

# Levegő- és vízvédelem

2018

Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszék

Vegyésmérnöki és Biomérnöki Kar

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Előadó: Valentínyi Nóra

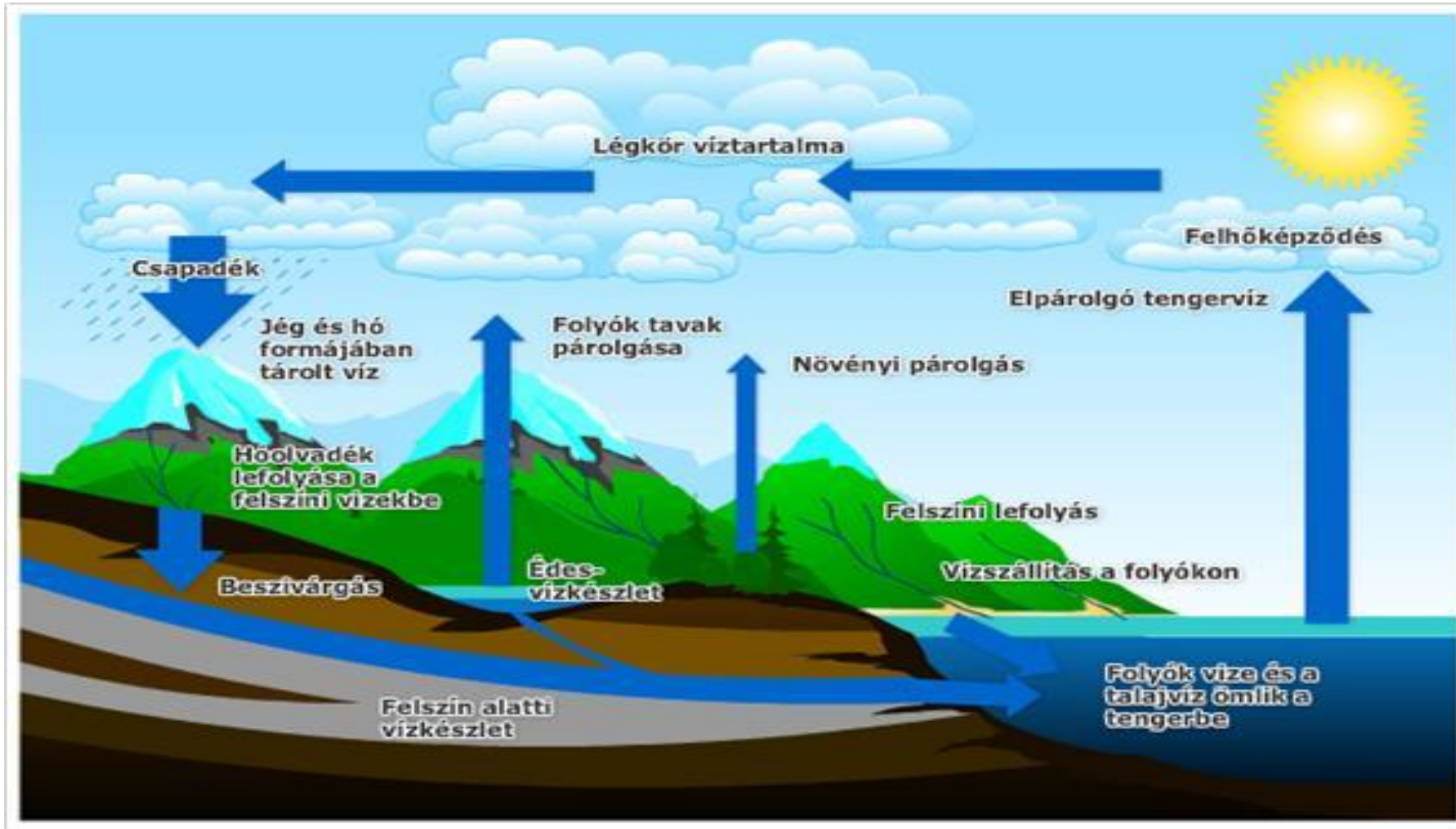
tanársegéd

Vízigények és vízgazdálkodás. Vízforrások jellemzői. A vizek minőségét meghatározó legfontosabb (hidrológiai, fizikai, kémiai és biológiai) tulajdonságok. Felszíni és felszín alatti vizeink minősítése.

# A víz

- ▶ Pozitívum: lehetővé teszi a földi életet:
  - ▶ bioszféra hőmérséklet-szabályzója,
  - ▶ sejtekben lejátszódó folyamatok oldószere
  - ▶ emberi táplálkozás elengedhetetlen része
  - ▶ higiéniai szempont (mosás, tisztálkodás, stb.)
  - ▶ üdülés, gyógyászat
  - ▶ közlekedés
  - ▶ ipar, mező-, erdő-, halgazdaság alapanyaga, szállítóközege, energiaforrás, energiahordozó
- ▶ Negatívum:
  - ▶ árvizek, belvizek
  - ▶ vízszennyezések veszélyeztető szerepe

# Víz körforgása



<http://ga.water.usgs.gov/edu/watercyclehungarianhi.html>

# Vízigények, vízgazdálkodás

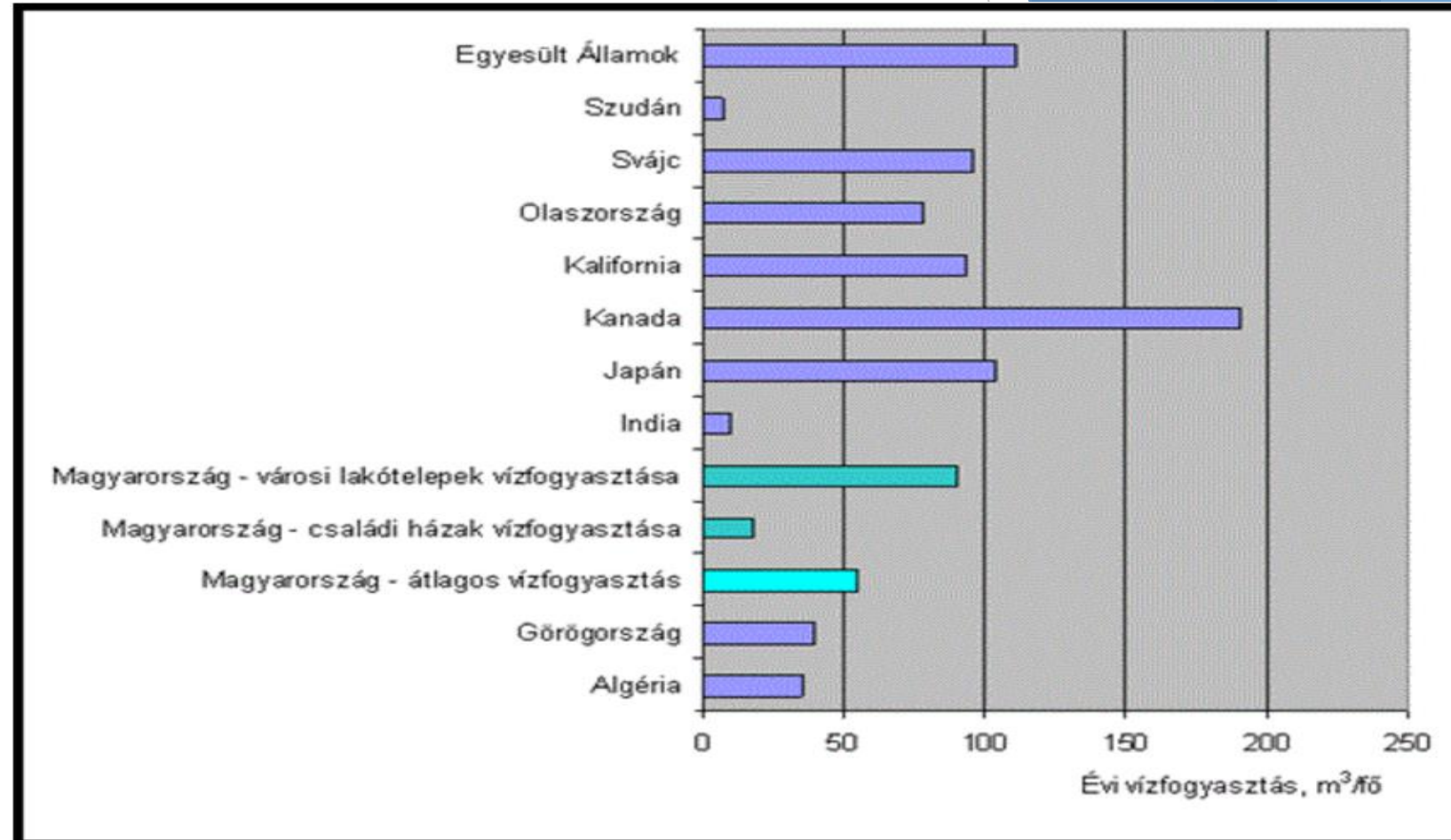
- ▶ **Előfordul:**
  - ▶ cseppfolyós
  - ▶ szilárd
  - ▶ gáznemű alakban a bioszférában.
- ▶ Természetben előforduló alakjai híg oldatok vagy szuszpenziók.
- ▶ Vegyi folyamat nyersanyagaként fontos: elemi összetétel, oxidáló-, redukáló képesség, amfoter jelleg, kristályszerkezet-módosító hatás, pH érték

# Vízigények, vízgazdálkodás

- ▶ Iparban nyersanyag mellett hőhordozó:
  - ▶ fűtés: kazántápvíz (nagy párolgáshő)
  - ▶ hűtővíz (nagy fajhő, kis viszkozitás)
- ▶ Nem tűzveszélyes, oldott anyagtól könnyen elválasztható
- ▶ Ipar jelentős vízigénye: közepes vegyi üzem: 1000-10 000 m<sup>3</sup>, kombinátok: 100 000 m<sup>3</sup>
- ▶ Ezek az ipari igények csak kutakból fedezhetetlenek -> folyók mellé (szennyvízelvezetéshez is)

# A lakossági vízhasználat a különböző országokban

- ▶ 50%-kal kevesebb, mint az 1980-as években
- ▶ 100-110 l/fő/nap
  - ▶ Budapest: 150-160 liter
  - ▶ nagyvárosokban 120-130 liter
  - ▶ kis falvakban csak 50-70 liter





# Termékek előállításához szükséges vízmennyiség



1 csésze kávé  
**140 l**



1 kg rizs  
**2400 l**



100 g csokoládé  
**1700 l**



1 paradicsom  
**13 l**



1 tojás  
**135 l**



1 kg búza  
**1700 l**



1 kg marhahús  
**15 000 l**



1 alma  
**70 l**



1 krumpli  
**25 l**



1 kg sajt  
**3200 l**



1 kg csirkehús  
**4300 l**



1 kg uborka  
**350 l**



# Termékek előállításához szükséges vízmennyiség

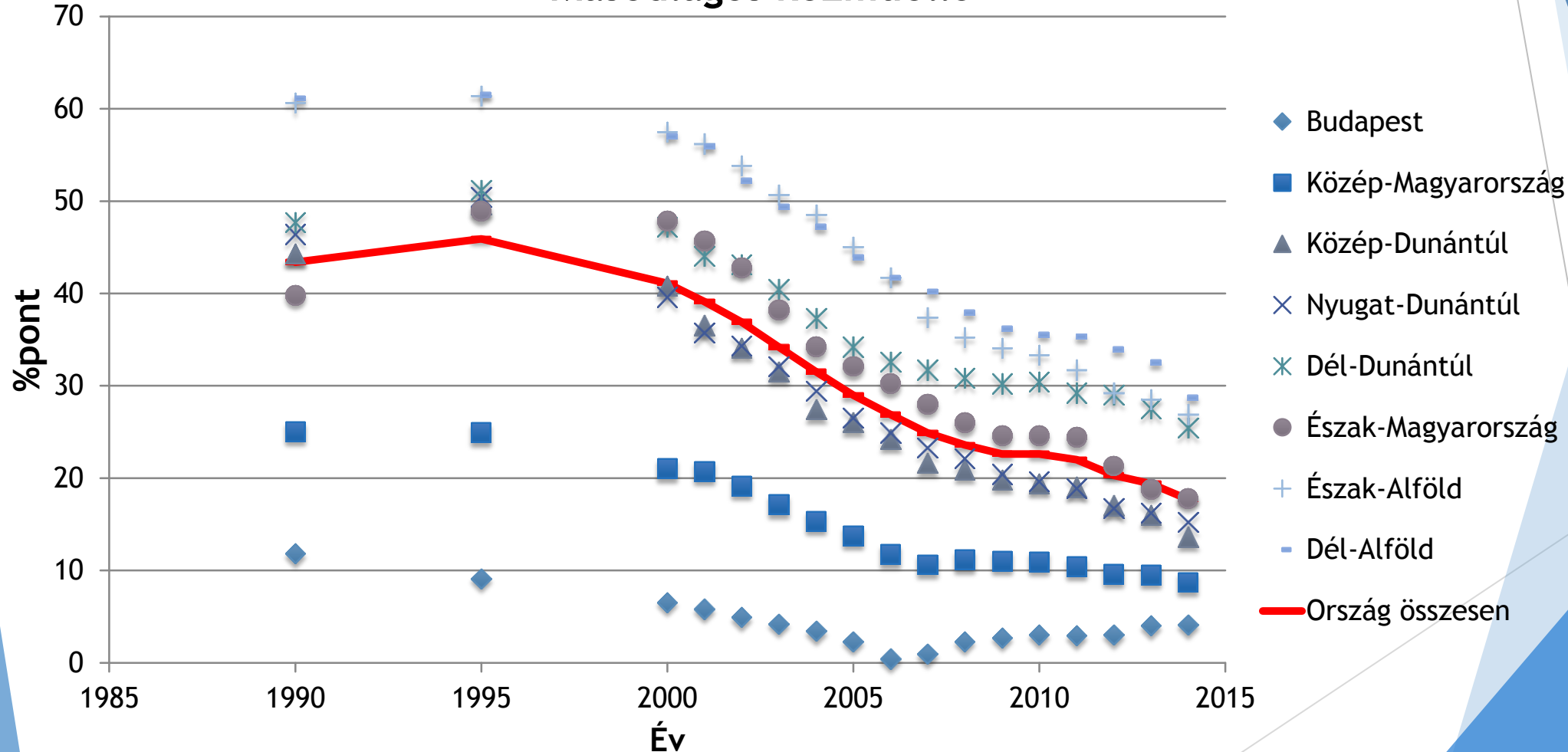
	Litre per kilogram	Litre per kilocalorie	Litre per gram of protein	Litre per gram of fat
Sugar crops	197	0.69	0.0	0.0
Vegetables	322	1.34	26	154
Starchy roots	387	0.47	31	226
Fruits	962	2.09	180	348
Cereals	1644	0.51	21	112
Oil crops	2364	0.81	16	11
Pulses	4055	1.19	19	180
Nuts	9063	3.63	139	47
Milk	1020	1.82	31	33
Eggs	3265	2.29	29	33
Chicken meat	4325	3.00	34	43
Butter	5553	0.72	0.0	6.4
Pig meat	5988	2.15	57	23
Sheep/goat meat	8763	4.25	63	54
Bovine meat	15415	10.19	112	153

# Vízigények, vízgazdálkodás

- ▶ **Növekvő igények:**
  - ▶ Mezőgazdasági öntözés
  - ▶ népesség növekedés, városiasodás: korszerű város lakója ma napi 200-300 liter vizet is elhasználhat
  - ▶ Közművesítés, közműolló
  - ▶ Ipari vízigeny hűtővíz-visszaforogatással csökkenthető
  - ▶ Országos vízigeny-maximum augusztusban: folyók vízhozama csökken, időszakos vízhiány

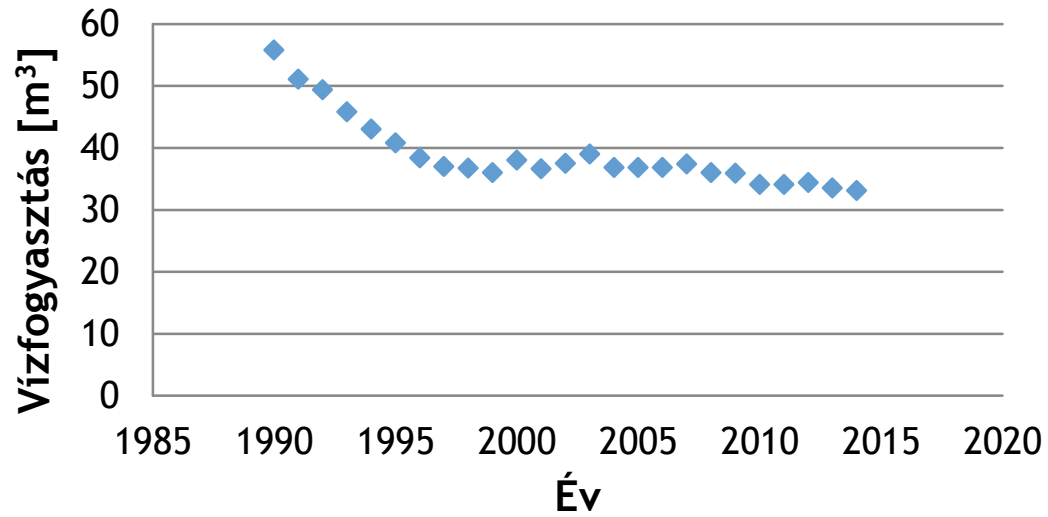
# A vízhálózatba és a csatornahálózatba bekapcsolt lakások arányának különbsége (másodlagos közműolló), százalékpont

## Másodlagos közműolló

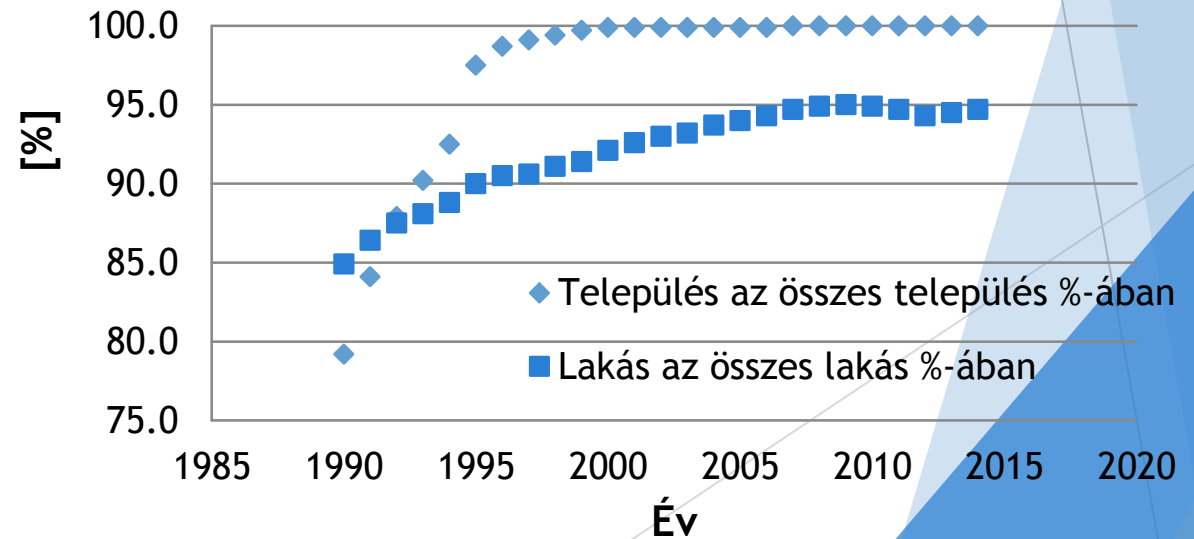


# Vízfogyasztás, vízellátás Magyarországon

## Egy lakosra jutó évi vízfogyasztás

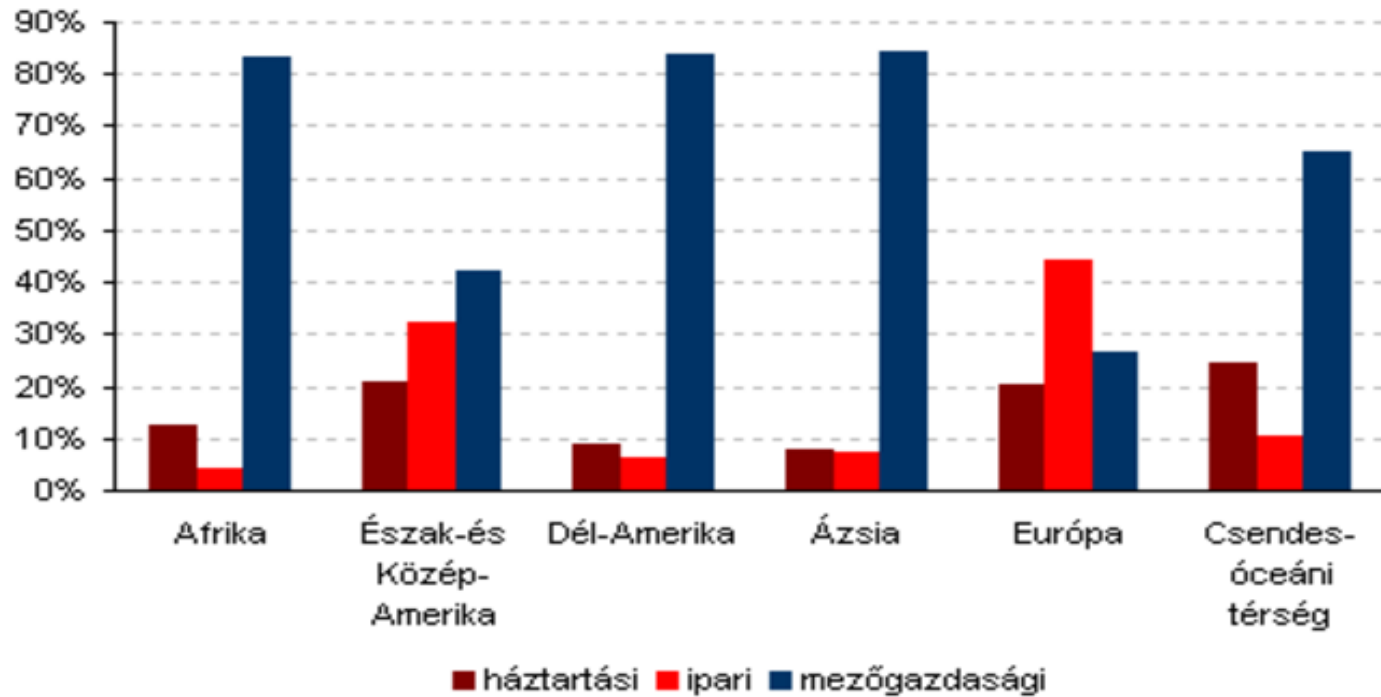


## Vezetékes ivóvízzel ellátot



# Vízfelhasználás szektorok szerint

Vízfelhasználás az egyes szektorok szerint (%)

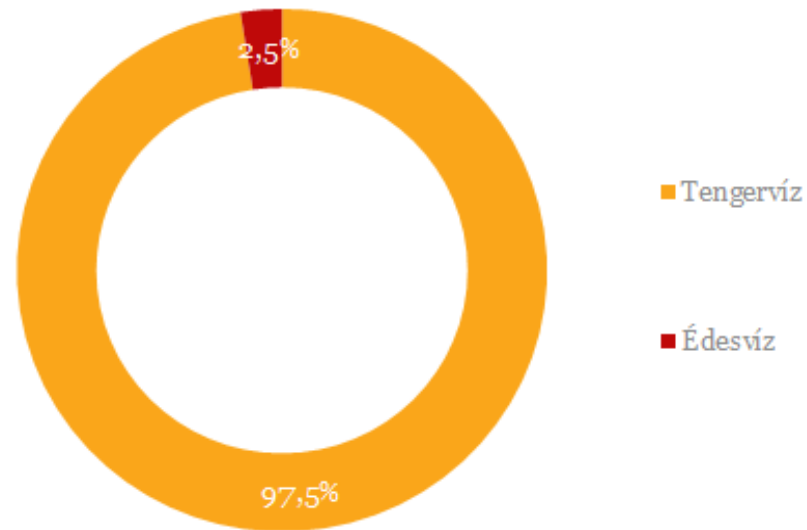


Forrás: [worldwater.org](http://worldwater.org)

# Vízkészletek

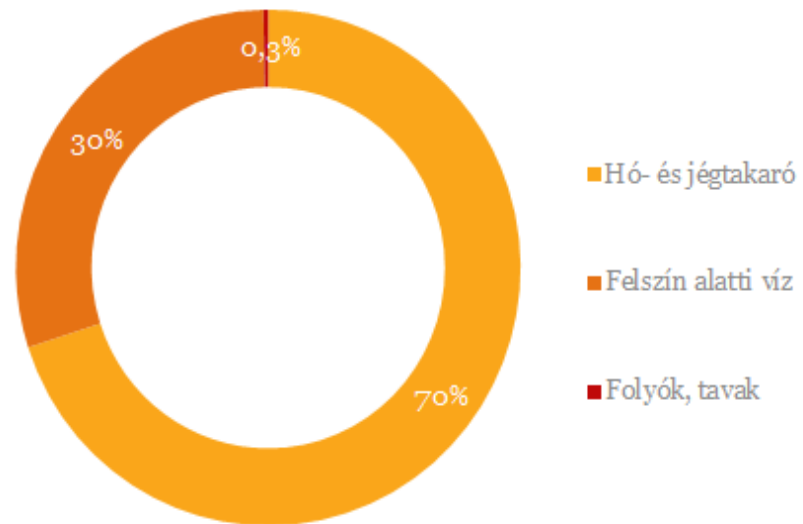
- ▶ Föld vízkészlet 2%-a édesvíz, ennek is jó része sarkvidéki jégtakaró
- ▶ Magyarország felszíni vízkészletének <5%-a ered hazánkban, többi külföldről, egyre szennyezettebb

A Föld teljes vízkészletének megoszlása



Forrás: UN, Portfolio.hu

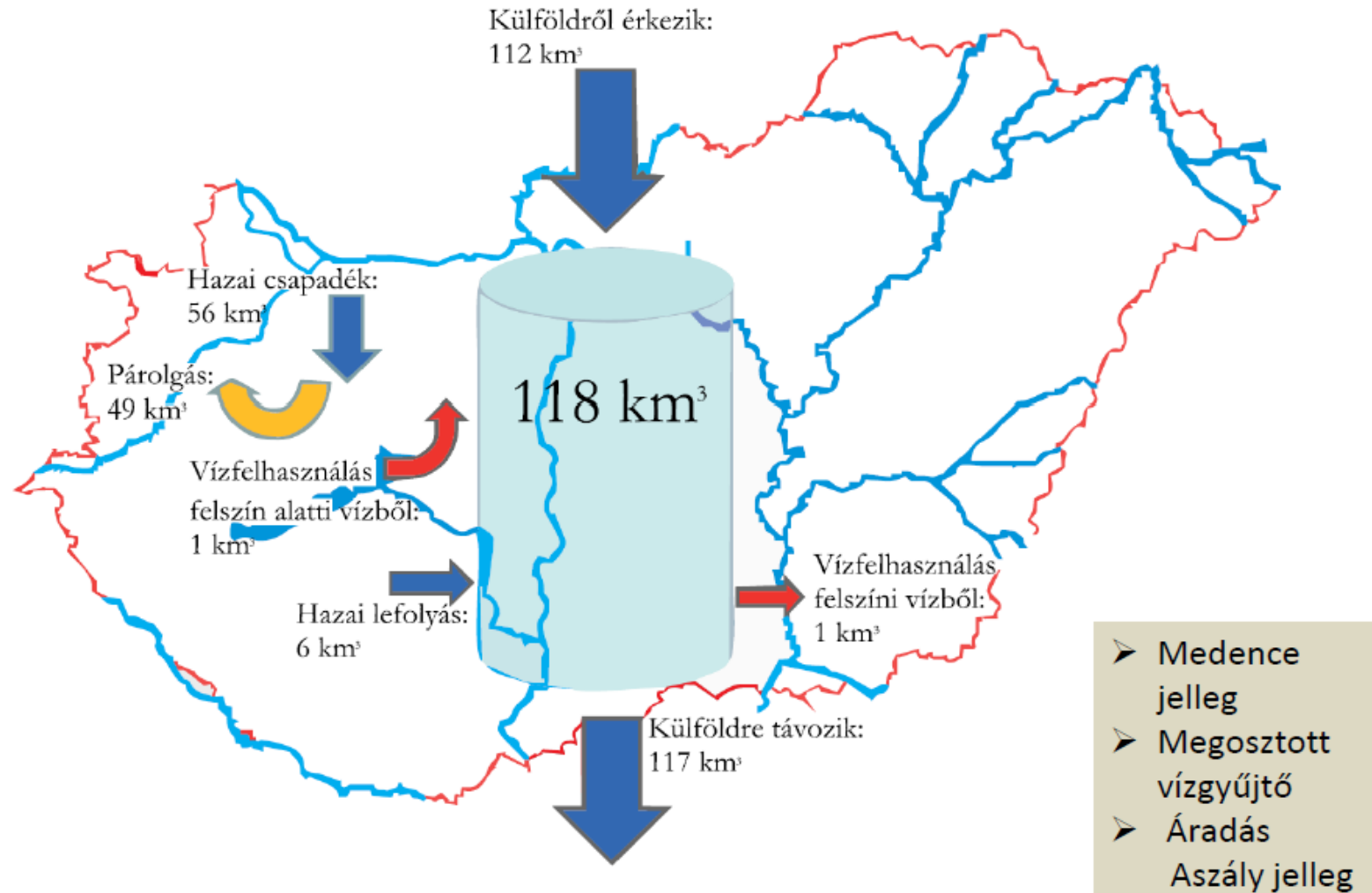
A Föld édesvízkészletének megoszlása\*



Forrás: UN, Portfolio.hu

\*: közelítő értékek

# Magyarország vízkészlete





# Magyarország vízkészlete

- ▶ 1920 m<sup>3</sup>/s víz érkezik hazánkba
- ▶ 70%-a, 1300 m<sup>3</sup>/s a Dunára esik (600 m<sup>3</sup>/s kisvízhozam)
- ▶ Tisza Szolnoknál 100 m<sup>3</sup>/s kisvízhozamú
- ▶ A hazánkon átfolyó vízkészlet 50%-át a mederben kell hagyni
- ▶ Időbeni egyenlőtlenség
  - ▶ tározó tavak, vízlépcsők
- ▶ Térbeli aránytalanság (vízhiányos területek):
  - ▶ regionális vízellátási rendszerek (pl.: balatoni, mátrai)
  - ▶ nem megfelelő minőségű vízzel rendelkező területek ellátása

# Magyarország vízkészlete

- ▶ Felszíni vizek 10%-át teszi ki a felszín alatti vízkészlet:
  - ▶ parti szűrésű víz
  - ▶ talajvíz
  - ▶ karsztvíz
  - ▶ rétegvíz
- ▶ Ezeket ivóvízellátásra használjuk

# Vízszennyezés

- ▶ Élővizek szennyezése:
  - ▶ háztartásokból: szennyvíz
  - ▶ iparból: biológiailag lebonthatatlan szennyezők is
  - ▶ mezőgazdaságból: műtrágya, növényvédő szer, állattartó telepek-hígtrágya
- ▶ → szennyvíztisztítás fontossága
- ▶ Tengerek, óceánok: folyókból, hajókból kerül be szennyezés, túlhalászat problémái, pusztuló planktonok ( $O_2$  termelés)

# Vízforrások jellemzői

- ▶ Kémiaailag tiszta víz a természetben nincs
- ▶ Csapadékvízben oldott gázok, porok -> talajból sókat old
- ▶ Talajvíz minősége függ a talaj oldott szerves anyag-, sótartalmától
- ▶ Felszíni víz: földtani felépítés, talaj, növények, társadalmi tevékenység függvénye

# Vízforrások jellemzői

- ▶ **Vízben található anyagok:**
  - ▶ oldott gázok
  - ▶ oldott sók, szerves anyagok,
  - ▶ lebegő szennyezések
- ▶ Egyes vízféleségek összetétele különböző. Attól függ, hogy a víz a körforgás során milyen anyagokat old fel, továbbít, majd milyen kémiai, biológiai folyamatok játszódnak még le.

# Csapadékvíz

- ▶ Levegő páratartalmából keletkezik
- ▶ Gázokat old ki az oldhatóságuk függvényében ( $\text{CO}_2 \gg \text{N}_2$ )
- ▶ Por, radioaktív anyagok, mikroorganizmusok, esetleg füstgáz, korom, pernye
- ▶ Keménységet okozó sók kis mennyiségben tartalmaz.  $\text{CO}_2$  mellett nincsenek  $\text{HCO}_3^-$ -ok, ezért agresszív a  $\text{CO}_2$ .
- ▶ Vízszegény területeken mosásra, főzésre, ivóvízként csak csírátlanítás után alkalmas
- ▶ Mennyisége változó, bizonytalan
- ▶ A növénytakaró mentes területeken az elvezetéséről gondoskodni kell
- ▶ Föld felszínén talajba szivárog vagy felszíni víz lesz

# Felszín alatti vizek

- ▶ Talaj felszínén növénytakaró (elpusztult, korhadó) -> csapadékvíz  $O_2$  tartalma a szerves anyagokat oxidálja
- ▶ Szénsav tartalmú víz oldhatja:
  - ▶ talaj sóit
  - ▶ karbonátos, Fe-, Mn-tartalmú, szilikátos kőzeteket
$$CaCO_3 + CO_2 + H_2O = Ca(HCO_3)_2$$
$$FeO + 2 CO_2 + H_2O = Fe(HCO_3)_2$$
  - ▶ humuszsavak, fehérje bomlástermékek
  - ▶  $NH_3$ ,  $NO_3^-$  tartalomtól fertőzésre következtethetünk -> fogyasztásra nem alkalmas



# Felszín alatti vizek

## ▶ Talajvíz:

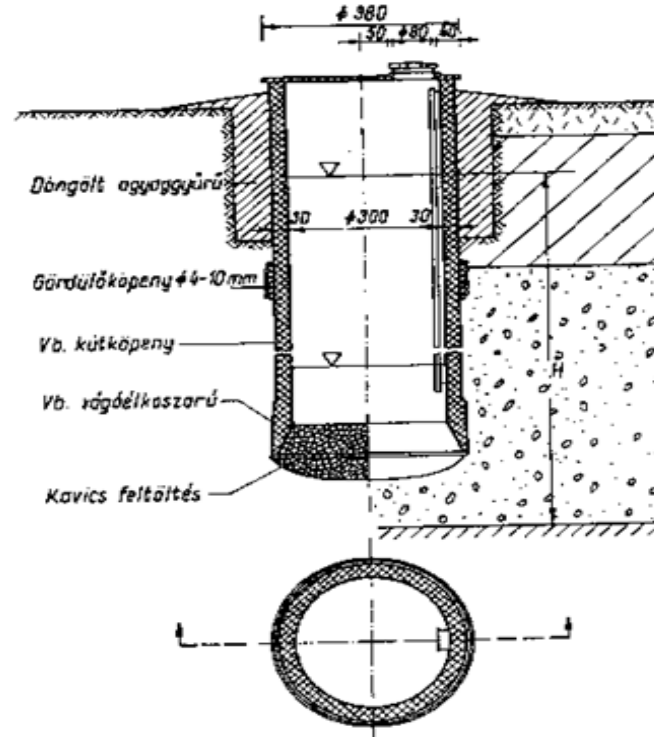
- ▶ felszín alatti víz 1. vízzáró rétege felett helyezkedik el
- ▶ eredete: felszínről beszivárgó víz, vagy a felszíni vizekből leszivárgó víz
- ▶ talajszennyezésre érzékeny
- ▶ sokáig megmaradó vízminőség-romlás

## ▶ Rétegvíz: ártézi, mélységi

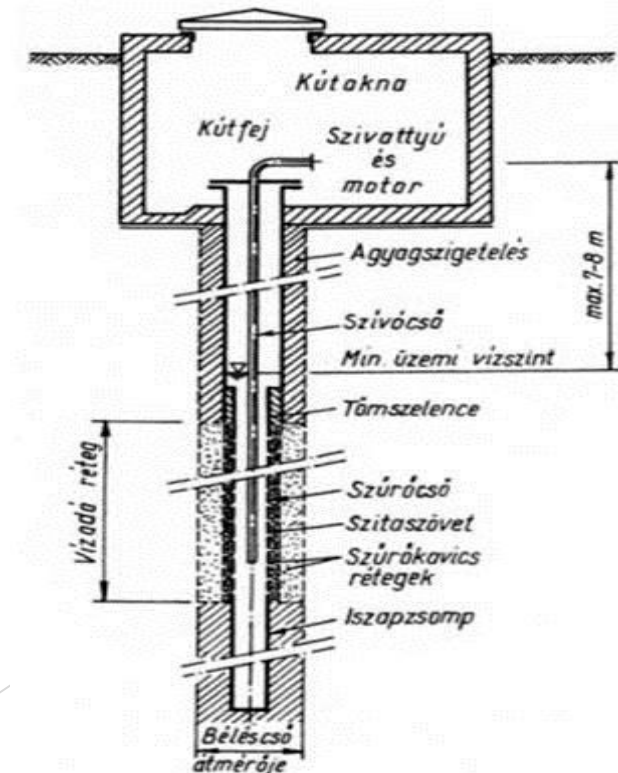
- ▶ két vízzáró réteg között
- ▶ 20 m - több km, több rétegben is
- ▶ víztartó kőzet pórusaiban
- ▶ nem tartalmaz: szennyezőt, mikroorganizmusokat,  $O_2$ -t
- ▶ tartalmaz: vasat, agresszív  $CO_2$ -ot (ammónium-, szulfid-, kloridionok: geológiai eredet)
- ▶ oldott sótartalom: 200-250 mg/l-től 10-20 000 mg/l-ig
- ▶ 1000 mg/l felett ásványvíz

# Felszín alatti vizek

- ▶ **Termálvíz:** hévíz, mélységi víz, hőm. > 30 °C
  - ▶ 90 millió m<sup>3</sup> termálvíz : 44% energiatermelésre vagy szabadidős célokra ~1400 termálvízút van az országban
- ▶ **Karsztvíz:** Mészkö, dolomithegységek belsejében a beszivárgó CO<sub>2</sub> old ki üregeket, barlangokat
  - ▶ változó keménység: 15-25nk°
    - ▶ 1 nk° keménységű az a víz, mely 10 mg/l kalcium-oxiddal (CaO) egyenértékű kalcium- vagy magnéziumvegyületet tartalmaz
  - ▶ tiszta, ivóvíz
- ▶ **Kitermelő kutak:**
  - ▶ aknakút: ásott kút,
    - ▶ 1-5 m átmérő,
    - ▶ <15m mély
    - ▶ talajvíz szintjéig telik meg
  - ▶ csőkút: fúrt kút
    - ▶ kisebb átmérő
    - ▶ perforált vég, kavicságyban
    - ▶ több 100 m mély lehet



aknakút



csőkút

# Felszíni vizek

- ▶ Folyók, tavak, mesterséges tározók, tengerek
- ▶ patakok, folyók: összegyűlő csapadékvízből vagy a talajból kiszivárgó és mesterségesen kiemelt vizek
- ▶ Folyóvizek:
  - ▶ oldott sótartalom: 200-500 mg/l
  - ▶ több lebegőanyag (ásványi, növényi, ipari eredet)
  - ▶ hordaléktartalom ingadozó (max: tavaszi zöldár)
  - ▶ tartalmaz: szerves anyag,  $O_2$ , baktérium (öntisztulás)
  - ▶ lúgos meder savakat semlegesít
  - ▶ szűrve ipari célokra, parti szűrésű kutak

# Felszíni vizek

Bolívia, Poopó tó

1986

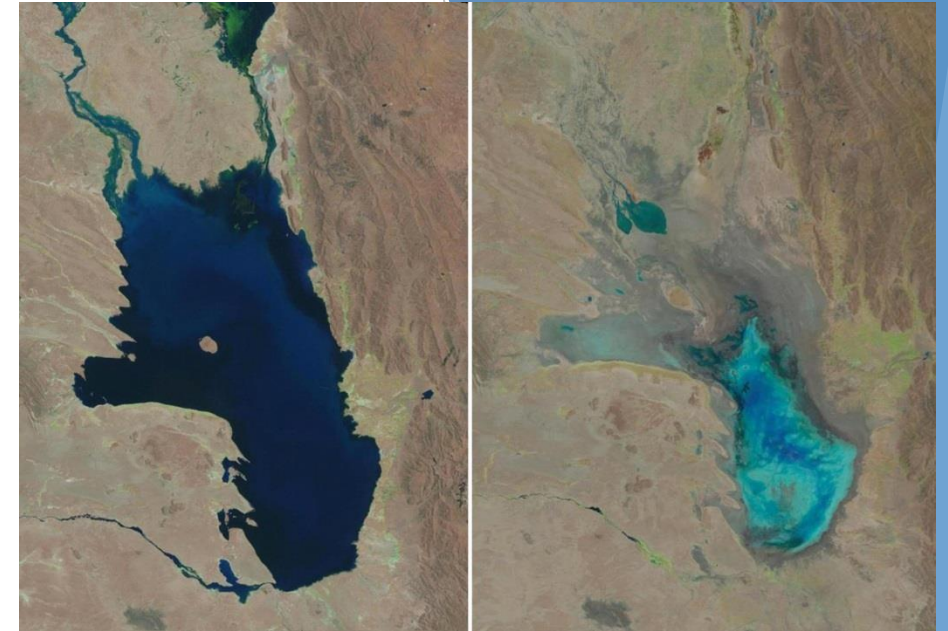
2016

## ▶ Tavak:

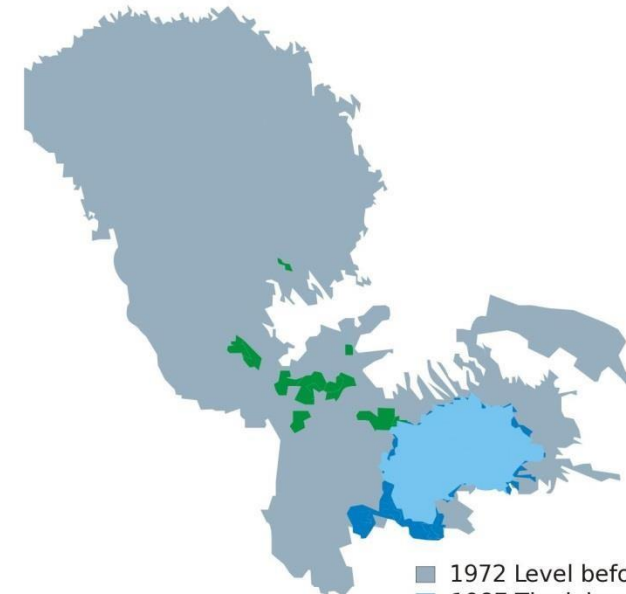
- ▶ átfolyásos tavak származása, mint a folyóké
- ▶ lefolyástalan tavak: víz csak párolgás útján hagyja el, só-felhalmozódás

## ▶ Tengervíz

- ▶  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^-$  ionok
- ▶ sókoncentráció: óceánok: 3,5% körül
- ▶ vízszegény területeken ivóvízforrás: desztilláció, ioncsere, membránszűrés



## Lake Chad



- 1972 Level before over-use
- 1987 The lakes lowest level
- 2007 Showing slight recovery

# Vizek minősége

- ▶ Fizikai, kémiai, biológiai tulajdonságok
- ▶ Mintavételezés, laboratóriumi vizsgálatok
- ▶ terhelhetőség meghatározásához vízhozam adatok is szükségesek
- ▶ **Vízminősítés:**
  - ▶ sótartalom: mennyiség, minőség
  - ▶ szennyezettség: oxigénfogyasztás, öntisztulás
  - ▶ szennyezőanyag-tartalom: nehézfém, cianid, stb.
  - ▶ egészségügyi szempontok: fertőzőttség, radioaktivitás
  - ▶ egyéb
- ▶ **Vízminőségi fokozatok önkényesek, hasznosítás céljától függ:**
  - ▶ ivóvíz
  - ▶ ipari víz
  - ▶ öntözés
  - ▶ egyéb

# Fizikai vízminősítés

## ▶ Hőmérséklet

- ▶ Oldhatóságot befolyásolja (oldott  $O_2$  csökken, összes sótartalom nő)
- ▶ Biológiai folyamatok meghatározója (kéalgák elszaporodása)
- ▶ Felszíni vizek: szezonális ingadozás (folyók, tavak)
- ▶ Hőrétegzettség
- ▶ Viszonylag állandó hőmérséklet: Felszín alatti vizek, hegyi patakok, források
- ▶ Termálvizek (állandóan  $20^\circ C$  felett)
- ▶ hőszennyezés: helyi hőm. emelkedés  $< 3^\circ C$

## ▶ Oldott és lebegőanyag tartalom

- ▶ Összes oldott anyag:
  - ▶  $0.45 \mu m$  szűrőpapíron átszűrt mintából bepárlás, majd  $105^\circ C$ -on súlyállandóságig szárítva
- ▶ Lebegőanyag
  - ▶ Szűrőn fennmaradt rész
  - ▶ Szervetlen anyagok (hordalék) és élő szervezetek (plankton)
  - ▶ Általában: oldott, partikulált, szerves, szervetlen komponensek (KOI, P, N stb.)



# Fizikai vízminősítés

## ▶ Zavarosság

- ▶ Szerves és szervesetlen lebegőanyagok, kolloid részecskék okozzák (felszíni erózió, szennyvíz bevezetés)
- ▶ Csökkenti a fotoszintézist, öntisztulást
- ▶ Meghatározás: a lebegő részecskék által szórt fény mérésével (nefelométerrel, NTU - "Nephelometric Turbidity Unit")

## ▶ Átlátszóság

- ▶ Fény elnyelése
- ▶ Szín és zavarosság határozza meg
- ▶ Fotikus zóna (eutrofizálódás)
- ▶ Mérés: fotocella, Secchi korong





# Fizikai vízminősítés

## ▶ Szín

- ▶ Vízben oldott ill. lebegő anyagok (algák-zöld, huminsavak-sárgás, szennyvizekkel bekerülő festékanyagok, mikroorganizmusok anyagcsere termékei)
- ▶ Visszavert fényből ítélhető meg.
- ▶ Mérés: fényelnyeléssel - TCU („True Colour Unit”)

## ▶ Íz és szag

- ▶ Oldott gázok, sók, biocönózis miatt
- ▶ Szennyvíz, szerves anyagok bomlástermékei, (pl. kénhidrogén)
- ▶ Ipari (fenol, merkaptán, kátrány, acetilén stb.)
- ▶ Mikroorganizmusok (vasbaktériumok, szulfátredukáló kénbaktérium, bizonyos algák)
- ▶ ízét döntően a  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ , Fe, Mn, Ca, Mg, Cu, Zn, illetve a  $\text{CO}_2$  határozzák meg

# Fizikai vízminősítés

## ▶ Vezetőkéesség

- ▶ Oldott ásványi sók (anionok és kationok) koncentrációjával arányos
- ▶ Víz keménységével változik párhuzamosan
- ▶ Mérés: platinalemezek közötti ellenállás ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )

## ▶ Radioaktivitás

- ▶ össz.  $\beta$ -aktivitás, a Cézium<sup>137</sup>, a Stroncium<sup>90</sup> és a Trícium izotópok
- ▶ radioaktív szennyezők hatására
- ▶ hatásuk: szervezetekben kötések felhasítása
- ▶ mutagén, karcinogén, letális hatás
- ▶ <sup>226</sup>Ra, <sup>228</sup>Ra, <sup>238</sup>U atomerőművekből, bányászat, zagyártározó, geotermikus kutakból származhat

# Kémiai vízminősítés klasszikus komponensei

## ▶ Sótartalom

- ▶ probléma: ipari felhasználás, pl. kazántápvíz
- ▶ öntözés: <500 mg/l, Na mennyiség
- ▶ összes sótartalom, keménység (Ca és Mg ionok), főbb anionok, kationok ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ )

## ▶ Oldott oxigén

- ▶ min. 1-2 mg/l
- ▶ piztrángpusztulás: <6 mg/l
- ▶ pontypusztulás: <4 mg/l
- ▶ szerves anyagok lebontása fogyasztja

# Kémiai vízminősítés klasszikus komponensei

## ▶ Kloridok

- ▶ Természetes előfordulás: NaCl, KCl, CaCl<sub>2</sub> sók formájában
- ▶ Mesterséges források: utak sózása, ipar (pl. Cl előállítás), sóbányákból

## ▶ pH

- ▶  $\text{pH} = -\log(\text{H}^+)$ , semleges víz: 0.0000001 mol H proton/l = pH 7
- ▶ Természetes vizek: pH 6.5 - 8.5 (csapadékvíz pH 5.5)
- ▶ Befolyásolja: mész-szénsav egyensúly, humin- és fulvinsavak, biológiai aktivitás
- ▶ Biokémiai folyamatok lejátszódása pH érzékeny

## ▶ Savasság, lúgosság

- ▶ Puffer kapacitás (semlegesítő képesség) a savas, lúgos behatással szemben
- ▶ Természetes védelem: hidrokarbonát ionok (hazai adottságok)

# Kémiai vízminősítés klasszikus komponensei

## ▶ Szerves anyagok:

- ▶ meghatározásuk problémás
- ▶ oxidációjuk közben fogyasztott oxigén mennyiségét mérik:
  - ▶ **BOI** (biokémiai oxigénigény): az az  $O_2$  mennyiség, amely a szerves anyagok aerob módon, meghatározott idő alatt (5 nap) történő biokémiai bontásához szükséges, mg/l  
TBOI (teljes BOI):teljes lebontáshoz  
EOI (elméleti  $O_2$ -igény):  $CO_2+H_2O$ -ig történő bontáshoz
  - ▶ **KOI** (kémiai oxigénigény):  $KMnO_4$  v.  $K_2Cr_2O_7$  hozzáadásával 1 órás forralás során elhasználódott vegyszerrel egyenértékű  $O_2$  fogyasztás
  - ▶ **TOC** (összes szerves szén)

# Kémiai vízminősítés klasszikus komponensei

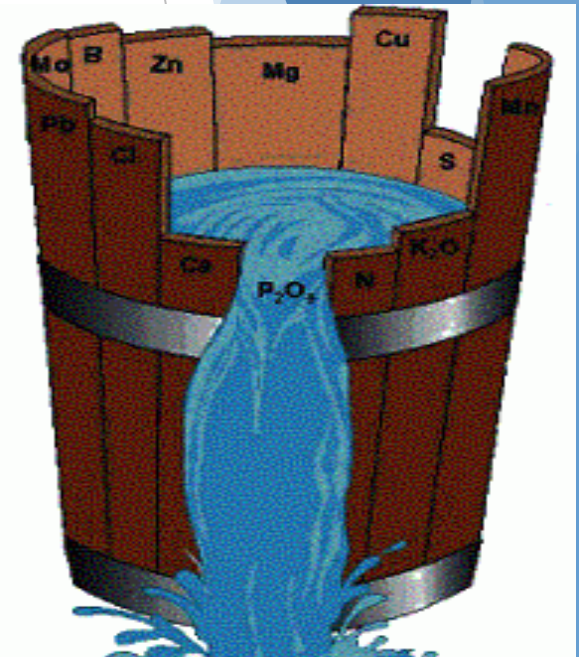
## ▶ Nitrogénvegyületek:

- ▶ legkárosabb a fehérje bontásakor keletkező ammónia:
  - ▶ zavarja a vízelőkészítést - klórozásnál ízrontó klóraminok
  - ▶ magasabb pH-nál szabad ammónia halpusztulást okoz
- ▶  $\text{NO}_3^-$ :
  - ▶ csecsemőkre életveszélyes (methemoglobinemia)
  - ▶ időseknél elősegíti a rákos megbetegedést

# Kémiai vízminősítés klasszikus komponensei

## ▶ Foszforvegyületek:

- ▶ Eutrofizálódás: minimum tényező (Liebig elv)
- ▶ Oldott formák: főként ortofoszfát ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) növények által felvehető (DIP-oldott szervesetlen foszfor)
- ▶ Partikulált P: szervesetlen, szerves
- ▶ Biológiailag hozzáférhető P
- ▶ Mérés: ÖP (összes foszfor),  $\text{PO}_4\text{-P}$ , frakcionálás





# Kémiai vízminősítés klasszikus komponensei

## ▶ Kénvegyületek

- ▶ Szulfidok (redukált forma):  $\text{H}_2\text{S}$ , szerves szulfidok, fémszulfidok (Fe, Zn, Cu stb.)
- ▶ Szulfát ( $\text{SO}_4^{2-}$ )
- ▶ Anaerob biokémiai folyamatok:  $\text{SO}_4^{2-} \rightarrow \text{H}_2\text{S}$
- ▶ Biokémiai oxidáció:  $\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
- ▶ Bűzhatás

## ▶ Vas- és mangánvegyületek

- ▶ Oldott állapotban ( $\text{Fe}^{2+}$ ): felszín alatti vizekben tározók fenékiszapjában (hidrogén-karbonátos, szulfátos, huminsavas kötésben)
- ▶ Oxigén jelenlétében:  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  (vashidroxid, oldhatatlan)
- ▶ A vas és a mangán közegészségügyi szempontból nem ártalmas, de esztétikailag kifogásolható

# Kémiai vízminősítés klasszikus komponensei

## Mikroszennyezők

- ▶ Kis koncentrációk ( $\mu\text{g/l}$ ,  $\text{ng/l}$ ) - analitika!
- ▶ Íz és szagrontó hatás, gyakran mérgezőek (önmagukban vagy más anyagokkal képzett komplexeikben)
- ▶ Bioakkumulációs hajlam, karcinogén hatás és mutagenitás
- ▶ Szervetlen mikroszennyezők:
  - ▶ nehézfémek (Hg, Cd, Pb, Cr, Ni, Cu, Zn), As, cianid, Al: feldúsulhatnak
  - ▶ Oldhatóságtól függ a veszélyesség (pH, redox)
  - ▶ szinergikus hatás (Cu és Hg)
- ▶ Szerves mikroszennyezők:
  - ▶ Ásványolaj, olajszármazékok (gázcserét blokkolják), PAH vegyületek, halogénezett szénhidrogének, PCB-k (benzol, fenol, kloroform, ...)
  - ▶ növényvédőszer (DDT, lindán, atrazin...) bioakkumuláció
  - ▶ Felületaktív detergens, oldószer
  - ▶ Trihalometán prekursorok (fertőtlenítés mellékterméke)
- ▶ EU direktívák, WHO: veszélyes anyagok listája
- ▶ Természetes eredetűek is lehetnek (humin- és fulvinsavak az elhalt növények lebomlásából, fenol a korhadó falevelekből, As és más fémionok a kőzetek oldódásából, algatoxinok)

# Biológiai vízminősítés

- ▶ Vízi ökoszisztémák létrehozása, fenntartása
- ▶ **Halobitás:**
  - ▶ biológiai szempontból fontos szervetlen kémiai tulajdonságok (össz. sótartalom, ionösszetétel)
  - ▶ vízgyűjtők, meder, mesterséges bevezetések határozzák meg,
  - ▶ növekvő vezetőképességgel és összes iontartalommal az ahalobikustól a polihalobikus típus felé
- ▶ **Szaprobitás**
  - ▶ vízben élő szervezetek szerves anyag lebontó képességének mértéke
  - ▶ anyagcsere intenzitásának mérésével (pl. oxigénfogyasztás)
  - ▶ élőlénytársulások faji összetételének analízise
  - ▶ szaprobitási index: az indikátor szervezetek relatív gyakoriságából számolható
  - ▶ autoszaprobitás (a vízben keletkezett szerves anyagok mennyiségével arányos)
  - ▶ alloszaprobitás (a vízbe kívülről bejutó szerves anyagok mennyiségével arányos)
  - ▶ aszaprobikus: tiszta víz,
  - ▶ euszaprobikus: értékelhetetlen, nyers szennyvíz

# Biológiai vízminősítés

## ▶ Trofitás:

- ▶ a víz elsődleges szerves anyag termelésének mértéke, alapja a fotoszintézis
- ▶ szükséges: tápanyag (P a minimum faktor), fényintenzitás, megfelelő hőm., fém
- ▶ meghatározása: algák számának és klorofill tartalmának vizsgálata
- ▶ legerőteljesebb: hipertrófikus

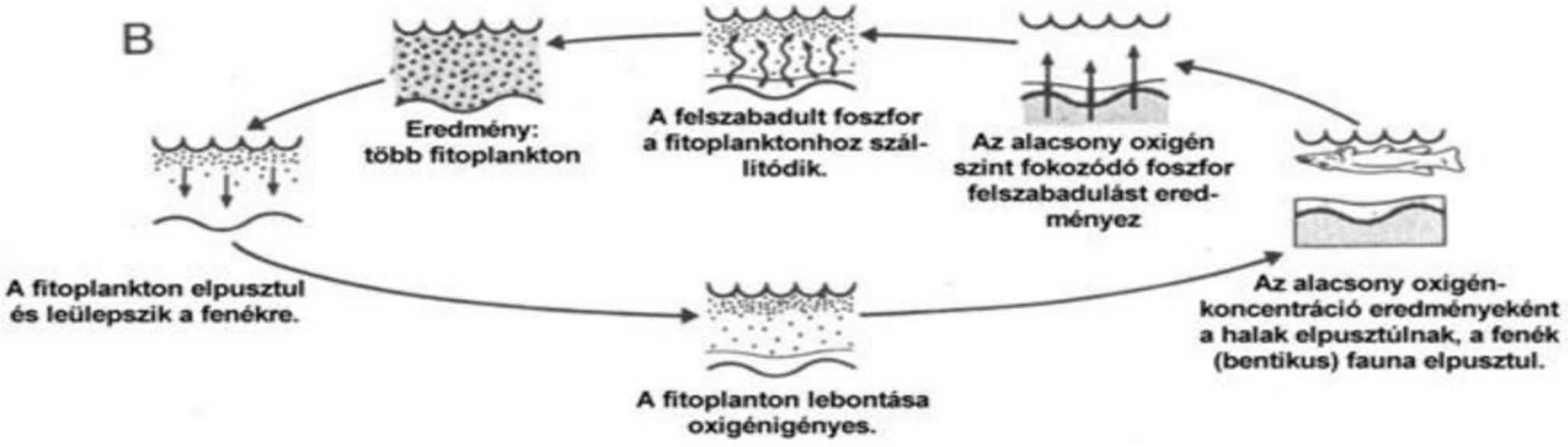
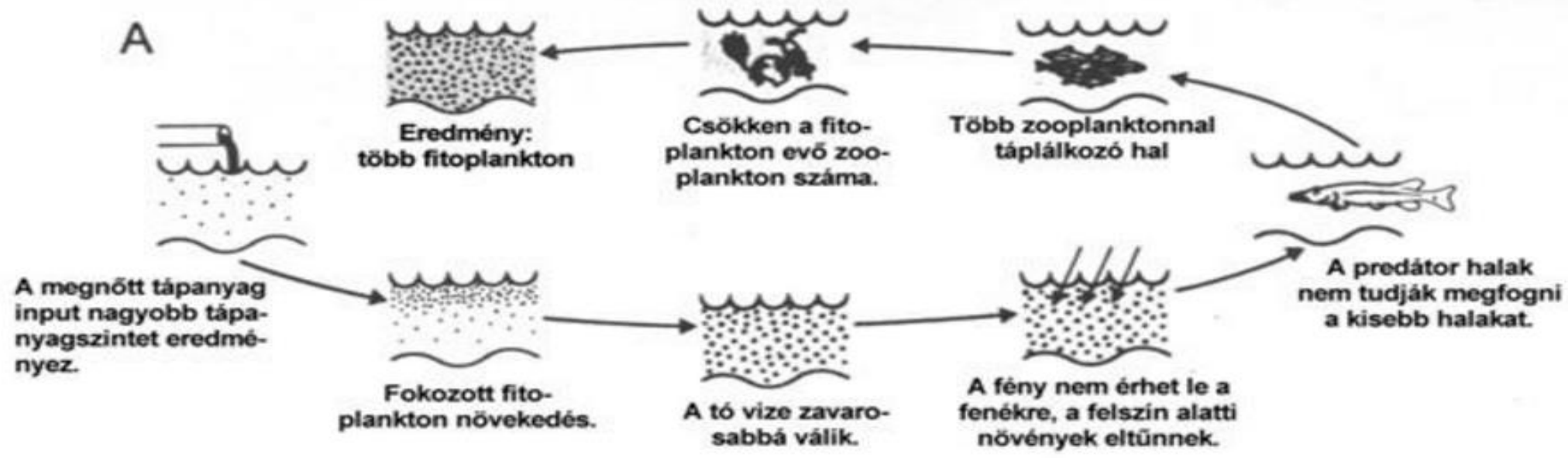
## ▶ Toxicitás:

- ▶ víz mérgező képessége
- ▶ lebontási folyamatok melléktermékei, végtermékei, kéalgák toxinjai
- ▶ emberi tevékenység során vízbe jutott mérgek
- ▶ reverzibilis, irreverzibilis- behatási idő, koncentráció
- ▶ akut vagy késleltetett hatás
- ▶ meghatározás: kémiai módszerekkel vagy biológiai tesztekkel
- ▶ TLm<sup>24</sup>: az a hígítás, amelyen hígítású vízben a tesztszervezetek fele 24 óra alatt életben marad
- ▶ Tesztszervezetek: csíranövények, baktériumok, csillós egysejtűek, algák, kistrákok (például Daphniák) és halak



# Biológiai vízminősítés

- ▶ A paraméterek egymással összefüggenek
- ▶ Nagy szaprobitásfok: szerves anyagok bontása szervetlenekre -> víz trofitása nő -> algaszaporodás -> mikroorganizmus-szaporodás -> növekvő  $O_2$  fogyasztás ->  $O_2$  hiány -> élőlények pusztulása, elvándorlása, redukáló környezetben keletkező bomlástermékek ( $H_2S$ ,  $NH_3$ ) növelik a toxicitást
- ▶ **Az eutrofizáció következményei**
  - ▶ Csökken a biológiai sokféleség
  - ▶ A vízvirágzást okozó kéalgák anyagcsere termékei (cianotoxinok) halpusztulást és egyéb állatok mérgezését okozhatják,
  - ▶ A nagy tömegben elszaporodó algák pusztulását oxigén hiány követi, ami halpusztulással jár.
  - ▶ A vízkezelés költségei emelkednek,
  - ▶ Romlik az állóvizek környezeti és esztétikai állapota,
  - ▶ A víz közegészségügyi szempontból kifogásolható, így üdülésre, sportolásra alkalmatlanná válik.



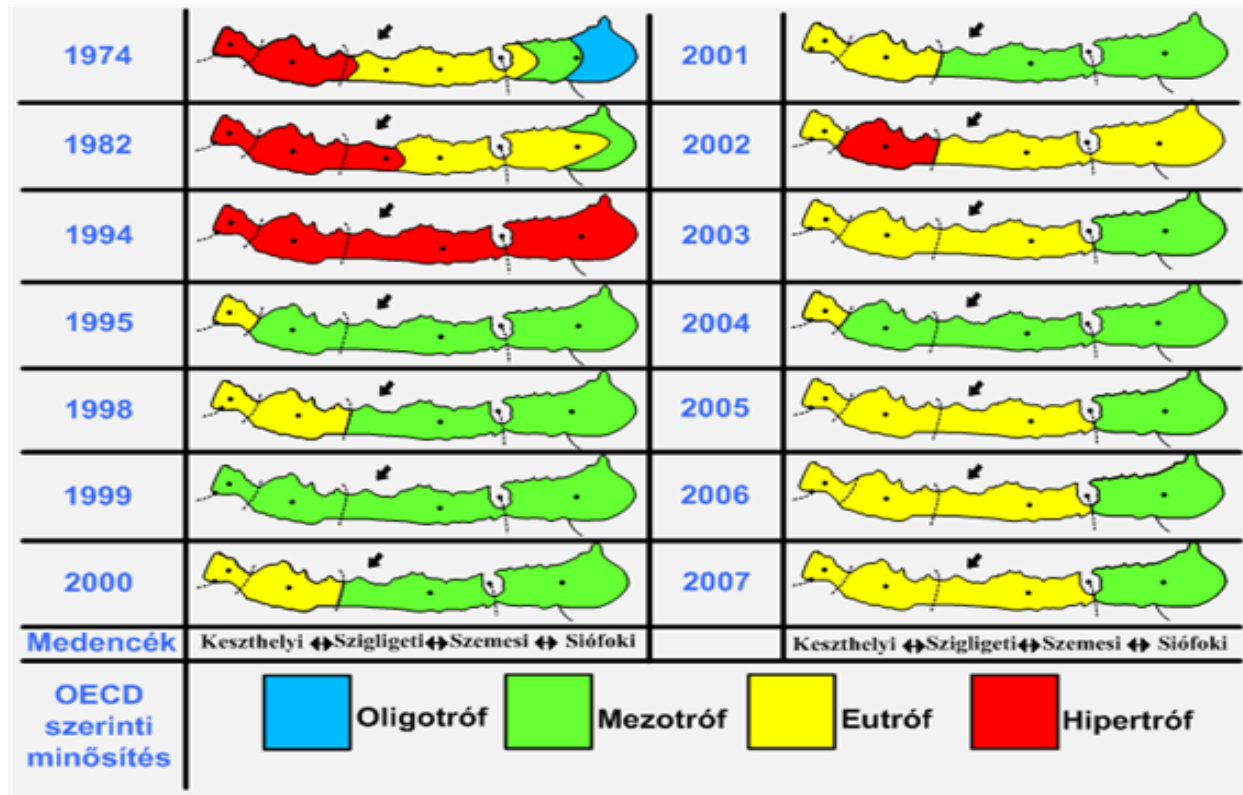


## Az OECD trofitási skála fokozatai és azok értelmezése:

Ultra-oligotróf	igen szűken termő vizek - rendszerint magashegységi tavakban
Oligotróf	szűken termő - szervesetlen növényi tápanyagban szegény, kevés szerves anyagot termelő víz
Mezotróf	közepesen termő
Eutróf	bőven termő - nagy trofitású, szervesetlen növényi tápanyagokkal jól ellátott, szerves anyagot elsődlegesen bőven termő
Hipertróf	túltermő vizek, melyekben olyan növényi tápanyagfelesleg van, aminek kihasználására a fényenergia mennyisége nem elég.



# Balaton eutrofizációja





# Bakteriológiai vízminősítés

- ▶ A mintában lévő élő mikroorganizmusokat egy alkalmas táptalajon kitenyésztik, az így kifejlődött telepek már szabad szemel is láthatók.
- ▶ Az eredmény a leoltott vízmennyiségből kifejlődött telepek számával és fajtájával adható meg.
- ▶ Coliform baktériumok: **colititer**: ml-ben kifejezett legkisebb vízmennyiség, amelyből a coli baktérium kitenyészthető.
- ▶ Ha 1 kólibaktérium van:
  - ▶ 100 ml vízben, akkor tiszta
  - ▶ 10 ml vízben, akkor elég tiszta
  - ▶ 1 ml vízben, akkor gyanús
  - ▶ 0,1 ml vízben, akkor szennyezett, használatra alkalmatlan
- ▶ **Coliform szám**: 100 ml vízben lévő coli baktériumtelepek száma
- ▶ Escherichia coli, Streptococcus faecalis, Clostridium és a Pseudomonas aeruginosa
- ▶ **fág vizsgálatok**: fágokat a baktériumok vírusai, baktériumokban szaporodnak, majd azokat elpusztítják és feloldják

# Vízminőségi osztályok MSZ 12749 alapján

Vízminőségi osztály	Jellemzés
<b>I. osztály: kiváló víz</b>	Mesterséges szennyező anyagoktól mentes, tiszta, természetes állapotú víz, amelyben az oldott anyag tartalom kevés, közel teljes az oxigéntelítettség, a tápanyagterhelés csekély és szennyvízbaktérium gyakorlatilag nincs. A vízminőségi térképeken kék színnel jelöljük. (A különleges igényeket kivéve minden használatra alkalmas, így: közműves vízellátásra, élelmiszer és egyéb ivóvízigényű ipar vízellátására, pisztráng tenyésztésére, maximális igényű fürdésre.)
<b>II. osztály: Jó víz</b>	Külső szennyező anyagokkal és biológiailag hasznosítható tápanyagokkal kismértékben terhelt, mezotróf jellegű víz. A vízben oldott és lebegő, szerves és szervesetlen anyagok mennyisége, valamint az oxigénháztartás jellemzőinek évszakos és napszakos változása az életfeltételeket nem rontja. A vízi szervezetek fajgazdagsága nagy, egyedszámuk kicsi. Szennyvízbaktérium igen kevés. A vízminőségi térképeken zöld színnel jelöljük. (A jó minőségű víz kommunális vízellátásra és adott ipari célokra csak megfelelő előkészítés után alkalmas, azonban előkészítés nélkül használható: haltenyésztésre (kivéve pisztráng); sport és üdülési célokra; állattenyésztés vízellátására.)

# Vízminőségi osztályok MSZ 12749 alapján

Vízminőségi osztály	Jellemzés
<b>III. osztály: tűrhető víz</b>	<p>Mérsékelten szennyezett (például tisztított szennyvizekkel már terhelt) víz, amelyben a szerves és szervetlen anyagok, valamint a biológiailag hasznosítható tápanyagterhelés eutrofizációt eredményezhet. Szennyvízbaktériumok következetesen kimutathatók. Az oxigénháztartás jellemzőinek évszakos és napszakos ingadozása, továbbá az esetenként előforduló káros vegyületek átmenetileg kedvezőtlen életfeltételeket teremhetnek. Az életközösségekben a fajok számának csökkenése és egyes fajok tömeges elszaporodása vízszíneződést is előidézhet. Esetenként szennyezésre utaló szag és szín is előfordul. A vízminőségi térképeken sárga színnel jelöljük. (Ez a víz mezőgazdasági öntözésre, esetleg haltenyésztésre felhasználható és általában ipari vízként a felhasználás jellegétől függően előkészítés után használható.)</p>

# Vízminőségi osztályok MSZ 12749 alapján

Vízminőségi osztály	Jellemzés
<b>IV. osztály: szennyezett víz</b>	<p>Külső eredetű szerves és szervesetlen anyagokkal, illetve szennyvizekkel terhelt, biológiailag hozzáférhető tápanyagokban gazdag víz. Az oxigénháztartás jellemzői tág határok között változnak, előfordul anaerob állapot is. A nagy mennyiségű szerves anyag biológiai lebontása, a baktériumok nagy száma (a szennyvízbaktériumok uralkodóvá válnak), valamint az egysejtűek tömeges előfordulása a jellemző. A víz zavaros, esetenként a színe változó, előfordulhat vízvirágzás is. A biológiailag káros anyagok koncentrációja esetenként a krónikus toxicitásnak megfelelő értéket is elérheti. Ez a vízminőség kedvezőtlenül hathat a magasabb rendű növényekre és a soksejtű állatokra. A vízminőségi térképeken piros színnel jelöljük. (A víz bármilyen célú felhasználása csak konkrét helyzetelbírálás után lehetséges, a víz előkészítése, tisztítása általában költséges.)</p>

# Vízminőségi osztályok MSZ 12749 alapján

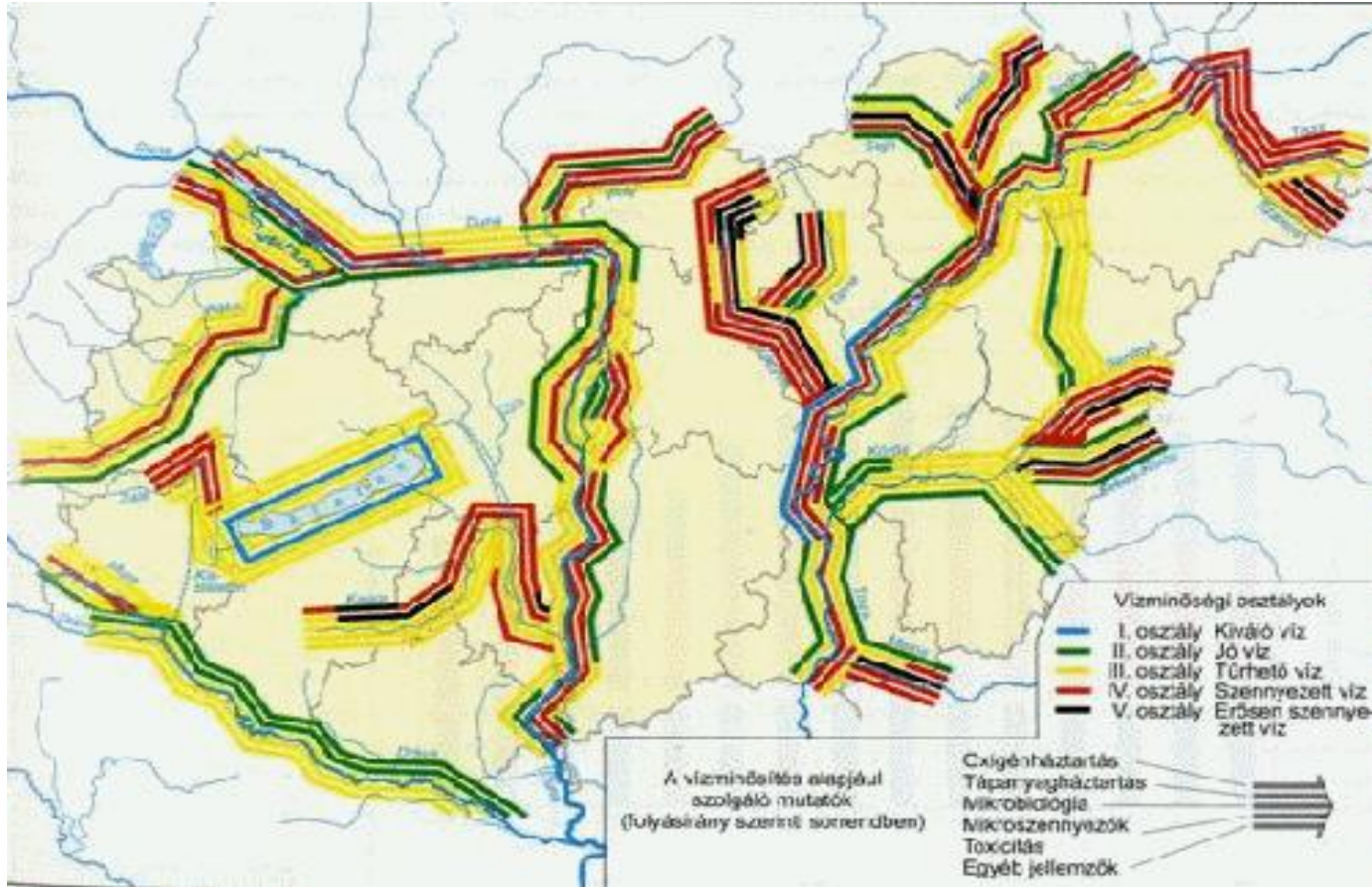
Vízminőségi osztály	Jellemzés
<b>V. osztály: Erősen szennyezett víz</b>	Különbéle szerves és szervesetlen eredetű anyagokkal, szennyvizekkel erősen terhelt, esetenként toxikus víz. Szennyvízbaktérium tartalma közelít a nyers szennyvizekéhez. A biológiailag káros anyagok és az oxigénhiány korlátozzák az életfeltételeket. A víz átlátszósága azonban kicsi: zavaros, bűzös, színe jellemző és változó. A bomlástermékek és a káros anyagok koncentrációja nagy, a vízi élet számára krónikus, esetenként akut toxikus szintet jelent. A vízminőségi térképeken fekete színnel jelöljük. (Felhasználásra csak tisztítás után alkalmas.)

## Felszíni vizek minősítése: határértékek (MSZ 12749)

Komponens	I.o.	II.o.	III.o.	IV.o.	V.o.
Oldott oxigén (mg/l)	7	6	4	3	<3
Oxigén telítettség (%)	80-100	70-80, 100-120	50-70, 120-150	20-50, 150-200	<20, >200
BOI <sub>5</sub> (mg/l)	4	6	10	15	>15
KOI <sub>ps</sub> (mg/l)	5	8	15	20	>20
KOI <sub>cr</sub> (mg/l)	12	22	40	60	>60
TOC (mg/l)	3	5	10	20	>20
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	0.2	0.5	1	2	>2
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	0.01	0.03	0.1	0.3	>0.3
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	1	5	10	25	>25
PO <sub>4</sub> -P (µg/l)	50	100	200	500	>500
ÖP (µg/l)	100	200	400	1000	>1000
Chl-a (µg/l)	10	25	75	250	>250
TC (e/ml)	1	10	100	1000	>1000
FCF (e/ml)	0.2	1	20	100	>100
Ásványolaj (µg/l)	20	50	100	250	>250
Fenol (µg/l)	2	5	10	20	>20
Hg (µg/l)	0.1	0.2	0.5	1	>1
Cd (µg/l)	0.5	1	2	5	>5
Vezetőképesség (µs/cm)	500	700	1000	2000	>2000

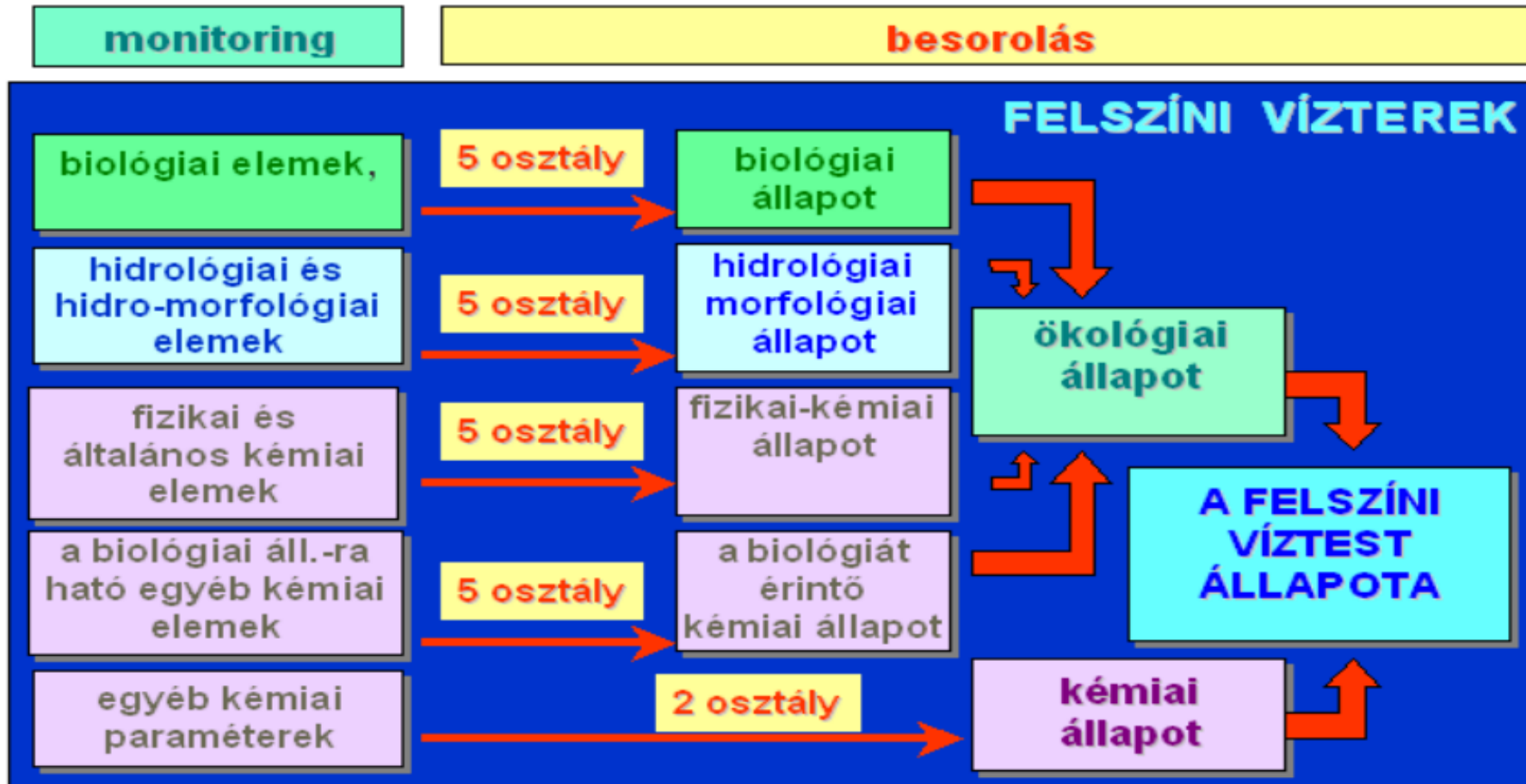


# Felszíni vizek minősége



I. Osztály	Kiváló víz	kék
II. Osztály	Jó víz	zöld
III. Osztály	Tűrhető víz	sárga
IV. Osztály	Szennyezett víz	piros
V. Osztály	Erősen szennyezett víz	fekete

# A vizek minősítése a VKI szerint



forrás: Simonffy 2001



# Meghatározandó paraméterek az MSZ 12749 alapján

## Vízminőségi jellemzők

**A csoport:  
az oxigénháztartás jellemzői**

Oldott oxigén; Oxigéntelítettség; Biokémiai oxigénigény ( $\text{BOI}_5$ ); Kémiai oxigénigény ( $\text{KOI}_{\text{ps}}$ ); Kémiai oxigénigény ( $\text{KOI}_k$ ); Összes szerves szén (TOC); Szaprobítási (Pantle-Buck) index

**B csoport:  
a nitrogén és foszforháztartás jellemzői**

Ammónium ( $\text{NH}_4^+ - \text{N}$ ); Nitrit ( $\text{NO}_2^- - \text{N}$ ); Nitrát ( $\text{NO}_3^- - \text{N}$ ); Szerves nitrogén; Összes foszfor, Ortofoszfát ( $\text{PO}_4 - \text{P}$ );  
a- Klorofill

**C csoport:  
mikrobiológiai jellemzők**

coliform szám 1 ml-ben;  
Fekáliás coliformszám 1 mlben;  
Fekális streptococcus 1 ml-ben; Salmonella 1 lben;  
Összes telepszám  $37^\circ \text{C}$ ;  
Összes telepszám  $22^\circ \text{C}$

# Meghatározandó paraméterek az MSZ 12749 alapján

Vízminőségi jellemzők		
<b>D csoport: mikroszennyezők és toxicitás</b>	<b>D1 csoport: szervetlen mikroszennyezők</b>	Alumínium; Arzén; Bór; Cianid; Cink; Higany; Kadmium; Króm; Króm; Nikkel; Ólom; Réz
	<b>D2 csoport: szerves mikroszennyezők</b>	Fenolok; Detergensek (anionaktív, nemionos); Kőolajszármazékok (kőolaj és termékei, PAH-ok, benz(a)pirén); Illékony klórozott szénhidrogének (kloroform, szén-tetraklorid, triklór-etilén, tetraklóretilén); Peszticidek; PCB-k; PCP
	<b>D3 csoport: toxicitás</b>	Daphniateszt; Csíranövényteszt; Statikus halteszt
	<b>D4 csoport: radioaktív anyagok</b>	Összes $\beta$ -aktivitás; Cézium 137; Stroncium 90; Trícium

# Meghatározandó paraméterek az MSZ 12749 alapján

## Vízminőségi jellemzők

### E csoport: egyéb jellemzők

pH; Fajlagos vezetés (20 °C-on); Vas; Mangán

Víz hőmérséklet; levegő hőmérséklet; Összes lebegőanyag; Zavarosság;  
Lúgosság; Keménység; Nátrium; Kálium; Kalcium; Magnézium; Karbonát;  
Hidrogén-karbonát; Szulfát

Klorid; Szín; Szag; Átlátszóság

# Felszín alatti vizek minőségi jellemzése

- ▶ Makrokomponensek aránya, összes oldott sótartalom ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ), hőmérséklet
- ▶ A felszín alatti vizek minősítése során nem osztályba sorolást alkalmaznak, hanem **határértékeket** adnak meg egy adott vegyületre.
- ▶ Felszín alatti vizeink védelmét a **219/2004. (VII.21.) „A felszín alatti vizek és a földtani közeg védelméről”** szóló kormányrendelet szabályozza.
- ▶ **6/2009 (IV. 14.) KvVM-EüM-FVM** együttes rendelet pedig a földtani közeg és a felszín alatti víz szennyezéssel szembeni védelméhez szükséges **határértékeket és a szennyezések mérését** (mintavételt és mintavizsgálatokat) ismerteti

# Felszín alatti víz monitoring

- ▶ **Kémiai felügyeleti monitoring** célja a rendszeres állapotértékelés, kiemelve a határokon átlépő felszín alatti vizek minőségét, illetve a mezőgazdasági területeket, a jelentős pontszerű szennyező források és települések közelében található szennyezési trendeket.
- ▶ **Kémiai operatív monitoring** célja az ivóvízbázisok vízminőségének folyamatos ellenőrzése, a vízminőség változások és a beavatkozások hatékonyságának figyelése és a ténylegesen szennyezett vízterek állapotváltozásának nyomon követése.
- ▶ **A kivizsgálási monitoring** célja többek között a mintaterület törvényszerűségeinek feltárása, a felügyeleti és az operatív vizsgálati kutak helyének kijelölése és a műszaki megoldások vizsgálata.

# Felszín alatti vizek minőségi jellemzése

- ▶ Legfontosabb határértékek:
  - ▶ (A) háttér-koncentráció: természetes koncentráció
  - ▶ (Ab) bizonyított háttér-koncentráció: adott területen, esetleg más diffúz szennyező hatására kialakult alap koncentráció
  - ▶ (B) szennyezettségi határérték: az a koncentráció, ahol a víz már szennyezettnek minősül
  - ▶ (D) kármentesítési célállapot határérték: az a koncentráció, amit a kármentesítés eredményeként kell elérni a károsodás megelőzésére
  - ▶ (E) egyedi szennyezettségi határérték: adott területen, ahol esetleg a háttérkonc. már eleve magasabb a határértéknél,  $>(B)$ ,  $<(D)$

# Legfontosabb felszíni vizeink

## Duna

- ▶ Európa második leghosszabb és legbővizűbb folyója a Volga után
- ▶ hossza 2860 km
- ▶ Fekete-erdőből Fekete tengerbe
- ▶ Érintett országok: Németország, Ausztria, Szlovákia, Magyarország, Horvátország, Szerbia, Románia, Bulgária, Ukrajna és Moldova
- ▶ Mo.: 417 km, ebből 142 km határfolyó Szlovákiával
- ▶ Legnagyobb mellékfolyója a Tisza
- ▶ Mellékágak:
  - ▶ Kis-Duna (Csallóköznél)
  - ▶ Mosoni-Duna (Szigetköznél)
  - ▶ Szentendrei-Duna
  - ▶ Ráckevei-Duna
- ▶ Belgrád alatt 1 km-es szélességet is megközelíti
- ▶ Széchenyi lánchídnál 350 m széles, Budapesten 3-10 m mély



# Legfontosabb felszíni vizeink

## Duna

- ▶ **Árvízvédelem:**
  - ▶ okok: hegyvidéki erdők irtása -> gyorsabb a hóolvadás -> hóolvadáskor, esőzéskor a hirtelen lezúduló, nagy mennyiségű víz
- ▶ Évente két szabályos árvize van:
  - ▶ a tavaszi jeges árvíz
  - ▶ és a kora nyári zöldár
- ▶ 1838-as pesti árvíz: több, mint tízezer ház dőlt össze (Pesten és Budán a házak több mint fele) 3200 megrongálódott, életét vesztette 153 ember.
- ▶ 1800-as évek közepe: gróf Széchenyi István kezdeményezésére, Vásárhelyi Pál tervei alapján megindult a folyók szabályozása, árterek lecsapolása és a mederszabályozás.



# Legfontosabb felszíni vizeink

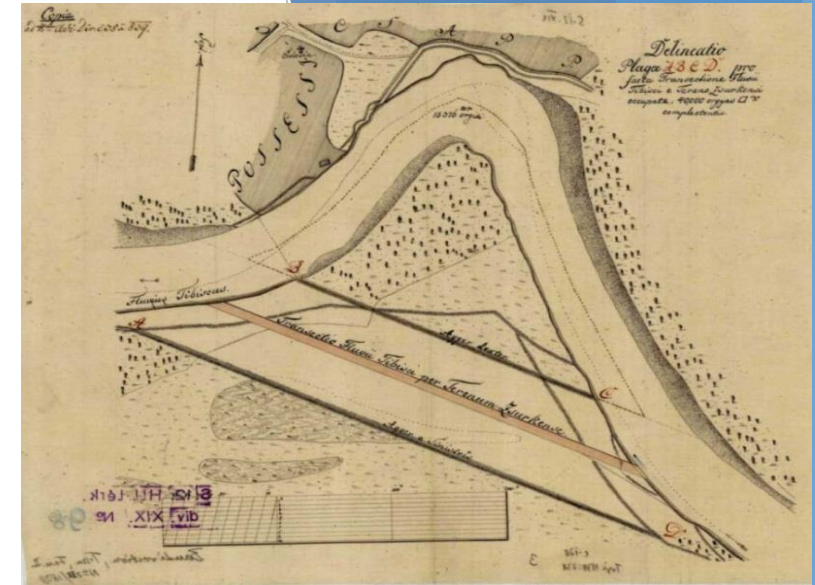
## Duna

- ▶ A Duna fontos nemzetközi hajóút
  - ▶ fontos közlekedési útvonal, partjain sok száz ipari vállalat, város és falu fekszik
  - ▶ II. világháború után kotrással és csatornák építésével segítették elő a folyami hajózást.
- ▶ Vízenergia felhasználása
  - ▶ Németországban, Ausztriában vízierőművek
  - ▶ Vaskapunál épült meg 1972-ben Európa legnagyobb vízierőműve
  - ▶ szlovákiai erőmű: Bős
- ▶ Halászat csak a Duna-deltában
  - ▶ Gazdag növény-, állatvilág
  - ▶ 1991-ben a Duna-delta a világörökség része lett

# Legfontosabb felszíni vizeink

## Tisza

- ▶ Közép-Európa legfontosabb folyóinak egyike
- ▶ Érinti: Magyarország, Románia, Szlovákia, Ukrajna, Szerbia területét
- ▶ Vízgyűjtő területe mintegy 157 000 km<sup>2</sup>
- ▶ Vízállása erősen ingadozó
- ▶ Átlagos vízhozama Szegednél 820 m<sup>3</sup>/s (mértek már 3820 m<sup>3</sup>/s-t is)
- ▶ Hossza: 962 km, hajózható hossza 780 km
- ▶ 1-2 hét alatt ér el az ár Szamostól Szegedig
- ▶ Legnagyobb vízállás: 2006 - 1009 cm
- ▶ Két forrásból ered. A **Fekete-Tisza** és a **Fehér-Tisza**



# Legfontosabb felszíni vizeink

## Tisza

- ▶ **Magyarországi szakaszai:**
  - ▶ Felső-Tisza az országhatár és Tokaj,
  - ▶ Közép-Tisza Tokaj és Tiszaug,
  - ▶ Alsó-Tisza Tiszaug és a déli országhatár között
- ▶ Középvízi mederszélessége 191-236 m között
- ▶ Árvízi szélesség: Tiszadorogmánál viszont eléri a 6,7 km

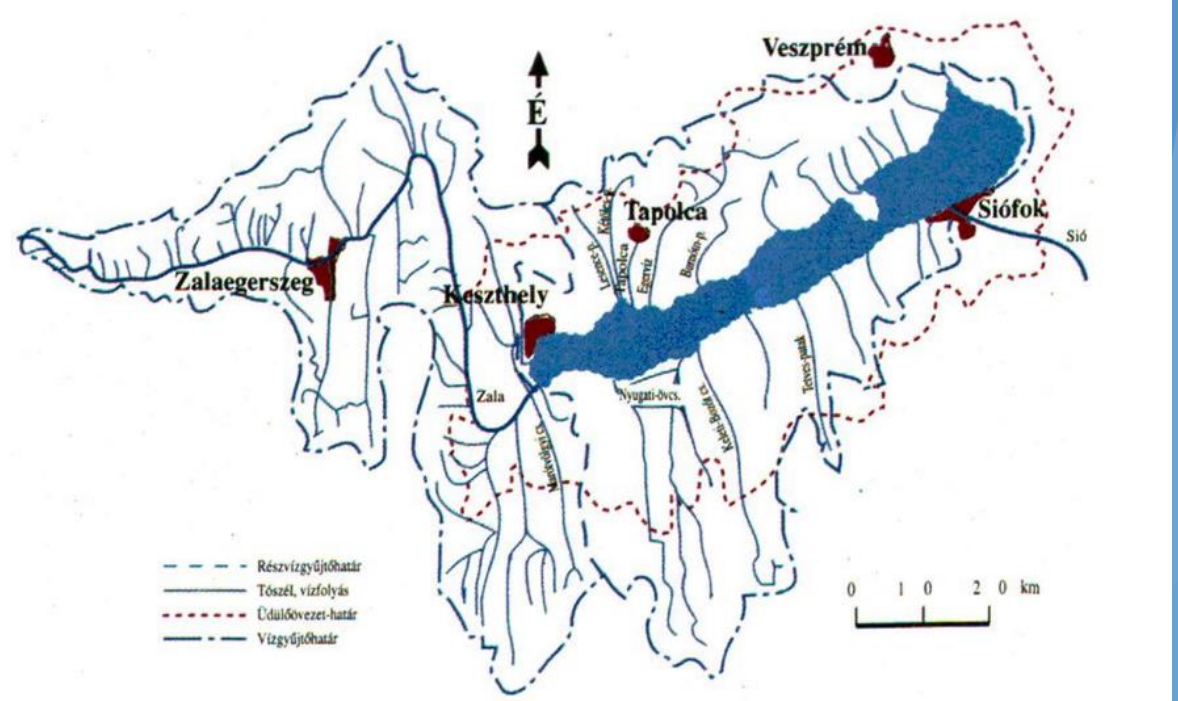
### Mellékfolyói:

- Ukrajna: Tarac, Talabor, Nagy-ág, Borzsa, Latorca, Ung
- Románia: Visó, Iza
- Magyarország: Túr, Szamos, Kraszna, Lónyai-főcsatorna, Keleti-főcsatorna, Bodrog, Sajó, Zagyva, Körösök, Maros
- Szerbia: Béga



# Legfontosabb felszíni vizeink Balaton

- ▶ Közép-Európa legnagyobb tava
- ▶ 18-22 ezer éves
  - ▶ Felülete 600 km<sup>2</sup>,
  - ▶ hossza 78 km,
  - ▶ átlagos szélessége 7,7 km
  - ▶ víztömege mintegy 2 milliárd m<sup>3</sup>,
  - ▶ átlagos mélysége 3,3 m
- ▶ Tápláló vízfolyása a nyugati oldalon beömlő Zala, melynek vízgyűjtő területe a teljes vízgyűjtő terület 45%-a.
- ▶ A tó vízfeleslegének levezetése a siófoki zsilipen, a Sió-csatornán keresztül történik.

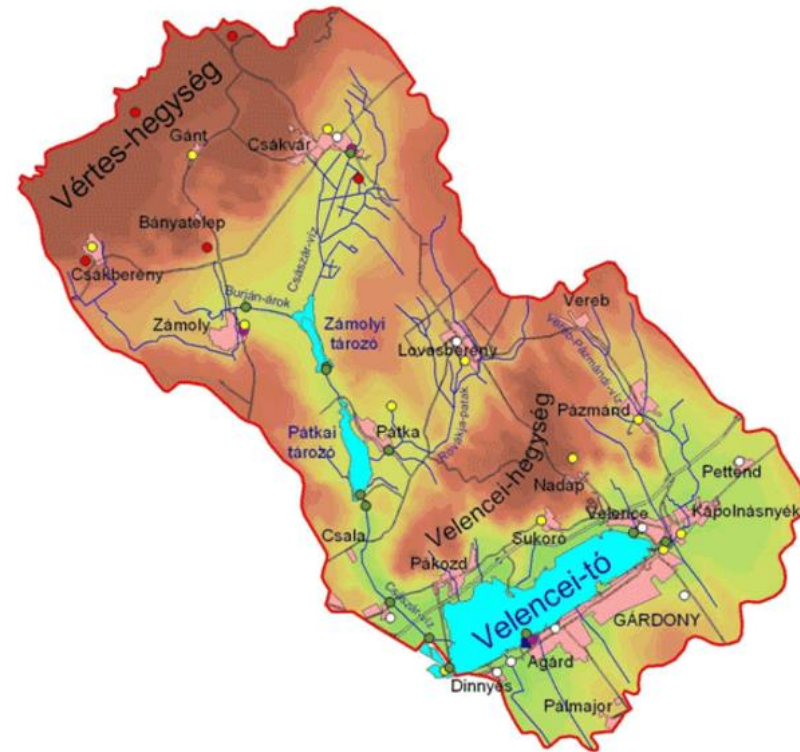




# Legfontosabb felszíni vizeink

## Velencei-tó

- ▶ Velencei-hegység lábánál, lapos süllyedék
  - ▶ területe a 160 cm-es vízállásnál 24,2 km<sup>2</sup>,
  - ▶ hossza 10,8 km,
  - ▶ átlagos szélessége 2,3 km,
  - ▶ átlagos mélysége 1,9 m,
  - ▶ partvonalának hossza 28,5 km
- ▶ Kb. 15 ezer éves
- ▶ lefolyásos tó, de jelentős feliszapolódás
- ▶ 1880-as évek vízrendezés: Nádas tavat lecsapolta, a Dinnyés-Kajtori csatornát és a dinnyési zsilipet megvalósította
- ▶ A teljes vízgyűjtő terület (beleértve a tavat is) 602,3 km<sup>2</sup>



## A Velencei-tó vízgyűjtője



### Vízrajzi állomások

- Felszíni állomás
- Felszín közeli állomás
- Felszín alatti állomás
- Csapadékmérő
- Hőmérő
- Klímaállomás



# Legfontosabb felszíni vizeink

## Fertő-tó

- ▶ Európa legnyugatabbra fekvő sztyepptava és szikterülete
- ▶ nagyobbik része osztrák terület
- ▶ Partvidéke a magyarországi Fertő-Hanság Nemzeti Parkhoz tartozik, a Fertő-táj a világörökség része
  - ▶ átlagos mélysége az 1 m-t sem éri el
  - ▶ hőmérséklete nyáron akár 30°C
  - ▶ sótartalma magas: kationok:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , (nátrium-hidrogénkarbonát -> szikes tó)  
anionok:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$
  - ▶ pH érték > 8
  - ▶ magas KOI (lebegőanyag, huminsavak)
  - ▶ nyílt víz (iszapszürke) - nád övezet (humuszsavaktól sötétbordó) együttese

