

6. Podstawy fizyki i hydrologii

6.1. Podstawy hydrodynamiki

Opory ruchu

Duża gęstość wody sprawia że podczas nurkowania odczuwamy znaczne opory ruchu. Są one tym większe im mniej opływową sylwetkę przyjmie nurek oraz im szybciej się porusza (opory wzrastają proporcjonalnie do kwadratu szybkości). Aby uniknąć nadmiernego zmęczenia i zadyszki pod wodą, powinniśmy poruszać się w miarę możliwości powoli i nie wykonywać gwałtownych ruchów. Nasz sprzęt powinien być prawidłowo zmontowany.

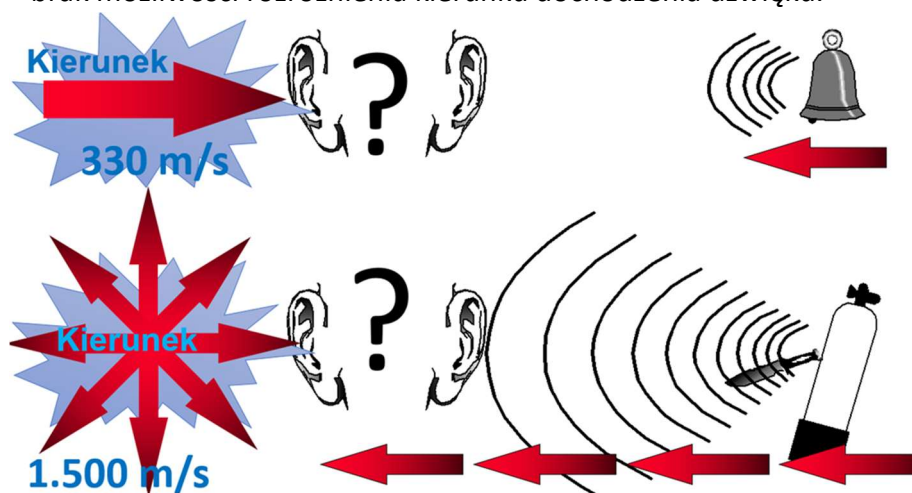
Własności wody

- a) niezwykła zależność gęstości od temperatury:
 - pływanie lodu,
 - opadanie wody 4°C,
- b) bardzo wysoka przewodność cieplna: efekt chłodzenia,
- c) bardzo duże ciepło właściwe (tzn. ilość ciepła potrzebna do ogrzania 1 g o 1°),
- d) bardzo duże ciepło parowania (tzn. ilość ciepła potrzebna do odparowania 1 g),
- e) bardzo duże napięcie powierzchniowe,
- f) bardzo duży efekt kapilarny,
- g) bardzo wysoka stała dielektryczna – efekt rozpuszczania,
- h) bardzo duże ciepło zamarzania/topnienia,
- i) praktyczna nieściśliwość.

Narządy zmysłów

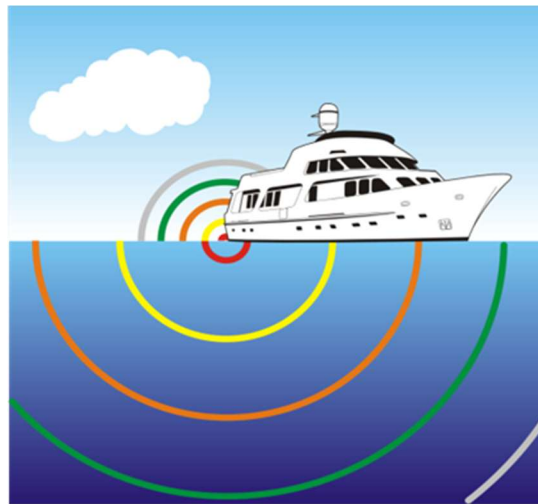
❖ Słuch:

- szybkość rozchodzenia się dźwięku w powietrzu ok. 330 m/s,
- szybkość rozchodzenia się dźwięku w wodzie ok. 1500 m/s,
- brak możliwości rozróżnienia kierunku dochodzenia dźwięku.



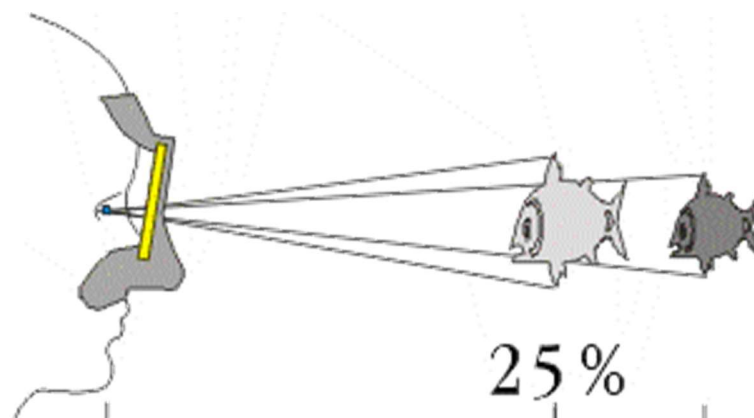
rys. 35 Rozróżnianie kierunku dochodzenia dźwięku

- ❖ Narząd równowagi:
 - ucho środkowe (trzy kanały półkoliste wypełnione limfą),
 - precyzyjność działania zależy od temperatury (ok. 37°C).
- ❖ Węch:
 - częściowo ograniczony przez maskę.
- ❖ Smak:
 - powietrze oddechowe, woda.
- ❖ Dotyk:
 - ograniczony przez oziębienie skóry.

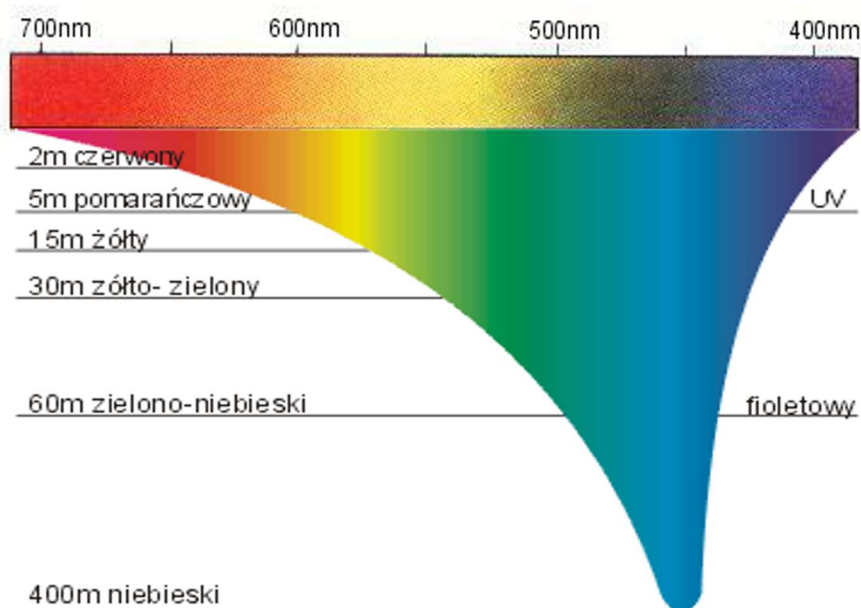


rys. 36 Rozchodzenie się dźwięku

- ❖ Wzrok:
 - w wodzie obraz powstaje poza siatkówką (nieostre widzenie),
 - mniej światła, przejrzystość wody,
 - maska (ostre widzenie, załamanie światła → pozorne powiększenie i zbliżenie przedmiotów),
 - woda – filtr optyczny pochłania część widma słonecznego. Założenie maski umożliwia ostre widzenie, obraz przedmiotu powiększony o $\frac{1}{3}$ i przybliżony o $\frac{1}{4}$.



Zjawisko optyczne



rys. 37 Zjawiska optyczne

Jednostki fizyczne

nazwa	oznaczenie	jednostki
masa	m	g, kg
siła, ciężar	F, Q	G, <u>k</u> G, N
długość	l, <u>L</u>	cm, m, km
powierzchnia	S	cm ² , m ²
objętość	V	l, m ³
ciśnienie	p, P	Pa, <u>h</u> Pa, MPa, bar, at, atm, (ata), psi
temperatura	t, <u>T</u>	<u>°C</u> , °K, (°F, <u>°R</u>)
prędkość	v	m/s
przyspieszenie	a, g(ziemskie)	m/s ²
czas	t	s, min, h (=godz.)

Ciśnienie

Ciśnienie P wywołuje siła F działająca na daną powierzchnię S

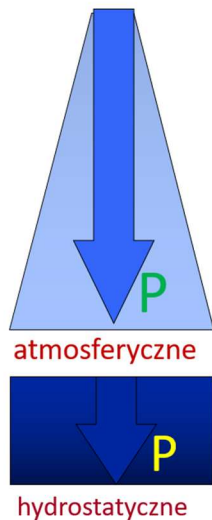
$$P = F/S$$

- 1 at = 0,1 mpa = 1 bar = 10 m H₂O
- P atmosferyczne=1 at P hydrostatyczne = D/10 at
- D – głębokość

Ciśnienie w nurkowaniu

Ciśnienie działające na pętlwonurka to suma ciśnienia atmosferycznego i hydrostatycznego

- $P_{\text{absolutne}} = P_{\text{atmosferyczne}} + P_{\text{hydrostatyczne}}$
- $P_{\text{całkowite}} = D/10 + 1 \text{ [at]}$



Prawo Torricelli'ego

$P_{\text{atmosferyczne}} + P_{\text{Hydrostatyczne}}$

= $P_{\text{Całkowite}}$

$1 \text{ Atm} = 760 \text{ mm/Hg}$
 $= 1.033 \text{ mbar}$
 $= 1.033 \text{ kG/cm}^2$
 $= 1.033 \text{ at}$

rys. 38 Działanie ciśnienia na płetwonurka

Przykład

Jakie ciśnienie bezwzględne panuje na głębokości 17 m?:

$$p = \frac{d}{10} + 1 = \frac{17}{10} + 1 = 2,7 \text{ bar}$$

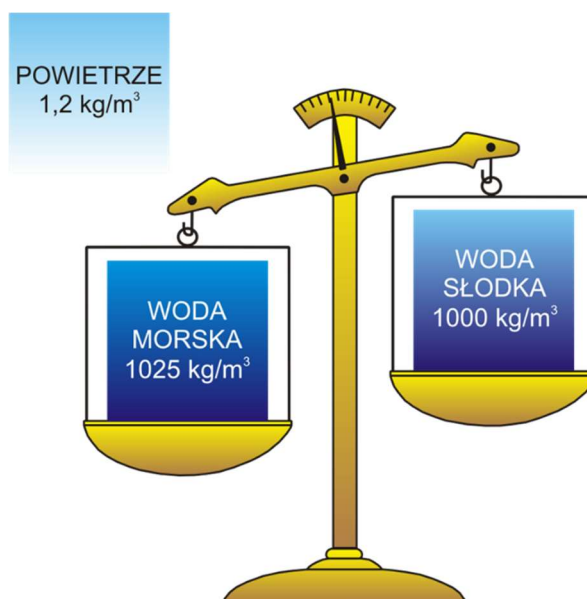
Na jakiej głębokości panuje ciśnienie bezwzględne 2,5 bar?:

$$d = 10 (p - 1) = 10 (2,5 - 1) = 15 \text{ m}$$

Gęstość

Gęstość ρ (greckie ro) to stosunek masy m pewnej ilości danej substancji do jej objętości V :

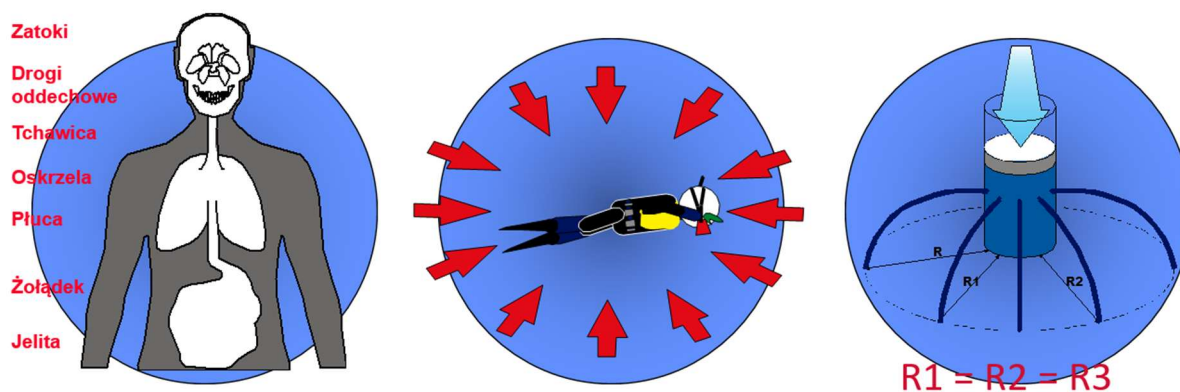
$$\rho = \frac{m}{V}$$



rys. 39 Działanie gęstości wody

Prawo Pascala

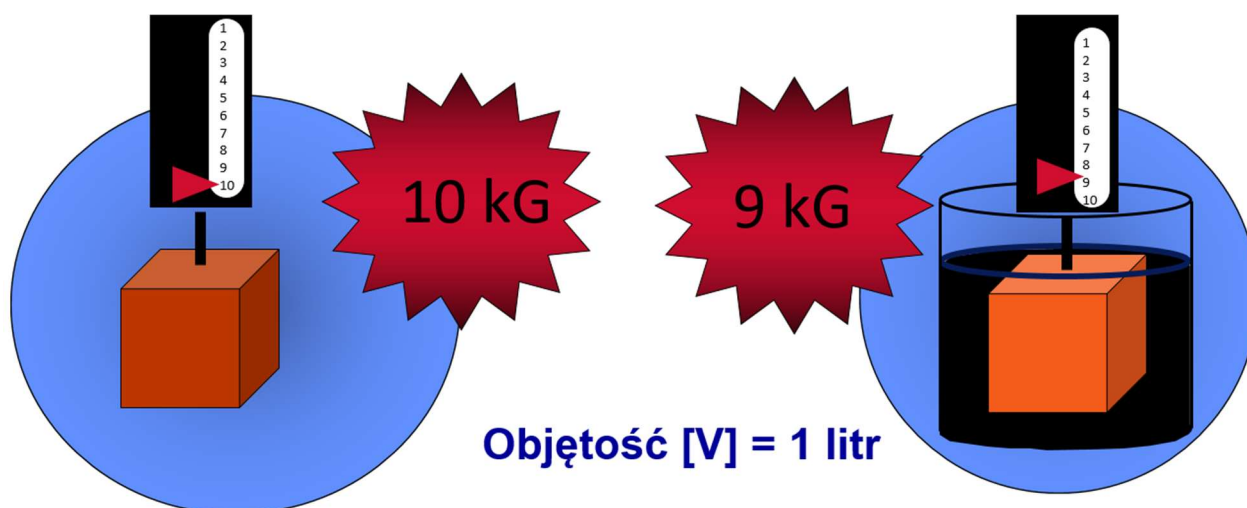
Jeżeli na płyn (gaz lub ciecz) w zamkniętym zbiorniku zostanie wywarte ciśnienie, wówczas ciśnienie to rozchodzi się w zbiorniku równomiernie we wszystkich kierunkach.



rys. 40 Działanie ciśnienia wg Prawa Pascala

Prawo Archimedesesa

Na ciało zanurzone w cieczy działa siła wyporu równa co do wartości ciężarowi wypartej przez to ciało cieczy.



rys. 41 Działanie ciśnienia wg Prawa Archimedesesa

Na każde ciało całkowicie lub częściowo zanurzone w płynie działa siła wyporu F_w skierowana pionowo ku górze, równa co do wartości sile ciężkości F_c płynu wypartego przez to ciało.

pływalność dodatnia $F_w > F_c$
 pływalność ujemna $F_w < F_c$
 pływalność zerowa $F_w = F_c$

$F_w = \rho \cdot V \cdot g$
 $F_c = m \cdot g$

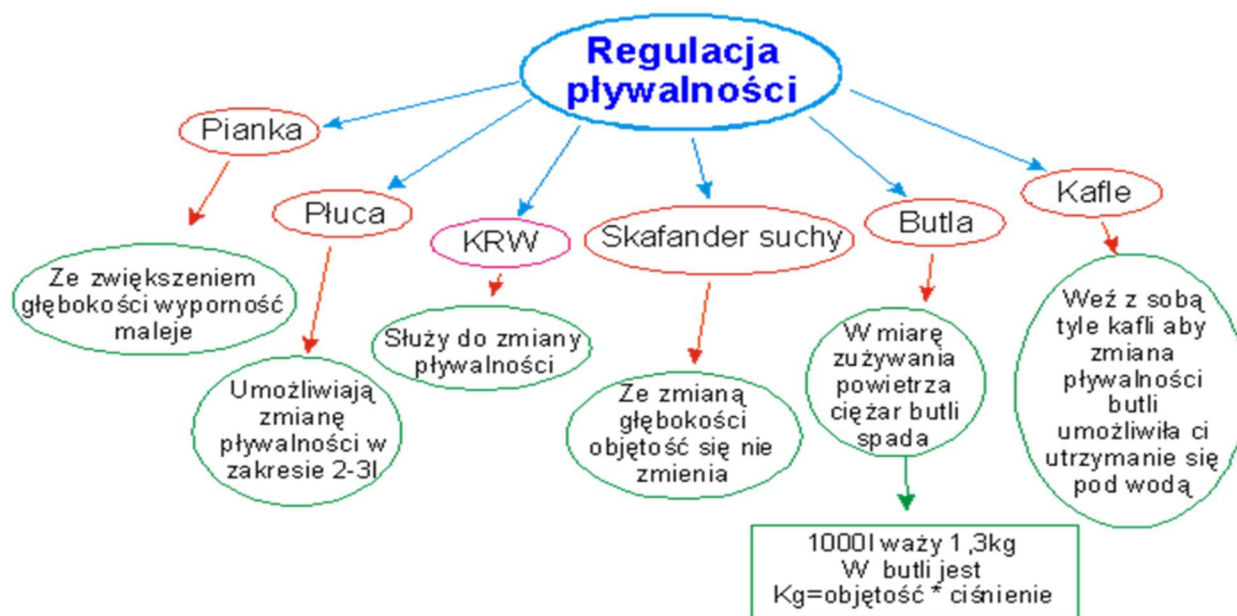
Siła wyporu F_w

Siła ciężkości F_c

gdzie: F_w - siła wyporu
 ρ - gęstość cieczy (gazu)
 g - przyspieszenie ziemskie
 V - objętość/ciała zanurzonego/wypartej cieczy (gazu)

Ciało tonie, gdyż jego ciężar (Q) jest większy od siły wyporu. Sytuacja taka może mieć miejsce tylko wtedy, gdy gęstość ciała jest większa od gęstości cieczy.

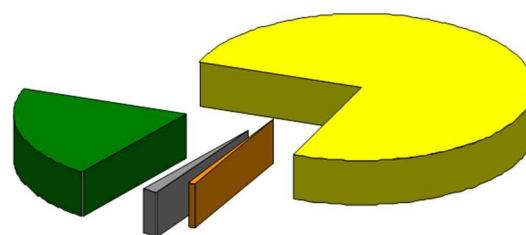
Ciało pływa na dowolnej głębokości, gdy siła ciężkości i siła wyporu się równoważą. Zatem gęstości ciała i cieczy muszą być sobie równe. Ciało pływa częściowo zanurzone w cieczy. W tej sytuacji działające siły ciężkości (F_c) i wyporu (F_w) także się równoważą, jednak siła wyporu pochodzi jedynie od tej części ciała, która jest zanurzona w płynie. Oznacza to, że w tym przypadku gęstość ciała musi być mniejsza od gęstości cieczy.



rys. 42 Schemat siły ciężkości

Cechy fizyczne powietrza

● Azot	78,00%
● Tlen	21,00%
● Dwutlenek węgla	0,03%
● Inne gazy	0,97%
w tym argon	0,93%



rys. 43 Skład powietrza

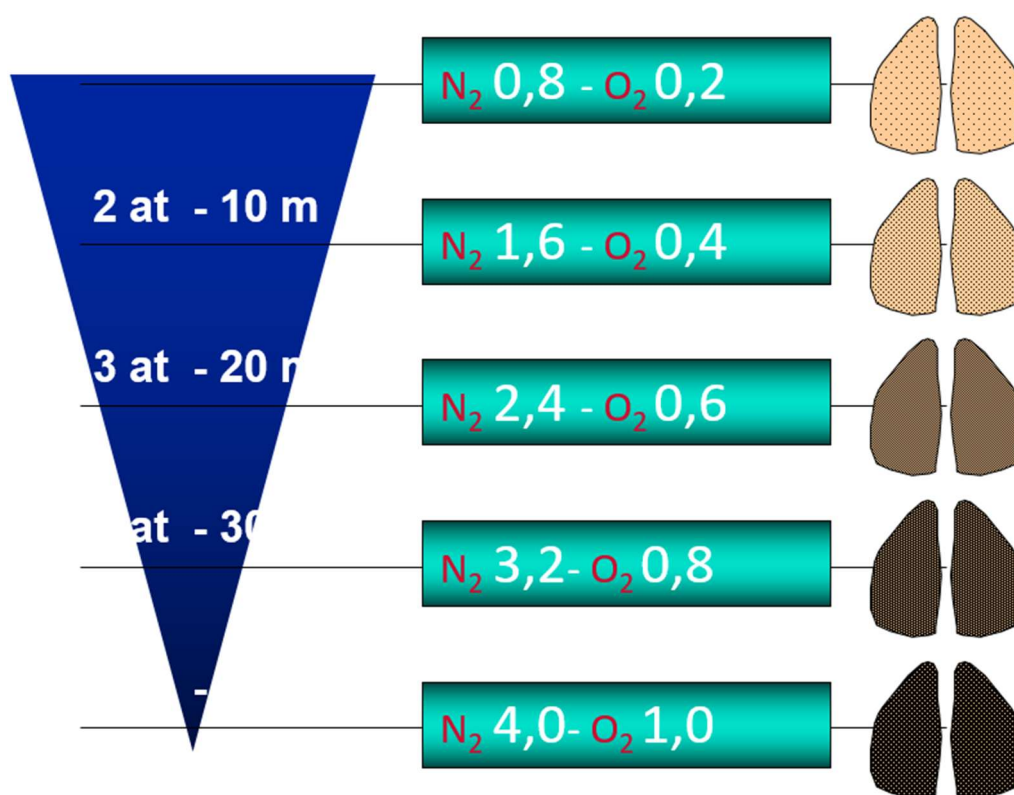
Prawo Daltona (prawo ciśnień parcyjnych)

Ciśnienie mieszaniny gazów równa się sumie ciśnień, jakie wywierałyby poszczególne składniki gazu gdyby były same w danej objętości (ciśnienie jakie wywierałby gaz gdyby znajdował się sam w zbiorniku). Ciśnienie całkowite mieszaniny gazowej jest równe sumie ciśnień parcyjnych wszystkich składników.

$$P_{\text{tot}} = PP1 + PP2 + \dots + PPn \text{ [at]}$$

Gaz	ilość w %	ciśnienie parcjalne [at]
Azot	78,09	0,7809
Tlen	20,95	0,2095
Dwutlenek węgla	0,03	0,0003
Inne gazy	0,93	0,0093

Całkowite ciśnienie wywierane przez mieszaninę gazów równa się sumie ciśnień cząstkowych gazów tworzących mieszaninę.



rys. 44 Ciśnienie wywierane przez mieszaninę gazów

Prawo Henry'ego

Stężenie w cieczy rozpuszczonego gazu, znajdującego się w równowadze z fazą gazową jest proporcjonalne do jego ciśnienia.

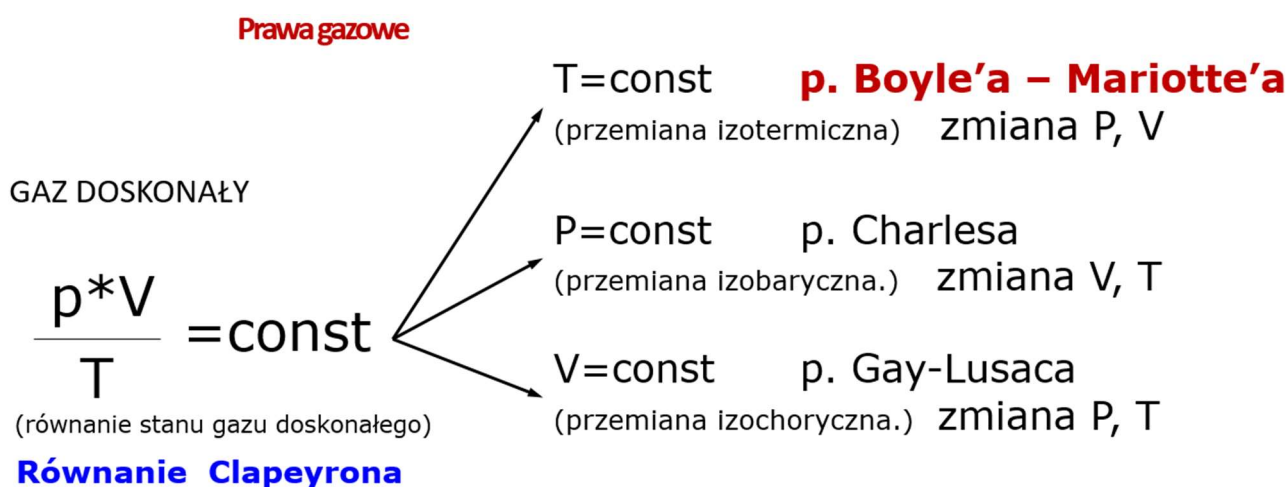
$$C = k \cdot P$$

C – stężenie gazu

k – współczynnik rozpuszczalności gazu

P – ciśnienie

Rozpuszczalność gazu C w cieczy rośnie proporcjonalnie do ciśnienia gazu.



Prawo Boyle'a Mariotte'a

Dla dowolnego gazu w stałej temperaturze T objętość tego gazu V będzie się zmieniać odwrotnie proporcjonalnie do jego ciśnienia P .

$$P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$$

Prawo Gay Lussac'a

Objętość gazu V , pod stałym ciśnieniem P zmienia się wprost proporcjonalnie do temperatury T wyrażonej w skali bezwzględnej (Kelvina $1^\circ\text{C} = 1/273\text{ K}$).

$$V_1/T_1 = V_2/T_2$$

Prawo Charles'a

W stałej objętości V , ciśnienie P rośnie wprost proporcjonalnie do temperatury T

$$P_1/V_1 = P_2/V_2$$

Przemiana izotermiczna: $T = \text{const}$. $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot V_2$

Przemiana izobaryczna: $P = \text{const}$. $V_1/T_1 = V_2/T_2$

Przemiana izochoryczna: $V = \text{const}$. $P_1/V_1 = P_2/V_2$

WPŁYW CIŚNIENIA NA ORGANIZM

Relacja ciśnienia i głębokości			Relacja ciśnienia i objętości			
GŁĘBOKOŚĆ WZGLĘDNE	CIŚNIENIE WZGLĘDNE	CIŚNIENIE BEZWZGLĘDNE	GŁĘBOKOŚĆ	CIŚNIENIE	OBJĘTOŚĆ	UŁAMEK
0M	0 AT	1 AT	0M	1 AT	5 dm ³	1
10M	1 AT	2 AT	10M	2 AT	2,50 dm ³	1/2
20M	2 AT	3 AT	20M	3 AT	1,66 dm ³	1/3
30M	3 AT	4 AT	30M	4 AT	1,25 dm ³	1/4
40M	4 AT	5 AT	40M	5 AT	1,00 dm ³	1/5
50M	5 AT	6 AT	50M	6 AT	0,83 dm ³	1/6

Prawo Boyle'a Mariotte'a

Wraz ze wzrostem ciśnienia zmniejsza się objętość gazu.



rys. 45 Objętość gazu

Zadania:

1. Pojemność butli wynosi 10 dm³ (10 l). Ciśnienie gazu w niej zawartego wynosi 15 Mpa (150 at.). Oblicz objętość zawartego w butli gazu przy ciśnieniu atmosferycznym 1 atm.

Dane:

$$P_1 = 15 \text{ Mpa} = 150 \text{ at.}$$

$$V_1 = 10 \text{ dcm}^3 = 10 \text{ l}$$

$$P_2 = 1 \text{ at.}$$

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

$$V_2 = \frac{P_1 \times V_1}{P_2}$$

Szukane:

$$V_2 = ?$$

$$V_2 = \frac{150 \times 10}{1} = 1500 \text{ l}$$

2. Oblicz, jaką objętość na głębokości 10 m będzie miał balon, którego objętość na powierzchni wynosi 6 l.

$$P_1 = 1 \text{ atm}; P_2 = 2 \text{ atm}; V_1 = 6 \text{ l}; V_2 = ???$$

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

$$V_2 = \frac{P_1 \times V_1}{P_2}$$

Po przekształceniu mamy:

Podstawiamy:

Odpowiedź: Balon na głębokości 10m

Będzie miał 3 dm³ (3l)

$$V_2 = \frac{1 \text{ atm} \times 6 \text{ dm}^3}{2 \text{ atm}} = \frac{6 \text{ dm}^3}{2} = 3 \text{ dm}^3$$

3. Nurek zanurkował na głębokość 10 m z aparatem nurkowym. Objętość płuc nurka wynosi 5 dm³. Jaką objętość będą miały płuca nurka, gdyby z tej głębokości wynurzył się na powierzchnię ze wstrzymanym oddechem?

Rozwiązanie:

$$P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2$$

$$V_2 = \frac{P_1 \times V_1}{P_2}$$

$$V_2 = \frac{2 \text{ atm} \times 5 \text{ dm}^3}{1 \text{ atm}}$$

$$V_2 = \frac{10 \text{ dm}^3}{1} = 10 \text{ dm}^3$$

4. Obliczanie zapasu gazu wg. Prawa Boyle'a Mariotte'a.

Na jak długo wystarczy **10 litrowa** butla napełniona do **200 at**?

- musimy zakończyć nurkowanie z **50 at** więc mamy do dyspozycji **150 at**
- przyjmujemy zużycie czynnika oddechowego na poziomie **20 l/min.** na powierzchni wody.

$$10 \text{ l} \times 150 \text{ at} = 1500 \text{ l}$$

$$1500 \text{ l}/20 \text{ l/min} = 75 \text{ min.}$$

Na powierzchni powierza wystarczy nam na 75 min.

Na głębokości **10 m** ciśnienie jest 2 x większe więc czas skróci się dwukrotnie : **37 min.**

Na głębokości **30 m** ciśnienie jest 4 x większe więc czas skróci się czterokrotnie : **18 min.**

5. Obliczanie minimalnej ilości gazu przy 50 at.

BUTLA: 2 * 7 l /300 at./

BUTLA: 2 * 10 l /200 at./

BUTLA: 2 * 12 l /200 at./

SAC – wskaźnik powierzchniowego zużycia gazu [l/min]

$$V_{zg} = t * SAC * (D/10 + 1)$$

V_{zg} – zużycie gazu [l]

t – czas

SAC – wskaźnik zużycia gazu

D – głębokość

p₁ – ciśnienie cząstkowe w butli

p₂ – ciśnienie końcowe w butli

$$SAC = v_{but} * (p_1 - p_2) / [t * (D/10 + 1)]$$

Przygotowanie do nurkowania

Wyważenie.

Pamiętaj, że w trakcie nurkowania zmniejsza się ciężar powietrza zgromadzonego w butli.

Ciężar powietrza w butli:

- **15 l** to mamy w niej 15 l x 200 at = 3000 l co daje nam 3 x 1,3 kg = 3,9 kg
- **12 l** to mamy w niej 12 l x 200 at = 2400 l co daje nam 2,4 x 1,3 kg = 3,12 kg
- **10 l** to mamy w niej 10 l x 200 at = 2000 l co daje nam 2 x 1,3 kg = 2,6 kg

Wyporność w wodzie słonej jest większa o około 2 – 3 kg niż w wodzie słodkiej.

6.2. Właściwości fizyczne wody i warunki hydrometeorologiczne nurkowania

Gęstość wody zależy od temperatury, w przypadku wody zależność ta jest specyficzna. Inaczej niż inne ciecze, których gęstość maleje wraz z ogrzewaniem, woda największą gęstość osiąga

w temperaturze 4°C. Dalsze oziębianie wody lub jej podgrzewanie powoduje zmniejszanie jej gęstości. Dzięki temu lód jest lekki i pływa po wodzie podczas gdy normalnie inne ciała stałe zawsze toną w cieczach powstających przy ich topnieniu. Zamarzanie wody w rzekach i jeziorach tylko na powierzchni umożliwia przetrwanie organizmom żywym w głębi wody.

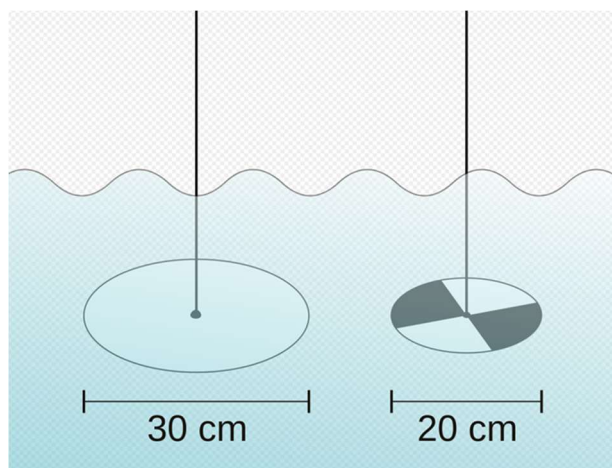
Przejrzystość wody (przezroczystość wody)

Przejrzystość wody to cecha optyczna, organoleptyczna wody rozumiana jako zdolność przepuszczania promieni świetlnych przez warstwę wody. O stopniu przejrzystości wody decyduje ilość występujących w wodzie zdyspergowanych cząsteczek koloidalnych lub zawiesin. Wody powierzchniowe mają różną przejrzystość wody, może się ona wahać od kilku centymetrów do kilkudziesięciu metrów.

Na przejrzystość wody w akwenach oraz ciekach wpływ ma:

- obecność w wodzie planktonu: fitoplanktonu i zooplanktonu,
- zawiesina drobnych cząstek mineralnych zwięzających skał oraz szczątków roślin i zwierząt, w tym osady dennego znajdujące się w zbiorniku,
- substancje docierające do zbiornika wodnego z zewnątrz, czyli zasilanie w postaci wód spływających powierzchniowo i podpowierzchniowo oraz w postaci opadu atmosferycznego.

Do oceny warunków świetlnych w wodzie, a tym samym przejrzystości wody stosuje się pomiary widzialności wody krążkiem Secchiego. Jest to biały krążek, o średnicy około 30 cm, który jest opuszczany w pozycji poziomej do wody na linie wyskalowanej w metrach. Notuje się głębokość, na której krążek przestaje być widoczny, spuszcza się nieco głębiej, a następnie wynurza i notuje moment, kiedy znowu zaczyna być widoczny, obie wartości głębokości powinny być takie same.



rys. 46 Pomiary krążkiem Secchiego

W praktyce nurkowej najczęściej nurkowie określają widoczność wody na podstawie subiektywnego odczucia.

W naszych akwenach widoczność najczęściej wynosi od kilku centymetrów do kilku metrów.

Najlepsza widoczność zazwyczaj jest zimą. Przejrzystość wody może zmieniać się również warstwowo w akwenie, szczególnie tam gdzie występuje stratyfikacja termiczna. Nieumiejętna technika pływania nurków może spowodować podniesienie osadów z dna, których warstwa w naszych zbiornikach może wynosić nawet do kilku metrów.

Podział akwenów i cieków

Ze względu na ruch masy wody dzielimy na:

- wody płynące, ciek (źródła, potoki, strumienie, rzeki, kanały);
- wody stojące (jeziora, zbiorniki zaporowe, stawy, wyrobiska, starorzecza).

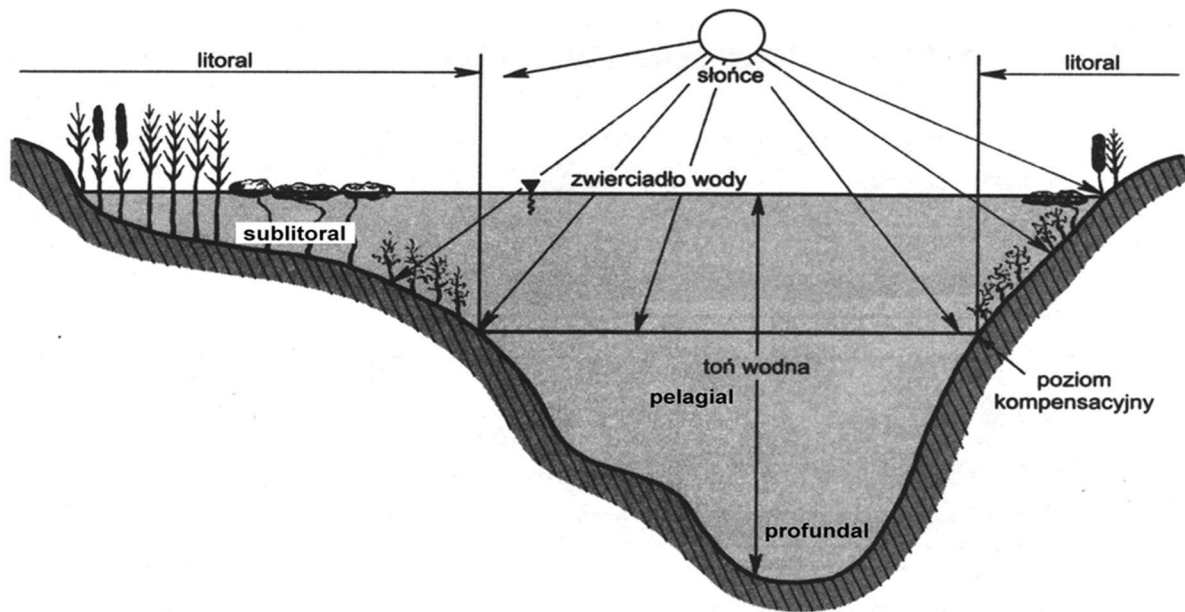


rys. 47 Woda stojąca (góry) i woda płynąca (u dołu)
<https://pl.wikipedia.org>

6.3. Budowa niecki jeziora

Wyróżniamy zasadniczo cztery strefy jeziora:

- litoral,
- sublitoral,
- pelagial,
- profundal.



rys. 48 Strefy jeziora

▪ Litoral

Sięga do granicy występowania roślinności. Jest bardzo zróżnicowany i najbardziej zmienny ze środowisk jeziornych. Zmienia się z warunkami brzegowymi. Zajmuje ok. 30% ogólnej powierzchni jezior. Jest miejscem występowania roślinności wyższej, olbrzymiej liczby zwierzęcych organizmów bezkręgowych oraz większości ryb.

▪ Sublitoral

Znajduje się poniżej litoral. Jest miejscem gromadzenia się szczątków pochodzenia litoralnego, np. trudno rozkładalne części roślin, muszle mięczaków itp.

▪ Pelagial

Jest to strefa otwartej wody. Występuje tu strefa prześwietlona (fotyczna) i strefa nieprześwietlona (afotyczna).

▪ Profundal

Jest to strefa dna poniżej sublitoralu i bezpośrednio przyległa do niej warstwa wody.

6.4. Uwarstwienie termiczne wód

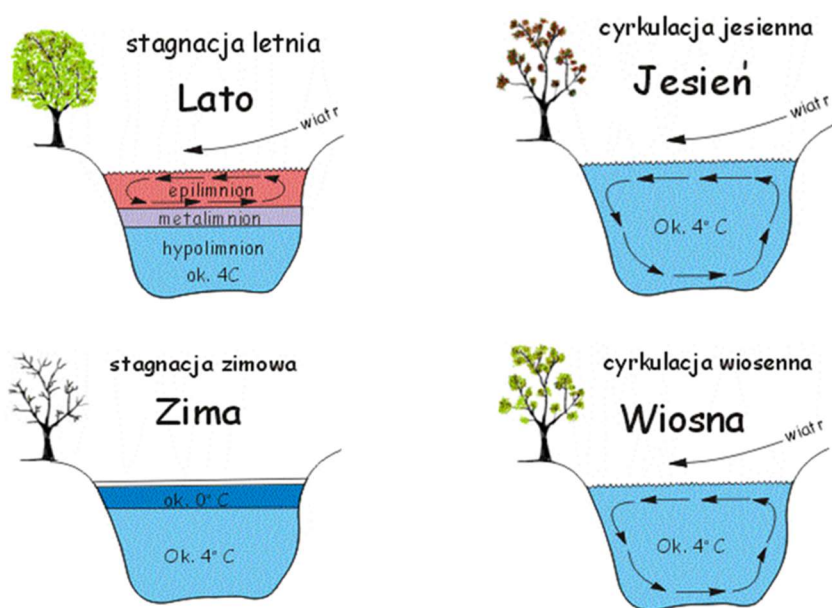
Woda odznacza się szczególną właściwością najwyższej gęstości w temperaturze około 4°C.

Gęstość jej maleje zarówno w kierunku wyższych, jak i niższych temperatur. Zimą w naszej strefie klimatycznej woda najgęstsza, najczęściej o temperaturze 4°C, gromadzi się w głębszych warstwach zbiornika, a woda zimniejsza płycej. Taki układ temperatur nazywamy **stratyfikacją zimową**. Latem woda o temperaturze 4°C również gromadzi się w dolnych partiach zbiornika, zaś cieplejsza w górnej części. Taki układ temperatur nazywamy **stratyfikacją letnią**.

Epilimnion – warstwa nadskokowa, powierzchniowa warstwa wody zmieniająca swoją temperaturę pod wpływem warunków zewnętrznych (słońca).

Metalimnion/termoklina (albo inna nazwa) – warstwa skokowa, wąska warstwa wody 1-2 m, w której następuje gwałtowny spadek temperatury, nawet o 12°C.

Hypolimnion – warstwa podskokowa, warstwa wody chłodnej o temperaturze ok. 4°C (najcięższej).



rys. 49 Uwarstwienie termiczne wód w jeziorze

6.5. Prądy wody w akwenach śródlądowych

Oprócz ruchów wody związanych z cyrkulacją, wody zbiorników podlegają też następującym ruchom:

- prądom w okolicy dopływów do lub odpływów ze zbiornika,

!!! W PRZYPADKU PROWADZENIA PRAC PODWODNYCH W ICH OKOLICACH NALEŻY UWZGLĘDNIĆ TEN CZYNNIK, SZCZEGÓLNICIE W PRZYPADKU PROWADZENIA PRAC POSZUKIWAWCZYCH !!!

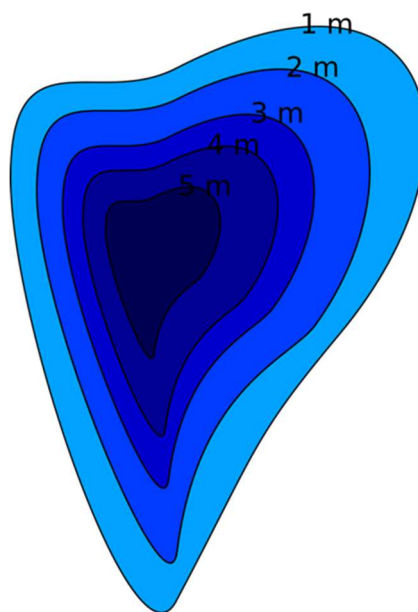
- falowaniu - powstaje przy wietrze o prędkości 1-2 m/s. Na niewielkich zbiornikach fale dochodzą do wysokości 1 m, zaś na największych zbiornikach do 2,5 m,
- prądom wywołanym wiatrem, który spiętrza wodę przy brzegu nawietrznym, spiętrzona woda rozplywa się następnie wzdłuż brzegu powierzchniowo oraz tworzy wgłębny prąd o kierunku przeciwnym powierzchniowemu,

- ruchy „antropogeniczne” wywołane przez łodzie motorowe i statki. Mogą powodować intensywne falowanie wody.

6.6. Mapy batymetryczne

Mapy batymetryczne to kartograficzne odwzorowanie ukształtowania dna zbiornika lub cieku wodnego. Pomiary głębokości na całej powierzchni danej wody są dokonywane przy pomocy specjalnych urządzeń pomiarowych, a zebrane w ten sposób dane, odwzorowane graficznie na mapie.

Izobata - izolinia łącząca punkty o jednakowej głębokości (mierzonej od powierzchni) zbiorników wodnych. W hydrologii izobata oznacza często głębokość do dna zbiornika wód powierzchniowych.



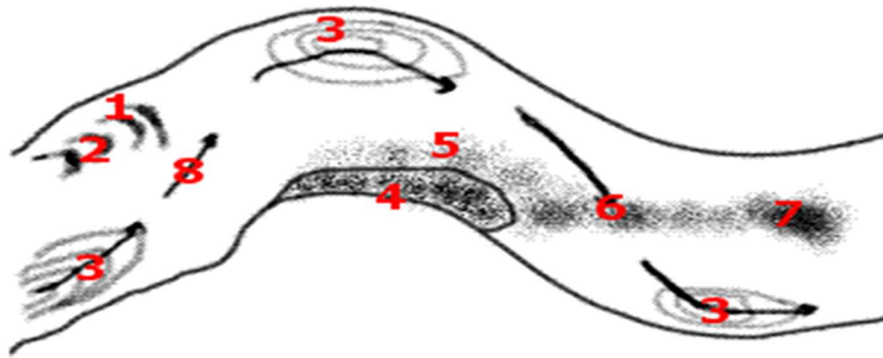
rys. 50 Mapa batymetryczna

6.7. Rzeki

Rzeki są ciekami większymi od potoków i strumieni.

Zróżnicowanie wielkości jest ogromne, szerokość od paru metrów do kilku kilometrów, długość od kilku kilometrów do kilku tysięcy kilometrów, głębokość od decymetrów do kilkudziesięciu metrów.

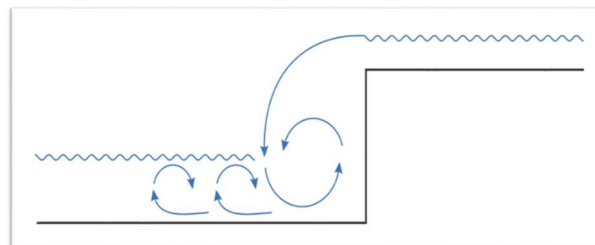
Rzeki mniejsze wpadają do większych, tworząc tzw. zlewnię rzeki. O charakterze rzeki decyduje szybkość prądu, od którego zależy m.in. charakter podłoża (żwir, piasek, muł). Na szybkość prądu wody wpływa poziom wody. Prędkość przepływu w małych rzekach nizinnych, przy niskim stanie wody, może wynosić kilka, kilkanaście cm/s, w dużych przy niskim stanie wynosi kilka dm/s, przy wysokim ok. 1 m/s, a nawet powyżej 2 m/s. Szybkość prądu w rzece zmienia się i jest zróżnicowana na każdym jej odcinku.



- 1 – Rynna rzeki
- 2 – Przykosa, powstająca przed plosem ławica piasku, zakończona kaniem – nagłym uskokiem dna
- 3 – Płoso, głębina rozciągająca się wzdłuż bułty
- 4 – Przymulisko, porośnięte roślinnością przejście odsypiska w stronę brzegu
- 5 – Odsypisko, naniesiony wodą piasek po stronie wypukłej brzegu rzeki
- 6 – Przemiał, płycizna łącząca odsypisko z ławicą
- 7 – Ławica, wypłylenie o podłużnym kształcie, powstające za plosem, zwane inaczej „łachą”
- 8 – Nurt

rys. 51 Budowa koryta rzeki

Odwój - miejsce na cieku wodnym, w którym następuje lokalna cyrkulacja nurtu, spowodowana spadkiem koryta rzeki za przeszkodami naturalnymi, bądź sztucznymi, tj. jazy, zapory.



rys. 52 Odwój

Podczas spadku ciecz zostaje intensywnie napowietrzona, przez co znacznie zmniejsza się jej gęstość. Cofka występująca zaraz za odwojem sprawia, że osoba znajduąca się w jej zasięgu jest wciągana w obszar odwoju, co uniemożliwia samodzielne jego opuszczenie. Im większy uskok dna, tym większa energia potencjalna wody, a więc i silniejsza cyrkulacja i prądy wsteczne wewnątrz odwoju.



rys. 53 Uwarstwienie termiczne wód w jeziorze
<https://pl.wikipedia.org>

6.8. Budowle i obiekty hydrotechniczne

Jaz - to budowla hydrotechniczna, która jest wybudowana w poprzek rzeki lub kanału piętrzący wodę, w celu utrzymania stałego poziomu rzeki dla celów żeglugowych, zaopatrywania w wodę oraz do celów energetycznych.

Jazy można podzielić na ziemne, ziemno-betonowe, gumowe.

Ze względu na ich charakter mogą być stałe lub ruchome, tj. wyposażone w odpowiednie zamknięcia. W przypadku jazów ruchomych możliwa jest regulacja ich wysokości, co daje większe możliwości zarządzania zasobami wodnymi rzeki. W jazu można wyróżnić dwie podstawowe części: górną (nadwodną) i dolną (podwodną). Część dolna chroni dno przed rozmyciem, przedłuża drogę filtracji oraz przejmuje obciążenia pionowe.

Jaz zastawkowy/stawidło - to rodzaj jazu wyposażonego w zamknięcia płaskie, na tyle duże, że do ich przemieszczania niezbędne jest zastosowanie prostego mechanizmu, napędzanego najczęściej ręcznie.



rys. 54 Jaz

<https://pl.wikipedia.org>

Śluza wodna - to fragment kanału przegrodzony komorą wodną. Wznoszona na kanałach żeglownych, rzekach (jako fragment jazu) oraz pomiędzy jeziorami.

Budowana w celu umożliwienia podczas żeglugi pokonywania różnic poziomu wody przez jednostki pływające (np. statki, barki, jachty).

Wyróżnia się śluzy jednokomorowe pojedyncze do śluzowania jednego statku, podwójne do śluzowania jednocześnie dwóch statków oraz bliźniacze, tj. dwie jednakowe śluzy położone obok siebie. Komora śluzowa jest zamknięta ruchomymi wrotami. Najczęstsze zamknięcia to obrotowe wrota jedno- lub dwuskrzydłowe, tzw. otwierane zawsze pod prąd: gdy poziom wody po obu stronach wrót jest różny, woda sama dociska i uszczelnia wrota. Działanie śluzy polega na tym, że jednostka pływająca wpływa do komory przez jedną przegrodę otwartą, przy drugiej przegrodzie zamkniętej. Otwarta przegroda następnie jest zamykana i woda, w zależności od potrzeby, jest napuszczana do komory lub z niej wypuszczana. Po wyrównaniu się poziomów w komorze i kanale wylotowym otwarte zostają wrota i jednostka wypływa z komory.



rys. 55 Śluza wodna

Źródło: Pumeks - Praca własna, CC BY-SA 3.0

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=4583510>



rys. 56 Śluza wodna c.d.

<https://pl.wikipedia.org>

Przepust drogowy - budowla stanowiąca element korpusu drogowego lub nasypu budowlanego o zamkniętym kształcie przekroju poprzecznego konstrukcji. Przeznaczony jest do przeprowadzenia cieków, szlaków wędrówek zwierząt dziko żyjących lub urządzeń technicznych przez korpus (nasyp) drogi.



rys. 57 Przepust drogowy

Źródło: Stefan.p21 - Praca własna, CC BY-SA 4.0

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15784795>

Przepust wałowy - przepust przeprowadzający wodę lub inną ciecz przez korpus takich obiektów budowlanych jak wały przeciwpowodziowe czy groble. Przepust wałowy może być wyposażony w zamknięcie w postaci kłapy zwrotnej, umożliwiającej przepuszczanie wody przy stanach niskich i średnich oraz zapewniającej samoczynne jej zamknięcie przy stanach wysokich, gdy woda zamiast przepływać do zlewni, odpływałaby przez przepust na teren zawala.



rys. 58 Przepust wałowy

Źródło: Dariusz Kowalczyk, CC BY-SA 4.0

<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=49754841>

Most – rodzaj przeprawy w postaci budowli inżynierskiej, której konstrukcja pozwala na pokonanie przeszkody wodnej lub lądowej skonstruowana w taki sposób, że pod nią pozostaje wolna przestrzeń.

Przęsłem mostu nazywamy odległość poziomą mierzoną pomiędzy jego podporami. Podstawowymi elementami konstrukcji mostu są filary, na których za pośrednictwem łożysk mostowych opierają się przęsła. Skrajne podpory noszą nazwę przyczółków. W dawnych mostach drewniane filary znajdujące się w wodzie były chronione przed naporem kry przez izbice.



rys. 59 Most

Fot: Adrian Grycuk

<https://pl.wikipedia.org>

Zapora wodna - bariera przegradzająca barierę rzeki w celu spiętrzenia wody, zwykle betonowa, żelbetowa lub ziemna.

Zapora wodna może być postawiona dla różnych celów:

- ochrona przeciwpowodziowa,
- rezerwuar i pozyskanie wody,
- walory rekreacyjne,
- produkcja energii elektrycznej.

Różnicę poziomów wody przed i za zaporą wykorzystuje się w elektrowniach wodnych do wytwarzania energii elektrycznej. W elektrowniach szczytowo-pompowych energię elektryczną wytwarza się w dzień, gdy zapotrzebowanie na nią jest najwyższe, a w nocy, wykorzystując nadmiar mocy, turbiny uzupełniają wodę w zbiorniku pompując ją ze zbiorników u podstawy zapory.



rys. 60 Zapory wodne
<https://pl.wikipedia.org>