

# Od pomysłu Archimedesesa do urządzeń zastosowanych w żegludze, transporcie i w życiu codziennym mieszkańców Pojezierza Suwalskiego



fot. Paulina Kwaśniewska



fot. Paulina Kwaśniewska

## Autorzy:

**Michał Kocój**

(Archimedes – jego teoria, wynalazki oraz budowa współczesnych jachtów, statków i łodzi podwodnych)

**Paulina Kwaśniewska**

(Urządzenia na Pojezierzu Mazurskim oparte na teorii Archimedesesa wykorzystywane w sporcie, rozrywce, transporcie i komunikacji)

**Karolina Skrzypek**

(Urządzenia na Pojezierzu Mazurskim oparte na teorii Archimedesesa wykorzystywane w sporcie, rozrywce, transporcie i komunikacji)

**Michał Zajac**

(Naturalne prawa przyrody jako załazek prawa Archimedesesa oraz wpływ jego twierdzenia na mechanizm nurkowania)

## Spis Treści

Wstęp.....	3
Jak brzmi prawo Archimedesesa?.....	5
Jak budowane i napędzane są statki?.....	10
Naturalne prawa przyrody jako załączek prawa Archimedesesa i jego wpływ na mechanizm nurkowania.....	16
Jakie urządzenia na Pojezierzu Mazurskim oparte na teorii Archimedesesa są wykorzystywane w sporcie, rozrywce, transporcie i komunikacji? ...	28
Podsumowanie.....	40
Zakończenie.....	41
Streszczenie po angielsku.....	42
Bibliografia.....	43

## Wstęp

Wybraliśmy ten projekt wspólnie, choć nasze motywacje były różne. W pierwszej kolejności zaciekał nas temat – wydawał się on nam bardzo tajemniczy, chcieliśmy się dowiedzieć więcej o prawie Archimedesesa, jego zastosowaniu w życiu codziennym, wpływie na budowę łodzi, statków, balonów, na współczesną komunikację i transport oraz jak Archimedes wyjaśnia prawa przyrody.

Po drugie, byliśmy przekonani, że realizując projekt będziemy się przy świetnie bawić, przy okazji pogłębiając swoją wiedzę fizyczną. Planujemy przedstawić (w miarę naszych umiejętności) w naszej pracy wiele aspektów tego zagadnienia, ale nie jesteśmy pewni, czy nam się to uda. Wykorzystamy wszelkie dostępne dla nas źródła: książki, opracowania popularne, prace naukowe, nasze notatki, ale także sięgnęliśmy do zasobów dostępnych w Internecie.

W opracowywaniu tematu naszego projektu pomogły nam postawione przez nas pytania badawcze. W naszej pracy odpowiemy na następujące pytania i zagadnienia:

1. Jak brzmi prawo Archimedesesa?
2. Jak budowane i napędzane są statki?
3. Naturalne prawa przyrody jako załóżek prawa Archimedesesa i jego wpływ na mechanizm nurkowania.
4. Jakie urządzenia na Pojezierzu Mazurskim oparte na teorii Archimedesesa są wykorzystywane w sporcie, rozrywce, transporcie i komunikacji?

W naszym projekcie polegamy na prawie Archimedesesa, które brzmi:  
*Na każde ciało zanurzone w cieczy lub gazie działa zwrócona do góry siła wyporu  $F_w$  o wartości równej wartości ciężaru cieczy wypartej przez to ciało.*

$$F_w = F_c = \rho_{\text{cieczy}} \cdot g \cdot V$$

*gdzie:*

$F_c$  – ciężar wypartej cieczy

$V$  – objętość ciała lub jego zanurzonej części

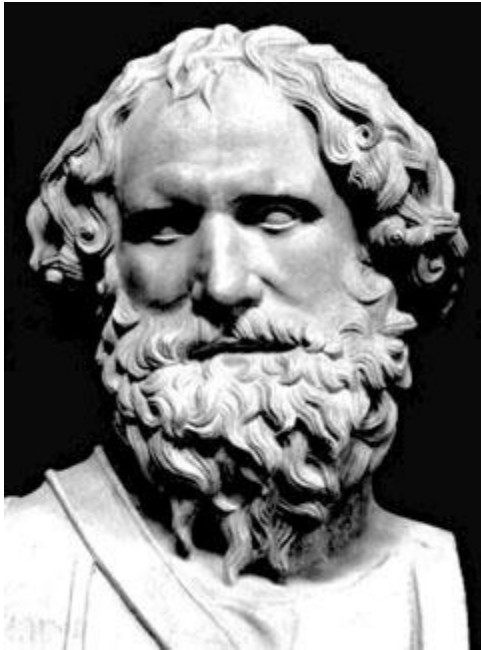
Postaramy się sprostać podjętemu przez nas zadaniu i mamy nadzieję, że uda nam się to zrobić wyczerpująco.

## I. Jak brzmi prawo Archimedesesa?

*W mojej części mam za zadanie opisać krótko życie i teorię Archimedesesa. Postanowiłem napisać również krótko o jego wynalazkach.*

„noli turbare circulos meos” („nie zamazuj moich kół”)<sup>1</sup>

Archimedes z Syrakuz, żyjący w III wieku p.n.e., był greckim filozofem przyrody, astronomem i matematykiem. Był jednym z



Archimedes, źródło:  
<http://www.nndb.com/people/746/000087485/>

największych uczonych starożytności oraz twórcą wielu wynalazków, teorii i praw używanych powszechnie do czasów współczesnych. Jako pierwszy matematyk zdefiniował pojęcie siły, odkrył jak wyznaczyć środek ciężkości dla prostych figur, opisał zasadę dźwigni i prawa równi pochyłej. Po raz pierwszy w historii podał także przybliżoną wartość liczby pi ( $3\frac{10}{71} < \pi < 3\frac{1}{7}$ ). Grecki filozof wynalazł również śrubę wodną (tzw. śrubę Archimedesesa), przenośnik ślimakowy, maszyny obronne i wiele innych, przydatnych w tamtych czasach przedmiotów. Udoskonalił także wielokrążek i zastosował go do wodowania statków.<sup>2</sup>

Archimedesowi zawdzięczamy przede wszystkim jednak powstanie jednego z najważniejszych praw fizycznych dotyczących siły wyporu, nazwanego od imienia jego twórcy prawem Archimedesesa. Powstało on na podstawie obserwacji poczynionych przez filozofa w życiu codziennym. Król Syrakuz - Hieron II (ok. 306 p.n.e. - 215 p.n.e.) powierzył mu do rozwiązania zadanie, polegające na ustaleniu, czy jego korona wykonana została w całości ze złota. Nie mógł jej jednak przekroić, ani zniszczyć, ponieważ była pięknie wykonana. Legenda mówi, że podczas jednej ze swych kąpielii, Archimedes zauważył, że po wejściu do wanny jej poziom

<sup>1</sup> Archimedes, [dok. elektr.] <http://pl.wikipedia.org/wiki/Archimedes> [odczyt: 2.10.12].

<sup>2</sup> J. J. O'Connor, E. F. Robertson, *Archimedes of Syracuse*, [dok. elektr.] <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Archimedes.html> [odczyt: 1.10.12].

podnosi się, a poszczególne części jego ciała są lżejsze i łatwiej się unoszą. Włożył zatem do różnych naczyń z wodą o tym samym poziomie koronę i grudkę złota o tej samej masie. Okazało się że korona wyparła więcej wody - miała zatem większą objętość, a mniejszą gęstość.<sup>3</sup> Ówczesne rozumowanie Archimedesusa można zatem zapisać według następujących równań:

$$F_w = F_c$$

gdzie:

$F_w$  = ciężar wypartej cieczy

$F_c$  = ciężar ciała w wodzie

Ciężar wypartej cieczy jest równy:

$$F_w = \rho_c \cdot g \cdot V$$

gdzie:

$F_w$  = ciężar wypartej cieczy

$\rho_c$  = gęstość cieczy

$g$  = przyspieszenie ziemskie

$V$  = objętość ciała lub jego części

Zatem:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\rho_c \cdot g \cdot V_1}{\rho_c \cdot g \cdot V_2}$$

gdzie:

$F_1$  = siła wyporu w naczyniu z koroną

$F_2$  = siła wyporu w naczyniu ze złotem

---

<sup>3</sup> Archimedes, [dok. elektr.] <http://pl.wikipedia.org/wiki/Archimedes> [odczyt: 1.10.12].

Gęstość cieczy i przyspieszenie ziemskie są w obu przypadkach takie same:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\rho_{\text{c}} \cdot g \cdot V_1}{\rho_{\text{c}} \cdot g \cdot V_2}$$

Więc po skróceniu:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{V_1}{V_2}$$

Ciężar wypartej cieczy był większy w pierwszym naczyniu niż w drugim, więc objętość ciała zanurzonego w pierwszym naczyniu jest również większa niż w drugim;

$$F_1 > F_2 \quad \text{więc} \quad V_1 > V_2$$

Objętość jest równa:

$$V = \frac{m}{\rho}$$

gdzie:

v = objętość

m = masa

$\rho$  = gęstość

Jest więc odwrotnie proporcjonalna do gęstości:

$$V \sim \frac{1}{\rho}$$

Ile razy jest większa objętość, tyle razy mniejsza jest gęstość ciała.

Objętość ciała zanurzonego w pierwszym naczyniu jest większa niż w drugim, więc gęstość ciała jest mniejsza w pierwszym naczyniu niż w drugim.

$$V_1 > V_2 \quad \text{więc} \quad \rho_1 < \rho_2$$

Można także zapisać, że:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{m_1}{\rho_1}}{\frac{m_2}{\rho_2}}$$

Czyli;

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\frac{m_1}{\rho_1}}{\frac{m_2}{\rho_2}}$$

Masa w obu przypadkach jest taka sama:

$$m_1 = m_2$$

Można więc ją skrócić:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\frac{m_1}{\rho_1}}{\frac{m_2}{\rho_2}}$$

Więc:



$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\frac{1}{\rho_1}}{\frac{1}{\rho_2}} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$

Ciężar w pierwszym naczyniu jest większy niż w drugim, więc gęstość w pierwszym naczyniu jest mniejsza niż w drugim.

W obu przypadkach gęstość w naczyniach nie była równa, zatem można wyciągnąć wniosek, że korona w zadaniu Archimedesesa nie była wykonana z czystego złota.

Jego twierdzenie brzmi:

*Na każde ciało zanurzone w cieczy lub gazie działa zwrócona do góry siła wyporu  $F_w$  o wartości równej wartości ciężaru cieczy wypartej przez to ciało.*

$$F_w = F_c = \rho_{\text{cieczy}} \cdot g \cdot V$$

*gdzie:*

*$F_c$  – ciężar wypartej cieczy*

*$V$  – objętość ciała lub jego zanurzonej części*

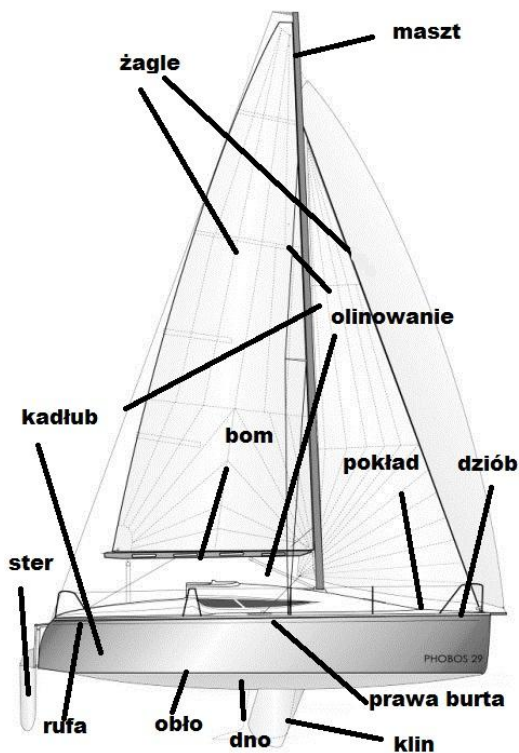
## II. Jak budowane i napędzane są statki?

W tej części mam za zadanie opisać budowę statków i przykłady ich napędu. Postanowiłem zrobić to na przykładzie jachtu. Zamierzam również przedstawić rodzaje napędu skutera wodnego i wodolotu. Opiszę również mechanizm działania łodzi podwodnej i batyskafu.

### ***Budowa statków na przykładzie jachtu***

Statki wodne są to jednostki pływające, które powstały już w epoce kamiennej. Dawniej służyły do walk, odkrywania i podbijania nowych terenów. W dzisiejszych czasach używa się ich głównie do rozrywki: sportów, wyścigów i wypoczynku.<sup>4</sup>

Statki są zbudowane z masztów, żagli, olinowania i kadłuba, który zapewnia mu pływalność i stateczność, a także zastępuje mieszkanie i



pokoje dla załogi i pasażerów. Można także przechowywać w nim ładunek. Jego przednia część nazywana jest dziobem, po bokach można wyróżnić burty (lewa i prawa), a z tyłu rufę.<sup>5</sup> Jego spód nosi nazwę dna, a miejsce w którym łączy się z burcią, nosi nazwę obła. Wodoszczelne pokrycie kadłuba, zwane pokładem, dzieli się na pokład dziobowy i rufowy. Zagłębienie w kadłubie to kokpit. Widząc jacht można łatwo rozróżnić nadbudówkę, czyli konstrukcję wystającą ponad burty, mającą na celu zwiększenie przestrzeni kabin, czyli pomieszczeń dla załogi i pasażerów.<sup>6</sup> Często na dnie kadłuba znajduje się głęboki klin, który przenosi

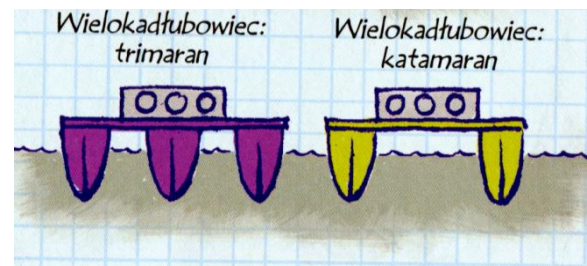
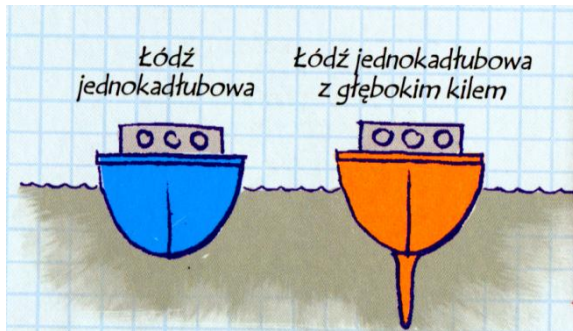
Budowa jachtu, źródło: <http://www.dalpol-yacht.pl/pl/phobos-29-szkice-i-schematy>

<sup>4</sup> S. Parker, op. cit., s. 6-11; <http://encyklopedia.pwn.pl/haslo.php?id=3979246> [odczyt: 25.10.12].

<sup>5</sup> *Statek wodny*, [dok. elektr.] <http://encyklopedia.pwn.pl/haslo.php?id=3979246> [odczyt: 2.10.12]; *Budowa łodzi*, [dok. elektr.] [http://www.wopr.plocman.pl/wiedza/loz\\_bud.htm](http://www.wopr.plocman.pl/wiedza/loz_bud.htm) [odczyt: 2.10.12].

<sup>6</sup> [http://motorowki.thermal.pl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=34&Itemid=41](http://motorowki.thermal.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=34&Itemid=41) [odczyt: 4.10.12].

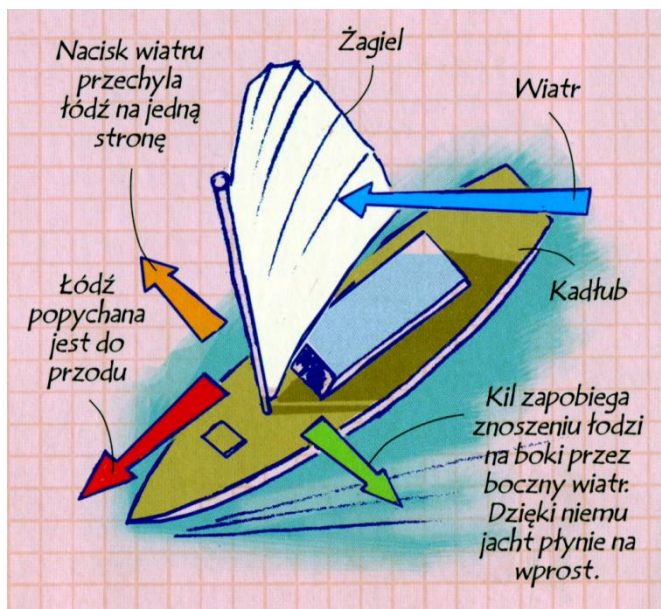
niżej środek ciężkości łodzi. Przez ten element budowy jacht staje się stabilniejszy i trudniej jest go przechylić. Można wyróżnić także łodzie z kilkoma kadłubami, np. katamaran czy



tri  
ma  
ran  
.7

Różnice między statkami z głębokim kilem i wielokadłubowce, źródło: S. Parker, *Statki i łodzie podwodne. Tajniki budowy maszyn pływających*, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2010, s. 10.

Widząc jacht, łatwo rozróżnić także jego żagle. Jest to najczęściej trójkątna i bardzo mocna tkanina, wykonana z różnych włókien, takich jak bawełna, len czy poliester. Różne żaglowki mają inną liczbę żagli - od



jednego do dwudziestu. Przymocowany do nich bom, czyli rurka lub żerdź, odpowiednio obraca się dookoła masztu, w zależności od kierunku, z którego wieje wiatr. Dzięki temu wiatr pcha jacht do przodu i w bok. Przez specyficzny kształt kadłuba i dużą powierzchnię kila, czyli elementu zapobiegającemu znoszeniu łodzi na boki i ewentualnie dzięki mieczowi -

Czemu jacht płynie?, źródło: S. Parker, op. cit., s. 8.

ruchomemu elementowi, który można schować do skrzynki mieczowej, odpowiedzialnemu za pływanie ostrymi kursami, łódź nie skręca w żadną stronę, tylko płynie prosto.<sup>8</sup>

<sup>7</sup> S. Parker, *Statki i łodzie podwodne. Tajniki budowy maszyn pływających*, Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2010, s. 6-11.

<sup>8</sup> S. Parker, op. cit., s. 6-11.

Żagle i bom są przytwierdzone do masztu. Jest to wysoki, prosty słup, który służy do podtrzymania żagla. Czasem na jego końcu znajduje się flaga państwa. Jest on wzmocniony różnymi sznurami i linami zwanymi olinowaniem statku. Służą one także do poruszania żaglami.<sup>9</sup>

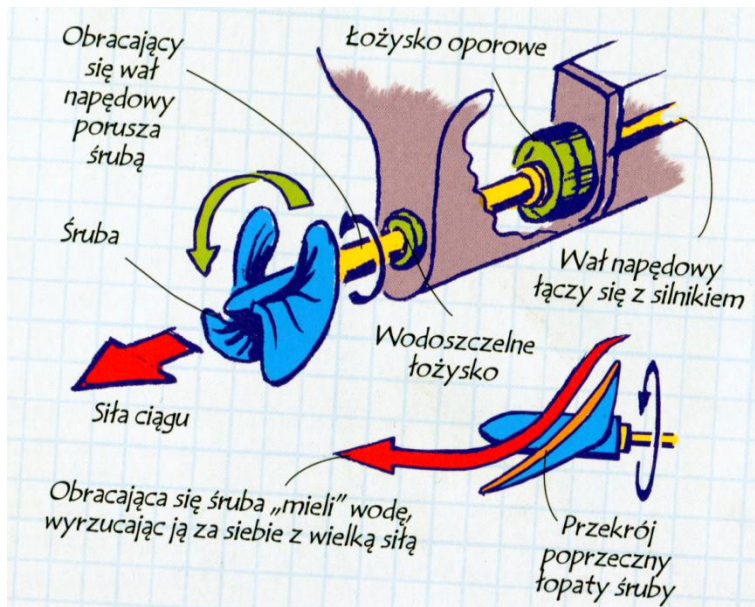
---

<sup>9</sup> S. Parker, op. cit., s. 6-11.

## Działanie napędu w statkach

### 1) Silniki parowe

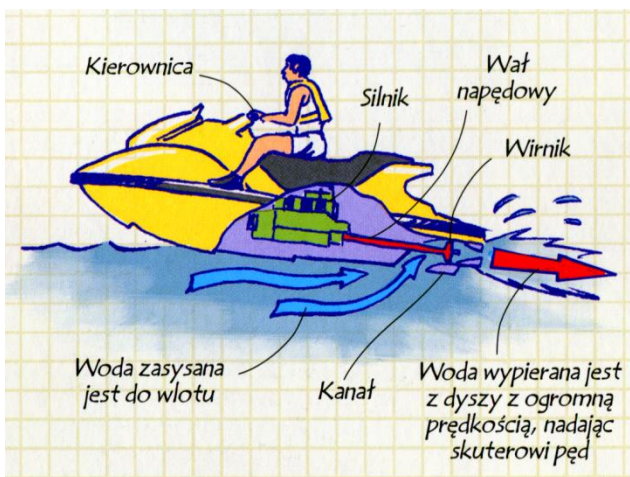
Wynalezione w XVIII wieku silniki parowe, napędzane parą albo wodą, znalazły zastosowanie również w statkach. Wymyślono wtedy śrubę okrętową.



Było to urządzenie odwrotne do śruby Archimedes, o której napiszemy w czwartej części tego projektu. Śruba, która łączy się z silnikiem za pomocą wału napędowego, obraca się, przetwarzając ruch obrotowy wału na siłę napędu, wyrzucając wodę z wielką siłą.<sup>10</sup>

Schemat śruby okrętowej, źródło: S. Parker, op. cit., s. 7.

### 2) Napęd skutera wodnego



Wirnik (element skutera o kształcie wiatraka) zasysa wodę spod kadłuba i wyrzuca ją pod dużym ciśnieniem z tyłu skutera. Dzięki temu powstaje siła odrzutu, która popycha skuter do przodu.<sup>11</sup>

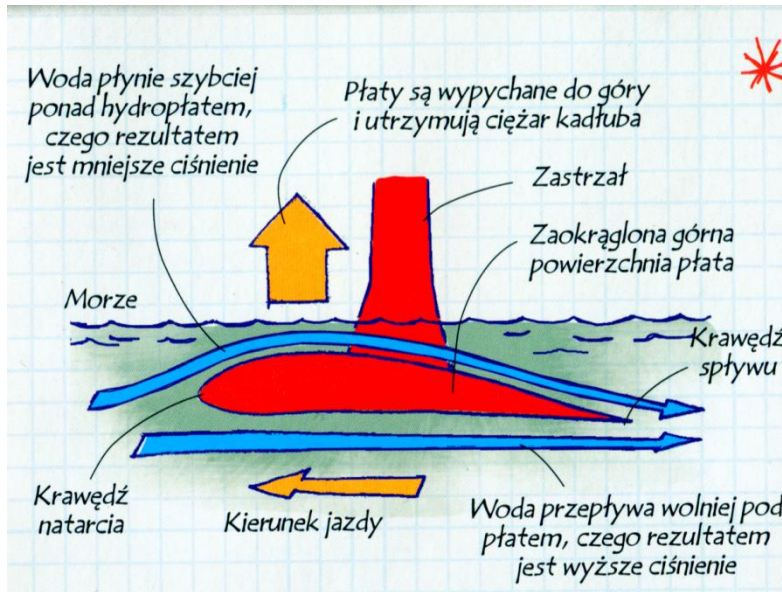
Czemu skuter pływa?, źródło: S. Parker, op. cit., s. 12.

<sup>10</sup> S. Parker, op. cit., s. 7, [http://pl.wikipedia.org/wiki/%C5%9Aruba\\_okr%C4%99towa](http://pl.wikipedia.org/wiki/%C5%9Aruba_okr%C4%99towa)

<sup>11</sup> S. Parker, op. cit., s. 12.

### 3) Czemu wodoloty unoszą się nad wodą?

Wodolot jest utrzymywany przez kilka płatów, wyglądających jak narty.

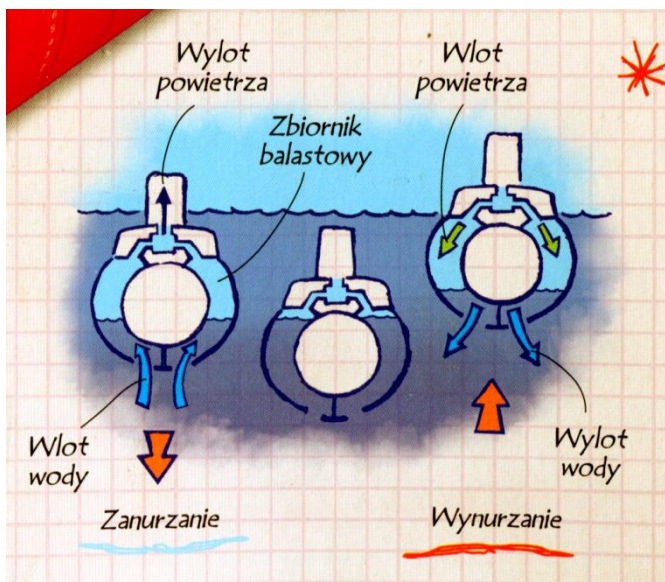


Są one jednak (tylko) od góry zaokrąglone. Dzięki temu woda szybciej przepływa nad niż pod nimi. Tam gdzie woda płynie szybciej ciśnienie jest mniejsze, więc woda pod płatami podnosi do góry wodolot, ponad wodę. Zwane jest to siłą nośną.<sup>12</sup>

Unoszenie się wodolotów nad wodą, źródło: S. Parker, op. cit., s. 19.

### **Budowa łodzi podwodnych**

#### **Łodzie podwodne**



Łodzie podwodne powstały w XVII wieku. Zostały zaprojektowane do pokonywania dużych odległości pod wodą. Wszystkie łodzie podwodne wyposażone są w zbiorniki balastowe. Podczas schodzenia pod wodę wypuszcza się z nich powietrze i wypełnia wodą z otoczenia, przez co łódź staje się cięższa od otoczenia i tonie. Nie schodzą one zwykle na głębiej niż na kilkaset metrów, w

Działanie łodzi podwodnych, źródło: S. Parker, op. cit., s. 35.

przeciwieństwie do

<sup>12</sup> S. Parker, op. cit., s. 34-35.

batyskafów. Aby się wynurzyć, do zbiorników wpuszczane jest powietrze pod dużym ciśnieniem, uzyskane z wody morskiej, które wypycha cięższą wodę. Łódź staje się znacznie lżejsza i unosi się ku powierzchni.<sup>13</sup>

## **Batyskafy**

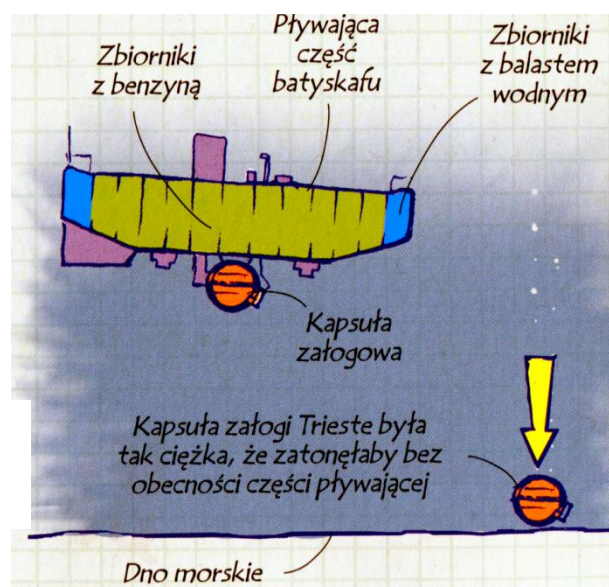
Batyskafy to małe łodzie podwodne służące do nurkowania głębinowego. Działają one podobnie do normalnych łodzi podwodnych, różnią się jednak tym, że ich balastem jest żelazo zamiast wody. Aby się wynurzyć, żelazny balast jest zwalniany z pojemników, za pomocą specjalnego magnezu. Batyskafy są pokryte stalą o grubości około trzynastu centymetrów i ważą nawet osiem ton. Dzięki temu mogą wytrzymać ogromne ciśnienie.<sup>14</sup>

Batyskafy służą głównie do badań naukowych, mierzenia głębokości i przeszukiwania wraków na dnie mórz i oceanów. Na przykład w 1985 roku batyskaf Argo zlokalizował wrak słynnego Titanica na głębokości 3800 metrów, a Trieste w 1960 roku zszedł na głębokość 10 911 metrów w Głębi Challenger, części Rowu Mariańskiego.



Batyskaf Trieste, źródło:

[http://pl.wikipedia.org/wiki/Trieste\\_\(batyskaf\)](http://pl.wikipedia.org/wiki/Trieste_(batyskaf))



Schemat batyskafu, źródło: S. Parker, op. cit., s. 36.

<sup>13</sup> S. Parker, op. cit., s. 35.

<sup>14</sup> S. Parker, op. cit., s. 36-37.

### III. Naturalne prawa przyrody jako załóżek prawa Archimedesesa i jego wpływ na mechanizm nurkowania.

*W mojej części chciałbym napisać jak powiązane jest prawo Archimedesesa ze zjawiskami występującymi w przyrodzie, a moje pytanie badawcze brzmi: „Naturalne prawa przyrody jako załóżek prawa Archimedesesa i jego wpływ na mechanizm nurkowania”. Mam nadzieję, że stworzę interesujące kompendium wiedzy o tym temacie, które później będę mógł wykorzystać.*

*Obserwując przyrodę wokół nas spotykamy zjawiska, które potwierdzają teorię Archimedesesa:*

- bąbelki pary unoszące się do góry podczas wrzenia są znacznie lżejsze od wody, dlatego wypływają na powierzchnię*
- ogrzana para wodna jest lekka, więc unosi się do góry tworząc chmury, po oziębieniu skrapla się i nabiera ciężaru (w sensie ciężaru właściwego) i dlatego spada w postaci deszczu*
- bańki mydlane zawierające ogrzane powietrze z płuc początkowo unoszą się do góry (chyba, że otaczająca je powłoka z mydła jest za ciężka)*
- lód ma mniejszą gęstość od wody, więc unosi się na jej powierzchni*
- pływanie ryb na różnych głębokościach*
- przystosowanie innych zwierząt lądowych do pływania i nurkowania*
- mechanizm nurkowania człowieka*

*Poniżej skoncentruję się na trzech zagadnieniach:*

**I.** *Jak ryby w drodze ewolucji przystosowały się do pływania na różnych głębokościach?*

**II.** *Jak zwierzęta lądowe występujące na Pojezierzu Mazurskim przystosowały się do pływania i nurkowania?*

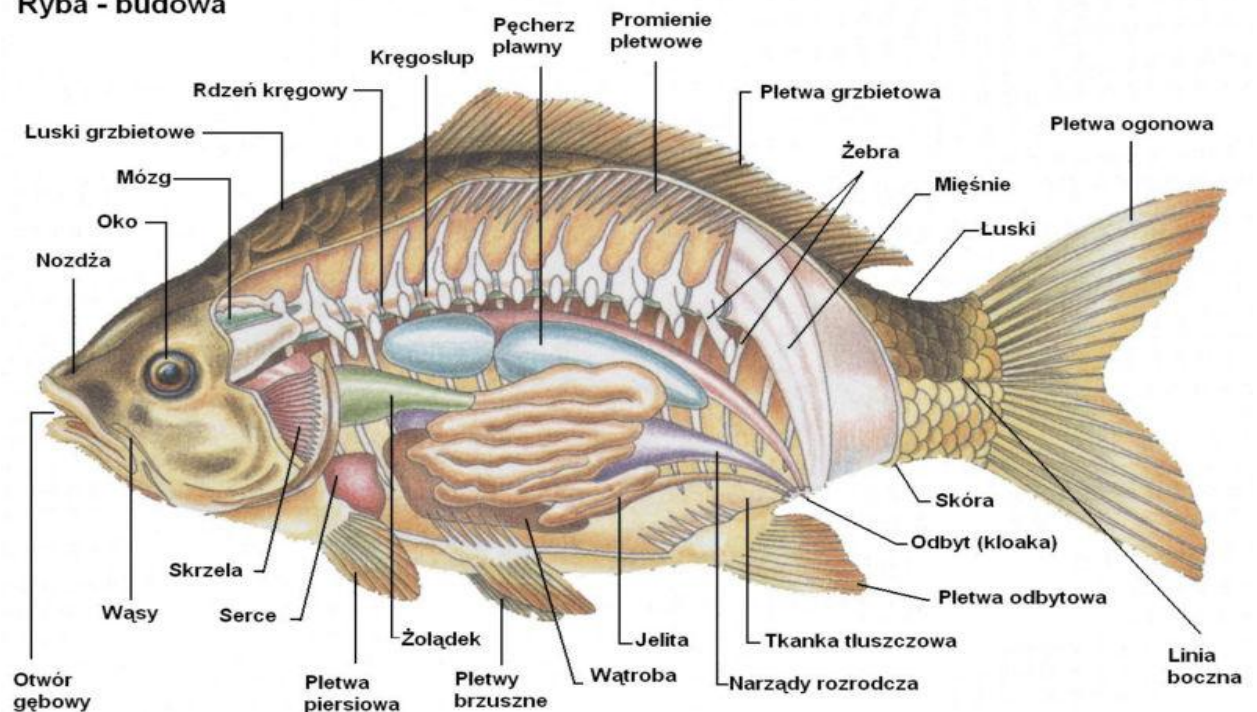
**III.** *Jak wykorzystuje się teorię Archimedesesa w mechanizmie nurkowania człowieka?*



## ***I . Jak ryby w drodze ewolucji przystosowały się do pływania na różnych głębokościach ?***

Ryby jako pierwsze kręgowce przez miliony lat przechodząc ewolucję przystosowywały się do swojego środowiska naturalnego. Pomimo trudności, jakie sprawiało im pływanie w wodzie o gęstości zbliżonej do gęstości ich ciała, potrafią dzięki swoim opływowym kształtom poruszać się z szybkościami, o których nawet nie pomyślelibyśmy. Woda to bardzo dogodne środowisko dla życia ryb. Dostarcza im pokarmu, tlenu oraz podtrzymuje ich ciała dzięki sile wyporu, co powoduje złudzenie lekkości ich ciała. Mięśnie ryb utrzymywane są we właściwej temperaturze. Ryby są płaskie albo mają kształt wrzecionowaty, więc nie mają problemu w poruszaniu się do przodu, w czym pomaga im wyginające się i falujące ciało. Przykładem takiej ryby jest węgorz.

**Ryba - budowa**



Źródło:

[http://www.womkat.edu.pl/files/standaryzacja/grupa20/Agnieszka%20Nawrat/ryby%20-%20Aga%20N/budowa\\_ryby.html](http://www.womkat.edu.pl/files/standaryzacja/grupa20/Agnieszka%20Nawrat/ryby%20-%20Aga%20N/budowa_ryby.html)

U większości gatunków ryb wykształciły się dodatkowe narządy:  
- płetwa ogonowa, której ruch z prawa na lewo i odwrotnie powoduje ruch do przodu

- płetwy grzbietowe i odbytowe są narządami sterowniczymi i powodują zachowanie równowagi

- pęcherz pławny wypełniony powietrzem, dzięki czemu ciężar właściwy ryby „średnia gęstość” jest równy ciężarowi wody, jest to aparat hydrostatyczny ryby. Zmiana objętości pęcherza pławnego powoduje zmianę ciężaru właściwego ryby, a więc siła wyporu równoważy ciężar ryby na różnych głębokościach, umożliwiając jej pływanie. Pęcherz pławny u niektórych ryb może być połączony ze zmysłem równowagi, dzięki czemu ryba orientuje się w ciśnieniu panującym w wodzie i może reagować na zmianę ciśnienia

- skrzela, będące właściwym narządem oddechowym, czyli płatki o cienkim nabłonku silnie ukrwione.<sup>15</sup>

---

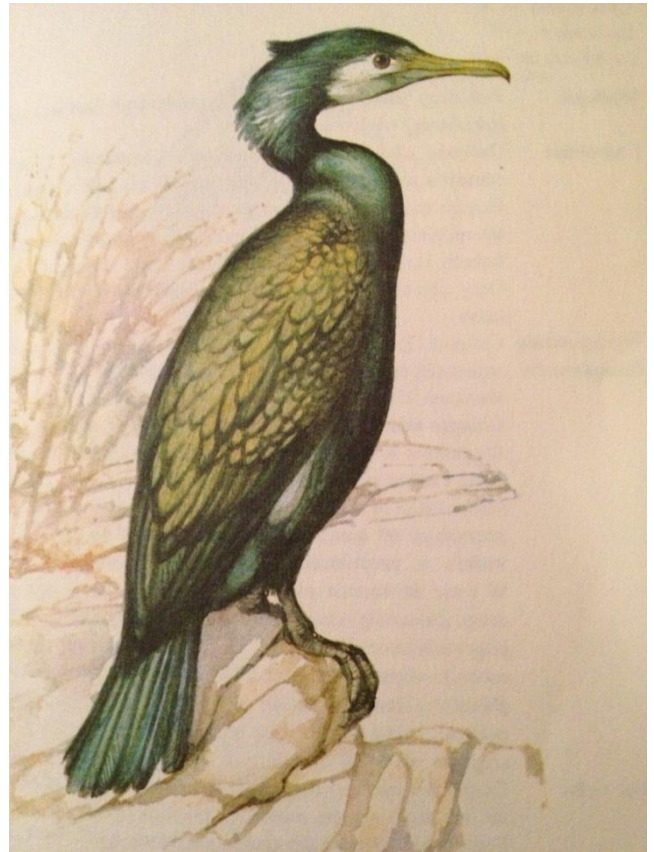
<sup>15</sup> A. Brehm, *Życie zwierząt*, przeł. J. Alnord, PWN, Warszawa 1967, s. 14-24.

## **II. Jak zwierzęta lądowe występujące na Pojezierzu Mazurskim przystosowały się do pływania i nurkowania?**

### *Kormoran czarny*

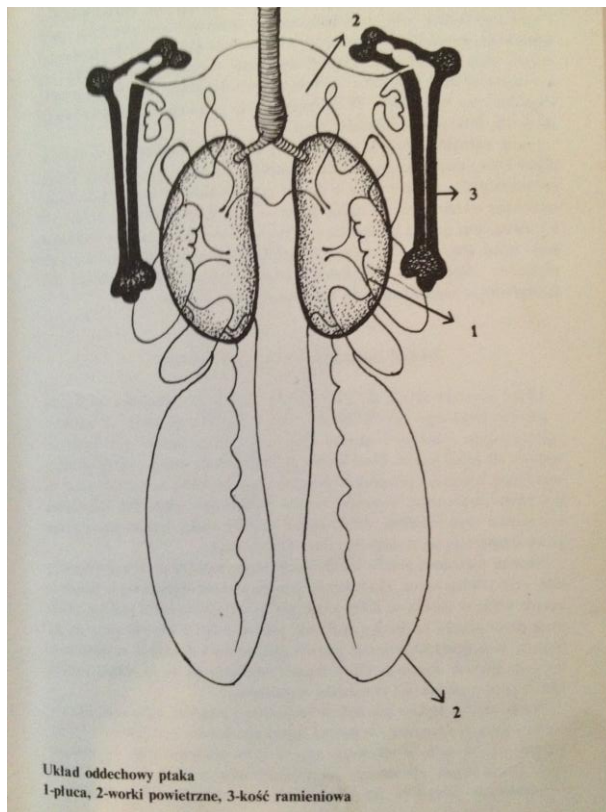
Kormoran czarny jest ptakiem objętym ochroną gatunkową. Żyje na Mazurach, Pomorzu Zachodnim i w Poznaniu. Potrafi latać, doskonale pływa i nurkuje. Kormoran żywi się rybami łowionymi podczas nurkowania. Może nurkować na głębokość 2-3 m i pozostawać pod wodą ok. pół minuty. Po zakończonych łowach kormoran musi szybko wysuszyć pióra; w

tym celu przybiera charakterystyczną pozycję z szeroko rozpostartymi skrzydłami. Wszystkie jego cztery palce połączone są błoną pływającą. Cała budowa ptaka jest przystosowana do niezwyklej umiejętności, jaką ptaki posiadają, czyli do latania. Omówione poniżej cechy budowy ptaka ułatwiają też pływanie i nurkowanie. Opluwowy kształt ciała, wrzecionowaty tułów i rogowy dziób zmniejszają opór powietrza i wody. Ptaki wykształciły też silny układ mięśniowy, by móc poruszać skrzydłami. Szkielet odznacza się wytrzymałością i lekkością, dzięki ich pneumatyczności, czyli temu, że zawierają jamy szpikowe wypełnione powietrzem. Skóra ptaków pokryta jest piórami, których zadaniem jest nadanie ciału opływowego kształtu. Pióra są ruchomo osadzone w skórze i mogą być poruszone przez mięśnie skórne. Właściwość ta ma znaczenie w utrzymaniu temperatury ciała podczas mrozów (przez stroszenie piór), a przede wszystkim w mechanice lotu. Budowa układu oddechowego ptaka różni się bardzo od układu oddechowego np. ssaków. Płuca są mało elastyczne i ciasno osadzone między żebrami. A ptak, zwłaszcza



Źródło: F. Vilcek, Z. Berger,  
*Ptaki*, Warszawa, 1987, s. 49.

podczas lotu, potrzebuje bardzo dużo powietrza. Dlatego ptaki "oddychają brzuchem". Powietrze podczas oddychania trafia do płuc a także do worków powietrznych.



Źródło: F. Vilcek, Z. Berger, *Ptaki*, Warszawa 1987, s. 21.

Worki powietrzne spełniają też inne funkcje. Dzięki nim ptak staje się lżejszy. Przy nurkowaniu następuje wypchnięcie powietrza z worków powietrznych, co powoduje zwiększenie ciężaru właściwego ptaka, ułatwiające mu zanurzenie się w wodzie.<sup>16</sup>

#### b) Bóbr

Bóbr jest zwierzęciem ziemnowodnym, jest objęty ochroną gatunkową. Żyje na zalesionych brzegach jezior i wolno płynących rzek. W Polsce gatunek ten został całkowicie wytępiony, a w 1949 roku ponownie zasiedlony na Mazurach. Populacja rozprzestrzeniła się wzdłuż Biebrzy i Narwi. Świetnie pływa i nurkuje, a pod wodą może jednorazowo przebywać nawet około 10 minut. Kopie nory w brzegach, z wyjściem pod powierzchnią wody. Buduje też z gałęzi i mułu tzw. żeremia - nadwodne

<sup>16</sup> F. Vilcek, Z. Berger, przeł. T. Włodarczyk, *Ptaki*, Warszawa 1987, s. 10-46.



Źródło:[http://widuchowa.republika.pl/przyroda\\_widuchowa/fauna\\_more/bobr.htm](http://widuchowa.republika.pl/przyroda_widuchowa/fauna_more/bobr.htm)

domki w kształcie kopców, z podwodnym wejściem. Aby zapewnić stabilność poziomu i przepływu wody, wznosi w poprzek rzek poniżej żeremi tamy z kamieni, gałęzi i mułu.<sup>17</sup>

Jest to zwierzę o opływowym kształcie ciała, grubym, natłuszczonym futrze i spłaszczonym ogonie pokrytym łuskami. Palce tylnych kończyn połączone są błoną pływną. Głowa jest krótka, pysk tępo zakończony.

Niewielkie uszy, a także nozdrza zamykane są płatkami skóry, natomiast oczy zaopatrzone są w przezroczyste powieki chroniące je pod wodą. Ogon (zwany kielnią lub pluskiem) jest szeroki, spłaszczony grzbietobrzusznie i pokryty łuskami, służy jako ster regulujący głębokość zanurzenia.<sup>18</sup>

### c) Pływak żółtobrzezek



Pływak żółtobrzezek to pospolity drapieżny gatunek chrząszcza przystosowany do życia w środowisku wodnym. Żółtobrzezek oddycha powietrzem atmosferycznym, pływa dzięki wiosłowym tylnym odnóżom. Mocno się nimi odpycha, dzięki czemu dość szybko płynie w toni

Źródło:[http://www.dura.netstrefa.pl/owady\\_%20w\\_obiektywie/album/slides/w%20p%C5%82ytkiej%20wodzie%20p%C5%82ywak%20%C5%BC%C3%B3%C5%82tobrze%C5%BCek.html](http://www.dura.netstrefa.pl/owady_%20w_obiektywie/album/slides/w%20p%C5%82ytkiej%20wodzie%20p%C5%82ywak%20%C5%BC%C3%B3%C5%82tobrze%C5%BCek.html)

<sup>17</sup> [http://sekrety\\_lasu.republika.pl/bob.html](http://sekrety_lasu.republika.pl/bob.html) [odczyt: 27.09.12].

<sup>18</sup> [http://www.wigry.win.pl/bobry/biol\\_pl.htm](http://www.wigry.win.pl/bobry/biol_pl.htm) [odczyt: 27.09.12].

wodnej. Potrafi poderwać się do lotu, ale rzadko korzysta z tej metody poruszania się.<sup>19</sup> Genetycznie owady nie są zwierzętami wodnymi, przystosowały się one do nurkowania poprzez chitynowy pancerz, nieprzepuszczalny dla wody, dodatkowo dokładnie uszczelniony tłuszczowymi substancjami. Ponieważ woda może swobodnie dostać się do cienkich przetchlinek oraz tchawek (są to rurki, którymi organy wewnętrzne organizmu zaopatrywane są w tlen i dodatkowo zmniejszają masę ciała), niektóre grupy wykształciły specjalne pokrywy uniemożliwiające dostęp wody do przetchlinek. Z kolei, inne grupy wykształciły natomiast skrzelotchawki (cienkie blaszki przy ujściach do tchawek). Owad będący pod wodą trzyma powietrze pod pokrywami skrzydłowymi. Powietrze wówczas wypycha owada do góry, przez co pływaki przytrzymują się wodnych roślin i gałązek, niekiedy dna. Duże chrząszcze muszą wypływać na powierzchnię co kilka minut. Oczywiście jest to, że organizmy te nurkują w celach pochwycenia ofiary i jak tylko przestaną wiosłować odnóżami, wyskakują na powierzchnię. W zgromadzonych pęcherzykach dokonuje się interesująca i bardzo korzystna dla chrząszcza wymiana gazowa, zwaną „płucem fizykalnym“.<sup>20</sup>

#### d) Nartnik



Nartnik - pluskwiak często spotykany na powierzchni wód stojących lub wolno płynących. Występuje on powszechnie w Europie Środkowej. Dzięki swoim nietypowym odnóżom biega, utrzymując się jednocześnie na błonie powierzchniowej wody. Znajdujące się w rowkach powietrze tworzy na

Nartnik, źródło: <http://dagi.flog.pl/wpis/397528/nartnik-gerris-gibbifer>

<sup>19</sup> [http://pl.wikipedia.org/wiki/P%C5%82ywak\\_%C5%BC%C3%B3%C5%82toBrze%C5%BCek](http://pl.wikipedia.org/wiki/P%C5%82ywak_%C5%BC%C3%B3%C5%82toBrze%C5%BCek) [odczyt: 27.09.12].

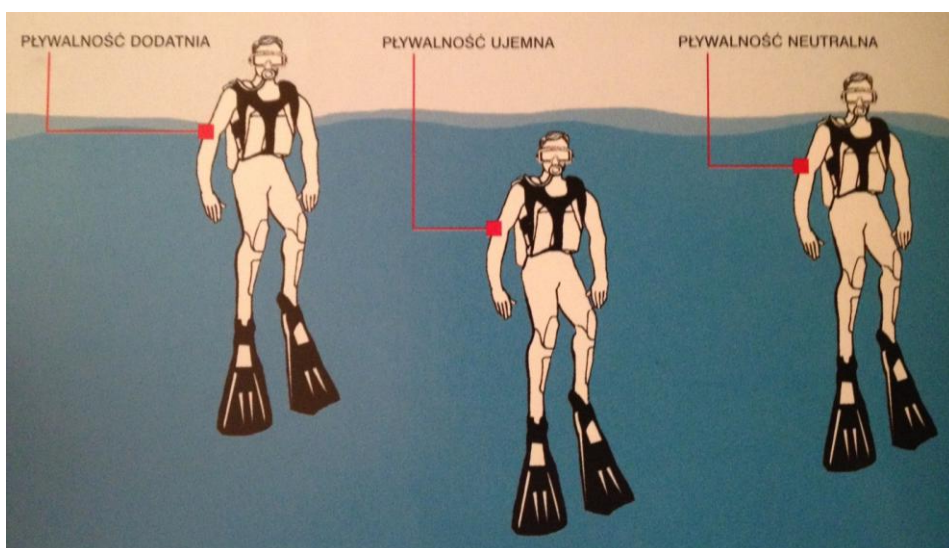
<sup>20</sup> [http://pdf.nurasonline.com/nr1\\_72.pdf](http://pdf.nurasonline.com/nr1_72.pdf) [odczyt: 27.09.12].

nogach dmuchane motylki, jakich używają małe dzieci uczące się pływać. W efekcie błonka powierzchniowa wody nie ulega przerwaniu, lecz ugięciu. Potrafi poruszać się z prędkością 75 cm na sekundę.<sup>21</sup>

### III. Jak wykorzystuje się teorię Archimedesesa w mechanizmie nurkowania człowieka?

Podczas ostatnich wakacji zrobiłem kurs nurkowania Open Water Diver PADI. W ramach kursu nurkowaliśmy do 12 m pod wodą i miałem okazję przekonać się w praktyce, na czym polega to działanie. Jednak, dopiero dzięki przygotowaniom do projektu obozowego zrozumiałem dobrze mechanizmy działające podczas nurkowania.

Ciało ludzkie w większości składa się z wody i posiada tylko kilka przestrzeni powietrznych. Ciśnienie panujące na głębokości wywiera wpływ na zachowanie się gazów, którymi oddychamy. Zgodnie z prawem Archimedesesa, pływonek będzie pływał (dodatnia pływalność) wówczas, gdy osiągnie gęstość mniejszą od gęstości wody. Gdy jego gęstość będzie większa od gęstości wody, wtedy zatonie (pływalność ujemna). Pływonek, zwiększając swój ciężar poprzez użycie pasa balastowego, regulując oddechem pływalność i zmieniając ilość powietrza wypełniającego kamizelkę wypornościową, może osiągnąć pływalność neutralną.



Rodzaje pływalności, źródło: J. Jackson, *Nurkowanie*, przeł. M. rada, SEPIA, Warszawa, 2003, s.14.

<sup>21</sup> [http://pl.wikipedia.org/wiki/Nartnik\\_du%C5%BCy](http://pl.wikipedia.org/wiki/Nartnik_du%C5%BCy) [odczyt: 3.10.12].

Siła wyporu działa pionowo do góry i "zaczepiona" jest w tzw. środku wyporu, który pokrywa się ze środkiem ciężkości wypartej cieczy.

---



Prawo Archimedesesa w praktyce nurkowania,  
źródło:

[http://www.nurkomania.pl/nurkowanie\\_fizyka\\_prawo\\_archimedesesa.htm](http://www.nurkomania.pl/nurkowanie_fizyka_prawo_archimedesesa.htm)

Siła ciężkości jest równa ciężarowi ciała, skierowana pionowo w dół i "zaczepiona" w jego środku ciężkości.

W warunkach równowagi obie siły równoważą się. Jeżeli tak nie jest, ciało zmienia swoje położenie - opada albo wypływa. Duże zasolenie zbiornika wodnego, a przez to duża gęstość, skutkuje większą siłą wyporu działającą na ciało w niej zanurzone.

Siłę ciężkości  $G$  oraz wyporu  $W$  wyraża się następującymi wzorami:

$$W = g_{ci} \cdot V \cdot g$$

$$G = g_{ca} \cdot V \cdot g$$



gdzie:

$\rho_{ci}$  – gęstość cieczy

$\rho_{ca}$  – gęstość ciała

$V$  – objętość ciała

$g$  – przyspieszenie ziemskie

Oddychanie pod powierzchnią wody ułatwia sprzęt, m.in. typu SCUBA. Wraz z głębokością rosną opory oddechowe oraz ciśnienie zewnętrzne wywierane na płuca i ciało nurka. Gaz, którym oddycha nurek jest gęstszy, co powoduje zwiększenie wysiłku. Efektywne przemieszczanie się w wodzie umożliwiają nurkowi płetwy, ułatwiając przezwyciężenie oporów wody szczególnie podczas płynięcia pod prąd. Oddychanie pod powierzchnią wody bez konieczności wynurzenia się umożliwia nurkowi fajka. Ponieważ większość ludzi posiada pływalność dodatnią, niezbędne jest użycie pasu balastowego z obciążnikami.

Kamizelka wypornościowa pozwala na największe zmiany pływalności, od ujemnej, do dodatniej, i utrzymywanie nurka w sposób bezpieczny na powierzchni wody. Eliminuje konieczność pracy płetwami. Pozwala wypłynąć na powierzchnię w sytuacji awaryjnej. Kamizelka zawiera komory powietrzne napełniane powietrzem z butli lub opróżniane, co pozwala osiągnąć stan neutralnej pływalności w wodzie. Kompensator pływalności, nazywany również Nurkową Kamizelką Ratowniczo-Wypornościową, jest systemem wieloskładnikowym. Większość kamizelek zawiera butle, automat oddechowy, alternatywne źródło powietrza, system balastowy. Niektóre konstrukcje są wyposażone w systemy szybkiego napełniania w sytuacji awaryjnej przez odpalenie specjalnego naboju zawierającego sprężony dwutlenek węgla. Zrzucenie powietrza występuje podczas uniesienia węża inflatora ponad głowę i naciśnięcie spustu.<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> J. Jackson, Nurkowanie, przeł. M. Prada, SEPIA, Warszawa, 2003, s. 14-47.

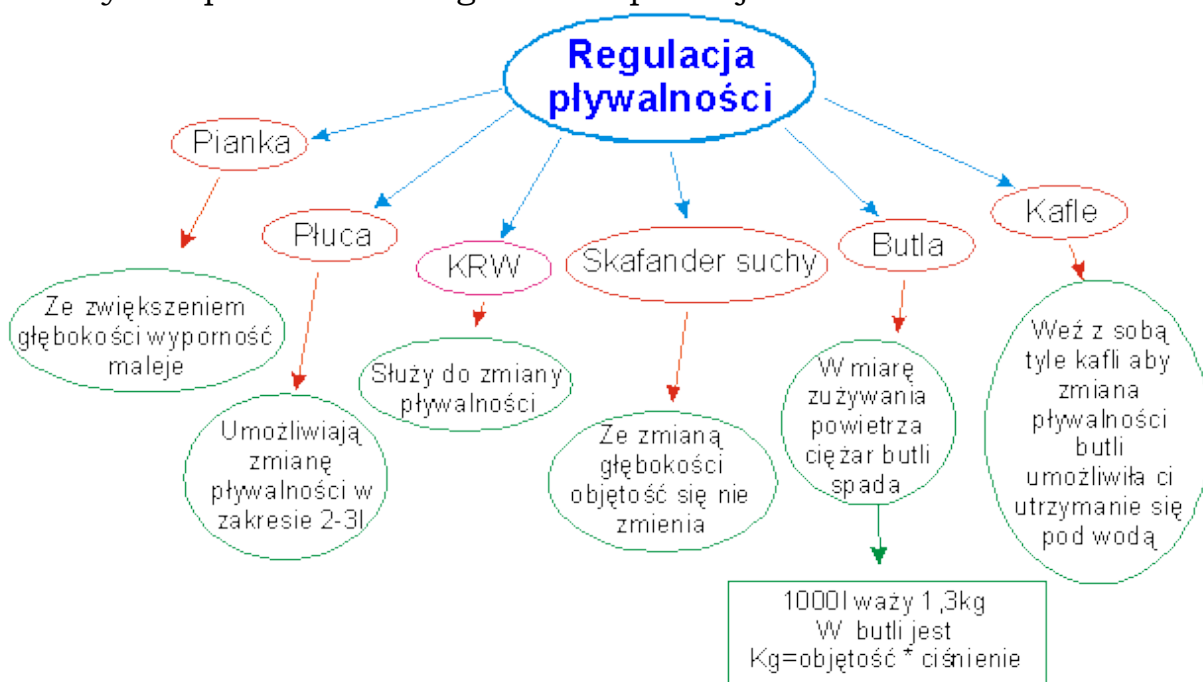


Kamizelka ratowniczo-wyrównawcza (w skrócie KRW, z ang. BCD),

źródło:

[http://www.nurkomania.pl/nurkowanie\\_system\\_wypornosciowy.htm](http://www.nurkomania.pl/nurkowanie_system_wypornosciowy.htm)

Na pływalność pływaka pod wodą ma wpływ szereg czynników, zostały one przedstawione graficznie poniżej.



Źródło: [http://www.nurkomania.pl/nurkowanie\\_fizyka\\_prawo\\_archimedeza.htm](http://www.nurkomania.pl/nurkowanie_fizyka_prawo_archimedeza.htm)

Siła bezwładności powodująca opóźnienie wszelkich zmian w pływalności wymaga regulowania pływalności poprzez właściwe oddychanie (regulacja pływalności płucami). Początkowo pływalność można regulować poprzez napełnianie lub opróżnianie kamizelki. Płuca pomagają jedynie w utrzymaniu odpowiedniej głębokości. Należy oddychać regularnie ponieważ zbyt duży wdech lub wydech spowoduje zmianę pływalności, która utrudni nam utrzymanie odpowiedniego poziomu. Z powodu siły bezwładności zmiany w pływalności następują z opóźnieniem. Jeżeli nurk chce wznieść się w górę powinien wziąć wdech, natomiast jeżeli chce opaść powinien zrobić wydech.

Podstawową zasadą nurkowania brzmi „Cały czas oddychaj i nigdy nie wstrzymuj oddechu” Nurkując mamy wrażenie nieważkości, ponieważ obie siły działające na ciało nurka znoszą się nawzajem, niemniej jednak wielu nurków może się o ich obecności przekonać – to one powodują, że kogoś obraca lub stawia na nogi bądź na głowę. Każdy kandydat na płetwonurka, aby móc bezpiecznie uprawiać ten sport, powinien dokładnie zrozumieć w jaki sposób ciśnienie wody i gazów wpływa na ciało człowieka.

#### IV. Jakie urządzenia na Pojezierzu Mazurskim oparte na teorii Archimedesesa są wykorzystywane w sporcie, rozrywce, transporcie i komunikacji?

Naszym zadaniem było opisanie urządzeń i wyjaśnienie dlaczego pływają oraz jakie siły na nie działają. Na obozie zobaczyliśmy kajaki, łodzie, rowery wodne oraz kanały wodne wraz z śluzami. Pragniemy także opisać inne wynalazki Archimedesesa np. śrubę Archimedesesa wykorzystaną do budowy kanału Augustowskiego.

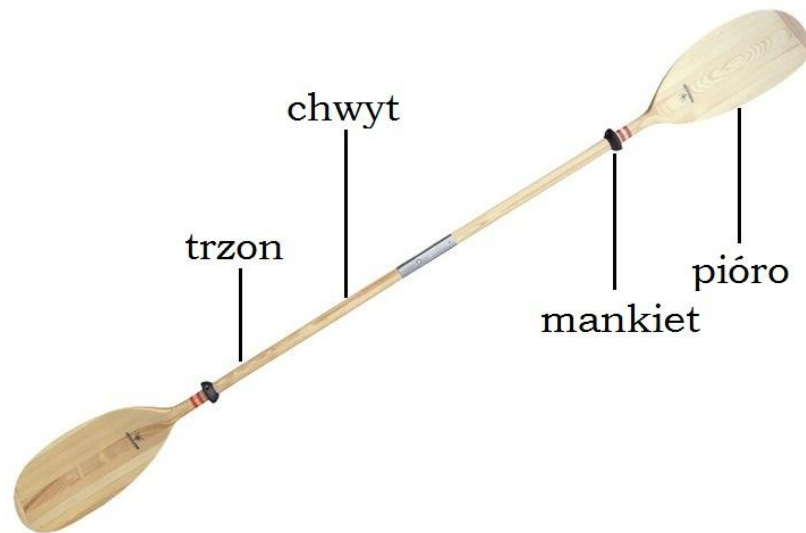
##### 1. Dlaczego kajak pływa?

Kajak to mała łódź napędzana wiosłem lub wiosłami o dwóch piórach, które oprócz napędu dają kajakarzowi możliwość sterowania oraz zatrzymywania.

Wykorzystywana jest głównie do sportu i turystyki. Kajakarz wiosłując naprzemiennie

(lewa, prawa) wiosłami napędza i jednocześnie steruje kajakiem. Wiosło jest dźwignią dwustronną – siły działają po przeciwnych stronach osi obrotu. Kajak porusza się dzięki odrzutowi.<sup>23</sup>

Prędkość kajaka jest wprost proporcjonalna do prędkości i masy wody odepchniętej przez wiosło i odwrotnie proporcjonalna do masy kajaka wraz z ekwipunkiem, pasażerami i wiosłami.



Obrazek nr. 1

$$v_k = \frac{m_w \cdot v_w}{m_k}$$

<sup>23</sup> <http://pl.wikipedia.org/wiki/Kajak> [odczyt: 27.09.12].

Obrazek nr 1, źródło: <http://www.sorba.pl/Katalog-lato/Wiosla-z-drewna-dulki/Wiosla-kajakowe/Wioslo-kajakowe-skladane-Szmaglinski-225cm.html>

Gdzie:

$v_k$  - prędkość kajaka

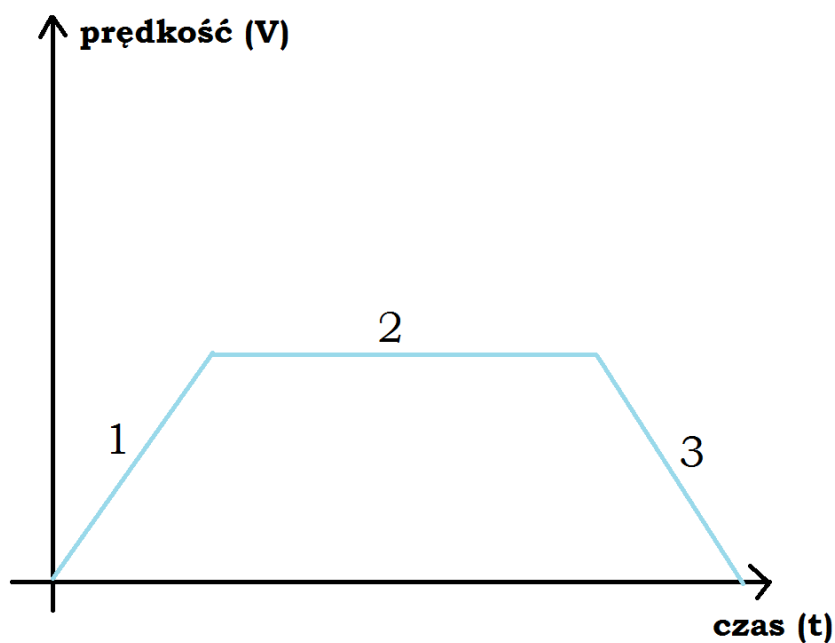
$m_w$  - masa wody odepchniętej przez wiosło

$v_w$  - prędkość wody odepchniętej przez wiosło

$m_k$  - masa kajaka razem z ekwipunkiem, wiosłami i pasażerami<sup>24</sup>

Ruch kajaka najlepiej zobrazować na przykładzie historyjki:

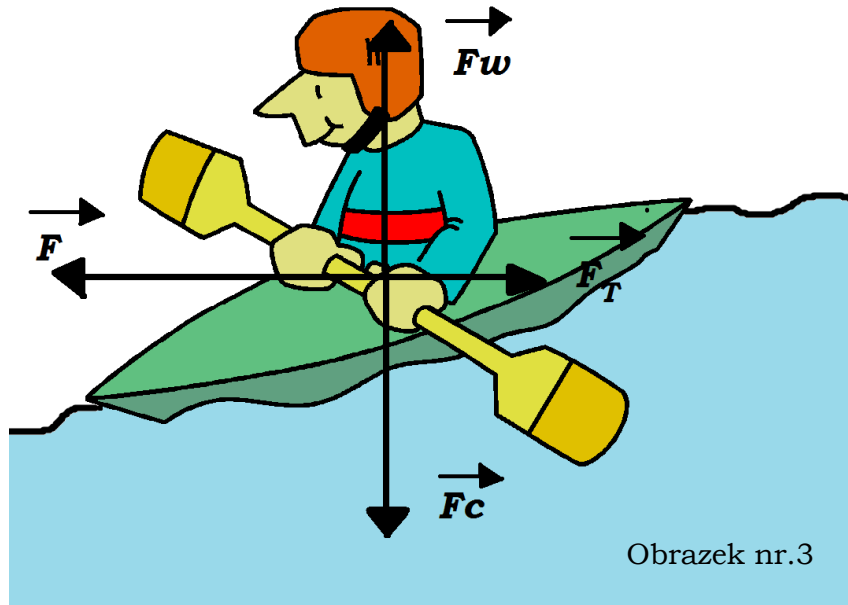
Pewien kajakarz podczas spływu kajakowego po wystartowaniu płynął najpierw ruchem przyspieszonym (na wykresie nr.1), potem ruchem jednostajnym prostoliniowym (na wykresie nr.2), a kiedy do pływał do końca ruchem opóźnionym (na wykresie nr.3).



Obrazek nr.2 -

<sup>24</sup> I. Chełmińska, R. Grzybowski, *Fizyka i astronomia – Vademecum. Egzamin Gimnazjalny 2011*, Gdynia 2008.  
Obrazek nr 2 - wykonała: Paulina Kwaśniewska

Kajak unosi się na wodzie, ponieważ siła wyporu ( $F_w$ ) jest równa jego sile ciężkości ( $F_c$ ). Dzieje się tak, bo gęstość jego zanurzonej części (kadłuba i powietrza w nim) jest mniejsza od gęstości wody. Kajak płynie ponieważ siła ciągu ( $F$ ) jest większa od siły tarcia ( $F_T$ ).



Obrazek nr.3

## 1. Śluzy – do czego służą i jak działają?

Kanał Augustowski to droga wodna łącząca Wisłę z Niemnem. Zaprojektowany przez gen. Ignacego Prądzyńskiego w 1824 roku, ukończony w 1839 roku, służy po dziś dzień. Na początku miał służyć uniezależnieniu się polskiego handlu od Królestwa Kongresowego. Oprócz tego służył do transportu drewna i innych towarów. Obecnie kanał stracił na znaczeniu, dzisiaj to głównie atrakcja turystyczna. Kanał Augustowski składa się z osiemnastu śluz (Śluza Dębowo, Śluza Sosnowo, Śluza Borki, Śluza Białobrzegi, Śluza Augustów, Śluza Przewięź, Śluza Swoboda, Śluza Gorczyca, Śluza Paniewo, Śluza Perkuć, Śluza Mikaszówka, Śluza Sosnowek, Śluza Tartak, Śluza Kudryniki, Śluza Kurzyniec, Śluza Wołkuszek, Śluza Dąbrówka, Śluza Niemnowo).<sup>25</sup>



Obrazek nr.4

Śluzy umieszczone są pomiędzy jeziorami, a także na kanałach żeglownych i rzekach. Służą do przetransportowania jednostek pływających pomiędzy zbiornikami o różnych poziomach wody.<sup>26</sup> Działają na zasadzie naczyń połączonych. Łódź wpływa do śluzy, woda przepływa ze zbiornika o większym poziomie wody do komory śluzowej, tam powoli się unosi i po wyrównaniu poziomów wód łódź przepływa do drugiego zbiornika.

<sup>25</sup> [http://pl.wikipedia.org/wiki/Kana%C5%82\\_Augustowski](http://pl.wikipedia.org/wiki/Kana%C5%82_Augustowski) [odczyt: 27.09.12].

<sup>26</sup> [http://pl.wikipedia.org/wiki/Kana%C5%82\\_Augustowski](http://pl.wikipedia.org/wiki/Kana%C5%82_Augustowski) [odczyt: 27.09.12].

Obrazek nr 4, źródło: [http://www.zsizr5.bialystok.pl/photo/mapa\\_kanal\\_big.jpg](http://www.zsizr5.bialystok.pl/photo/mapa_kanal_big.jpg)

## SCHEMAT ŚLUZY



Obrazek nr.5

---

Obrazek nr.5, źródło:

<http://www.mmbydgoszcz.pl/297782/2009/1/21/sluza?category=news>



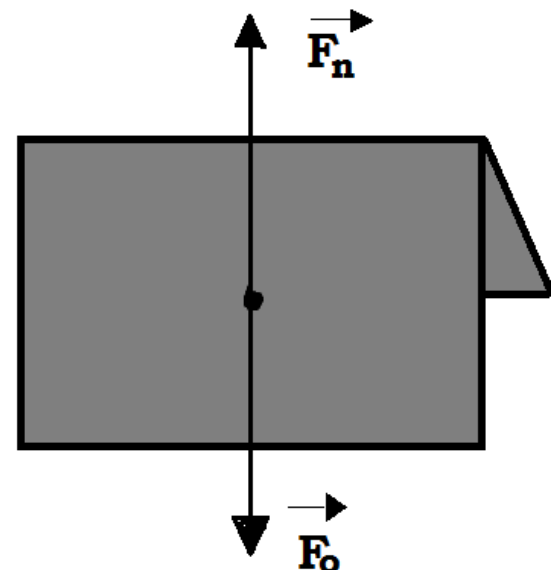
## 2. Dlaczego rowerek wodny pływa?

Rowerek wodny to jednostka pływająca (mała) po rzekach, jeziorach i morzach służąca głównie do rozrywki. Napędzana jest kołem łożatkowym, poruszonym za pomocą siły mięśni.<sup>27</sup>

Koło łożatkowe to prosta konstrukcja

składająca się głównie z łopatek przymocowanych do bębna. Łopatka uderza o wodę powodując odrzut (III zasada Dynamiki Newtona – jeżeli ciało A działa na ciało B pewną siłą to ciało B działa na ciało A siłą o tej samej wartości i kierunku, ale o przeciwnym zwrocie). Czynna jest ta łopatka, która najbardziej uderza o wodę. Siła napędu łopatki ( $F_n$ ) jest równa sile oporu wody ( $F_o$ ).

Rowerek unosi się na wodzie, ponieważ tak, jak w przypadku kajaka siła wyporu jest równa jego sile ciężkości. Gęstość jego zanurzonej części (kadłuba i powietrza w nim) jest mniejsza od gęstości wody.



Obrazek nr.8

<sup>27</sup> [http://pl.wikipedia.org/wiki/Rower\\_wodny](http://pl.wikipedia.org/wiki/Rower_wodny) [odczyt: 27.09.12].

Obrazek nr 6 - fot. Paulina Kwaśniewska.

Obrazek nr 7 - fot. Paulina Kwaśniewska.

Obrazek nr 8 - wykonała Karolina Skrzypek.

### 3. Dlaczego koło ratunkowe ratuje nas przed utonięciem?

Często pływając na statku lub w pobliżu zbiorników wodnych widzimy koła ratunkowe. W przypadku, gdy ktoś zaczyna się topić, rzuca się owe koło w jego kierunku – utrzymuje nas na powierzchni wody.

Koło ratunkowe unosi się na wodzie, dzięki jego lekkiej konstrukcji (wykonane jest np. z sprasowanego styropianu, pianki polietylenowej lub plastiku) oraz tym, że jest puste w środku i gęstość jego zanurzonej części jest mniejsza od gęstości wody.<sup>28</sup>



Obrazek nr.9

### 4. Jak działa kamizelka ratunkowa?

Podczas spływu kajakowego, płynięcia rowerem wodnym lub łódko zakładamy kamizelki ratunkowe na wszelki wypadek. *Przezorny zawsze ubezpieczony.* W razie wypadku, kiedy wpadniemy do wody kamizelka unosi nas na wodzie, chroniąc przed utonięciem. Unosi się i przy okazji nas na powierzchni wody, ponieważ ma mniejszą gęstość niż woda oraz jest zrobiona z lżejszego od wody materiału np. styropianem, korkiem, a w przeszłości kapokiem.<sup>29</sup>



Obrazek nr.10

<sup>28</sup> [http://pl.wikipedia.org/wiki/Ko%C5%82o\\_ratunkowe](http://pl.wikipedia.org/wiki/Ko%C5%82o_ratunkowe) [odczyt: 27.09.12].

<sup>29</sup> [http://pl.wikipedia.org/wiki/Kamizelka\\_ratunkowa](http://pl.wikipedia.org/wiki/Kamizelka_ratunkowa) [odczyt: 27.09.12].

Obrazek nr 9, źródło: [http://edlab.mily20001.kodingen.com/wp-content/uploads/2012/01/kolo\\_ratunkowe.jpg](http://edlab.mily20001.kodingen.com/wp-content/uploads/2012/01/kolo_ratunkowe.jpg)

Obrazek nr 10, źródło: <http://www.choros-kajaki.pl/sprzet.html#>

## 5. Co to jest areometr i jak działa?

Areometr to szklany przyrząd do pomiaru gęstości cieczy lub stężenia roztworu. To wąska, szklana rurka ze skalą zakończona bańką, w której znajduje się balast (śród, rtęć) nadający mu pionową pozycję i równoważący siłę wyporu.<sup>30</sup>

W praktyce miernikiem czułości areometru jest najczęściej stosunek objętości bańki  $V$  do przekroju poprzecznego trzpienia  $s$ .

W stałej temperaturze:

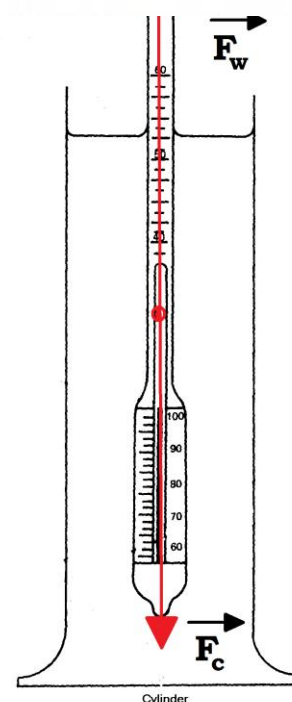
$$m = (V + h \cdot s) \cdot d$$

gdzie:

$d$  - gęstość cieczy [ $g/cm^3$ ]  
 $g$  - przyspieszenie ziemskie [ $g/s^2$ ]  
 $m$  - masa areometru [ $g$ ]  
 $V$  - objętość bańki [ $cm^3$ ]  
 $h$  - wysokość zanurzonej w cieczy części trzpienia [ $cm$ ]  
 $s$  - przekrój poprzeczny trzpienia [ $cm^2$ ]<sup>31</sup>



Obrazek nr.11



Obrazek nr.12

Działanie areometru oparte jest na prawie Archimedesesa - *Na każde ciało zanurzone w cieczy lub gazie działa zwrócona do góry siła wyporu  $F_w$  o wartości równej wartości ciężaru cieczy  $F_c$  wypartej przez to ciało.*

<sup>30</sup> <http://www.nutrillife.pl/index.php?art=42> [odczyt: 27.09.12].

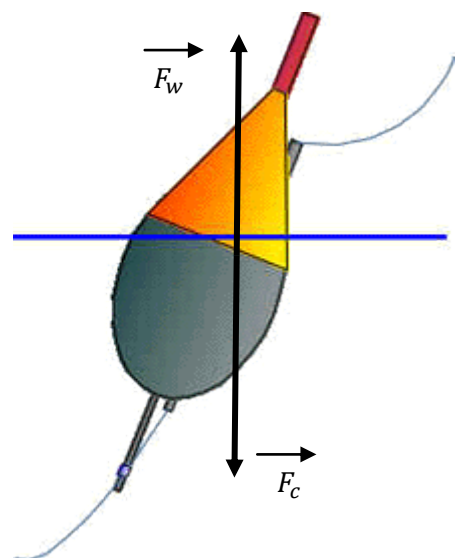
<sup>31</sup> <http://www.nutrillife.pl/index.php?art=42> [odczyt: 27.09.12].

Obrazek nr 11, źródło: <http://www.med-europa.com/category-id59-areometry/>

Obrazek nr 12, źródło: <http://wdict.net/pl/gallery/areometr/n/3/>

## 6. Splawik wędkarski

Splawik to przyrząd wykonany najczęściej z drewna lub tworzywa sztucznego wykorzystywany w wędkarstwie do sygnalizacji pochwycenia przynęty przez rybę<sup>32</sup>. Jest częściowo zanurzony w wodzie, dzięki temu, że jest pusty w środku oraz dzięki znajdującemu się w jego dolnej części balastowi unosi się w pozycji pionowej. Unosi się na wodzie, ponieważ siła jego wyporu ( $F_w$ ) jest równa jego sile ciężkości ( $F_c$ ). W momencie, gdy ryba chwyci przynętę splawik chwieje się podskakuje, nurkuje pod wodą i z niej wyskakuje.



Obrazek nr.13

## 7. Deska surfingowa

Surfing to forma rozrywki, która polega na jeździe (ślizgu) na desce unoszonej przez czoło fali.<sup>33</sup> Deska surfingowa pływa w wodzie częściowo zanurzona dzięki dużej powierzchni oraz gęstości jej zanurzonej części, która jest mniejsza od gęstości wody.



Obrazek nr.14

<sup>32</sup> <http://www.otobranie.pl/splawik.php> [odczyt: 27.09.12].

Obrazek nr 13, źródło: <http://www.fishing.pl/artykuly/podstawy/lopata-spod-krzaczka>

Obrazek nr 14, źródło: [http://pl.123rf.com/photo\\_2145875\\_vector-ilustracja-surfing-tiger.html](http://pl.123rf.com/photo_2145875_vector-ilustracja-surfing-tiger.html)

<sup>33</sup> <http://pl.wikipedia.org/wiki/Surfing> [odczyt: 27.09.12].

## 8. Co to jest śruba Archimedesesa i do czego służy?

Śruba Archimedesesa to maszyna prosta, skonstruowana jak sama jej nazwa mówi przez Archimedesesa. To duża spirala umieszczona wewnątrz rury – niekoniecznie ściśle do niej przylegająca. W czasie pracy śruby dolny koniec zanurzony jest w wodzie, a jej obrót wymusza jej ruch do góry.<sup>34</sup>

Wykorzystywana jest od czasów starożytnych do nawadniania kanałów irygacyjnych<sup>35</sup>. Na obozie jesiennym poznaliśmy również jej inne zastosowanie – skorzystano z niej przy budowie Kanału Augustowskiego.



Obrazek nr.15

## 9. Jak działa wielokrzędek?

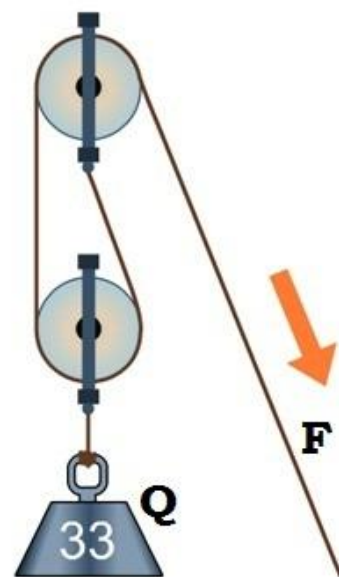
Wielokrzędek (w żeglarstwie znany jako talia) to układ cięgien i krążków wykorzystywany do podnoszenia wszelkiego rodzaju ciężarów przy użyciu mniejszej siły.<sup>36</sup>

Wyróżnia się trzy typy wielokrzydeków:

- Zwykły
- Potężowy
- Różnicowy

W wielokrzydku zwykłym krążki połączone są ze sobą jeden za drugim.

Siłę ( $F$ ) niezbędną do uniesienia ciężaru ( $Q$ ) przy pomocy wielokrzydka różnicowego obliczamy:



Obrazek nr.16

<sup>34</sup> [http://pl.wikipedia.org/wiki/%C5%9Aruba\\_Archimedesesa](http://pl.wikipedia.org/wiki/%C5%9Aruba_Archimedesesa) [odczyt: 29.09.12].

<sup>35</sup> [http://pl.wikipedia.org/wiki/%C5%9Aruba\\_Archimedesesa](http://pl.wikipedia.org/wiki/%C5%9Aruba_Archimedesesa) [odczyt: 27.09.12].

Obrazek nr.15 źródło: <http://dymek25.republika.pl/Historia/Nawadnianie.htm>

<sup>36</sup> <http://pl.wikipedia.org/wiki/Wielokr%C4%85%C5%BCek> [odczyt: 29.09.12].

Obrazek nr 16 źródło: <http://maszynyproste.blog.onet.pl/WIELOKRAZEK,2,ID396251731,n>

$$F = \frac{Q}{k}$$

gdzie:

$Q$  – unoszony ciężar

$k$  – liczba krążków

$F$  – niezbędna siła

Jeżeli koniec cięga umocowany jest do zblocza nieruchomego to:

$$k = 2n$$

$$F = \frac{Q}{2n}$$

Jeśli do ruchomego to:

$$k = 2n + 1$$

$$F = \frac{Q}{2n+1}$$

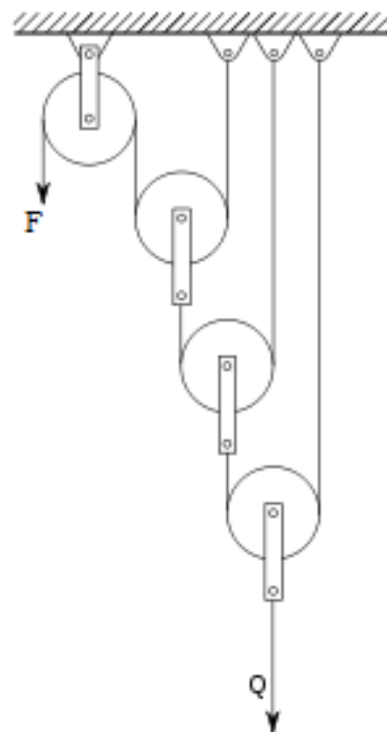
Gdzie:

$n$  - liczba krążków przesuwanych (w zbloczu ruchomym)<sup>37</sup>

W wielokrążku potęgowym krążki ustawione są w szeregowym ciągu.

Aby obliczyć siłę ( $F$ ) potrzebną do podniesienia ciężaru ( $Q$ ) przy pomocy wielokrążka potęgowego skorzystamy ze wzoru:

$$F = \frac{Q}{2n}$$



Obrazek nr.17

<sup>37</sup> [http://pl.wikipedia.org/wiki/Wielokr%C4%85%C5%BCek\\_zwyk%C5%82y](http://pl.wikipedia.org/wiki/Wielokr%C4%85%C5%BCek_zwyk%C5%82y) [odczyt: 27.09.12].

Obrazek nr 17, źródło: [http://pl.wikipedia.org/wiki/Wielokr%C4%85%C5%BCek\\_pot%C4%99gowy](http://pl.wikipedia.org/wiki/Wielokr%C4%85%C5%BCek_pot%C4%99gowy)

Gdzie:

$n$  – liczba przesuwanych krążków

$F$  – siła potrzebna do podniesienia ciężaru

$Q$  – ciężar<sup>38</sup>

W wielokrążku różnicowym występuje krążek przesuwny, a krążek stały składa się z dwóch kół o różnych promieniach.

Aby obliczyć siłę ( $F$ ) potrzebną do podniesienia ciężaru ( $Q$ ) przy pomocy wielokrążka różnicowego skorzystamy ze wzoru:

$$F = \frac{R - r}{2R} \cdot Q$$

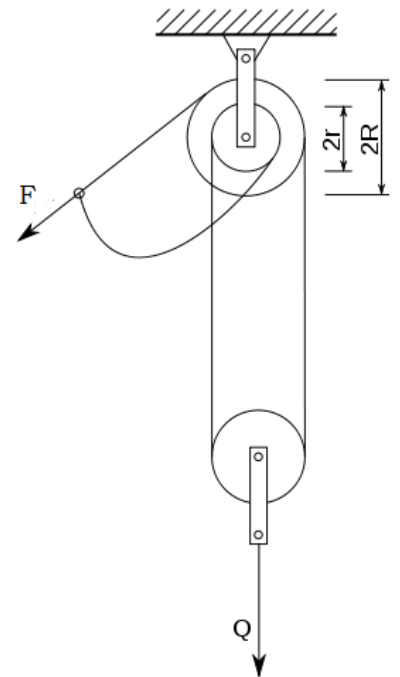
Gdzie:

$F$  – siła potrzebna do podniesienia ciężaru

$R$  – promień dużego krążka

$r$  – promień mniejszego krążka

$Q$  – ciężar<sup>39</sup>



Obrazek nr.18

<sup>38</sup>[http://pl.wikipedia.org/wiki/Wielokr%C4%85%C5%BCek\\_pot%C4%99gowy](http://pl.wikipedia.org/wiki/Wielokr%C4%85%C5%BCek_pot%C4%99gowy) [odczyt: 27.09.12].

<sup>39</sup>[http://pl.wikipedia.org/wiki/Wielokr%C4%85%C5%BCek\\_r%C3%B3%C5%BCnicowy](http://pl.wikipedia.org/wiki/Wielokr%C4%85%C5%BCek_r%C3%B3%C5%BCnicowy) [odczyt: 27.09.12].

Obrazek nr 18, źródło: [http://pl.wikipedia.org/wiki/Wielokr%C4%85%C5%BCek\\_r%C3%B3%C5%BCnicowy](http://pl.wikipedia.org/wiki/Wielokr%C4%85%C5%BCek_r%C3%B3%C5%BCnicowy)

## Podsumowanie

Wykonując projekt usiłowaliśmy odpowiedzieć na wszystkie postawione we wstępie pytania badawcze.

Przedstawiliśmy prawo Archimedesesa i przykłady jego zastosowań w życiu codziennym, opowiedzieliśmy także historię jego odkrycia. Opisałiśmy budowę i napęd statków. Poszerzyliśmy tę część o budowę i napęd wodolotu, skutera, łodzi podwodnej i batyskafu. Przedstawiliśmy, jak ryby przystosowały się do pływania na różnych głębokościach. Napisałiśmy o przystosowaniach zwierząt lądowych, takich jak kormoran czarny, bóbr, pływak żółtobrzeżek, czy nartnik, do pływania i nurkowania.

Opisaliśmy, jak wykorzystuje się twierdzenie Archimedesesa w nurkowaniu. Wyjaśniliśmy, jak pływają kajaki, jak działają śluzy, rowerki wodne, koła i kamizelki ratunkowe, aerometry, spławiki wędkarskie, deski surfingowe, wielokrażki i oczywiście śruby Archimedesesa.

Dzięki projektowi poszerzyliśmy nasze wiadomości z różnych dziedzin nauki, szczególnie w zakresie wykorzystania praktycznego różnych praw fizycznych. Mamy nadzieję, że przedstawiony materiał udało nam się przygotować ciekawie oraz poprawnie pod względem naukowym.



## Zakończenie

Na zakończenie opiszemy nasze wrażenia, problemy związane z projektem obozowym i podsumujemy wspólną pracę.

Wydaje nam się, że stworzona przez nas praca jest ciekawa. Pisząc projekt spędziliśmy miło i efektywnie czas.

Chcieliśmy napisać tę pracę wspólnie. Każdy z nas miał swój pomysł na koncepcje projektu i czasami dochodziło między nami na tym tle do drobnych sporów. Udało nam się jednak dojść do porozumienia drogą kompromisu. Każdy z nas miał jedno pytanie badawcze. Wstęp, streszczenie i zakończenie przygotowaliśmy wspólnie. Zrealizowałyśmy wszystkie nasze założenia i mamy nadzieję, że nasza praca okaże się zrozumiała i czytelna.

Korzystając z dostępnych książek, zasobów internetowych, własnych notatek, wykładów, brulionów, ulotek oraz własnoręcznie zrobionych zdjęć skończyliśmy nasze dzieło. Efekt naszej pracy niniejszym przedkładamy, szczęśliwi, że mogliśmy połączyć szkolny obowiązek z pogłębieniem naszej wiedzy o otaczających nas urządzeniach, prawach i zjawiskach.

Mamy nadzieję, że udało nam się ciekawie napisać nasz projekt.

## Streszczenie po angielsku

During our camp in Kukle, Podlaskie Voivodeship we wrote a project about Archimedes' principle. We came up with three questions:

1. What is the Archimedes' principle?
2. How are ships built and propelled?
3. The natural laws of nature as the origin of the Archimedes' principle and its influence on diving.
4. Which devices in the Masurian Lake District based on the Archimedes' principle are used in sport, entertainment and transport?

We used many books, websites, articles and the information we found during trips on our camp.

One of the important places we visited was the Augustów Canal, which was designed by gen. Ignacy Prądzyński in 1824 and is still used.

Our project was based on the Archimedes' principle which states: "Any object, wholly or partially immersed in a fluid, is buoyed up by a force equal to the weight of the fluid displaced by the object." We studied how animals and humans use this law in everyday life.

We are glad we discovered new things about this important physics principle. We hope you like our project!

## Bibliografia

### Literatura:

Brehm A., *Życie Zwierząt*, przeł. J. Alnord, PWN, Warszawa 1967

Chełmińska I., Grzybowski R., *Fizyka i astronomia – Vademecum.*

*Egzamin Gimnazjalny 2011*, wyd. Operon, Gdynia 2008

Jackson J., *Nurkowanie*, przeł. M. Prada, SEPIA, Warszawa 2003

Parker S., *Statki i łodzie podwodne. Tajniki budowy maszyn pływających*,  
Wydawnictwo Zielona Sowa, Kraków 2010

Vilcek F., Berger Z., *Ptaki*, przeł. T. Włodarczyk, Warszawa 1987

### Internet:

[www.dagi.flog.pl](http://www.dagi.flog.pl)

[www.dura.netstefa.pl](http://www.dura.netstefa.pl)

[www.encyklopedia.pwn.pl](http://www.encyklopedia.pwn.pl)

[www.encyklopedia.wp.pl](http://www.encyklopedia.wp.pl)

[www.history.mcs.st-andrews.ac.uk](http://www.history.mcs.st-andrews.ac.uk)

[www.motorowki.thermal.pl](http://www.motorowki.thermal.pl)

[www.nurasonline.com](http://www.nurasonline.com)

[www.nurkomania.pl](http://www.nurkomania.pl)

[www.nutrilife.pl](http://www.nutrilife.pl)

[www.otobranie.pl](http://www.otobranie.pl)

[www.sekrety\\_lasu.republika.pl](http://www.sekrety_lasu.republika.pl)

[www.ściąga.pl](http://www.ściąga.pl)

[www.widuchowa.republika.pl](http://www.widuchowa.republika.pl)

[www.wigry.win.pl](http://www.wigry.win.pl)

[www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)

[www.womkat.edu.pl](http://www.womkat.edu.pl)

[www.wopr.plocman.pl](http://www.wopr.plocman.pl)