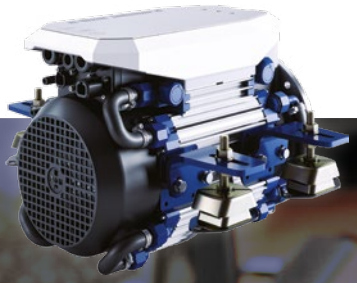
BIULETYN TECHNIKI JACHTOWEJ

vetus
CREATOR OF BOAT SYSTEMS

NR 1/2022 (12) ISSN 2657-8328 WWW.VETUS.COM



Napęd elektryczny



Nowa linia foteli

Mobilne systemy skanowania

Kontrola jakości i inżynieria odwrotna w jachtingu i szkutnictwie

Napędy spalinowo-hydrauliczne i spalinowo-elektryczne (hybrydowe)

Historia Morskiej Stoczni Jachtowej im. Leonida Teligi w Szczecinie

Naprawa osmozy z użyciem produktów Sea-Line

Karaiby: Amerykańskie Wyspy Dziewicze



Mobilne systemy skanowania

Kontrola jakości i inżynieria odwrotna w jachtingu i szkutnictwie

Obszerność rynku stoczniowego pod względem przeznaczenia łodzi, statków i jachtów umożliwia produkcję wielu jednostek o zróżnicowanym kształcie czy zastosowaniu. To właśnie te dwa atrybuty jednostki pływającej warunkują jej użyteczność dla przyszłego właściciela (armatora) czy użytkownika (kapitana). Nowoczesne rozwiązania układów napędowych, systemów bezpieczeństwa czy wyposażenia stwarzają możliwości modernizacji obecnych konstrukcji już na etapie projektowym. Dzisiejsze nowoczesne konstrukcje rozpoczynają swe istnienie od projektu trójwymiarowego, w którym uwzględnione są wszystkie elementy wyposażenia, a zamówienie na jednostkę odbywa się w specjalnych pokojach pokazowych (*showroom* – rys. 2) bądź w wirtualnej rzeczywistości (rys. 1) z wykorzystaniem okularów VR (*virtual reality*).

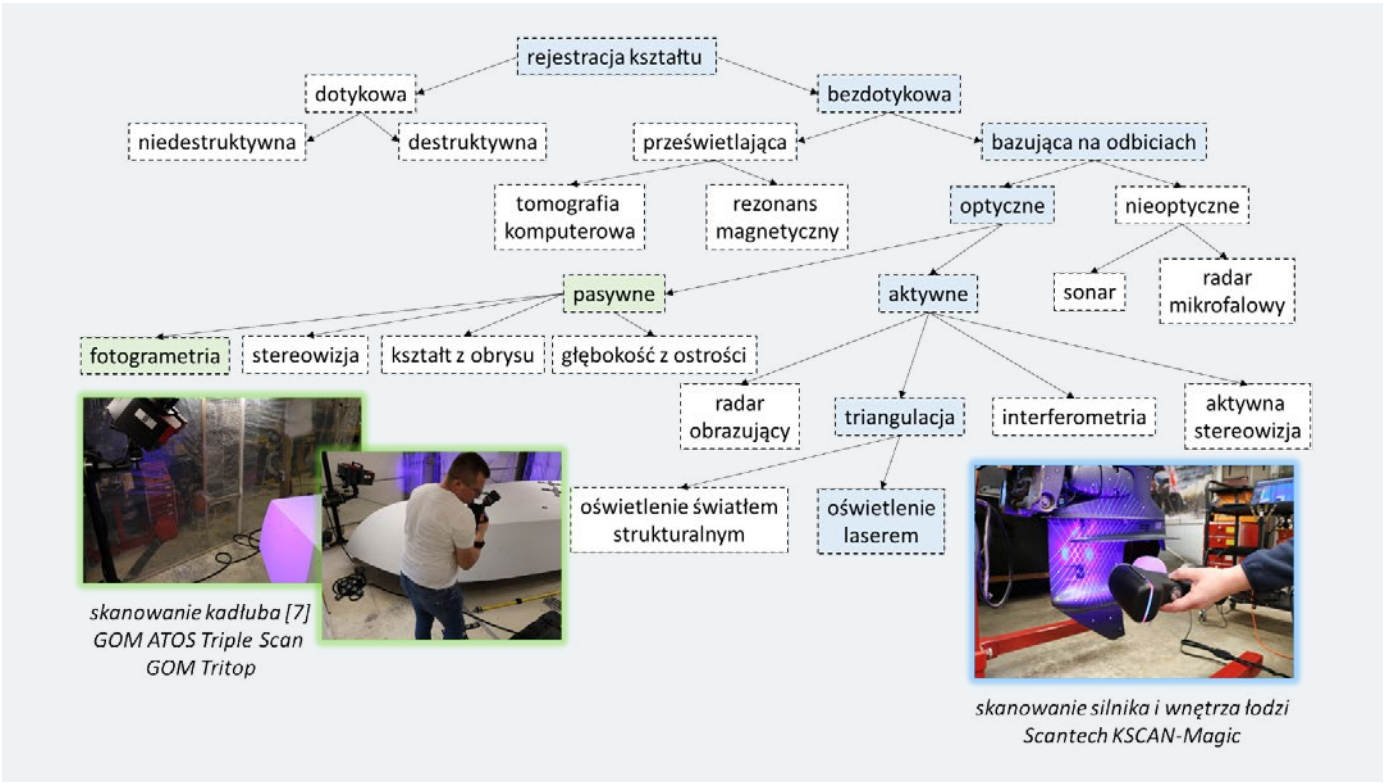


Rys. 1. Wirtualny pokaz łodzi firmy PRESTIGE [2]



Rys. 2. Konfigurator modeli jachtów firmy DYNAMIQ, umożliwiający wybór modelu łodzi, jej pakietu wyposażenia, wyglądu zewnętrznego i wewnętrznego [1]



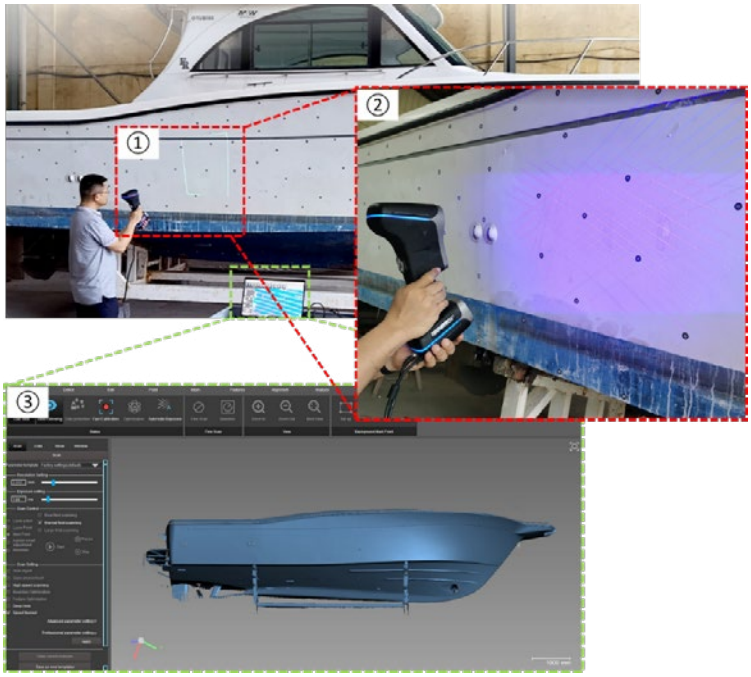


Rys. 3. Metody skanowania [3, 4]

Dostosowanie jachtu do potrzeb klienta spowodowało, że oferty wielu stoczni są zbliżone do ofert koncernów motoryzacyjnych, gdzie podczas zakupu dostępny jest wybór zarówno wyglądu, jak i wyposażenia zgodnie z preferencjami.

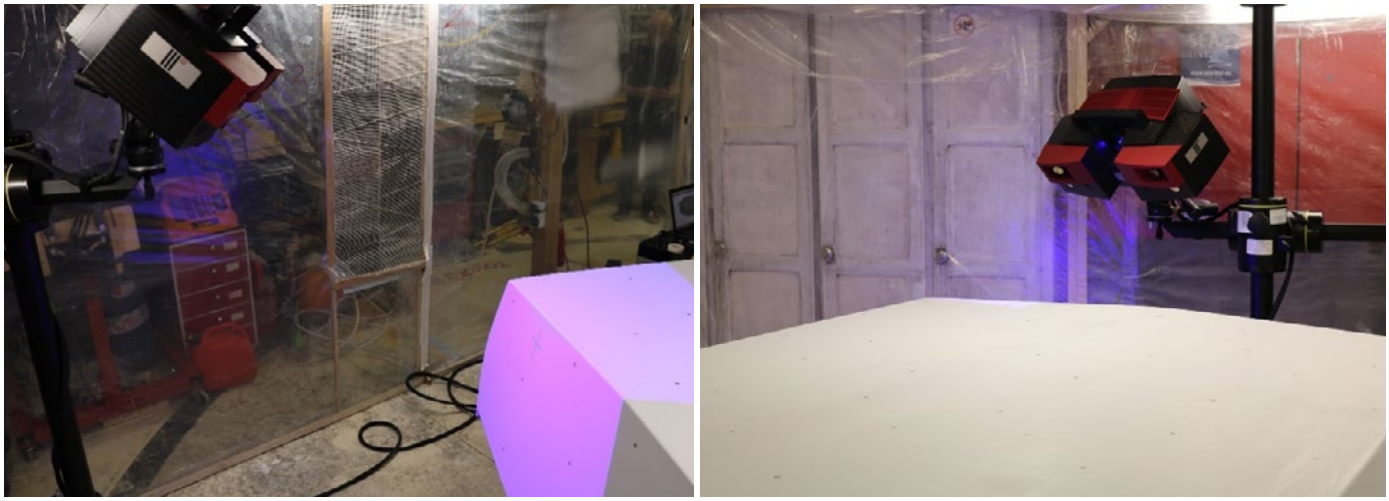
Na etapie projektu łodzi, jak i w późniejszym procesie produkcji konieczne może się okazać prototypowanie elementów wyposażenia. Wizualne techniki analityczne, służące do potwierdzenia potrzeb i wymagań użytkowników, umożliwiają instalację indywidualnego wyposażenia bez konieczności pracochłonnych i kosztownych dostosowań przestrzeni jachtu. Dziedzina inżynierii odwrotnej znalazła swoje zastosowanie w jachtingu, umożliwiając zarówno tworzenie dokumentacji technicznych, jak również wykonywanie replik elementów czy też ich modernizacji.

Skanery 3D umożliwiają analizę geometrii powierzchni badanego obiektu, pozwalając na jego digitalizację. Efektem skanu są wygenerowane pliki w postaci modelu siatkowego (mesh) – takie jak np. pliki .stl czy .obj stosowane w druku 3D. Zależnie od zasady działania, możemy podzielić skanery na bezstykowe i stykowe (rys. 3). Wykorzystanie w procesie projektowym skanerów bezkontaktowych przyspiesza konwencjonalne metody projektowe, do których można zaliczyć pomiary organoleptyczne (tworzenie projektu „na oko") czy wykorzystujące tradycyjny sprzęt pomiarowy (suwmiarki, metrówki, śruby mikrometryczne, wysokościomierze, kątomierze i inne). Skan trójwymiarowy elementu wyposażenia, przestrzeni użytkowej, bądź całej łodzi może się okazać przydatny ze względu na możliwości analizy złożonych powierzchni, jak również obszarów niedostępnych i zniszczonych, w celu ich oceny i przeprojektowania. Skanowanie laserowe 3D może być także



Rys. 4. Przykład skanowania laserowego z użyciem skanera KScan Magic firmy Scantech [5]: 1 – skanowanie w podczerwieni zwiększa ostateczny obszar skanowania, osiągając wymiary 1440 mm × 860 mm; 2 – użyte w pomiarze linie laserowe (41 lini) zapewniają dokładniejszy pomiar z prędkością skanowania wynoszącą 1 350 000 pomiarów/s; 3 – widok skanowanego obszaru w czasie rzeczywistym pozwala na kontrolę procesu

wykonywane w celu określenia możliwych ugięć kadłuba oraz sprawdzenia każdego etapu procesu montażu pod kątem odstępstw od projektu. Nowoczesne, mobilne systemy pobierania próbek (wykonywania skanów) zapewniają szczegółowy pomiar i jego szybką realizację w terenie. Obecnie pomiar, w zależności od zakresu,



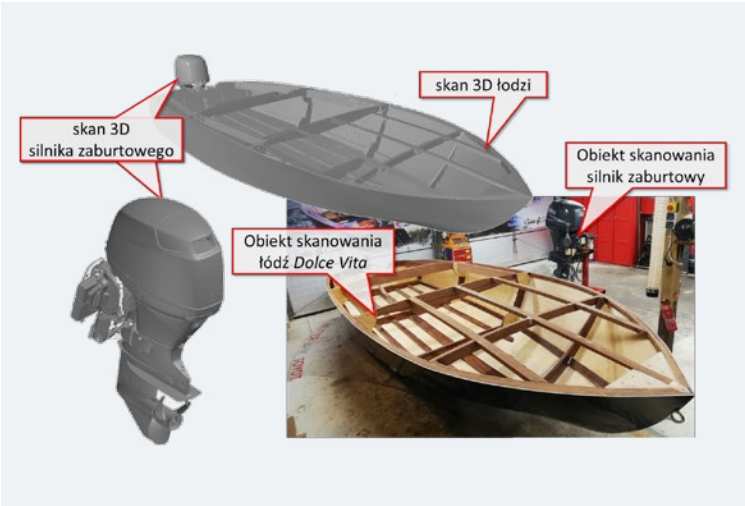
Rys. 5. Skanowanie kadłuba łodzi motorowej Dolce Vita z wykorzystaniem GOM ATOS Triple Scan i systemu fotogrametrycznego GOM Tritop

może być wykonany również na wodzie (brak konieczności unieruchomienia obiektu). Badaniu można poddać każdy typ statku, od żaglówki po zbiornikowiec, w dowolnym miejscu i czasie (rys. 4).

Technika pomiarowa i stosowane metody pomiarowe na przestrzeni kilkunastu ostatnich lat dynamicznie się zmieniają. Rozwój technologii, cyfryzacja, miniaturyzowanie wszystkich podzespołów niezbędnych do zbudowania maszyn pomiarowych pozwoliły na przyspieszenie i zdecydowane uproszczenie procesu pomiarowego tak dużych obiektów jak jachty. Obecnie nie są już potrzebne wielkie i ciężkie statywy do skanerów



Rys. 6. Oferta firmy Reversesolutions na mobilne systemy pomiaru oraz skanowania 3D Scantech [6, 7]



Rys. 7. Obiekty poddane procesowi skanowania

pokaźnych rozmiarów (rys. 5) [6 – 8], które w przypadku pomiarów wielkogabarytowych obiektów utrudniałyby bądź uniemożliwiałyby wykonanie pomiaru np. w porcie na otwartej przestrzeni bez specjalnego zadaszenia chroniącego maszynę pomiarową. Inne rozwiązania, jak ramiona pomiarowe, które zbierają tylko punktowe informacje o geometrii oraz, ze względu na ograniczony zakres pracy, stacjonarne maszyny pomiarowe, mogą nie spełnić wymagań dynamicznie rozwijającego się rynku jachtowego.

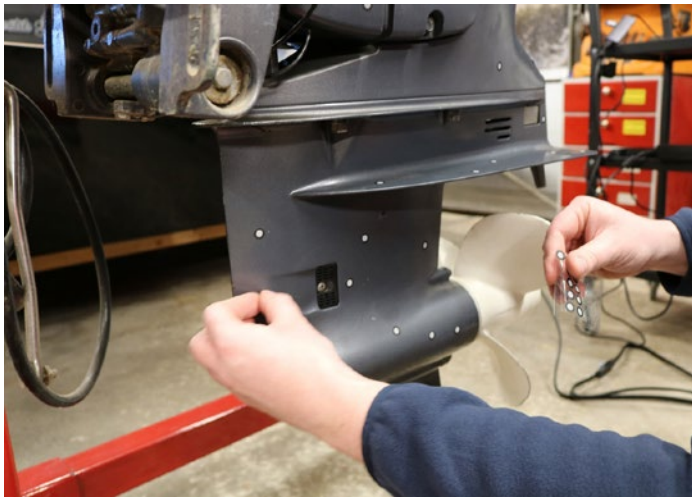
Obecna technologia pomiarowa pozwala w szybki sposób wykonać planowany skan. Możliwe jest to z wykorzystaniem skanerów ręcznych (rys. 6) laserowych (np. produkty firmy Scantech oferowane przez Reversesolutions). Dzięki systemowi KScan Magic, który posiada kilka metod pomiaru (wiązki niebieskiego lasera lub światło podczerwone) w połączeniu z wbudowanym systemem fotogrametrycznym możemy bez przeszkód zmierzyć nawet kilkunastometrowe jachty. Możliwe do wykonania są skany zarówno poszycia zewnętrznego, np. w celu stworzenia modelu 3D do zbadania aerodynamiki i opływowości kadłuba, jak i wnętrze pokładu pod kątem dopasowania indywidualnego konceptu wyposażenia wnętrza lub w dobie ekologii [9] – weryfikacji możliwości zastąpienia silników spalinowych napędami elektrycznymi (sprawdzenia, czy jest wystarczająca ilość miejsca na taką modyfikację oraz co należy zmienić w konstrukcji, aby taki zabieg był możliwy). Zastosowanie ręcznych skanerów laserowych umożliwia zgromadzenie informacji o geometrii kadłuba, stanowiących wsparcie procesu projektowania czy konstruowania łodzi.

Popularność sportów wodnych w ostatnich latach spowodowała znaczący wzrost zarówno sprzedaży nowych jednostek pływających, jak i amatorskich projektów szkutniczych dedykowanych celom sportowo-rekreacyjnym [8, 10]. W jednym i drugim przypadku zastosowanie prezentowanych metod pomiarów optycznych może przyczynić się do uproszczenia procesu produkcji bądź modernizacji wyposażenia łodzi, analizy jej parametrów użytkowych bądź opracowania metod renowacji uszkodzonych elementów.





Rys. 8. Wyposażenie potrzebne do przeprowadzenia pomiarów (skaner, komputer oraz punkty referencyjne)



Rys. 9. Nanoszenie punktów referencyjnych na skanowaną powierzchnię obiektu

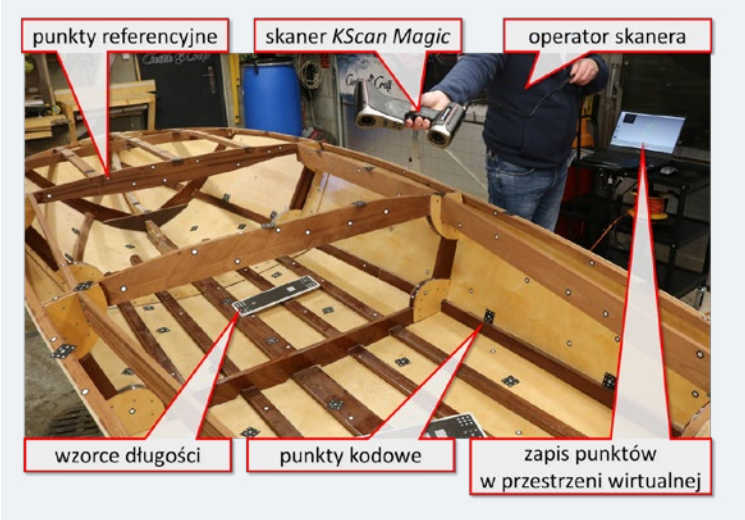
W prezentowanym artykule przedstawiono proces wykonania skanu budowanej rzemieślniczo drewnianej łodzi motorowej, w której połączono tradycyjne szkutnictwo z nowoczesnymi metodami projektowania, umożliwiając w ten sposób przeprojektowanie elementów pod zabudowę wybranego wyposażenia.

Użycie ręcznego skanera laserowego KScan Magic firmy Scantech, który cechuje się niewielkimi rozmiarami, umożliwia wykonanie pomiarów w skomplikowanych przestrzeniach otoczenia i wnętrza łodzi motorowej. System pomiarowy, mieszczący się w poręcznej walizce, może być użyty w dowolnym miejscu bez konieczności dostarczenia łodzi czy innych elementów do miejsca pomiarowego.

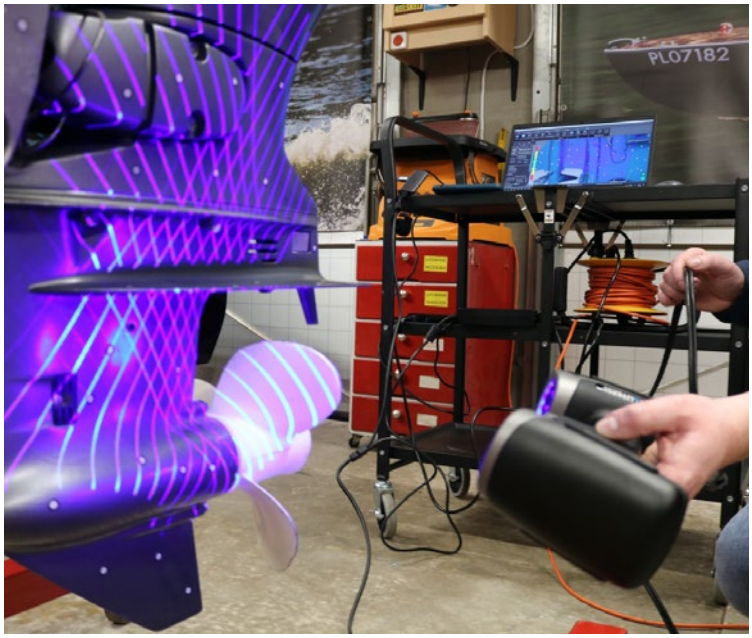
Pierwszym etapem pomiaru jest przygotowanie obiektu: naniesienie na powierzchnię punktów referencyjnych (rys. 9), dzięki którym skaner może zorientować się w trójwymiarowej przestrzeni. Są one potrzebne, ponieważ mówimy tutaj o pomiarach bezkontaktowych, a dzięki punktom skaner jest w stanie powiązać w całość mierzoną geometrię. Punkty referencyjne mogą być klejone bądź magnetyczne.

Przy obiektach wielkogabarytowych w pierwszej kolejności stosowany jest pomiar fotogrametryczny (rys. 10), który polega na wykonaniu zdjęć z różnych pozycji względem obiektu i ustalenie położenia punktów referencyjnych. Do poprawnego zebrania tej chmury punktów nakładamy na element wzorce długości oraz punkty kodowe. Dzięki nim skaner może wyskalować swój pomiar i umiejscowić punkty w przestrzeni.

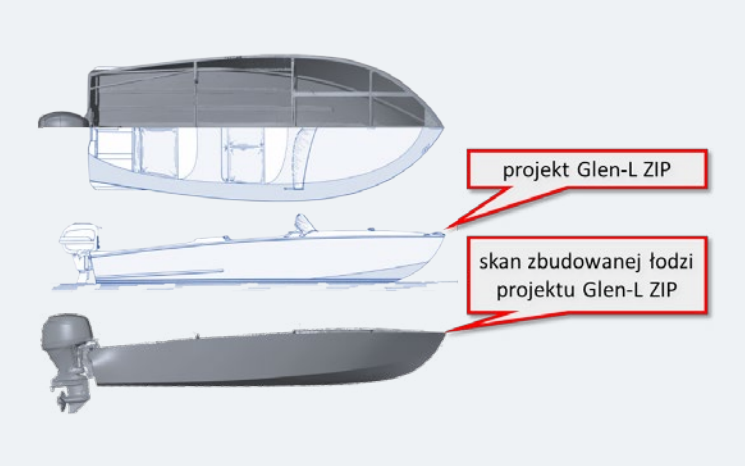
Następnie przez wybór odpowiedniego trybu pracy skanera (np. pomiar niebieskimi liniami skanera – rys. 11 – lub światłem podczerwonym) i przy użyciu już wcześniej otrzymanej chmury punktów referencyjnych wykonywany jest docelowy pomiar, odczytujący geometrię obiektu mierzonego statku (bądź silnika). Skaner należy odpowiednio nakierować na obiekt, tak by „zobaczył" powierzchnie, które chcemy mieć w finalnej chmurze punktów. Po tym, jak operator stwierdzi, że ma już zmierzoną żądaną geometrię, przechodzimy do procesu poligonizacji, czyli zamiany zebranej chmury



Rys. 10. Pomiar fotogrametryczny w celu ustalenia położenia punktów referencyjnych



Rys. 11. Pomiar z wykorzystaniem niebieskich linii lasera



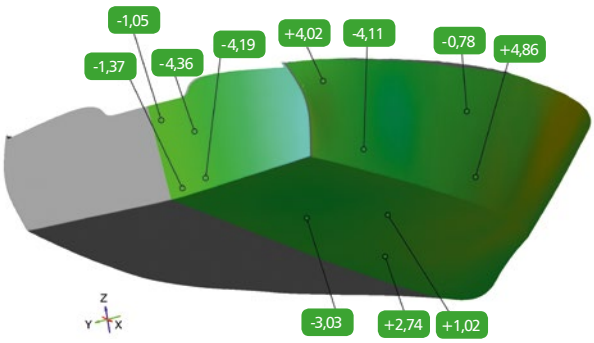
Rys. 12. Weryfikacja projektu Glen-L ZIP względem wykonanej łodzi motorowej Dolce Vita – Cieślik Craft [8, 11]

punktów na siatkę trójkątów (plik *.stl). Dopiero ten plik jest plikiem wyjściowym do dalszych prac, związanych z kontrolą jakości, inżynierią odwrotną czy projektowaniem.

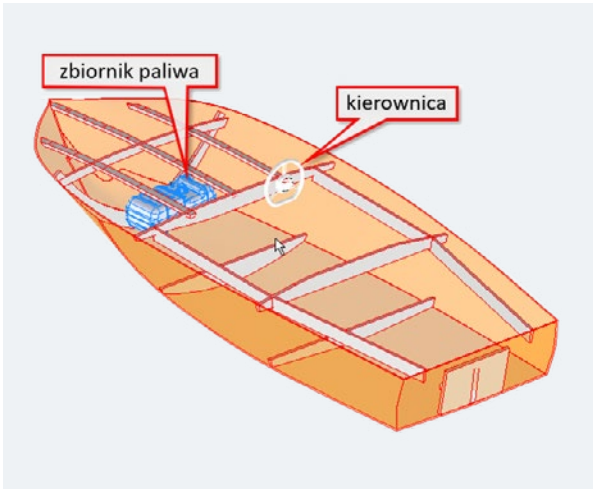
Wykonany skan umożliwia szybką analizę poprawności budowy łodzi (rys. 12). Analiza podobieństwa lewej i prawej strony łodzi wykonanej ręcznie z drewna wskazuje na niewielkie różnice w symetrii budowy. Kontrola jakości wykonania kadłuba wskazuje na odchyłki w zakresie do 5 mm (rys. 13).

Będąc w posiadaniu pliku .stl, możemy dopasować do geometrii preferowane wyposażenie, zweryfikować, czy poszczególne komponenty bez problemów zmieszczą się w budowanym kadłubie (rys. 14). W przypadku ręcznie robionej geometrii, tak jak ma to miejsce w tym projekcie, wykonany skan pozwala nam też na stworzenie pełnego modelu 3D w procesie inżynierii odwrotnej i zapisanie go w uniwersalnych rozszerzeniach plików, co pozwoli nam np. w przyszłości odtworzenie geometrii łodzi lub stworzenie jej kopii przy użyciu nowoczesnych technologii.

Bez względu, czy budujemy drewniane łodzie, metalowe statki, laminatowe motorówki czy produkujemy lub dystrybuujemy osprzęt stosowany w jachtingu, na każdym etapie przydatnym może się okazać proces



Rys. 13. Kontrola jakości wykonania kadłuba łodzi Dolce Vita – Cieślik Craft



Rys. 14. Wstępny model łódki, umożliwiający analizę rozmieszczenia elementów wyposażenia

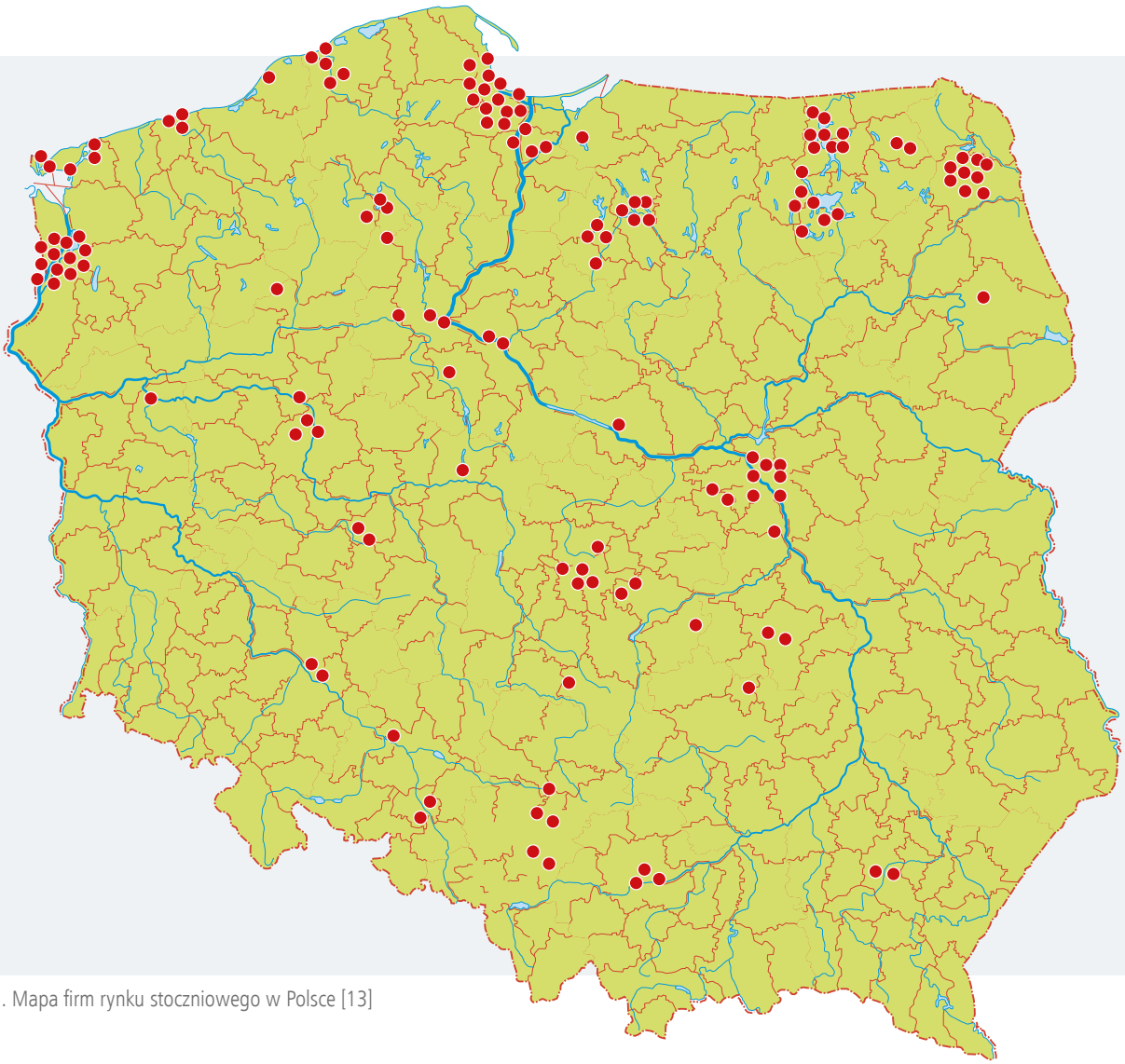
inżynierii odwrotnej, polegający na tworzeniu nowych modeli na podstawie fizycznie istniejącego detalu. Pomiary i skanowanie 3D mogą okazać się przydatne we wdrażaniu nowych wyrobów oraz pomogą w kontroli produkcji czy aplikacjach wymagających precyzji. Rozwój rynku polskiego (rys. 15) stwarza duży potencjał do zastosowania metod prototypowania oraz skanowania w rozwoju rynku stoczniowego.

dr inż. Wojciech Cieślik
mgr inż. Michał Rawecki

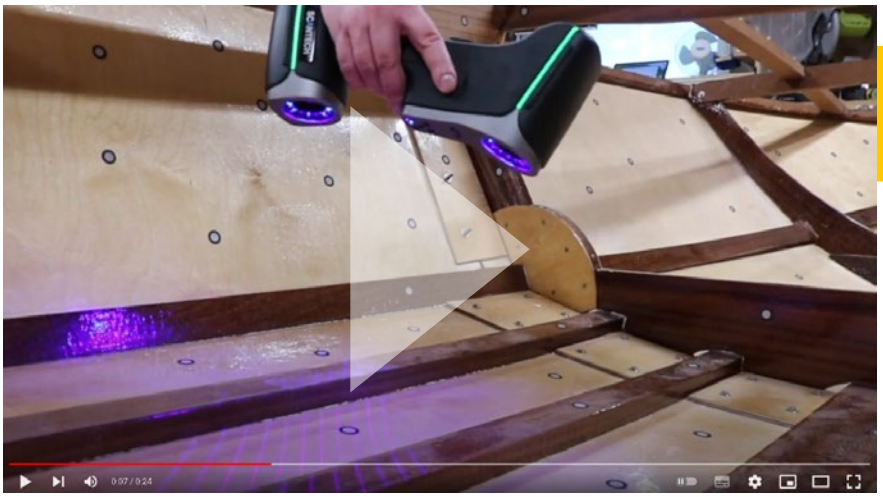
Literatura:

[1] DYNAMIQ boat showroom. www.bedynamiq.com/models/configurator.htm
[2] Virtual boatshow. www.prestige-yachts.com/tr-tr/virtual-boatshow/
[3] Brian Curless, Steve Seitz. Course on 3D Photography. www.cs.cmu.edu/
[4] Cieślik W, Szwajca F, Wisłocki K. Reverse Engineering of Research Engine Cylinder-Head. Combustion Engines. 2021. doi:10.19206/CE-143481.
[5] Skanery optyczne Scantech. www.3d-scantech.com
[6] Oferta firmy Reversesolutions. https://reversesolutions.pl/
[7] Michał Rawecki. Zastosowanie technik pomiarów oraz skanowania 3D w procesach produkcyjnych łodzi oraz ich podzespołów. Biuletyn Techniki Jachtowej, nr 7, 2020.
[8] Cieślik W., Cieślik M. Samodzielna budowa drewnianej motorówki. Część I: poradnik konstruowania kadłuba na przykładzie nowej łodzi Dolce Vita z domowej stoczni Cieślik Craft. Biuletyn Techniki Jachtowej, nr 9, 2021
[9] Cieślik W. Alternatywne napędy jednostek pływających – przegląd. Biuletyn Techniki Jachtowej. 2019, 3/2019
[10] Szwajca F., Siemion M. Nowoczesne szkutnictwo: obróbka laserowa. Biuletyn Techniki Jachtowej, nr 9, 2021
[11] A Zippy High Speed Deluxe Classic Sport Runabout. www.boatdesigns.com
[12] Cieślik Craft YouTube. www.youtube.com/channel/UCqfP2eT-Gh1y9GXQqgbfwHVw
[13] Rynek stoczniowy w Polsce. www.vetus.com/pl





Rys. 15. Mapa firm rynku stoczniowego w Polsce [13]



Zapraszamy do obejrzenia filmu z procesu skanowania, dostępnego na platformie YouTube [12]:

Artykuł został opracowany we współpracy z firmą Reversesolutions, specjalizującą się w usługach pomiarów oraz skanowania 3D.

Siedziba główna:
Aleja Zwycięstwa 96/98
81-451 Gdynia

Oddział Poznań:
ul. Łąkowa 28
62-030 Luboń

office@reversesolutions.pl
www.reversesolutions.pl
+48 508 626 929