



Debrecen Egyetem
Mezőgazdaság- Élelmiszertudományi és
Környezetgazdálkodási Kar



Pannon Egyetem
Georgikon Kar



Agrár-környezetvédelmi Modul Vízgazdálkodási ismeretek

KÖRNYEZETGAZDÁLKODÁSI MÉRNÖKI MSc
TERMÉSZETVÉDELMI MÉRNÖKI MSc



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Hidraulikai alapismeretek I.

13.lecke



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A hidraulika alapjai

- A folyadékok vizsgálatával több tudomány foglalkozik.
- A *hidromechanika* a matematika módszereivel vizsgálja a folyadékok tulajdonságait, olyan mélységig ameddig nem szükséges laboratóriumi vizsgálat.
- A *hidraulika* a hidromechanikának a mérnöki gyakorlatban történő alkalmazásával foglalkozik felhasználva az elméleti kutatásokat kiegészítő tapasztalati és kísérleti eredményeket is.
- Tárnya a víz nyugalmi és mozgási állapotainak tanulmányozása.





A folyadék, mint folytonos közeg

- A *folyadék* olyan anyag, amely csekély ellenállást mutat az alakváltoztató erőkkel szemben., ugyanakkor térfogatát még nagy nyomásváltozások hatására is csak kis mértékben változtatja, tehát alig összenyomható.
- A folyadékok a többi testhez hasonlóan molekulákból állnak, amelyek nem töltik ki teljesen a teret.
- Tekintettel arra, hogy a molekulák közötti távolság kicsi, a valójában molekuláris szerkezetű folyadékot a teret folyamatosan kitöltő közegnek (kontinuumnak) tekinthetjük.
- A kontinuumra érvényes összefüggések, törvényszerűségek, érvényesek a valóságos molekuláris szerkezetű folyadékokra is.





A folyadékok sűrűsége

- A homogén folyadék *sűrűsége* az egységnyi térfogatú folyadék tömege

$$\rho \equiv \frac{m}{V} \text{ kg.m}^{-3}$$

- Az adott folyadék sűrűsége a hőmérséklettől és a nyomástól függ. A nyomás- és hőmérsékletváltozás hatására megváltozik a sűrűség. A víz sűrűsége a 3,98 °C-nál a legnagyobb. A hőmérséklet csökkenésével, ill. emelkedésével a sűrűség egyaránt csökken





A folyadékok belső súrlódása

- A *belső súrlódás* (viszkozitás) a folyadékoknak az a tulajdonsága, hogy a különböző sebességgel mozgó részecskék között súrlódási erők ébrednek.
- A különböző sebességgel mozgó folyadékrétegek között a belső súrlódás következtében csúsztatófeszültség ébred, amely *Newton* szerint az alábbi összefüggéssel számítható:

$$\tau = \eta \frac{dv}{dn}$$

ahol

- τ $\frac{dv}{dn}$ - a csúsztatófeszültség, Pa
- η $\frac{dv}{dn}$ - a dinamikai nyúlóssági (viszkozitási) tényező, Pa s
- $\frac{dv}{dn}$ - a sebesség irányára merőleges egységnyi hosszra eső sebességváltozás (sebesség gradiens), s⁻¹



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A folyadékok felületi feszültsége és a kapillaritás

- A nyugvó folyadék minden részecskéje egymásra molekuláris vonzást (kohéziós erőt) gyakorol. Az egyes molekulák kicsiny, r sugarú gömb (hatásgömb) mentén fejtik ki vonzóerejüket a folyadék belsejében, így az erők kiegyenlítik egymást, ezért eredőjük zérus. A folyadék felszínén a határfelület csak félgömb, így a vonzóerők eredője nem zérus. Ennek eredményeként a vízfelszínre merőlegesen a kohéziós nyomás, a vízfelszín normál metszeteinek érintői mentén pedig k *felületi feszültség* keletkezik





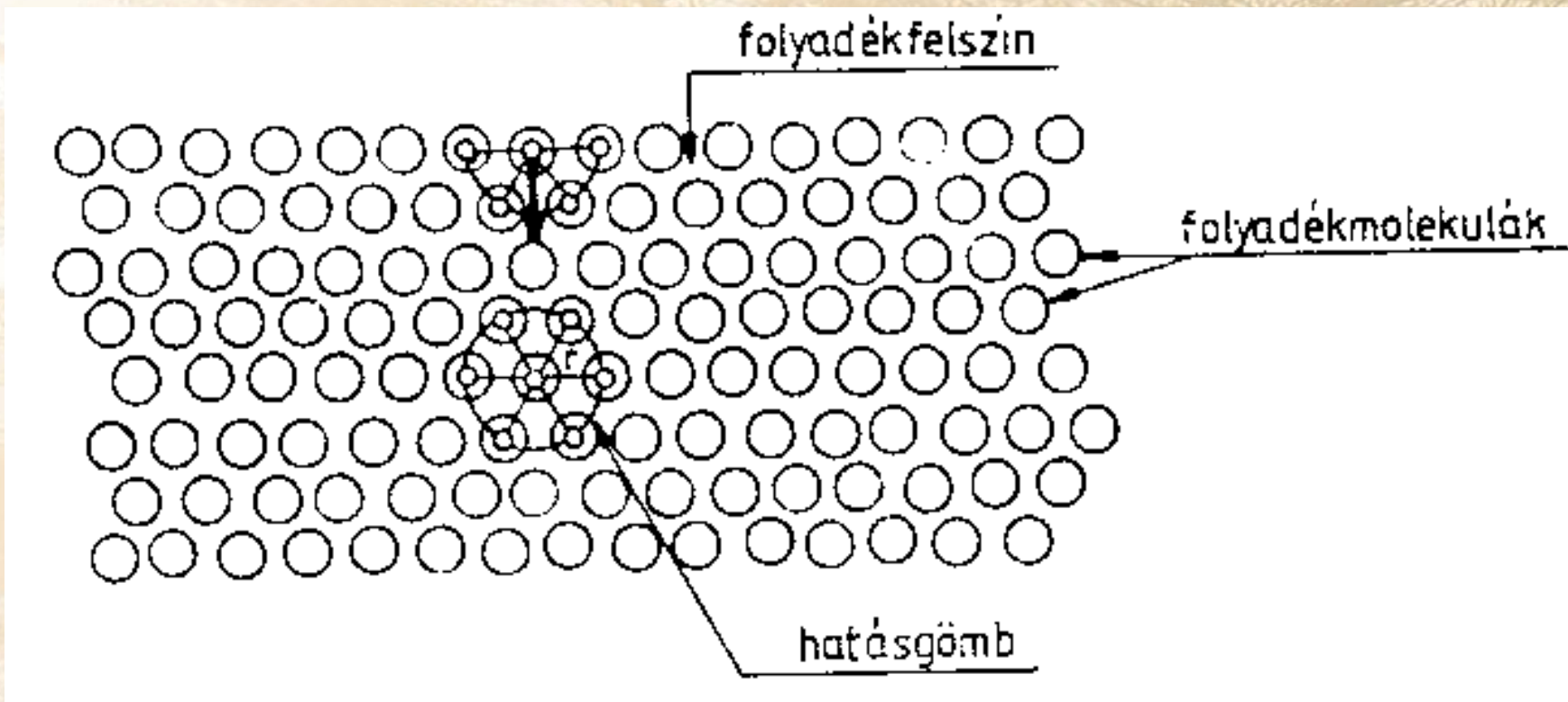
A folyadékok felületi feszültsége és a kapillaritás

- Az előzőekből következik, hogy a felületi feszültség a folyadék felszínén keletkezik és értéke a felszínben fekvő egyenes hosszegységére vonatkozik. Értéke a hőmérséklettől függ.





A folyadékok felületi feszültsége és a kapillaritás

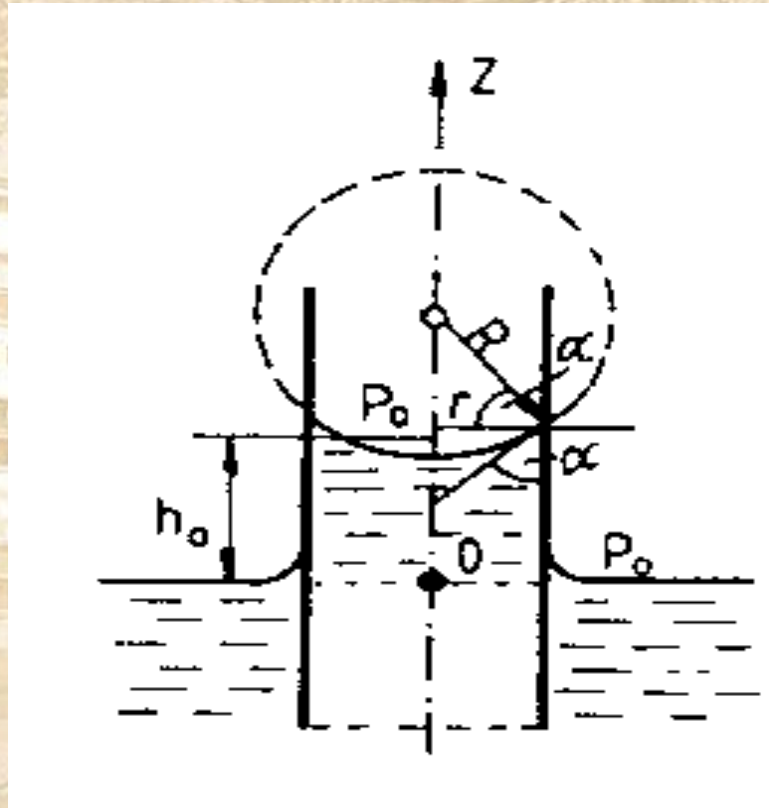


A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A folyadékok felületi feszültsége és a kapillaritás

- Ha vízbe merítünk egy r sugarú csövet, akkor azt tapasztaljuk, hogy a csőben meggörbült folyadék felszín (meniszkusz) magasabban helyezkedik el, mint a csövön kívül lévő folyadék felszíne.
- A jelenség a kapilláris emelkedés, oka a görbületi feszültség, amely a h_0 magasságú vízoszlopot képes egyensúlyban tartani.



Ahol:
 d - a csőátmérő, mm

$$h_0 = \frac{30}{d}$$



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Az ideális és a valóságos folyadék

- A *valóságos folyadék* molekuláris szerkezetű, összenyomható, viszkózus és a határoló felületeken kohéziós és adhéziós erőhatások lépnek fel.
- Amennyiben a folyadékok valamennyi tulajdonságát figyelembe vennénk, akkor a hidraulikai feladatok olyan bonyolulttá válnának, hogy megoldásuk lehetetlenné válna.
- A törvényszerűségek könnyebb kezelhetősége érdekében vezetjük be az *ideális folyadék* fogalmát.
- Az ideális folyadék jellemzője, hogy kontinuum, összenyomhatatlan, és nincs belső súrlódása.
- Az ideális folyadékokra levezetett összefüggések általában ritkán fogadhatók el, azonban az egyes hidraulikai folyamatoknál előre tudni lehet, hogy melyek azok a tulajdonságok, melyek alapvetők és melyek hanyagolhatók el.





Hidrosztatika

- A hidrosztatika a nyugalomban lévő folyadék egyensúlyával, és a szilárd testekre, felületekre gyakorolt hatásával foglalkozik.
- A nyugalmi állapot két esetét különböztethetjük meg:
 - *abszolút nyugalomban* van a folyadék, ha a Földhöz rögzített koordinátarendszerhez viszonyítva mozdulatlanok a folyadékreszecskek,
 - *viszonylagos nyugalomban* van a folyadék, ha állandósebességű egyenes vonalú mozgást, vagy állandó gyorsulású mozgást végző koordinátarendszerhez képest a folyadékreszecskek mozdulatlanok





A folyadék belső feszültségállapota

- A folyadékok esetében a belső feszültséget *nyomásnak* (p), az ebből származó, „A” felületre ható erőt pedig *nyomóerőnek* nevezzük.

$$F = p \cdot A$$

- Newton nyúlóssági törvénye ($\tau = dv/dn$) alapján megállapíthatjuk, hogy a folyadékoknak nincs nyugalmi súrlódása, ugyanis a nyugalomban lévő folyadék esetében tehát a folyadékrétegek közötti nyírófeszültség is zéró.

$$\frac{dv}{dn} = 0$$





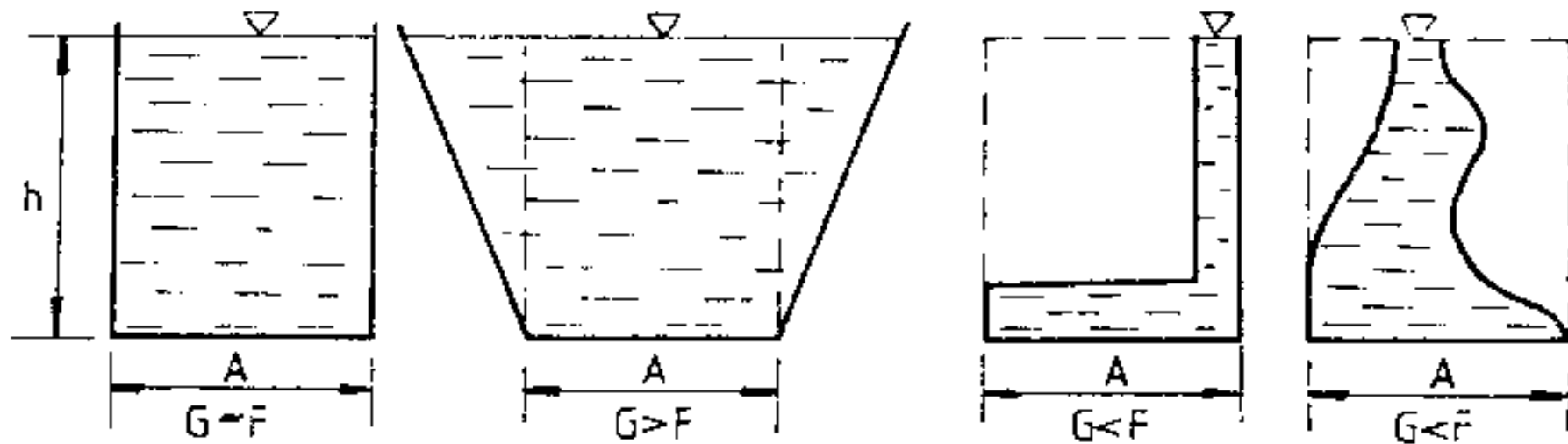
A sík felületre ható folyadéknnyomás

- A folyadéknnyomás jellegének ismeretében szükséges annak nagyságát is meghatározni.
- A hidrosztatika alapegyenletéből *Euler tételéből* levezethető egy h mélységű pontban uralkodó hidrosztatikus nyomás, arra az esetre, ha a folyadéktér csak a nehézségi erő hatása alatt áll.
- A „ h ” mélységben lévő hidrosztatikus nyomást (p) a
$$p = p_0 + \rho \cdot g \cdot h$$
- összefüggéssel számíthatjuk. Az egyenletben a p_0 az abszolút nyomás, a ρgh a hidrosztatikus túlnyomás.
- Tekintettel arra, a vizsgált sík felületek mindkét oldalán azonos légköri nyomás hat, elegendő a folyadék által okozott terhelés, a hidrosztatikus túlnyomás kiszámítása.





A sík felületre ható folyadéknnyomás



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A sík felületre ható folyadéknnyomás

- Az ábrán lévő különböző alakú tartályokban azonos „A” alapterületű, azonos sűrűségű, és azonos „h” magasságú folyadék található. a hidrosztatikus túlnyomás összefüggéséből adódóan a tartályok fenéklemezét terhelő erő (F) valamennyi esetben azonos ; $F = \rho \cdot g \cdot h \cdot A$
- Ebből következik, hogy a fenéknnyomás nagysága a vízoszlop magasságával arányos.
- Ha egy általános helyzetű síkidom esetében vizsgáljuk a felületet terhelő nyomást, akkor megállapítható, hogy – a hidrosztatika alaptörvénye értelmében- az pontonként változik.
- Az ilyen célra készült ábrákat a hidraulikában *nyomásábráknak nevezük.*





A sík felületre ható folyadéknnyomás

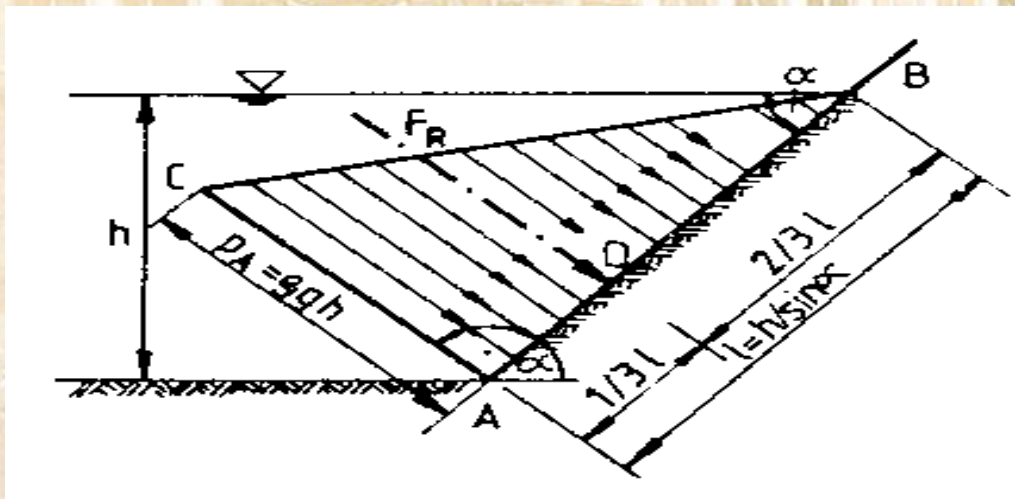
- Ha egy általános helyzetű síkidom esetében vizsgáljuk a felületet terhelő nyomást, akkor megállapítható, hogy – a hidrosztatika alaptörvénye értelmében- az pontonként változik.
- Az ilyen célra készült ábrákat a hidraulikában *nyomásábráknak nevezzük.*
- A nyomásábra szerkesztés során az alábbi törvényszerűségeket kell figyelembe venni:
 - - a nyomás merőleges a felületre
 - - a nyomás a vízmélység lineáris függvénye
 - - a hidrosztatikus túlnyomás nagysága : $p_t = \rho \cdot g \cdot h$





A sík felületre ható folyadéknnyomás

- 1. A „B” pontban a hidrosztatikus túlnyomás 0.
- 2. Az „A” pontban a nyomás a felületre merőleges, nagysága $p_A = \rho gh$. Ezek felhasználásával a „C” pont megszerkeszthető.
- 3. A „B” és „C” pontot összekötjük, ugyanis a nyomás és a mélység kapcsolata lineáris. Az ABC háromszög a nyomásábra, amelyről leolvasható, hogy az AB szakasz valamely pontjára mekkora nyomás hat.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A folyadékok kinematikája

- A folyadékok kinematikája a folyadékmozgás fajtáit tanulmányozza, a mozgást előidéző erők vizsgálata nélkül.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A folyadékok kinematikája - alapfogalmak

- A folyadékmozgást *nem permanensnek* nevezzük, ha az áramló folyadéktér bármely pontjában a sebesség az idő függvényében változik. Amennyiben a sebesség független az időtől, a mozgás *permanens*.
- Az *áramlási vonal* valamely vízrészecske által bizonyos idő alatt leírt pálya.
- Az *áramvonal* egy adott időpillanathoz tartozó olyan görbe vonal, melynek valamennyi pontjában a folyadéksebesség vektora a görbe érintője. Permanens vízmozgás esetén az áramvonal és az áramlási vonal egybe esik.
- A *nedvesített keresztmetszervény* egymással párhuzamos áramvonalak esetén az áramlás irányára merőleges sík felület.





A folyadékok kinematikája - alapfogalmak

- A *vízhozam* a nedvesített keresztszelvényen időegység alatt átáramló vízmennyiség.
- A *középsebesség* egy olyan fiktív sebesség, melyet a nedvesített keresztszelvény minden pontjában feltételezve, a szelvényen ugyanolyan vízmennyiség folyik át, mint a szelvény mentén változó (tényleges) sebességeloszlás mellett.
- A *hidraulikai jellemzők* a vízmozgás számszerű jellemzésére szolgálnak. Ezek a következők: a vízhozam (Q , m^3/s), a nedvesített keresztszelvény (A , m^2), a középsebesség (v_k , m/s) és a vízmélység (h , m).





A folytonossági egyenlet

- A folytonosság jelentése, hogy a mozgó folyadék tömege nem változik, és a teret a folyadék folytonosan kitölti. Az állandó sűrűségű folyadék esetére ez a törvényszerűség a következő egyenlettel fejezhető ki:

$$\frac{\delta Q}{\delta s} + \frac{\delta A}{\delta t} = 0$$

- Az összefüggés szerint a vízhozam hosszegységre eső változásának és a nedvesített terület időegységre eső változásának összege zérus. Permanens vízmozgás esetén a

- $\frac{\delta A}{\delta t} = 0$ így $\frac{\delta Q}{\delta s} = 0$ tehát $Q = \text{konstans}$.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



A folytonossági egyenlet

- Az előzőekből megállapítható, hogy permanens vízmozgás esetén a vízhozam a nedvesített terület és a középsebesség szorzataként minden szelvényben kiszámítható, így a folytonossági egyenlet a következő formában fejezhető ki:

- $Q=v \cdot A$





A folyadékmozgások kinematikai osztályozása

- A hidraulikai problémák megoldásánál lényeges a mozgás jellegének tisztázása az összefüggések, számítási eljárások helyes megválasztása érdekében.
- Kinematikai szempontból az alapvető mozgás a következők:
 - permanens vízmozgás
 - nem permanens vízmozgás
- A *permanens vízmozgás*_esetén a hidraulikai jellemzők az idő függvényében nem változnak, a vízhozam még a hely függvényében sem változik.





A folyadékmozgások kinematikai osztályozása

E vízmozgáson belül a következő mozgásformákat különböztetjük meg.

- *Permanens egyenletes* vízmozgás esetén valamennyi hidraulikai jellemző a hely függvényében is állandó, és az áramvonalak párhuzamos egyenesek.
- *Permanens változó* vízmozgás jellemzője, hogy a vízhozam a hely és az idő függvényében állandó a többi hidraulikai jellemző (a nedvesített terület, a középsebesség, a vízmélység) a térben változó.
 - *Permanens, fokozatosan változó* vízmozgás esetén az áramvonalak közel, párhuzamosak egymással, alakjuk egyenessel jól közelíthető, mivel görbületük kicsi. A nedvesített terület az áramvonalakra merőleges síknak tekinthető. Ilyen vízmozgás alakul ki pl. a duzzasztott vízfolyásokban.
 - *Permanens hirtelen változó* vízmozgásnál az áramvonalak iránya erősen eltérő, görbületük nagy. Az áramvonalak hirtelen sűrűsödése, vagy ritkulása jellemző, a nedvesített keresztmetszvény és a sebesség hirtelen változik. Ilyen vízmozgás alakul ki pl. egy bukón.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg

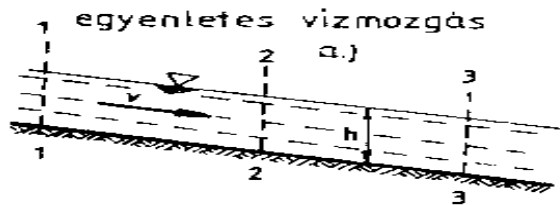


A folyadékmozgások kinematikai osztályozása

- *Nem permanens vízmozgás* jellemzője, hogy a hidraulikai jellemzők az idő függvényében változnak. Ezen a vízmozgáson belül a következő vízmozgásokat különböztetjük meg :
 - *Nem permanens, fokozatosan változó vízmozgásnál* a hidraulikai jellemzők időben lassan változnak. Ilyen vízmozgás a folyókban kialakuló ár hullám.
 - *Nem permanens, hirtelen változó vízmozgásnál* a hidraulikai jellemzők változása gyorsan játszódik le. Ilyen vízmozgás lökéshullám kialakulásakor következik be.



PERMANENS

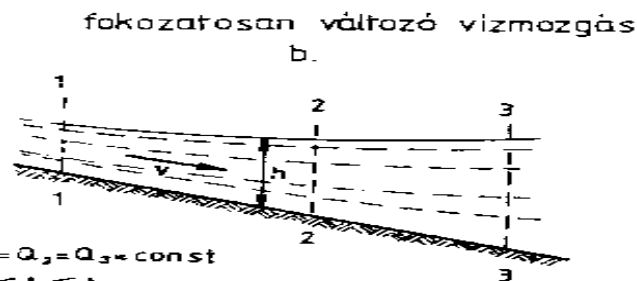


$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = \text{const.}$$

$$A_1 = A_2 = A_3 = \text{const.}$$

$$v_1 = v_2 = v_3 = \text{const.}$$

$$h_1 = h_2 = h_3 = \text{const.}$$



$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = \text{const.}$$

$$A_1 < A_2 < A_3$$

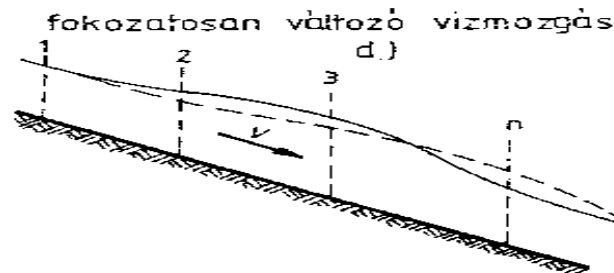
$$v_1 > v_2 > v_3$$

$$h_1 < h_2 < h_3$$

hirtelen változó vízmozgás
c.)



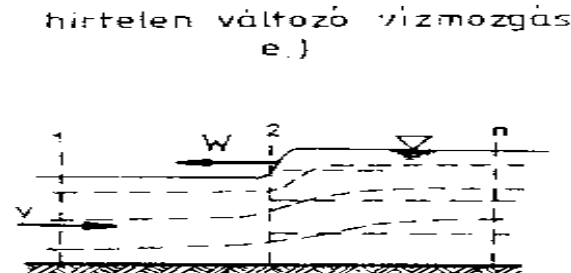
NEM PERMANENS



$$Q_1 \neq Q_2 \neq \dots Q_n$$

$$A_1 \neq A_2 \neq \dots A_n$$

$$v_1 \neq v_2 \neq \dots v_n$$



— vízfelület a t_0 pillanatban
- - - vízfelület a t_1 pillanatban

$$Q_1 \neq Q_2 \neq \dots Q_n$$

$$A_1 \neq A_2 \neq \dots A_n$$

$$v_1 \neq v_2 \neq \dots v_n$$



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



ELŐADÁS Felhasznált forrásai

- Szakirodalom:

- Vermes L. (szerk.) (1997.): Vízgazdálkodás. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó. Budapest.

- Egyéb források:

- Fehér T.-Horváth J.-Ondruss L. (1986.): Területi vízrendezés. Műszaki Könyvkiadó. Budapest.



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg



Debrecen Egyetem
Mezőgazdaság- Élelmiszertudományi és
Környezetgazdálkodási Kar



Pannon Egyetem
Georgikon Kar



Köszönöm a figyelmet!



A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg