

## PROJEKT NOSZY PRZYSTOSOWANYCH DO TRANSPORTU POSZKODOWANEGO W WARUNKACH MORSKICH

### STRETCHER ADAPTED TO TRANSPORTATION OF A PATIENT IN MARINE CONDITIONS – A DESIGN PROPOSAL

**Patrycja Jursza**

Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni, Wydział Dowodzenia i Operacji Morskich, Gdynia,  
e-mail: pjursza@wp.pl, ORCID 0000-0003-0508-0831

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono projekt noszy przystosowanych do transportu poszkodowanego w warunkach morskich, których konstrukcja pozwala funkcjonować w warunkach: falowania, silnego wiatru oraz destrukcyjnego oddziaływania środowiska morskiego na poszczególne elementy noszy. Projekt ma na celu zwiększenie bezpieczeństwa osób poszkodowanych na morzu.

**Słowa kluczowe:** nosze, ratownictwo morskie, bezpieczeństwo osób na morzu, transport poszkodowanego.

**Abstract:** The article presents design of stretcher adapted to transport harmed in marine conditions, construction of which allows functioning in conditions of: high waves, strong winds and highly aggressive impact of the marine environment on individual elements of the stretcher. The role of the design is to help increase safety of injured at sea.

**Keywords:** stretcher, sea rescue, safety of persons at sea, transport of the victim.

## 1. WSTĘP

Niekiedy z braku rozważli, czasem z powodu złych warunków atmosferycznych, nieuwagi czy braku doświadczenia ludzie ulegają wypadkom. Pomoc na wodzie nie należy do zadań łatwych, dlatego poprzez odpowiednią konstrukcję sprzętu używanego podczas takich akcji należy ułatwić pracę ratownikom, zabezpieczając życie nie tylko poszkodowanego, lecz także ich samych. Sektor produkcji sprzętu medycznego wykorzystywanego w ratownictwie stanowi obszar o znacznym popycie sprzedaży przy jednoczesnym i zdecydowanym deficycie produkcyjnym. Kwestia przystosowań łodzi ratowniczych czy konstrukcja noszy ratowniczych

stanowi problem, gdyż na rynku brakuje wyspecjalizowanych firm oraz wykształconych specjalistów w dziedzinie mechaniki połączonej ściśle z zagadnieniami medycznymi. W artykule przedstawiono projekt noszy wielofunkcyjnych przeznaczonych do transportu poszkodowanego w warunkach morskich.

## 2. PRZYGOTOWANIE KONSTRUKCJI NOSZY

Środowisko morskie stawia przed konstrukcją noszy wiele problemów oraz niedogodności, które należy uwzględnić przy ich projektowaniu. Woda w morzu ulega nieustannie zjawisku falowania. Wzmaganie lub tłumienie falowania zależy od okresu działania silnego wiatru oraz od głębokości morza. Głównym problemem związanym ze zjawiskiem falowania jest możliwość wywrócenia się noszy oraz ich zalania, dlatego podczas konstruowania należy unikać tworzenia elementów umożliwiających nadmierne zbieranie się wody (różnego rodzaju otwarte głębokie komory, obszary bezodpływowe umożliwiające gromadzenie się wody, nieszczelne konstrukcje, itp.). Istotne jest również odpowiednie dobranie ciężaru konstrukcji w stosunku do jej wyporności w taki sposób, by konstrukcja unosiła się na wodzie, toteż podczas obliczeń mechaniczno-wytrzymałościowych należy wykorzystać elementarne prawa fizyki, takie jak prawo powszechnego ciężenia oraz prawo Archimedesesa.

Konstrukcja powinna funkcjonować w warunkach morskich, falującej wody bogatej w wysokie stężenie kationów sodu, potasu, magnezu i glinu oraz anionów chlorkowych, siarczanowych i węglanowych. Powinna charakteryzować się wysoką wytrzymałością zmęczeniową oraz odpornością na korozję. Problem korozji można rozwiązać przez dobór odpowiedniego rodzaju materiału.

Ponadto nosze powinny cechować się odpowiednią statecznością – czyli zdolnością powrotu do stanu równowagi statycznej w sytuacji, gdy z takiej równowagi pod wpływem działania sił zewnętrznych zostaną wytracone. Rozwiązaniem tego problemu jest zachowanie symetrycznej geometrii noszy, która umożliwi zachowanie podstawowych warunków równowagi sił i momentów działających na konstrukcję oraz równomierne rozłożenie obciążenia.

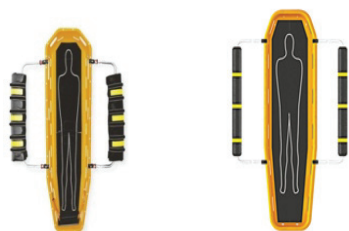
## 3. STAN OBECNY RYNKU PRODUKCJI NOSZY

Spośród firm specjalizujących się w produkcji sprzętu ratownictwa, a w szczególności noszy przystosowanych do transportu ludzi w wodzie, prym wiodą firmy amerykańskie. Na rynku europejskim nosze produkowane są we Francji oraz Włoszech. Niestety, w Polsce próżno szukać producentów specjalistycznego sprzętu ratownictwa ukierunkowanego na ratownictwo wodne. Można jednak znaleźć wiele firm dystrybucyjnych oferujących sprzedaż takiego sprzętu.

Na podstawie katalogów poszczególnych firm dokonano zestawienia oraz charakterystyki dostępnych na rynku noszy przystosowanych do transportu uszkodzonego w wodzie.

Nosze do transportu uszkodzonego w wodzie ze względu na ich budowę można podzielić na trzy rodzaje:

- składające się z kosza wykonanego z tworzywa sztucznego wraz z dołączonymi pływakami (rys. 1 i 2);
- składające się z kosza wykonanego ze szkieletu stalowego lub aluminiowego wraz z dołączonymi pływakami (rys. 3 i 4);
- typu SKED – składające się z tkaniny oraz pływaków (rys 5).



**Parametry:**

Długość: 216,5 cm

Szerokość: 63,5 cm

Szerokość z otwartymi pływakami: 140 cm

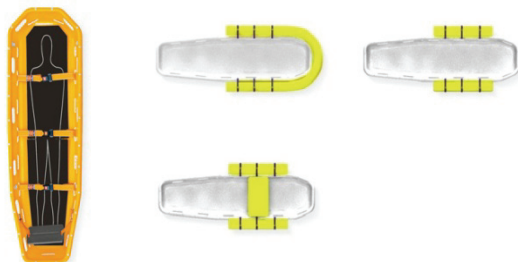
Nośność: 280 kg

Waga: 21,5 kg

**Rys. 1.** Model Spencer Alaska

**Fig. 1.** Spencer Alaska model

Źródło: katalog firmy Spencer.



**Parametry:**

Długość: 215 cm

Szerokość: 65 cm

Wysokość: 19 cm

Nośność: 280 kg

Waga: 13,5 kg

**Rys. 2.** Model Spencer Shell

**Fig. 2.** Spencer Shell model

Źródło: katalog firmy Spencer.

Nosze, przedstawione na rysunkach 1 i 2, stanowią połączenie kosza ratowniczego wykonanego z polietylenu o dużej gęstości oraz przymocowanych do konstrukcji pływaków. Całość jest odporna na korozję oraz uszkodzenia mechaniczne. Pływerność zapewniają dodatkowo zamocowane pływaki, wykonane ze spienionego polietylenu o wysokiej gęstości. Pływaki pokryte są materiałem przypominającym gumę lub tkaniną nylonową powleconą warstwą winylu.

Pasy przeznaczone do łączenia pływaków z koszem wykonane są z taśmy propylenowej. Model Spencer Shell, widoczny na rysunku 2, posiada kosz, który został wzmocniony aluminiowym szkieletem, zwiększającym jego wytrzymałość.



**Parametry:**

Długość: 211,2 cm

Szerokość: 65 cm

Wysokość: 21 cm

Nośność: 360 kg

Waga: 16,5 kg

**Rys. 3.** Model Boston Pro aluminium

**Fig. 3.** Boston Pro aluminium model

*Źródło: katalog firmy Spencer.*

Model noszy Boston Pro aluminium, przedstawiony na rysunku 3, wykonany został w postaci stelażu, w którym zastosowano aluminiowe rury o średnicy 30 mm, połączone ze sobą w procesie spawania metodą TIG. Podłoże noszy wykonane jest z nylonowej siatki, która zapewnia pamięć kształtu. Poszczególne kawałki siatki połączone zostały przy użyciu polipropylenowej linki, dzięki czemu możliwa jest wymiana poszczególnych jej elementów. Pływalność zapewniają dodatkowe pływaki, zilustrowane na rysunku 2.



**Parametry:**

Wymiary: 203 × 50 × 21 cm

Nośność: 680 kg

Masa: 14,51 kg

**Rys. 4.** Nosze Junkin JSA 300 A wraz z pływakami

**Fig. 4.** Stretchers Junkin JSA 300 A with swimmers

*Źródło: <http://www.junkinsafety.com/Stretchers/BasketTypeStretchers/tabid/65/Default.aspx>*

Model Junkin, widoczny na rysunku 4, składa się ze stelaża, który został wykonany z rury ze stali nierdzewnej, natomiast podłoże stanowi połączenie siatki i tworzywa sztucznego. Podłoże zapewnia sztywność noszy, a także ułatwia utrzymanie ich czystości. Akcesoria pływające wykonane są z pianki pokrytej nylonem, zapewniające wyporność noszy. Ponadto jednoczęściowa konstrukcja pływaków ułatwia ich szybki montaż.



**Rys. 5.** Nosze Sked

**Fig. 5.** Stretchers Sked

Źródło: <https://skedco.com/product/sked-basic-rescue-system-international-orange>

Nosze SKED, widoczne na rysunku 5, ze względu na małe rozmiary po spakowaniu oraz łatwość i szybkość rozpakowania są wykorzystywane przez amerykańską armię. Materiał, z którego wykonano nosze, stanowi wytrzymałe tworzywo sztuczne, które nie pęka nawet w temperaturze  $-80^{\circ}\text{C}$ . Dzięki dwóm pływakom zaopatrzonym w naboje  $\text{CO}_2$  możliwe jest osiągnięcie pływalności noszy wraz z poszkodowanym w niecałe 30 sekund. Przez pociągnięcie za pasek przy pływakach uruchomiony zostaje pneumatyczny mechanizm napędzający pływaki. Specyficzna konstrukcja zapewnia możliwość utrzymywania poszkodowanego będącego w wodzie, w pozycji pionowej, w warunkach falowania. W przypadku zalania przez falę i odwrócenia noszy o  $180^{\circ}$  nosze samoczynnie po kilku sekundach powrócą do pozycji wyjściowej.

#### 4. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE

Główne założenie stawiane przy konstrukcji noszy zakłada uzyskanie wyporności i stateczności, pozwalającej na utrzymanie noszy wraz z poszkodowanym na powierzchni wody. Założeniem dodatkowym jest uzyskanie właściwości wytrzymałościowych, wpływających na bezpieczny transport poszkodowanego. Wymiary oraz masa noszy powinny ułatwić ich wygodny transport, przy jak najmniejszym udziale zajmowanego miejsca podczas przechowywania. Kształt konstrukcji powinien charakteryzować się opływowym kształtem, minimalizującym opory ruchu powstające w wyniku przepływu cieczy. Materiały, z których wykonane będą nosze, powinny być odporne na korozję oraz uszkodzenia, spowodowane szkodliwym działaniem środowiska. Konstrukcja powinna posiadać system mocujący, umożliwiający podjęcie noszy wraz z poszkodowanym z wody albo podłączenia ich do helikoptera.

**Tabela 1.** Założenie projektowe do obliczeń

**Table 1.** Design assumption for calculations

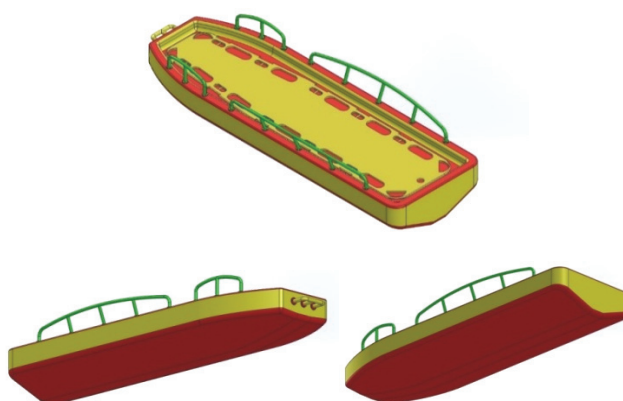
Rodzaj założenia	Wartość założenia
Maksymalna masa poszkodowanego	$m_p = 120 \text{ kg}$
Maksymalny wzrostu pacjenta	$L_p = 180 \text{ cm}$
Warunek pływalności	$Q_{all} \leq F_{wyp}$

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli 1 zaprezentowano przyjęte założenia dotyczące maksymalnej wartości masy oraz wzrostu poszkodowanego, wykorzystane w dalszej części artykułu do obliczeń. Przedstawiono również warunek zapewniający pływalność noszy: całkowity ciężar konstrukcji noszy ( $Q_{all}$ ) musi być mniejszy od siły wyporu konstrukcji ( $F_{wyp}$ ), aby nosze unosiły się na wodzie.

## 5. WIZUALIZACJA

Rysunek 6 przedstawia wizualizację noszy, które wykonano ze styropianu, pokrytego cienką warstwą tworzywa sztucznego, zapewniającego konstrukcji sztywność, wytrzymałość, odporność na ścieranie, uszkodzenia mechaniczne oraz korozję.



**Rys. 6.** Wizualizacje noszy

**Fig. 6.** Visualization stretcher

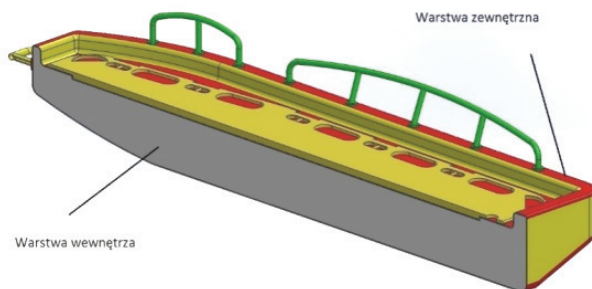
Źródło: opracowanie własne.

Nosze charakteryzują się smukłą geometrią. Są integralne z deską ortopedyczną. Szereg uchwytów oraz barierek bocznych umożliwia kompatybilność konstrukcji z helikopterem czy wodnymi jednostkami ratowniczymi. Krzywizna

oraz wykończenie krawędzi nadają konstrukcji opływowy kształt, co z kolei przyczynia się do minimalizacji oporów powstających na skutek napierającej na konstrukcję wody.

## 6. BUDOWA

Skonstruowane nosze są stworzone ze struktury składającej się z warstwy zewnętrznej i wewnętrznej, co ilustruje rysunek 7.



**Rys. 7.** Budowa noszy

**Fig. 7.** Construction of the stretcher

*Źródło: opracowanie własne.*

Warstwa wewnętrzna styropianu nadaje właściwości wypornościowe, sztywność, stanowi rdzeń konstrukcji, oraz przenosi nieznaczne obciążenia, powstające na skutek użytkowania noszy. Warstwa zewnętrzna zaś stanowi osłonę konstrukcji, która nadaje całości parametry mechaniczno-wytrzymałościowe (duża zdolność do przenoszenia naprężeń, mniejsza odkształcalność konstrukcji, odporność na zmęczenie materiału, itp.), zapewnia dodatkową sztywność, chroni styropian przed nasiąknięciem oraz przed korozją, zapewnia szczelność, zabezpiecza przed nadmiernym zużyciem i ścieraniem powierzchni, pomaga w utrzymaniu czystości noszy oraz nadaje walory estetyczne.

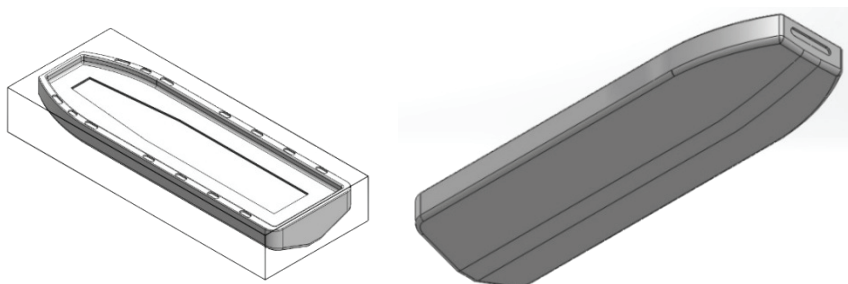
### 6.1. Warstwa zewnętrzna

Warstwę zewnętrzną tworzy warstwowy kompozyt włóknisty, w którym poszczególne warstwy ułożone są jedna na drugiej oraz połączone ze sobą spoiwem. Włókna są podstawowym elementem przenoszącym obciążenia w konstrukcji kompozytu warstwowego. Natomiast spoiwo stanowi tzw. matrycę, która łączy poszczególne włókna między sobą, a także poszczególne warstwy kompozytu.

Ponadto zapewnia odpowiedni rozkład obciążenia pomiędzy poszczególne włókna, jak również pełni funkcję ochronną przed działającym na włókna szkodliwymi warunkami zewnętrznymi.

## 6.2. Warstwa wewnętrzna

Warstwa wewnętrzna to powstała w wyniku procesu frezowania bryła styropianu o geometrii przedstawionej w rysunkach poniżej.

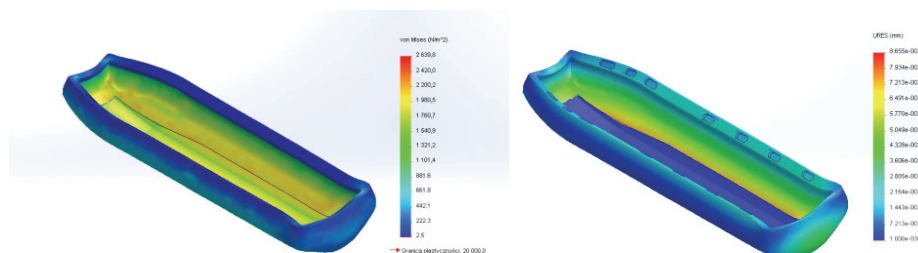


**Rys. 8.** Bryła styropianu

**Fig. 8.** Solid styrofoam

*Źródło: opracowanie własne.*

Bryła styropianu, stanowiąca warstwę wewnętrzną noszy, została poddana symulacji komputerowej, mającej na celu zbadanie oraz zaprezentowanie wyników odkształcenia oraz rozkładu naprężeń (wg hipotezy Hubera), jakie powstaną pod wpływem przyłożenia siły 1500 N (siła odpowiadająca masie około 150 kg). Wyniki przedstawiono w postaci rysunku 9.

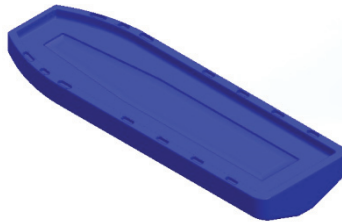


**Rys. 9.** Naprężenia zredukowane wg Hubera (po lewej) oraz wypadkowe przemieszczenie (po prawej)

**Fig. 9.** Stress reduced according to Huber (on the left) and accidental displacement (on the right)

*Źródło: symulacja wykonana w programie Solidworks.*





Rys. 10. Współczynnik bezpieczeństwa

Fig. 10. Factor of Safety

Źródło: symulacja wykonana w programie Solidworks.

W wyniku przyłożenia siły  $F = 1500$  N, rozłożonej na powierzchni styku, np. deski ortopedycznej z powierzchnią noszy, uzyskano maksymalne naprężenia mniejsze aniżeli granica plastyczności materiału (rys. 9).

W żadnym miejscu, jak pokazuje rysunek 10, nie został przekroczony współczynnik bezpieczeństwa, a jego najniższa wartość wyniosła 7,6.

Największa deformacja modelu wynosi poniżej 1 mm, co ilustruje rysunek 9.

## 7. OBLICZENIA


Tabela 2. Wybrane obliczenia dla konstrukcji

Table 2. Selected calculations for the structure of the stretcher

<p><math>V_s = 0,18 \text{ m}^3</math></p>	<p><b>WYPORNOŚĆ</b> Siła wyporu działa na ciało zanurzone w cieczy. Jest ona skierowana pionowo w dół przeciwnie do działania siły wyporu. Określa ciężar płynu wypartego przez zanurzone w nim ciało (prawo Archimedes)</p> $W = V * \gamma = V * \rho * g$ <p>gdzie: <math>V</math> – objętość ciała zanurzonego w cieczy lub objętość części zanurzonej ciała pływającego pod powierzchnią cieczy, <math>\gamma = \rho * g</math> – ciężar właściwy cieczy, <math>\rho</math> – gęstość cieczy.</p> <p><b>SIŁA WYPORU STYROPIANU</b> Wyporność, jaką zapewnia rdzeń styropianowy, obliczono w następujący sposób:</p> $W_S = V_s \times \rho_{\text{H}_2\text{O-NaCl}} \times g = 0,18 \text{ m}^3 \times 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1,81 \text{ kN}$ <p>gdzie: <math>W_S</math> – wyporność styropianu [kg], <math>V_s</math> – objętość styropianu [<math>\text{m}^3</math>], <math>\rho_{(\text{H}_2\text{O NaCl})}</math> – gęstość wody morskiej = <math>1025 \text{ kg/m}^3</math>, <math>g</math> – przyspieszenie ziemskie <math>\approx 9,81 \text{ m/s}^2</math>.</p> <p><b>CAŁKOWITA WYPORNOŚĆ KADŁUBA</b> – w warunkach, kiedy uszkodzony znajduje się w noszach na desce ortopedycznej.</p> <p>Oprócz wyporności, jaką zapewnia styropian, dodatkowo deska ortopedyczna także posiada własną wyporność, która wynosi 900 N. Wyporność, jaką zapewnia warstwa zewnętrzna, jest pomijalnie mała, dlatego nie będzie uwzględniana w dalszych obliczeniach</p>	<p><math>W_S = 1,81 \text{ kN}</math></p>
--	---	---

<p><math>W_S = 1,81 \text{ kN}</math> <math>W_D = 0,9 \text{ kN}</math></p>	<p style="text-align: center;"><math>W_K = W_S + W_D</math></p> <p>gdzie: <math>W_K</math> – wyporność kadłuba [N], <math>W_S</math> – wyporność styropianu [N], <math>W_D</math> – wyporność deski ortopedycznej [N] = 900 N.</p> <p><b>PLYWALNOŚĆ</b> Wyróżnia się trzy stany pływalności: a) ciężar ciała jest większy od jego wyporu – ciało opada na dno zbiornika z cieczą (<math>Q &gt; W</math>); b) ciężar ciała jest równy jego wyporowi – ciało pływa w całkowitym zanurzeniu (<math>Q = W</math>); c) ciężar ciała jest mniejszy od jego całkowitego wyporu – ciało pływa na powierzchni cieczy (<math>Q &lt; W</math>). Interesujący stan pływalności – c) kiedy ciało unosi się na powierzchni wody. Aby uzyskać taki efekt, musi zostać spełniona zależność: siła wyporu jest większa od ciężaru ciała.</p> <p style="text-align: center;"><math>W &gt; Q</math></p> <p><b>PLYWALNOŚĆ NOSZY BEZ POSZKODOWANEGO</b> Warunkiem koniecznym jest fakt, by siła wyporu styropianu (bez deski ortopedycznej zapewniającej dodatkowy wypór) była większa od jej siły ciężkości (<math>W_s</math>)</p>	<p><math>W_K = 2,71 \text{ kN}</math></p>
<p><math>W_S = 1,81 \text{ kN}</math> <math>m_n = 14,5 \text{ kg}</math> <math>g \approx 9,81 \text{ m/s}^2</math> <math>Q_{kadłub} = 145,3 \text{ N}</math></p>	<p style="text-align: center;"><math>W_s &gt; Q_{kadłub}</math> <math>W_s &gt; m_n \times g</math> <math>1,81 \text{ kN} &gt; 14,5 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}</math> <math>1,81 \text{ kN} &gt; 0,145 \text{ kN}</math></p> <p>gdzie: <math>m_n</math> – masa noszy [kg] – stanowi ją suma mas: bryły styropianu, kompozytu warstwowego oraz elementów aluminiowych (uchwyty, wzmocnienia, itp.), ze względu na obszerność obliczeń podano ich wartość końcową = 14,5 kg, <math>Q_{kadłub}</math> – ciężar kadłuba. Warunek został spełniony. Kadłub będzie unosił się na powierzchni wody.</p> <p><b>PLYWALNOŚĆ NOSZY Z POSZKODOWANYM</b> Aby nosze pływały, konieczne jest spełnienie warunku: siła wyporu pełnej konstrukcji noszy wraz z uszkodzonym oraz dodatkowym wyposażeniem (deska ortopedyczna, itp.) powinna być większa od całkowitej siły ciężkości (<math>Q_{all}</math>), jaką generują nosze, uszkodzony oraz deska ortopedyczna.</p>	<p><math>W_s &gt; Q_{kadłub}</math></p>
<p><math>W_K = 2,71 \text{ kN}</math> <math>m_{(n+p)} = 146,5 \text{ kg}</math> <math>g \approx 9,81 \text{ m/s}^2</math> <math>Q_{all} = 1,44 \text{ kN}</math></p>	<p style="text-align: center;"><math>W_k &gt; Q_{all}</math> <math>W_k &gt; m_{n+p} \times g</math> <math>2,71 \text{ kN} &gt; 146,5 \text{ kg} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}</math> <math>2,71 \text{ kN} &gt; 1,44 \text{ kN}</math></p> <p>gdzie: <math>m_{n+p}</math> – masa noszy wraz z uszkodzonym, umieszczanym na desce ortopedycznej oraz masa nieuwzględnionych akcesoriów medycznych (np. stabilizator głowy, opatrunki, szyny, rurki ułatwiające oddychanie)</p> <p style="text-align: center;"><math>m_{n+p} = m_p + m_n + m_d + m_{add}</math></p> <p>gdzie: <math>m_p</math> – założona masa uszkodzowanego = 120 kg; <math>m_n</math> – masa noszy = 14,5 kg, <math>m_d</math> – masa deski ortopedycznej 7,2 kg. Deska firmy Iron Duck model ultra vue 18 wykonana zgodnie z normą PN-EN 1865:2002, stosowaną przy projektowaniu i produkcji sprzętu do transportu medycznego; <math>m_{add}</math> – masa dodatkowa = 12 kg.</p>	<p><math>W_k &gt; Q_{all}</math></p>

	<p><b>Warunek został spełniony. Nosze wraz z uszkodzonym będą unosiły się na powierzchni wody.</b> Siła wyporu celowo została zaprojektowana ze znaczną przesadą. W ten sposób zapewniono duży margines bezpieczeństwa, co do możliwości przyłożenia dodatkowej nieuwzględnionej w obliczeniach masy.</p> <p><b>ZANURZENIE</b>                  Zanurzenie jednostki określa się na podstawie prób statecznościowych, podczas których umieszcza się ją w basenach napełnionych wodą i mierzy, jak zmienia się zanurzenie wraz z przyłożonym obciążeniem oraz jakie jest zanurzenie początkowej wolno stojącej konstrukcji. Istnieje także możliwość obliczenia lub przyjęcia tzw. zanurzenia konstrukcyjnego na podstawie odpowiednich tablic i wzorców. Sposób ten nie ma zastosowania do kadłuba przedstawionych noszy, gdyż nie posiada on żadnego wzorca konstrukcyjnego oraz nie jest ujęty w żadnych tablicach, dlatego należało posłużyć się niekonwencjonalnymi sposobami obliczeń w celu wyznaczenia zanurzenia konstrukcji wolno stojącej. Wartość tego zanurzenia wskazuje tzw. linia wodnicy konstrukcyjnej. Jest to linia teoretyczna wyznaczona na kadłubie przez poziom spokojnej wody oraz przy określonym stopniu załadunku jednostki/objektu pływającego. Na podstawie poniższego równania wyznaczono wartość minimalnej objętości, jaka jest w stanie zapewnić pływalność noszy</p> $W_{\text{wodnicy}} = Q_{\text{kadłuba}}$ <p>gdzie <math>W_{\text{wodnicy}}</math> – objętość kadłuba cały czas zanurzona.</p> $Q_{\text{kadłuba}} = W_{\text{wodnicy}} = V_{\text{wodnicy}} \times \rho \times g$ <p>Po przekształceniu</p> $V_{\text{wodnicy}} = \frac{Q_{\text{kadłuba}}}{\rho_{\text{H}_2\text{O NaCl}} \times g} = \frac{145,3 \text{ N}}{9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \times 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 0,02 \text{ m}^3$ <div data-bbox="332 1022 942 1142" style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;"><b>Rys. 11. Linia wodnicy</b>  <b>Fig. 11. Waterline line</b></p> <p><i>Źródło: opracowanie własne.</i></p> <p><b>ZMIANA GŁĘBOKOŚCI ZANURZENIA NOSZY POD WPLYWEM UMIESZCZENIA OBCIĄŻENIA W POSTACI CZŁOWIEKA ZNAJDUJĄCEGO SIĘ NA DESCE ORTOPEDYCZNEJ WRAZ Z AKCESORIAMI (np. respirator).</b></p> <p>Wychodząc z warunku równowagi sił ciężaru i wyporu:</p> $W = Q$ <p>po umieszczeniu uszkodzonego (<math>m_p</math>), znajdującego się na desce ortopedycznej (<math>m_d</math>) wraz z dodatkowymi akcesoriami (<math>m_{add}</math>), w noszach nastąpi przyrost obciążenia o wartość <math>\Delta Q</math>.</p>	<p><math>V_{\text{wodnicy}} = 0,02 \text{ m}^3</math></p>
--	--	---

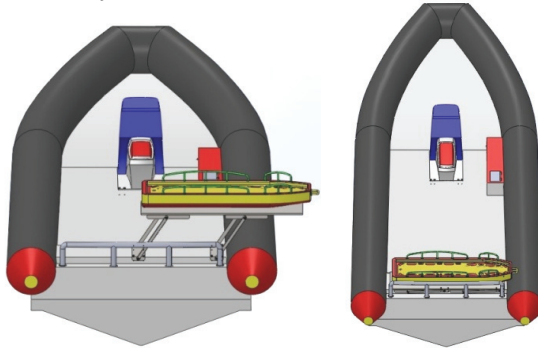
<p> <math>m_p = 120 \text{ kg}</math>  <math>g \approx 9,81 \text{ m/s}^2</math>  <math>m_d = 7,2 \text{ kg}</math>  <math>m_{add} = 5 \text{ kg}</math> </p> <p> <math>g \approx 9,81 \text{ m/s}^2</math>  <math>\rho = 1025 \text{ kg/m}^3</math> </p> <p> <math>\Delta Q = 1,3 \text{ kN}</math>  <math>\rho = 1025 \text{ kg/m}^3</math>  <math>P = 1,6 \text{ m}^2</math> </p>	<p> <math>\Delta Q (m_p + m_d + m_{add}) \times g = (120 \text{ kg} + 7,2 \text{ kg} + 5 \text{ kg}) \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 1,3 \text{ kN}</math> </p> <p>Nastąpi zmiana warunku równowagi:</p> $W + \Delta W = Q + \Delta Q$ <p>stąd po uwzględnieniu <math>W = Q</math> powstaje wyrażenie:</p> $\Delta W = \Delta Q$ $\Delta W = \Delta V \times g \times \rho \Delta Q = (m_p + m_d + m_{add}) \times g$ $\Delta Q = \Delta V \times g \times \rho \Delta V = \Delta h \times P$ <p>Zakładając, że przekrój pola przekroju nie ulega zmianie <math>P = \text{constans}</math>, otrzymano wyrażenie na przyrost zanurzenia konstrukcji:</p> $\Delta h = \frac{\Delta Q}{P \times g \times \rho}$ <p>Jako wartość pola powierzchni przekroju przyjęto przekrój wyznaczony przez linię wodnicy pływania.</p>  <p><b>Rys. 12.</b> Przekrój powierzchni w miejscu linii wodnicy pływania</p> <p><b>Fig. 12.</b> The cross-section of the surface at the place of the waterline of the swimming</p> <p><i>Źródło: opracowanie własne.</i></p> <p>Wykorzystując możliwość programu Solidworks, zaznaczono wybraną powierzchnię i otrzymano z programu wartość tej powierzchni <math>P = 1,6 \text{ m}^2</math>, dane podstawiono do wzoru:</p> $\Delta h = \frac{\Delta Q}{P \times g \times \rho}$ <p>uzyskano następujący wynik:</p> $= \frac{1300 \text{ N}}{1,6 \text{ m}^2 \times 1025 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 0,08 \text{ m}$ <p><b>Wniosek:</b> Po umieszczeniu w noszach uszkodzonego o masie 120 kg, znajdującego się na desce wraz z akcesoriami, konstrukcja zanurzy się o 8 cm.</p>	<p><math>\Delta Q = 1,3 \text{ kN}</math></p> <p><math>P = 1,6 \text{ m}^2</math></p> <p><math>\Delta h = 0,08</math></p>
--	--	---

*Źródło: opracowanie własne.*

## 8. PRZECHOWYWANIE

Nosze nie wymagają specjalnego przechowywania, jednak dla przedłużenia ich żywotności zasadne byłoby przechowywanie konstrukcji w środowisku suchym, by dodatkowo nie narażać jej na szkodliwe działanie wody. Nosze można transportować na specjalnie dopasowanych łożach-windach mocowanych na łodziach.

Rysunek 13 przedstawia wizualizację przystosowania łodzi ratunkowej typu RiB 900 do transportu noszy.



**Rys. 13.** Model łodzi ratunkowej typu RIB 900 wraz z przystosowaniem

**Fig. 13.** Model of rescue boat type RIB 900 with adaptation

*Źródło: model wykonany w programie Solidworks – opracowanie własne.*

## 9. PODSUMOWANIE

Niezawodność, prostota, niska masa oraz praktyczne zastosowanie stanowią główne zasady, jakimi autor kierował się podczas projektowania noszy. Wykonano obliczenia konstrukcji, wskazujące, że konstrukcja pływa i jest bezpieczna. Nosze skonstruowano w taki sposób, aby możliwe było ich podczepienie pod helikopter lub wciągarkę. Poprzez zastosowanie wyjmowanej deski ortopedycznej powstała funkcja podejmowania człowieka z wody, a następnie umieszczania go przez ratowników w noszach, pozostając cały czas w wodzie. Zaprojektowana geometria noszy powoduje ich stateczność. Równomierny rozkład ciężaru na powierzchni deski zmniejsza naciski powierzchniowe oraz zapobiega przed powstawaniem dodatkowych momentów i sił, chcących wytrącić konstrukcję z położenia równowagi, a co się z tym wiąże, przyczynia się do poprawy bezpieczeństwa transportu uszkodzonego.

Podczas specyficznych akcji ratowniczych, prowadzonych na morzu, najważniejsze jest zapewnienie bezpieczeństwa ratownikom oraz uszkodzonym. Przeżyć, jakie towarzyszą rannemu znajdującemu się na otwartej przestrzeni, nie sposób opisać, nie znajdując się w takiej sytuacji. Wtedy każda, nawet najmniejsza rzecz, mogąca poprawić poczucie bezpieczeństwa, jest nieoceniona.

Przedstawione w artykule informacje mogą stanowić materiał do stworzenia polskiego produktu w postaci noszy do transportu poszkodowanego na morzu. Ze względu na ograniczenia objętościowe zaprezentowano jedynie najważniejsze informacje dotyczące projektu noszy. Obszerny materiał łącznie z dokumentacją wykonawczą poszczególnych elementów oraz obliczenia konstrukcji i zastosowanych połączeń materiału, a także analiza MES elementów aluminiowych, stanowią teoretyczny projekt dyplomowy autorki, który został złożony w roku 2012 na Wydziale Mechanicznym Politechniki Gdańskiej.

## LITERATURA

- Baranowski, K., 2011, *Praktyka oceaniczna*, Alma-Press Sp. z o.o., Warszawa.
- Dąbrowski, Z., Dziewulski, J.W., 1998, *Vademecum żeglarstwa morskiego*, Alma-press, Warszawa.
- Dobrzański, T., 1998, *Rysunek techniczny maszynowy*, WNT, Warszawa.
- Dudziak, J., 2008, *Teoria okrętu*, Oficyna Morska, Gdańsk.
- German, J., 1996, *Podstawy mechaniki kompozytów włóknistych*, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej im. T. Kościuszki, Kraków.
- House, D.J., 1997, *Marine Survival and Rescue System*, Witherby & co ltd, Londyn.
- Kamiński, Z., 1961, *Fizyka dla kandydatów na wyższe uczelnie techniczne*, WNT, Warszawa.
- Katalog firmy Spencer*, 2010, Spencer Italia Srl – katalog pokazowy.
- Kochanowski, M., 2002, *Podstawy konstrukcji maszyn*, Wydawnictwo PG, Gdańsk.
- Międzynarodowa konwencja o bezpieczeństwie życia na morzu*, 1974, SOLAS, tekst jednolity 2006, Polski Rejestr Statków, Gdańsk.
- Osiński, Z., 2012, *Podstawy konstrukcji maszyn*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- PN-EN 1865:2002, *Wymagania dotyczące noszy i innego sprzętu do przemieszczania pacjenta, stosowanego w ambulansach drogowych*.
- Pochodaj, A., 2016, *Człowiek za burtą*, Alma-press, Warszawa.
- Prycha, J., 2004, Piotrowski, M., *Szybkie łodzie ratownicze, eksploatacja i manewrowanie*, Bellona, Gdynia.
- Przybylski, J., Przybylski, S., Skalski, D., Galarowicz, O., 2015, *Wpływ warunków hydrologicznych i meteorologicznych na taktykę i metodykę działań w zakresie ratownictwa wodnego*, w: *Bezpieczna woda*, cz. 2, Szkoła Główna Pożarnicza, Warszawa.
- Puścian, J., 1993, *Podstawy ratownictwa na morzu*, Oberraum, Szczecin.
- Reymer, B., (red.), 1976, *Mały poradnik mechanika*, WNT, Warszawa.
- Więckiewicz, W., 2006, *Podstawy pływalności i stateczności statków handlowych*, Wydawnictwo AM w Gdyni, Gdynia.
- Źródła internetowe
- <https://skedco.com/product/sked-basic-rescue-system-international-orange>.
- [http://3nity-es.com/?post\\_events5=skedco-sked-rapid-deployment-system-international-orange](http://3nity-es.com/?post_events5=skedco-sked-rapid-deployment-system-international-orange) (dostęp 08.04.2018).
- <http://www.junkinsafety.com/Stretchers/BasketTypeStretchers/tabid/65/Default.aspx>.
- [http://www.pg.gda.pl/~kkrzyszt/Mat\\_pom\\_3.pdf](http://www.pg.gda.pl/~kkrzyszt/Mat_pom_3.pdf) (dostęp 08.04.2018).
- [http://www.wzwm.pwr.wroc.pl/files/pages/inst\\_12.pdf](http://www.wzwm.pwr.wroc.pl/files/pages/inst_12.pdf) (dostęp 08.04.2018).