

# CIECZ IDEALNA

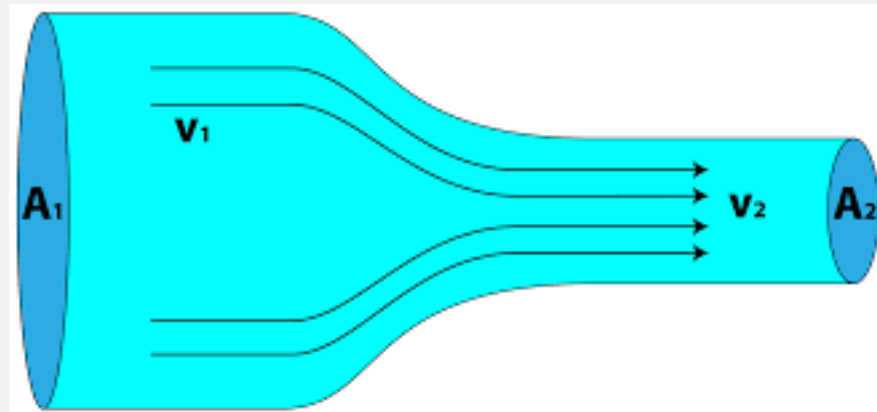
Krzysztof Puławski

# PŁYN IDEALNY I RZECZYWISTY

- **Płyn idealny** (doskonały) – płyn nielepki, w którym występują naprężenia ścinające i transport ciepła, a którego jedynie od gęstości i ciśnienia. Model płynu doskonałego można w niektórych sytuacjach stosować do przybliżonego opisu powolnego przepływu cieczy o małej lepkości oraz gazów o niezbyt wysokiej temperaturze i ciśnieniu.
- **Płyn rzeczywisty** – model płynu, który pod wpływem działania siły zewnętrznej może zmienić swoją objętość (posiada ścisłość), a płynięcie wywołuje opór wewnętrzny (posiada lepkość). Podstawowym efektem istnienia lepkości jest dyssypacja (rozpraszanie się) energii strugi (straty ciśnienia).

# PRAWO CIĄGŁOŚCI CIECZY

- Dla stacjonarnego przepływu cieczy nieściśliwej, przez każdy przekrój poprzeczny ( $A$ ), w jednostce czasu przepływa taka sama objętość cieczy



# MATEMATYCZNA INTERPRETACJA PRAWA CIĄGŁOŚCI CIECZY



$$\rho_2 A_2 v_2 = \rho_2 A_1 v_1$$

Same, incompressible, fluid so rho drops out!

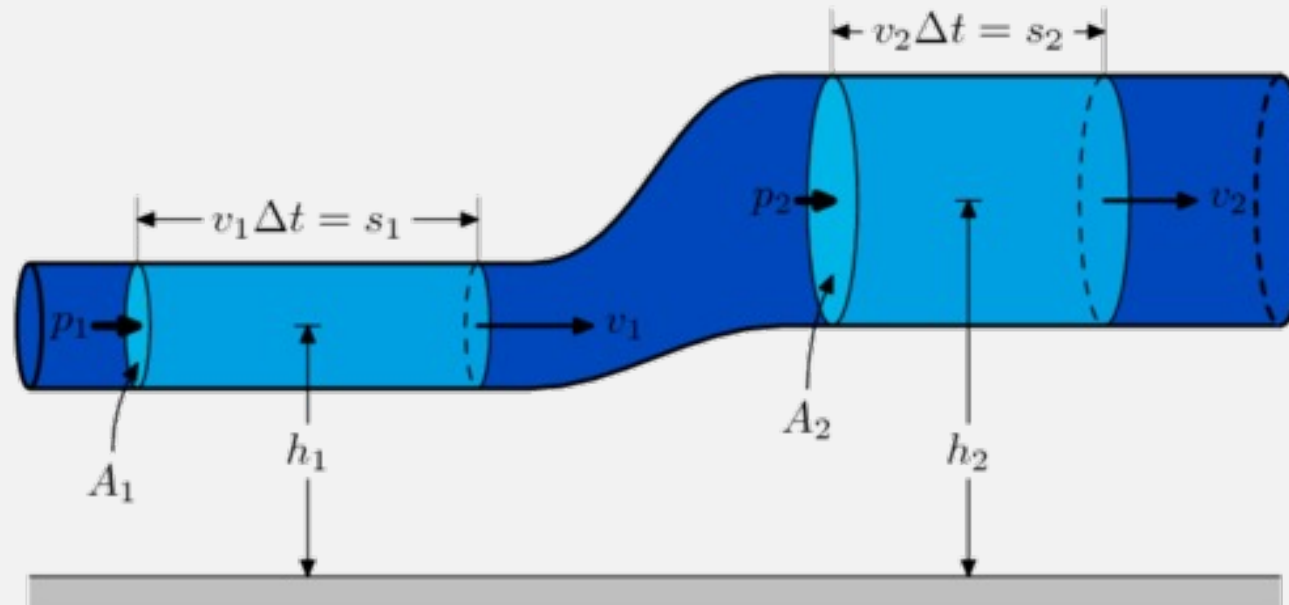
$$A_1 v_1 = A_2 v_2$$

# PRZYKŁADY DZIAŁANIA PRAWA CIAĞŁOŚCI CIECZY W MEDYCYNIE

- **1. Badania przepływu krwi:** Prawo ciągłości cieczy jest wykorzystywane w medycynie, aby badać przepływ krwi przez naczynia krwionośne. Przy pomocy ultrasonografii Dopplera lub innych technik obrazowania można monitorować prędkość i kierunek przepływu krwi w naczyniach. To pozwala na dokładne mierzenie przepływu krwi i identyfikację ewentualnych nieprawidłowości, takich jak zwężenia czy zakrzepy.
- **2. Monitorowanie wentylacji płuc:** prawo ciągłości cieczy może być stosowane do monitorowania przepływu powietrza w układzie oddechowym. W tym przypadku techniki spirometryczne mogą dostarczać informacji na temat objętości i prędkości przepływu powietrza, co jest istotne przy diagnozowaniu chorób układu oddechowego.

# RÓWNANIE BERNOULLIEGO

- W uproszczeniu, równanie Bernoulliego mówi nam, że gdy płyn porusza się, jego energia kinetyczna (związana z prędkością) i energia potencjalna grawitacyjna (związana z wysokością) zmieniają się, ale suma tych trzech składników pozostaje stała wzdłuż strumienia płynu.



# MATEMATYCZNA INTERPRETACJA RÓWNANIA BERNOULLIEGO

## Szczególna postać równania Bernoulliego

gdzie:

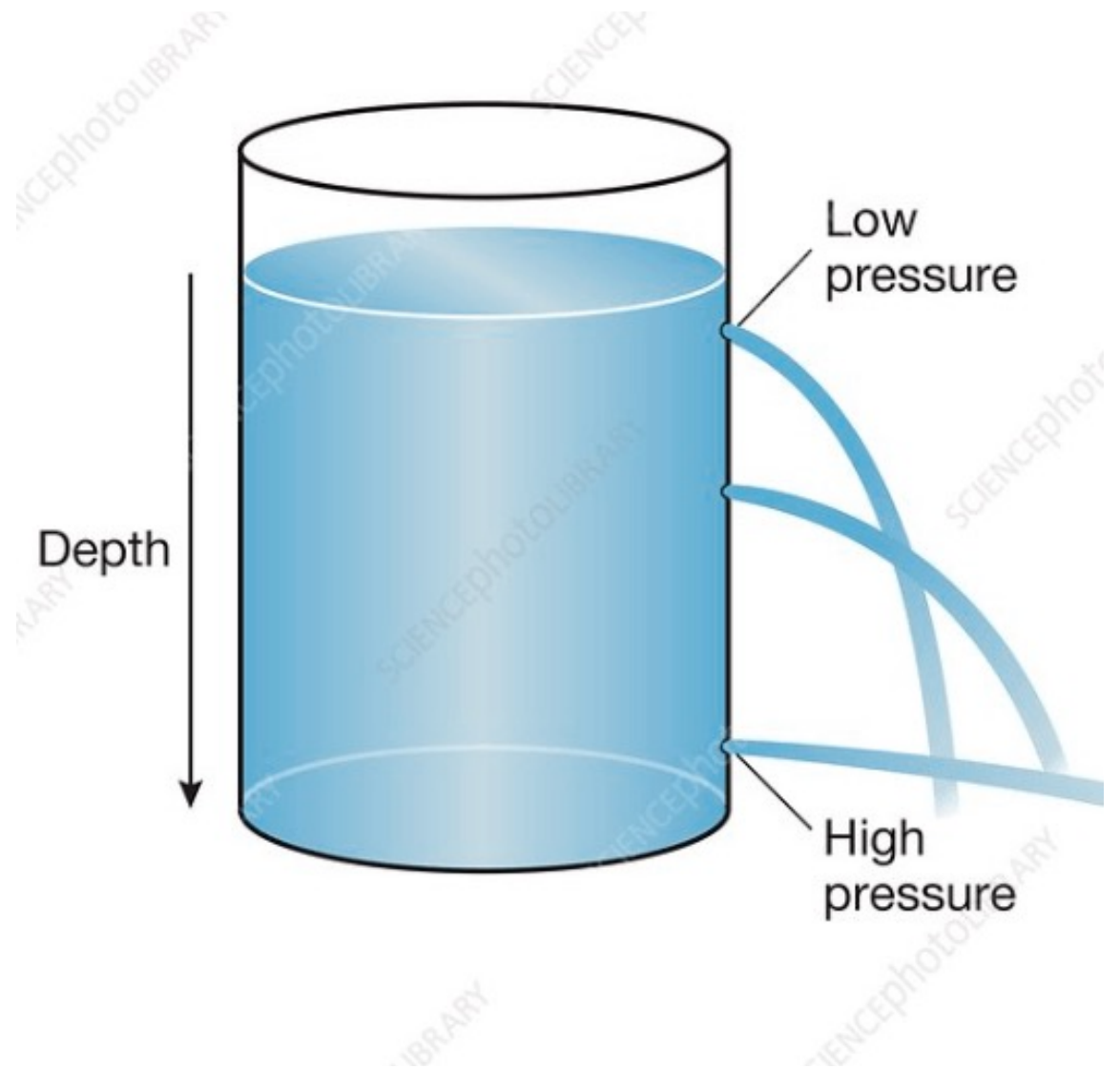
- $\rho$  - gęstość cieczy
- $v$  - prędkość cieczy w rozpatrywanym miejscu
- $h$  - wysokość w układzie odniesienia w którym liczymy energię potencjalną
- $g$  - przyspieszenie grawitacyjne
- $p$  - ciśnienie cieczy w rozpatrywanym miejscu

$$E = \frac{v^2}{2} + gh + \frac{p}{\rho} = \text{const}$$

1. **Ciśnienie:** Początkowo mamy ciśnienie płynu, takie jak ciśnienie w wodzie lub powietrzu.
  2. **Prędkość:** Gdy płyn zaczyna się poruszać, zyskuje prędkość. Im szybciej płyn przepływa, tym większa jest ta prędkość.
  3. **Wysokość:** Dodatkowo, jeśli płyn podnosi się lub opada (zmienia wysokość), to także wpływa na równanie.
- Równanie Bernoulliego mówi nam, że suma tych trzech rzeczy pozostaje stała, o ile nie ma strat energii. Innymi słowy, jeśli prędkość rośnie, to albo ciśnienie, albo wysokość muszą się zmniejszyć, aby równanie pozostało zgodne.

# CIŚNIENIE HYDROSTATYCZNE

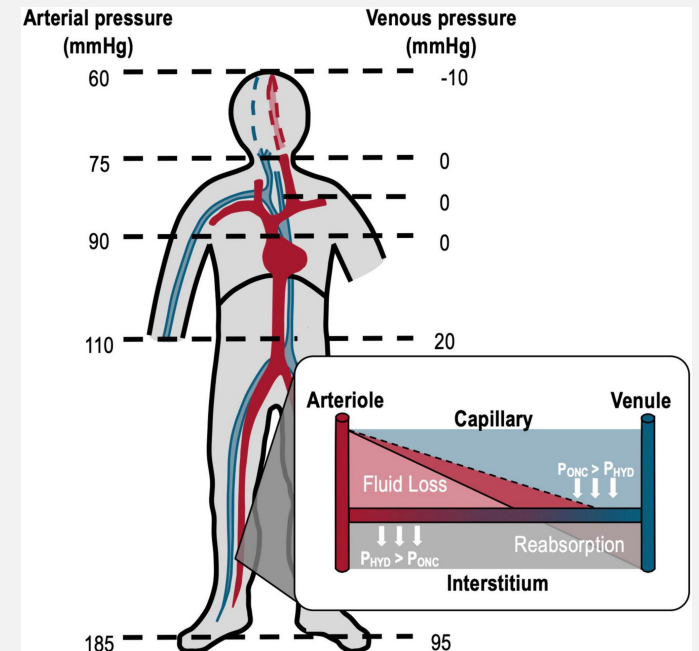
- Ciśnienie hydrostatyczne to ciśnienie wywierane przez kolumnę cieczy znajdującej się w spoczynku w polu grawitacyjnym. To ciśnienie związane jest z głębokością, na jaką ciecz jest zanurzona.
- Wzór na ciśnienie hydrostatyczne (P)
- $P = \rho \cdot g \cdot h$
- $\rho$  - gęstość cieczy
- $g$  - przyspieszenie ziemskie
- $h$  - głębokość, na jaką ciecz jest zanurzona.



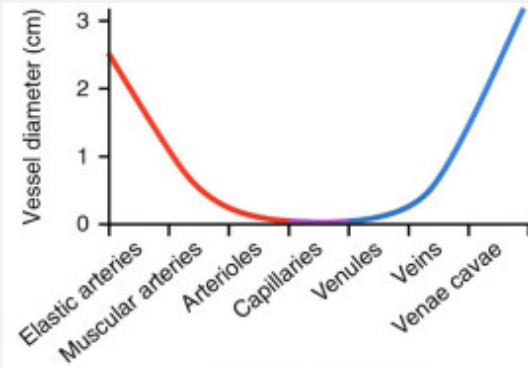


# POMIARY CIŚNIENIA

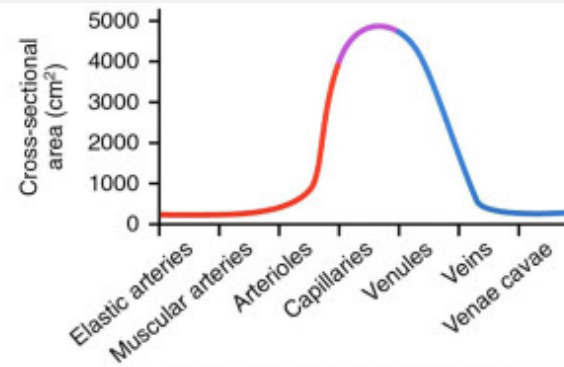
- Zgodnie z założeniami hydrostatyki, największe ciśnienie będzie panowało w dolnych partiach ciała (dystalne części kończyn dolnych), ze względu na największą masę słupa krwi w naczyniach. Najniższe na czubku głowy (np. zatoka strzałkowa górna). W górnych częściach ciała ciśnienie krwi może osiągać wartości niższe od ciśnienia atmosferycznego.
- Pomiary ciśnienia krwi przeprowadza się zazwyczaj na ramieniu, ze względu na jego położenie (ta sama płaszczyzna co serce). Z tego powodu wyniki będą najbardziej rzetelne, brak zakłócania związanego z grawitacją.



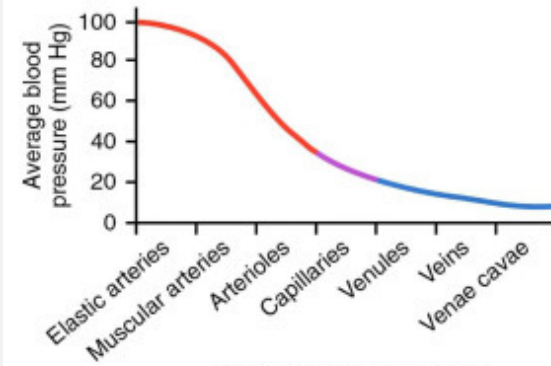
# WIELKI WYKRES NACZYŃ



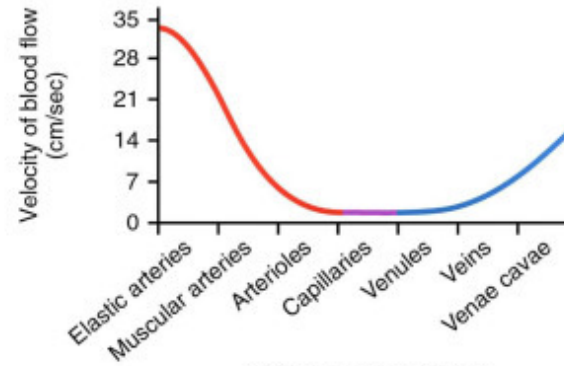
(a) Vessel diameter



(b) Total cross-sectional area of vessels



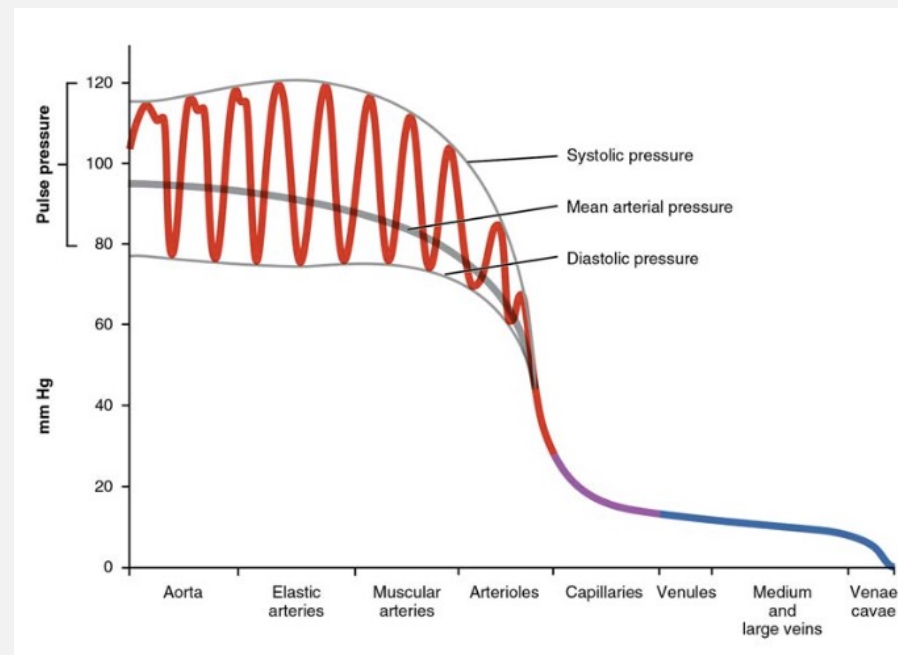
(c) Average blood pressure



(d) Velocity of blood flow

# CIŚNIENIE W NACZYNIACH KRWIONOŚNYCH

Poniższy wykres obrazuje, zmiany ciśnienia systolicznego (skurczowego) i diastolicznego (rozkurczowego), w zależności od rodzaju naczynia krwionośnego.



# BIBLIOGRAFIA

- <http://pracownicy.uwm.edu.pl/wojsob/pliki/dydaktyka/mp-03.pdf>
- <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.sciencedirect.com%2Ftopics%2Fagricultural-and-biological-sciences%2Fvessel-diameter&psig=AOvVaw238lQGwLU7Kq4KzHcN2uUE&ust=1705753045567000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBIQjRxqFwoTCMD-4ra36YMDFQAAAAAdAAAAABAn>
- <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fcourses.lumenlearning.com%2Fsuny-ap2%2Fchapter%2Fblood-flow-blood-pressure-and-resistance-no-content%2F&psig=AOvVaw238lQGwLU7Kq4KzHcN2uUE&ust=1705753045567000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBIQjRxqFwoTCMD-4ra36YMDFQAAAAAdAAAAABAv>
- <https://www.online-sciences.com/physics/steady-flow-turbulent-flow-and-applications-on-the-continuity-equation/attachment/continuity-equation-52/>
- [https://www.frontiersin.org/files/Articles/1016420/fcvm-09-1016420-HTML/image\\_m/fcvm-09-1016420-g001.jpg](https://www.frontiersin.org/files/Articles/1016420/fcvm-09-1016420-HTML/image_m/fcvm-09-1016420-g001.jpg)