

Oksana Telak^{a)*}, Jerzy Telak^{b)}, Tomasz Niemczewski^{c)}

^{a)} The Main School of Fire Service / Szkoła Główna Służby Pożarniczej

^{b)} Academy of Sport Education / Wyższa Szkoła Edukacja w Sporcie

^{c)} TJ Technologies Ltd. / Przedsiębiorstwo TJ Technologies Sp. z o.o.

* Corresponding author / Autor korespondencyjny: otelak@sgsp.edu.pl

Motor Boats in the Technology of HDPE with RIB Type Construction

Łodzie motorowe w technologii HDPE z konstrukcją typu RIB

ABSTRACT

Introduction: High performance motor boats should constitute standard equipment of lifeguards. There are motor boats on the market using high density polyethylene (HDPE) for the construction of their hulls.

Purpose: In 2022, on the lakes Zegrzyńskie and the Orzysz, there were carried out tests of a motor boat with a hull made in HDPE technology and a construction similar to a hybrid boat (rigid-inflatable boat, RIB). The aim of the tests was to examine the operational capabilities of the SRB53 motor boats and obtain preliminary information on the configuration of the equipment.

Methods: The survey involved 57 people, experts, representatives of public administration, NATO soldiers, police, and rescue services, as well as enterprises and non-governmental entities operating in the field of water rescue. The working hypothesis was assumed that probably motor boats as a combination of HDPE technology with a hybrid boat design could match the operational rib boats and have an advantage in terms of durability and resistance to hull damage. A diagnostic survey was used on a small sample with research techniques, i.e., observation, interview, and test, as well as research tools in the form of an observation sheet. The research was prepared, carried out and closed in the following order: development of the research procedure, collection of research material, development of results, theoretical analysis of the obtained material and derivation of conclusions. The scope of the boat study included going away and mooring to the quay, the boat's behaviours when making turns and abrupt turns in both directions at different speeds, and the hull durability test.

Results: The test results and opinions were positive, many advantages of the hull of the tested boat were indicated, with one negative parameter – a higher weight compared to traditional rescue boats. The working hypothesis was proved: motor boats in HDPE technology with a hybrid boat design are equal in terms of operation to RIB boats and are more durable and resistant to impacts. Innovative HDPE technology is useful for boat production. Due to the purpose, different configuration and equipment of the boat should be assumed.

Keywords: motor boats, water rescue, polyethylene, technology, innovation

Type of article: review article

Received: 07.11.2022; Reviewed: 27.04.2023; Accepted: 09.05.2023;

Authors' ORCID IDs: O. Telak – 0000-0002-6103-3784; J. Telak – 0000-0001-6682-2574; T. Niemczewski – 0000-0001-7253-2231.

Percentage contribution: J. Telak – 50%; Oksana Telak – 35%; T. Niemczewski – 15%;

Please cite as: SFT Vol. 61 Issue 1, 2023, pp. 166–178, <https://doi.org/10.12845/sft.61.1.2023.10>;

This is an open access article under the CC BY-SA 4.0 license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

ABSTRAKT

Wprowadzenie: Łodzie motorowe o najlepszych parametrach powinny być standardowym wyposażeniem ratownictwa wodnego. Na rynku dostępne są łodzie motorowe, których kadłuby zbudowane są z zastosowaniem polietylenu wysokiej gęstości (ang. *high density polyethylen*, HDPE).

Cel: W 2022 roku na jeziorach Zegrzyńskim i Orzysz przeprowadzono testy, których przedmiotem była łódź motorowa z kadłubem wykonanym w technologii HDPE i konstrukcją zbliżoną do łodzi hybrydowej (ang. *rigid-inflatable boat*, RIB). Celem testów było zbadanie możliwości eksploatacyjnych łodzi motorowych typu SRB53 i uzyskanie wstępnej informacji o konfiguracji wyposażenia.

Metody: W badaniu wzięło udział 57 osób, ekspertów, przedstawicieli administracji publicznej, żołnierzy NATO, policji i służb ratowniczych oraz przedsiębiorstw i pozarządowych podmiotów prowadzących działalność w zakresie ratownictwa wodnego. Założono hipotezę roboczą, że testowane łodzie motorowe, w których połączono technologię HDPE z konstrukcją łodzi hybrydowej mogą dorównywać łodziom RIB pod względem eksploatacyjnym oraz mieć przewagę w aspekcie trwałości i odporności na uszkodzenie kadłuba. Jednym z elementów tego badania było także przeprowadzenie sondażu diagnostycznego na niewielkiej próbie z zastosowaniem technik badawczych, takich jak: obserwacja, wywiad i test oraz narzędzia badawczego w formie arkusza obserwacyjnego. Badania przygotowano, przeprowadzono i zamknięto wg następującej kolejności: opracowanie procedury badań, zgromadzenie materiału badawczego, opracowanie wyników, analiza teoretyczna uzyskanego materiału i wyprowadzenie wniosków. Zakres badania łodzi obejmował:

odchodzenie i przybijanie do kei, zachowanie się łodzi podczas dokonywania zakrętów i gwałtownych zwrotów w obie strony przy różnych prędkościach oraz test na trwałość kadłuba.

Wyniki: Wyniki testów i opinie były pozytywne, wskazano wiele zalet kadłuba testowanej łodzi, przy jednym parametrze ujemnym – większej masie w stosunku do tradycyjnych łodzi ratowniczych. Hipoteza robocza została potwierdzona: łodzie motorowe w technologii HDPE z konstrukcją łodzi hybrydowej dorównują pod względem eksploatacyjnym łodziom RIB oraz są od nich trwalsze i odporniejsze na uderzenia. Nowoczesna technologia HDPE jest przydatna do produkcji łodzi. Ze względu na przeznaczenie łodzi należy założyć różną jej konfigurację i wyposażenie.

Słowa kluczowe: łodzie motorowe, ratownictwo wodne, polietylen, technologia, innowacja

Typ artykułu: artykuł przeglądowy

Przyjęty: 07.11.2022; **Zrecenzowany:** 27.04.2023; **Zaakceptowany:** 09.05.2023;

Identyfikatory ORCID autorów: O. Telak – 0000-0002-6103-3784; J. Telak – 0000-0001-6682-2574; T. Niemczewski – 0000-0001-7253-2231.

Procentowy wkład merytoryczny: J. Telak – 50%; Oksana Telak – 35%; T. Niemczewski – 15%;

Proszę cytować: SFT Vol. 61 Issue 1, 2023, pp. 166–178, <https://doi.org/10.12845/sft.61.1.2023.10>;

Artykuł udostępniany na licencji CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).

Introduction

Annually, more than 236,000 people die from drowning. According to statistics from the World Health Organization (WHO), it is one in three causes of accidental deaths worldwide. 96% of personal drowning incidents occur in low- and middle-income countries, with 43% of fatal incidents in water areas – in China and India [1–5].

In statistical terms, security is to be understood as: “a state without threat and risk of loss of good, ensuring existence free from adverse events, with the functioning of systems with maintained environmental requirements”, in dynamic terms – as a process with undertakings and activities, “with the use of available resources”, whose purpose is to eliminate or reduce the threat and risk of “loss of good, including life, health and property” and reduce the number of adverse events and their consequences, with: “operation of systems with maintained environmental requirements” [6, p. 81].

The subject of the study was a motor boat of the SRB53 type with a hull made using high density polyethylene (HDPE) technology and a design similar to a rigid-inflatable boat (RIB) manufactured by TJ Technologies Ltd. (TJ Boats™). Technology using HDPE has been used to build motor boat hulls for a short time. Its use in this area is unique in Poland, while it has been used in the world before. In the production of motor boats, this is the technology of the future. The purpose of the tests was to study the operational capabilities of the SRB53 type motor boats and to obtain preliminary information on the configuration of equipment for the various services operating in water areas and water rescue entities using manned vessels for their tasks.

The subject of the study was to determine the answer to the question: what are the operational capabilities of motor boats made with HDPE technology. The working hypothesis is that power boats as a combination of HDPE technology and hybrid boat design can match RIB boats in terms of performance and show better characteristics in terms of hull durability and damage resistance.

The research method used in this case was a diagnostic survey on a small sample with the research techniques of observation,

Wstęp

Rocznie ponad 236 tys. osób umiera z powodu utonięcia. Według statystyk Światowej Organizacji Zdrowia (ang. World Health Organization, WHO) jest to co trzecia przyczyna śmierci wskutek nieszczęśliwych wypadków na świecie. 96% przypadków utonięcia osób ma miejsce w krajach o niskich i średnich dochodach, z tego 43% zdarzeń śmiertelnych na obszarach wodnych – w Chinach i Indiach [1–5].

W ujęciu statycznym bezpieczeństwo należy rozumieć jako: „stan bez zagrożenia i ryzyka utraty dobra, zapewniający byt wolny od zdarzeń niekorzystnych, przy funkcjonowaniu systemów z zachowanymi wymaganiami środowiskowymi”, w ujęciu dynamicznym – jako proces z przedsięwzięciami i czynnościami, „z wykorzystaniem dostępnych zasobów”, którego celem jest likwidacja albo ograniczenie zagrożenia i ryzyka „utraty dobra, w tym życia, zdrowia i mienia” oraz zmniejszenie liczby zdarzeń niekorzystnych i ich skutków, przy: „funkcjonowaniu systemów z zachowanymi wymaganiami środowiskowymi” [6, s. 81].

Przedmiot badania stanowiła łódź motorowa typu SRB53 z kadłubem wykonanym w technologii z zastosowaniem polietyleny wysokiej gęstości (ang. *high density polyethylen*, HDPE) i konstrukcją zbliżoną do łodzi hybrydowej (ang. *rigid-inflatable boat*, RIB) wyprodukowaną przez Przedsiębiorstwo TJ Technologies Sp. z o.o. (TJ Boats™). Technologia z zastosowaniem HDPE jest wykorzystywana do budowy kadłubów łodzi motorowych od niedawna. Jej użycie w tym zakresie jest unikalne w Polsce, natomiast na świecie wykorzystywano ją już wcześniej. W produkcji łodzi motorowych jest to technologia przyszłości. Celem testów było zbadanie możliwości eksploatacyjnych łodzi motorowych typu SRB53 i uzyskanie wstępnej informacji o konfiguracji wyposażenia dla poszczególnych służb działających na obszarach wodnych i podmiotów ratownictwa wodnego wykorzystujących do realizacji zadań żeglarskie jednostki pływające.

Przedmiotem badania było ustalenie odpowiedzi na pytanie: jakie możliwości operacyjne mają łodzie motorowe wykonane w technologii HDPE. Założono hipotezę roboczą, że łodzie motorowe jako połączenie technologii HDPE z konstrukcją łodzi

interview, document analysis and test, and a survey instrument in the form of an observation sheet. The research was prepared, carried out (location: Lake Zegrzynskie, Lake Orzysz) and closed according to the following order: development of the research procedure, carrying out the study, collecting research material, developing the results, theoretical analysis of the obtained material, making conclusions. The procedure consisted of the following: departure from the berth with the execution of a tightening circulation manoeuvre (execution of a turn at maximum steering wheel deflection, respectively in forward and reverse gear at minimum engine speed, while maintaining a safe distance from the berth and other vessels), entry into the slip with the steering wheel pointing straight ahead and maximum throttle open, execution of a “figure eight” at maximum throttle opening and entry into its own keelwater, manoeuvring of the vessel to freely lose speed from sailing in the slip with maximum throttle open to a stop at idle, manoeuvring of the approach to the quay using tightened circulation, reaching the concrete quay at a speed of approx. 5 knots.

Properties of high-density polyethylene

High-density polyethylene (HDPE) is a soft and flexible thermoplastic obtained by methods:

- medium-pressure (Phillips), at a pressure of 30–40 bar, at a temperature of 85–180°C, with a chromium oxide (Cr_2O_3) catalyst,
- low-pressure (Ziegler), at a pressure of 1–50 bar, at a temperature of 20–150°C, with catalysts such as chlorocotitanes, titanium esters, aluminum alkyls.

Polymerization is carried out in a suspension, solution, gas phase or bulk. HDPE has a density of 0.942–0.965 g/cm³, a shrinkage of 1.5–3%, a degree of crystallinity of 60–80%, and a melting point of 126–135°C, and can be moulded, machined and joined by welding. Polyethylene is lighter than water and resistant to water. HDPE is odourless and tasteless and physiologically inert, resistant to salt solution, acids (e.g. sulfuric, nitric), lye, alcohols and gasoline, as well as highly oxidizing substances, commonly used cleaning agents. It provides an attractive material for constructing various products.

In processing by injection moulding, HDPE mass reaches 160–260°C with a mould temperature of 30–700°C, by blow moulding the melt and mould reach 160–190°C, and by extrusion 160–3900°C [7–9].

The melting point of the crystalline fraction (T_m) of HDPE depends on the structure of the polymer and is in the range of 126–135°C [10]. Due to the hydrocarbon chain, that is, the lack of functional groups in the structure of the polymer, there are no strong intermolecular interactions, and the strength of the polymer is due to the fact that crystallization allows tight packing

hybrydowej mogą dorównywać łodziom RIB pod względem eksploatacyjnym oraz wykazywać lepsze charakterystyki w aspekcie trwałości i odporności na uszkodzenie kadłuba.

Metodą badawczą zastosowaną w tym przypadku był sondaż diagnostyczny na niewielkiej próbie z technikami badawczymi: obserwacją, wywiadem, analizą dokumentów i testem oraz narzędziem badawczym w formie arkusza obserwacyjnego. Badania przygotowano, przeprowadzono (miejsce: jezioro Zegrzyńskie, jezioro Orzysz) i zamknięto wg następującej kolejności: opracowanie procedury badań, przeprowadzenie badania, zgromadzenie materiału badawczego, opracowanie wyników, analiza teoretyczna uzyskanego materiału, postawienie wniosków. Procedura składała się z następujących elementów: odejście od kei z wykonaniem manewru zacieśnionej cyrkulacji (wykonanie skrętu na maksymalnym wychyleniu koła sterowego, odpowiednio na biegu w przód i w tył przy minimalnych obrotach silnika, z zachowaniem bezpiecznego odstępów od kei i innych jednostek), wejście w ślizg przy kole sterowym skierowanym na wprost i maksymalnym otwarciu przepustnicy, wykonanie „ósemki” przy maksymalnym otwarciu przepustnicy i wejście na własny kilwater, manewr jednostki polegający na swobodnym wytraceniu prędkości z płynięcia w ślizgu przy maksymalnie otwartej przepustnicy do zatrzymania na biegu jałowym, manewr podejścia do nabrzeża z wykorzystaniem zacieśnionej cyrkulacji, dobiecie do betonowego nabrzeża z prędkością ok. 5 węzłów.

Właściwości polietylenu o dużej gęstości

Polietylen o dużej gęstości (HDPE) jest miękkim i elastycznym termoplastem uzyskiwanym metodami:

- średniociśnieniową (Phillipsa), pod ciśnieniem 30–40 bar, w temperaturze 85–180°C, przy katalizatorze tlenku chromu (Cr_2O_3),
- niskociśnieniową (Zieglera), pod ciśnieniem 1–50 bar, w temperaturze 20–150°C, przy katalizatorach, takich jak: chlorowcotytany, estry tytanowe, alkilki glinu.

Polimeryzację prowadzi się w zawiesinie, roztworze, fazie gazowej lub masie. HDPE posiada gęstość 0,942–0,965 g/cm³, skurcz wynosi 1,5–3%, stopień krystaliczności 60–80%, a temperatura topnienia 126–135°C, może być on formowany, obrabiany i łączony za pomocą spawania. Polietylen jest lżejszy od wody i odporny na jej działanie. HDPE jest bez woni i smaku oraz obojętny fizjologicznie, odporny na działanie roztworu soli, kwasów (np. siarkowy, azotowy), ługów, alkoholi i benzyny oraz substancji silnie utleniających, powszechnie stosowanych środków czyszczących. Stanowi on atrakcyjny materiał do konstruowania różnych produktów.

W przetwórstwie metodą wtrysku masa HDPE osiąga temperaturę 160–260°C, przy temperaturze formy 30–700°C, metodą rozdmuchu stop i forma osiągają 160–190°C, a metodą wytłaczania 160–3900°C [7–9].

Temperatura topnienia frakcji krystalicznej (T_m) HDPE zależy od struktury polimeru i znajdują się w zakresie 126–135°C [10]. Ze względu na łańcuch węglowodorowy, czyli brak grup funkcyjnych w strukturze polimeru nie występują silne oddziaływania międzycząsteczkowe, a wytrzymałość polimeru wynika

of the molecules. The high crystallinity makes HDPE opaque, except in thin films, whose rapid cooling prevents the formation of a crystalline fraction. The polymer has a low cohesive energy density (the solubility parameter δ is about $16.1 \text{ MPa}^{1/2}$), so it should be resistant to solvents with a solubility parameter above $18.5 \text{ MPa}^{1/2}$ [7].

HDPE is a crystalline material and does not interact with liquids in any way, so it does not dissolve in any organic solvent at temperatures below 60°C . At elevated temperatures, the thermodynamic equilibrium is shifted more towards dissolution and the polymer dissolves in hydrocarbons with similar solubility parameters: aliphatic or aromatic hydrocarbons. The degree of resistance to highly oxidizing substances: sulfuric acid, nitric acid, chromate, halogens and some detergents, depends on their concentration. The so-called stress corrosion of the material is possible [11]. When there is no impurity, it is also a very good insulator of high-frequency current due to its non-polar nature [12].

HDPE is used in the production of fuel oil containers, fuel canisters and fuel tanks for cars, waste tanks, pressure pipes, couplings, fittings for drinking water and wastewater, plates, equipment for the chemical and automotive industries, bottle cases, barrels [12].

Polyethylene is a thermoplastic material, it is moulded above its flow temperature (T_f or T_p) when it is in a plastic state. It burns, or rather melts like wax when it comes in contact with the flame. Once cooled, this shape is maintained and the polymer returns to its elastic or glassy state. It is a material capable of reversible moulding. The molecular structure does not change, provided that chemical degradation is not induced during heating [10].

The primary methods of processing HDPE due to its properties include:

- calendaring: a method of manufacturing film from thermoplastic materials, the process involves passing a pre-plasticized plastic through a set of hot rollers in a horizontal position to obtain a thin film of $0.08\text{--}1.0 \text{ mm}$ thickness;
- injection moulding: the process of introducing plasticized plastic under pressure into a closed mould and solidifying the plastic in the mould into a moulded part [13].;
- extrusion as a continuous process, which involves taking raw material, kneading it while heating it to plasticization and pushing it through a shaping hole.

One piece of equipment that is used to shape HDPE is an extruder, which is a machine that extrudes the plastic. Depending on the tooling, it makes it possible to obtain a wide range of products and semi-products, such as: profiles of various shapes (pipes, rods), plates, films, bottles, wire lagging, plastic granules [14].

Another way of shaping HDPE products is through chip machining, which involves cutting successive layers of material until a product of the desired shape is obtained.

The following figure shows the CNC machining technology of prefabricated HDPE panels.

z faktu, że krystalizacja umożliwia ściśle upakowanie cząsteczek. Wysoka krystaliczność powoduje, że HDPE jest nieprzezroczysty, z wyjątkiem cienkich warstw, których szybkie schłodzenie zapobiega wytworzeniu się frakcji krystalicznej. Polimer ten ma niską gęstość energii kohezyjnej (parametr rozpuszczalności δ wynosi ok. $16,1 \text{ MPa}^{1/2}$), zatem powinien być odporny na rozpuszczalniki o parametrze rozpuszczalności powyżej $18,5 \text{ MPa}^{1/2}$ [7].

HDPE jest materiałem krystalicznym i nie wchodzi w żadne oddziaływanie z cieczami, dlatego w temperaturze poniżej 60°C nie rozpuszcza się w żadnym z rozpuszczalników organicznych. W podwyższonej temperaturze równowaga termodynamiczna jest bardziej przesunięta w stronę rozpuszczenia i polimer rozpuszcza się w węglowodorach o podobnym parametrze rozpuszczalności: węglowodorach alifatycznych bądź aromatycznych. Stopień odporności na substancje silnie utleniające: kwas siarkowy, kwas azotowy, chromiankę, chlorowce oraz niektóre detergenty, zależy od ich stężenia. Możliwa jest tzw. korozja naprężeniowa materiału [11]. Przy braku zanieczyszczeń jest również bardzo dobrym izolatorem wysokich częstotliwości prądu ze względu na jego niepolarną naturę [12].

HDPE stosuje się w produkcji pojemników na olej opałowy, kanistrów do paliw oraz zbiorników paliwa do samochodów, zbiorników na śmieci, rur ciśnieniowych, złączek, armatury do wody pitnej i ścieków, płyt, aparatury dla przemysłu chemicznego i samochodowego, skrzynek na butelki, beczek [12].

Polietylen to tworzywo termoplastyczne, formuje się go powyżej temperatury płynięcia (T_f lub T_p), gdy jest w stanie plastycznym. Pali się, a właściwie topi jak wosk w trakcie kontaktu z płomieniem. Po ochłodzeniu kształt ten zostaje utrzymany, a polimer wraca do stanu elastycznego lub szklistego. Jest to materiał zdolny do odwracalnego formowania. Struktura cząsteczkowa nie ulega zmianie, pod warunkiem, że podczas ogrzewania nie zostanie wywołana degradacja chemiczna [10].

Do podstawowych metod przetwarzania HDPE ze względu na jego właściwości należą:

- kalandrowanie: metoda wytwarzania folii z tworzyw termoplastycznych, proces ten polega na przepuszczeniu wstępnie uplastycznionego tworzywa przez zestaw gorących walców w pozycji poziomej, co pozwala uzyskać cieką folię o grubości $0,08\text{--}1,0 \text{ mm}$;
- formowanie wtryskowe: proces wprowadzenia pod ciśnieniem uplastycznionego tworzywa do zamkniętej formy i zestaleniu w niej tworzywa do wypraski [13];
- wytłaczanie jako proces ciągły, który polega na pobieraniu surowca, ugniataniu go jednocześnie podgrzewając do uplastycznienia i przepychaniu przez otwór kształtujący.

Jednym z urządzeń, które służy do nadawania kształtu HDPE jest wytłaczarka, czyli urządzenie do wytłaczania tworzywa. W zależności od oprzyrządowania pozwala ona na uzyskanie szerokiej gamy produktów i półproduktów, takich jak: profile o różnym kształcie (rury, pręty), płyty, folie, butelki, otuliny przewodów, granulaty tworzyw sztucznych [14].

Innym sposobem nadawania kształtu wyrobom z HDPE jest obróbka wiórowa, która polega na skrawaniu kolejnych warstw materiału aż do uzyskania wyrobu o żądanym kształcie.

Na poniższej rycinie Zaprezentowano technologię obróbki CNC prefabrykowanych płyt HDPE.

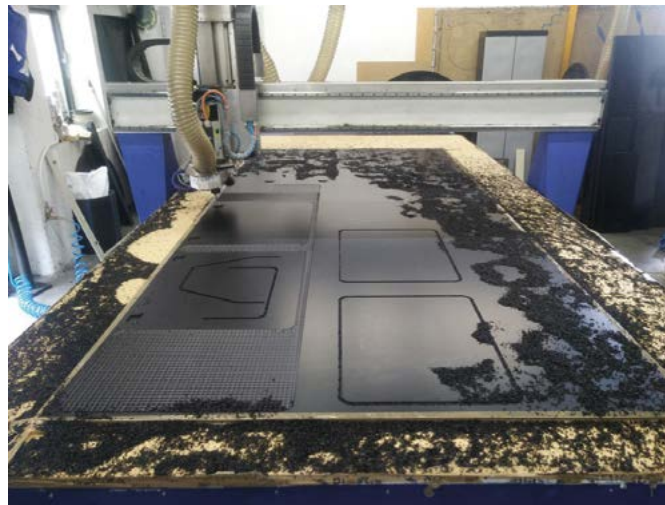


Figure 1. CNC machining of prefabricated HDPE boards
Rycina 1. Obróbka CNC prefabrykowanych płyt HDPE
Source / Źródło: TJ Boats™.

Due to its good machinability, HDPE can be cut with hand or power saws, as well as turned [15]. HDPE, due to its structure, i.e. no functional groups in the structure of the polymer, does not exhibit strong intermolecular interactions, and therefore bonding of components made of HDPE by gluing is not possible. Welding and heat bonding are used to join products made of HDPE. The welding of an HDPE boat hull is demonstrated below.

Ze względu na dobrą obrabialność HDPE można ciąć piłami ręcznymi lub mechanicznymi, a także toczyć [15]. HDPE ze względu na swoją budowę, tj. brak grup funkcyjnych w strukturze polimeru, nie wykazuje silnych oddziaływań międzycząsteczkowych, a co za tym idzie łączenie elementów wykonanych z HDPE metodą klejenia nie jest możliwe. W celu połączenia wyrobów wykonanych z HDPE stosuje się spawanie i zgrzewanie. Poniżej zaprezentowano spawanie kadłuba łodzi z HDPE.



Figure 2. Welding the hull of a boat with HDPE
Rycina 2. Spawanie kadłuba łodzi z HDPE
Source / Źródło: TJ Boats™.

The plastic welding process, shown in Figure 2, involves melting the edges of the parts to be joined without applying pressure [15]. Meanwhile, in the welding process, once the surface of the material has been heated to its melting point, the individual parts are joined by pressure [16–17].

Przedstawiony na rycinie 2 proces spawania tworzywa polega na stapieniu krawędzi łączonych elementów bez wywierania docisku [15]. Natomiast w procesie zgrzewania, po podgrzaniu powierzchni materiału do jego temperatury topnienia, łączy się poszczególne elementy przez docisk [16–17].

Prefabricated HDPE plates and tubes of appropriate thicknesses are used for the hulls of SRB53 boats. These prefabricated parts are machined on dedicated CNC machines, and the prepared parts are then welded or polyfusion welded. Such a manufacturing process eliminates the need for expensive and complicated dies or moulds, known from the production of composite hulls and made of polyethylene by the rotary method. This provides the opportunity for relatively free modelling of the cockpit and refinement of hull designs, with essentially no restriction on the shape of the mould.

Boat presentation and testing

Water rescue includes: “the carrying out of rescue activities, consisting in particular of organizing and providing assistance to persons who have suffered an accident or are in danger of losing their life or health in an aquatic area” [19, Article 2 point 4]. In water rescue, personnel resources are the basis, but nowadays without equipment resources, especially motor boats, it is impossible to operate efficiently in large water areas.

Tests of motor boats, organized by the Higher School of Education in Sport (WSEwS) and the Scientific Society “Safety and Rescue” (TNBiR) in Warsaw, took place on 29 July 2022 at the Marina of the Society for the Promotion of Physical Culture “Wodnik” in Nieporęt and Zegrzynski Lake. Tested were 3 polyethylene-hulled boats that were entirely designed and manufactured in Poland, including the SRB TJ Boats™ series boat.

Participating in the tests were the representatives of the Police Headquarters, the Capital Police Headquarters, the Police Station in Nieporęt, the Police Training Centre in Legionowo, the Department of Security and Crisis Management of the Mazovian Provincial Office, the Provincial Headquarters of the State Fire Service in Warsaw, the District Headquarters of the State Fire Service in Legionowo and Nowy Dwor Mazowiecki, the Volunteer Fire Service Water Rescue in Legionowo, WSEwS, TNBiR [20].

On Lake Orzysz in the area of the Municipal Swimming Pool in Orzysz on 7 September 2022, another test of a motor boat took place, organized by WSEwS and TNBiR as part of the water rescue demonstrations prepared and conducted by the PODWODNIK Association – School of Rescue, Water Sports and Defence in Orzysz, which were the practical and demonstration part of the IX International Scientific Conference entitled “Logistics in Rescue”.

Participating in the tests were representatives of: NATO foreign troops (soldiers from the USA, Canada, England, Romania, Croatia), the Armed Forces of the Republic of Poland, the Department of Security and Crisis Management of the Warmian-Masurian Provincial Office in Olsztyn, the Provincial Police Headquarters, the District Police Headquarters in Pisz, the Police Station in Orzysz, the Provincial Headquarters of the State Fire Service in Olsztyn, the District Fire Service Headquarters in Pisz, WSEwS, TNBiR, participants of the “Logistics in Rescue” conference.

Figure 4 shows an SRB series boat in which the deck has been designed to serve as a diving base.

Do produkcji kadłubów łodzi typu SRB53 stosuje się prefabrykowane płyty i rury z HDPE o odpowiednich grubościach. Prefabrykaty te poddawane są obróbce skrawaniem na dedykowanych maszynach CNC, a przygotowane elementy następnie spawają się lub zgrzewa polifuzyjnie. Taki proces produkcyjny eliminuje konieczność stosowania drogiej i skomplikowanych matryc lub form, znanych z produkcji kadłubów kompozytowych i wykonanych z polietylenu metodą rotacyjną. Daje to możliwość stosunkowo swobodnego modelowania kokpitu i doskonalenia konstrukcji kadłubów, w zasadzie bez ograniczenia kształtu formy.

Prezentacja i testy łodzi

Ratownictwo wodne obejmuje: „prowadzenie działań ratowniczych, polegających w szczególności na organizowaniu i udzielaniu pomocy osobom, które uległy wypadkowi lub są narażone na niebezpieczeństwo utraty życia lub zdrowia na obszarze wodnym” [19, art. 2 pkt 4]. W ratownictwie wodnym podstawę stanowią zasoby osobowe, ale współcześnie bez zasobów sprzętowych, w szczególności łodzi motorowych, nie można sprawnie działać na dużych obszarach wodnych.

Na Przystani Towarzystwa Krzewienia Kultury Fizycznej „Wodnik” w Nieporęcie i jeziorze Zegrzyńskim 29 lipca 2022 r. odbyły się testy łodzi motorowych, zorganizowane przez Wyższą Szkołę Edukacja w Sporcie (WSEwS) i Towarzystwo Naukowe „Bezpieczeństwo i Ratownictwo” (TNBiR) w Warszawie. Testowano 3 łodzie o kadłubie wykonanym z polietylenu, które zostały w całości zaprojektowane i wyprodukowane w Polsce, w tym łódź serii SRB TJ Boats™.

Udział w testach wzięli przedstawiciele: Komendy Głównej Policji, Komendy Stołecznej Policji, Komisariatu Policji w Nieporęcie, Centrum Szkolenia Policji w Legionowie, Wydziału Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego Mazowieckiego Urzędu Wojewódzkiego, Komendy Wojewódzkiej Państwowej Straży Pożarnej w Warszawie, Komendy Powiatowej PSP w Legionowie i Nowym Dworze Mazowieckim, Ochotniczej Straży Pożarnej Ratownictwo Wodne w Legionowie, WSEwS, TNBiR [20].

Na jeziorze Orzysz w rejonie Kąpieliska Miejskiego w Orzyszu 7 września 2022 r. odbyły się kolejne testy łodzi motorowej, zorganizowane przez WSEwS i TNBiR w ramach pokazów ratownictwa wodnego przygotowanych i przeprowadzonych przez stowarzyszenie PODWODNIK – Szkołę Ratownictwa, Sportów Wodnych i Obronnych w Orzyszu, które stanowiły część praktyczno-pokazową IX Międzynarodowej Konferencji Naukowej pt. „Logistyka w Ratownictwie”.

Udział w testach wzięli przedstawiciele: zagranicznych wojsk NATO (żołnierze USA, Kanady, Anglii, Rumunii, Chorwacji), Sił Zbrojnych RP, Wydziału Bezpieczeństwa i Zarządzania Kryzysowego Warmińsko-Mazurskiego Urzędu Wojewódzkiego w Olsztynie, Komendy Wojewódzkiej Policji, Komendy Powiatowej Policji w Pisz, Komisariatu Policji w Orzyszu, Komendy Wojewódzkiej Państwowej Straży Pożarnej w Olsztynie, Komendy Powiatowej PSP w Pisz, WSEwS, TNBiR, uczestnicy konferencji „Logistyka w Ratownictwie”.

Na rycinie 4 zaprezentowano łódź serii SRB, w której pokład został zaprojektowany tak, aby mógł służyć jako baza nurkowa.



Figure 4. Photo of the boat with deck dedicated for use for the diving base
Rycina 4. Łódź z pokładem dedykowanym pod zastosowanie dla bazy nurkowej
Source / Źródło: TJ Boats™.

The tests resulted in the opinions of 57 respondents randomly selected from a group of test participants in Nieporęt (21 respondents) and Orzysz (36 respondents). The method used here was a diagnostic survey with a categorized interview technique with an electronic tool that records the content of questions and answers.

The questions were formulated in such a way as to obtain an opinion on the SRB53 TJ Boats™ presented in Figure 4. The obtained responses made it possible to characterize the following features of the SRB53 boat:

1. Departure and arrival at the berth with the execution of a tightening circulation manoeuvre:
 - the boat manoeuvres comparably to RIB-type vessels, one does not feel its greater weight;
 - in forward gear, the boat's behaviour is not questionable, while when manoeuvring backward, the slightly extended turning radius is noticeable;
 - the boat turns with ease, when manoeuvring, the screw effect is hardly felt;
 - high stability of the craft, ease of turning both forward and backward, similar to RIB boats.
2. Entering the glide with the rudder wheel pointing straight ahead and the throttle open to the max:
 - entering the slip smoothly, and the stability of the boat is satisfactory, better than a RIB boat;
 - does not lift the bow high, which makes it easier to keep the course straight and does not impair visibility;
 - when entering the slide a small reaction to the change of rhythm, in the case of RIB boats it is more noticeable.

W efekcie przeprowadzonych testów uzyskano opinie 57 respondentów losowo wybranych z grupy uczestników testów w Nieporęciu (21 respondentów) i Orzyszu (36 respondentów). Wykorzystano tutaj metodę sondażu diagnostycznego z techniką wywiadu skategoryzowanego z narzędziem elektronicznym zapisującym treść pytań i odpowiedzi.

Pytania zostały tak sformułowane, aby na ich podstawie można było otrzymać opinię o łodzi typu SRB53 TJ Boats™ zaprezentowanej na rycinie 4. Uzyskane odpowiedzi umożliwiły scharakteryzowanie następujących cech łodzi SRB53:

1. Odejście i dobiecie do kei z wykonaniem manewru zaciśnionej cyrkulacji:
 - łódź manewruje porównywalnie do jednostek typu RIB, nie odczuwa się jej większej masy;
 - na biegu do przodu zachowanie łodzi nie budzi zastrzeżeń, natomiast przy manewrowaniu do tyłu wyczuwalny jest lekko wydłużony promień skrętu;
 - łódź skręca z łatwością, przy manewrowaniu efekt śruby jest mało wyczuwalny;
 - duża stabilność jednostki, łatwość skrętu zarówno do przodu, jak i do tyłu, podobnie jak w łodziach typu RIB.
2. Wejście w ślizg przy kole sterowym skierowanym na wprost i maksymalnym otwarciu przepustnicy:
 - wejście w ślizg bezproblemowe, a stabilność łodzi zadowalająca, lepsza niż łodzi typu RIB;
 - nie unosi wysoko dziobu, co ułatwia utrzymanie kursu na wprost i nie pogarsza widoczności;
 - przy wchodzeniu w ślizg mała reakcja na zmianę rytmu, w przypadku łodzi typu RIB jest to bardziej odczuwalne.

3. Performing a “figure-eight” at maximum throttle and entering its own keelwater:
 - when turning one can feel the higher weight of the craft compared to the same size RIB boat;
 - when passing through a wave, it almost does not react to it, it is very stable, it cuts through waves well;
 - good manoeuvrability, confident behaviour in the undulations;
 - tilts during turns in a predictable manner;
 - the moment of changing direction is predictable and fast, it gives a sense of security for fast manoeuvres, even when entering the keelwater.
 4. Manoeuvring the vessel consisting of a free speed loss from sailing in a glide with the maximum open throttle to an idle stop:
 - quickly loses speed, does not mouse, stable performance;
 - it is more stable than RIB-type boats, especially in the wave;
 - good response to gas subtraction, confident performance;
 - smoothly transitions from glide to buoyancy;
 - responds slightly to wave hitting the stern.
 5. Reaching the concrete quay at 5 knots:
 - boat gives a sense of being armoured;
 - strong jerk in contact with the quay, but without affecting the hull;
 - one can get the impression that the speed is too high and the unit will be damaged, but it bounces resiliently off the edge of the quay;
 - manoeuvre comparable to nailing to the side of a sailing fishing boat, the vessel bounced off the quay without damage.
 6. Features of a hull made of HDPE compared to RIB-type craft: weight, deck arrangement options, maintenance, handling, nautical properties:
 - high nautical qualities, engine power optimally selected, ease of entering the slip and quick exit from it, good “feel” on the waves;
 - with heavy hull weight, stable manoeuvring performance;
 - stability when traversing waves (an advantage over RIB boats);
 - the weight of the boat is noticeable when manoeuvring, but this does not significantly affect its performance on the water;
 - high stability in all conditions;
 - possibilities to customize the deck and add or remove elements, arrangement on request, such as a version of the boat for divers;
 - extremely durable material, low susceptibility to damage;
 - no need for maintenance, no need for anti-fouling, simple operation and repair;
 - no version with police canopy on offer;
3. Wykonanie „ósemki” przy maksymalnym otwarciu przepustnicy i wejście na własny kilwater:
 - w zakręcie wyczuwa się wyższą masę jednostki w porównaniu do tych samych rozmiarów łodzi RIB;
 - przy przechodzeniu przez falę prawie na nią nie reaguje, jest bardzo stabilna, dobrze przecina fale;
 - dobra manewrowość, pewne zachowanie przy zafalowaniu;
 - przechyla się podczas skrętów w sposób przewidywalny;
 - moment zmiany kierunku jest przewidywalny i szybki, daje poczucie bezpieczeństwa przy szybkich manewrach, nawet przy wejściu w kilwater.
 4. Manewrowanie jednostką polegające na swobodnym wytraceniu prędkości z płynięcia w ślizgu przy maksymalnie otwartej przepustnicy do zatrzymania na biegu jałowym:
 - szybko wytraca prędkość, nie myszkuje, zachowuje się stabilnie;
 - jest bardziej stabilna niż łodzie typu RIB, szczególnie przy zafalowaniu;
 - dobra reakcja na odjęcie gazu, pewne zachowanie;
 - płynnie przechodzi ze ślizgu w stan wypornościowy;
 - w niewielkim stopniu reaguje na falę uderzającą w rufę.
 5. Dobicie do betonowego nabrzeża z prędkością 5 węzłów:
 - łódź daje poczucie pancерnej;
 - mocne szarpnięcie w kontakcie z nabrzeżem, jednak bez wpływu na kadłub;
 - odnosi się wrażenie, że prędkość jest zbyt duża i jednostka ulegnie uszkodzeniu, jednak sprężystości odbija się od krawędzi kei;
 - manewr porównywalny do przybicia do burty pływającego kutra rybackiego, jednostka odbiła się od nabrzeża bez szkód.
 6. Cechy kadłuba wykonanego HDPE w porównaniu do jednostek typu RIB: waga, możliwości aranżacji pokładu, konserwacja, obsługa, walory nautyczne:
 - wysokie walory nautyczne, moc silnika dobrana optymalnie, łatwość wchodzenia w ślizg i szybkie z niego wychodzenie, dobre „czucie” na falach;
 - przy dużej wadze kadłuba, stabilne zachowanie podczas manewrowania;
 - stabilność przy pokonywaniu fal (przewaga w stosunku do łodzi typu RIB);
 - waga łodzi jest odczuwalna przy manewrowaniu, ale nie wpływa to znacząco na jej zachowanie na wodzie;
 - duża stabilność w każdych warunkach;
 - możliwości dostosowania pokładu i dodania lub usunięcia elementów, aranżacja na życzenie, np. wersja łodzi dla nurków;
 - wyjątkowo wytrzymały materiał, niska podatność na uszkodzenia;
 - brak konieczności konserwacji, nie ma potrzeby stosowania anty-porostu, prosta obsługa i naprawy;

- comfortable position behind the wheel, good ergonomics, plenty of space for specialized equipment and boat equipment;
- good access to service components: battery, fuel tank, separator, bilge pump;
- space on board for resuscitation;
- lots of storage, dry place for R1 bag;
- good ergonomics, plenty of space for specialized equipment and supplies;
- high stability with an uneven distribution of people and objects in the cockpit and on the sides;
- anti-slip floor gives secure support for turns and twists.

Polyethylene boats of three other manufacturers are also available on the Polish market:

1. Dutch manufacturer Whaly, which produces boats that are durable, easy to maintain, with spacious interiors, safe, and have a double-walled hull made entirely of polyethylene [21]. Whaly boats have been imported to Poland for more than a dozen years by the “Sorba” Sports and Tourism Centre. They serve a wide range of entities in water rescue – public services, companies and non-governmental organizations working in the area of water rescue.
2. Watercraft manufacturer, distributor and dealer Parker Poland Sp. z o.o. [22] has introduced into the Polish market the Pioneer Multi polyethylene hull boat of practical design, with a 92 cm wide bow gate, lowered by means of a winch, useful in securing and retrieving injured persons from the water. They are used for water rescue and diving [23].
3. Roto-Tech Ltd. has specialized for many years in the innovative production of polyethylene products for professional groups of customers, including boats dedicated to, among others, public services and rescue entities, as well as to serve the industry [24]. The Kontra boats produced by this company have received growing recognition from both public and non-public water rescue entities nationally and internationally.

Since the 1990s, RIB boats – relatively lightweight, a combination of a pontoon and a boat – have been in use in water rescue, police-like services and the Polish Armed Forces. They have a rigid hull and soft inflatable tubes around it. Due to this hull design, these boats have a large displacement on the sides, making them very stable. The RIB’s deep V-shaped hull has a low weight. The air-filled tubes allow the boat to maintain buoyancy with a lot of water on board [25]. The durability of the hull and tubes in these boats is relatively low. All respondents positively evaluated the tested boat of the SRB series, raising the advantages of its hull, such as durability, almost unlimited possibility of cockpit arrangement, good entry into the slip, laying and valour on the water, requiring no special maintenance, handling. According to the respondents, the boat’s hull is very rigid. Boats made with HDPE technology are heavier than boats made of laminate or RIB.

On the other hand, according to the opinion of the respondents and the assurances of the manufacturer’s representatives,

- brak w ofercie wersji z zadaszeniem dla policji;
- wygodna pozycja za kierownicą, dobra ergonomia, dużo miejsca na sprzęt specjalistyczny i wyposażenie łodzi;
- dobry dostęp do elementów serwisowych: akumulatora, zbiornika paliwa, separatora, pompy żęzowej;
- miejsce na pokładzie do reanimacji;
- dużo schowków, suche miejsce na torbę R1;
- dobra ergonomia, dużo miejsca na sprzęt specjalistyczny i wyposażenie;
- duża stateczność przy nierównomiernym rozkładzie osób i przedmiotów w kokpicie i na burtach;
- antypoślizgowa podłoga daje pewnie podparcie przy zakrętach i zwrotach.

Na polskim rynku dostępne są również łodzie polietylenowe trzech innych producentów:

1. Holenderski producent Whaly produkujący łodzie wytrzymałe, łatwe w utrzymaniu, z przestronnym wnętrzem, bezpieczne, posiadające dwuścienny kadłub w całości wykonane z polietylenu [21]. Łodzie Whaly od kilkunastu lat sprowadzane są do Polski przez Centrum Sportu i Turystyki „Sorba”. Służą w ratownictwie wodnym wielu podmiotom – służbom publicznym, przedsiębiorstwom i pozarządowym organizacjom działającym w zakresie ratownictwa wodnego.
2. Producent, dystrybutor i dealer sprzętu wodnego Parker Poland Sp. Z o.o. [22] na polski rynek wprowadził łódź z kadłubem polietylenowym Pioneer Multi o praktycznej konstrukcji, z bramą dziobową o szerokość 92 cm, opuszczaną za pomocą wciągarki, przydatną w zabezpieczaniu i podejmowaniu osób poszkodowanych z wody. Wykorzystywane są one do ratownictwa wodnego i nurkowania [23].
3. Przedsiębiorstwo Roto-Tech Sp. z o.o. od wielu lat specjalizuje się w innowacyjnej produkcji polietylenowych wyrobów dla profesjonalnych grup odbiorców, w tym łodzi dedykowanych m.in. służbom publicznym i podmiotom ratowniczym oraz do obsługi przemysłu [24]. Łodzie Kontra produkcji tego przedsiębiorstwa cieszą się rosnącym uznaniem podmiotów ratownictwa wodnego zarówno publicznych, jak i niepublicznych w kraju i za granicą.

Od lat 90. XX w. w ratownictwie wodnym, służbach o charakterze policyjnym i polskich Siłach Zbrojnych eksploatowane są łodzie RIB – stosunkowo lekkie, stanowiące połączenie pontonu i łodzi. Posiadają one sztywny kadłub i miękkie dmuchane tuby wokół niego. Dzięki takiej konstrukcji kadłuba łodzie te mają dużą wyporność na bokach, przez co są bardzo stabilne. Kadłub RIB w kształcie głębokiego V posiada niską wagę. Wypełnione powietrzem tuby umożliwiają utrzymanie wyporności łodzi przy dużej ilości wody na pokładzie [25]. Trwałość kadłuba i tub w tych łodziach jest stosunkowo niska.

Wszyscy respondenci pozytywnie ocenili testowaną łódź serii SRB, podnosząc zalety jej kadłuba, takie jak: trwałość, prawie nieograniczona możliwość aranżacji kokpitu, dobre wchodzenie w ślizg, układanie się i dzielność na wodzie, niewymagająca szczególnych zabiegów konserwacja, obsługa. W opinii respondentów kadłub łodzi jest bardzo sztywny. Łodzie wykonane w technologii HDPE są cięższe od łodzi wykonanych z laminatu lub RIB.

repairs to the damaged hull, despite the need for professional servicing, should not involve special technical problems.

In case of the production of customized boats, the manufacturer should take into account the suggestions of experts and specifications according to the needs, such as:

- the army – configuration of equipment for service tasks,
- police – assembling the cabin,
- state fire department (PSP) – a place designed to transport divers' equipment,
- water rescue – minimizing accessory equipment.

The respondents considered boats made with HDPE technology to be more practical for special tasks, patrol service and water rescue compared to traditional vessels.

Summary

Modern technology using high-density polyethylene for motor boat hulls appears to be the technology of the future. Tests of HDPE SRB series boats conducted on lakes Zegrzynski and Orzysz confirmed their good performance characteristics. In a survey conducted among representatives of the public administration, NATO soldiers, law enforcement and rescue services, as well as companies and non-governmental entities engaged in water rescue activities, the tested type of boat received positive feedback, particularly with regard to the hull, with one negative parameter – greater weight compared to traditional patrol and rescue boats.

During the tests, the assumed research problem was achieved, and the obtained results indicated that the working hypothesis was confirmed – motor boats as a combination of HDPE technology and hybrid boat design, despite the higher weight, do not differ in terms of operation from RIB boats, and in addition, the research and use tests showed high durability and resistance to hull damage.

The parameters and features of boats manufactured with HDPE technology, their resistance to external factors, the possibility of different hull and cockpit configurations and equipment were confirmed. These boats can be useful in combating the occurrence of disasters in the ecosphere and accidents in the technosphere, in public services, enterprises and non-governmental organizations working in the area of water safety and rescue.

Conclusions

Due to the above-mentioned features of boats produced with HDPE technology, the authors believe that it is worth implementing in the Polish and foreign markets. Conducted tests and surveys have confirmed their suitability for use by public services, companies and NGOs operating in the area of water safety and rescue.

Z kolei wg opinii respondentów i zapewnień przedstawicieli producenta, naprawy uszkodzonego kadłuba pomimo potrzeby profesjonalnego serwisowania nie powinny wiązać się ze szczególnymi problemami technicznymi.

W przypadku produkcji łodzi na zamówienie klienta, producent powinien uwzględnić sugestie ekspertów i specyfikację, zgodnie z potrzebami np.:

- wojska – konfiguracji wyposażenia pod zadania służbowe,
- policji – montowania kabiny,
- PSP – miejsca przeznaczonego na transport sprzętu nurków,
- ratownictwa wodnego – minimalizacji wyposażenia dodatkowego.

Respondenci uznali łodzie wykonane w technologii HDPE za praktyczniejsze w przypadku realizacji zadań specjalnych, służby patrolowej i ratownictwa wodnego w stosunku do tradycyjnych jednostek pływających.

Podsumowanie

Nowoczesna technologia z zastosowaniem polietylenu wysokiej gęstości do budowy kadłubów łodzi motorowych wydaje się być technologią przyszłości. Testy łodzi serii SRB z HDPE przeprowadzone na jeziorach Zegrzyńskim i Orzysz potwierdziły ich dobre charakterystyki eksploatacyjne. W sondażu przeprowadzonym wśród przedstawicieli administracji publicznej, żołnierzy NATO, służb porządkowych i ratowniczych oraz przedsiębiorstw i pozarządowych podmiotów prowadzących działalność w zakresie ratownictwa wodnego testowany typ łodzi zebrał pozytywne opinie, w szczególności w odniesieniu do kadłuba, przy jednym parametrze negatywnym – większej masie w stosunku do tradycyjnych łodzi patrolowych i ratowniczych.

Podczas testów osiągnięto założony problem badawczy, a uzyskane wyniki wskazały, że hipoteza robocza została potwierdzona – łodzie motorowe jako połączenie technologii HDPE z konstrukcją łodzi hybrydowej, pomimo większej masy, nie odbiegają pod względem eksploatacyjnym od łodzi RIB, a dodatkowo badania i testy użytkowe wykazały wysoką trwałość i odporność na uszkodzenie kadłuba.

Potwierdzono parametry i cechy łodzi produkowanych w technologii HDPE, ich odporność na działanie czynników zewnętrznych, możliwość różnych konfiguracji kadłuba i kokpitu oraz wyposażenia. Łodzie te mogą być przydatne podczas zwalczania zaistniałych skutków katastrof w ekosferze i awarii w technosferze, w służbach publicznych, przedsiębiorstwach i organizacjach pozarządowych, działających w obszarze bezpieczeństwa i ratownictwa wodnego.

Wnioski

Ze względu na wyżej wymienione cechy łodzi produkowanych w technologii HDPE autorzy są zdania, iż warto wdrażać je na rynku polskim i zagranicznym. Przeprowadzone testy i sondaże potwierdziły ich przydatność do stosowania przez służby publiczne, przedsiębiorstwa i organizacje pozarządowe, działające w obszarze bezpieczeństwa i ratownictwa wodnego.

The authors recommend the use of the boats in question to combat the effects of disasters in the ecosphere and accidents in the technosphere. In doing so, it should be added that due to the specifics of use, different hull and cockpit configurations and equipment of the boat must be taken into account.

Autorzy rekomendują zastosowanie omawianych łodzi do zwalczania zaistniałych skutków katastrof w ekosferze i awarii w technosferze. Należy przy tym dodać, że ze względu na specyfikę użytkowania, trzeba wziąć pod uwagę różne konfiguracje kadłuba i kokpitu oraz wyposażenia łodzi.

List of abbreviations

HDPE	– high density polyethylen
RIB	– rigid-inflatable boat
SRB53	– type of motor boat
TJ Boats™	– TJ Technologies Ltd.

Wykaz skrótów

HDPE	– polietylen wysokiej gęstości
RIB	– łódź hybrydowa
SRB53	– typ łodzi motorowej
TJ Boats™	– Przedsiębiorstwo TJ Technologies Sp. z o.o.

Literature / Literatura

- [1] Telak J., *Przygotowanie ratowników w województwie świętokrzyskim do działań na rzecz bezpieczeństwa na obszarach wodnych*, Wyd. Centrum Szkolenia Policji, Legionowo 2017.
- [2] Ciekawe Statystyki, wpis na blogu internetowym, <https://www.ciekawestatystyki.pl/2021/07/statystyki-utonic.html> [dostęp: 29.10.2022].
- [3] Deaths by accidental drowning and submersion, Statystyki utonięć według Eurostatu, <https://ec.europa.eu/eurostat/en/web/products-eurostat-news/-/ddn-20200806-1> [dostęp: 29.10.2022].
- [4] Witryna internetowa WHO, <https://www.who.int/> [dostęp: 29.10.2022 r.].
- [5] Statystyki Komendy Głównej Policji, <https://statystyka.policja.pl/st/wybrane-statystyki/utoniciecia> [dostęp: 29.10.2022].
- [6] Telak J., Frąckowiak M., *Bezpieczeństwo osób przebywających na obszarach wodnych i terenach przywodnych, aspekt trzeźwości*, w: *Bezpieczeństwo, zarządzanie, medycyna i kultura fizyczna. Wybrane zagadnienia*, J. Telak, D. Skalski, E. Zieliński, D. Czarnecki (red.), Wyd. Akademii Wychowania Fizycznego i Sportu im. Jędrzeja Śniadeckiego, Gdańsk 2020.
- [7] HDPE-PE, Internetowy słownik branżowy Plasteopedia, <https://www.plastech.pl/plasteopedia/HDPE-PE-HD-98> [dostęp: 29.10.2022].
- [8] Araújo J.R., Waldman W.R., De Paoli M.A., *Thermal properties of high density polyethylene composites with natural fibres: Coupling agent effect*, "Polymer Degradation and Stability" 2008, 93(10), 1770–1775, <https://doi.org/10.1016/j.polydegradstab.2008.07.021>.
- [9] Askeland D.R., Wright W.J., *The science and engineering of materials*, Publ. Cengage Learning, Boston 2016.
- [10] Seachtling H., *Tworzywa sztuczne. Poradnik*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2007.
- [11] PN-EN ISO 14731:2019-05 – zadania nadzoru spawalniczego.
- [12] Mhike W., Focke W.W., *Surface resistivity and mechanical properties of rotationally molded polyethylene/graphite composites*, "Journal of Vinyl and Additive Technology" 2013, 19(4), 225–301, <https://doi.org/10.1002/vnl.21316>.
- [13] Małaśnicka W., Małaśnicki J., *Technologia tworzyw sztucznych, cz. II*, Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1972.
- [14] Stasiak J., *Wyłaczanie tworzyw polimerowych. Zagadnienia wybrane*, Wydawnictwo Uczelniane Uniwersytetu Technologiczno-Przyrodniczego, Bydgoszcz 2007.
- [15] Łączyński B., *Tworzywa sztuczne i ich przetwórstwo, Seria: Techniki wytwarzania*, Wyd. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1980.
- [16] Janson L., *Rury z tworzyw sztucznych do zaopatrzenia w wodę i odprowadzania ścieków*, wyd. Polskie Stowarzyszenie Producentów Rur i Kształtek z Tworzyw Sztucznych, Toruń 2010, s. 372.
- [17] Kuliczkowski A., *Wybrane problemy dotyczące projektowania rurociągów polietylenowych cz. II*, „Instal. Teoria i praktyka w instalacjach” 2011, 5, 29–33.
- [18] Witryna internetowa firmy Tideman Boats, <https://tidemanboats.com/> [dostęp: 29.10.2022].
- [19] Ustawa z dnia 18 sierpnia 2011 r. o bezpieczeństwie osób przebywających na obszarach wodnych (Dz.U. 2011, Nr 208, poz. 1240; Dz.U. 2022 r. poz. 147).
- [20] Telak J., *Sprawozdanie z aktywności naukowej Wyższej Szkoły Edukacja w Sporcie w roku akademickim 2021/2022*, WSEwS, Warszawa 2022.
- [21] Witryna internetowa firmy Whaly Boats, <https://www.whaly.com/> [dostęp: 29.10.2022].
- [22] Witryna internetowa firmy Parker Poland Sp. z o.o., www.parkerpoland.eu [dostęp: 29.10.2022].
- [23] Witryna internetowa firmy Pioner – Easy Boating, <https://pioneerboat.co.uk/models/pioner-multi/> [dostęp: 29.10.2022].
- [24] Witryna firmy Roto-Tech, www.ROTO-TECH.COM.PL [dostęp: 29.10.2022].
- [25] Łodzie hybrydowe, wpis na portalu WOPR-u, www.wopr.pl/ratownictwo/sprzet/plywajcy/1028-odzie-hybrydowe [dostęp: 29.10.2022].

OKSANA TELAK, D.SC. – doctor in political economy from Universitas Libera Ucrainensis in Munich (UFU), Ph.D. in humanities from Maria Curie-Skłodowska University in Lublin. Ph.D. studies, majoring in English philology: Faculty of Humanities of UMCS, European College of Polish and Ukrainian Universities. Postgraduate studies: For firefighters applying for the first officer rank in the State Fire Service (School of the Main Fire Service); International Relations and Diplomacy (Collegium Civitas). Master's Degree: Ivan Franko National University of Lviv, Department of Foreign Languages. Professional experience: Main School of Fire Service, Department of Civil Safety Engineering, Department of Security Organization, assistant professor, supervisor; Master's Degree: Ivan Franko National University of Lviv, Faculty of Foreign Languages. Work: Main School of Fire Service, Department of Civil Safety Engineering, Department of Safety Organization, assistant professor, head; Higher School of Education in Sport, university professor; Vice President of the Scientific Society "Safety and Rescue" (since 2016). Author and editor of several monographs, dozens of scientific articles. Supervisor or team member of more than a dozen scientific and development projects.

JERZY TELAK, D.SC., UNIVERSITY PROFESSOR – doctor in social sciences, in the discipline of security sciences (Police Academy in Szczytno), graduate of international doctoral studies and several postgraduate studies. Professional experience: College of Education in Sport, professor, pro-rector (from 2019); Social Academy of Sciences in Lodz, Faculty of Management and Security Sciences, head of the Department of Logistics, professor (2017–2019); Lviv State University for Life Safety, expert (since 2016); Main School of Fire Service, assistant professor (2013–2017); Water Volunteer Rescue Service, chairman (2001–2013). Service in police formations (1979–2006); International Live Saving Federation, delegate General Assembly (2003–2015); ILS Federation of Europe, vice-president (2003–2015), delegate General Assembly, member of the Board of Directors (2001–2015); Council for Mountain and Water Rescue under the Minister of the Interior, member (2012–2014); Council for Mountain and Water Rescue under the Minister of Internal Affairs and Administration, member (2008–2012); Board of Directors of the Polish Olympic Committee, member (2012–2014); President of the Scientific Society "Safety and Rescue" (since 2016). Author, co-author and scientific editor of more than a dozen monographs and one hundred and dozens of scientific articles.

TOMASZ NIEMCZEWSKI, M.SC. ENG. – obtained a master degree from the Warsaw University of Technology; completed postgraduate studies at the University of Applied Sciences in Cologne (Fach Hochschule in Kiel). Professional experience: Co-Founder & CTO, architect, team leader (2008–2012); CAD/CAM Solution Sp. z o.o. in Lomianki, machine designer, project manager, director (2015–2020); BYD Daimler New Technology in Shenzhen, China, project manager (2012–2015); TJ Technologies Sp. z o.o. (TJ Boats™) in Tychy, member of the board of directors. He is a technical director, constructor, inventor, author of many technical projects, as well as a sailor and motorboat helmsman.

DR HAB. OKSANA TELAK – doktor habilitowany nauk ekonomicznych w zakresie ekonomii politycznej (Universitas Libera Ucrainensis w Monachium – UFU), dr nauk humanistycznych (Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie). Studia doktoranckie na kierunku filologia angielska zrealizowała na Wydziale Humanistycznym UMCS w ramach Europejskiego Kolegium Polskich i Ukraińskich Uniwersytetów. Studia podyplomowe: Dla strażaków ubiegających o pierwszy stopień oficerski w Państwowej Straży Pożarnej (Szkoła Główna Służby Pożarniczej – SGSP); Stosunki międzynarodowe i dyplomacja (Collegium Civitas). Studia magisterskie odbyła w Lwowskim Narodowym Uniwersytecie im. Ivana Franki, na Wydziale Języków Obcych. Doświadczenie zawodowe: Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Cywilnego, Zakład Organizacji Bezpieczeństwa SGSP, adiunkt, kierownik; Wyższa Szkoła Edukacja w Sporcie, prof. ucz.; Wiceprezes Towarzystwa Naukowego „Bezpieczeństwo i Ratownictwo” (od 2016). Autor i redaktor kilku monografii, kilkudziesięciu artykułów naukowych. Kierownik lub członek zespołów kilkunastu projektów naukowych i rozwojowych.

DR HAB. JERZY TELAK, PROF. UCZELNI – dr hab. w dziedzinie nauk społecznych, w dyscyplinie nauki o bezpieczeństwie (Wyższa Szkoła Policji w Szczytnie), absolwent międzynarodowych studiów doktorskich i kilku studiów podyplomowych. Doświadczenie zawodowe: Wyższa Szkoła Edukacja w Sporcie, profesor, prorektor (od 2019); Społeczna Akademia Nauk w Łodzi, Wydział Nauk o Zarządzaniu i Bezpieczeństwie, kierownik Katedry Logistyki, profesor (2017–2019); Lwowski Państwowy Uniwersytet Bezpieczeństwa Życia, ekspert (od 2016); Szkoła Główna Służby Pożarniczej, adiunkt (2013–2017); Wodne Ochotnicze Pogotowia Ratunkowe, prezes (2001–2013). Służba w formacjach policyjnych (1979–2006); International Live Saving Federation, delegate General Assembly (2003–2015); ILS Federation of Europe, vice-president (2003–2015), delegate General Assembly, member Board of Directors (2001–2015); Rada ds. Ratownictwa Górskiego i Wodnego przy Ministrze Spraw Wewnętrznych, członek (2012–2014); Rada ds. Ratownictwa Górskiego i Wodnego przy Ministrze Spraw Wewnętrznych i Administracji, członek (2008–2012); Zarząd Polskiego Komitetu Olimpijskiego, członek (2012–2014); Prezes Towarzystwa Naukowego „Bezpieczeństwo i Ratownictwo” (od 2016). Autor, współautor i redaktor naukowy kilkunastu monografii oraz stu kilkudziesięciu artykułów naukowych.

MGR INŻ. TOMASZ NIEMCZEWSKI – tytuł mgr inż. uzyskał na Politechnice Warszawskiej. Absolwent studiów podyplomowych na Uniwersytecie Nauk Stosowanych w Kolonii (Fach Hochschule in Kiel). Doświadczenie zawodowe: Co-Founder & CTO, architekt, kierownik zespołu (2008–2012); CAD/CAM Solution sp. z o.o. w Łomiankach, konstruktor maszyn, projekt manager, dyrektor (2015–2020); BYD Daimler New Technology w Shenzhen (Chiny), kierownik projektu (2012–2015); Przedsiębiorstwo TJ Technologies Sp. z o.o. (TJ Boats™) w Tychach, członek zarządu, dyrektor ds. technicznych. Jest konstruktorem, wynalazcą, autorem wielu projektów technicznych, a także żeglarzem i sternikiem motorowodnym.



Tłumaczenie na język angielski artykułów naukowych (także ich streszczeń), w tym artykułów recenzyjnych, w półroczniku „Safety & Fire Technology” – zadanie finansowane ze środków Ministerstwa Edukacji i Nauki w ramach programu „Rozwój Czasopism Naukowych” (umowa nr RCN/SP/0560/2021/1).