

A környezetmérnök/környezettan szak elvégzéséhez szükséges alapismeretek elsajátítását segítő videóleckék a biológia, kémia, földrajz, fizika és műszaki alapismeretek tárgykörében

MŰSZAKI ALAPOK 1. ÁRAMLÁSI VISZONYOK

EFOP-3.4.4-16-2017-00015

SZÉCHENYI 2020



Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

ÁRAMLÁSI VISZONYOK, ÁRAMLÁSI KÉP

EFOP-3.4.4-16-2017-00015

SZÉCHENYI 2020



Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

Áramlási viszonyok

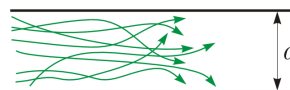
Az áramlás **lamináris**, ha a közeg rétegesen áramlik

Ezt úgy kell elképzelni, mintha végtelen számú koncentrikus cső mozogna, vagyis a részecskék **sebességvektora** az áramlással párhuzamos, azoknak az áramlás irányára merőleges komponense nincs, ugyanakkor az egyes rétegek **áramlási sebessége eltérő lehet** az áramlási határhoz mért távolságtól függően.



Turbulens (vagy gomolygó, örvénylő) áramlás

Turbulens áramlás során az áramló közeg fizikai jellemzői (nyomás, sebesség, áramlási irány) gyorsan, **kaotikusan változnak**. A turbulens áramlás egyik jellemző és „látványos” megnyilvánulása az **örvények megjelenése**



3

Áramlási viszonyok

Kísérleti úton igazolható, hogy az áramlási sebesség növelésével a közegáramlás (laminárisból) örvénylővé válhat, vagyis **turbulens áramlás** alakul ki.

Ebben az esetben az áramlási tér pontjaiban a sebességvektorok egy időbeli átlagérték körül irány és nagyság szerint rendezetlenül, gyorsan ingadoznak.

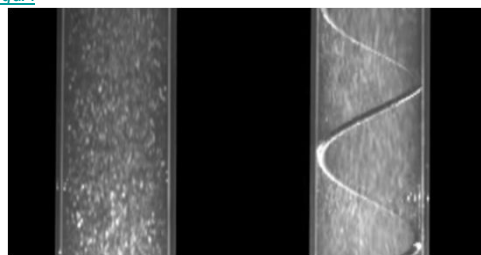
Annak megállapítására, hogy a turbulencia mikor indul be, i.e. hogy az **áramlás jellege** milyen (lamináris vs. turbulens), a legegyszerűbben és legbiztosabban alkalmazható módszer az úgynevezett **Reynolds-kritérium** megadása.

4

Lamináris áramlás vs. turbulens áramlás



<https://www.youtube.com/watch?v=nl75BGg9qdA>



HRS Heat Exchangers

5

<https://www.youtube.com/watch?v=WG-YCpAGgQQ>

Reynolds-szám

Reynolds kísérleti úton igazolta, hogy turbulens áramlás csak akkor alakulhat ki, ha az áramlás v sebességével, l áramlástanilag jellemző méretével, az áramló közeg ρ sűrűségével és η viszkozitásával megadott

$$\frac{l v \rho}{\eta} = Re$$

dimenziómentes kifejezés, az úgynevezett **Reynolds-szám** el nem ér egy kritikus értéket.

6

Reynolds-szám

A Reynolds-kritérium értéke az áramlási tér geometriai viszonyaitól függően más és más lehet, **hasonló körülmények** között azonban **azonos**.

Éppen ezért a Reynolds-szám a műszaki élet számos területén igen hasznos „segédeszköz”: pl. egy laboratóriumi méretű áramlási berendezés esetén az áramlást jellemző Reynolds-szám alkalmazható lesz a léptéknövelés után is, ha a geometriai hasonlóság / arányosság adott.

A Reynolds-kritérium általánosan elfogadott határai:

Re < 2300	2300 < Re < 10000	10000 < Re
Lamináris	Tranziens (átmeneti)	Turbulens

7

Reynolds-szám

$$Re = \frac{l v \rho}{\eta}$$

$$\left[\frac{l v \rho}{\eta} \right] = \frac{\text{m} \frac{\text{m}}{\text{s}} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{\text{Pa s}} = \frac{\text{kg}}{\text{m s}}$$

$$\text{Pa s} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \text{s} = \frac{\text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2}}{\text{m}^2} \text{s} = \frac{\text{kg}}{\text{m s}}$$

$$Re = \frac{l v \rho}{\eta} \text{ vagy } Re = \frac{l v}{\nu}$$

$$\nu = \frac{\eta}{\rho} = \frac{\text{Pa s}}{\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = \frac{\text{m s}}{\text{kg}} = \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

8

Mi tekinthető áramlástani (hidrodinamikai) jellemző méretnek?

Csőben (kör-keresztmetszet) áramlásnál:

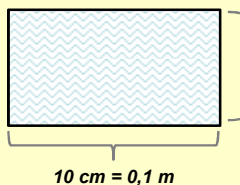
a cső belső átmérője (d_b)

Nem kör-keresztmetszet esetén:
egyenértékű csőátmérő számítás (d_e)

$$d_e = 4r_H = 4 \frac{A}{K_{nedv}}$$

A- áramlási keresztmetszet
 K_{nedv} - nedvesített kerület

Például 10cm × 5cm téglalap keresztmetszetnél
Folyadékkal teljesen kitöltött vezeték esetén



$$d_e = 4 \frac{A}{K_{nedv}} = 4 \frac{0,05m \cdot 0,1m}{2(0,05m + 0,1m)}$$

$$d_e = 0,067 m$$

9

Számítási feladat

Számítsuk ki, hogy egy egyenes falú, 3 cm belső átmérőjű csővezetékben áramló folyadék esetében mekkora minimális sebesség szükséges a turbulens áramlási kép eléréséhez. Folyadék sűrűsége 1 g/cm³; dinamikai viszkozitása 0,0015 Pas.

Turbulens áramlási kép eléréséhez minimum 10000-es Re szám szükséges

$$Re = \frac{d_b v \rho}{\eta}$$

Átrendezve a sebességre:

$$v = \frac{Re \cdot \eta}{d_b \cdot \rho} = \frac{10000 \cdot 0,0015Pas}{0,03m \cdot 1000 kg/m^3} = 0,5 m/s$$

10

TÉRJEN ÁT A KÖVETKEZŐ ANYAGRÉSZRE, VAGY ELLENŐRIZZE ISMERETEIT!

*„A Szegedi Tudományegyetem
kétségfejlesztő és kommunikációs programjainak megvalósítása a
felsőoktatásba való bekerülés előmozdítására és az MTMI szakok
népszerűsítésére”*

EFOP-3.4.4-16-2017-00015

SZÉCHENYI 2020



Európai Unió
Európai Szociális
Alap



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE

A Szegedi Tudományegyetem kétségfejlesztő és
kommunikációs programjainak megvalósítása a felsőoktatásba
való bekerülés előmozdítására és az MTMI szakok
népszerűsítésére

**EFOP-3.4.4-16-2017-
00015**

SZÉCHENYI 2020



Európai Unió
Európai Strukturális
és Beruházási Alapok



BEFEKTETÉS A JÖVŐBE