji i pomiarów, a jego przetworzenie do postaci rysunku jest w gruncie rzeczy krokiem wstecz. Istniejące oprogramowanie do analizy kształtu umożliwia przeszukiwanie baz danych w oparciu o kryteria geometryczne, co w efekcie już w najbliższej przyszłości umożliwi automatyzację żmudnych czynności związanych z dopasowaniem modeli różnych eksponatów. Model 3D w przemyśle jest już pełnoprawnym dokumentem i nie ma powodu, dla którego nie może być tak samo traktowany w muzealnictwie. Paradoksalnie, najszybciej zdobywa uznanie najbardziej prymitywna forma modelu 3D, jaką stanowi reprezentacja krawędziowa. Przywiązanie do tradycyjnego rysunku, operującego liniami i punktami, jest chyba największą barierą w efektywnym wykorzystaniu nowoczesnych technologii pomiarowych.

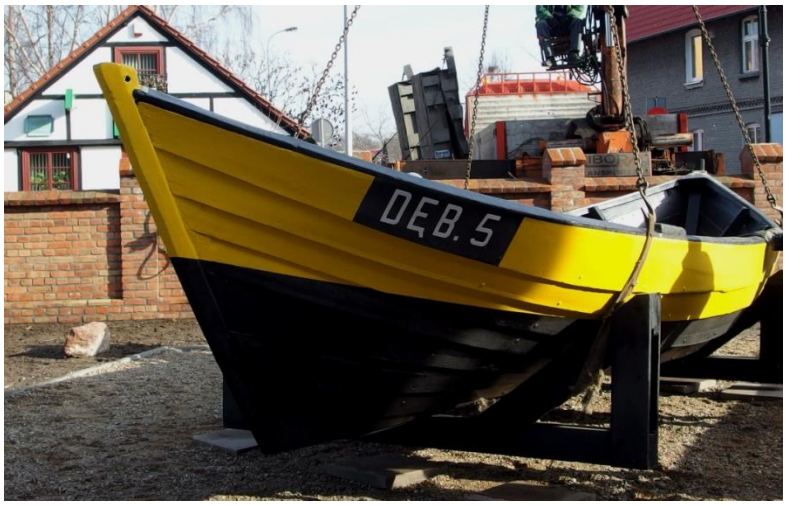
Podstawową zaletą metody kontaktowej jest możliwość wykorzystania istniejącej, pełnej metodyki pomiaru i przetwarzania danych oraz powszechność stosowanych narzędzi. Zarówno ramię skanujące Faro, jak i program skojarzony z tą metodą, są bardzo często używane w różnych dziedzinach i nie ma problemu ze znalezieniem wykwalifikowanej obsługi. W przypadku metody optycznej można wykorzystać wiele z gotowych elementów metody kontaktowej, jednak ze względu na inny przebieg procesu pomiarowego wymaga ona opracowania własnych procedur. Drugą istotną zaletą metody kontaktowej jest niewielkie zapotrzebowanie na przestrzeń dyskową oraz moc obliczeniową komputera. Z kolei za wykorzystaniem metody optycznej przemawiają inne wymagania, przede wszystkim efektywność pracy oraz spełnienie wymagań dotyczących archiwizacji nieprzetworzonych danych. Procedury zalecane przez Kartę Londyńską i Sewilską oraz NIMOZ wyraźnie zalecają zapis danych surowych o jak najwyższej rozdzielczości, które dopiero na późniejszych etapach powinny być przetwarzane w celu uzyskania dokumentacji o pożądanym stopniu uproszczenia. W przypadku skanowania kontaktowego, sam pomiar jest również rodzajem przetwarzania danych, ponieważ to operator decyduje o tym, co będzie zarejestrowane, a ze względu na specyfikę pracy manualnej będzie to rejestracja o dużym stopniu uproszczenia[13].

Doświadczenia polskich muzeów morskich w skanowaniu i dokumentacji cyfrowej zabytków nautologicznych.

[12] C. Żrodowski, M. Kłos, Metodyka pracy…, s. 47.
[13] C. Żrodowski, M. Kłos, Metodyka pracy…, s. 50.

Jak wspomniano wyżej, dokumentacja cyfrowa ma szczególne znaczenie przed i czasie renowacji zabytków nautologicznych. Przykładowe prace dokumentacyjne NMM wykonywało podczas renowacji tradycyjnej łodzi rybackiej „Pomeranki" w 2013 r. Jednostka ta zbudowana została w 1956 r. w miejscowości Wierzchucino. Na płaskiej, belkowej stępce osadzono wygiętą dziobnicę i prostą tylnicę wzmocnione węzłówkami. Poszycie zakładkowe z ośmiu pasów składających się każdy z dwóch klepek. Usztywnienie poprzeczne składa się z dziewięciu denników zaopatrzonych w przepusty sięgające czwartego - piątego pasa poszycia. Wręgi usytuowane są pomiędzy dennikami sięgają trzeciego pasa. Wręgi skrajne - 1 i 11 dochodzą do stępki. W środkowej części stępki znajduje się otwór z nadbudowaną skrzynią mieczową wspartą o ławkę, za skrzynią jest blokowe gniazdo masztu. W części dziobowej druga ławki wzmocniono węzłówkami opartymi o reling. Kadłub łodzi malowany jest powyżej wodnicy na żółto, poniżej smołowany. W dziobie umieszczono znak rozpoznawczy - rejestracyjny. Wymiary łodzi to 8,5 m długości, 2,8 m. szerokości i 1,8 m wysokości. Cała jednostka waży około 1600 kg. Na skutek ekspozycji w skansenie na zewnątrz Muzeum łódź była narażona przez wiele lat na działanie deszczu, śniegu i wiatru. Wskutek tych czynników zbutwieniu uległa część klepek, stępki, usztywnienia poprzeczne. Farba i smoła uległa złuszczeniu. W 2013 roku stan łodzi był bardzo zły. Renowacja tej tradycyjnej łodzi drewnianej przekraczała możliwości załogi NMM. Zdecydowano się znaleźć firmę, która ma doświadczenie w renowacji takich jednostek i podejmie się zadania. O tym jak trudno przewidzieć i oszacować koszty renowacji drewnianej jednostki świadczy fakt, że określony na wstępie zakres prac okazał się niewystarczający. Dopiero po zdjęciu warstw farby i smoły ujawnił się stan elementów drewnianych, klepek burtowych i innych wzmocnień. Okazało się, że niewidoczne przed rozpoczęciem remontu były ubytki w stępce i jej osłonie oraz stan kilku pasów klepek na prawej burcie. Kluczowe w procesie renowacji jednostki było systematyczne wykonywanie klasycznej dokumentacji fotograficznej. Pracownik NMM uczestniczył w każdym z etapów remontu łodzi, od usuwania farb, poprzez wymianę części poszycia, uzupełnienie brakujących fragmentów usztywnień, aż po nałożenie nowej powłoki ochronnej. Wykonywana dokumentacja miała na celu monitorowanie stanu prac, uniknięcie wątpliwości co do konieczności przeprowadzenia dodatkowych robót, zabezpieczenie interesów zleceniodawcy w przypadku nieuzasadnionych roszczeń. Zdjęcia robiono aparatem cyfrowym (fot 11, 12, 13).




DEB. 5

Dokumentowanie jednostek muzealnych ma także duże znaczenie w budowie późniejszych replik łodzi do celów eksperymentalnych. Próby stworzenia warsztatu szkutniczego mają miejsce od około 2008 r. w oddziale NMM, Muzeum Zalewu Wiślanego w Kątach Rybackich. Muzeum to otwarto w 2002 roku z inicjatywy Gminy Sztutowo i NMM. Zorganizowane wystawy dotyczą lokalnej historii szkutnictwa i rybołówstwa. Pierwszymi łodziami, jakie trafiły do zbiorów NMM, były właśnie dwa tzw. półbarkasy „Tol 1" i „Tol 2" zakupione w 1961 roku od rybaka z Tolkmicka. Pierwotnie trafiły do Rozewia, gdzie planowano budowę skansenu dawnych łodzi, potem „Tol 2" prezentowany był w skansenie w Muzeum Rybołówstwa na Helu i w końcu 6 lat temu trafił nad akwen, po którym kiedyś pływał – Zalew Wiślany. W Muzeum tym prezentowany jest także barkas (zbliżony budową, ale nieco większy od półbarkasów) „Kąt 27" i inny półbarkas „Kąt 36". Barkasy były największymi jednostkami rybackimi na Zalewie Wiślanym, sięgającymi ponad 10 metrów długości. Miały jeden duży żagiel rejowy. Połowy prowadziły płynąc parami i ciągnąc za sobą dużą sieć typu włok. Do 1945 roku jednostki takie napędzane były tylko żaglem, w latach powojennych montowano w nich silniki stacjonarne. Kolekcję łodzi z Zalewu Wiślanego dopełniają mniejsze jednostki rybackie, tzw. „żakówki". Są to małe łodzie wiosłowo-żaglowe o długości od 5 do 7 metrów, z dwoma charakterystycznymi żaglami rozprzowymi. Budowane są na bazie klepki stępkowej – szerokiej klepki, do której dołącza się kolejne pasy poszycia i która zastępuje klasyczną stępkę[14]. W 2011 r. rozbudowano wystawę stałą w Oddziale, pokazując lokalne tradycje szkutnicze na tle podobnego akwenu – Zalewu Szczecińskiego. W celu zilustrowania różnic i podobieństw obu obszarów pokazano na wystawie m.in. małą, tradycyjną łódź typu „hojer". Nad podobnymi z pozoru akwenami stosowano odmienne typy jednostek i różne sposoby poławiania ryb.

Ważnym krokiem w kierunku budowania miejsca renowacji łodzi była realizacja przez Centralne Muzeum Morskie w Gdańsku[15] międzynarodowego projektu UE *Lagomar*. W ramach projektu powstała zintegrowana baza informacyjna na temat zasobów kulturalnych obszarów nadzalewowych, głównie lokalnego rybołówstwa, szkutnictwa i łodzi rybackich, www.lagomar.de. Integralną częścią projektu były tzw. projekty pilotażowe jak np.: budowa repliki łodzi rybakciej typu "Zakówka" w Muzeum Zalewu Wiślanego w Kątach Rybackich. Realizacja projektu „LAGOMAR" pomogła przygotować dokumentację dla projektu budowy "Centrum Historii Zalewu Wiślanego" w Kątach Rybackich.

[14] S. Birli, R. Domzal, V. Lankeliene, *A Mobile Exhibition "Past and Present at the Baltic Lagoons" – A Competition and Cooperation of Municipalities around the Lagoons of the Southern Baltic Sea*, [w:] *The Lagomar Lagoons*, Friedland 2009, s. 82-87.

[15] W grudniu 2013 r. Centralne Muzeum Morskie w Gdańsku zmieniło nazwę na Narodowe Muzeum Morskie.

Podczas trwania projektu przeprowadzono dwukrotnie międzynarodowe warsztaty szkutnicze, dzięki nim udało się zbudować w Muzeum Zalewu Wiślanego w Kątach Rybackich replikę rybackiej łodzi "żakówki". W warsztatach wzięli udział szkutnicy z Litwy, Niemiec i Polski.

Istnieje obiektywna trudność ratowania zabytków szkutniczych, które są przywożone do muzeów w złym stanie. Przez wiele lat nie ma możliwości przechowywania ich w dobrych warunkach, choćby pod dachem, oraz często brak jest pieniędzy na ich konserwację. Takie zabytki muszą być po latach usuwane z inwentarza muzealnego z powodu swojego stanu zachowania.

Inne podejście do ochrony tradycyjnych łodzi można zaobserwować w muzeach należących do Federacji Rosyjskiej. Muzeum Oceanu Światowego w Kaliningradzie ma dużą kolekcję tradycyjnych łodzi z różnych stron Federacji Rosyjskiej. Wśród nich są łodzie skórzane z Syberii, jednostki z kory, czółna drążone. Podczas dwóch festiwali morskich w kwietniu i czerwcu łodzie te z magazynów muzealnych trafiają na wodę. Organizatorzy festiwali promując żeglugę i kulturę morską prezentują tradycyjne łodzie i szkutnictwo pokazując jednostki na wodzie. Jest to oczywiście dyskusyjne z punktu widzenia ochrony pojedynczych obiektów i ich zaleceń konserwatorskich.

Kolejnym projektem związanym z cyfryzacją przykładów polskiego szkutnictwa ludowego jest planowane na lato 2014 r. wykonanie cyfrowej dokumentacji 14 łodzi ludowych obejmującej wykonanie skanów w postaci chmur punktów (eng. Point Cloud), modeli 3D z tych chmur, modeli z teksturami oraz dokumentacji technicznej obejmującej: rysunki techniczne, przekroje, linie teoretyczne i krzywe hydrostatyczne. Niniejsze zadanie wykonywane będzie w ramach realizacji projektu Centralne Muzeum Morskie - Cyfrowe Muzeum Morskie (etap 2). w ramach Wieloletniego Programu Rządowego Kultura+, priorytet Digitalizacja. Operatorem priorytetu jest Narodowy Instytut Audiowizualny. Wykonawca będzie wykonywał dokumentację skaner wykorzystującym metodę triangulacji laserowej 3D lub metodę czasu przelotu wiązki, służącym do gromadzenia chmury punktów pomiarowych (x, y, z), umożliwiającym dokumentację dodatkowych danych skanowanej powierzchni zgodnie ze standardami metrycznymi oraz dokumentację składowych barwy RGB.

Ze względu na wymagania projektu zalecane jest aby skaner współpracował z kamerą cyfrową (skalibrowaną), która dokumentuje tekstury w trakcie skanowania, w celu ułatwienia procesu post produkcji. Skaner musi zapewniać dokładność pomiaru 1 punkt na milimetr kwadratowy (rozdzielczość przestrzenna punktów). Dopuszczalny błąd pomiaru nie może przekraczać 5 mm (niepewność pomiaru). Skaner musi zapewniać możliwość kalibracji przy obiekcie (w warunkach terenowych).

Celem zadokumentowania cyfrowego14 łodzi ludowych w Muzeum Rybołówstwa w Helu jest stworzenie pełnej dokumentacji technicznej jednostek dla potrzeb:

a) konserwatorskich – tj. dostarczenie możliwie pełnej informacji o parametrach fizycznych, a tym samym stanie zachowania jednostek oraz zapewnieniu danych do ewentualnych prac

porównawczych, konserwatorskich, w tym również rekonstrukcyjnych; uzyskana dokumentacja ma zapewnić możliwość wykonania i wymiany pojedynczego elementu konstrukcyjnego w przypadku jego uszkodzenia bądź nieodwracalnej degradacji;

b) ewidencyjnych – tj. dostarczenia informacji o parametrach fizycznych i technicznych jednostek służącym pracy dokumentacyjnej, naukowej i badawczej;

c) udostępniania – tj. wykorzystaniu uzyskanych danych do upowszechniania wiedzy o jednostkach w społeczeństwie, między innymi przez publikację w katalogach online, tworzeniu animacji, rozszerzonej rzeczywistości, powtórnego wykorzystania etc.

Łodzie zlokalizowane są na obszarze skansenu otaczającego poewangelicki kościół stanowiący siedzibę oddziału. Trzy łodzie umieszczone są we wnętrzu budynku. Wszystkie jednostki zbudowano na obszarze obecnej Polski i stanowią świadectwo tradycji szkutniczych obszaru wybrzeża Bałtyku. Zespół łodzi stanowi część większej kolekcji w zbiorach Muzeum, a powodem dla którego przewidziano je do skanowania jest fakt eksponowania na otwartej przestrzeni, a co z tym się wiąże, narażenie na oddziaływanie warunków atmosferycznych powodujących degradację materiału, z którego je wykonano. Skanowaniu poddane będą całe zabytki, tak z zewnątrz jak i wewnątrz kadłuba, co pozwoli określić między innymi grubość poszycia w dowolnym jego punkcie.

Wszystkie łodzie wykonane są z drewna dębowego z dodatkowymi elementami metalowymi (ściągi, poprzeczki, etc.) i w większości pokrywane corocznie substancjami konserwującymi typu PEG. Pięć jednostek nie posiada zewnętrznych powłok malarskich, podczas gdy burty pozostałych malowane są co najmniej w dwóch kolorach. Stan zachowania powłok jest różny. Łodzie pozbawione są silników, wałów i śrub. Dwie z trzech łodzi eksponowanych we wnętrzu oddziału posiadają maszty i żagle, łodzie eksponowane na zewnątrz są ich pozbawione. Dla jednostek posiadających maszty i żagle dokumentacja zostanie przeprowadzona wraz z nimi w pozycji roboczej (rozwiniętej).

Poza *Czołnem łebskim,* który posiada unikatową budową poszycia dziobnicy i tylnicy, oraz sadzami – które stanowią jednostki transportowe do przewożenia złowionych ryb, konstrukcja zespołu łodzi ma dość klasyczny charakter. Wśród nich wyróżnia się największa z jednostek - kuter pławnicowy HEL.27, wyposażony w pokład i sterówkę (nadbudówkę), którego poszycie wykonane jest z wąskich listewek (poszycie listewkowe). Z tego względu dokumentacja jednostki HEL.27 realizowana będzie z pewnymi odstępstwami w stosunku do pozostałych trzynastu jednostek, zwłaszcza jeśli chodzi o sporządzanie dokumentacji rysunkowej i skanowanie każdego elementu, głównie ze względu na prawdopodobny brak dostępu do tych elementów od strony wnętrza kadłuba. Jednostki (poza Hel.27) posiadają od 2 do 13 pasów poszycia, długość od 4,60 m do 8,52 m, przy szerokości od 1,35 m do 3,32 m. Stan zachowania poszczególnych obiektów jest zróżnicowany, z tego względu również różny będzie zakres prac interpretacyjnych przy tworzeniu modelu

pełnoplastycznego z uzupełnionymi brakującymi elementami. Muzeum nie dysponuje dokumentacją projektową jednostek, głównie ze względu na fakt, że taka nie została nigdy dla nich stworzona.

Lista łodzi przeznaczonych do skanowania 3D:

1. **BOR14** – dla (BOR.14) CMM/BO/331 Łódź rybacka z Boru
2. **CHA11** – dla (CHA.11) Pomocnicza łódź rybacka
3. **CHA32** – dla (CHA.32) Łódź rybacka
4. **CZOLN** – dla (CZOŁN) CMM/BO/348 Łódź typu czołn łebski
5. **DEB5** – dla (DĘB.5) CMM/BO/352/1-4 Łódź rybacka tzw. „Pomeranka”
6. **HEL7** – dla (HEL.7) Motorowa łódź rybacka
7. **HEL27** – dla (HEL.27) CMM/OR/NW/56 Kuter pławnicowy
8. **KAR4** – dla (KAR.4) CMM/BO/479 Pomocnicza łódź rybacka
9. **KUZ6** – dla (KUZ.6) Łódź rybacka
10 **KUZ49** – dla (KUZ.49) Motorowa łódź rybacka „Normandia”
11 **MECH14** – dla (MECH-14) CMM/BO/345/A Łódź rybacka zatokowa z Zatoki Puckiej
12 **PUC16** – dla Łódź (PUC-16) CMM/BO/423 Łódź rybacka
13 **SADZ1** – dla Łódź (SADZ/1) CMM/OR/219 Sadz do przechowywania żywych węgorzy
14 **SADZ2** – dla Łódź (SADZ/2) CMM/OR/262 Sadz do przechowywania żywych węgorzy

Podsumowując, dokumentacja zabytkowych łodzi poprzez wykonywanie metodą skanowania modeli 3D niesie znacznie większą ilość informacji niż klasyczna dokumentacja rysunkowa. Dlatego należy dążyć do jak najszerszego zastąpienia rysunków modelami trójwymiarowymi podlegającymi dalszej obróbce cyfrowej.

Finansowanie z funduszy EOG, pochodzących z Islandii, Lichtensteinu i Norwegii oraz środków krajowych.