Cyfrowa inwentaryzacja łodzi rybackiej zatokowej z Mechelinek (Mech-14) ze zbiorów Narodowego Muzeum Morskiego w Gdańsku

Narodowe Muzeum Morskie w Gdańsku

Gdańsk 2014

Gzowski M., Kulesza M., Hazuka W., Młynarczyk J., Karczewski J., Puszko J., Kłos. M., *Cyfrowa inwentaryzacja łodzi rybackiej zatokowej z Mechelinek (MECH-14) motorowej łodzi rybackiej „Normandia" z Kuźnicy (KUZ-49) ze zbiorów Narodowego Muzeum Morskiego w Gdańsku*, Gdańsk 2014.

ISBN _____

Autorzy:
realizacja zamówienia: Architekci Gzowski&Gzowski
skanowanie 3D: Marcin Kulesza
skład materiałów, obróbka graficzna: Mateusz Gzowski
grafika: Vicon3D inż. Witold Hazuka
branża okrętowa: dr inż. Jan Młynarczyk, mgr inż. Artur Karczewski, inż. Katarzyna Puszko
tłumaczenie na język angielski: Ewa Grymel-Kulesza
oraz
opis wdrożenia Karty Londyńskiej: Marcin Kłos (Narodowe Muzeum Morskie w Gdańsku).

Fotografie: Marcin Kulesza, Marcin Kłos (okładka)
Redakcja:
Projekt i redakcja techniczna:

Cyfrowa inwentaryzacja zespołu zabytkowych łodzi ludowych ze zbiorów Narodowego Muzeum Morskiego w Gdańsku w ramach realizacji projektu „Centralne Muzeum Morskie – Cyfrowe Muzeum Morskie (etap 2)", w ramach Wieloletniego Programu Rządowego „Kultura+", priorytet digitalizacja (2013-2014), finansowanego ze środków Ministerstwa Kultury i Dziedzictwa Narodowego. Operator priorytetu digitalizacja: Narodowy Instytut Audiowizualny.

Dofinansowano ze środków Programu Wieloletniego Kultura+

Utwór udostępniany na licencji Creative Commons 3.0 Polska w wersji: CC BY-NC-ND 3.0

Uznanie autorstwa – utwór należy oznaczyć w sposób określony przez Twórcę lub Licencjodawcę,

Użycie niekomercyjne – nie wolno używać tego utworu do celów komercyjnych,

Bez utworów zależnych – nie wolno zmieniać, przekształcać ani tworzyć nowych dzieł na podstawie tego utworu.

Treść licencji: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/pl/legalcode

Drogi Czytelniku,

niniejsza publikacja stanowi jedną z czternastu poświęconych zespołowi tradycyjnych drewnianych jednostek pływających, zgromadzonych przez Narodowe Muzeum Morskie w Gdańsku i eksponowanych w Muzeum Rybołówstwa w Helu.

Wszystkie publikacje powstały w oparciu o jeden szablon, dlatego strony 18-40 (z wyjątkiem podrozdziału: *Przebieg Prac* na stronach 19-23) zawierają tę samą treść w każdym z opracowań.

Jednostka będąca przedmiotem opracowania to rybacka łódź zatokowa z Mechelinek zarejestrowana jako Mech-14. Typowa łódź rybacka stosowana na wodach Zatoki Puckiej. Zbudowana przez szkutnika Antoniego Paczula z Rewy. Zakupiona od Otylii Melzer - żony rybaka z Mechelinek. Pędnik stanowił żagiel rozprzowy.

ARCHITEKCI
GZOWSKI & GZOWSKI S.C.
80-178 Gdańsk, ul. Goplańska 38, tel./fax (58) 349-57-14
e-mail: biuro@architekci-gzowski.pl, www.architekci-gzowski.pl, NIP: 583-294-03-31, nr konta: MULTIBANK 73 1140 2017 0000 4102 0545 6993

ŁÓDŹ MECH14

CMM/BO/345/A Łódź rybacka zatokowa z Zatoki Puckiej

1. WPROWADZENIE 3
B.1) OPIS FIRMY 3
B.2) ZASTOSOWANA METODYKA 4
B.2) PROCES SKANOWANIA 6
B.3) ZASTOSOWANE URZĄDZENIE 14
B.4) PRZEBIEG PRAC 19
C) ZGODNOŚĆ Z WYTYCZNYMI KARTY LONDYŃSKIEJ 23
4. D) RYSUNKI TECHNICZNE 41
D.1) WIDOK OD LEWEJ BURTY 41
D.2) WIDOK OD PRAWEJ BURTY 42
D.3) WIDOK OD DZIOBU 43
D.4) WIDOK OD RUFY 44
D.5) WIDOK OD GÓRY 45
D.6) WIDOK OD DOŁU 46
D.7) WIDOK IZOMETRYCZNY 47
D.8) WIDOK OD GÓRY Z UWZGLĘDNIENIEM USZTYWNIEŃ WZDŁUŻNYCH I POPRZECZNYCH ŁÓDŹ MECH14 48
D.9) PRZEKRÓJ POPRZECZNY W CZĘŚCI DZIOBOWEJ ŁÓDŹ MIECH14 .. 50
D.10) PRZEKRÓJ POPRZECZNY NA ŚRÓDOKRĘCIU ŁÓDŹ MECH14 53
D.11) PRZEKRÓJ POPRZECZNY W CZĘŚCI RUFOWEJ ŁÓDŹ MECH14 56
D.12) ZESTAW TRZONOWY ŁÓDŹ MECH14 59
D.13) RYSUNEK ZESTAWU TRZONOWEGO WRAZ Z USZTYWNIENIEMI WZDŁUŻNYMI I POPRZECZNYMI BEZ PASÓW POSZYCIA ŁÓDŹ MECH14 60
5. E) CHMURA PUKTÓW 61
E.1) RZUT IZOMETRYCZNY 61
E.2) PRZEKRÓJ POPRZECZNY W CZĘŚCI DZIOBOWEJ 62
E.3) PRZEKRÓJ POPRZECZNY W ŚRÓDOKRĘCIU 63
E.4) PRZEKRÓJ POPRZECZNY W CZĘŚCI RUFOWEJ 64
6. F MODEL 3D 65
F.1) Model 3D bez tekstur w oparciu o zebraną chmurę punktów (widok izometryczny) 65
F.2) Model 3D bez tekstur w oparciu o zebraną chmurę punktów (widok od lewej burty) 66
F.3) Model 3D bez tekstur w oparciu o zebraną chmurę punktów (widok od prawej burty) 67
F.4) Model 3D bez tekstur w oparciu o zebraną chmurę punktów (widok od góry) 68
F.5) Model 3D bez tekstur w oparciu o zebraną chmurę punktów (widok od dołu) 69
F.6) model 3D pełnoplastyczny bez tekstur (widok izometryczny) 70
F.7) model 3D pełnoplastyczny bez tekstur (widok od lewej burty) 71
F.8) model 3D pełnoplastyczny bez tekstur (widok od prawej burty) 72
F.9) model 3D pełnoplastyczny bez tekstur (widok od góry) 73
F.10) Model 3D pełnoplastyczny bez tekstur (widok od dołu) 74

F.11) Model 3D pełnoplastyczny z teksturami (widok izometryczny)..... 75
F.12) Model 3D pełnoplastyczny z teksturami (widok od lewej burty) 76
F.13) Model 3D pełnoplastyczny z teksturami (widok od prawej burty) 77
F.14) Model 3D pełnoplastyczny z teksturami (widok od góry)..... 78
F.15) Model 3D pełnoplastyczny z teksturami (widok od dołu)..... 79
G WYMIAROWANIE..... 80
G.1) TABELA WYMIARÓW PODSTAWOWYCH..... 80
G.2) RYSUNEK IDEOWY, WIDOK OD GÓRY 81
H) OBLICZENIA TECHNICZNE 88

1. WPROWADZENIE

B.1) OPIS FIRMY

Firma Architekci Gzowski & Gzowski s.c. powstała w 2005 roku jako kontynuacja biura badawczo – projektowego Agencja DART, działającego od 1989 roku. Rosnące zainteresowanie inwestorów w przeistaczanie terenów objętych ochroną konserwatorską w nowe obiekty, stało się podstawą dla tworzenia nowego profilu firmy. Pracownia wyspecjalizowała się w wykonywaniu dokumentacji badawczych oraz projektowych. Zakres działalności to skaning laserowy 3D obiektów zabytkowych (zarówno eksponatów muzealnych, jak i zabytkowych budynków), inwentaryzacje budowlano – konserwatorskie na podstawie skaningu 3D, projekty rekonstrukcji obiektów budowlanych i elementów wyposażenia wnętrz, ortofotogrametria, projekty wielobranżowe, budowlane i wykonawcze. Firma wykonuje również kompleksowe badania archeologiczne, architektoniczne, konserwatorskie, kompleksowe programy prac konserwatorskich, ekspertyzy techniczne obiektów zabytkowych, z analizą wychyleń (skaning 3D) oraz koncepcje architektoniczne w uzgodnieniu z Urzędem Konserwatora Zabytków.

Nadzór merytoryczny nad częścią obliczeniową:

dr inż. Jan Młynarczyk, inż. budowy okrętów, specjalność małe statki i jachty. Specjalista, pełniący funkcję m.in.: Eksperta Technicznego - Polski Rejestr Statków (PRS), Dział Jachtów i Łodzi, inspektora nadzoru technicznego, rzeczoznawcy - Morski Zespół. Również Inspektor (non exclusive) PRS nadzoru jachtów, Mierniczy Międzynarodowych Formuł Pomiarowych jachtów morskich - RORC, IOR , IMS.

Ship Service: Firma Ship Service powstała w 2009 roku w Gdańsku. Jest firmą projektową, specjalizującą się w małych i średnich jednostkach pływających, szczególnie jachtach, łodziach i kutrach rybackich. Jest jedną z niewielu firm na rynku, która posiada doświadczenie w projektach jednostek drewnianych. Firma współpracuje ze stoczniami, instytutami badawczymi i biurami projektowymi, w zakresie obejmującym konstrukcje, wyposażenie, instalacje i stateczność jednostek pływających.

B.2) ZASTOSOWANA METODYKA

Zlecenie inwentaryzacji zabytkowych łodzi, zwanej dalej „Wykonaniem cyfrowej inwentaryzacji zespołu zabytkowych łodzi ludowych ze zbiorów Narodowego Muzeum Morskiego w Gdańsku w ramach realizacji projektu „Centralne Muzeum Morskie – Cyfrowe Muzeum Morskie (etap 2)” zrealizowane zostało w terminie od 23.06.2014 do 30.09.2014. Celem zadania było wykonanie pełnej dokumentacji cyfrowej 14 zabytkowych łodzi, mieszczących się w Muzeum Rybołówstwa na Helu, przez firmę Architekci Gzowski & Gzowski s.c, Gdańsk ul. Goplańska 38.

W zadaniu wyszczególniony został sprzęt, jaki dopuszczono do prawidłowego wykonania pomiarów oraz zadokumentowania łodzi. Posłużono się skanerem laserowym naziemnym firmy Faro, model Faro Fokus 120. Skany wykonano w oparciu o możliwości oraz technologie, jakie daje wyżej wymienione urządzenie. Po podpisaniu umowy z Narodowym Muzeum Morskim, rozpoczęto pomiary. Największymi zagrożeniami dla terminowego i prawidłowego wykonania zlecenia były: krótki czas realizacji, zakres prac, a także warunki atmosferyczne, mające kluczowy wpływ na pomiar.

Dokumentacja metodą skaningu laserowego tego typu jednostek jest pierwszą w skali kraju. Z tego powodu na wstępie prac należało przeprowadzić szereg testów w obróbce materiału, co powodowało znaczny ubytek czasowy. Jednakże próby te pozwoliły na wypracowanie odpowiedniej metodologii pracy, przedstawionej poniżej.

Harmonogram wykonania zadania podzielono na sześć etapów prac.

1) Etap prac pomiarowych (skanowanie laserowe) w Muzeum Rybołówstwa w Helu. Dokonano pomiarów trzech łodzi wewnątrz budynku Muzeum oraz jedenastu łodzi na zewnątrz. Postęp prac pomiarowych był w dużej mierze uzależniony od panujących warunków atmosferycznych.
2) Etap obróbki chmur punktów. Przetworzone, przefiltrowane i spozycjonowane dane poddano analizie, a po zaakceptowaniu materiał przekazano do kolejnego etapu obróbki.

3) Etap przetwarzania danych w formacie chmur punktów. Jednostka odpowiedzialna za wykonanie modeli 3D przeprowadziła modelowanie szczelnych łodzi dla pracowni okrętowej, stanowiących podstawę do obliczeń dla poszczególnych jednostek.
4) Etap modelowania pełnych brył łodzi wraz z wykonaniem uzupełnień zdegradowanych elementów w poszyciu i usztywnieniach konstrukcji jednostek. Uzyskano materiał finalny w postaci modeli mesch wraz z teksturami. Czynność wykonano w końcowej fazie realizacji zadania.
5) Etap obliczeń okrętowych, realizowany równorzędnie z punktem 3 (rysunki okrętowe oraz obliczenia) na podstawie przekazanych brył szczelnych, brył 3D oraz rysunków na podstawie skanów.
6) Etap analizy materiałów 3D okrętowych i wykonanie dokumentacji technicznej oraz opisowej.

Prace pomiarowe zostały wykonane w oparciu o wieloletnie doświadczenie pracowników pracowni Architekci Gzowski & Gzowski w dziedzinie skanowania zabytków architektury oraz obiektów archeologicznych. Pracownia prowadziła liczne, nowatorskie badania, łącząc ortofotografię, pomiary tachimetryczne, pomiary skanerem laserowym oraz tradycyjne metody pomiarowe. Dzięki temu można było przystąpić do pomiarów, unikając wielu przeszkód jakie niesie ze sobą technika skaningu.

Głównymi założeniami projektu były wytyczne, zawarte w specyfikacji istotnych warunków zamówienia oraz o zalecenia Karty Londyńskiej. Materiałem porównawczym była dokumentacja łodzi, wykonana przez pracownię norweską pt.: „DOKUMENTASJON AV FARTØY VED HJELP AV LASERSCANNING”. Oparta na konstrukcji dębowej łódź, zadokumentowana w wyżej wymienionej pracy, stanowiła jedyny materiał porównawczy dla opracowania łodzi w Helu. Uznano, że efekt wizualny powinien być zbliżony do efektu, jaki uzyskała pracownia z Norwegii i do tego dążono. Postęp prac konsultowano na bieżąco

z przedstawicielami Narodowego Muzeum Morskiego i okresowo wysyłano raporty z wyników poszczególnych etapów.

W trakcie narady technicznej, która odbyła się w siedzibie Narodowego Muzeum Morskiego w Gdańsku dnia 17.07.2014, ustalono zakres prac, oczekiwane wyniki pomiarów, wizualizacje mesch, widoki 3D oraz rysunki okrętowe. Efektem tego spotkania była notatka z uwagą: „Kierunek oraz materiał przedstawiony na spotkaniu jest odpowiedni dla realizacji tego zadania”.

B.2) PROCES SKANOWANIA

Przed przystąpieniem do pomiarów zamawiający i wykonawca przeprowadzili wspólnie wizję lokalną w miejscu realizowanej dokumentacji, podczas której doprecyzowano szereg szczegółów technicznych związanych z planowanym efektem końcowym projektu. Ustalono, że w związku z tym, że w przeciwności do dzieł sztuki, przechowywanych i eksponowanych w kontrolowanych warunkach środowiskowych, łodzie drewniane eksponowane są na otwartym powietrzu na terenie Muzeum Rybołówstwa w Helu, gdzie podlegają oddziaływaniu środowiska, w tym zwłaszcza warunkom klimatycznym, nie należy w trakcie rejestracji danych dążyć do uzyskania poziomu szczegółowości stosowanego np. dla rzeźb. Bardzo istotną kwestią jest praca konstrukcji drewnianej, która podlega kurczeniu i rozszerzaniu w wyniku oddziaływania warunków klimatycznych. Oznacza to, że w różnych okresach roku, kształt kadłuba może podlegać nieznacznym acz w skrajnych przypadkach kilku - kilkunastomilimetrowym zmianom. Kolejna kwestia to coroczna konserwacja drewna środkami chroniącymi przed degradującym oddziaływaniem środowiska, które każdorazowo tworzą nową warstwę ochronną na drewnie. Wszystkie te czynniki wskazują na brak racjonalnego uzasadnienia dla bardzo precyzyjnej dokumentacji powierzchni każdego milimetra kwadratowego drewna i tym samym wiążących się z tym nakładów finansowych.

Przyjęte ustalenia odzwierciedlały zalecenia zawarte w specyfikacji istotnych warunków zamówienia, to jest: „Skanowanie należy przeprowadzić skalibrowanym

urządzeniem, zapewniającym dokładność pomiaru 1 punkt na milimetr kwadratowy (rozdzielczość przestrzenna punktów). Dopuszczalny błąd pomiaru nie może przekraczać 5 mm (niepewność pomiaru)”

Ze względu na usytuowanie łodzi dokumentacja większości jednostek odbyła się na wolnym powietrzu. Pomiary realizowano głównie ze statywu, rozstawianego na różnorodnej powierzchni, głównie na żwirze lub granitowej kostce brukowej. Zastosowanie pomiaru na statywie zwiększyło jakość uzyskanych danych wyjściowych.

Pomiary skanerem laserowym wykonano po uprzednim przygotowaniu łodzi (oczyszczeniu z liści, gałęzi, piachu). Z uwagi na materiał z jakiego wykonano łodzie oraz pokrycie kilku z jednostek grubą warstwą smoły, szczególnie zwrócono uwagę na problem możliwego odbicia wiązki lasera. Aby uniknąć błędu, który mógł istotnie zniekształcić skanowanie, pomiary odbywały się przy całkowicie osuszonych jednostkach. Wykonano szereg skanów próbnych, które pozwoliły dostosować odpowiednie parametry skanowania.

Przyjęto ustawienia skanera :

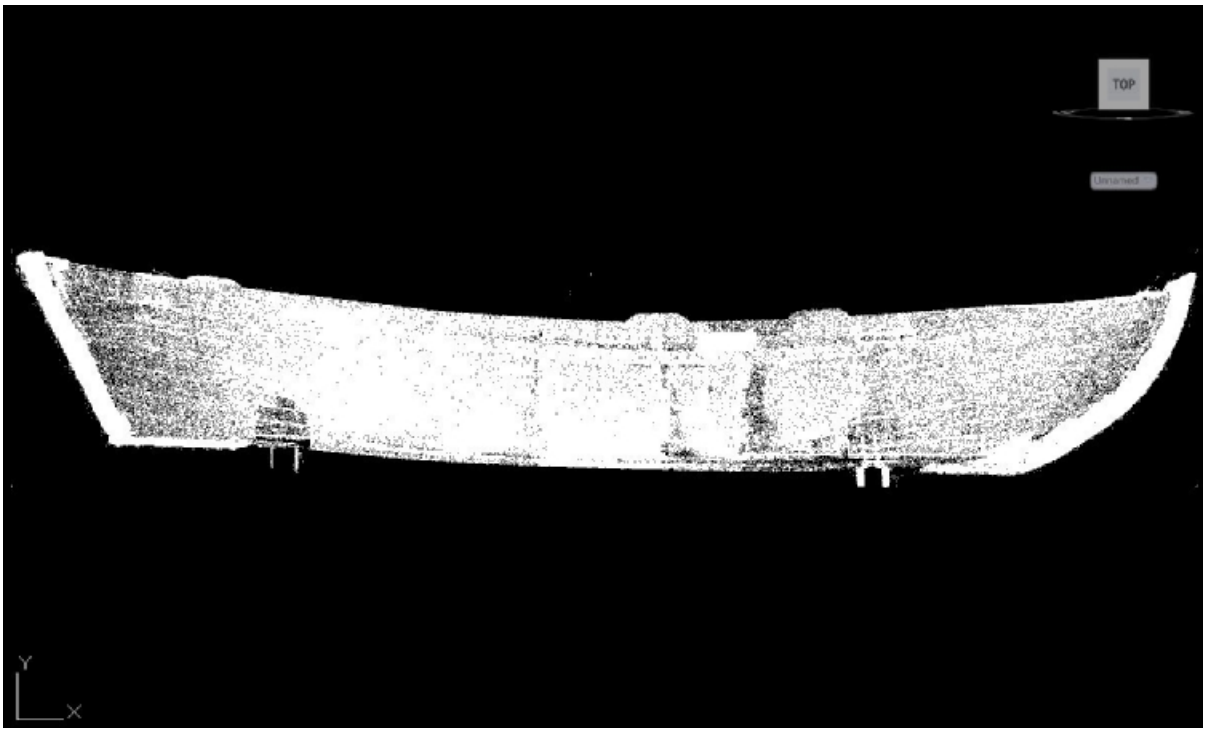
a) Rozdzielczość skanowania, mierzona w ułamkach maksymalnej rozdzielczości :
¼ punktu w pionie oraz poziomie ;

b) rozmiar skanu. Ustawienie zapisu skanu mające wpływ na jakość skanu oraz na szum danych skanowania. Stopa pomiaru wyświetlana jest w 1000 punktów na sek.:
Pkt 1024x4267 ;

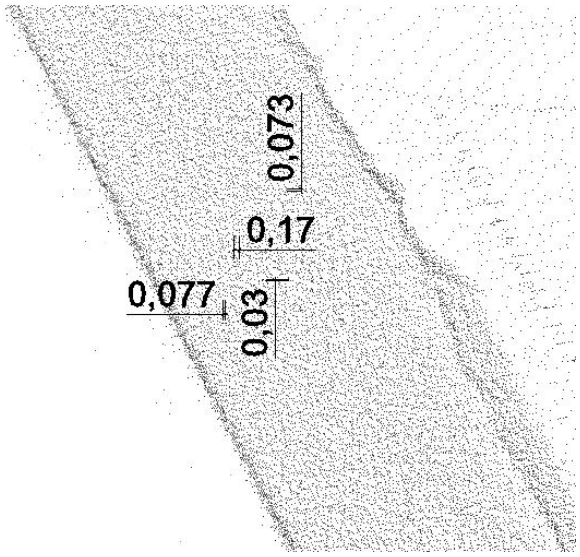
c) wynikowy rozmiar skanu w milionach punktów MPkty 43.7 :

d) odległość punktu: Jest odległością pomiędzy punktami przechwytywanego skanu w mm z odległości skanowania 10m:
mm/10m 6.136 ;

Skany przeprowadzono metodą rejestracji czasu przelotu wiązki. Zostały wykonane w kolorze przy zastosowaniu, zintegrowanej ze skanerem, jednostki fotograficznej o jakości łącznej 70Mpx (megapixeli).Łączna rozdzielczość aparatu jest wynikiem pojedynczej ilości wykonanych zdjęć przez skaner w czasie pełnego obrotu. Dla każdej z łodzi wykonano od 15 do 35 skanów. Materiał uzyskany w procesie skanowania pozwolił w sposób dokładny odzwierciedlić plastyczność oraz geometrię każdej z jednostek. Po przeprowadzeniu rejestracji wraz z filtracją skanów i usunięciu błędnych, pojedynczych punktów pomiarowych, otrzymano gęstość chmury punktów od ~ 0,09 - 0,18mm .



Rysunek 1. Widok gęstości chmury punktów przykładowej łodzi.



Rysunek 2. Odległości (jednostka milimetry) zarejestrowanych punktów podczas pomiaru. Podana wartość liczbowa określa odległość pomiędzy sąsiadującymi punktami.

Następnym etapem była analiza porównawcza zarejestrowanych danych wyjściowych oraz kwalifikacja każdego ze skanów do dalszego wykorzystania.

Rysunek 3. Wybrany fragment łodzi przed procesem filtracji danych przykładowej łodzi

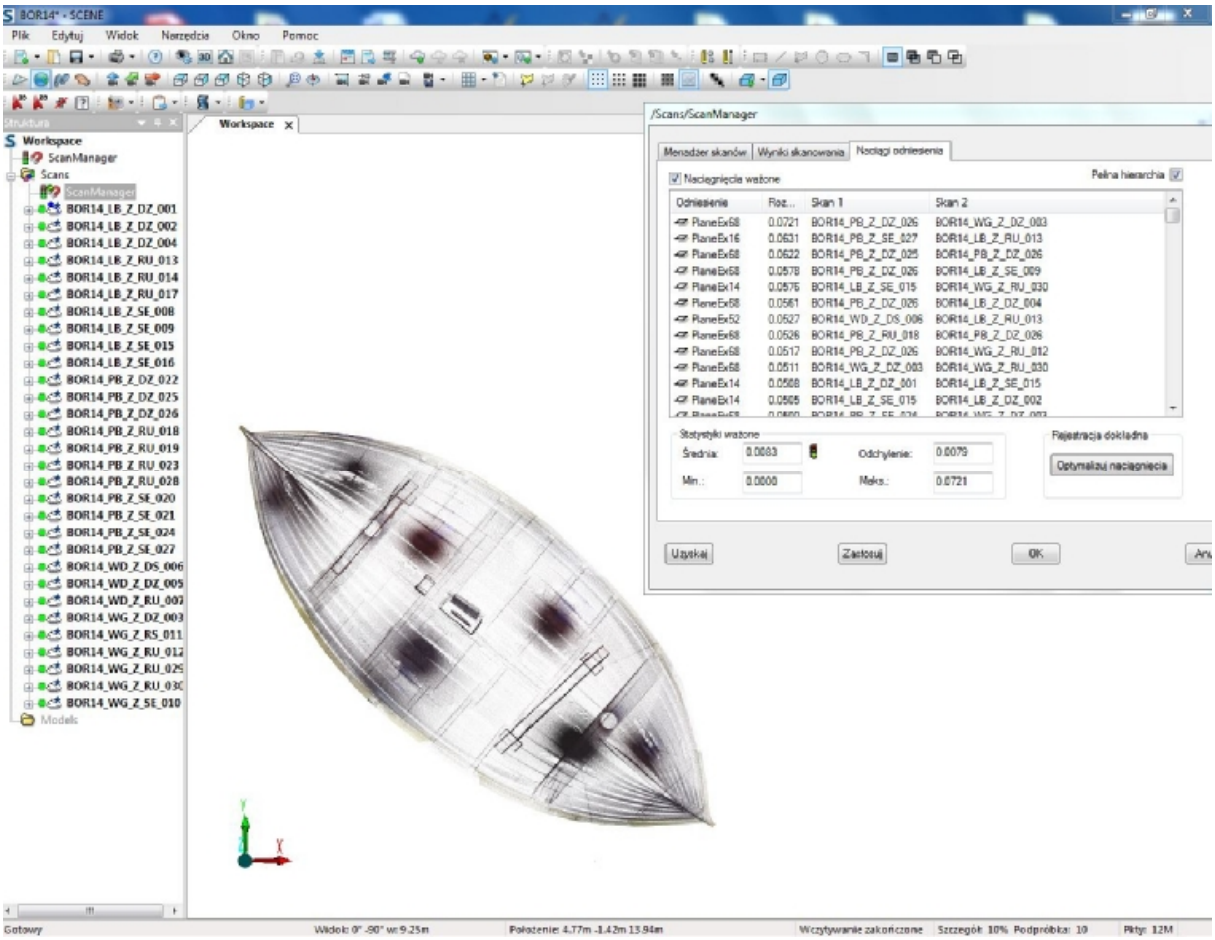
Rysunek 4. Wybrany fragment łodzi po procesie filtracji danych przykładowej łodzi

W tym celu ocenie poddawano wybrany obszar skanu, o największej gęstości niezakłóconych punktów źródłowych. Dla zachowania jednolitej wartości gęstości i odpowiednio niskiego poziomu zakłóceń (szumów) wielokrotnie niezbędne było zwiększenie liczby stanowisk, z których przeprowadzono rejestrację chmury punktów. W rezultacie uzyskano dane o założonej jakości, tj. o odpowiednim poziomie gęstości punktów i stosunkowo niskim (w relacji do panujących warunków atmosferycznych) poziomie zakłóceń. Ze skanów usuwano pomiary oddalone o więcej niż 450cm - 600cm. Skaner może rejestrować punkty w stanie surowym w odległości do 80metrów. Dane nie wchodzące w zakres mierzonej łodzi były usuwane

Elementy o prostej formie i konstrukcji, jak na przykład długa i prosta klepka poszycia podlegały indywidualnej filtracji, ze względu na brak potrzeby gromadzenia bardzo dużej ilości danych o powierzchni samego drewna. (Analiza danych przeprowadzona była przez osobę, wykonującą skany, a także obrabiającą dane po skanowaniu.) Zmniejszenie gęstości na takich powierzchniach pozwoliło w efekcie zmniejszyć

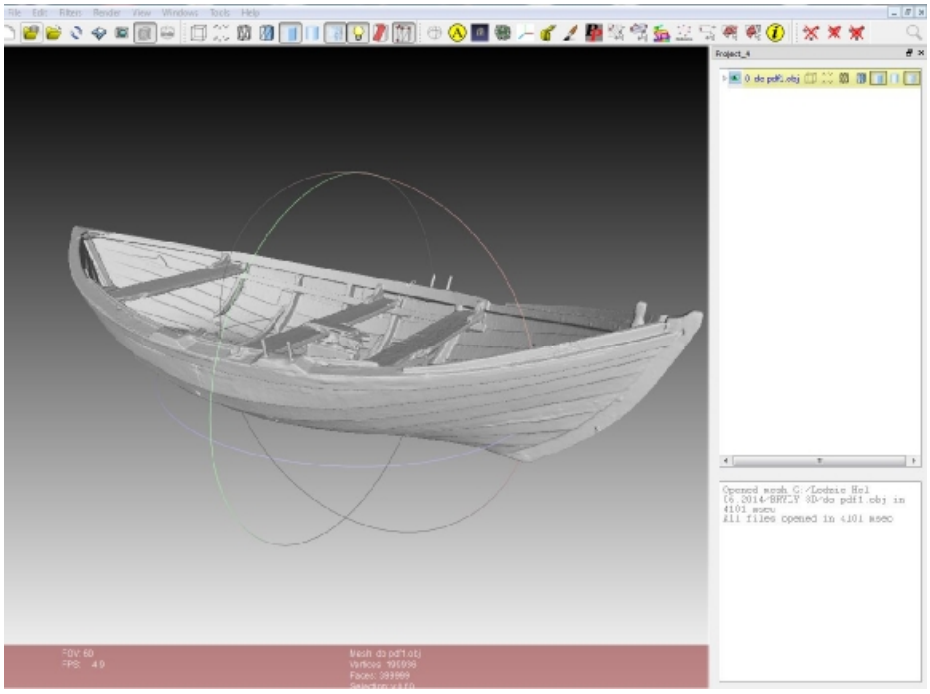
objętość danych do obróbki, a w konsekwencji danych, które zostały udostępnione w Internecie. Powyższa decyzja podyktowana była również faktem, że sama dokumentacja struktury powierzchni drewna nie miała w przypadku realizowanej dokumentacji pierwszorzędnego znaczenia, istotniejsze było precyzyjne zarejestrowanie kształtu kadłuba.

.



Rysunek 5. Proces filtracji oraz rejestracji skanów w oprogramowaniu Faro Scene przykładowej łodzi.

Tak przygotowany materiał stał się doskonałą bazą wyjściową w dalszym procesie modelowania powierzchniowego. Model przygotowano w oprogramowaniu MESCHLAB.



Rysunek 6. Proces powstawania przykładowej łodzi w oprogramowaniu Meschlab.

Surowe punkty eksportowano w programie Faro Sceno w formacie PTX. Format ten pozwala zapisać surowe dane wraz z teksturą. Wielkość skanów w formacie PTX mieściła się w zakresie od 200 megabajtów do 1,2 gigabajta.

Skany w postaci PLY z programu Meschlab exportowano do oprogramowania Blender w celu analizy oraz poddawano ponownie procesowi filtracji. Dalszy proces składania wszystkich skanów w całość, tworzenie siatki trójkątów oraz mapowanie UV odbyło się w programie Meschlab. Proces ten przeprowadzono w sposób częściowo zautomatyzowany. Przy konstruowaniu modelu łodzi o dużym poziomie skomplikowania, proces odbywał się manualnie. Końcowym rezultatem była bryła mesch danej łodzi wraz z teksturą, na bazie chmury punktów, uzyskanej ze zdjęć aparatu skanera.

Ostatnim etapem było wykonanie brył szczelnych (to jest kadłubów uzupełnionych o brakujące, zdegradowane elementy), który zrealizowano w programie Ciemna 4D. Proces ten był w pełni manualny, wykonany w oparciu o model z chmury punktów i wymagał indywidualnej interpretacji operatora. Oprogramowanie użyte w procesie montażu jednostek opisane jest szczegółowo w dziale B.3 ZASTOSOWANE URZĄDZENIE.

Podsumowując, zastosowana metoda skaningu laserowego przy pomiarze zabytkowych łodzi okazała się dużo szybszą i efektywniejszą metodą niż tradycyjne formy pomiaru oraz dokumentacji. Materiał uzyskany w procesie pomiaru, a następnie obróbki, daje szczegółowy obraz zadokumentowanej łodzi, zawierający takie informacje jak: kolor (teksturę), wymiar oraz strukturę obiektu. W tradycyjnych formach pomiarowych dokumentacji trudno jest uzyskać tak dokładny efekt.

Co więcej, dzięki przeprowadzonej dokumentacji powstał materiał referencyjny, który za kilka lat może posłużyć do konserwatorskiej analizy porównawczej stanu zachowania zabytków.

B.3) ZASTOSOWANE URZĄDZENIE

Pomiarów łodzi dokonano skanerem laserowym firmy Faro model Fokus 3D. Focus3D wykorzystuje technologię laserową do tworzenia szczegółowych, trójwymiarowych obrazów, złożonych miejsc i geometrii. Wynik skanowania składa się z milionów kolorowych, trójwymiarowych punktów pomiarowych i jest dokładną cyfrową kopią (odwzorowaniem) istniejącej rzeczywistości. Szybkość pomiaru dochodzi do 976.000 punktów pomiarowych na sekundę.

.

Specyfikacja techniczna:

Faro Fokus 3d 120

Zasięg Faro Focus 3D 120 0,6 m - 120 m wewnątrz lub na zewnątrz budynku przy słabym świetle z otoczenia i promieniu lasera padającym prostopadle na powierzchnię o współczynniku odbicia równym 90%

Prędkość pomiaru122 000/ 244 000 / 488 000 / ~1 000 000 pkt./s

Błąd pomiaru odległości+/- 2 mm

Moduł foto Rozdzielczość Do 70 megapikseli w kolorze Funkcja dynamicznych kolorów Automatyczne dostosowanie jasności

Lustro Pole widzenia w pionie 305° Pole widzenia w poziomie 360°

Rozdzielczość pionowa 0,009° (40.960 pikseli 3D dla 360°)

Rozdzielczość pozioma 0,009° (40.960 pikseli 3D dla 360°)

Maksymalna prędkość skanowania w pionie 5,820 obr./min lub 97 Hz

Laser Moc lasera (fala ciągła, Ø)20 mW (laser klasy 3R)

Długość fali 905 nm Rozbieżność wiązki wielkość typowa 0,16 miliradiana (0,009°) Średnica wiązki na wyjściu 3,8 mm (kolista)

Obsługa i kontrola skanera

Nośnik danych SD, SDHC™, SDXC™; w zestawie karta 32 gigabyte

Sterowanie skanerem Za pomocą ekranu dotykowego

Data ostatniej kalibracji 21.01.2013

W procesie skanowania zastosowano znaczniki oraz kule referencyjne o znanym promieniu. Służą one do rejestracji skanów w celu połączenia ze sobą chmur punktów z poszczególnych stanowisk.

Wykonane skany złożono przy pomocy oprogramowania FARO SCENE, a następnie poddano obróbce w programie Blender, MESCHLAB oraz CINEMA 4D.

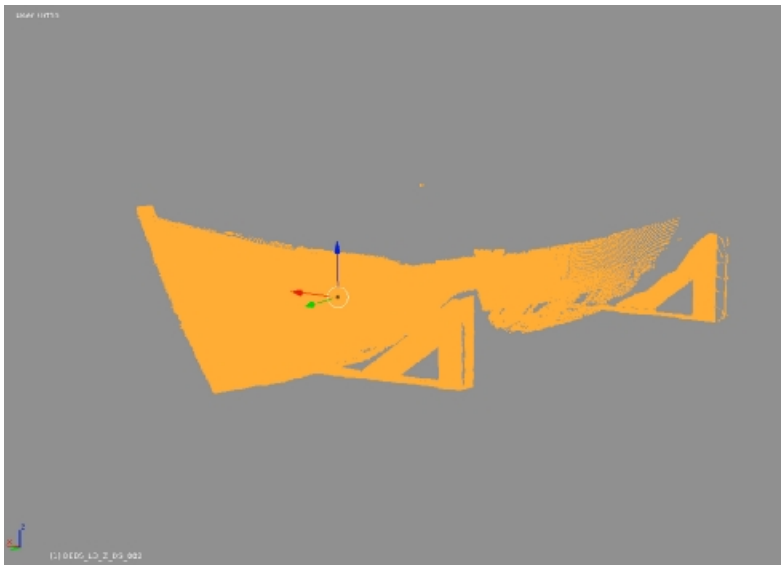
FARO SCENE stanowi oprogramowanie dedykowane do zastosowanego urządzania, przeznaczone do przetwarzania danych skanowania i zarządzania nimi, wykorzystując automatyczne rozpoznawanie obiektów, rejestrację i pozycjonowanie skanów. Przy użyciu oprogramowania SCENE, można także kolorować zeskanowane obrazy. Program do obróbki chmur generuje wysokiej jakości dane.

Po przygotowaniu danych ze skanowania, poddano je dalszej obróbce w programie Blender oraz MeshLab.

MeshLab to rozszerzalny, przenośny, wieloplatformowy system *Open Source,* używany do obróbki i edycji nieuporządkowanych, trójwymiarowych siatek *tri/quad-mesh.* Program zawiera zaimplementowane narzędzia do przetwarzania typowych modeli i chmur punktów, powstałych w wyniku skanowania 3D. Dzięki dostępnym funkcjom oprogramowania można przeprowadzać czyszczenie, naprawę, renderowanie i rekonstrukcję siatki trójkątów.

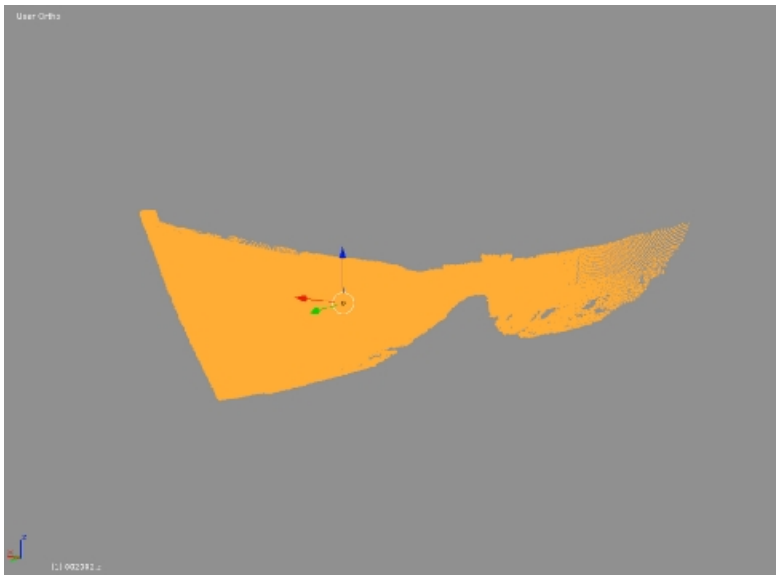
Program Cinema 4D umożliwia tworzenie animacji 2D i 3D. W wykonanym zadaniu posłużył do wykonania uzupełnień w bryłach łodzi.

Rysunki skalibrowane w postaci ortofotografii wykonano przy pomocy programu Faro SCENE, a następnie poddano obróbce graficznej w programie ADOBE PHOTOSHOP.

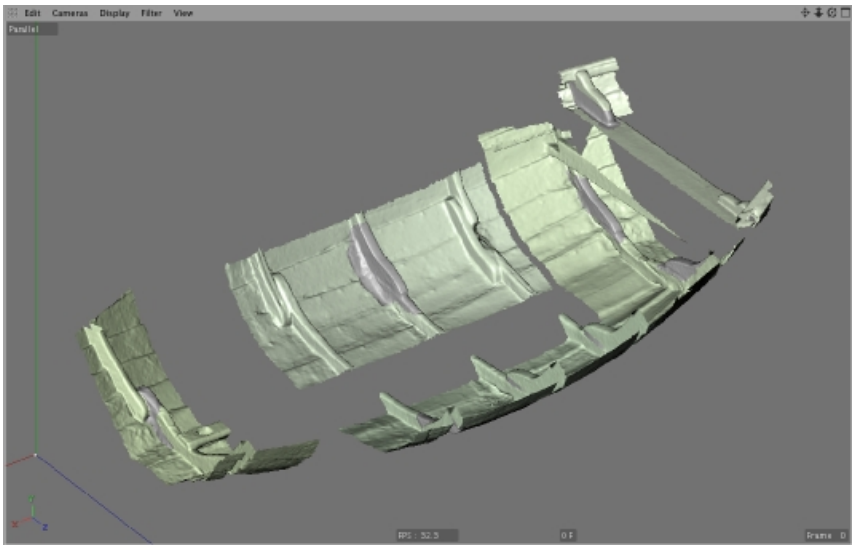


Rysunek 7. Proces obróbki danych fragmentu przykładowej łodzi w oprogramowaniu Blender.

.(materiał przed filtracją danych)



Rysunek 8. Proces obróbki danych fragmentu przykładowej łodzi w oprogramowaniu Blender.(materiał po filtracji zbędnych danych)



Rysunek 9. Proces powstawania brył pełnoplastycznych uzupełnionych o brakujące dane w przykładowej łodzi.

B.4) PRZEBIEG PRAC

RAPORT DZIENNY SKANING LASEROWY

Muzeum Rybołówstwa Bulwar Nadmorski 284-150 Hel

1.	Dane technika obsługującego skaner	MARCIN KULESZA				
2.	Nazwa użytego skanera	FARO FOCUS 3D 120				
3.	Data ostatniej kalibracji	21.01.2013				
4.	Ustawiona dokładność	1/4Punkty w pionie oraz poziomie Rozmiar skanu Pkt 1024x4267 ; wynikowy rozmiar skanu w milionach punktów MPkty 43.7 ; Odległość punktu mm/10m 6.136 ; Rozdzielczość 1/4 Jość 4x Czas skanu 09:06 1/2 Punkty w pionie oraz poziomie Rozmiar skanu Pkt 20480x8534 ; wynikowy rozmiar skanu w milionach punktów MPkty 174.8 ; Odległość punktu mm/10m 3.068 ; Rozdzielczość 1/2 Jość 4x Czas skanu 30:34				
5.	Liczba wykonanych skanów w ciągu dnia	25				
6.	Lista nazw utworzonych plików	MECH14_PB_Z_DZ_001; MECH14_WG_Z_SE_002; MECH14_WG_Z_RU_003; MECH14_WG_Z_RU_004; MECH14_WG_Z_RU_005; MECH14_WG_Z_SE_006; MECH14_WG_Z_SE_007; MECH14_WG_Z_DZ_008; MECH14_PB_Z_DZ_009; MECH14_PB_Z_DZ_010; MECH14_PB_Z_DZ_011; MECH14_PB_Z_SE_012; MECH14_PB_Z_SE_013; MECH14_PB_Z_DZ_014; MECH14_PB_Z_RU_015; MECH14_PB_Z_RU_016; MECH14_LB_Z_RU_017; MECH14_LB_Z_RS_018; MECH14_LB_Z_SE_019; MECH14_LB_Z_SE_020; MECH14_LB_Z_DZ_021; MECH14_LB_Z_SE_022; MECH14_WG_W_SE_023; MECH14_WG_W_RU_024; MECH14_WG_W_DZ_025				
7.	Skanowane obiekty	11 **MECH14** – dla (MECH-14) CMM/BO/345/A Łódź rybacka zatokowa z Zatoki Puckiej				
8.	Pogoda **Skany wewnątrz budynku**	słonecznie	bez zachmurzenia	średnie zachmurzenie	duże zachmurzenie	deszczowo

Łódź zeskanowano z 25 pozycji skanera wewnątrz budynku. Skanowanie trwało jeden dzień roboczy.

UWAGI.

Proces skaningowy został poprzedzony pracami wstępnymi, czyli przygotowaniem jednostki do pomiaru. Początkowo oczyszczono jednostki ze zbędnych elementów, nienależących do wyposażenia łodzi. Również odkurzono łódź z zalegających zanieczyszczeń.

Łódź ze względu na swoje gabaryty, a także możliwość odkształceń elementów drewnianych, podniesiono maksymalnie do wysokości ~70cm przy pomocy

podnośnika hydraulicznego. Pomiaru stępki dokonano przy maksymalnym obniżeniu skanera, ustawiając jego głowicę na posadzce kamiennej. Skany wykonano z zewnątrz jednostki oraz wewnątrz niej. Gabaryty skanera (najmniejsze w klasie skanerów naziemnych) pozwoliły przeprowadzić pomiary łodzi we wszystkich możliwych miejscach. Łódź, w celu lepszej ekspozycji, posadowiona jest na drewnianych belkach wsporczych. Miejsca, które były zasłonięte przez belki wsporcze, nie były możliwe do zeskanowania. Ubytki uzupełniono przy modelowaniu 3D i znajdują się w zasobach modeli uzupełnionych.

Fotografia 1 widok rufy, prawa burta

Fotografia 2 widok od dziobu, lewa burta

Fotografia 3 widok, lewa burta

Fotografia 4 widok rufy, pokład

Fotografia 5 widok od dziobu, lewa burta

C) ZGODNOŚĆ Z WYTYCZNYMI KARTY LONDYŃSKIEJ

Karta londyńska 2_1 określa zasady formułowania dobrych praktyki w zakresie wizualizacji cyfrowej obiektów materialnych, w tym zwłaszcza stosowania metod naukowych oraz ewaluacji metod w odniesieniu do planowanych rezultatów. Jest to zarazem inicjatywa mająca na celu promocję wspomnianych dobrych praktyk w sektorze dziedzictwa kulturowego i sektorze komercyjnym. Dokument nie odnosi się do wizualizacji związanej ze sztuką współczesną.

Dokument zawiera sześć zasad (poniżej wymienione w skróconej formie):

1. Zastosowanie (dotyczy wszelkich wizualizacji komputerowych stosowanych na potrzeby naukowych badań zabytków i upowszechniania wiedzy o dziedzictwie kulturowym);
   1.1. Opracowanie zaleceń szczegółowych stosowania Karty Londyńskiej przez każde środowisko zawodowe;
   1.2. Opracowanie planu stosowania Karty Londyńskiej i monitorowanie jej wdrażania przy przedsięwzięciach związanych z wizualizacją komputerową zabytków;
   1.3. Upowszechnienie wiedzy o zasadach Karty Londyńskiej oraz o szczegółowych założeniach odnośnie jej wdrażania wśród partnerów zaangażowanych w tworzenie wizualizacji komputerowej zabytków;
   1.4. Kalkulacja kosztów wdrożenia Karty Londyńskiej pod kątem merytorycznej, edukacyjnej czy ekonomicznej wartości dodanej przy zastosowaniu metod naukowych;
2. Cele i metody (stosowanie metody wizualizacji komputerowej jest zalecane w przypadku, gdy żadna inna metoda nie zapewnia równie skutecznych rezultatów);
   2.1. Wizualizacja komputerowa nie jest najodpowiedniejsza metodą dla wszelkich badań zabytków i popularyzacji wiedzy o nich;

2.2. Decyzja o wyborze metody powinna być poprzedzona oceną wszelkich innych dostępnych metod, które mogłyby zostać użyte dla uzyskania założonych celów;

2.3. Decyzja o wyborze metody powinna być oparta o analizę stopnia prawdopodobieństwa osiągnięcia celów wizualizacji, zwłaszcza, jeśli rozważane jest opracowanie nowej metody;

3. Materiały źródłowe (metody naukowe oparte są o systematycznie udokumentowane kwerendy i analizy materiałów źródłowych);

3.1. Przez materiał źródłowy należy w tym przypadku rozumieć informacje, które zostały uwzględnione podczas tworzenia wizualizacji lub miały na nią wpływ;

3.2. Materiał źródłowy powinien być stosowany zgodnie z aktualnym stanem wiedzy w środowisku zawodowym;

3.3. Należy zwracać uwagę na ewentualny wpływ czynników ideologicznych, historycznych, społecznych, religijnych i estetycznych;

4. Dokumentacja (właściwa ocena celów, metod i wyników wizualizacji wymaga gromadzenia i upowszechniania związanej z nią dokumentacji);

4.1. Doskonalenie warsztatu naukowego – dokumentacja procesów wizualizacji prowadzona w sposób planowany, tak by mogła zostać wykorzystana do doskonalenia metod i kompetencji;

4.2. Doskonalenie warsztatu naukowego – dokumentacja zapewnia możliwość analizy porównawczej i ocenę efektów, a także detekcję problemów, które pojawiły się w trakcie procesu wytworzenia wizualizacji komputerowych;

4.3. Doskonalenie warsztatu naukowego – dokumentacja może wspierać zarządzanie informacjami dotyczącymi praw autorskich lub innymi chronionymi/wrażliwymi;

4.4. Dokumentowanie stanu wiedzy – wyraźnie wskazany cel wizualizacji: odzwierciedlenie stanu istniejącego, odtworzenie fazy historycznej,

domniemana rekonstrukcja, przy czym każdorazowo należy określi stopień wiarygodności wizualizacji i jej przesłanek;

4.5. Dokumentacja stanu wiedzy – udostępnienie materiałów źródłowych ze wskazaniem ich pochodzenia;

4.6. Dokumentacja procesów (paradane) – udostępnienie dokumentacji dotyczącej wszelkich decyzji odnośnie tworzonej wizualizacji komputerowej, pozwalająca na zrozumienie związków między materiałem źródłowym, wiedzą cichą (ukrytą) i metodami wnioskowania a uzyskanym efektem;

4.7. Dokumentowanie metod – udostępnienie dokumentacji uzasadniającej wybór konkretnej metody, w sposób zapewniający możliwość przeprowadzenia jej krytyki i wyciągnięcie wniosków na przyszłość;

4.8. Dokumentowanie metod – udostępnienie opisu stosowanej metody w przypadku, gdy zachodzi obawa, że może być niezrozumiała dla użytkowników;

4.9. Dokumentowanie metod – w przypadku działań interdyscyplinarnych, dokumentacja uwzględnia wątpliwości i różnice: metod, natury problemów badawczych i terminologii stosowanej przez przedstawicieli różnych dyscyplin;

4.10. Dokumentowanie związków zależności – udostępnienie wizualizacji komputerowych uwzględnia charakter i znaczenie istotnych, założonych hipotetycznie związków zależności między jej elementami, w celu umożliwienia użytkownikom zrozumienia proponowanych hipotez;

4.11. Format i standardy dokumentacyjne – udostępnienie dokumentacji za pośrednictwem odpowiednich środków graficznych, tekstowych, audiowizualnych, numerycznych bądź multimedialnych;

4.12. Format i standardy dokumentacyjne – udostępnienie dokumentacji zgodnie z dobrymi praktykami stosowanymi w poszczególnych

dyscyplinach, przy użyciu właściwych i trwałych standardów i ontologii informatycznych;

5. Ochrona trwałości danych (planowanie i wdrażanie metod archiwizacji);
   5.1. Stosowanie możliwie najbardziej niezawodnych i trwałych metod archiwizacji;
   5.2. Aktualizacja formatów i emulacja aplikacji stosowanych do użytkowania wizualizacji i dokumentacji;
   5.3. W przypadku braku możliwości archiwizacji wizualizacji komputerowej, należy dążyć do archiwizacji jak największej ilości materiału chociażby w wersji dwuwymiarowej;
   5.4. Strategia dokumentacji powinna zapewniać trwałość zgromadzonego materiału zgodnie z obowiązującym warsztatem naukowym;
6. Dostęp (tworzenie i upowszechnianie prowadzone tak, aby zapewniały jak największe korzyści badaniom, analizie i interpretacji zabytków, a także ochronie dziedzictwa kulturowego i zarządzaniu nim);
   6.1. Cele, metody i program upowszechniania uwzględniają kwestie ułatwienia obcowania z zabytkami niedostępnymi z powodów ekonomicznych, politycznych, środowiskowych, bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z niepełnosprawnościami, a także wynikające z rozproszenia, uszkodzenia czy zniszczenia;
   6.2. Uwzględnienie korzyści poznawczych, w tym możliwość analizy zmian w czasie, możliwość modyfikacji, ogólnoświatowy dostęp.

Wdrożenie Karty Londyńskiej w ramach projektu cyfrowej inwentaryzacji zespołu zabytkowych łodzi ludowych ze zbiorów Narodowego Muzeum Morskiego w Gdańsku w ramach realizacji projektu „Centralne Muzeum Morskie – Cyfrowe Muzeum Morskie (etap 2)”

1. Zastosowanie

Ad. 1.1. Opracowanie zaleceń szczegółowych stosowania Karty Londyńskiej przez każde środowisko zawodowe.

Narodowe Muzeum Morskie w Gdańsku jest liderem w zakresie dokumentacji cyfrowej dziedzictwa nautologicznego w Polsce. Pracownicy Muzeum ściśle współpracują z Narodowym Instytutem Muzealnictwa i Ochrony Zbiorów, a także uczestniczą w licznych konferencjach uwzględniających tematykę wizualizacji komputerowych dla potrzeb naukowych.

Naturalnym partnerem do współpracy dla NMM jest Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa Politechniki Gdańskiej. W latach 2011-2014 nastąpiła intensyfikacja wspomnianej współpracy właśnie w zakresie wizualizacji komputerowych przy okazji realizacji między innymi dwóch zadań („Centralne Muzeum Morskie – Cyfrowe Muzeum Morskie” i „Centralne Muzeum Morskie – Cyfrowe Muzeum Morskie (etap 2)” w ramach Wieloletniego Programu Rządowego Kultura+, priorytet digitalizacja, dofinansowanego ze środków Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego oraz zadania: „Monografia: Miedziowiec – wrak średniowiecznego statku” w ramach programu „Dziedzictwo kulturowe, priorytet: Ochrona zabytków archeologicznych, dofinansowanego ze środków Ministra Kultury i Dziedzictwa Narodowego. W wymiarze praktycznym współpraca dotyczy wsparcia merytorycznego w zakresie technologii, opracowania metod dokumentacji (np. „Metodyka pracy ramieniem 3D” dostępna online na stronie muzeum http://www.nmm.pl/zwiazane-z-muzeum/digitalizacja/metodyka-pracy-ramieniem-3d
lub na stronie Pomorskiej Biblioteki Cyfrowej http://pbc.gda.pl/dlibra/docmetadata?id=23780&from=&dirids=1&ver_id=&lp=2&QI=) czy tworzeniu rekonstrukcji cyfrowej na podstawie zachowanych elementów wraka. Wspólny udział z PG w projektach oraz obustronne zrozumienie celów prowadzenia dokumentacji cyfrowej (w tym wizualizacji) przez NMM w Gdańsku i spectrum dostępnych technologii stosowanych w przemyśle i na rynku usług związanych z dziedzictwem kulturowym, pozwoliło określić szczegółowe parametry techniczne dla niniejszego projektu.

Na stronie 35 Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia, zawarto następujący zapis, precyzujący wstępnie sposób prowadzenia prac:

2. Skanowanie

Skanowanie należy przeprowadzić skalibrowanym urządzeniem zapewniającym dokładność pomiaru 1 punkt na milimetr kwadratowy (rozdzielczość przestrzenna punktów). Dopuszczalny błąd pomiaru nie może przekraczać 5 mm (niepewność pomiaru).

Skanowaniu należy poddać cały zabytek, tak z zewnątrz jak i wewnątrz kadłuba, co pozwoli określić między innymi grubość poszycia w dowolnym jego punkcie.

Poszczególne pliki z danymi wyjściowymi w postaci chmur punktów zebranymi podczas skanowania należy opisywać zgodnie z wskazaniami zawartymi w punkcie 2.1. Nazewnictwo plików.

Podczas prac należy stosować się bezwzględnie do zaleceń zawartych w tzw. Karcie Londyńskiej (patrz punkt 1.3 powyżej).

Ad. 1.2. Opracowanie planu stosowania Karty Londyńskiej i monitorowanie jej wdrażania przy przedsięwzięciach związanych z wizualizacją komputerową zabytków.

Opis przedmiotu zamówienia zawierał szczegółową informację o celach i sposobie przeprowadzenia dokumentacji, w tym zwłaszcza metodzie realizacji i wariantowości zastosowanej technologii. Na stronie 35-36 Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia zawarto następujący zapis dotyczący monitorowania procesu:

2.1. Raporty dzienne

Wykonawca zobowiązany jest do sporządzania na bieżąco raportów ze skanowania zawierających paradane (metadane techniczne) procesu tworzenia odwzorowania cyfrowego obiektów.

Wspomniane paradane muszą obejmować co najmniej:

1. Dane technika obsługującego skaner

2. Nazwa użytego skanera

3. Data ostatniej kalibracji

4. Ustawiona dokładność

5. Liczba wykonanych skanów w ciągu dnia

6. Lista nazw utworzonych plików (zgodnie z nazewnictwem wskazanym w punkcie 2.2)

7. Skanowane obiekty (kody wskazane w punkcie 2.2)

8. Pogoda (np.: słonecznie, bez zachmurzenia, średnie zachmurzenie, duże zachmurzenie, deszczowo)

9. Średnia Temperatura w godzinach pracy urządzenia.

Dodatkowym elementem monitorowania i wdrażania były narady techniczne i wizje lokalne, które dodatkowo poprawiały komunikację między zamawiającym a wykonawcą. Wsparcie w zakresie specjalistycznej wiedzy technicznej zapewnił Wydział Oceanotechniki i Okrętownictwa Politechniki Gdańskiej współpracujący od wielu lat z Narodowym Muzeum Morskim w Gdańsku i będący partnerem projektu „Centralne Muzeum Morskie – Cyfrowe Muzeum Morskie (etap 2)”.

Ad. 1.3. Upowszechnienie wiedzy o zasadach Karty Londyńskiej oraz o szczegółowych założeniach odnośnie jej wdrażania wśród partnerów zaangażowanych w tworzenie wizualizacji komputerowej zabytków.

Upowszechnienie wiedzy o Karcie Londyńskiej rozpoczęło się na etapie zamówienia publicznego i miało postać opisu zawartego w ogłoszonej specyfikacji istotnych warunków zamówienia, w tym zwłaszcza w opisie przedmiotu zamówienia. Na stronie 35 Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia zawarto następujący zapis:

1.3. Karta londyńska

Wydana przez instytut Sztuki Uniwersytetu Wrocławskiego w 2010 roku w wersji polskiej Karta Londyńska określa zasady dotyczące komputerowych metod wizualizacji dziedzictwa kulturowego (oryginał: The London Charter for the Computer-based Visualisation of Cultural Heritage, pod red. Hugh Denard, King's College London, 7 lutego 2009. Zob. www.londoncharter.org). Wskazuje kluczowe aspekty, które należy uwzględnić przystępując do projektu wizualizacji cyfrowej

obiektów dziedzictwa kulturowego. Należy zapoznać się z dokumentem jeszcze na etapie składania oferty oceniając czy oferowana metoda umożliwia realizację wskazanych w niniejszym załączniku celów. W przypadku realizacji zamówienia należy stosować jej wytyczne między innymi realizując szczegółową dokumentację procesu wizualizacji.

Ponadto, wykonawca został poinformowany o celach i przesłankach tworzonej dokumentacji i wizualizacji komputerowej podczas wizji lokalnej w Oddziale Rybołówstwa w Helu, gdzie łodzie są eksponowane.

Kolejnym etapem upowszechnia wiedzy była narada techniczna, która odbyła się z zespołem technicznym wykonawcy.

Ad. 1.4. Kalkulacja kosztów wdrożenia Karty Londyńskiej pod kątem merytorycznej, edukacyjnej czy ekonomicznej wartości dodanej przy zastosowaniu metod naukowych.

Kalkulacja kosztów i realizacja projektu nie wykazały zwiększenia kosztów realizacji zadania w związku z wdrożeniem Karty Londyńskiej, ponieważ jej cele i założenia są zbieżne z celami projektu, który od początku zakładał stworzenie wartości dodanej w postaci pełnej dokumentacji technicznej w oparciu o przeprowadzone skanowanie i wizualizacje komputerowe.

Dokumentacja techniczna prowadzona jest metodami naukowymi, co zostało zapewnione przez wprowadzenie do specyfikacji istotnych warunków zamówienia zapisu o konieczności sporządzenia jej, przez osobę posiadająca odpowiednie kwalifikacje zawodowe.

Efekt projektu w postaci dokumentacji i wizualizacji komputerowej zostanie udostępniony online w celach edukacyjnych i naukowych.

Ad. 2.1. Wizualizacja komputerowa nie jest najodpowiedniejsza metodą dla wszelkich badań zabytków i popularyzacji wiedzy o nich

Narodowe Muzeum Morskie w Gdańsku stosuje różne metody dokumentacji od lat 70. XX wieku. Od 2009 roku podstawowym sposobem dokumentacji zbiorów jest fotografia cyfrowa. Należy jednak zauważyć, że w przypadku wielometrowych łodzi

eksponowanych w skansenie efekty uzyskiwane przy pomocy metody fotograficznej są niewystarczające.

Zastosowanie dokumentacji pomiarowej opartej o rysunki ręczne i pracę z przyrządami pomiarowymi, uznano za zbyt czasochłonną i obarczoną zbyt dużym błędem ludzkim (w kontekście ilości punktów pomiarowych), aby mogła być brana pod wzgląd w ramach skali projektu i czasu przeznaczonego na jego realizację. Ponadto kalkulacja finansowa skłania do stosowania nowoczesnych metod pomiarowych ze względu na ich szybkość i precyzję oraz możliwość zastosowania wytworzonych danych wyjściowych w przyszłości do różnych celów jak np. wydruki 3D.

Ad. 2.2. Decyzja o wyborze metody powinna być poprzedzona oceną wszelkich innych dostępnych metod, które mogłyby zostać użyte dla uzyskanie założonych celów.

Muzeum stosuje różne metody dokumentacji wizualnej oraz poddaje ocenie inne niestosowane dotychczas w Muzeum, korzystając w tym zakresie ze wsparcia merytorycznego Wydziału Oceanotechniki i Okrętownictwa Politechniki Gdańskiej. Dotychczasowe doświadczenie w zakresie stosowanych metod oraz obserwacja trendów w dokumentacji dziedzictwa kulturowego potwierdziła jednoznacznie, że wybrana metoda jest obecnie najodpowiedniejsza i jako jedyna zapewnia uzyskanie wartości dodanej (dokumentacji technicznej) metodami naukowymi.

Dodatkowo pojawiające się aktualnie narzędzia do prezentacji 3D online (np. SmithsonianX3D) wskazują, że dotychczasowe bariery w zakresie udostępniania obiektów 3D online (między innymi szybkość i obciążalność łącz i związane z nimi ograniczenia transferu danych wpływające na odczucia użytkownika) są przezwyciężane.

Ad. 2.3. Decyzja o wyborze metody powinna być oparta o analizę stopnia prawdopodobieństwa osiągnięcia celów wizualizacji, zwłaszcza jeśli rozważane jest opracowanie nowej metody

Prawdopodobieństwo osiągnięcia celów wizualizacji określono jako bardzo duże, mając na uwadze dwa czynniki. Po pierwsze wybrana metoda realizacji jest stosowana z powodzeniem w przemyśle okrętowym. Po drugie taka metoda stosowana jest dla potrzeb inwentaryzacji dziedzictwa kulturowego i została zastosowana z powodzeniem przy inwentaryzacji cyfrowej oddziału NMM – Żurawia Gdańskiego.
W ramach realizacji wizualizacji cyfrowej nie było potrzeby opracowania i tworzenia nowej metody wizualizacji komputerowej.
Ad. 3.1. Przez materiał źródłowy należy w tym przypadku rozumieć informacje, które zostały uwzględnione podczas tworzenia wizualizacji lub miały na nią wpływ.
Jako materiał źródłowy posłużyła:

- dokumentacja fotograficzna
- publikacje
- przekaz mówiony uzyskany od rybaków zamieszkujących w Helu i pamiętających okres eksploatacji dokumentowanych jednostek
- dane wyjściowe w postaci chmur punktów

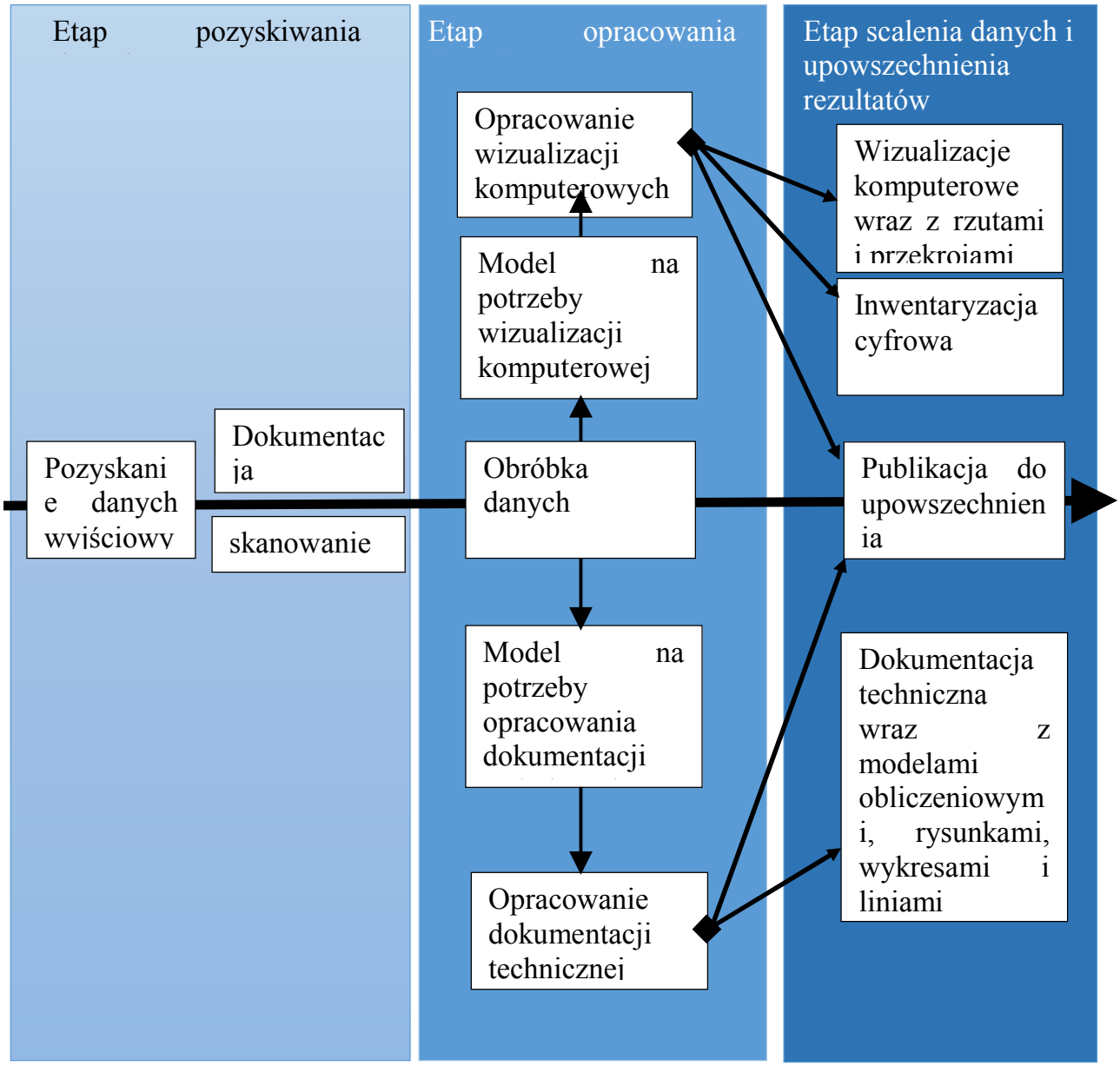
W przypadku dokumentacji technicznej zastosowano obowiązujące normy i przepisy dla tworzenia tego typu dokumentacji, z uwzględnieniem akwenu pływania.
Ad. 3.2. Materiał źródłowy powinien być stosowany zgodnie z aktualnym stanem wiedzy w środowisku zawodowym.

Materiał źródłowy stosowano zgodnie z aktualnym stanem wiedzy w środowisku zawodowym, zarówno dla sektora ochrony dziedzictwa kulturowego, jak i inżynierii odwrotnej i projektowania kadłubów.
Ad. 3.3. Należy zwracać uwagę na ewentualny wpływ czynników ideologicznych, historycznych, społecznych, religijnych i estetycznych

W toku realizowanych prac nie kierowano się czynnikami ideologicznymi, historycznymi, społecznymi, religijnymi i estetycznymi. Dążeniem zamawiającego i wykonawcy było dokumentacja stanu obecnego oraz próba wizualizacji stanu pierwotnego w oparciu o dane wyjściowe.

Ad. 4.1. Doskonalenie warsztatu naukowego – dokumentacja procesów wizualizacji prowadzona w sposób planowany, tak by mogła zostać wykorzystana do doskonalenia metod i kompetencji

Informacje o zastosowanych metodach oraz ich opis zamieszczono w niniejszej publikacji. Wykonawca prowadził dokumentację fotograficzną procesu pozyskiwania danych wyjściowych (chmury punktów). Nie zalecono opracowania pełnego przepływu pracy (workflow). W uproszczeniu proces pracy przedstawia poniższy schemat blokowy.



Ad. 4.2. Doskonalenie warsztatu naukowego – dokumentacja zapewnia możliwość analizy porównawczej i ocenę efektów, a także detekcję problemów, które pojawiły się w trakcie procesu wytworzenia wizualizacji komputerowych.

Wytworzona dokumentacja powstała z zachowaniem tej samej skali i zastosowaniem tych samych metod, co zapewni możliwość analizy porównawczej dla poszczególnych jednostek pływających. Zakres realizacji wizualizacji komputeorwych i detekcji problemów w trakcie procesu będzie tematem oddzialnych opracowań, które będą prezentowane na trzech konferencjach:

- “CAA-Norway” (w ramach grupy: Computer Applications and quantitive methods in Archeology) w Oslo w 2014 roku
- “Condition.2015 Conservation and Digitization Conference” w Gdańsku w maju 2015 roku – artykuł z konferencji zostanie wydany w ramach publikacji pokonferencyjnej w trzech językach: polskim, angielskim i norweskim (publikacja będzie również dostępna online).
- XIII Konferencji Polskiego Muzealnictwa Morskiego i Rzecznego w 2016 roku – artykuł z konferencji zostanie wydany w ramach publikacji pokonferencyjnej.

Ad. 4.4. Dokumentowanie stanu wiedzy – wyraźnie wskazany cel wizualizacji: odzwierciedlenie stanu istniejącego, odtworzenie fazy historycznej, domniemana rekonstrukcja ,przy czym każdorazowo należy określi stopień wiarygodności wizualizacji i jej przesłanek

Na stronie 15 specyfikacji istotnych warunków zamówienia zawarto następujący zapis precyzujący cele realizowanego zadania:

1. Informacje wstępne

Cyfrowa inwentaryzacja kolekcji 14 łodzi ludowych w Muzeum Rybołówstwa w Helu ma na celu stworzenie pełnej dokumentacji technicznej jednostek dla potrzeb:

a) konserwatorskich – tj. na dostarczeniu 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. na dostarczeniu 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.

Zastosowanie w nazwie przedmiotu zamówienia terminu „inwentaryzacja” jest działaniem celowym i ma za zadanie wskazanie rangi i przeznaczenia wykonywanej dokumentacji cyfrowej, która musi być wykonana w sposób rzetelny, zgodny z rzeczywistością i najlepszymi praktykami w tym zakresie, z uwzględnieniem parametrów wskazanych w punkcie drugim.

Ponadto na stronie 41 Specyfikacji Istotnych Warunków Zamówienia wskazano:

h.) Obliczenia techniczne

Na podstawie uzyskanych danych geometrycznych należy wykonać obliczenia określające m.in. dane hydrostatyczne, które zostaną przedstawione w formie graficznej (krzywe hydrostatyczne) i tabelarycznej. Należy uwzględnić co najmniej:

- wyporność (formy kadłuba) w wodzie morskiej,

- powierzchnię przekroju wodnicowego,

- położenie środka wyporu,

- zmianę wyporności przypadającą na jednostkę zanurzenia,

- krzywa przekrojów wrężnicowych

- skala Bonjeana

- współczynniki pełnotliwości kadłuba,

- stateczność, w tym: wysokość metacentryczna i krzywa ramion prostujących.

W związku z brakiem dokumentacji projektowej dla dokumentowanych jednostek (budowano je zgodnie z tradycją szkutniczą) pewne dane będą musiały być przyjęte przez Wykonawcę teoretycznie na potrzeby obliczeń. Każdorazowo należy wyraźnie

wskazać w dokumentacji, że parametr taki został przyjęty teoretycznie na wyżej wskazane potrzeby.

Ad. 4.5. Dokumentacja stanu wiedzy – udostępnienie materiałów źródłowych z wskazaniem ich pochodzenia

Dokumentowane łodzie są dostępne do zwiedzania na ekspozycji stałej w Muzeum Rybołówstwa w Helu (będącego oddziałem Narodowego Muzeum Morskiego w Gdańsku).

Publikacje poświęcone jednostkom pływającym dostępne saąw obiegu księgarskim i bibliotecznym. Najważniejsze z nich to (podane weg. kolejności publikacji):

1. Celarek A., *Rybackie łodzie żaglowe z wybrzeży Kaszub*, Gdańsk 1987.
2. Litwin J., *Polskie szkutnictwo ludowe XX wieku, Prace Centralnego Muzeum Morskiego w Gdańsku, Tom X*, Gdańsk 1995.
3. Celarek A., *Kaszubskie łodzie*, Gdańsk 2004.

Materiał wyjściowy w postaci chmury punktów nie zostanie w najbliższym czasie udostępniony do szerokiego wykorzystania.

Ad. 4.9. Dokumentowanie metod – w przypadku działań interdyscyplinarnych, dokumentacja uwzględnia wątpliwości i różnice: metod, natury problemów badawczych i terminologii, stosowanej przez przedstawicieli różnych dyscyplin

Różnice występują w odniesieniu do rodzaju modeli 3D wymaganych na potrzeby wizualizacji komputerowej stanu rzeczywistego a modeli do obliczeń technicznych związanych z cechami kadłubów. Z tego względu powstały dwa rodzaje modeli, co zostało zobrazowane w niniejszej publikacji.

Obie dyscypliny – inżynieria odwrotna jak i konstrukcje kadłubów prowadzone były równolegle do siebie i nie powodowały kolizji czy problemów badawczych bądź terminologicznych.

Ad. 4.10. Dokumentowanie związków zależności – udostępnienie wizualizacji komputerowych uwzględnia charakter i znaczenie istotnych, założonych hipotetycznie związków zależności między jej elementami, w celu umożliwienia użytkownikom zrozumienia proponowanych hipotez

Dokumentacja została zorganizowana w taki sposób, że umożliwia zrozumienie proponowanych hipotez. Ponadto obszary, w których zastosowano interpretację, zwłaszcza w wizualizacjach komputerowych zostały opisane bądź oznakowane jako zawierające taką interpretację (np. uzupełnienie ubytków). Dzięki temu użytkownik bez problemu może określic który element stanowi odzwierciedlenie rzeczywistości, a który został wzbogacony o brakujące elementy.

Na stronie 37 specyfikacji istotnych warunków zamówienia zawarto następujący zapis precyzujący obszary interpretacji w ramach modelowania 3D:

3. Modele 3D

Modele zostaną opracowane w następujących wariantach (dla każdej z jednostek):

a) model w formie chmury punktów złożony z danych wyjściowych uzyskanych w trakcie poszczególnych skanowań;

b) model pełnoplastyczny bez tekstur w oparciu o model wskazany powyżej (w podpunkcie a);

c) uproszczony model powierzchniowy, szczelny, służący za podstawę do obliczeń hydrostatycznych; jest to model, w którym w związku z koniecznością „uszczelnienia konstrukcji” (uzupełnienie ubytków)

w poszyciu kadłuba aby stanowił całość możliwie zbliżoną do chwili eksploatacji) dopuszczalna jest interpretacja danych i ich modelowanie w sposób odbiegający od stanu faktycznego;

d) model pełnoplastyczny bez tekstur uzupełniony o brakujące elementy (zaznaczone wyraźnie innym kolorem niż dane ze skanowania), w taki sposób, że jednostka tworzy spójną całość możliwie

przybliżoną do okresu eksploatacji; jest to model, w którym dopuszczalna jest interpretacja danych i ich modelowanie w sposób odbiegający od stanu faktycznego;

e) model pełnoplastyczny z teksturami (w kolorze).

Ad. 4.11 i 4.12. Format i standardy dokumentacyjne.

Efekty zostaną udostępnione w dwóch formatach:

- W przypadku wizualizacji komputerowej publikacja nastąpi w formacie PDF -3D oraz w przypadku pojawienia się na rynku narzędzi do publikowania online również w innych formatach
- W przypadku rzutów (także izometrycznych), rysunków, przekrojów dla chmur punktów, siatek trójkątów i modeli 3D z teksturami oraz obliczeń technicznych powstała niniejsza publikacja zawierająca pełną dokumentację jednostki w języku polskim i angielskim w formacie PDF i udostępniona online. Tego typu publikacja powstała dla każdej z 14 jednostek. Zamawiający ściśle określił układ treści publikacji w specyfikacji istotnych warunków zamówienia.

Ad. 5. Ochrona trwałości danych (planowanie i wdrażanie metod archiwizacji).

Wszystkie materiały wytworzone w ramach projektu, w tym wszystkie dane wyjściowe będą przechowywane w Muzeum w formatach bezstratnych.

Muzeum dołoży wszelkich starań aby zabezpieczyć dane na przyszłość, w tym umieści je w krajowym repozytorium cyfrowym dla zbiorów muzealnych, w chwili gdy tak owe zostanie oddane do użytku.

W chwili obecnej Muzeum nie dysponuje zasobami do emulacja aplikacji stosowanych do użytkowania wizualizacji i dokumentacji. Publikacje PDF zostaną wydrukowane w kilku egzemplarzach dla każdej jednostki, w celu zabezpieczenia dokumentacji w formie papierowej.

Ad. 6. Dostęp (tworzenie i upowszechnianie prowadzone tak, aby zapewniały jak największe korzyści badaniom, analizie i interpretacji zabytków, a także ochronie dziedzictwa kulturowego i zarządzaniu nim).

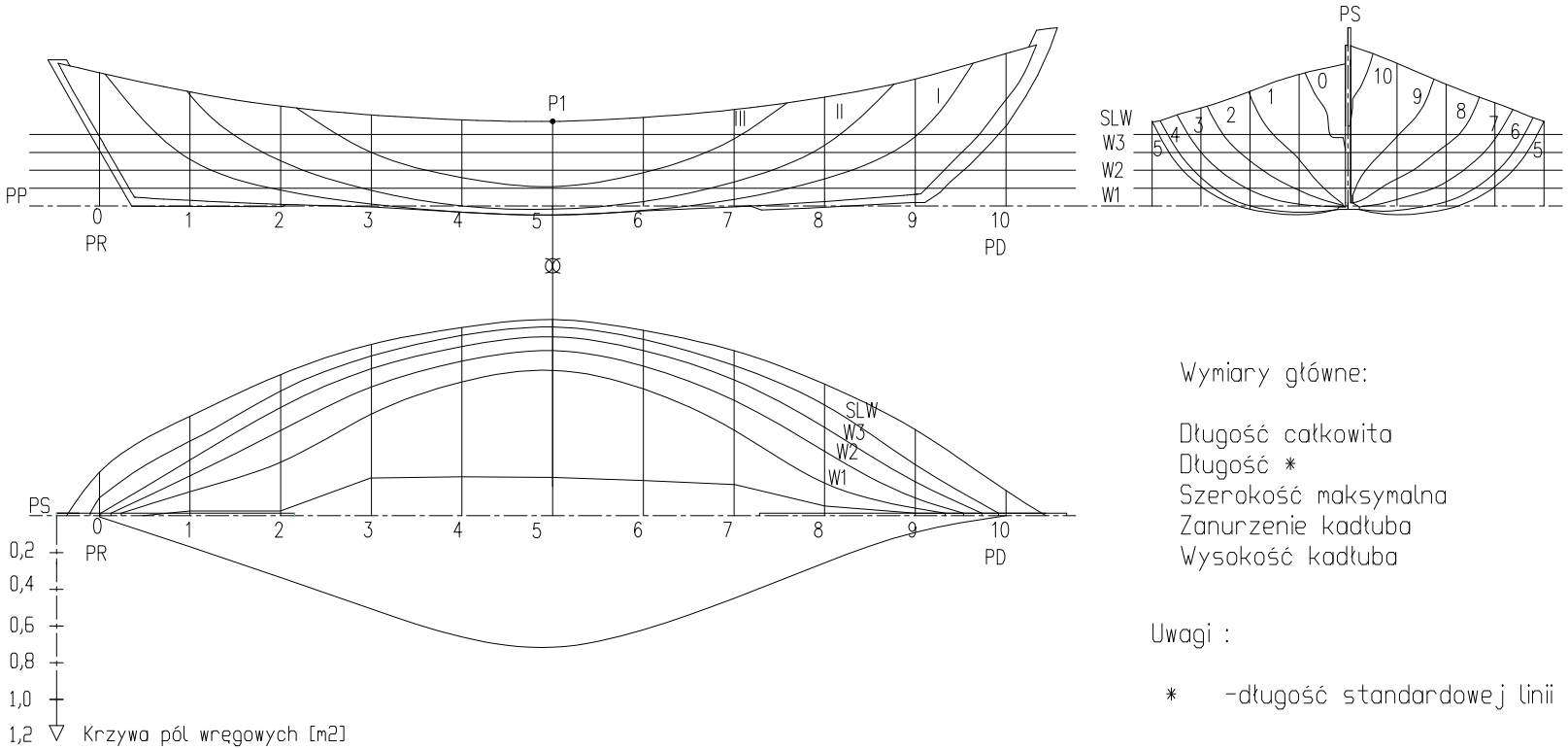
Celem udostępnienia jest dotarcie do jak największej grupy odbiorców zgodnie z misją Muzeum oraz założeniami Wieloletniego Programu Rządowego Kultura+. Istotnym celem jest zrównoważenie różnic wynikających z miejsca zamieszkania i dostępu do kultury.

Wytworzona dokumentacja uwzględnia korzyści poznawcze, ponieważ stwarza możliwość analizy zmian obiektów w czasie (po ponownym skanowaniu łodzi za kilka lat możliwe jest odniesienie się do danych referencyjnych z obecnego projektu i przeprowadzenie analizy zmian).

Dokumentacja udostępniona online będzie dostępna ze wszystkich miejsc, w których jest zapewniony dostęp do Internetu. Wprowadzenie właściwego klucza haseł w opisie metadanych strony wpłynie na zwiększenie wyszukiwalności treści, a przygotowanie wersji anglojęzycznej ułatwi odbiór treści.

LINIE TEORETYCZNE

Łódź MECH14



Wymiary główne:

Długość całkowita	Lc	= 5,46 m
Długość *	LWL	= 4,95 m
Szerokość maksymalna	B	= 2,14 m
Zanurzenie kadłuba	TK	= 0,39 m
Wysokość kadłuba	H	= 0,46 m

Uwagi :

* -długość standardowej linii wodnej na 0,85 D

SKALA 1:40

d.1)

WIDOK OD LEWEJ BURTY

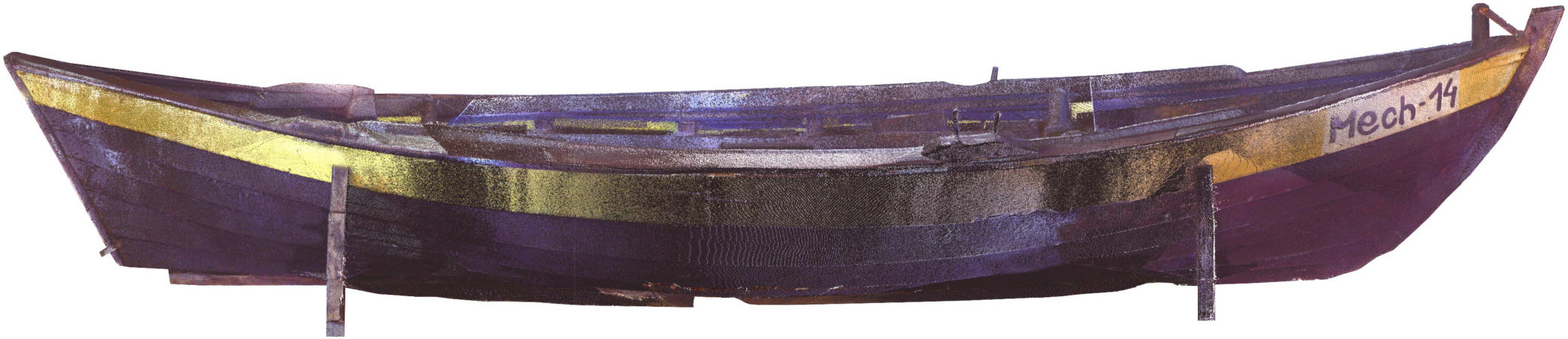
ŁÓDŹ MECH14

SKALA 1:20

d.2)

WIDOK OD PRAWEJ BURTY

ŁÓDŹ MECH14

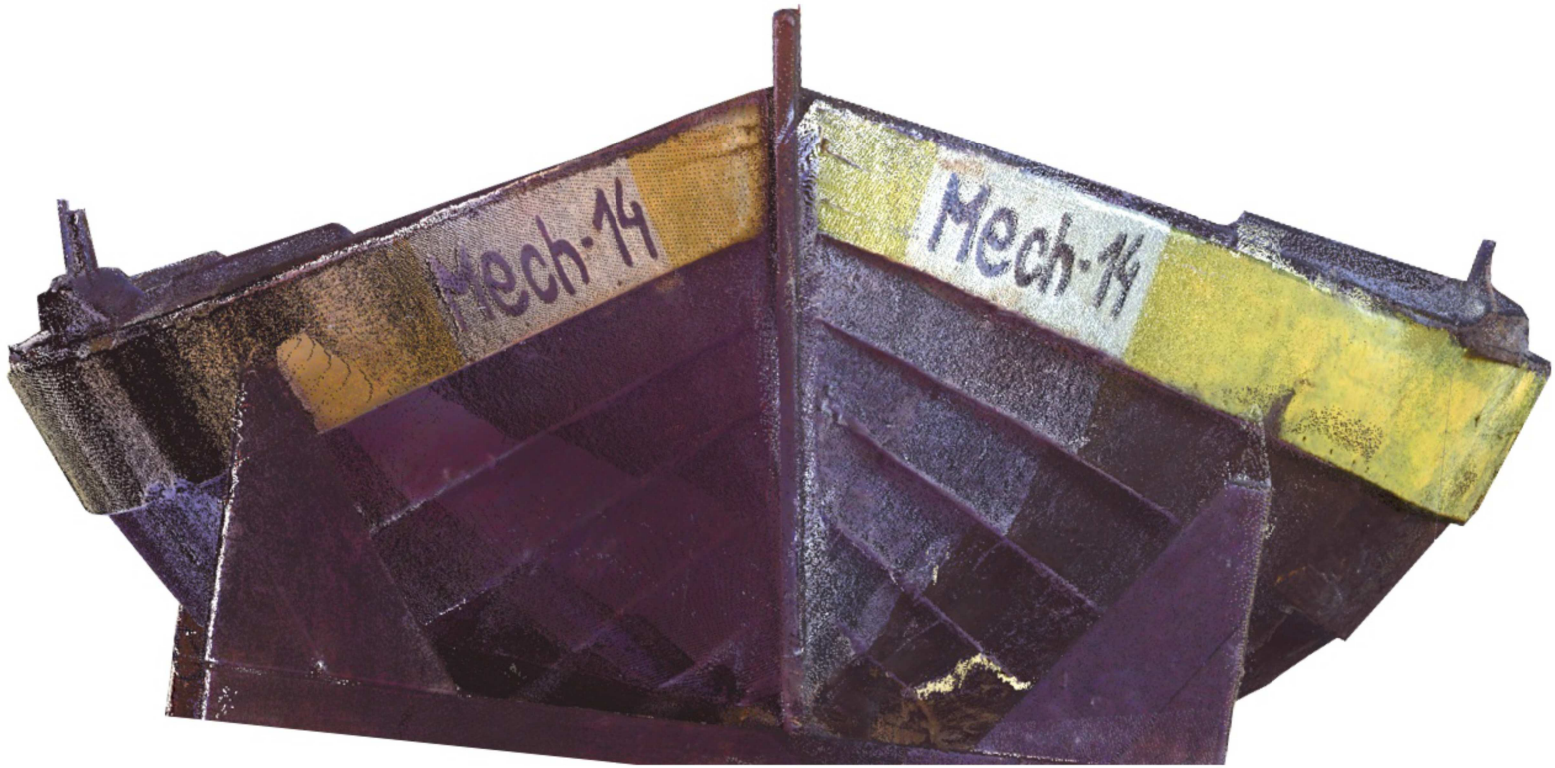


SKALA 1:20

d.3)

WIDOK OD DZIOBU

ŁÓDŹ MECH14

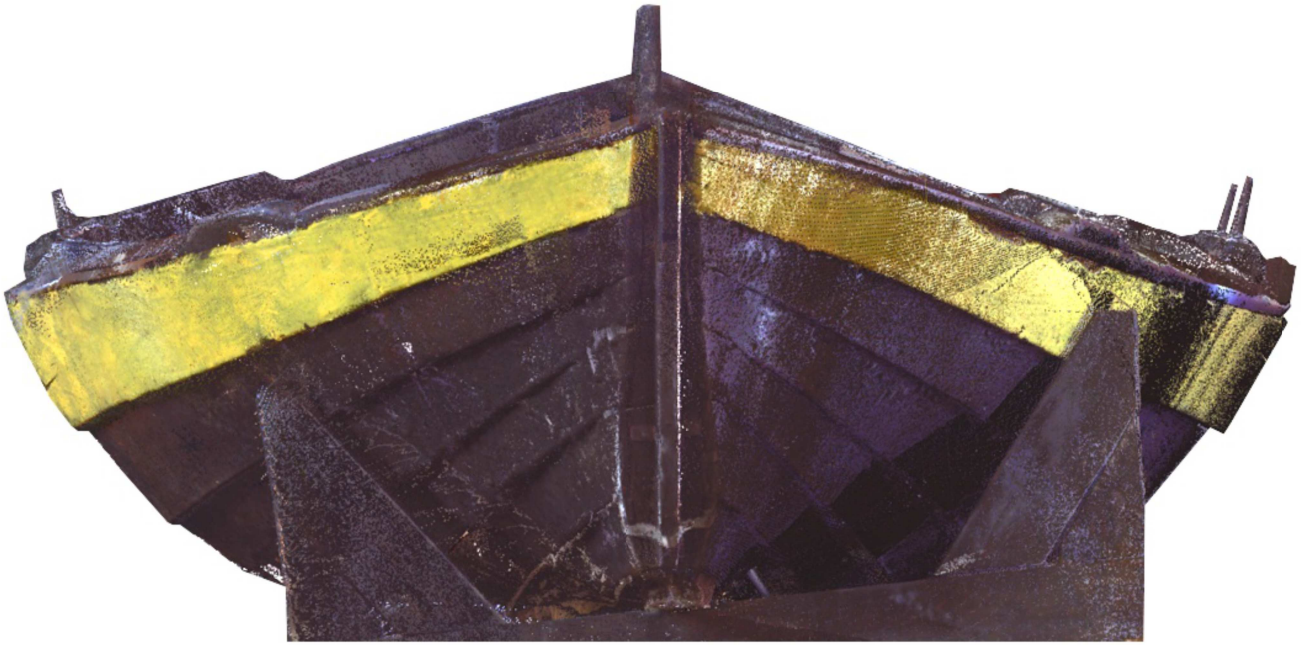


SKALA 1:10

d.4)

WIDOK OD RUFY

ŁÓDŹ MECH14



SKALA 1:10

d.5)

WIDOK OD GÓRY

ŁÓDŹ MECH14

SKALA 1:20

d.6)

WIDOK OD DOŁU

ŁÓDŹ MECH14

SKALA 1:20

d.7)

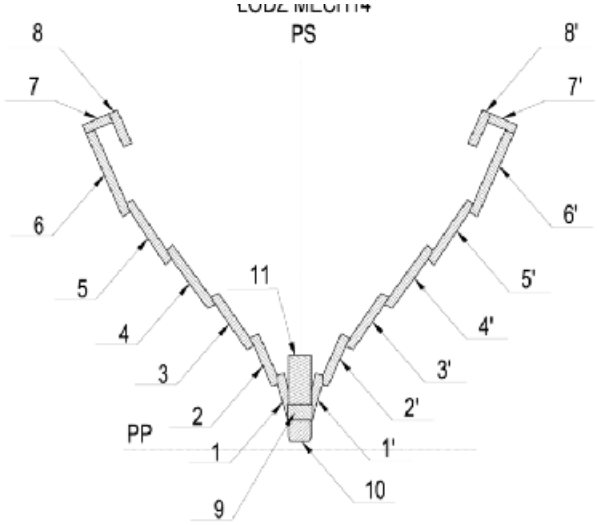
WIDOK IZOMETRYCZNY
ŁÓDŹ MECH14

D.8) WIDOK OD GÓRY Z UWZGLĘDNIENIEM USZTYWNIEŃ WZDŁUŻNYCH I POPRZECZNYCH ŁÓDŹ MECH14

Widok od góry				
L.p.	**Oznaczenie na rysunku**	**Element**	**Wymiary [m]**	
1	1	Usztywnienie poprzeczne	wysokość	0,055
			szerokość	0,060
2	2	Usztywnienie wzdłużne	wysokość	0,050
			szerokość	0,020
3	3	Usztywnienie poprzeczne	wysokość	0,055
			szerokość	0,060
4	4	Usztywnienie poprzeczne	wysokość	0,055
			szerokość	0,060

Widok od góry				
L.p.	**Oznaczenie na rysunku**	**Element**	**Wymiary [m]**	
5	5	Usztywnienie poprzeczne	wysokość	0,055
			szerokość	0,060
6	6	Usztywnienie poprzeczne	wysokość	0,055
			szerokość	0,060
7	7	Dennik	wysokość	0,055
			szerokość	0,060
8	8	Usztywnienie poprzeczne	wysokość	0,055
			szerokość	0,060
9	9	Usztywnienie wzdłużne	wysokość	0,050
			szerokość	0,020

D.9) PRZEKRÓJ POPRZECZNY W CZĘŚCI DZIOBOWEJ ŁÓDŹ MIECH14

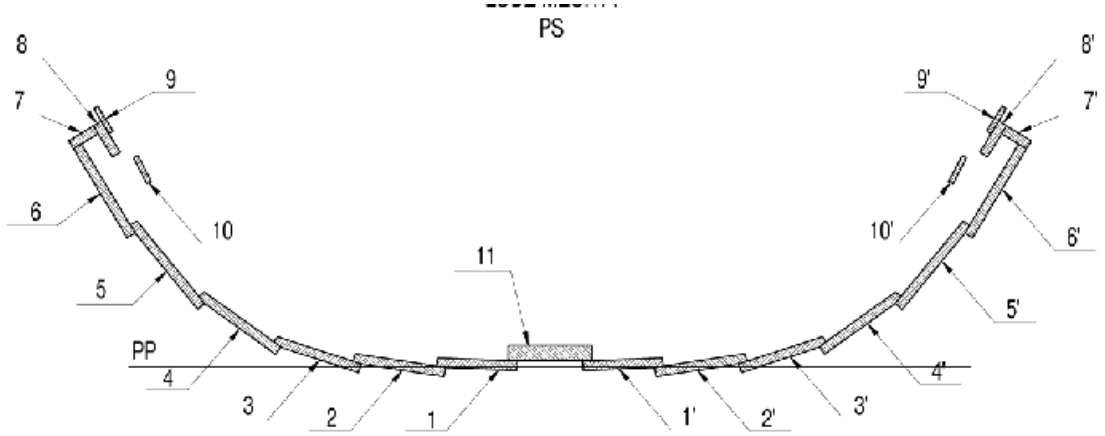


Przekrój poprzeczny w części dziobowej				
L.p.	**Oznaczenie na rysunku**	**Element**	**Wymiary [m]**	
1	9	Stępka	wysokość	0,033
			szerokość	0,053
2	11	Węzłówka	wysokość	0,107
			szerokość	0,050
3	10	Podstępka	wysokość	0,047
			szerokość	0,050
4	7	Mocnica	wysokość	0,020
			szerokość	0,063
5	7’	Mocnica	wysokość	0,020
			szerokość	0,063
6	8	Wzdłużnik burtowy	wysokość	0,080
			szerokość	0,020

Przekrój poprzeczny w części dziobowej				
L.p.	**Oznaczenie na rysunku**	**Element**	**Wymiary [m]**	
7	8’	Wzdłużnik burtowy	wysokość	0,080
			szerokość	0,020
8	1’	Klepka poszycia	wysokość	0,100
			szerokość	0,020
9	2’	Klepka poszycia	wysokość	0,117
			szerokość	0,020
10	3’	Klepka poszycia	wysokość	0,130
			szerokość	0,020
11	4’	Klepka poszycia	wysokość	0,154
			szerokość	0,020
12	5’	Klepka poszycia	wysokość	0,156
			szerokość	0,020
13	6’	Klepka poszycia	szerokość	0,200
			szerokość	0,020

Przekrój poprzeczny w części dziobowej				
L.p.	**Oznaczenie na rysunku**	**Element**	**Wymiary [m]**	
14	1	Klepka poszycia	wysokość	0,100
			szerokość	0,020
15	2	Klepka poszycia	wysokość	0,117
			szerokość	0,020
16	3	Klepka poszycia	wysokość	0,130
			szerokość	0,020
17	4	Klepka poszycia	wysokość	0,154
			szerokość	0,020
18	5	Klepka poszycia	wysokość	0,156
			szerokość	0,020
19	6	Klepka poszycia	wysokość	0,200
			szerokość	0,020

D.10) PRZEKRÓJ POPRZECZNY NA ŚRÓDOKRĘCIU ŁÓDŹ MECH14

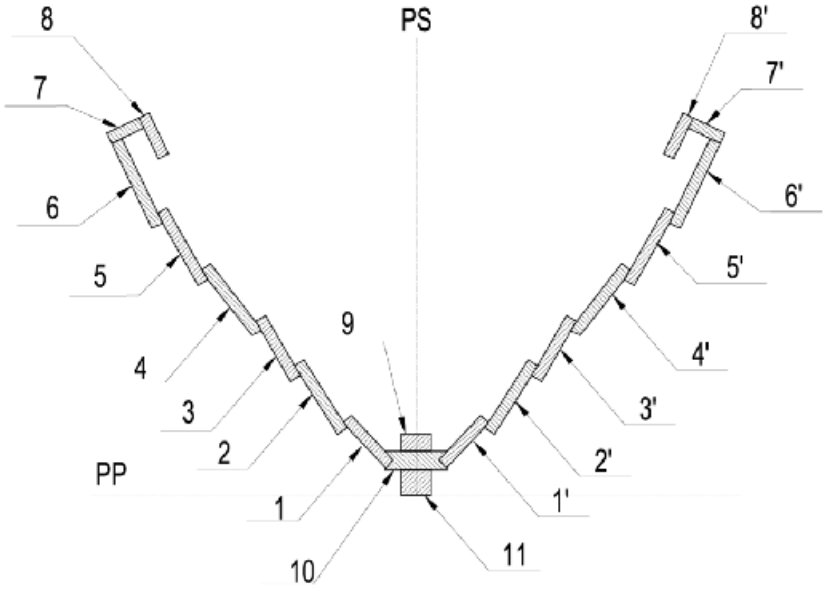


Przekrój poprzeczny na śródokręciu				
L.p.	**Oznaczenie na rysunku**	**Element**	**Wymiary [m]**	
1	11	Stępka	wysokość	0,033
			szerokość	0,184
2	10	Usztywnienie wzdłużne	wysokość	0,064
			szerokość	0,020
3	10’	Usztywnienie wzdłużne	wysokość	0,064
			szerokość	0,020
4	9’	Wzmocnienie burty	wysokość	0,065
			szerokość	0,010
5	9’	Wzmocnienie burty	wysokość	0,065
			szerokość	0,010
6	8	Wzdłużnik burtowy	wysokość	0,080
			szerokość	0,020

Przekrój poprzeczny na śródokręciu				
L.p.	**Oznaczenie na rysunku**	**Element**	**Wymiary [m]**	
7	8’	Wzdłużnik burtowy	wysokość	0,080
			szerokość	0,020
8	7	Mocnica	wysokość	0,063
			szerokość	0,020
9	7’	Mocnica	wysokość	0,063
			szerokość	0,020
10	1’	Klepka poszycia	wysokość	0,175
			szerokość	0,020
11	2’	Klepka poszycia	wysokość	0,200
			szerokość	0,020
12	3’	Klepka poszycia	wysokość	0,200
			szerokość	0,020
13	4’	Klepka poszycia	wysokość	0,208
			szerokość	0,00
14	5’	Klepka poszycia	wysokość	0,235
			szerokość	0,020
15	6’	Klepka poszycia	wysokość	0,228
			szerokość	0,020

Przekrój poprzeczny na śródokręciu				
L.p.	**Oznaczenie na rysunku**	**Element**	**Wymiary [m]**	
16	1	Klepka poszycia	wysokość	0,175
			szerokość	0,020
17	2	Klepka poszycia	wysokość	0,200
			szerokość	0,020
18	3	Klepka poszycia	wysokość	0,200
			szerokość	0,020
19	4	Klepka poszycia	wysokość	0,208
			szerokość	0,00
20	5	Klepka poszycia	wysokość	0,235
			szerokość	0,020
21	6	Klepka poszycia	wysokość	0,228
			szerokość	0,020

D.11) PRZEKRÓJ POPRZECZNY W CZĘŚCI RUFOWEJ ŁÓDŹ MECH14



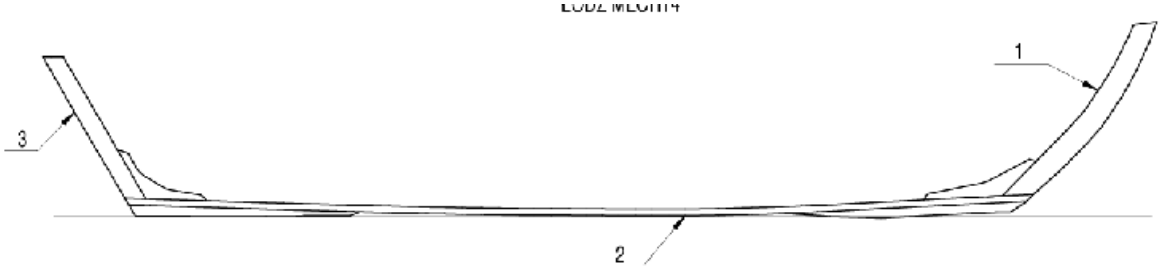
Przekrój poprzeczny w części rufowej				
L.p.	**Oznaczenie na rysunku**	**Element**	**Wymiary [m]**	
1	10	Stępka	wysokość	0,033
			szerokość	0,110
2	9	Węzłówka	wysokość	0,030
			szerokość	0,053
3	11	Podstępka	wysokość	0,046
			szerokość	0,053
4	8	Wzdłużnik burtowy	wysokość	0,080
			szerokość	0,020
5	8’	Wzdłużnik burtowy	wysokość	0,080
			szerokość	0,020

6	7	Mocnica	wysokość	0,020
			szerokość	0,063

Przekrój poprzeczny w części rufowej				
L.p.	**Oznaczenie na rysunku**	**Element**	**Wymiary [m]**	
7	7’	Mocnica	wysokość	0,063
			szerokość	0,020
8	1’	Klepka poszycia	wysokość	0,109
			szerokość	0,020
9	2’	Klepka poszycia	wysokość	0,143
			szerokość	0,020
10	3’	Klepka poszycia	wysokość	0,123
			szerokość	0,020
11	4’	Klepka poszycia	wysokość	0,148
			szerokość	0,020
12	5’	Klepka poszycia	wysokość	0,146
			szerokość	0,020
13	6’	Klepka poszycia	wysokość	0,167
			szerokość	0,020

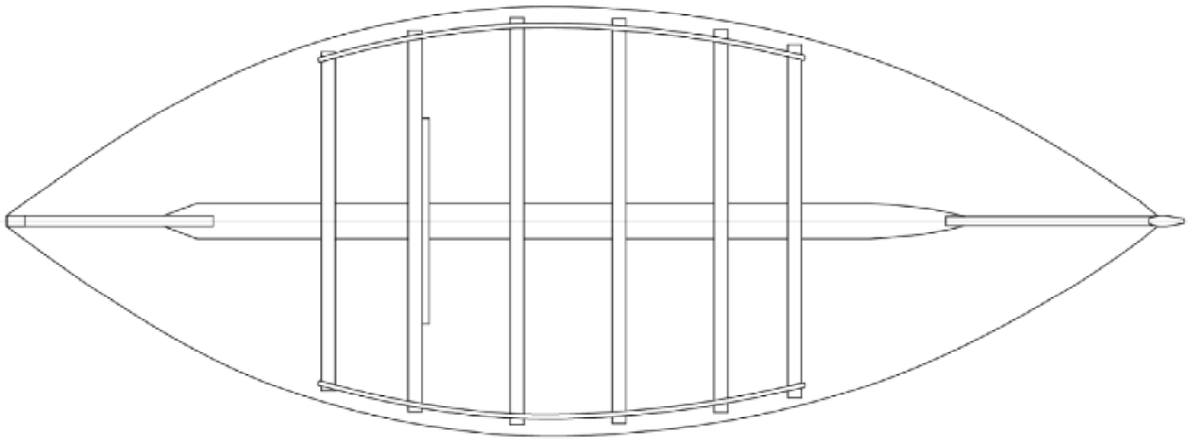
Przekrój poprzeczny w części rufowej				
L.p.	**Oznaczenie na rysunku**	**Element**	**Wymiary [m]**	
14	1	Klepka poszycia	wysokość	0,109
			szerokość	0,020
15	2	Klepka poszycia	wysokość	0,143
			szerokość	0,020
16	3	Klepka poszycia	wysokość	0,123
			szerokość	0,020
17	4	Klepka poszycia	wysokość	0,148
			szerokość	0,020
18	5	Klepka poszycia	wysokość	0,146
			szerokość	0,020
19	6	Klepka poszycia	wysokość	0,167
			szerokość	0,020

D.12) ZESTAW TRZONOWY ŁÓDŹ MECH14



Zestaw trzonowy				
L.p.	**Oznaczenie na rysunku**	**Element**	**Wymiary [m]**	
1	1	Stewa dziobowa	wysokość	0,116
			szerokość	0,040
2	2	Stępka	wysokość	0,033
			szerokość	0,184
3	3	Stewa rufowa	wysokość	0,090
			szerokość	0,050

D.13) RYSUNEK ZESTAWU TRZONOWEGO WRAZ Z USZTYWNIENIEMI WZDŁUŻNYMI I POPRZECZNYMI BEZ PASÓW POSZYCIA ŁÓDŹ MECH14

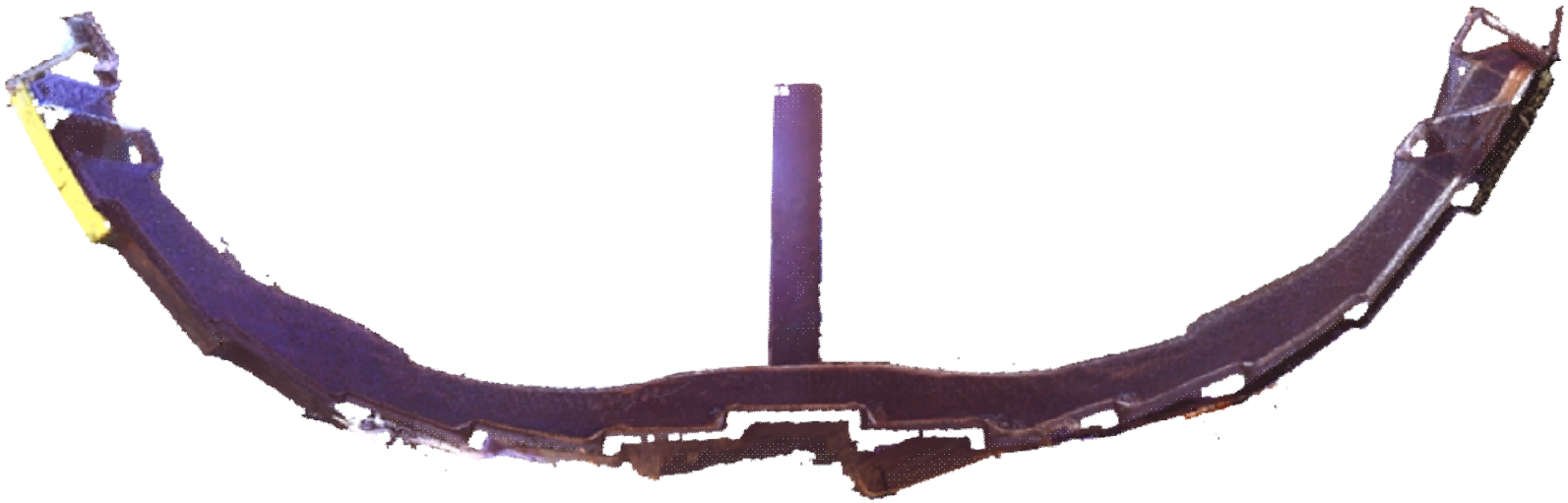


5. E) CHMURA PUKTÓW
E.1) RZUT IZOMETRYCZNY

E.2) PRZEKRÓJ POPRZECZNY W CZĘŚCI DZIOBOWEJ

Skala 1 : 10

E.3) PRZEKRÓJ POPRZECZNY W ŚRÓDOKRĘCIU



Skala 1 : 10

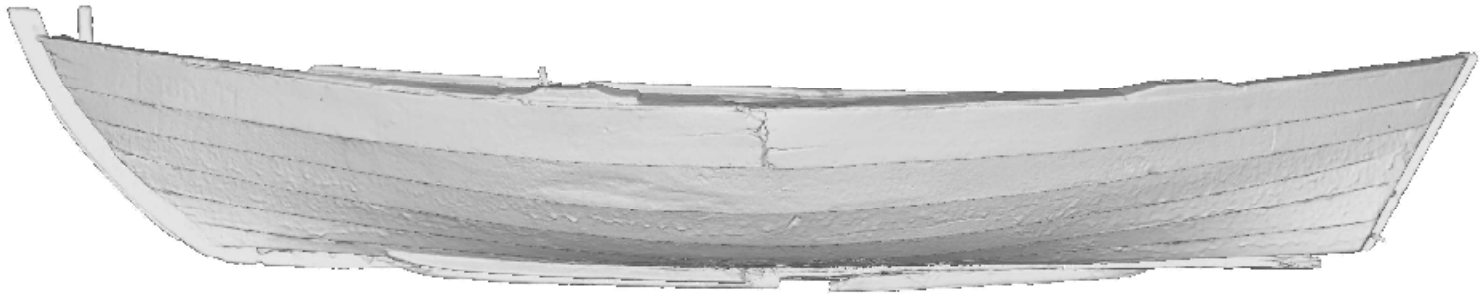
E.4) PRZEKRÓJ POPRZECZNY W CZĘŚCI RUFOWEJ

Skala 1 : 10

6. F MODEL 3D

F.1) Model 3D bez tekstur w oparciu o zebraną chmurę punktów (widok izometryczny)

F.2) Model 3D bez tekstur w oparciu o zebraną chmurę punktów (widok od lewej burty)

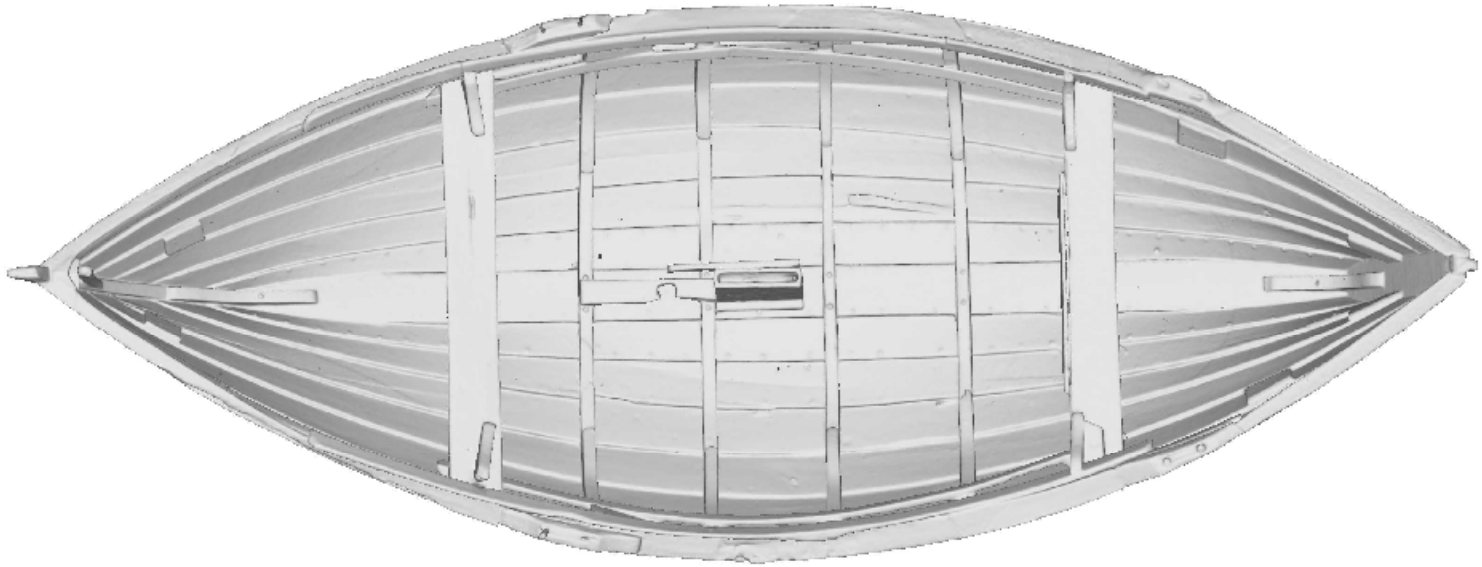


Skala 1 : 20

F.3) Model 3D bez tekstur w oparciu o zebraną chmurę punktów (widok od prawej burty)

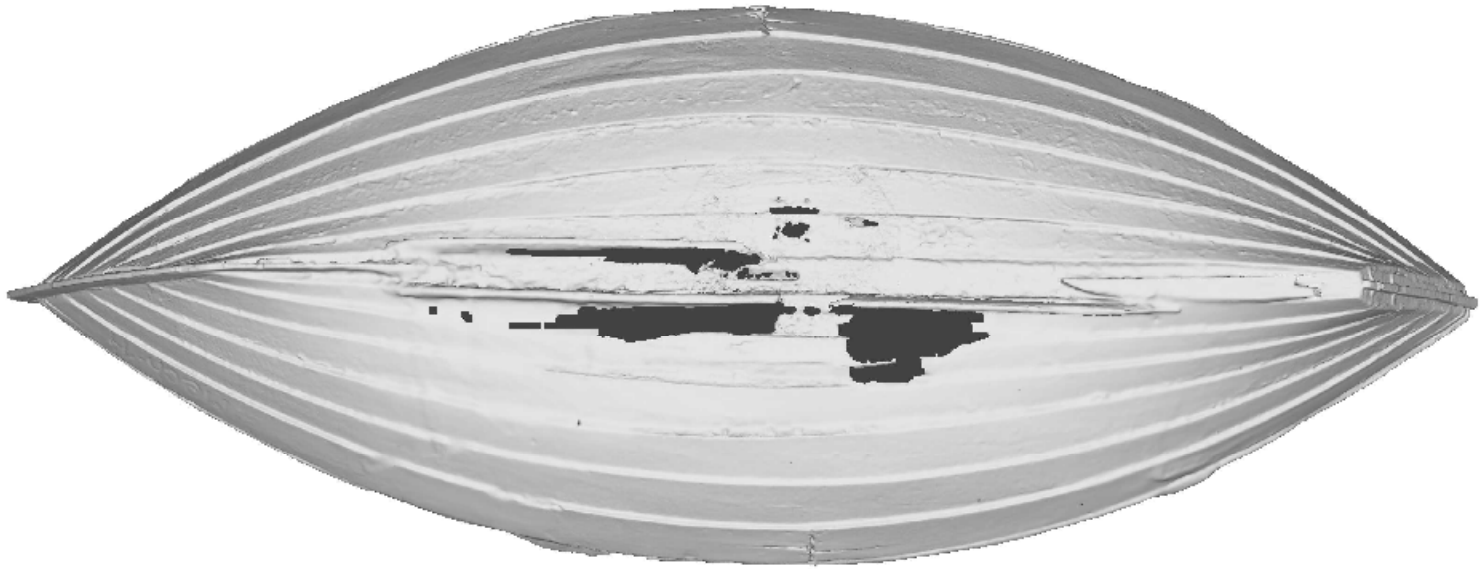
Skala 1 : 20

F.4) Model 3D bez tekstur w oparciu o zebraną chmurę punktów (widok od góry)



Skala 1 : 20

F.5) Model 3D bez tekstur w oparciu o zebraną chmurę punktów (widok od dołu)

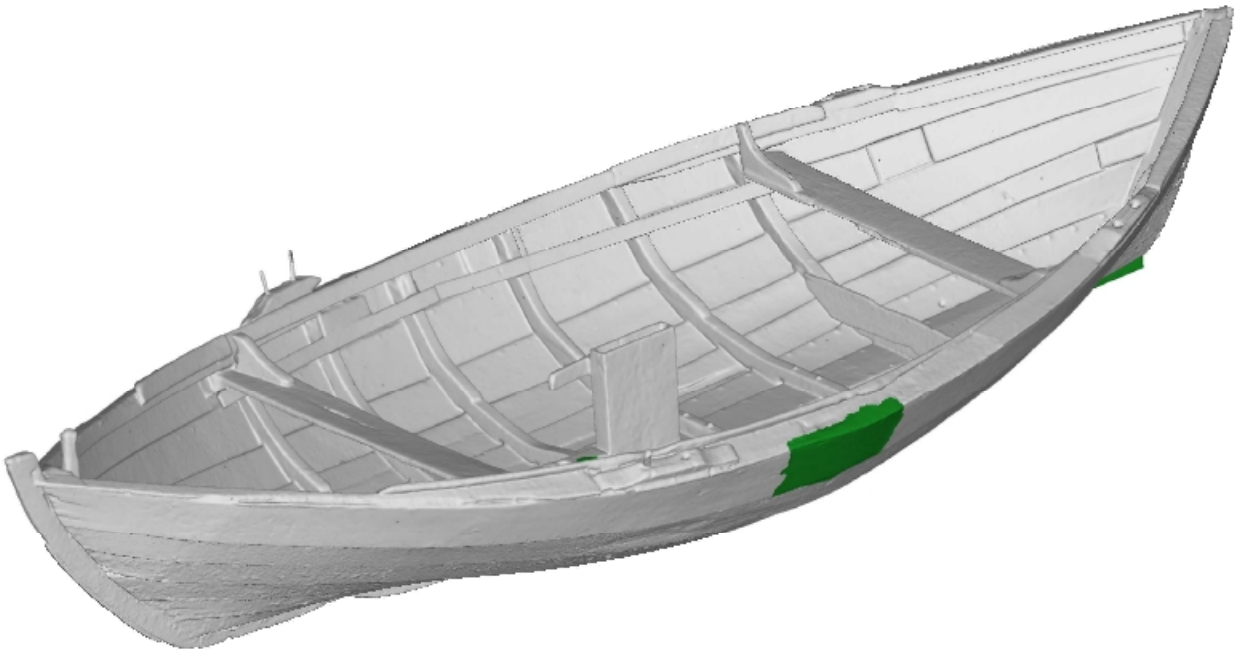


\\\

Skala 1 : 20

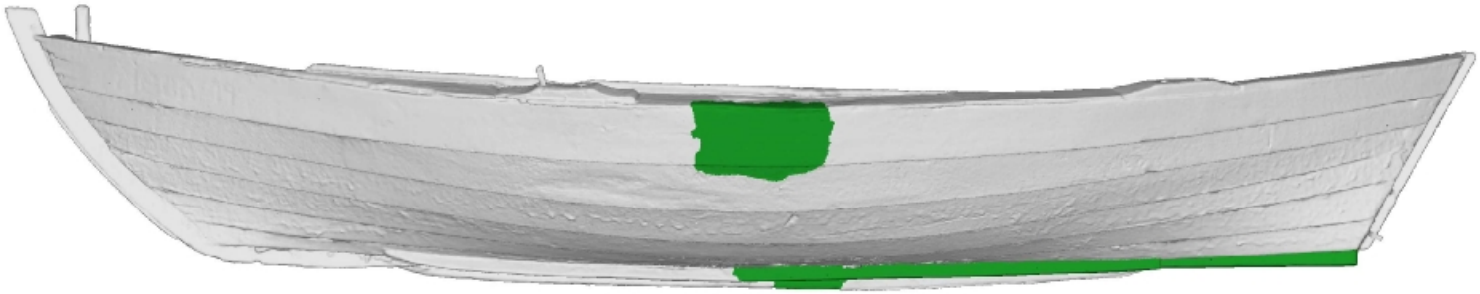
F.6) model 3D pełnoplastyczny bez tekstur (widok izometryczny)

Miejsca uzupełnień zaznaczono kolorem zielonym.



F.7) model 3D pełnoplastyczny bez tekstur (widok od lewej burty)

Miejsca uzupełnień zaznaczono kolorem zielonym.



Skala 1 : 20

F.8) model 3D pełnoplastyczny bez tekstur (widok od prawej burty)

Miejsca uzupełnień zaznaczono kolorem zielonym.

Skala 1 : 20

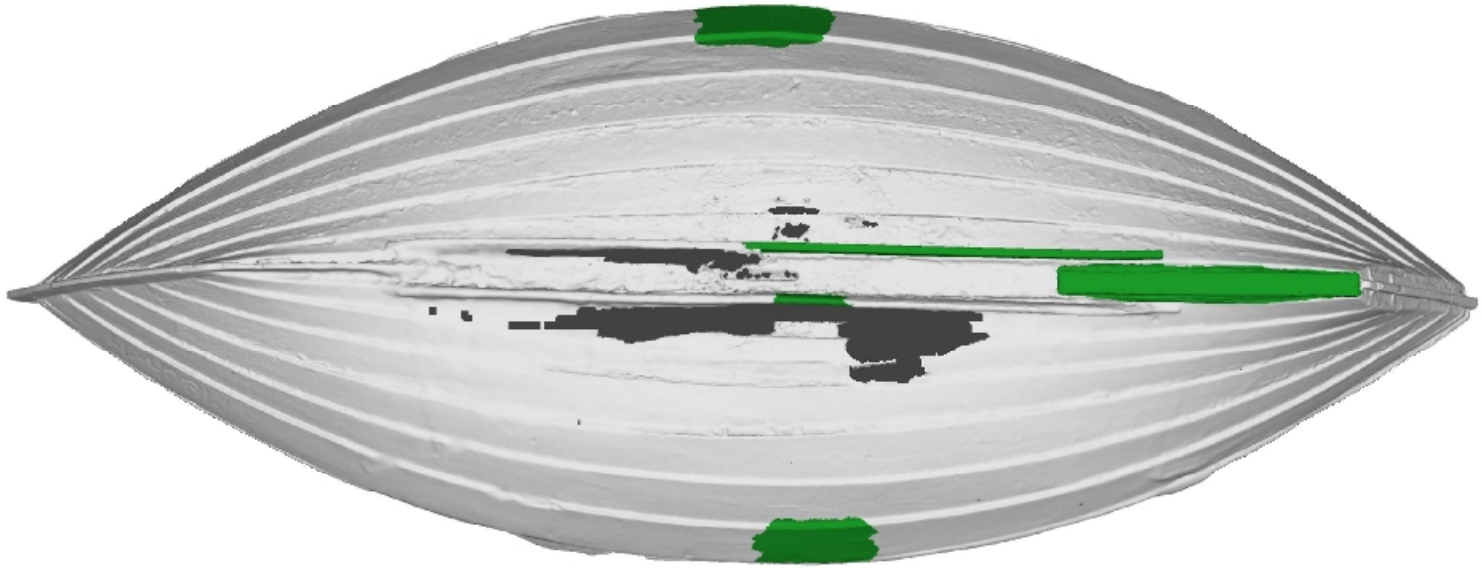
F.9) model 3D pełnoplastyczny bez tekstur (widok od góry)

Miejsca uzupełnień zaznaczono kolorem zielonym.

Skala 1 : 20

F.10) Model 3D pełnoplastyczny bez tekstur (widok od dołu)

Miejsca uzupełnień zaznaczono kolorem zielonym.



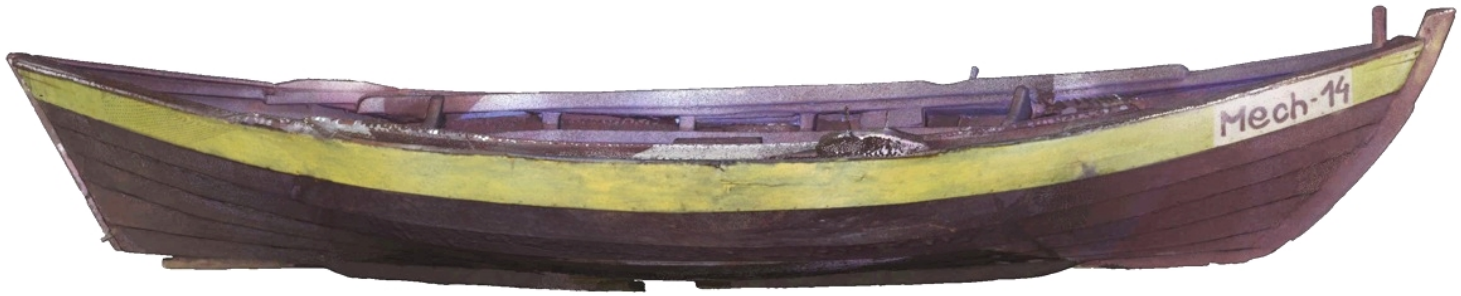
Skala 1 : 20

F.11) Model 3D pełnoplastyczny z teksturami (widok izometryczny)

F.12) Model 3D pełnoplastyczny z teksturami (widok od lewej burty)

Skala 1 : 20

F.13) Model 3D pełnoplastyczny z teksturami (widok od prawej burty)



Skala 1 : 20

F.14) Model 3D pełnoplastyczny z teksturami (widok od góry)

Skala 1 : 20

F.15) Model 3D pełnoplastyczny z teksturami (widok od dołu)

Skala 1 : 20

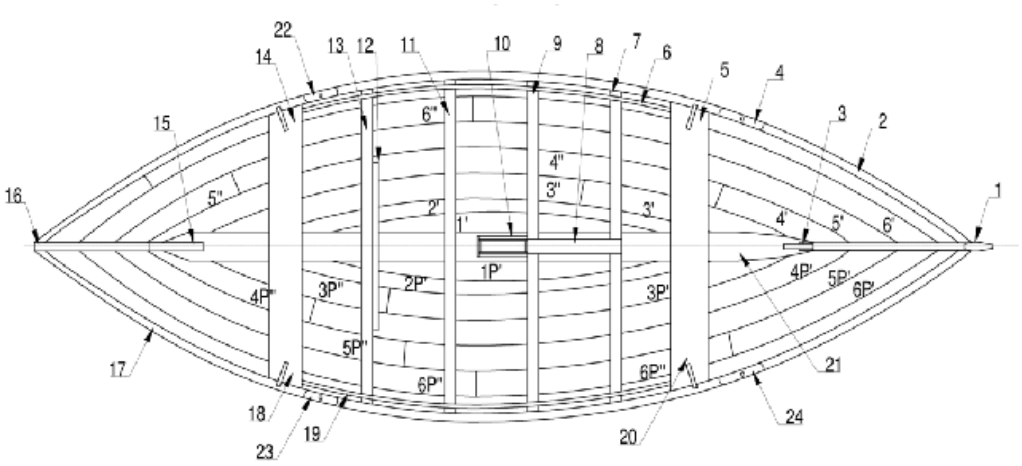
G WYMIAROWANIE

G.1) TABELA WYMIARÓW PODSTAWOWYCH

(tj. długość całkowita, szerokość w 3 miejscach pomiaru (w tym maksymalna), wysokość w 3 miejscach pomiaru (w tym maksymalna))

Wymiary podstawowe jednostki Mech-14		
Długość całkowita		
L.p.	Wartość[m]	Średnia[m]
1	5,500	5,500
Wysokość		
L.p.	Wartość[m]	Średnia[m]
1	0,460	0,740
2	0,970	
3	0,790	
Szerokość		
L.p.	Wartość[m]	Średnia[m]
1	2,140	2,130
2	2,000	
3	2,120	

G.2) RYSUNEK IDEOWY, WIDOK OD GÓRY



Rysunek ideowy					
L.p.	**Oznaczenie na rysunku**	**Nazwa**	**Element**	**Wymiary [m]**	
1	1’	KP-1LB/1	Pierwsza klepka poszycia od strony dziobu pierwszego pasa poszycia lewej burty	wysokość	0,100
				szerokość	0,020
2	2’	KP-2LB/1	Pierwsza klepka poszycia od strony dziobu drugiego pasa poszycia lewej burty	wysokość	0,117
				szerokość	0,020
3	3’	KP-3LB/1	Pierwsza klepka poszycia od strony dziobu trzeciego pasa poszycia lewej burty	wysokość	0,130
				szerokość	0,020
4	3’’	KP-3LB/2	Druga klepka poszycia od strony dziobu trzeciego pasa poszycia lewej burty	wysokość	0,200
				szerokość	0,020

Rysunek ideowy					
L.p.	**Oznaczenie na rysunku**	**Nazwa**	**Element**	**Wymiary [m]**	
5	4’	KP-4LB/1	Pierwsza klepka poszycia od strony dziobu czwartego pasa poszycia lewej burty	wysokość	0,154
				szerokość	0,020
6	4’’	KP-4LB/2	Druga klepka poszycia od strony dziobu czwartego pasa poszycia lewej burty	wysokość	0,208
				szerokość	0,020
7	5’	KP-5LB/1	Pierwsza klepka poszycia od strony dziobu pierwszego pasa piątego lewej burty	wysokość	0,156
				szerokość	0,020
8	5’’	KP-5LB/2	Druga klepka poszycia od strony dziobu piątego pasa poszycia lewej burty	wysokość	0,235
				szerokość	0,020
9	6’	KP-6LB/1	Pierwsza klepka poszycia od strony dziobu szóstego pasa poszycia lewej burty	wysokość	0,200
				szerokość	0,020
10	6’’	KP-6LB/2	Druga klepka poszycia od strony dziobu szóstego pasa poszycia lewej burty	wysokość	0,228
				szerokość	0,020

Rysunek ideowy					
L.p.	**Oznaczenie na rysunku**	**Nazwa**	**Element**	**Wymiary [m]**	
11	1P’	KP-1PB/1	Pierwsza klepka poszycia od strony dziobu pierwszego pasa poszycia prawej burty	wysokość	0,100
				szerokość	0,020
12	2P’	KP-2PB/1	Pierwsza klepka poszycia od strony dziobu drugiego pasa poszycia prawej burty	wysokość	0,117
				szerokość	0,020
13	3P’	KP-3LB/1	Pierwsza klepka poszycia od strony dziobu trzeciego pasa poszycia prawej burty	wysokość	0,130
				szerokość	0,020
14	3P’’	KP-3PB/2	Druga klepka poszycia od strony dziobu trzeciego pasa poszycia prawej burty	wysokość	0,154
				szerokość	0,020
15	4P’	KP-4PB/1	Pierwsza klepka poszycia od strony dziobu czwartego pasa poszycia prawej burty	wysokość	0,154
				szerokość	0,020
16	4P’’	KP-4PB/2	Druga klepka poszycia od strony dziobu czwartego pasa poszycia prawej burty	wysokość	0,208
				szerokość	0,020
17	5P’	KP-5PB/1	Pierwsza klepka poszycia od strony dziobu piątego pasa poszycia prawej burty	wysokość	0,156
				szerokość	0,020

Rysunek ideowy					
L.p.	**Oznaczenie na rysunku**	**Nazwa**	**Element**	**Wymiary [m]**	
18	5P’’	KP-5PB/2	Druga klepka poszycia od strony dziobu piątego pasa poszycia prawej burty	wysokość	0,235
				szerokość	0,020
19	6P’	KP-6PB/1	Pierwsza klepka poszycia od strony dziobu szóstego pasa poszycia prawej burty	wysokość	0,200
				szerokość	0,020
20	6P’’	KP-6PB/2	Druga klepka poszycia od strony dziobu szóstego pasa poszycia prawej burty	wysokość	0,228
				szerokość	0,020
21	6P’’	KP-6PB/3	Trzecia klepka poszycia od strony dziobu szóstego pasa poszycia prawej burty	wysokość	0,167
				szerokość	0,020

Rysunek ideowy					
L.p.	**Oznaczenie na rysunku**	**Nazwa**	**Element**	**Wymiary [m]**	
22	1	Sd	Stewa dziobowa	wysokość	0,116
				szerokość	0,040
23	2	M	Mocnica	wysokość	0,020
				szerokość	0,063
24	3	W	Węzłówka	wysokość	0,030
				szerokość	0,053
25	4	Dw-LB	Mocowanie dulki na lewej burcie	wysokość	0,045
				szerokość	0,180
26	5	Wr-1	Pierwszy wręg od dziobu	wysokość	0,055
				szerokość	0,060
27	6	Wz-LB	Usztywnienie wzdłużne na lewej burcie	wysokość	0,050
				szerokość	0,020
28	7	Wr-2	Drugi wręg od dziobu	wysokość	0,060
				szerokość	0,055
29	8	W	Węzłówka	wysokość	0,030
				szerokość	0,053
30	9	Wr-3	Trzeci wręg od dziobu	wysokość	0,060
				szerokość	0,055

31	10	S	Skrzynia mieczowa	wysokość	0,110
				szerokość	0,265

Rysunek ideowy					
L.p.	**Oznaczenie na rysunku**	**Nazwa**	**Element**	**Wymiary [m]**	
32	11	Wr-4	Czwarty wręg od dziobu	wysokość	0,060
				szerokość	0,055
33	12	D-1	Pierwszy dennik	wysokość	0,060
				szerokość	0,055
34	13	Wr-5	Piąty wręg od dziobu	wysokość	0,060
				szerokość	0,055
35	14	Wr-6	Szósty wręg od dziobu	wysokość	0,060
				szerokość	0,055
36	15	W	Węzłówka	wysokość	0,030
				szerokość	0,053
37	16	Sr	Stewa rufowa	wysokość	0,090
				szerokość	0,050
38	17	M	Mocnica	wysokość	0,020
				szerokość	0,063
39	18	Ł-1	Ławka	wysokość	0,005
				szerokość	0,170

40	19	Wz-PB	Usztywnienie wzdłużne na prawej burcie	wysokość	0,050
				szerokość	0,020
41	20	Ł-2	Ławka	wysokość	0,005
				szerokość	0,200

Rysunek ideowy					
L.p.	**Oznaczenie na rysunku**	**Nazwa**	**Element**	**Wymiary [m]**	
42	21	St	Stępka	wysokość	0,033
				szerokość	0,184
43	22	Dw-LB	Mocowanie dulki na lewej burcie	wysokość	0,045
				szerokość	0,180
44	23	Dw-PB	Mocowanie dulki na prawej burcie	wysokość	0,045
				szerokość	0,180
45	24	Dw-PB	Mocowanie dulki na prawej burcie	wysokość	0,045
				szerokość	0,180

H) OBLICZENIA TECHNICZNE

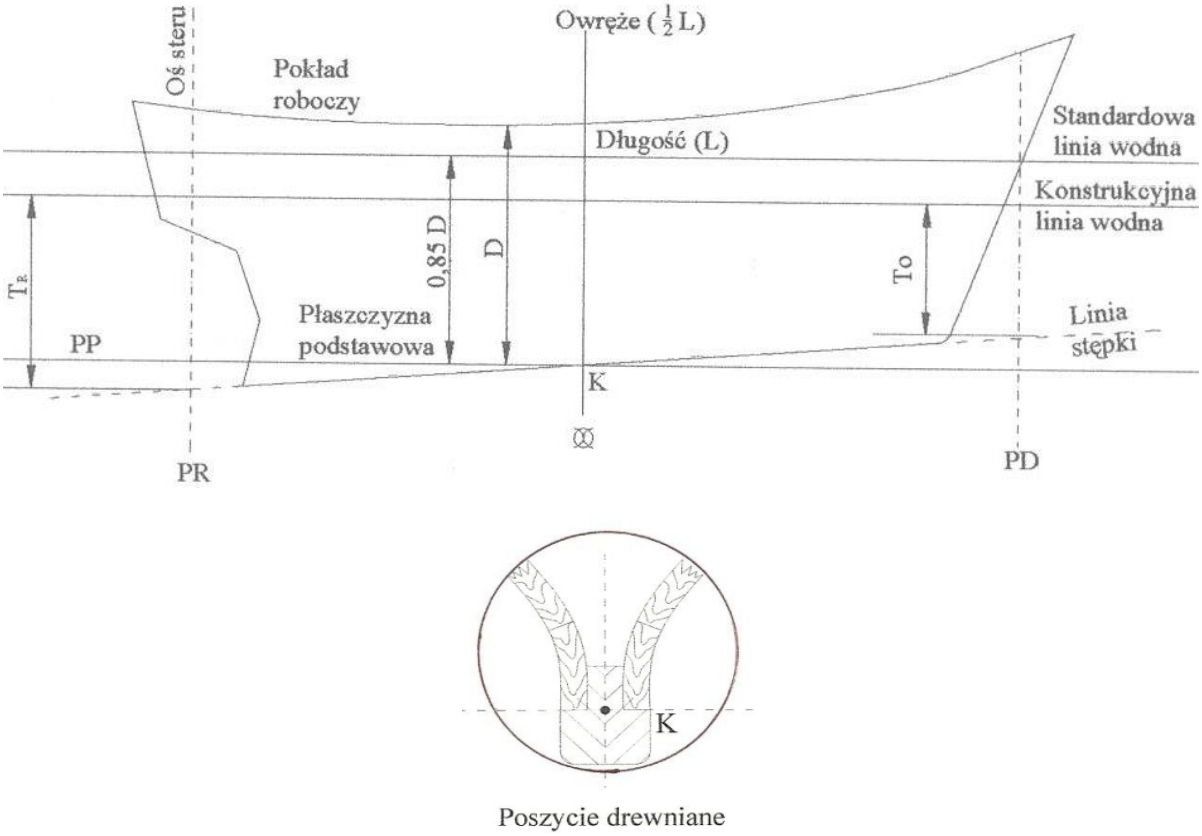
Celem obliczeń teoretycznych jest określenie charakterystyk hydrostatycznych łodzi, zależnych od jej geometrycznych kształtów oraz wyznaczenie stateczności łodzi dla przyjętych stanów załadowania, określonych masą łodzi w tym stanie i współrzędną pionową położenia środka masy.

Dla realizacji zadania stworzono model obliczeniowy obejmujący:

1. Ustalenie jednoznacznej nomenklatury, układu współrzędnych, założeń obliczeniowych.
2. Prezentacje geometryczną kształtu kadłuba łodzi w implementacji do profesjonalnego okrętowego programu komputerowego.
3. Wyznaczenie masy łodzi i współrzędnej pionowej środka masy dla przyjętych stanów załadowania.
4. Wybór programu komputerowego i przeprowadzenia obliczeń wraz z ich graficzną i cyfrową prezentacją.

Ad 1.

Symbole i nazwy przyjęto wg Code of Safety for Fishermen and Fishing Vessels IMO, London 1969 (CSF&FV) i słownika ITTC (International Towing Tank Conference). Punkty i płaszczyzny odniesienia przyjęto zgodnie z rys. OT-1 jak dla jednostek wykonywanych z drewna. Łodzie rybackie nie mają konstrukcyjnej linii wodnej w znaczeniu okrętowym, dlatego wymiary i standardową linię wodną przyjęto wg CSF&FV, która odpowiada maksymalnemu stanowi załadowania łodzi. Obliczenia przeprowadzano dla wody morskiej Morza Bałtyckiego w polskiej strefie brzegowej, gdzie zasolenie odpowiada masie właściwej wody $\mathbf{r}$ =1,0065 t/m^3.



Rys. OT-1

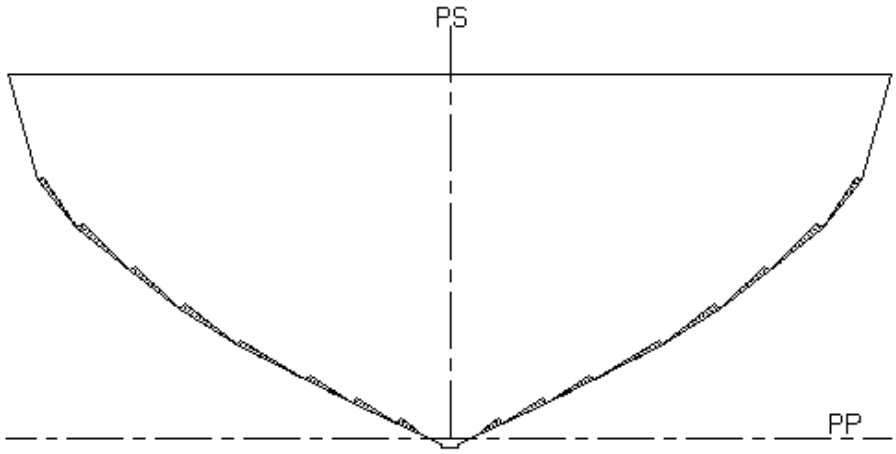
Ad 2.

Na potrzeby obliczeniowe wygenerowano adekwatne do metody linie teoretyczne łodzi, które dla kadłubów wykonanych z drewna na zakładkę są obwiednią pomiarowych punktów zewnętrznych (rys. OT-2). W obliczeniach okrętowych w zależności od materiału kadłuba wprowadza się współczynnik poszycia **k_P.** Dla łodzi drewnianych z poszyciem na zakładkę współczynnik ten wynosi k_P =0,98.

Obliczeniowa wartość masy jednostkowej wody słonej skorygowana o ten współczynnik daje wartość :

$\rho_o = \rho \times k_P = 0{,}986$ t/m3

Środkiem przyjętego układu odniesienia współrzędnych XYZ jest punkt K, stanowiący odniesienie do obliczeń stateczności owych łodzi. Po upłynnieniu kształtów łodzi wygenerowano linie teoretyczne służące do przeprowadzenia obliczeń hydrostatycznych i stateczności owych.



Rys. 0T-2

Ad 3.

Do obliczeń stateczności owych należy wyznaczyć masę i środek masy łodzi pustej. Wartości te standardowo określa się w oparciu o wyniki próby przechyłów. Ze względu na stan techniczny łodzi wartości te określono obliczeniowo. Dysponując kształtem zewnętrznym i wewnętrznym łodzi z danych skanowania zbudowano model powierzchniowy 3D strony zewnętrznej i wewnętrznej reprezentujący skorupę poszycia łodzi wraz z usztywnieniami. Objętość skorupy reprezentuje materiał konstrukcyjny łodzi. Dla zamodelowanej skorupy określono jej objętość i wyznaczono środek objętości odpowiadający środkowi masy łodzi pustej. Masa właściwa drewna dębowego, z którego wykonano łódź $\rho_D = 700$ kg/m3 .

Masa łodzi pustej = objętość skorupy x ρ_D .

Dla prezentowanej łodzi MECH14:

Masa łodzi pustej D = 325 kg

Współrzędna pionowa środka masy łodzi względem PP , ZG = 0,18 m

Ad4.

Obliczenia przeprowadzona programem komputerowym CHGK stosowanym powszechnie do obliczeń hydrostatycznych i stateczności owych małych jednostek w projektowaniu, klasyfikacji i certyfikacji.

Obliczenia stateczności owe przeprowadzono dla dwóch stanów załadowania łodzi:

1. Stateczność łodzi przy wyjściu z portu – sieci suche, załoga - 2 osoby, prowiant.
2. Stateczność łodzi przy powrocie do portu – sieci mokre, załoga - 2 osoby, ułów .

Przyjęto następujące założenia:

- załoga – 2 osoby
- sieci i ułów są umieszczone na dnie łodzi
- masę ułowu + masa sieci mokrych m_{Nw-f} = 500 kg
- masa sieci suchych m_{Nd} = 100 kg
- masa jednej osoby 75 kg, środek masy człowieka stojącego - 1.0 m nad podłogą łodzi
- prowiant m_p = 5 kg/osobę

Zakres obliczeń :

1. **Krzywe hydrostatyczne -** wyznaczają następujące wielkości w zależności od zanurzenia łodzi:
   - pole powierzchni wodnicy A_W (m^2)
   - współrzędna X środka powierzchni wodnicy od OWR (owręża) XF (m), (- w kierunku rufy)
   - poprzeczny moment bezwładności powierzchni wodnicy IT (m^4)
   - wzdłużny moment bezwładności powierzchni wodnicy IL (m^4)
   - wyporność V (m^3)
   - wypór D (t)
   - współrzędna X środka wyporu od OWR (owręża) XV (m) , (- w kierunku rufy)
   - współrzędna Z (m) środka wyporu od płaszczyzny podstawowej PP
   - mały (poprzeczny) promień metacentryczny r0 (m)
   - duży (wzdłużny) promień metacentrycznym R0 (m)
   - wysokość metacentryczna KM (m)
   - przyrost wyporu na jednostkę zanurzenia dD (t /cm)
   - jednostkowy moment przegłębiający Mj (t m/cm)
   - współczynnik pełnotliwości podwodzia CB
   - współczynnik pełnotliwości walcowej CP
   - współczynnik pełnotliwości owręża CM
   - współczynnik pełnotliwości wodnicy CW

   gdzie:

$$C_B = \frac{V}{L \cdot B \cdot T},\ C_p = \frac{V}{A_\otimes \cdot L},\ C_M = \frac{A_\otimes}{B \cdot T},\ C_W = \frac{A_w}{L \cdot B}$$

   L, B, T, V – długość, szerokość, zanurzenie jednostki, wyporność

   $A_\otimes$ – powierzchnia owręża

A_w – powierzchnia rozpatrywanej wodnicy.

2. **Skala Bonjean'a** – podaje pole powierzchni wrężnic i ich moment bezwładności powierzchni w zależności od zanurzenia. Pozwala na znalezienie położenia środka wodnicy , środka wyporu i wyporności jednostki przegłębionej.

3. **Pantokareny** - wyznaczają ramiona prostujące kształtu kadłuba w zależności od wyporności i kąta przechyłu łodzi.

4. **Krzywa kąta zalewania** – wyznacza kąt przy którym łódź zostanie zalana wodą zaburtową w zależności od wyporności łodzi i położenia środka masy (stan załadowania).

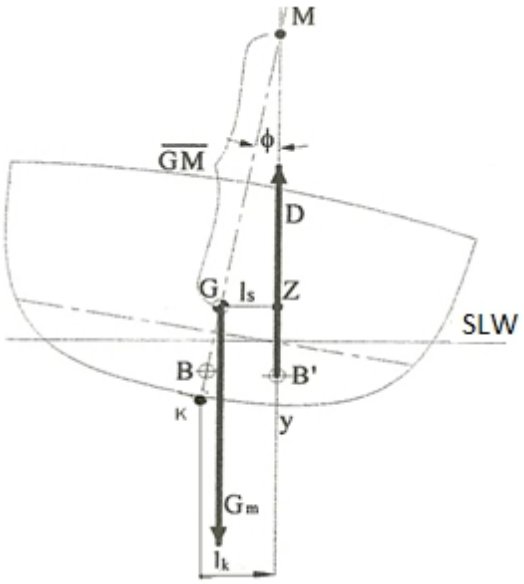
5. **Krzywa ramion prostujących stateczności statycznej i dynamicznej :**

   - krzywa ramion prostujących stateczności statycznej wyznacza ramię momentu prostującego łódzi $\mathbf{l_s}$ przy statycznym jej przechylaniu do danego kata **fi** momentem zewnętrznym $\mathbf{M_P}$, $\mathbf{l_s = M_P/D,}$

   - krzywa ramion prostujących stateczności dynamicznej wyraża pracę $\mathbf{L_P}$ potrzebną do przechylenia łodzi do danego kąta **fi** odniesioną do jej wyporu, $\mathbf{l_d = L_P/D.}$

Zakres krzywych ramion prostujących stateczności statycznej i dynamicznej obowiązuje do przechylania łodzi do kąta zalewania **fi** $_{zl}$, przy którym łódź zostaje zalana wodą zaburtową i traci stateczność.

Podstawowe wielkości przy rozpatrywaniu stateczności poprzecznej łodzi przedstawia rys. OT – 3

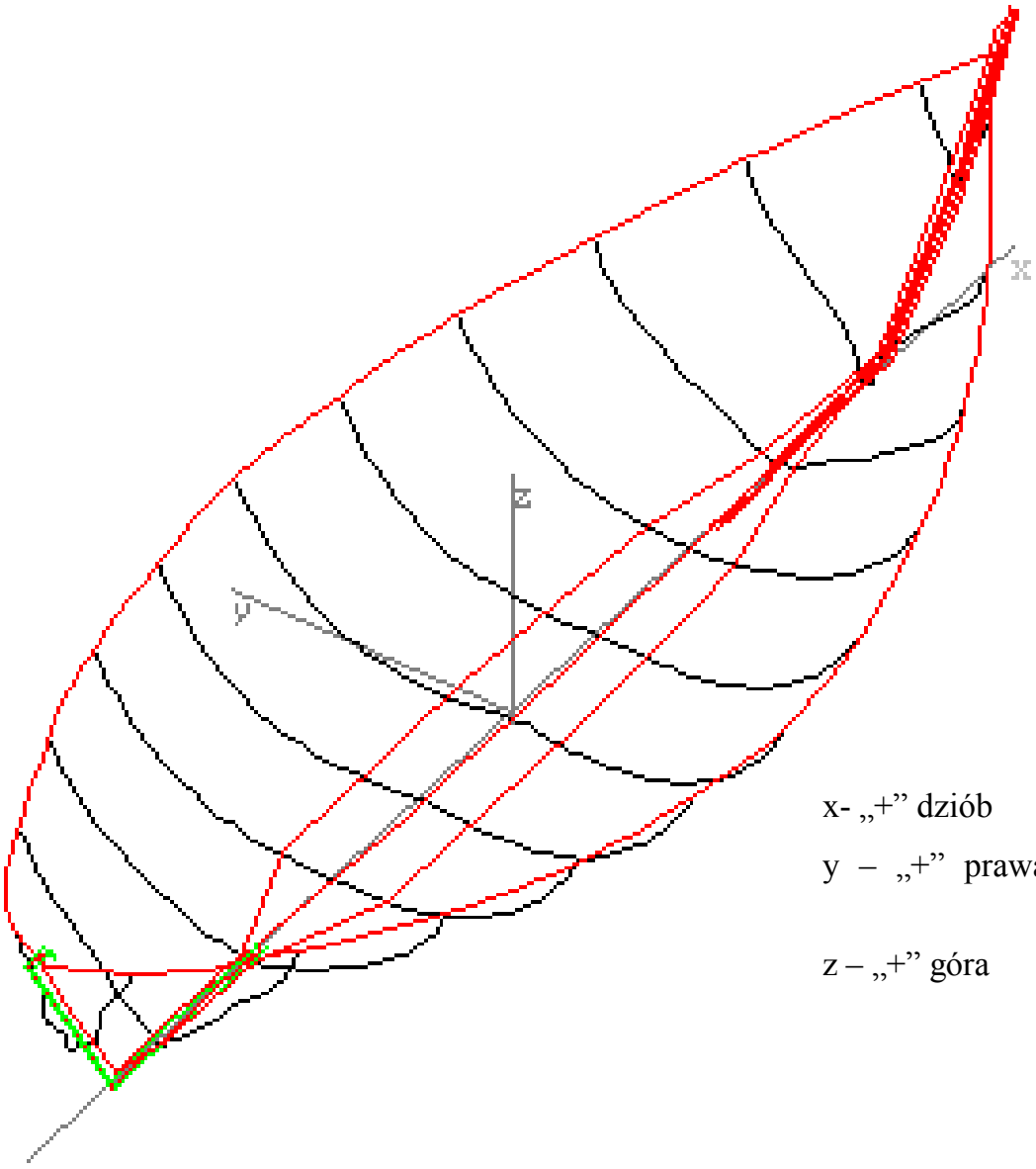


Rys. OT-3

WYNIKI OBLICZEŃ TEORETYCZNYCH

Łódź MECH14

UKŁAD WSPÓŁRZĘDNYCH



x- „+” dziób

y – „+” prawa strona

z – „+” góra

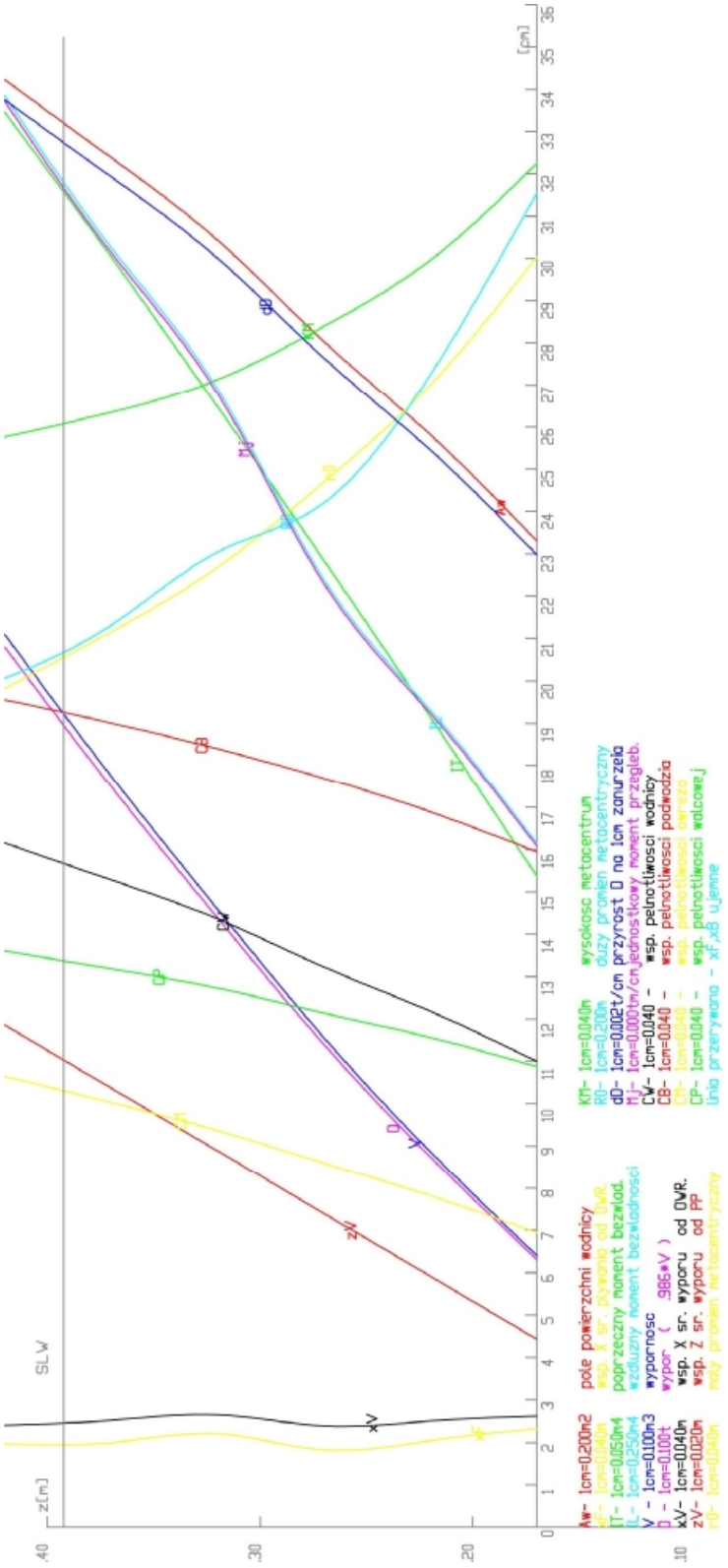
KRZYWE HYDROSTATYCZNE

Łódź MECH14

z[m]	Aw[m2]	xF[m]	IT[m4]	IL[m4]	DD[t/cm]	Mj[tm/cm]	CW[-]	CM[-]
0,170	4,661	-0,093	0,769	4,037	0,046	0,008	0,440	0,638
0,180	4,765	-0,091	0,807	4,203	0,047	0,008	0,450	0,646
0,190	4,868	-0,089	0,844	4,366	0,048	0,009	0,460	0,654
0,200	4,969	-0,087	0,882	4,526	0,049	0,009	0,469	0,661
0,210	5,068	-0,084	0,920	4,681	0,050	0,009	0,478	0,669
0,220	5,163	-0,082	0,957	4,829	0,051	0,010	0,487	0,676
0,230	5,253	-0,079	0,995	4,969	0,052	0,010	0,496	0,683
0,240	5,341	-0,076	1,032	5,108	0,053	0,010	0,504	0,689
0,250	5,427	-0,074	1,069	5,254	0,054	0,010	0,512	0,696
0,260	5,516	-0,072	1,106	5,415	0,054	0,011	0,521	0,702
0,270	5,607	-0,073	1,142	5,598	0,055	0,011	0,529	0,708
0,280	5,702	-0,075	1,179	5,809	0,056	0,012	0,538	0,714
0,290	5,800	-0,079	1,215	6,038	0,057	0,012	0,548	0,720
0,300	5,899	-0,083	1,252	6,275	0,058	0,012	0,557	0,725
0,310	5,995	-0,086	1,288	6,508	0,059	0,013	0,566	0,731
0,320	6,087	-0,088	1,324	6,725	0,060	0,013	0,575	0,736
0,330	6,173	-0,088	1,360	6,917	0,061	0,014	0,583	0,741
0,340	6,253	-0,087	1,396	7,090	0,062	0,014	0,590	0,746
0,350	6,330	-0,085	1,431	7,250	0,062	0,014	0,598	0,751
0,360	6,404	-0,082	1,467	7,406	0,063	0,015	0,605	0,756
0,370	6,477	-0,080	1,502	7,564	0,064	0,015	0,611	0,760
0,380	6,550	-0,078	1,537	7,732	0,065	0,015	0,618	0,765
0,390	6,624	-0,078	1,571	7,907	0,065	0,016	0,625	0,769
0,400	6,698	-0,078	1,605	8,089	0,066	0,016	0,632	0,774
0,410	6,772	-0,078	1,639	8,275	0,067	0,016	0,639	0,778
0,420	6,846	-0,079	1,673	8,464	0,068	0,017	0,646	0,782

z[m]	V[m3]	D[t]	xV[m]	zV[m]	r0[m]	KM[m]	R0[m]	CB[-]	CP[-]
0,170	0,640	0,631	-0,105	0,089	1,202	1,290	6,310	0,278	0,435
0,180	0,688	0,679	-0,104	0,095	1,176	1,270	6,130	0,285	0,441
0,190	0,737	0,727	-0,103	0,100	1,151	1,251	5,953	0,292	0,447
0,200	0,786	0,775	-0,103	0,106	1,126	1,232	5,779	0,299	0,452
0,210	0,836	0,824	-0,102	0,112	1,102	1,215	5,610	0,306	0,457
0,220	0,886	0,874	-0,100	0,118	1,080	1,198	5,449	0,313	0,463
0,230	0,938	0,925	-0,099	0,124	1,060	1,184	5,297	0,319	0,467
0,240	0,990	0,976	-0,097	0,130	1,040	1,171	5,157	0,325	0,472
0,250	1,044	1,030	-0,096	0,136	1,022	1,158	5,033	0,331	0,476
0,260	1,100	1,084	-0,095	0,142	1,005	1,147	4,926	0,338	0,481
0,270	1,157	1,140	-0,096	0,148	0,988	1,136	4,840	0,344	0,486
0,280	1,215	1,198	-0,097	0,154	0,971	1,125	4,777	0,350	0,490
0,290	1,275	1,257	-0,100	0,160	0,954	1,114	4,731	0,356	0,495
0,300	1,336	1,317	-0,102	0,166	0,938	1,103	4,692	0,363	0,500
0,310	1,397	1,378	-0,105	0,172	0,922	1,094	4,654	0,369	0,505
0,320	1,459	1,439	-0,106	0,178	0,907	1,085	4,609	0,375	0,509
0,330	1,521	1,500	-0,106	0,184	0,894	1,077	4,550	0,380	0,513
0,340	1,584	1,561	-0,106	0,190	0,881	1,071	4,482	0,386	0,517
0,350	1,646	1,623	-0,104	0,196	0,869	1,064	4,408	0,391	0,521
0,360	1,710	1,686	-0,103	0,201	0,858	1,059	4,333	0,396	0,524
0,370	1,774	1,750	-0,101	0,207	0,846	1,054	4,263	0,401	0,528
0,380	1,840	1,814	-0,099	0,213	0,836	1,049	4,201	0,406	0,531
0,390	1,907	1,880	-0,098	0,219	0,825	1,044	4,147	0,411	0,534
0,400	1,974	1,946	-0,098	0,225	0,814	1,039	4,099	0,416	0,538
0,410	2,042	2,013	-0,097	0,231	0,804	1,035	4,054	0,421	0,541
0,420	2,110	2,080	-0,096	0,237	0,793	1,030	4,012	0,426	0,544

KRZYWE HYDROSTATYCZNE
Łódź MECH14



SKALA BONJEAN'A

Łódź MECH14

wręg 1	x =	-2,47	wręg 2	x =	-1,976	wręg 3	x =	-1,482
z[m]	As[m2]	Msy[m3]	z[m]	As[m2]	Msy[m3]	z[m]	As[m2]	Msy[m3]
0,304	0,0000	0,0000	-0,002	0,0000	0,0000	-0,003	0,0000	0,0000
0,346	0,0015	0,0005	0,060	0,0064	0,0002	0,052	0,0110	0,0004
0,388	0,0056	0,0020	0,123	0,0219	0,0017	0,106	0,0383	0,0026
0,431	0,0143	0,0056	0,185	0,0449	0,0053	0,161	0,0779	0,0079
0,473	0,0233	0,0097	0,248	0,0744	0,0117	0,216	0,1276	0,0173
0,515	0,0329	0,0144	0,310	0,1106	0,0218	0,271	0,1857	0,0315
0,557	0,0438	0,0203	0,372	0,1551	0,0370	0,325	0,2509	0,0509
0,599	0,0573	0,0280	0,435	0,2074	0,0582	0,380	0,3220	0,0760
0,642	0,0729	0,0377	0,497	0,2655	0,0853	0,435	0,3977	0,1069
0,684	0,0902	0,0492	0,560	0,3279	0,1183	0,489	0,4771	0,1436
0,726	0,1092	0,0626	0,622	0,3938	0,1572	0,544	0,5596	0,1862

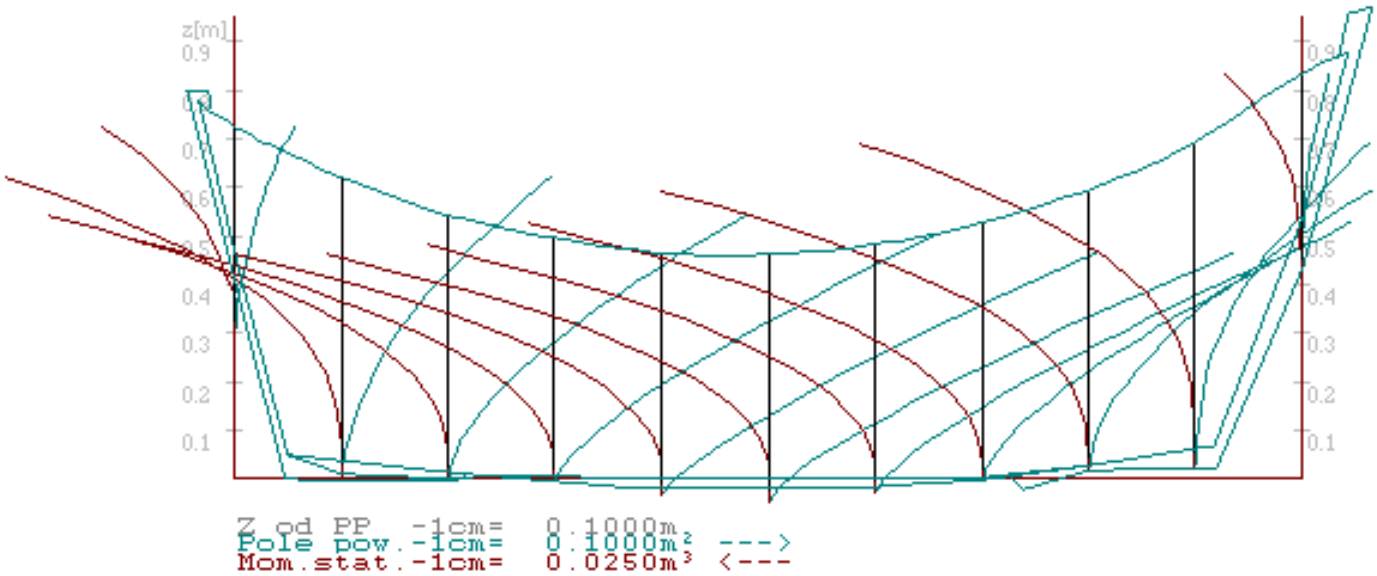
wręg 4	x =	-0,9910	wręg 5	x =	-0,4940	wręg 6	x =	0,0000
z[m]	As[m2]	Msy[m3]	z[m]	As[m2]	Msy[m3]	z[m]	As[m2]	Msy[m3]
-0,004	0,0000	0,0000	-0,034	0,0000	0,0000	-0,048	0,0000	0,0000
0,046	0,0311	0,0008	0,016	0,0439	-0,0002	0,003	0,0426	-0,0007
0,096	0,0808	0,0044	0,066	0,1073	0,0024	0,054	0,1105	0,0013
0,146	0,1404	0,0116	0,116	0,1791	0,0090	0,105	0,1880	0,0075
0,196	0,2076	0,0232	0,166	0,2574	0,0200	0,156	0,2725	0,0185
0,247	0,2810	0,0394	0,216	0,3409	0,0360	0,207	0,3627	0,0349
0,297	0,3593	0,0607	0,265	0,4290	0,0572	0,258	0,4574	0,0569
0,347	0,4418	0,0873	0,315	0,5208	0,0838	0,308	0,5559	0,0848
0,397	0,5279	0,1193	0,365	0,6158	0,1162	0,359	0,6577	0,1188
0,447	0,6170	0,1569	0,415	0,7139	0,1545	0,410	0,7623	0,1591
0,497	0,7090	0,2003	0,465	0,8147	0,1988	0,461	0,8696	0,2058

wręg 7	x =	0,4940	wręg 8	x =	0,9910	wręg 9	x =	1,4820
z[m]	As[m2]	Msy[m3]	z[m]	As[m2]	Msy[m3]	z[m]	As[m2]	Msy[m3]
-0,028	0,0000	0,0000	-0,004	0,0000	0,0000	0,017	0,0000	0,0000
0,023	0,0388	0,0001	0,049	0,0222	0,0006	0,075	0,0109	0,0006
0,074	0,0995	0,0031	0,102	0,0647	0,0039	0,132	0,0325	0,0028
0,125	0,1700	0,0101	0,155	0,1206	0,0111	0,190	0,0660	0,0083
0,176	0,2478	0,0218	0,208	0,1853	0,0229	0,247	0,1106	0,0181
0,227	0,3314	0,0386	0,261	0,2572	0,0398	0,305	0,1637	0,0328
0,277	0,4198	0,0609	0,314	0,3352	0,0622	0,363	0,2256	0,0535
0,328	0,5121	0,0889	0,367	0,4181	0,0905	0,420	0,2953	0,0808
0,379	0,6078	0,1228	0,420	0,5050	0,1247	0,478	0,3700	0,1144
0,430	0,7064	0,1627	0,473	0,5954	0,1651	0,535	0,4483	0,1541
0,481	0,8078	0,2089	0,526	0,6891	0,2119	0,593	0,5295	0,1999

wręg 10	x =	1,9760	wręg 11	x =	2,4700
z[m]	As[m2]	Msy[m3]	z[m]	As[m2]	Msy[m3]
0,019	0,0000	0,0000	0,435	0,0000	0,0000
0,086	0,0037	0,0002	0,475	0,0011	0,0005
0,154	0,0106	0,0011	0,514	0,0027	0,0013
0,221	0,0230	0,0034	0,553	0,0046	0,0023
0,288	0,0430	0,0086	0,593	0,0066	0,0035
0,356	0,0717	0,0178	0,632	0,0101	0,0056
0,423	0,1091	0,0324	0,672	0,0156	0,0092
0,490	0,1553	0,0536	0,711	0,0226	0,0140
0,557	0,2086	0,0815	0,751	0,0309	0,0201
0,625	0,2666	0,1158	0,790	0,0402	0,0273
0,692	0,3280	0,1563	0,830	0,0506	0,0357

SKALA BONJEAN'A

Łódź MECH



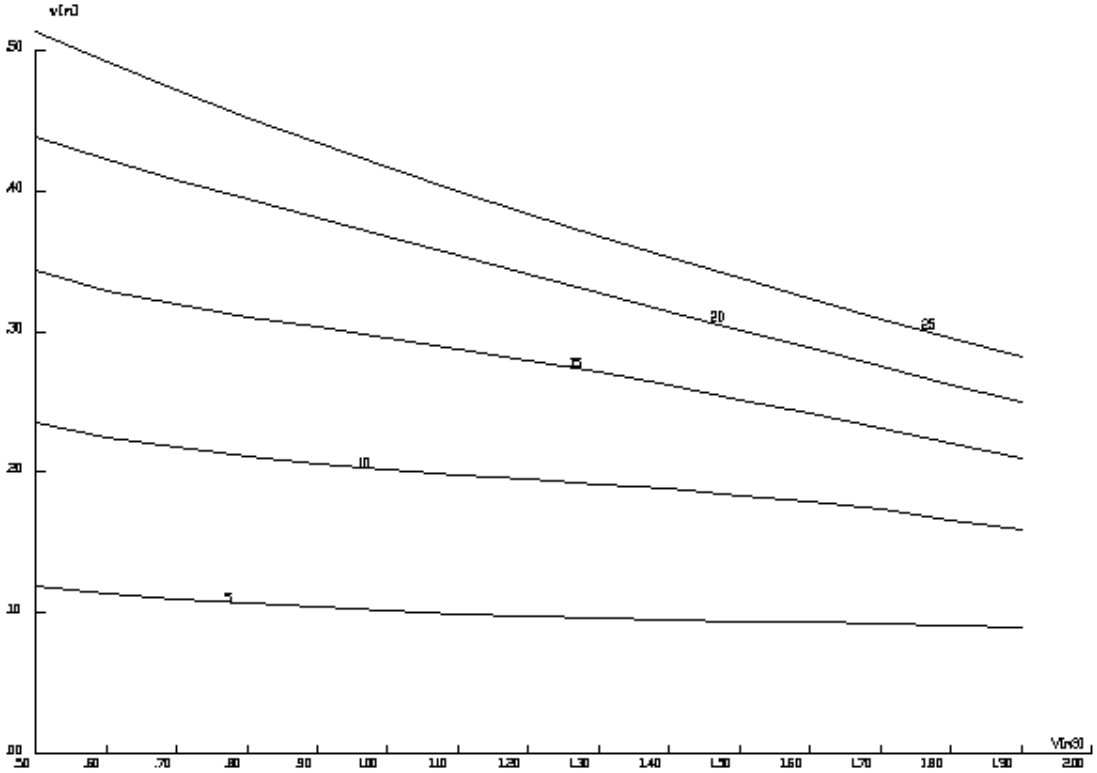
PANTOKARENY

Łódź MECH14

Fi =	5	10	15	20	25
V[m3]			w[m]		
0,5	0,120	0,235	0,343	0,438	0,513
0,6	0,114	0,225	0,329	0,423	0,491
0,7	0,110	0,217	0,319	0,408	0,471
0,8	0,107	0,211	0,311	0,394	0,452
0,9	0,104	0,206	0,303	0,381	0,434
1,0	0,102	0,202	0,296	0,367	0,417
1,1	0,100	0,198	0,288	0,354	0,400
1,2	0,098	0,195	0,280	0,341	0,384
1,3	0,097	0,192	0,271	0,327	0,368
1,4	0,095	0,188	0,262	0,314	0,353
1,5	0,094	0,184	0,252	0,301	0,338
1,6	0,093	0,179	0,242	0,288	0,323
1,7	0,092	0,174	0,231	0,275	0,309
1,8	0,091	0,167	0,221	0,262	0,295
1,9	0,090	0,160	0,210	0,250	0,282

PANTOKARENY

Łódź MECH14



KRZYWE KĄTÓW ZALEWANIA

Łódź MECH14

Współrzędne punktu zalewania (od owręża) :

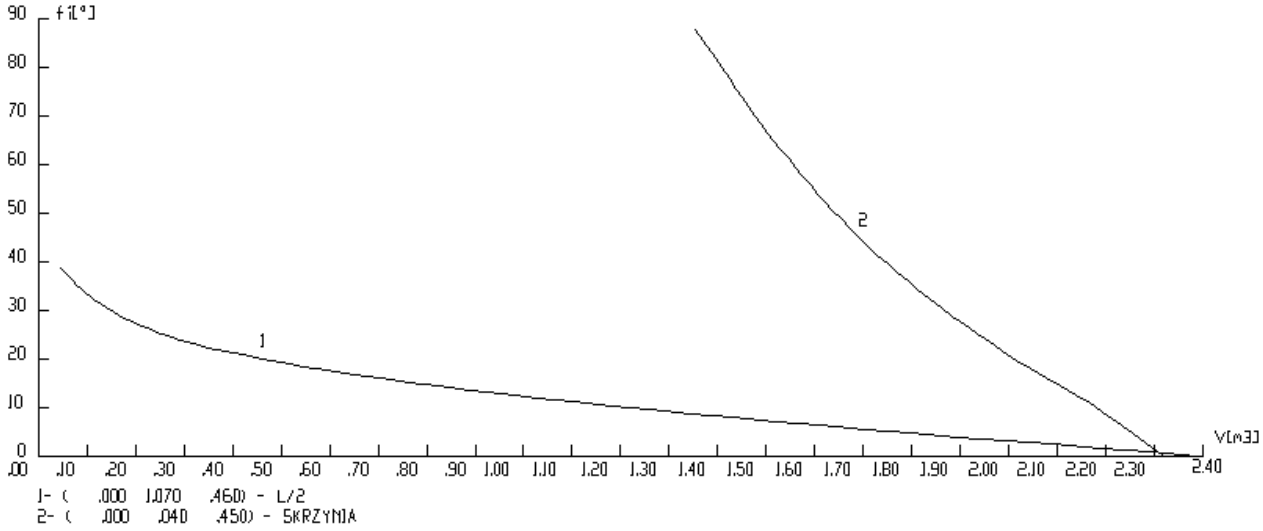
1 (x,y,z) = 0,00 1,07 0,46 - burta

2 (x,y,z) = 0,00 0,04 0,45 - skrzynia mieczowa

fi[st]	V[m3]	V[m3]
	1	2
0	2,39	2,32
10	1,22	2,18
20	0,46	2,01
30	0,15	1,87
40	0,04	1,75
50	0,00	1,64
60	0,00	1,56
70	0,00	1,48
80	0,00	1,41
90	0,00	1,34

KRZYWE KĄTÓW ZALEWANIA

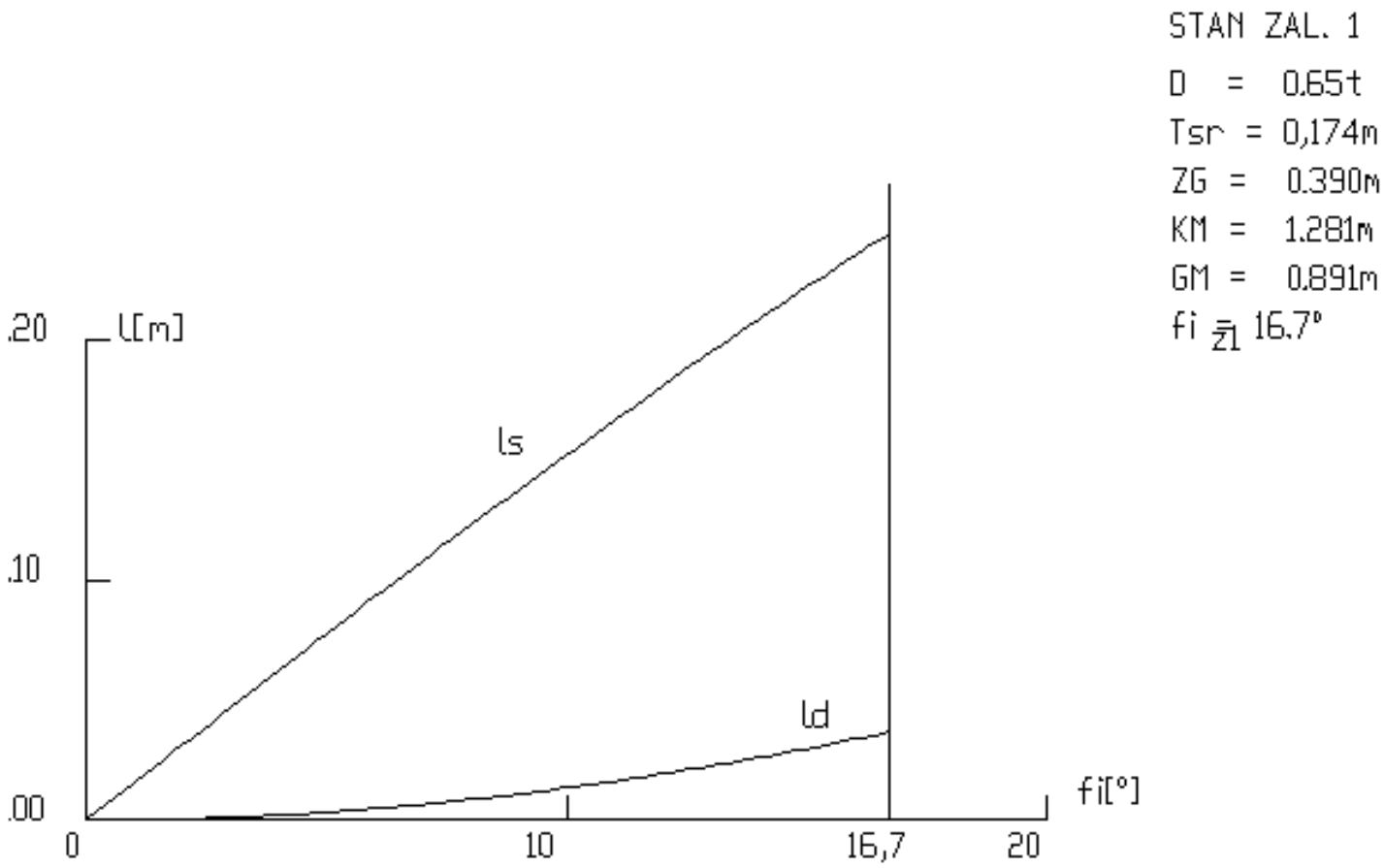
Łódź MECH14



STATECZNOŚĆ ŁODZI PRZY WYJŚCIU Z PORTU

Łódź MECH14

STAN ZAŁADOWANIA 1



STATECZNOŚĆ ŁODZI PRZY WYJŚCIU Z PORTU

Łódź MECH14

STAN ZAŁADOWANIA 1

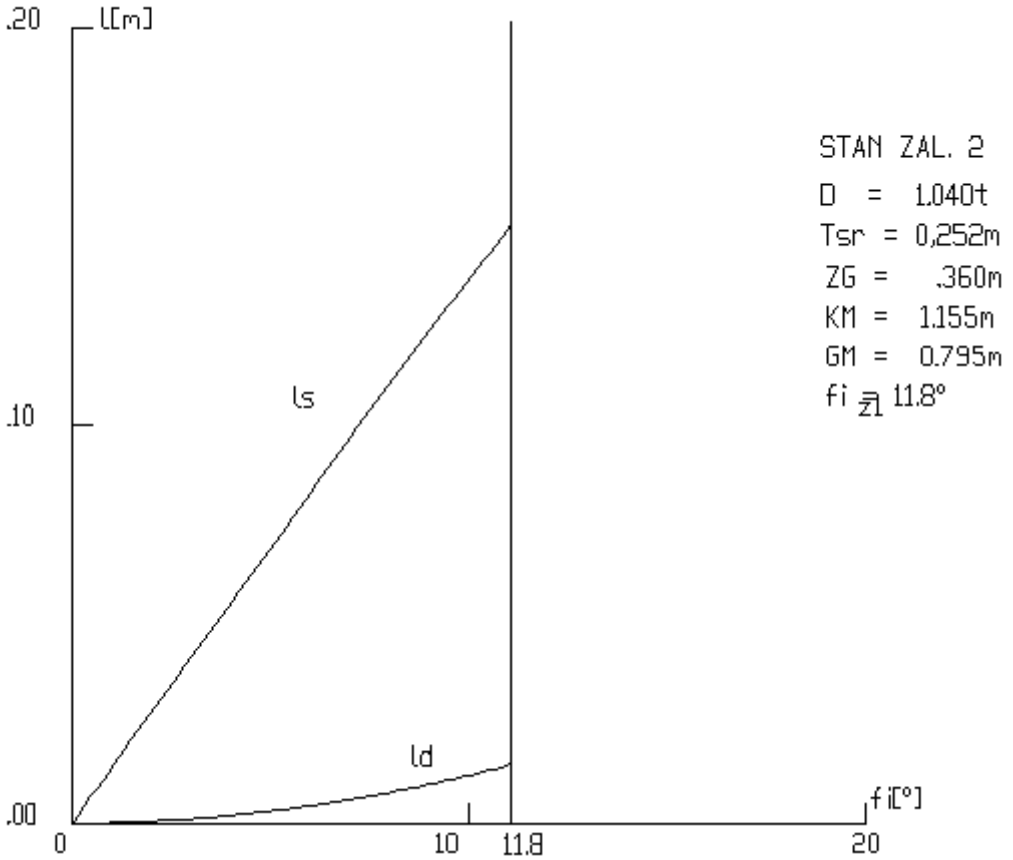
Td = 0,174 [m]
Tr = 0,174 [m]
D = 0,650 [t]
XV = -0,104 [m]
ZV = 0,091 [m]
KM = 1,281 [m]
ZG = 0,390 [m]
GM = 0,891 [m]

fi[st]	w[m]	ls[m]	ld[m]
5	0,111	0,077	0,003
10	0,220	0,152	0,013
15	0,323	0,222	0,030
20	0,414	0,280	0,052

STATECZNOŚCI ŁODZI PRZY POWROCIE DO PORTU

Łódź MECH14

STAN ZAŁADOWANIA 2



STATECZNOŚCI ŁODZI PRZY POWROCIE DO PORTU

Łódź MECH14

STAN ZAŁADOWANIA 2

Td = 0,252 [m]
Tr = 0,252 [m]
D = 1,040 [t]
XV = -0,097 [m]
ZV = 0,137 [m]
KM = 1,155 [m]
ZG = 0,360 [m]

fi[st]	w[m]	ls[m]	ld[m]
5	0,101	0,069	0,003
10	0,199	0,137	0,012
15	0,292	0,198	0,027