

# Problematyka utylizacji wyrobów i odpadów z kompozytów polimerowych

## Cz. II. „Złomowanie” kompozytowych rekreacyjnych jednostek pływających na świecie w perspektywie do roku 2030

Mieczysław Scheibe<sup>1)</sup>, Magdalena Urbaniak<sup>2)</sup>, Krzysztof Gorący<sup>3)</sup>, Andrzej K. Błędzki<sup>4), \*</sup>

DOI: [dx.doi.org/10.14314/polimery.2019.11.7](https://dx.doi.org/10.14314/polimery.2019.11.7)

**Streszczenie:** Przedstawiono narastający problem dotyczący „złomowania” małych statków i rekreacyjnych jednostek pływających wykonanych z polimerowego kompozytu konstrukcyjnego z udziałem włókien szklanych (FRP), w aspekcie rygorystycznych wymogów ochrony środowiska, możliwości technicznych i technologicznych oraz aktualnie obowiązujących i perspektywnie opracowywanych ustaleń prawnych.

**Słowa kluczowe:** recykling, utylizacja, kompozytowe jednostki pływające, FRP, GFRP, GRP, CFRP, CRP, CFK.

### Problems connected with utilization of polymer composite products and waste materials

#### Part II. “Scrapping” of composite recreational vessels in the world in the perspective of 2030

**Abstract:** The article presents a general outline of the growing problem of “scrapping” of small vessels and recreational vessels made of polymer construction composite, in the aspect of stringent environmental protection requirements regarding technical capabilities and technological conditions as well as currently applicable and prospective legal arrangements.

**Keywords:** recycling, utilization, composite vessels, FRP, GFRP, GRP, CFRP, CRP, CFK.

#### WYTWARZANIE WYROBÓW KOMPOZYTOWYCH W SEKTORZE REKREACYJNYCH JEDNOSTEK PŁYWAJĄCYCH PRZEMYSŁU OKRĘTOWEGO – RYS HISTORYCZNY NA ŚWIECIE I W POLSCE

W latach trzydziestych XX w. firma Owens-Corning Fiberglass Company w USA wytworzyła włókna szklane, które w postaci włókien krótkich znalazły wkrótce zastosowanie w konstrukcjach budowlanych jako wzmocnienie zapraw i betonów. Kilka lat później opracowano i wyprodukowano pierwsze tanie chemoutwardzalne żywice,

otrzymano także długie włókna szklane. Na początku lat czterdziestych materiały te eksperymentalnie zastosowano w konstrukcjach samolotów, a pod koniec lat czterdziestych wyprodukowano i zademonstrowano pierwszą łódkę zbudowaną z laminatu wzmocnionego włóknem szklanym. Znaczny rozwój technologii wytwarzania polimerowych kompozytów konstrukcyjnych, powszechnie zwanych laminatami, nastąpił dopiero w połowie lat pięćdziesiątych XX w., ponieważ wtedy zaczęto produkować tanie żywice poliestrowe. W pierwszej połowie lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku, w wyniku dalszego rozwoju

<sup>1)</sup> Akademia Morska w Szczecinie, ul. Wały Chrobrego 1–2, 70-500 Szczecin.

<sup>2)</sup> Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Katedra Mechaniki i Podstaw Konstrukcji Maszyn, Al. Piastów 19, 70-310 Szczecin.

<sup>3)</sup> Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Instytut Polimerów, Al. Piastów 19, 70-310 Szczecin.

<sup>4)</sup> Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Instytut Technologii Mechanicznej, Al. Piastów 19, 70-310 Szczecin.

\*) Autor do korespondencji: e-mail: [andrzej.bledzki@zut.edu.pl](mailto:andrzej.bledzki@zut.edu.pl)

technologii otrzymywania włókien szklanych, wyprodukowano różne typy tych włókien, z których typ E jest do chwili obecnej stosowany jako wzmocnienie, także w sektorze rekreacyjnych jednostek pływających.

Określenie FRP (ang. *Fiber Reinforced Polymer*) dotyczy materiału kompozytowego wykonanego z osnowy polimerowej wzmocnionej włóknami. Kompozyty stosowane w okrętownictwie i szkutnictwie są określane jako GFRP (ang. *Glass Fibre Reinforced Polymer*) lub GRP (ang. *Glassfiber Reinforced Plastics*) i GFK (niem. *Glasfaserverstärkter Kunststoff*). W przypadku kompozytów wzmocnionych włóknami węglowymi, znajdujących zastosowanie w budowie szybkich wyczynowych jednostek pływających (jachtów regatowych, ślizgaczy), są to, odpowiednio, CFRP lub CRP i CFK.

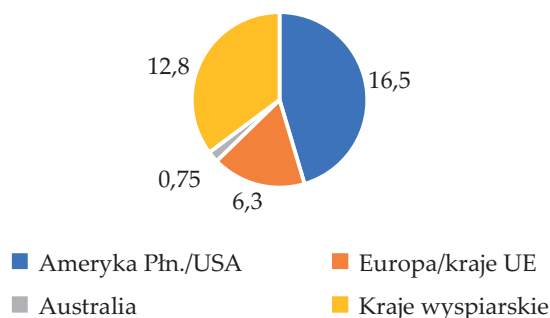
Proste, skuteczne i niewymagające specjalistycznego sprzętu wytwarzanie FRP metodą laminowania ręcznego (ang. *hand lay-up* lub *contact moulding*) z wykorzystaniem żywic chemoutwardzalnych (głównie żywicy izoftalowej, rzadziej ortoftalowej) wzmocnionych włóknami szklanymi (rzadziej włóknami węglowymi), bez konieczności podnoszenia temperatury i ciśnienia, niemal natychmiast zastosowano w okrętownictwie (budowa małych statków, kutrów, pontonów) i w sektorze rekreacyjnych jednostek pływających (budowa kadłubów jachtów, łodzi, motorówek, pływaków i wiele innych). Wszelkie tego rodzaju wyroby, służące do przemieszczania się po wodzie, przyjęto ogólnie na świecie nazywać łodziami. Szacowana długość życia łodzi FRP wynosi 30–50 lat [Norden, 2013 (Nordycka Rada Ministrów)], chociaż rzeczywisty czas ich eksploatacji jest nawet o kilkanaście lat dłuższy. W Polsce budowę łodzi FRP w postaci łodzi ratunkowych dla floty handlowej (Stocznia „Ustka” w Ustce) oraz różnego rodzaju łodzi do żeglugi śródlądowej rozpoczęto w pierwszej połowie lat 60. XX w. Pierwszą rekreacyjną polską łodzią FRP był morski jacht TOPAZ (1961 r.) wyprodukowany w Stoczni Oksywie w Gdyni. W latach 70. w gdańskiej jachtowej Stoczni STOGL, przemianowanej później na stocznia „CONRADA” (Stocznia im. „Conrada Korzeniowskiego”), powstały serie łodzi FRP: jachty NEFRYT i OPAL II oraz duże jachty CONRAD-54, a na przełomie lat 70/80 jachty budowane na licencji: CAR-TER-30 (D. Carter-USA), CONRAD-24 i CONRAD-28 (M. Dufour-Francja), CONRAD-25, CONRAD-44, CONRAD-1330 i CONRAD-760 (D.B. Peterson – USA). Powstawały także serie małych jachtów CONRAD-20 (1975 r.), CONRAD-600 (1982 r.) oraz dużych jachtów do Niemiec OUTBORN i konstrukcje polskie CONRAD-1420, sprzedawane głównie do byłego ZSRR. W latach 80. stocznia jachtowa produkowała także łodzie robocze ŁR-4 i ŁR-5 oraz duże jachty motorowe. Od 1973 r. w Morskiej Stoczni Jachtowej im. Leonida Teligi w Szczecinie podjęto produkcję dużych serii łodzi FRP, tj. jachtów: CARINA (licencja niemiecka), SKIPPER (KORMORAN, licencja szwedzka) i CARTER-30 (licencja USA). Trzecim w kraju producentem łodzi FRP była Wytwórnia POLSPORT w Chojnicach, która produkowa-

ła łodzie motorowe i jachty w dużych seriach dla szwedzkiej firmy MONARK CRESCENT, a po przemianowaniu w roku 1973 nazwy na Stocznia Jachtową POLSPORT podjęto produkcję bardzo popularnych wtedy jachtów kabinowych: ORION (1974 r.), VENUS (1976 r.) oraz innych: RAJA, VELA, DORADO, LUPUS, PASSAT. Seryjnie wytwarzano tam także łodzie FRP, odkryto-pokładowe ZEFIR i regatowe FINN, 420, 470. Te dwie duże państwowe stocznie jachtowe: w Gdańsku i w Szczecinie oraz Stocznia Jachtowa POLSPORT w Chojnicach w latach 1960–1990 wyprodukowały ogółem kilkadziesiąt tysięcy różnych łodzi FRP, które mimo upływu ok. 30 lat nadal są w użytkowaniu w Polsce, Rosji, Bułgarii, Litwie, Łotwie, krajach dawnej Jugosławii oraz wielu krajach zachodnich [1, 2].

Analiza sektora łodzi FRP, w kontekście nieuchronnie zbliżającego się momentu zakończenia cyklu życia pierwszych jednostek wyprodukowanych na świecie w latach 50. i 60. XX w., musi doprowadzić do opracowania sposobu ich utylizacji lub poddania odpowiedniemu procesowi recyklingu. Należy oczekiwać, że coroczny (począwszy od połowy ubiegłego wieku), średnio ok. 5,5% wzrost produkcji na świecie wszelkiego rodzaju dominujących na wodzie łodzi FRP wpłynie na stały przyrost liczby wycofywanych z eksploatacji kadłubów tych jednostek, co spowoduje konieczność ich ekologicznego „złomowania”.

#### PRODUKCJA KOMPOZYTOWYCH REKREACYJNYCH JEDNOSTEK PŁYWAJĄCYCH – STAN OBECNY W POLSCE I NA ŚWIECIE

Inicjatorem zrównoważonego rozwoju i koordynatorem polskiego przemysłu jachtowego w kraju została, założona 11 maja 2006 r. w Warszawie, Polska Izba Przemysłu Jachtowego i Sportów Wodnych – POLSKIE JACHTY – która w dniu 01 stycznia 2019 r. przyjęła wyższą formę organizacyjną jaką jest Izba Gospodarcza pn. POLBOAT. Począwszy od połowy pierwszej dekady XXI w. polski przemysł jachtowy wykazuje stały szybki wzrost produkcji i eksportu rekreacyjnych jednostek pływających i obecnie jest europejskim liderem w najbardziej popularnym segmencie łodzi FRP, tj. głównie jachtów motorowych o długości 6–9 m i zajmuje II miejsce na świecie po USA. Według danych Eurostatu (Urzędu Statystycznego Unii Europejskiej), zawartych w raporcie Polskiego Instytutu Ekonomicznego, polski eksport łodzi FRP (jachtów żaglowych, jachtów motorowych oraz innych łodzi FRP) w 2018 r. stanowił 60% ogólnej wartości eksportu jachtów w Unii Europejskiej a w okresie 2014–2018 wzrósł ze 184,8 mln euro do kwoty 395,8 mln euro. Na liście polskich producentów łodzi FRP, oprócz 5 dużych stoczni jachtowych [DELPHIA YACHTS (Olecko), GALEON (Straszyn k. Gdańska), SUNREEF YACHTS (Gdańsk), OSTRÓDA YACHT (Ostróda), TTS Sp. z o.o. (Łozienica k. Goleniowa)], na rynku polskim funkcjonuje jeszcze ok. 30 średnich i drugie tyle małych stoczni jachtowych. Do



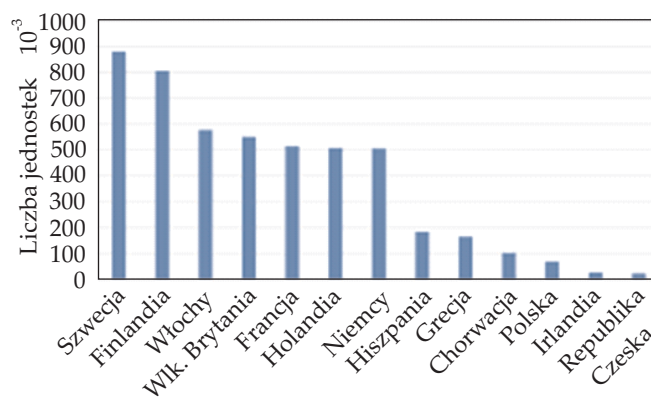
Rys. 1. Liczba łodzi FRP na świecie wg stanu na 2017 r. (mln sztuk) (źródło: opracowanie własne, 2018) [2–5]

Fig. 1. Current number of FRP boats in the world as of 2017 (million units) (source: own elaboration, 2018) [2–5]

grupy średnich firm produkujących łodzie FRP zalicza się zakłady: BENETEAU POWERBOATS Poland (Nieporęt k. Warszawy), JANMOR (Głowno k. Łodzi), JABO Stocznia Jachtowa (Gdańsk), BALT-YACHT (Augustów), COMPLEX JACHT (Puck), STOCZNIA USTKA (Ustka), NORTHMAN (Węgorzewo), Stocznia SUŁKOWSKI (Radom), DALPOL (Siemianowice Śląskie), TES YACHT (Okuniew), ANTILA YACHTS (Radom), MARINER YACHTS (Giżycko), VIKO YACHTS (Poznań), SATURN YACHTS (Krosno), SEDNA YACHTS (Białystok), COMAR POLAND (Giżycko), AM YACHT SERVICE (Ostróda), YACHT HORNET (Iława), KOGA (Miastko), SCANDINAVIA YACHTS (Skarżysko Kamienna), AQUATIC YACHTS (Wołomin), POD OMEGA (Iława), MARKOS (Słupsk), AMBER YACHTS (Gdańsk), MODEL-ART (Ostróda), Andrzej Armiński Projektowanie i Budowa Jachtów (Szczecin) i inne [1, 2]. Branża jachtowa w Polsce jest jedną z największych w Europie. Działa w niej około tysiąca firm, które zatrudniają ponad 40 tys. pracowników. Jej wartość wyceniona się na ok. 349 mln euro. Przykładowo DELPHIA YACHTS (Olecko) produkuje rocznie około 1,5 tys. jednostek (do tej pory wybudowała 25 tys. łodzi FRP), a TTS Sp. z o.o. (Łozienica k. Goleniowa) ok. 600 jednostek rocznie dla: HANSE YACHTS, DEHLER, VARIANTA, MOODY, SEALINE, FJORD. Ogółem w Polsce każdego roku wytwarza się ok. 22 000 sztuk różnego rodzaju łodzi FRP, które są eksportowane głównie do Niemiec, Francji, Norwegii, Chorwacji, Hiszpanii, Turcji, krajów Bliskiego Wschodu, Chin, Japonii, Australii, Nowej Zelandii i Stanów Zjednoczonych.

O skali narastającego problemu stałego przyrostu liczby wycofywanych z eksploatacji kadłubów łodzi FRP i konieczności ich ekologicznego „złomowania” świadczą Raporty: ICOMIA 2008 (Światowa Konferencja Marin), EC Europa 2016 (Komisja Europejska) oraz IMO LC/SG 40/2 [IMO 2017 (Międzynarodowa Organizacja Morska)], podające niektóre dane dotyczące aktualnej liczby łodzi FRP eksploatowanych na świecie.

Przedstawiona na rys. 1 ogólna liczba łodzi FRP (36,35 mln sztuk) nie wyczerpuje jednak faktycznego ilościowego stanu tych łodzi na świecie ze względu na brak dostępnych danych dotyczących krajów z Ameryki Płn. (Kanada), Ameryki Środkowej, Ameryki Płd., Afryki



Rys. 2. Ogólna liczba jednostek rekreacyjnych w poszczególnych krajach Unii Europejskiej wg stanu na rok 2014 (źródło: Haines, 2016) [5] w powiązaniu z [6, 7]

Fig. 2. The total number of recreational units per individual European Union countries as of 2014 (source: Haines, 2016) [5] in connection with [6, 7]

i Azji. Szacuje się, że łączna liczba łodzi FRP może wynosić ok. 73 mln sztuk.

Blisko sześćdziesiąt lat temu do materiałów używanych w sektorze rekreacyjnych jednostek pływających wprowadzono kompozyty wzmacniane włóknem szklanym, co zrewolucjonizowało produkcję łodzi FRP. Produkcja form (ang. *moldmaking*) do wielokrotnie powtarzalnego wytwarzania skorup/poszycia kadłubów umożliwiło opłacalną, stosowaną na szeroką skalę (ok. 95%) produkcję wszystkich rodzajów łodzi FRP. Wykazują one szereg zalet, m.in.: solidne i wyjątkowo trwałe wykonanie kadłuba, lekkość konstrukcji łodzi oraz jej stabilność wymiarowa w całym cyklu życia wyrobu. Zasadniczą wadą natomiast jest trudność „złomowania” tych łodzi po zakończonym użytkowaniu, w wyniku utylizacji lub odpowiedniego, ekonomicznie uzasadnionego recyklingu.

W ramach rozpoznania skali przedsięwzięcia dotyczącego przyszłościowego „złomowania” łodzi FRP na rys. 2 przedstawiono opracowanie zawierające wykaz ogólnej liczby jednostek rekreacyjnych w poszczególnych krajach Unii Europejskiej wg stanu na rok 2014.

Na podstawie obserwowanego od wielu lat corocznego przyrostu światowej produkcji łodzi FRP na średnim poziomie ok. 5,5% szacowano, że na koniec roku 2018 ogólna liczba jednostek rekreacyjnych na świecie wyniesie ok. 38,35 mln sztuk [bez Ameryki Płn. (Kanada), Ameryki Środkowej, Ameryki Płd., Afryki i Azji], w tym: w Stanach Zjednoczonych Ameryki Płn. (USA) – ok. 17,41 mln sztuk i w krajach Unii Europejskiej – ok. 6,65 mln sztuk, z czego w przodującej Norwegii – ok. 0,89 mln sztuk, Szwecji – ok. 0,88 mln sztuk i w Finlandii – ok. 0,79 mln sztuk.

## RECYKLING ŁODZI FRP W ASPEKTCIE ZAGROŻENIA ŚRODOWISKOWEGO

U schyłku pierwszej dekady XXI w. światowe organizacje morskie [AQASS Ltd Water Guidance, UK; Międzynarodowa Organizacja Morska (IMO, UK);



National Association of State Boating Law Administrators (NASBLA, USA); Kanadyjskie Stowarzyszenie Prawa Morskiego (CMIA); Międzynarodowa Rada Stowarzyszeń Przemysłu Morskiego (ICOMIA, UK, Belgia); Royal Yachting Association (RYA, UK)] samodzielnie, bądź w porozumieniu, podjęły działania odnoszące się w zaistniałej skali problemu usuwania i recyklingu włókna szklanego oraz jego utylizacji lub unieszkodliwiania w środowisku morskim, w kontekście zarządzania wycofywaniem z eksploatacji łodzi FRP na świecie.

Eksperti zajmujący się szeroko pojętą problematyką ochrony środowiska, ze szczególnym uwzględnieniem ochrony środowiska morskiego prognozują, że w okresie najbliższych pięciu lat kilka milionów łodzi FRP jedynie z obszarów Stanów Zjednoczonych Ameryki Płn. (USA), po zakończeniu okresu eksploatacyjnego, zostanie poddanych „złomowaniu”, co wygeneruje ok. 550 tys. ton odpadów zawierających włókno szklane. W odniesieniu do krajów wyspiarskich prognozy ekspertów dla lądowego i morskiego środowiska naturalnego są znacznie bardziej niekorzystne ze względu na ograniczone obszary terytorialne i związane z tym możliwości składowania odpadów zawierających włókno szklane. Klasycznym przykładem było planowane składowisko odpadów na wyspie Mauritius w archipelagu Maskarenów, gdzie zgromadzono cztery razy więcej odpadów niż założono, jednocześnie dodatkowe ok. 12% odpadów zatopiono w przybrzeżnych akwenach wodnych (wg opracowania: Foolmaun, Chamillal i Munhurrin, 2011) [8]. W latach

2014–2016, na podstawie przedstawionych raportów z krajów Unii Europejskiej, eksperci do spraw ochrony środowiska oszacowali, że w północnej części Bałtyku oraz na Morzu Śródziemnym pozostaje w postaci bezużytecznych wraków ponad 200 tys. porzuconych łodzi FRP, co stanowi ok. 38 tys. ton odpadów zawierających włókno szklane. Publikowane przez stowarzyszenia, związki i agencje niektórych krajów Unii Europejskiej raporty, dotyczące ilości i okresu eksploatacji łodzi FRP oraz powstających w wyniku ich „złomowania” szacowanych ilości odpadów zawierających FRP, przykładowo przedstawia tabela 1.

Badania prowadzone na świecie w zakresie środowiskowo bezpiecznego „złomowania” łodzi FRP wykazały, że w zależności od regionu świata istnieje kilka dopuszczalnych możliwości utylizacji oraz recyklingu i ponownego wykorzystania materiału kompozytowego zawierającego FRP. I tak przykładowo:

– National Association of State Boating Law Administrators (NASBLA-USA) [11] w opublikowanym raporcie 2009 r. stwierdziła, że w 32 stanach USA najlepszą opcją w ramach zarządzania porzuconymi łodziami FRP jest przeprowadzenie utylizacji metodą rozkroju mechanicznego konstrukcji kadłuba i składowanie na lądzie odpadów zawierających włókna szklane.

– Nordycka Rada Ministrów (Norden) w opublikowanym raporcie 2013 r. stwierdziła, że żaden kraj nordycki (Dania, Islandia, Norwegia, Szwecja, Finlandia, Grenlandia, Wyspy Alandzkie i Wyspy Owcze) nie miał

**T a b e l a 1.** Szacowana ilość odpadów zawierających włókna szklane (tys. ton) w odniesieniu do liczby eksploatowanych łodzi FRP w wybranych krajach UE wg stanu na 2018 r. (źródło: opracowanie własne, 2018) [2–4, 9, 10]

**T a b l e 1.** Estimated amount of waste containing glass fibers (thousand tonnes) in relation to the number of FRP vessels exploited in selected EU countries as of 2018 (source: own elaboration, 2018) [2–4, 9, 10]

Kraj UE	Liczba eksploatowanych łodzi FRP w 2018 r., tys. sztuk	Okres eksploatacji łodzi FRP	Szacowana ilość odpadów zawierających włókna szklane tys. ton
Finlandia <sup>a)</sup>	ok. 790 000	powyżej 35 lat	w 2018 r. – ok. 7,8
Francja <sup>a)</sup>	ok. 546 000	powyżej 35 lat	w 2018 r. – ok. 5,4
Niemcy <sup>b)</sup>	ok. 500 000	powyżej 35 lat	w 2018 r. – ok. 5,2
Holandia <sup>c)</sup>	ok. 500 000	powyżej 35 lat	w 2018 r. – ok. 5,5
Hiszpania <sup>d)</sup>	ok. 190 000	powyżej 30 lat	do 2015 r. – ok. 44,5 do 2020 r. – ok. 52 do 2025 r. – ok. 50 do 2030 r. – ok. 46,5

<sup>a)</sup> International Council of Marine Industry Associations (ICOMIA) – Unia Europejska.

<sup>b)</sup> Federalny Związek Sportów Wodnych w Niemczech; DBSV – Niemieckie Stowarzyszenie Producentów Łodzi i Statków; Federalna Agencja Ochrony Środowiska; ROTH International – Niemcy.

<sup>c)</sup> Rijksoverheid (Ministerstwo Infrastruktury i Gospodarki Wodnej) – Holandia.

<sup>d)</sup> ANEN – Hiszpańskie Stowarzyszenie Handlu Morskiego.

<sup>a)</sup> International Council of Marine Industry Associations (ICOMIA) – European Union.

<sup>b)</sup> The Federal Water Sports Association in Germany; DBSV – (Deutscher Boots- und Schiffbauer-Verband) German Boat and Shipbuilders Association; Federal Environmental Protection Agency; ROTH International – Germany.

<sup>c)</sup> Rijksoverheid (Ministry of Infrastructure and Water Management) – Netherlands.

<sup>d)</sup> ANEN – Spanish Maritime Trade Association.

opracowanego proekologicznego systemu likwidacji łodzi FRP i nie wykazywał troski o środowisko, a jednostki pływające utylizowano w wyniku ich spalania i składowania na lądzie odpadów zawierających FRP.

– Podobnie było w Wielkiej Brytanii.

– Kanadyjskie Stowarzyszenie Prawa Morskiego (CMIA) w opublikowanym raporcie 2016 r. stwierdziło, że utylizacja jednostek winna być ukierunkowana na działalność komercyjną, a dopuszczoną opcją utylizacji łodzi FRP powinno być składowanie na morzu odpadów zawierających włókna szklane.

– Pozostałe kraje Unii Europejskiej, w tym Niemcy i Francja, już w roku 2016 zakazały tego sposobu utylizacji łodzi FRP i składowania odpadów zawierających włókna szklane. Prawdopodobnie dotychczas stosowane metody utylizacji nie znajdują zainteresowania komercyjnego ze względu na brak możliwości wygenerowania z recyklingu FRP oczekiwanych, uzasadnionych ekonomicznie, opłacalnych korzyści. Z dokumentów i raportów wynika, że „złomowanie” łodzi FRP w większości wypadków odbywa się w wyniku ich mechanicznego zniszczenia, a powstające odpady tworzyw polimerowych, zawierające włókna szklane, są gromadzone na wydzielonych składowiskach. Stąd wniosek, że po zakończonym cyklu życia większość łodzi FRP oraz związanych z nimi odpadów ogólnych jest składowana na wysypiskach lub, w szczególności, gdy przestrzeń składowania jest ograniczona, jest spalana lub zatapiana. Badania wykazały, że problem zagospodarowania zużytych łodzi FRP i zarządzania odpadami lawinowo rośnie.

Wymogi zrównoważonego rozwoju gospodarki oraz rygorystyczne wymogi ochrony środowiska na określone grupy naukowców nałożyły obowiązek wyznaczenia podstawowych kierunków zarządzania końcem życia łodzi FRP oraz alternatywy dla składowania ich na morzu. Na przełomie kwietnia/maja 2018 r. na ostatnim, 12. spotkaniu specjalnie powołana Grupa Naukowa Protokołu Londyńskiego opracowywała zalecenia dotyczące unieszkodliwiania łodzi FRP [3–5].

## RECYKLING ŁODZI FRP – RAMY PRAWNE

Do chwili obecnej brakuje przepisów dotyczących zarządzania łodziami FRP wycofywanymi bądź wycofanymi z eksploatacji w odniesieniu do jednostek pływających poniżej pewnych limitów ich wielkości, względnie masy. Na świecie działają jednak organizacje i stowarzyszenia, które zajmują się rozwiązywaniem tego problemu w szeroko pojętym aspekcie publiczno-prawnym. Opracowują one kierunki działań i wytyczne do stworzenia właściwego ustawodawstwa i uregulowań prawnych polityki fiskalnej [5]. Dokumenty zasadnicze Parlamentu Europejskiego i Rady, tzn.: Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/19/UE z dnia 4 lipca 2012 r. w sprawie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (WEEE) oraz Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady zmieniająca dyrektywy 2008/98/WE w sprawie od-

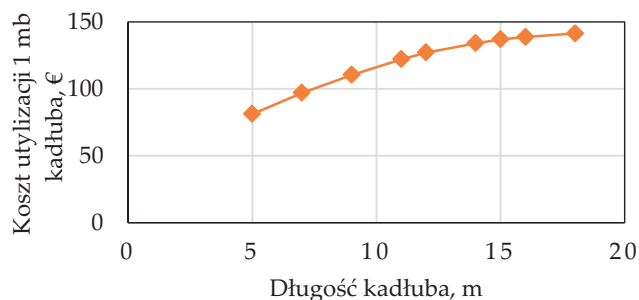
padów, 94/62/WE w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych, 1999/31/WE – w sprawie składowania odpadów, 2000/53/WE – w sprawie pojazdów wycofanych z eksploatacji, 2006/66/WE – w sprawie baterii i akumulatorów oraz zużytych baterii i akumulatorów i 2012/19/UE – w sprawie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego [12, 13], stanowią podstawę i mogą mieć zastosowanie do tworzonych przepisów dotyczących cyklu życia łodzi FRP, tj. okresu ich eksploatacji. W krajach Unii Europejskiej dużą aktywność w tej problematyce wykazują stowarzyszenia i organizacje prorządowe Francji i Finlandii, prowadząc szereg badań w obszarze legislacji prawno-skarbowej (np.: we Francji wola wprowadzenia tzw. podatku ekologicznego) oraz poszukiwania środowiskowo najlepszych metod utylizacji łodzi FRP wycofanych z eksploatacji. Od blisko 30 lat w wielu krajach na świecie eksperci zajmujący się problemem recyklingu dużych statków, wykonanych głównie ze stali lub aluminium, pracują nad rozwiązaniami prawnymi odnoszącymi się do proekologicznego „złomowania” tych jednostek po wycofaniu z eksploatacji. Mimo, że opracowane i wdrożone na świecie przepisy (kolejne Konwencje) nie mają jeszcze zastosowania do małych statków FRP i łodzi FRP, to jednak stanowią podstawę do wyznaczenia ram czasowych dla prawodawstwa międzynarodowego i Unii Europejskiej w zakresie opracowania właściwych rozwiązań prawnych problemu gospodarowania odpadami i unieszkodliwiania jednostek pływających FRP. Istotą tego zagadnienia wyrażają opracowane już, przyjęte i wdrożone Konwencje międzynarodowe:

### Konwencja bazylejska (1989) [14]

Przyjęta 22 marca 1989 r. (Program Narodów Zjednoczonych ds. Ochrony Środowiska) konwencja bazylejska zapewnia ramy minimalizacji odpadów niebezpiecznych dla środowiska i bezpiecznego nimi gospodarowania. Zgodnie z konwencją opracowano techniczne wytyczne dotyczące identyfikacji i racjonalnego ekologicznie gospodarowania odpadami tworzyw polimerowych oraz ich usuwania (UNEP/CHW.6/21). Konwencja ta przedstawia typowe rodzaje i źródła tworzyw polimerowych oraz szczegółowe informacje na temat „bezpiecznego obchodzenia się z nimi, zagęszczania, transportu, przechowywania i wysyłki odpadów tworzyw sztucznych, a także możliwych zastosowań w przypadku tworzyw sztucznych” (IMO, 2017). Wytyczne te jednak nie określają kierunku odpadów pochodzących w szczególności z wycofywanych z eksploatacji łodzi FRP, ale „zawierają informacje, które mogą mieć wartość w kontekście rozwoju dalszych wytycznych dotyczących zarządzania życiem materiału FRP, w szczególności w odniesieniu do czynników wpływających na opcje utylizacji i recyklingu” (IMO, 2017) [5].

### Konwencja z Nairobi [15]

Konwencja z Nairobi (przyjęta 18.05.2007 r., weszła w życie 14 kwietnia 2015 r.) [15], ustanowiła dla państw podstawę prawną do usuwania wraków, które mogą utrudniać nawigację, stanowić potencjalne zagrożenie



Rys. 3. Koszt utylizacji 1 mb kadłuba łodzi FRP (GRP) × LOH (źródło: opracowanie własne, 2018) [2, 16, 17]

Fig. 3. Cost of disposal of 1 mb FRP (GRP) × LOH (source: own elaboration, 2018) [2, 16, 17]

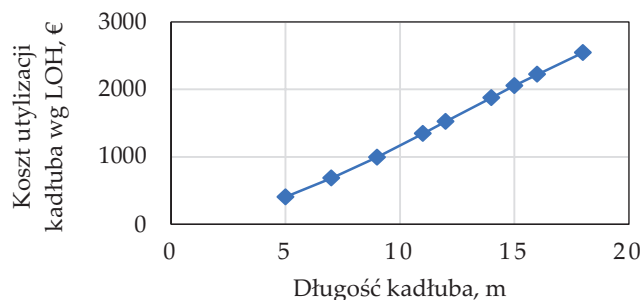
dla innych statków i ich załóg, a potencjalne uszkodzenie wraku – zagrożenie dla środowiska morskiego i przybrzeżnego (IMO, 2018) [9]. Konwencja z Nairobi ma zastosowanie wyłącznie do statków o pojemności brutto 300 ton i większej [pojemność brutto (skrót GT, G.T. lub gt, ang. *Gross Tonnage*) – miara pojemności (tonaż) brutto statków handlowych], a niektóre kraje (np. Wielka Brytania) nie są sygnatariuszami tej Konwencji [5].

Konwencję dotyczącą prawidłowego recyklingu statków – Hongkong z 2009 r. [8] przyjęto 15.05.2009 r., weszła w życie 24 miesiące po ratyfikacji przez 15 państw, reprezentujących 40% światowej żeglugi handlowej według tonażu brutto.

Konwencja z Hongkongu określa działania mające na celu zapewnienie braku zagrożenia, które stanowiłyby łodzi FRP poddawane recyklingowi, dla zdrowia ludzkiego i środowiska. Konwencja ma zastosowanie tylko do statków o pojemności większej niż 500 ton brutto i statków o pojemności powyżej 500 GT działających na wodach międzynarodowych i nie zawiera żadnych wskazań odnoszących się do statków z kompozytów z włóknem szklanym (FRP) (IMO, 2017). Jednak zarówno Konwencje z Bazylei i Nairobi, jak i Konwencja z Hongkongu dostarczą zapewne wytycznych użytecznych do opracowania instrumentów ustawowych w zakresie bezpiecznego zarządzania i usuwania mniejszych statków/łodzi FRP oraz metod finansowania. Obecnie światowe prawodawstwo dotyczy tylko większych statków i nie wskazuje gotowych rozwiązań w obszarze łodzi FRP. Ustawodawstwo lokalne lub krajowe może się opierać na aspektach gospodarowania odpadami i/lub rozwiązaniach zakładających obowiązkową rejestrację właściciela [5].

#### KOSZTY UTYLIZACJI I/LUB RECYKLINGU ŁODZI FRP

Obecnie koszty utylizacji i/lub recyklingu łodzi FRP są determinowane przez fizyczne możliwości realizowania tych procesów, czyli: dostępnej przestrzeni do ich przeprowadzenia, powierzchni składowania odpadów, zasobów przewidzianej do zużycia energii, mediów technicznych, sprzętu i zaangażowania czynnika ludzkiego oraz transportu.



Rys. 4. Koszt utylizacji kadłuba łodzi FRP (GRP) wg LOH (źródło: opracowanie własne, 2018) [2, 16, 17] (wg ISO 8666:2016 w odniesieniu do małych łodzi LOH – *Lenght of Hull*), długość kadłuba – całkowita długość kadłuba mierzona od zewnętrznej części dziobu do najdalej wysuniętej części rufy łodzi

Fig. 4. Cost of FRP (GRP) boat hull utilization according to LOH (source: own elaboration, 2018) [2, 16, 17], where: according to ISO 8666:2016 for small boats there is a definition of LOH (*Lenght of Hull*) or hull length (*i.e.* the total length of the hull measured from the outside parts of the bow to the farthest part of the stern of the boat)

Koszty utylizacji rekreacyjnych kompozytowych jednostek pływających w Europie są szacowane następująco:

- koszt utylizacji 1 mb kadłuba łodzi FRP (GRP) × LOH (*lenght of hull*) (rys. 3);
- koszt utylizacji kadłuba łodzi FRP (GRP) wg LOH (rys. 4);
- koszt utylizacji kadłuba łodzi FRP (GRP) w Niemczech wynosi 1000 euro/1 tonę łodzi [18].

Koszty utylizacji rekreacyjnych kompozytowych jednostek pływających w Stanach Zjednoczonych Ameryki Płn. (USA) są szacowane na poziomie od 1200 \$ do 2000 \$ za tonę wyporności jednostki, bez gwarancji dokonania utylizacji łodzi FRP (GRP) w sposób przyjazny dla środowiska [11].

#### PODSUMOWANIE

Od połowy lat 90. XX w. narasta problem środowiskowo bezpiecznej utylizacji i/lub recyklingu kadłubów małych statków i łodzi wykonanych z polimerowych kompozytów konstrukcyjnych wzmocnionych włóknami szklanymi. Brak odpowiednich przepisów prawnych oraz konwencji dotyczących proekologicznego unieszkodliwiania „złomowanych” łodzi FRP wpływa na odmienność formułowanych w różnych rejonach świata opinii o bezpiecznych metodach utylizacji tych jednostek oraz o sposobach składowania powstałych z nich odpadów zawierających włókna szklane. Dozwolone przez USA składowanie tych odpadów na lądzie, czy zalecane przez Kanadę składowanie ich w przybrzeżnych akwenach wodnych, a także spalanie na morzu łodzi FRP w krajach nordyckich, jest nieakceptowane przez kraje wyspiarskie Pacyfiku, Atlantyku czy Oceanu Indyjskiego ze względu na ograniczone wolne powierzchnie do składowania niebiodegradowalnych odpadów FRP w przestrzeni lądowej

i przybrzeżno-morskiej. Niektóre kraje Unii Europejskiej (np.: Niemcy, Francja) już zakazały składowania odpadów zawierających włókna szklane i innych materiałów niebezpiecznych dla środowiska naturalnego. Należy zaznaczyć, że zasady unieszkodliwiania łodzi FRP muszą znaleźć odzwierciedlenie w odpowiednio przygotowanym Ustawodawstwie międzynarodowym oraz w globalnej polityce finansowej dużych państw. Najbardziej realnymi sposobami finansowania przyszłego recyklingu wydają się systemy opłat od sprzedaży nowych łodzi i rejestracja właścicieli, stwarzające scentralizowane fundusze wsparcia programów recyklingu łodzi FRP. W odniesieniu do państw wyspiarskich oraz małych państw kontynentalnych, w tym większości państw Unii Europejskiej, alternatywnym rozwiązaniem może być stosowane w budowie kadłubów łodzi biodegradowalnych materiałów wzmacnianych włóknami naturalnymi. Konieczna jest dalsza współpraca z prawnikami, naukowcami i przemysłem zmierzająca do wypracowania odpowiedniego Ustawodawstwa oraz proekologicznych metod utylizacji i/lub recyklingu łodzi FRP, wycofanych i wycofanych z eksploatacji.

#### LITERATURA

- [1] Centkowski J.: *Przemysł Jachtowy* 2014, 1, 15.
- [2] <https://yachts.trade.gov.pl> (data dostępu 13.05.2019).
- [3] Protokół Londyński – LC/SG 41\_2018.
- [4] Protokół Londyński – LC/SG 42\_2018.
- [5] Raport\_J017\_2017\_IMOFibreGlassBoats© Copyright 2018 AQASS.
- [6] Protokół Londyński – LC/SG 38\_2016.
- [7] Protokół Londyński – LC/SG 40\_2016.
- [8] Konwencja z Hongkongu (2009–2011).
- [9] <https://www.imo.org/en> (data dostępu 13.05.2019).
- [10] <https://www.rijksoverheid.nl> (data dostępu 13.05.2019).
- [11] <https://www.nasbla.org.usa> (data dostępu 13.05.2019).
- [12] SWD (2014) 0208 finalny Dokument roboczy służb komisji streszczenie oceny skutków towarzyszący dokumentowi: Wniosek dotyczący dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady dotyczącej przeglądu celów określonych w dyrektywach 2008/98/WE w sprawie odpadów, 94/62/WE w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych oraz 1999/31/WE w sprawie składowania odpadów i zmieniającej dyrektywy 2000/53/WE w sprawie pojazdów wycofanych z eksploatacji, 2006/66/WE w sprawie baterii i akumulatorów oraz zużytych baterii i akumulatorów i 2012/19/UE w sprawie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego – Bruksela, dnia 02.07.2014 r.
- [13] Dyrektywa 2000/53/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 września 2000 r. w sprawie pojazdów wycofanych z eksploatacji.
- [14] Konwencja bazylejska (1989).
- [15] Konwencja z Nairobi (2007–2015).
- [16] [www.anen.es](http://www.anen.es) (data dostępu 13.05.2019).
- [17] <https://www.aqass.co.uk> (data dostępu 13.05.2019).
- [18] <https://www.roth-international.de> (data dostępu 13.05.2019).

Otrzymano 23 V 2019 r.